

ТИПОВЫЕ
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

904-02-26.86

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ С УТИЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ
УДАЛЯЕМОГО ВОЗДУХА В ЖИДКОСТНО-ВОЗДУШНЫХ
ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРАХ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ

АЛЬБОМ I

РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ

Москва 1986

ЧРНД 4-92

С.08. ЧУЧ77чн82185501

ТИПОВЫЕ
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

904-02-26.86

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ С УТИЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛО-
ТЫ УДАЛЕННОГО ВОЗДУХА В ЖИДКОСТНО-ВОЗДУШНЫХ
ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРАХ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ

АЛЬБОМ I
РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ

Разработаны
Государственным проектным
институтом Сантехпроект
Главный инженер института

Ю.И.Шиллер
Главный инженер проекта

Т.И.Садовская

Утверждены
Главстройпроектом
Госстроя СССР
протокол № 50 от
8.08.1986 г.

Москва 1986

Настоящая работа выполнена в соответствии с заданием Главстройпроекта Госстроя ССР по теме "Системы вентиляции промышленных зданий и сооружений с применением теплоутилизационного оборудования" а) утилизация теплоты удаленного воздуха в жидкостно-воздушных теплоутилизаторах (по плану типового проектирования Госстроя ССР на 1985 г., п.8.2.1.1а"

Работа выпускается в виде типовых материалов для проектирования систем утилизации теплоты удаленного воздуха в строящихся и реконструируемых зданиях различного назначения. Типовые проектные решения включают пять альбомов:

альбом 1. Расчетные данные

альбом 2. Технологические схемы

альбом 3. Автоматизация систем

альбом 4. Компоновочные решения

альбом 5. Технико-экономические показатели.

Работа выполнена на основании теоретических разработок МНИИТЭП. В работе принимали участие следующие организации и исполнители:

ГИИ Сантехпроект Госстроя ССР (ведущий) - инженер Т.И.Садовская - руководитель темы;

МНИИТЭП ГлавАШУ МосгоргипроМСМ - канд.техн.наук М.Я.Поз, В.И.Саматова;

ГНИИпромзданий Госстроя ССР - канд.техн.наук Л.В.Иванкина, инженеры Л.З.Мотыкин, Л.М.Лимановская;

Сибирский филиал ГИИ Сантехпроект - инженеры М.М.Кварт, И.А.Карпова.

Лист	Наименование	Стр.
I	I. Общие положения	16
6	2. Оборудование, трубопроводы, теплоносители	21
13	3. Принципиальные схемы	28
16	4. Условные обозначения	31
19	5. Технологические, аэродинамические и гидравлические характеристики СУПТ	34
20	6. Методы расчета систем утилизации	35
22	7. Автоматизированный метод расчета	37
23	8. Упрощенный графо-аналитический метод расчета СУПТ без подогрева промежу- точного теплоносителя	38
33	9. Графо-аналитический метод расчета СУПТ без подогрева промежуточного теплоносителя	48
45	10. Графо-аналитический метод расчета СУПТ с подогревом промежуточного теплоносителя	60
57	II. Аналитический метод расчета СУПТ без подогрева промежуточного тепло- носителя	72
63	12. Расчет годового потребления теплоты	78
	Приложение I	

21855-01

904-02-26.86

СОДЕРЖАНИЕ

ГЧПП	Садовская	Рада
Н. Кондр. Рыжик	Макар	
Ноч. об. Зелеников	Илья	
Гл. спец Кучерова	Кучерова	
Вед. инж Новикова	Новикова	
Ноч. Т.О. Рыженкова	Рыженкова	
Д. инж. Т.О. Садовская	Садовская	

Лист	Модель
1	1
САНТЕХПРОЕКТ	

Лист	Наименование	Стр.
71	Рис.1. Схема системы утилизации с промежуточным теплоносителем (без подогрева) ...	86
71	Рис.2. Схема систем утилизации с промежуточным теплоносителем (с подогревом) ...	86
72	Рис.3. Схема системы с двумя баками и подпиточным насосом	87
73	Рис.4. Схема системы с одним баком и подпиточным насосом	88
74	Рис.5. Схема системы с одним баком	89
75	Рис.6. Принципиальная схема СУПТ без подогрева промежуточного теплоносителя	90
76	Рис.7. Принципиальная схема СУПТ с подогревом промежуточного теплоносителя	91
77	Рис.8. Схема параллельного присоединения ТУБ к циркуляционному контуру	92
77	Рис.9. Схема последовательно-параллельного присоединения ТУБ к циркуляционному контуру (I вариант)	92
78	Рис.10. Схема последовательно-параллельного присоединения ТУБ к циркуляционному контуру (II вариант)	93
	Приложение 2	
79	Таблица 1. Основные физические свойства теплоносителей	94
79	Таблица 2. Температура замерзания водного раствора хлористого кальция	94

21855-01

904-02-26.86

№2

2

Лист	Наименование	Стр.
80	Таблица 3. Удельная вместимость трубопроводов из стальных электросварных труб, применяемых во внутренних санитарно-технических системах на 1м	95
81	Таблица 4.1. Вместимость теплоутилизационных блоков на базе кондиционеров КТЦ2А	96
89	Таблица 4.2. Вместимость теплоутилизационных блоков на базе приточных камер ЗПК	104
96	Таблица 4.3. Вместимость теплоутилизационных блоков на базе кондиционеров-теплоутилизаторов КТЦ2А	III
100	Таблица 5. Потери давления на трение в трубопроводах на 1 м, Па/ m^2 (кгс/ m^2).	II5
101	Таблица 6. Коэффициент Сж для расчета потери давления по теплоносителю (раствор CaСl ₂) для ТП и ВН	II6
102	Таблица 7. Коэффициент Сж для расчета потери давления по теплоносителю (раствор CaСl ₂) для КСк3, КСк4, КВББ-ПУЗ и КВББ-ПУЗ	II7
103	Таблица 8. Граничное значение относительной влажности удаляемого воздуха φ сух. %	II8
103	Таблица 9. Коэффициенты l_d и b_d	II8

21855-01

Лист

3

Лист :	Наименование	: Стр.
I04	Таблица I0. Коэффициенты, c , кДж/кг, $C_{нас}$, кДж/(кг·°C).....	I19
I05	Таблица II. Параметр F_o' для теплоутилизационных блоков при $W = I$	I20
I21	Таблица I2. Относительные перепады температур θ для группы теплообменников (по ходу воздуха)	I36
I23	Таблица I3. Относительные перепады температур θ для одного теплообменника	I38
I25	Таблица I4. Поправочные коэффициенты ξ_k , ξ_θ , $\xi_{\theta_{об}}$ при теплоносителе воде	I40
Приложение 3.		
I27	Рис.1. Потери давления по теплоносителю для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками ВН	I42
I28	Рис.2. Потери давления по теплоносителю для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками ТП-03 и ТП-04	I43
I29	Рис.3. Потери давления по теплоносителю для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками КСк3 и КСк4	I44

6

21855-01

904-02-26.86

Лист

4

Лист I
904-02-26.86

Лист :	Наименование	Стр.
I30	Рис.4. Потери давления по теплоносителю для теплоутилизационных блоков на базе ЗПК с теплообменниками ТП-03 и ТП-04	I45
I31	Рис.5. Потери давления по теплоносителю для теплоутилизационных блоков на базе ЗПК с теплообменниками КСк3 и КСк4	I46
I32	Рис.6. Потери давления по теплоносителю для теплоутилизационных блоков на базе ЗПК с теплообменниками КВСБ-ПУЗ и КВББ-ПУЗ	I47
I33	Рис.7. Потери давления по воздуху в одном теплообменнике	I48
I34	Рис.8. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками ВН (расход воздуха от 5 до 90 тыс.м ³ /ч)	I49
I35	Рис.9. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками ВН (расход воздуха от 90 до 140 тыс.м ³ /ч)	I50

7

21855-01

904-02-26.86

Лист

5

Лист :	Наименование	Стр.
I36	Рис.I0. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КПЦ2А с теплообменниками ТП-03 (расход воздуха от 20 до 90 тыс. $\cdot\text{м}^3/\text{ч}$)	151
I37	Рис.II. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КПЦ2А с теплообменниками ТП-03 (расход воздуха от 90 до 140 тыс. $\cdot\text{м}^3/\text{ч}$)	152
I38	Рис.I2. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КПЦ2А с теплообменниками ТП-04 (расход воздуха от 20 до 90 тыс. $\cdot\text{м}^3/\text{ч}$)	153
I39	Рис.I3. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КПЦ2А с теплообменниками ТП-04 (расход воздуха от 90 до 140 тыс. $\cdot\text{м}^3/\text{ч}$)	154
I40	Рис.I4. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КПЦ2А с теплообменниками КСк3 (расход воздуха от 10 до 90 тыс. $\cdot\text{м}^3/\text{ч}$)	155

Лист	Номер и дата
	904-02-26.86

Лист

6

21855-01

904-02-26.86

Лист	:	Наименование	:	Стр.
I41		Рис.I5. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КПЦ2А с теплообменниками КСк3 (расход воздуха от 90 до 140 тыс. $\cdot\text{м}^3/\text{ч}$)		156
I42		Рис.I6. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КПЦ2А с теплообменниками КСк4 (расход воздуха от 10 до 90 тыс. $\cdot\text{м}^3/\text{ч}$)		157
I43		Рис.I7. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КПЦ2А с теплообменниками КСк4 (расход воздуха от 90 до 140 тыс. $\cdot\text{м}^3/\text{ч}$)		158
I44		Рис.I8. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе ЗПК с теплообменниками ТП-03 (расход воздуха от 10 до 90 тыс. $\cdot\text{м}^3/\text{ч}$)		159
I45		Рис.I9. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе ЗПК с теплообменниками ТП-03 (расход воздуха от 90 до 140 тыс. $\cdot\text{м}^3/\text{ч}$)		160

Справка
для подачи в суд

9

21855-01

904-02-26.86

Инв
7

Лист	:	Наименование	:	Стр.
I46		Рис.20. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе ЗПК с теплообменниками ТП-04 (расход воздуха от 10 до 90 тыс.м ³ /ч)		I61
I47		Рис.21. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе ЗПК с теплообменниками ТП-04 (расход воздуха от 90 до 140 тыс.м ³ /ч)		I62
I48		Рис.22. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе ЗПК с теплообменниками КСк3 (расход воздуха от 5 до 90 тыс.м ³ /ч)		I63
I49		Рис.23. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе ЗПК с теплообменниками КСк3 (расход воздуха от 90 до 140 тыс.м ³ /ч)		I64
I50		Рис.24. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе ЗПК с теплообменниками КСк4 (расход воздуха от 5 до 90 тыс.м ³ /ч)		I65

10

21855-01

Лист	:	Наименование	Стр.
151		Рис.25. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе 2ПК с теплообменниками КСк4 (расход воздуха от 90 до 140 тыс.м ³ /ч)	166
152		Рис.26. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе 2ПК с теплообменниками КВСБ-ПУЗ (расход воздуха от 5 до 90 тыс.м ³ /ч)	167
153		Рис.27. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе 2ПК с теплообменниками КВСБ-ПУЗ (расход воздуха от 90 до 140 тыс.м ³ /ч)	168
154		Рис.28. Общие относительные перепады температуры для теплоутилизационных блоков на базе 2ПК с теплообменниками КВББ-ПУЗ (расход воздуха от 5 до 90 тыс.м ³ /ч)	169
155		Рис.29. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе 2ПК с теплообменниками КВББ-ПУЗ (расход воздуха от 90 до 140 тыс.м ³ /ч)	170

ЗАКАЗ № 1001	Приложение к документу
--------------	------------------------

11

21855-01

904-02-26.86

Лист
9

Альбом I

904-02-26.86

Лист	:	Наименование	:	Стр.	
Альбом I	I56	Рис.30. Поправочный коэффициент ξ_w		I71	
	I57	Рис.31. Поправочный коэффициент ξ_c		I72	
	I58	Рис.32. Поправочный коэффициент ξ_φ при $\Delta\varphi = 10-60\%$		I73	
	I59	Рис.33. Поправочный коэффициент ξ_φ при $\Delta\varphi = 30-70\%$		I74	
	I60	Рис.34. Коэффициенты наружного тепло- обмена для КВСБ-ПУЗ, КВББ-ПУЗ и ВН..		I75	
	I61	Рис.35. Коэффициенты наружного тепло- обмена для ТП-03, ТП-04, КСк3, КСк4..		I76	
	I62	Рис.36. Коэффициенты внутреннего теплообмена		I77	
	I63	Рис.37. Коэффициенты теплопередачи возду- хонагревателей КТЦ2А однорядных ...		I78	
	I64	Рис.38. Коэффициенты теплопередачи возду- хонагревателей КТЦ2А двухрядных ...		I79	
	I65	Рис.39. Коэффициенты теплопередачи тепло- utiлизаторов ТП.05-TIPK.03; ТП.16-TIPK.03; ТП.25-TIPK.03		I80	
	I66	Рис.40. Коэффициенты теплопередачи тепло- utiлизаторов ТП.05-TIPK.04; ТП.16-TIPK.04; ТП.25-TIPK.04		I81	
	I67	Рис.41. Коэффициенты теплопередачи кало- рифера КСк3		I82	
					12
					21855-01
					Испр.
					10

Лист	:	Наименование	:	Стр.
I68		Рис.42. Коэффициенты теплопередачи калориферов КСк4		I83
I69		Рис.43. Коэффициенты теплопередачи калориферов КВСБ-ПУЗ		I84
I70		Рис.44. Коэффициенты теплопередачи калориферов КВББ-ПУЗ		I85
I71		Рис.45. Температурная эффективность теплообменников		I86
I72		Рис.46. Зависимость между d_{pc} и параметром λ		I87
I73		Рис.47. Обобщенная зависимость θ от λ		I88
I74		Рис.48. Относительный перепад температур для группы теплообменников		I89
I75		Рис.49. Относительный перепад температур для одного теплообменника		I90
I76		Рис.50. Периоды работы СУПТ без подогрева в годовом режиме		I91
I77		Рис.51. Периоды работы СУПТ с подогревом в годовом режиме		I92
ПРИЛОЖЕНИЕ 4				
I78		<u>Пример 1.</u> Расчет по упрощенному графо-аналитическому методу СУПТ без подогрева с одиночными установками		I93
I82		<u>Пример 2.</u> Расчет по упрощенному графо-аналитическому методу СУПТ без подогрева с группами установок. Расчет годового потребления теплоты		I97

21855-01

13

Лист	Наименование	Стр.
194	<u>Пример 3.</u> Расчет по графо-аналитическому методу СУПТ без подогрева с группами установок и параллельной схемой присоединения по рис.8	209
205	<u>Пример 4.</u> Расчет по графо-аналитическому методу СУПТ без подогрева с группами установок и последовательно-параллельной схемой присоединения по рис.9	220
210	<u>Пример 5.</u> Расчет по графо-аналитическому методу СУПТ с подогревом с группами установок и последовательно-параллельной схемой присоединения по рис.10	225
212	<u>Пример 6.</u> Расчет по графо-аналитическому методу СУПТ с подогревом для группы установок при параллельной схеме присоединения. Расчет годового потребления теплоты	227
225	<u>Пример 7.</u> Расчет по графо-аналитическому методу СУПТ с подогревом для группы установок при последовательно-параллельной схеме присоединения по рис.9	240

14

21855-01

Лист
12

Лист	:	Наименование	:	Стр.
235		<u>Пример 8.</u> Расчет по аналитическому методу СУПТ без подогрева при конденсации влаги на всей поверхности ТУБ вытяжной установки		250
241		<u>Пример 9.</u> Расчет по аналитическому методу СУПТ без подогрева при конденсации влаги на части поверхности ТУБ вытяжной установки		256

904-02-26.86

Черт. № 1-1001	Год выпуска	Формат

15

21855-01

904-02-26.86

Лист
13

Альбом I
904-02-26.86

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. В данном альбоме приводятся рекомендации по проектированию, методика и примеры расчета системы утилизации теплоты удалаемого воздуха в жидкостно-воздушных теплоутилизаторах с промежуточным теплоносителем (далее СУПТ).

I.2. Системы утилизации тепловых вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) для отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха зданий и сооружений различного назначения следует проектировать в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-86 ("Отопление, вентиляция и кондиционирование").

I.3. Теплоту ВЭР, имеющих более высокую температуру или энталпию необходимо использовать, как правило, в первую очередь.

I.4. Теплоту ВЭР, содержащих вещества или имеющих параметры, способные оказать на оборудование разрушающее действие или повлечь отказ в работе, использовать не допускается.

I.5. При использовании теплоты ВЭР воздуха или газовоздушных смесей, содержащих осажддающиеся пыли и аэрозоли, которые могут осаждаться в теплоутилизационном оборудовании, следует предусматривать мероприятия, обеспечивающие снижение концентрации пыли до уровней, соответствующих техническим условиям на поставку оборудования:

очистку воздуха или газовоздушных смесей перед поступлением в теплоутилизаторы;

возможность полного отключения теплоутилизационного оборудования от теплоносителя на время, когда оно не используется;

возможность очистки теплообменных поверхностей от загрязнений.

I.6. Теплоту воздуха, удалаемого системами вытяжной вентиляции, следует использовать для нагревания наружного воздуха систем вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха только в тех случаях, когда исчерпаны резервы экономии тепла за счет рециркуляции воздуха из помещения или применения других ВЭР с большим потенциалом.

I.7. Резервное теплоснабжение систем, использующих теплоту ВЭР, проектируется в тех случаях, когда не допускается сокращение 21855.01

Приложение к альбому

ГИП	Садовская	Кирпич					
Н. Кондр	Рожник	Фасад					
Чтн. 08-3	Келюхов	Ч-Ф					
Гл-спец	Кичерово	Кирпич	10.86				
Вод. инж	Новикова	НН.С.	10.86				
Нач. Т.О.	Финкельштейн	Стекло					
Гл-спец ТО	Садовская	Кирпич					
Вод. инж	Нельман	Несущ.					

904-02-26.86

РАСЧЕТНЫЕ

ДАННЫЕ

Лист

Чистов

1

242

САНТЕХПРОЕКТ

16

тепловой мощности потребителей по СНиП 2.04.05.86.

Резервное теплоснабжение предусматривается за счет увеличения подачи теплоносителя от первичного источника тепла (ТЭЦ, котельной) или присоединения потребителей к другим источникам тепла.

Нагрузка на резервные источники тепла от группы систем, использующих теплоту ВЭР, определяется с учетом режима потребления и поступления ВЭР, необходимости периодической чистки теплоутилизаторов, а также остановки оборудования, теплота воздуха которого используется, и т.д.

1.8. СУПТ проектируются из теплоутилизаторов-воздухоохладителей и теплоутилизаторов-воздухонагревателей, соединенных трубопроводами в замкнутый циркуляционный контур, заполненный промежуточным теплоносителем. Циркуляция теплоносителя осуществляется при помощи насоса. Теплоутилизаторы-воздухоохладители и теплоутилизаторы-воздухонагреватели комплектуются в теплоутилизационные блоки (ТУБ) и размещаются соответственно в каналах удалаемого воздуха и в каналах приточного воздуха или приточной установке.

В первых ТУБ удалаемый воздух передает свое тепло промежуточному теплоносителю, во вторых промежуточный теплоноситель нагревает приточный воздух.

1.9. СУПТ могут предусматриваться для: одиночных установок (одна приточная и одна вытяжная);

группы установок (несколько приточных и вытяжных) с индивидуальными ТУБ для каждой установки;

группы установок (несколько приточных и вытяжных) с одним ТУБ для всех приточных и с индивидуальными ТУБ для каждой вытяжной установки или с одним ТУБ для всех вытяжных установок и с индивидуальными ТУБ для каждой приточной установки.

1.10. Полная аэродинамическая изоляция потоков удалаемого и приточного воздуха, исключающая возможность переноса вредных веществ, запахов, бактерий и других загрязнений из удалаемого воздуха; а также возможность утилизации теплоты воздуха вытяжных установок, размещенных на значительном расстоянии от приточных, позволяют внедрять системы как на вновь проектируемых, так и на действующих предприятиях.

1.11. Системы утилизации теплоты удалаемого низкотемпературного воздуха, как правило, не обеспечивают требуемый подогрев

21.05.01

904 - 02 - 26.86

Лист

2

Инв. №: подп.	Подпись и дата	Взамен
---------------	----------------	--------

наружного воздуха с отрицательными начальными температурами. Требуемая температура приточного воздуха может поддерживаться за счет теплоты от первичного (централизованного) источника тепла:

на подогрев промежуточного теплоносителя – системы утилизации с подогревом промежуточного теплоносителя (далее СУПТ с подогревом)

на подогрев приточного воздуха в дополнительных воздухонагревателях – системы утилизации без подогрева промежуточного теплоносителя (далее СУПТ без подогрева).

Схемы СУПТ приведены на рис. I.2 приложения I.

I.12. Целесообразность применения одной из систем определяется технико-экономическим сопоставлением с учетом условий проектирования. При сравнении следует иметь в виду, что температурная эффективность СУПТ без подогрева на 10–20% больше, чем в СУПТ с подогревом но конструктивные решения (необходимость установки дополнительных воздухонагревателей, подмешивающих насосов и т.д.) и системы автоматизации несколько сложнее.

I.13. При утилизации теплоты влажного удалаемого воздуха и охлаждении его ниже температуры "точки росы" на теплообменной поверхности теплоутилизаторов-воздухоохладителей происходит конденсация водяного пара. Эксплуатация таких установок при низких отрицательных температурах (при температуре наружного воздуха ниже критической t_{an1}^{kso} , при которой температура теплообменной поверхности становится ниже 0°C) сопровождается процессом образования инея на поверхности теплоутилизатора-воздухоохладителя.

Инеообразование приводит к увеличению аэродинамического сопротивления (потери давления по воздуху) теплоутилизаторов в каналах удалаемого воздуха.

I.14. Для защиты теплоутилизаторов вытяжных установок от инея необходимо предусматривать одно из мероприятий:

периодическое отключение насоса циркуляционного контура или приточной установки;

обвод по теплоносителю;

Периодическое отключение насоса или приточной установки допускается в СУПТ с температурой замерзания раствора, равной минимальной

18

Альбом I

904-02-26.86

температуре наружного воздуха в холодный период года.
Необходимое время для отключения определяется при наладке и эксплуатации системы.

Ориентировочно время оттаивания слоя инея, образующегося за 8-10 часов работы системы при температуре и влажности удаленного воздуха $t_{an2}=18^{\circ}\text{C}$ и $\varphi_{an2}=40\%$ и температуре наружного воздуха до минус 30°C , составляет 30-40 минут при отключенном насосе и работающих вентиляторах приточной и вытяжной установок.

I.15. Способ защиты от замерзания теплоутилизаторов приточных установок определяется в зависимости от температуры замерзания принятого теплоносителя, скорости теплоносителя, запаса на теплообменную поверхность дополнительных воздухонагревателей, необходимости резервирования теплоснабжения СУПТ и т.д.

I.16. Для обеспечения надежной работы СУПТ в течение отопительного периода необходимо предусматривать в проекте решения, обеспечивающие заполнение системы подпитку при утечках, сбор незамерзающего промежуточного теплоносителя при опорожнении с возвратом его в систему, хранение некоторого запаса раствора для компенсации подпитки.

I.16.1. СУПТ, как правило, оборудуются расширительным баком для компенсации расширения теплоносителя и удаления воздуха из системы. Схемы систем с расширительным баком приведены на рис. 3,5 приложения I.

Расширительные баки размещаются в верхней части системы и обеспечиваются сигнализатором уровня.

Допускается проектировать СУПТ без расширительного бака по схеме рис.4 приложения I.

I.16.2. В СУПТ с теплоносителем вода для заполнения и подпитки системы предусматриваются традиционные решения.

I.16.3. В СУПТ с незамерзающим теплоносителем для заполнения и подпитки системы используется бак для приготовления раствора (далее растворный бак). После заполнения системы в растворном баке хранится запас раствора в объеме, необходимом для подпитки.

Схемы систем с подпиткой и заполнением системы через растворный бак приведены в приложении I:

на рис.3 - схема системы с двумя (расширительным и растворным) баками и подпиточным насосом, который включается автоматически или

19

904-02-26.86

21855-01

Лист

4

вручную по сигналу о снижении уровня раствора;
на рис.4 - схема системы с одним растворным баком и постоянно работающим или автоматически включающимся подпиточным насосом.

Бак используется для заполнения системы и компенсации расширения теплоносителя. Подпиточный насос обеспечивает постоянное давление перед циркуляционным насосом, а также используется для опорожнения системы в растворный бак.

I.I6.4. В СУПТ, для которых невозможно обеспечить запас раствора на компенсацию подпитки, допускается кратковременная подпитка от водопровода при условии, что концентрация раствора за этот период не снизится ниже допустимой, обеспечивающей незамерзание теплоносителя.

I.I6.5. В СУПТ с теплоутилизационными блоками, размещенными на одной отметке, допускается установка одного бака в верхней точке системы. Бак используется для заполнения системы и компенсации расширения теплоносителя. Опорожнение системы предусматривается с помощью насоса в переносные емкости. Схема показана на рис.5 приложения I.

I.I6.6. Сбор незамерзающего промежуточного теплоносителя предусматривается при опорожнении всей или части системы с целью промывки или ремонта ее.

Баки для приготовления и сбора раствора, как правило, размещаются в нижней части системы, обеспечивая самотечное опорожнение системы. Если самотечное спорожнение невозможно, то для сбора раствора предусматриваются насосы и отдельный бак или переносные емкости.

При большой емкости системы предусматривается посекционное опорожнение.

I.I7. При конструировании системы трубопроводов и размещении теплоутилизационного оборудования необходимо предусматривать технические решения, обеспечивающие максимальную сохранность промежуточного теплоносителя:

разводку трубопроводов выполнять с уклоном к растворному или сборному баку;

воздушные краны снабжать трубопроводами, опускающимися на уровень пола или площадки обслуживания, с целью сбора промежуточного теплоносителя в переносную емкость;

20

21855-01

904-02-26.86

Мер
5

спускные краны устанавливать в местах, доступных для размещения переносных емкостей при сливе раствора из отдельных частей системы; хранение раствора в переносных емкостях не допускается.

1.18. Помещение для приготовления и хранения раствора промежуточного теплоносителя в производственных зданиях целесообразно размещать рядом с въездом для автотранспорта.

Для разгрузки бочек с раствором хлористого кальция и раствором НОК-2И, а также для заполнения растворного бака предусматривается грузоподъемные механизмы.

В помещении для приготовления, хранения и сбора раствора предусматривается приточно-вытяжная вентиляция, водопровод холодной и горячей воды, а также трап для случайных проливов.

2. ОБОРУДОВАНИЕ, ТРУБОПРОВОДЫ, ТЕПЛОНОСИТЕЛИ

2.1. В качестве теплоутилизаторов в СУПТ используются теплообменники, выпускаемые промышленностью;

воздухонагреватели центральных кондиционеров КПЦ2А (далее-ВН); теплоутилизаторы рекуперативные для систем с промежуточным теплоносителем (далее-ТП);

воздухонагреватели биметаллические со спирально-накатным оребрением типа КСк (далее-КСк);

калориферы стальные пластинчатые типа КВСБ-ЛУЗ (далее КВСБ-ЛУЗ) и КВББ-ЛУЗ (далее-КВББ-ЛУЗ).

2.2. Тип теплоутилизатора определяется на основании технико-экономического сопоставления ТУБ, комплектуемых теплоутилизаторами различных типов и разной глубины (число рядов трубок по ходу движения воздуха) при различных схемах обвязки их трубопроводами.

Схемы обвязки ТУБ трубопроводами, как правило, должны обеспечивать противоточное движение воздуха и теплоносителя. Скорость движения теплоносителя в трубках теплоутилизаторов должна быть не менее 0,35 м/с во всех режимах эксплуатации.

Скорость движения теплоносителя в трубопроводах принимается в соответствии с требованиями СНиП "Отопление, вентиляция и кондиционирование" и не должна превышать экономически целесообразную величину, определяемую номенклатурой выпускаемых промышленностью насосов и оптимальными расходами энергии на перемещение теплоносителя.

21855-01

904-02-26.86

Лист

6

2.3. Теплоутилизационные блоки собираются из отдельных теплоутилизаторов, устанавливаемых параллельно и последовательно по воздуху.

ТУБ приточных и вытяжных установок, как правило, комплектуются теплоутилизаторами одного типа с одинаковым числом рядов трубок по глубине.

2.4. Технические и конструктивные характеристики типовых ТУБ с расходами и габаритами, соответствующими параметрическому ряду центральных кондиционеров КТЦ2А и типовых приточных камер ЗПК (серия 5.904-12), приведены в альбоме 4.

Рекомендуемый номенклатурный ряд ТУБ (далее – типовые ТУБ) с расходом воздуха от 5 до 125 тыс. $m^3/ч$ разработан для установок:

приточных на базе КТЦ2А с теплоутилизаторами ВН, ТП и КСк;

вытяжных на базе кондиционеров-утилизаторов КТЦ2А с теплоутилизаторами ВН;

приточных и вытяжных на базе ЗПК с теплоутилизаторами ТП, КСк, КВСБ-ЛУЗ и КВББ-ЛУЗ.

Типовые ТУБ комплектуются по ходу движения воздуха 4, 5 и 6-ю рядами теплоутилизаторов типа ВН или 2 и 3-мя теплоутилизаторами типа ТП, КСк, КВСБ-ЛУЗ, КВББ-ЛУЗ, что соответствует 8,9 и 12-ти рядам трубок по глубине.

Для обозначения ТУБ принятая цифровая система (индекс) из семи цифр, примененная в альбоме 4 (см.п. I.10).

Дополнительно каждому ТУБ присвоен порядковый номер ТУБ № ОИ-ТУБ № 64 для приточных установок на базе КТЦ2А, ТУБ № ОИ-ТУБ № 19 для вытяжных установок на базе кондиционеров-утилизаторов КТЦ2А, ТУБ № ОИ – ТУБ № 72 для приточных и вытяжных установок на базе ЗПК.

Классификация, техническая характеристика и компоновочные решения типовых ТУБ представлены в альбоме 4.

2.5. В альбоме 5 приведены технико-экономические показатели типовых ТУБ, позволяющие экономически обоснованно оценивать выбор ТУБ при заданных расходах и параметрах приточного и удаленного воздуха.

2.6. Для обеспечения циркуляции промежуточного теплоносителя в СУПТ предусматривается установка двух циркуляционных насосов (рабочий и резервный). Для подпитки и опорожнения системы используются циркуляционный или подпиточный насос. 218.55-01 22

В СУПТ применяются насосы общего назначения. Мощность электродвигателя насоса определяется с учетом плотности теплоносителя.

Альбом 1

904-02-26.86

Циркуляционные насосы устанавливаются, как правило, после ТУБ (по ходу движения теплоносителя) вытяжных установок.

2.7. Для подогрева промежуточного теплоносителя используются водоподогреватели водоводяные для тепловых сетей по ТУ 400-28-429-82Е.

2.8. Запорно-регулирующая арматура в СУПТ принимается обычная для внутренних санитарно-технических систем.

2.9. Для ТУБ вытяжных установок, в которых возможно выпадение конденсата, предусматриваются устройства для сбора и удаления конденсата;

дренажные трубы из секций, устанавливаемых по ходу воздуха после теплоутилизаторов - при относительной влажности удаляемого воздуха $\varphi_{нр} < 60\%$;

поддоны под теплоутилизаторами - при $\varphi_{нр} \geq 60\%$.

2.10. В качестве расширительных баков применяются баки, изготавливаемые по серии 3.903-10 "Баки расширительные емкостью от 100 до 4500 л". При использовании незамерзающего промежуточного теплоносителя внутренняя поверхность баков должна иметь антикоррозионное покрытие.

2.11. Для приготовления раствора промежуточного теплоносителя и для сбора его из системы применяются баки, изготавливаемые по серии I.494-II "Баки прямоугольные для холодной и отопленной воды и рассола". Допускается применять баки-мешалки по ТУ ОСТ И08.271. III-83 "Мешалки для приготовления реагентов". Внутренняя поверхность баков должна иметь антикоррозийную защиту.

В баке для приготовления раствора обозначаются контрольные уровни:

нижний - на 100-150 мм выше днища бака;

верхний - соответствующий суммарному объему требуемого объема раствора на подпитку и объема раствора в баке до нижнего уровня.

Схемы связки баков трубопроводами показаны на рис.3-5 приложения I.

2.12. Вместимость расширительного бака $V_{ср}$ рассчитывается по формуле

$$V_{ср} = 0,045 V_c . \quad (2.1)$$

23

21855-01

904-02-26.86

Изв

8

где V_c - вместимость системы, м^3 , определяемая по формуле (2.5).

2.13. Вместимость бака для приготовления раствора $V_{\text{б.пр}}$ определяется:

если $V_c \leq 5 \text{ м}^3$ - по формуле

$$V_{\text{б.пр}} = V_c + V_{\text{б.н}} , \quad (2.2)$$

где $V_{\text{б.н}}$ - объем части бака, м^3 , от днища до нижнего уровня по п.2.11; допускается принимать бак меньшей вместимости;

если $V_c > 5 \text{ м}^3$ - на основании технико-экономического расчета с учетом вместимости системы, наличия площади для установки бака, требуемого объема раствора для подпитки и хранения.

2.14. Вместимость бака для сбора раствора $V_{\text{б.соб}}$ рассчитывается по формуле

$$V_{\text{б.соб}} = (1,1 - 1,2) V_c . \quad (2.3)$$

2.15. Вместимость бака, используемого для приготовления и сбора раствора, определяется по формуле

$$V_{\text{б.пр}} = V_c + V_{\text{б.н}} + V_{\text{х.п.}} \cdot \bar{t}_{\text{нед}} , \quad (2.4)$$

где $V_{\text{х.п.}}$ - объем теплоносителя для подпитки системы, м^3 , в течение одного часа, принимаемый по п.2.24;

$V_{\text{х.п.}} \cdot \bar{t}_{\text{нед}}$ - объем промежуточного теплоносителя, м^3 , необходимый для хранения в баке для компенсации подпитки в течение времени $\bar{t}_{\text{нед}}$, ч, определяемого в проекте в зависимости от требований по надежности и от режима работы системы.

$\bar{t}_{\text{нед}}$ допускается принимать равным 1-2 неделям, но $V_{\text{х.п.}} \cdot \bar{t}_{\text{нед}}$ не должно быть больше емкости системы ($V_{\text{х.п.}} \cdot \bar{t}_{\text{нед}} \leq V_c$).

2.16. Трубопроводы обвязки ТУБ и циркуляционного контура при теплоносителе воде выполняются в соответствии с требованиями главы СНиП "Отопление, вентиляция и кондиционирование".

При незамерзающем теплоносителе трубопроводы диаметром 15 и 20 мм выполняются из труб стальных водогазопроводных обыкновенных, диаметром выше 20 мм - из труб электросварных термообработанных с толстой стенкой не менее, чем у водогазопроводных обыкновенных. Соединение трубопроводов производится на сварке, арматура - на фланцах. Допускается присоединять на резьбе водогазопроводные трубы с арматурой условным диаметром до 50 мм.

246.55-01 21

2.17. Необходимость изоляции поверхности оборудования ТУБ, трубопроводов, баков и арматуры СУПТ определяется при проектировании из условия невыпадения конденсата на их поверхности, а также с целью уменьшения потери теплоты на основании технико-экономического расчета.

Выбор тепловой изоляции производится в соответствии с рекомендациями "Инструкции по проектированию тепловой изоляции оборудования и трубопроводов промышленных предприятий" СН542-81.

2.18. Испытание систем утилизации должно производиться гидравлическим давлением, равным 1,25 рабочего давления, но не менее 2 кгс/см² в самой низкой точке системы.

Система признается выдержавшей испытание давлением, если при незамерзающем теплоносителе в течение 15 мин нахождения ее под испытательным давлением падение давления не превысит 0,1 кгс/см², а в сварных швах, трубах, корпусах арматуры, теплоутилизаторов и т.п. не обнаружено течи.

При теплоносителе воде испытание системы производится в соответствии со СНиП III-28-75 (Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений).

2.19. В качестве промежуточного теплоносителя могут использоваться незамерзающие растворы и вода.

Теплоноситель выбирается на основании теплотехнического расчета СУПТ по температуре теплоносителя $\zeta_{жкл}$ после ТУБ приточных установок:

при $\zeta_{жкл} > 7^{\circ}\text{C}$ - вода;

при $\zeta_{жкл} \leq 7^{\circ}\text{C}$ - незамерзающий раствор.

2.20. Вода, используемая как теплоноситель, при температуре 45°C и выше должна удовлетворять требованиям, предъявляемым к воде тепловых сетей в закрытых контурах.

Вода с температурой ниже 45°C в закрытых контурах циркуляции должна иметь pH=6,5 - 8,5 и содержать (не более):

растворенный кислород - 0,1 мг/л;

взвешенные вещества - 10 мг/л;

карбонатная жесткость - 3 мг.экв/л.

2.21. Из незамерзающих растворов солей рекомендуется применять водный 2% раствор хлористого кальция (CaCl_2) с ингибиторной добавкой. В качестве ингибиторной добавки рекомендуется использовать вещество НОЖ-2И в количестве 3% от общей массы раствора. 21855.01 25

Инв. №	Разделы и детали
--------	------------------

904-02-26.86	Лист
--------------	------

Альбом I

904-02-26.86

Раствор хлористого кальция с ингибиторной добавкой НОЖ-2И разрешен к применению в СУПТ Минздравом СССР.

2.21.1. НОЖ-2И получается поликонденсацией сульфаниловой кислоты с формальдегидом в щелочной среде и производится Тамбовским объединением "Пигмент".

Раствор хлористого кальция с добавкой НОЖ-2И не вызывает коррозии черных и цветных металлов, взрыво и пожаробезопасен, температура замерзания минус 45°C, температура кипения 100°C, водородный показатель pH=6,5-8,5.

2.21.2. Раствор теплоносителя приготавливается на объекте весовым способом. Для приготовления раствора используется водопроводная вода. Контроль за концентрацией раствора производится 2 раза в течение отопительного сезона.

2.21.3. Концентрация хлористого кальция в незамерзающем растворе промежуточного теплоносителя определяется допустимой температурой замерзания раствора в системе $t_{x}^{32\text{°C}}$, которая выбирается в зависимости от типа СУПТ, защиты и режима работы.

Для СУПТ с подогревом $t_{x}^{32\text{°C}}$ может быть принята на 10°C ниже температуры теплоносителя после ТУБ приточных установок при расчетной температуре $t_{8,44}^{32\text{°C}}$ наружного воздуха в холодный период года (параметры Б).

Для СУПТ без подогрева $t_{x}^{32\text{°C}}$ принимается ниже или равной $t_{8,44}^{32\text{°C}}$. Ингибиторная добавка НОЖ-2И составляет 3% от общей массы раствора при любой концентрации хлористого кальция.

2.21.4. Основные физические свойства рекомендуемых теплоносителей приведены в табл. I приложения 2.

Температура замерзания раствора незамерзающего теплоносителя при различной концентрации CaCl_2 дана в табл. 2 приложения 2.

2.22. Раствор хлористого кальция сбрасывать в канализацию, не допускается.

При необходимости демонтажа или промывки системы раствор сливаются в бак для приготовления или сбора раствора или в специальные емкости для повторного использования.

В помещении для приготовления раствора предусматривается

26

Лист 1 из 4	Номер листа

21855-01	Лист
904-02-26.86	II

приямок для слива в него случайных проливов раствора и подводится водопроводная вода.

2.23. Объем промежуточного теплоносителя V_c для заполнения СУПТ (вместимость системы) определяется по формуле

$$V_c = \sum \Delta V_{tp}^{(i)} \cdot \ell_{tp}^{(i)} + \sum V_{tub}^{(i)} \cdot n^{(i)} \cdot V_{ap} + V_{ch}, \quad (2.5)$$

где $\Delta V_{tp}^{(i)}$ - удельная вместимость, м³, трубопровода длиной 1 м, определяемая по табл. 3 приложения 2 по диаметру $\zeta^{(i)}$ трубопровода;

$\ell_{tp}^{(i)}$ - длина трубопровода, м;

$V_{tub}^{(i)}$ - вместимость теплоутилизационного блока, м³. Вместимость типовых ТУБ приведена в табл. 4 приложения 2;

$n^{(i)}$ - число ТУБ, шт;

V_{ap} - вместимость расширительного бака, м³, по п.2.12;

V_{ch} - объем части бака, м³, по п.2.13.

2.24. Объем теплоносителя для подпитки системы $V_{к.п}$ в течение одного часа принимается равным от 0,1 до 0,25% вместимости системы (0,001 - 0,0025) V_c .

2.25. В проекте заказывается соль или раствор CaCl_2 , а также ингибиторная добавка НОЖИ в объемах, необходимых для приготовления объема промежуточного теплоносителя $V_{ж}$ на первый год эксплуатации.

$V_{ж}$ определяется по формуле

$$V_{ж} = V_c + V_{ж.п} \cdot \bar{\tau}_{от}, \quad (2.6)$$

где V_c - вместимость системы, м³, по п.2.23;

$V_{ж.п}$ - объем теплоносителя, м³, на подпитку системы в течение одного часа по п. 2.24;

$\bar{\tau}_{от}$ - отопительный период, ч.

$V_{ж.п} \cdot \bar{\tau}_{от}$ не следует принимать больше ёмкости ($V_{ж.п} \cdot \bar{\tau}_{от} \leq V_c$).

На последующие годы эксплуатации раствор, для приготовления промежуточного теплоносителя заказываются службой эксплуатации в объеме, необходимом для подпитки системы.

27

21855-01

904-02-26.86

Лист

32

3. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ

3.1. СУПТ следует обеспечивать средствами контроля и автоматического регулирования.

3.2. Системы автоматического регулирования должны обеспечивать:

- поддержание температуры приточного воздуха;
- защиту от замерзания промежуточного теплоносителя;
- защиту от замерзания теплоносителя в трубах дополнительного воздухонагревателя в потоке приточного воздуха;
- защиту от инеообразования на теплообменной поверхности теплоутилизаторов вытяжных установок;
- защиту от опорожнения контура промежуточного теплоносителя.

3.3. Принципиальная схема СУПТ без подогрева промежуточного теплоносителя приведена на рис.6 приложения I.

3.3.1. Система стабилизации температуры приточного воздуха работает следующим образом. При повышении температуры приточного воздуха по сигналу датчика 3 постепенно закрывается клапан 2, сокращая расход теплоносителя через воздухонагреватель дополнительного подогрева. Если клапан 2 полностью закрыт, а температура приточного воздуха продолжает расти, закрывается клапан I теплоутилизатора приточной установки. Если температура воздуха после теплоутилизатора в течение всего отопительного сезона ниже требуемой температуры приточного воздуха, то регулирование теплопроизводительности теплоутилизатора и соответственно установка клапана I не предусматриваются.

3.3.2. Система защиты промежуточного теплоносителя от замерзания работает следующим образом.

Если температура теплоносителя после теплоутилизатора приточной установки опускается при теплоносителе воде ниже 7 °C, при незамерзающем теплоносителе ниже заданной температуры, то по сигналу датчика температуры 4 открывается клапан I. Если температура теплоносителя продолжает уменьшаться, то отключается вентилятор приточной установки.

3.3.3. Система защиты теплоносителя воды от замерзания в трубах дополнительного воздухонагревателя работает следующим образом.

При снижении температуры воздуха перед воздухонагревателем 28 ниже 2-3°C по сигналу датчика 7 или при снижении температуры

904-02-26.86

21855-01

Лист

13

альбом I
904-02-26.86
теплоносителя после воздухонагревателя ниже предельно допустимой по сигналу датчика 8 открывается клапан 2.

3.3.4. Защита от обмерзания теплоутилизаторов вытяжных установок предусматривается, если теплоутилизаторы работают в режиме выпадения конденсата при температуре теплоносителя после приточных установок ниже 0°C.

Защита может осуществляться двумя способами:

путем периодического отключения циркуляционного насоса по реле времени и оттаивания образовавшегося инея (ориентировано требуется отключать систему на 0,5 ч через 8 часов работы);

путем перепуска части промежуточного теплоносителя, минуя теплоутилизаторы приточных установок, с помощью клапана 5 по сигналу датчика перепада давлений 6 в вытяжном канале, либо по сигналу датчика критической температуры промежуточного теплоносителя на входе в теплоутилизатор, ниже которой начинается обмерзание теплоутилизаторов вытяжных установок.

3.4. Принципиальная схема СУПТ с подогревом промежуточного теплоносителя приведена на рис.7 приложения I.

3.4.1. Система стабилизации температуры приточного воздуха работает следующим образом.

При повышении температуры приточного воздуха по сигналу датчика 3 постепенно закрывается клапан 2, сокращая расход теплоносителя через водоподогреватель.

Если клапан 2 полностью закрыт, а температура продолжает расти, открывается клапан 7, пропуская часть теплоносителя в обход теплоутилизаторов приточных установок.

Для систем, в которых предусматриваются индивидуальные регулирующие клапаны у каждого теплоутилизатора приточной установки, поддерживается температура промежуточного теплоносителя с координацией по температуре наружного воздуха. При повышении температуры приточного воздуха по сигналу датчика 3 закрывается клапан 1.

3.4.2. Защита промежуточного теплоносителя от замерзания предусматривается аналогично п.3.3.2.

3.4.3. Защита от обмерзания в теплоутилизаторах вытяжных установок предусматривается аналогично п.3.3.4.

3.5. В альбоме 2 представлено 48 технологических схем СУПТ с подогревом (системы I-24) и СУПТ без подогрева (системы 24-48).
29
21355-01

Лист № подп.	Подпись и Э/подп.	Заявленный №
--------------	-------------------	--------------

904-02-26.86	14
--------------	----

разработанных как для одиночных, так и для группы приточных установок.

3.6. В альбоме 3 разработано 48 схем автоматизации, включая функциональные и принципиальные электрические схемы.

3.7. ТУБ могут присоединяться к циркуляционному контуру СУПТ по двум схемам:

параллельное присоединение (см.рис.8 приложения 8) – ТУБ всех приточных установок и ТУБ всех вытяжных установок присоединяются параллельно;

последовательно-параллельное присоединение (см.рис.9,10 приложения 1) – ТУБ одной приточной и одной вытяжной установки соединяются между собой последовательно, каждая пара таких ТУБ присоединяется к циркуляционному контуру параллельно.

Для СУПТ с подогревом могут использоваться схемы по рис.8,9, для СУПТ без подогрева – схемы по рис.8,9,10.

30

21855-01

904-02-26.86

Лист

15

4. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

4.1. Методика расчета и примеры расчета систем утилизации выполнены в единицах СИ и в системе МКГСС.

Значения в единицах системы МКГСС указаны в скобках.

4.2. Принятые условные обозначения

- L - объемный расход среды, $\text{м}^3/\text{ч}$;
- G - массовый расход среды, $\text{кг}/\text{ч}$;
- t - температура среды, $^\circ\text{C}$;
- i - энталпия воздуха, $\text{kДж}/\text{кг}$ [$\text{ккал}/\text{кг}$];
- d - влагосодержание воздуха, $\text{г}/\text{кг}$;
- ρ - плотность среды, $\text{кг}/\text{м}^3$;
- C - удельная теплоемкость среды, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ [$\text{ккал}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$];
- w - скорость движения теплоносителя, $\text{м}/\text{с}$;
- v_p - массовая скорость движения воздуха, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;
- K - коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ [$\text{ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$];
- d_s - коэффициент наружного теплообмена, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ [$\text{ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$];
- d_x - коэффициент внутреннего теплообмена, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ [$\text{ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$];
- F - площадь теплообменной поверхности воздухонагревателя или воздухоохладителя, м^2 ;
- f - площадь сечения, м^2 ;
- ΔP - потери давления, Па [$\text{кгс}/\text{м}^2$];
- n - количество вытяжных установок;
- m - количество приточных установок;
- λ - коэффициент теплопроводности, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ [$\text{ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м} \cdot ^\circ\text{C})$];
- γ - коэффициент кинематической вязкости, $\text{м}^2/\text{с}$;
- μ - коэффициент динамической вязкости, $(\text{Н} \cdot \text{с})/\text{м}^2$ [$(\text{кгс} \cdot \text{с})/\text{м}^2$];
- α - коэффициент температуропроводности, $\text{м}^2/\text{с}$; 31
- ψ - коэффициент оребрения;
- q - теплота конденсации пара, $\text{кДж}/\text{кг}$ ($\text{ккал}/\text{кг}$); 21855-01

904-02-26.86

Мар

16

- γ - относительная влажность воздуха, %;
- ζ - поправочный коэффициент;
- $c, C_{\text{нос}}$ - эмпирические коэффициенты аппроксимации:
 c , кДж/кг [ккал/кг]; $C_{\text{нос}}$, кДж/(кг·°С) [ккал/(кг·°С)];
- $C_{\text{ж}}$ - коэффициент для расчета гидравлического сопротивления
 по теплоносителю (раствор CaCl_2), $(\text{Па} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^4$ $(\text{кг} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^4$;
- Q - годовое потребление теплоты (количество теплоты), ГДж(Гкал);
- T - число часов работы установки, ч;
- ζ - степень суровости наружного климата, °С.ч;
- V - вместимость (объем), м³;
- Q - расход теплоты (тепловой поток), кВт(ккал/ч);

4.3. Безразмерные комплексы

$$F_0' = \frac{K \cdot F}{G_b \cdot C_b} \quad \text{- безразмерный параметр, в системе МКГСС;}$$
(4.1)

$$F_0' = \frac{36 K \cdot F}{G_b \cdot C_b} \quad \text{- безразмерный параметр в СИ при } G_b \text{ в кг/ч,}$$

$$C_b \text{ в кДж/(кг·°С);}$$

$$W = \frac{G_b \cdot C_b}{G_{\text{вн}} \cdot C_{\text{вн}}} \quad \text{- отношение водяных эквивалентов;}$$
(4.2)

$$\theta_2 = \frac{\bar{T}_{\text{вн}} - \bar{T}_{\text{вн,2}}}{\bar{T}_{\text{вн}} - \bar{T}_{\text{вн,1}}} \quad \text{- относительный перепад температур}$$

$$\text{удалляемого воздуха;}$$
(4.3)

$$\theta_1 = \frac{\bar{T}_{\text{вн,1}} - \bar{T}_{\text{вн,1}}}{\bar{T}_{\text{вн,1}} - \bar{T}_{\text{вн,2}}} \quad \text{- относительный перепад температур приточного}$$

$$\text{воздуха;}$$
(4.4)

$$\theta_{\text{общ}} = \frac{\bar{T}_{\text{вн}} - \bar{T}_{\text{вн,1}}}{\bar{T}_{\text{вн}} - \bar{T}_{\text{вн,2}}} \quad \text{- общий относительный перепад температур}$$

$$\text{удалляемого воздуха;}$$
(4.5)

$$\theta_{\text{пр}} = \frac{\bar{T}_{\text{вн,1}} - \bar{T}_{\text{вн,2}}}{\bar{T}_{\text{вн,1}} - \bar{T}_{\text{вн,2}}} \quad \text{- общий относительный перепад температур}$$

$$\text{приточного воздуха;}$$
(4.6)

$$\rho_z = \frac{\gamma}{\alpha} \quad \text{- число Прандтля.}$$
(4.7)

21855-01

32

Черт.-лист	Номер и дата	Изменил

904-02-26.86	План
	17

4.4. Принятые индексы

1 - приточный; 2 - вытяжной; (1)...(i) - порядковый номер установки; б - бак; Б - большой; В - воздух; вод - водоподогреватель; год - годовой; ж - промежуточный теплоноситель; зам - замерзание; к - конечный; кн - конденсация; кр - критический; м - меньший; макс - максимальный; мин - минимальный; н - начальный; нас - насыщение; нед - неделя;nom -名义ный; об - общий; от - отопительный; п - подпитка; пом - помещение; пр - предельный; р - расширительный; раствор - растворный; рс - точка росы; с - система; сб - сборный;ср - средний; сух - сухой; т - трубопровод; тр - требуемый; ут - утилизированный; ус - условный; ф - фактический; фр - фронтальный; ч - часовой.

4.5. Перевод применяемых физических величин из системы единиц МКГСС в СИ

Энтальпия 1 ккал/кг = 4,187 кДж/кг.

Теплоемкость 1 ккал/(кг·°C) = 4,187 кДж/(кг·°C).

Коэффициент теплопередачи (теплоотдачи)

1 ккал/(ч·м²·°C) = 1,163 Вт/(м²·°C).

Расход теплоты (тепловой поток) 1 ккал/ч = 1,163 Вт.

Коэффициент теплопроводности 1 ккал/(ч·м·°C)=1,163 Вт/(м·°C).

Коэффициент динамической вязкости 1 (кгс·с)/м²=9,81 (Н·с)/м².

Давление 1 кгс/м²=9,81 Па.

Годовое потребление теплоты 1 Гкал/ч = 4,1869 ГДж.
(количество теплоты)

4.6. Соотношение применяемых физических величин с единицей СИ

Энергия 1 Вт·ч = 3,6 кДж.

Тепловой поток 1 кВт = 3,6·10⁻³ Г Дж/ч .

Расход теплоты 1 кДж=1 кВт·с. Время 1 ч. = 3600 с. 21855.01

33

5. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ, АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУПТ

5.1. Основной теплотехнической характеристикой СУПТ является общий относительный перепад температур по приточному воздуху $\Delta \theta_{об}$, определяемый по формуле (4.6).

5.1.1. Значения $\Delta \theta_{об}$ для СУПТ, состоящих из одной приточной и одной вытяжной установок, приведены в приложении 3:

на рис. 8-17 - для установок, проектируемых на базе центральных кондиционеров КТЦ2A;

на рис. 18-29 - для установок, проектируемых на базе приточных камер ЗПК.

Теплотехнические характеристики построены для СУПТ с равными расходами воздуха в приточной и вытяжной установках ($L_2 = L_1$), в объеме от 50 до 150% номинального расхода воздуха $L_{ном}$ основного оборудования, с теплоносителем водный раствор хлористого кальция при отношении водяных эквивалентов равном единице ($W=1$).

5.1.2. Значение $\Delta \theta_{об}$ определены для систем с типовыми ТУБ, разработанными в альбоме 4.

Для характеристик $\Delta \theta_{об}$ на рис. 8-29 приложения 3 принято обозначение, включающее порядковый номер типового ТУБ и номер типа обвязки ТУБ трубопроводами.

Например, обозначение "ТУБ II(2)" соответствует ТУБ с порядковым номером II и 2-м типом трубопроводной обвязки. Классификация ТУБ приведена в альбоме 4.

5.2. Аэродинамические характеристики (потери давления по воздуху) теплообменников-теплоутилизаторов в зависимости от $(V/P)_{90}$ приведены на рис.7 приложения 3.

Потери давления по воздуху в типовых ТУБ при номинальном расходе воздуха, соответствующем номинальному расходу воздуха основного оборудования, даны в табл. I и 2 альбома 4.

5.3. Гидравлический расчет СУПТ при теплоносителе воде выполняется традиционным методом.

5.4. Гидравлический расчет СУПТ при теплоносителе растворе хлористого кальция выполняется, принимая:

потери давления на трение в трубопроводах - по табл.5 прил.2; 34
потери давления в теплоутилизаторах - по формуле

$$\Delta P_x = C_x \cdot C_w^2 , \quad 2185.5 \cdot 0.1 \quad (5.1)$$

где C_x – коэффициент для одного теплообменника, определяемый по табл. 6,7 приложения 2. При последовательно-параллельной связке ТУБ значение C_x принимается с учетом количества теплообменников, соединенных последовательно по теплоносителю.

5.4.1. Гидравлические характеристики, соответствующие потери давления в типовых ТУБ с учетом связки их трубопроводами при теплоносителе растворе хлористый кальций, приведены в приложении 3:

на рис. I-3 – для установок, проектируемых на базе центральных кондиционеров КЦИ2A;

на рис. 4-6 – для установок, проектируемых на базе приточных камер 2ДК.

Гидравлические характеристики построены для типовых ТУБ при расходе теплоносителя, соответствующем $W = 1$ и расходу воздуха от 0,5 λ ном до 1,5 λ ном.

Потери давления по теплоносителю в типовых ТУБ с связкой приnominalном расходе воздуха, соответствующем nomинальному расходу основного оборудования, и расходе незамерзающего теплоносителя при $W = 1$ приведены в табл. I,2 альбома 4.

6. МЕТОДЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ УТИЛИЗАЦИИ

6.1. Расчет СУПТ рекомендуется проводить одним из следующих методов:

автоматизированным, используя программу расчета на ЭВМ, описанную в разделе 7;

упрощенным графо-аналитическим, приведенным в разделе 8;

графо-аналитическим, приведенным в разделах 9, 10;

аналитическим, приведенным в разделе II.

6.2. Автоматизированный метод позволяет рассчитывать СУПТ с подогревом и без подогрева промежуточного теплоносителя и проводить многовариантное проектирование, повышает точность расчета и сокращает трудоемкость проектирования.

6.3. Упрощенный графо-аналитический метод предназначен для расчета на стадии проект и рабочая документация типовых ТУБ в СУПТ без подогрева промежуточного теплоносителя, состоящих из одиночных или из группы приточных и вытяжных установок с одинаковыми

35

21055-01

Лист

20

типами теплоутилизаторов и одинаковыми начальными или с близкими по значению температурами приточного воздуха; схема присоединения ТУБ к циркуляционному контуру - параллельная по рис. 8 приложения I.

При расчете СУПТ без подогрева с ТУБ, имеющими различные температуры приточного воздуха и различные типы теплоутилизаторов, данный метод рекомендуется использовать на стадии проекта.

Расчет системы по указанному методу приведен в примерах I,2 приложения 4.

6.4. Графо-аналитический метод предназначен для расчета на стадии проект и рабочая документация типовых ТУБ в СУПТ с подогревом и без подогрева промежуточного теплоносителя, состоящих из одиночных или группы приточных и вытяжных установок, как с одинаковыми, так и с различными типами теплоутилизаторов, а также с одинаковыми или различными начальными параметрами приточного воздуха, при относительной влажности удалаемого воздуха не более 90% и параллельной или последовательно-параллельной схемах присоединения ТУБ к циркуляционному контуру по рис.8,9,10 приложения I.

Расчет системы по указанному методу приведен в примерах 3 - 7 приложения 4.

6.5. Аналитический метод, являющийся наиболее трудоемким, следует применять, если невозможно использовать вышеуказанные методы.

Расчет системы по указанному методу приведен в примерах 8,9 приложения 4 .

6.6. Для расчета СУПТ по одному из трех методов (упрощенный графо-аналитический, графо-аналитический и аналитический) в альбоме I приведены зависимости и графики основных расчетных данных (теплотехнические, гидравлические характеристики систем и ТУБ, коэффициенты теплопередачи различных типов теплоутилизаторов, а также поправочные коэффициенты), рассчитанных и построенных для незамерзающего теплоносителя - водного раствора хлористого кальция.

В процессе расчета вид теплоносителя уточняется.

При использовании в качестве промежуточного теплоносителя воды в расчет вводятся поправки, учитывающие теплофизические характеристики воды.

36

Лист № 1	Приложение 2	Вид теплоносителя

21855-01

904-02-26.86

Лист

21

7. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА

7.1. Расчет СУПТ выполняется на ЭВМ, используя программу расчета СУТ-2 для ЕС ЭВМ в системе ОС.

Программа хранится в МНИИЭП (Московском научно-исследовательском и проектном институте типового и экспериментального проектирования).

7.2. Программа предназначена для расчета СУПТ, состоящих из одиночных или из группы приточных и вытяжных установок, присоединяемых последовательно или параллельно к циркуляционному контуру промежуточного теплоносителя.

7.3. В качестве теплоутилизаторов могут применяться любые жидкостно-воздушные теплообменники, выпускаемые промышленностью (КСк 3, КСк 4, КВСБ-ЛУЗ, КВББ-ЛУЗ, ТИ-0,3, ТИ-04, ВН). Конструктивные и теплотехнические характеристики теплообменников, необходимые для расчета, занесены в текст программы. В программе предусмотрена возможность расчета систем с различными видами промежуточных теплоносителей: водным раствором соли хлористого кальция, водным раствором нитрита натрия, растворами гликолей, водой. Теплофизические характеристики этих теплоносителей также занесены в текст программы.

7.4. Программа выбирает вид теплоносителя и оптимальную по экономической эффективности систему утилизации из заданных ей для анализа систем, отличающихся типами теплоутилизаторов, их компоновкой во фронтальном сечении и количеством теплоутилизаторов по ходу движения воздуха (по глубине).

Типы теплоутилизаторов и их компоновка во фронтальном сечении задаются проектировщиком, а перебор вариантов установок, отличающихся количеством теплоутилизаторов по ходу движения воздуха и связкой их по теплоносителю, программа выполняет автоматически.

Если тип, компоновка и связка теплоутилизаторов ТУБ системы заданы, то программа позволяет исключить этап работы по перебору вариантов.

7.5. Для выбранной оптимальной системы утилизации программа определяет конечные параметры удалаемого и приточного воздуха, температуры промежуточного теплоносителя до и после приточных и вытяжных установок, долю поверхности теплоутилизаторов вытяжных установок, покрытую конденсатом и инем, часовую и годовую экономию тепловой энергии, потери давления в ТУБ по воздуху и по теплоносителю.

Лист № 1 из 2	Получено и ведётся зданием инженерного центра
---------------	---

21055-01
904-02-26.86

Лист
22

8. УПРОЩЕННЫЙ ГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА СУПТ БЕЗ ПОДОГРЕВА ПРОМЕЖУТОЧНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

8.1. Исходные данные для расчета системы, состоящей из n вытяжных и m приточных установок:

объемные расходы воздуха через ТУБ каждой вытяжной установки ($L_{B1}^{(1)}, L_{B2}^{(2)}, \dots, L_{Bn}^{(n)}$);

массовые расходы воздуха через ТУБ каждой вытяжной установки ($G_{B1}^{(1)}, G_{B2}^{(2)}, \dots, G_{Bn}^{(n)}$);

объемные расходы воздуха через ТУБ каждой приточной установки ($L_{S1}^{(1)}, L_{S2}^{(2)}, \dots, L_{Sm}^{(m)}$);

массовые расходы воздуха через ТУБ каждой приточной установки ($G_{S1}^{(1)}, G_{S2}^{(2)}, \dots, G_{Sm}^{(m)}$);

начальная температура удалаемого воздуха ($t_{\text{вых}}^{(1)}, t_{\text{вых}}^{(2)}, \dots, t_{\text{вых}}^{(n)}$);

начальная относительная влажность удалаемого воздуха ($\varphi_{\text{вых}}^{(1)}, \varphi_{\text{вых}}^{(2)}, \dots, \varphi_{\text{вых}}^{(n)}$);

начальная энталпия удалаемого воздуха ($i_{\text{вых}}^{(1)}, i_{\text{вых}}^{(2)}, \dots, i_{\text{вых}}^{(n)}$);

начальная температура приточного воздуха ($t_{\text{вх}}^{(1)}, t_{\text{вх}}^{(2)}, \dots, t_{\text{вх}}^{(m)}$);

конечная температура приточного воздуха ($t_{\text{вх}}^{(1)}, t_{\text{вх}}^{(2)}, \dots, t_{\text{вх}}^{(m)}$).

Схема присоединения ТУБ к циркуляционному контуру промежуточного теплоносителя (параллельная или последовательно-параллельная).

Основное оборудование приточных установок (КТЦ2А или ЗПК).

8.2. Выбираются ТУБ (тип теплоутилизаторов, их количество, число рядов трубок по глубине) и схема обвязки.

8.2.1. При достаточно близком совпадении заданного сочетания параметров (температуры наружного, приточного и удалаемого воздуха) с "параметрами воздуха", принятыми для типовых ТУБ (см. альбом 5), ТУБ и их обвязка принимаются путем сопоставления показателей вариантовых решений типовых блоков для заданного расхода воздуха (см. табл. 3.1-3.4 альбома 5).

По индексу выбранного ТУБ из табл. I-5 альбома 4 записывается его техническая характеристика (тип и количество теплоутилизаторов, число рядов трубок, номер схемы обвязки).

38

21855-01

лист

23

904-02-26.86

8.2.2. При несовпадении указанных в п.8.2.1 параметров сначала выбирается тип теплоутилизатора и в соответствии с заданным типоразмером основного оборудования (кондиционера или приточной камеры) по табл. 4 и 5 альбома 4 (см. схемы по фронту) определяется количество теплоутилизаторов во фронтальном сечении.

Затем на основании технико-экономического сопоставления различных конструктивных и компоновочных решений ТУБ или на основании сравнения технико-экономических показателей типовых ТУБ, приведенных в альбоме 5, определяется число рядов трубок (по глубине) для каждого ТУБ.

На стадии проект при $t_{\text{вн}} \leq 50^{\circ}\text{C}$ число рядов трубок в ТУБ (по глубине) допускается принимать без экономического сопоставления равным: 8-9 при $\zeta > -5000^{\circ}\text{C}\cdot\text{ч}$;

10-12 при $-5000^{\circ}\text{C}\cdot\text{ч} > \zeta \geq -26000^{\circ}\text{C}\cdot\text{ч}$;

16 при $\zeta < -26000^{\circ}\text{C}\cdot\text{ч}$,

где ζ — степень суровости наружного климата в холодный период года, $^{\circ}\text{C}\cdot\text{ч}$, определяемая по формуле

$$\zeta = \zeta_{\text{от}} \cdot t_{\text{вн}}^{0.05}, \quad (8.1)$$

здесь $\zeta_{\text{от}}$ — отопительный период, ч;

$t_{\text{вн}}$ — средняя температура наружного воздуха за отопительный период, $^{\circ}\text{C}$.

По табл. 4 и 5 альбома (см. тип обвязки) выбирается схема обвязки ТУБ по теплоносителю.

В зависимости от принятого типа теплоутилизаторов, схемы обвязки, числа рядов трубок в ТУБ по табл. I и 2 альбома 4 подбирается соответствующий типовой ТУБ, выписывается номер ТУБ и схема обвязки.

8.3. Определяется площадь живого сечения по теплоносителю $f_{\text{ж}}$ и фронтального сечения по воздуху $f_{\text{в.фр}}$. Для типовых ТУБ $f_{\text{ж}}$ и $f_{\text{в.фр}}$ приведены в табл. 4, 5 альбома 4.

8.4. Определяются суммарные массовые и объемные расходы удаляемого $\Sigma G_{\text{в2}}$, $\Sigma X_{\text{в2}}$ и приточного $\Sigma G_{\text{в1}}$, $\Sigma X_{\text{в1}}$ воздуха.

8.5. Определяются средние параметры воздуха \bar{n} вытяжных и \bar{n} приточных установок по формулам:

39

Учебник под	Техническое описание

21855-01

904-02-26.86

Инст
24

$$t_{\text{вн2}}^{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вн2}}^{(1)} \cdot G_{\text{вн2}}^{(1)} + t_{\text{вн2}}^{(2)} \cdot G_{\text{вн2}}^{(2)} + \dots + t_{\text{вн2}}^{(n)} \cdot G_{\text{вн2}}^{(n)}}{\sum G_{\text{вн2}}} , \quad (8.2)$$

$$\varphi_{\text{вн2}}^{\text{ср}} = \frac{\varphi_{\text{вн2}}^{(1)} \cdot G_{\text{вн2}}^{(1)} + \varphi_{\text{вн2}}^{(2)} \cdot G_{\text{вн2}}^{(2)} + \dots + \varphi_{\text{вн2}}^{(n)} \cdot G_{\text{вн2}}^{(n)}}{\sum G_{\text{вн2}}} , \quad (8.3)$$

$$l_{\text{вн2}}^{\text{ср}} = \frac{l_{\text{вн2}}^{(1)} \cdot G_{\text{вн2}}^{(1)} + l_{\text{вн2}}^{(2)} \cdot G_{\text{вн2}}^{(2)} + \dots + l_{\text{вн2}}^{(n)} \cdot G_{\text{вн2}}^{(n)}}{\sum G_{\text{вн2}}} , \quad (8.4)$$

$$t_{\text{вн1}}^{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вн1}}^{(1)} \cdot G_{\text{вн1}}^{(1)} + t_{\text{вн1}}^{(2)} \cdot G_{\text{вн1}}^{(2)} + \dots + t_{\text{вн1}}^{(m)} \cdot G_{\text{вн1}}^{(m)}}{\sum G_{\text{вн1}}} . \quad (8.5)$$

8.6. Для предварительной оценки вида теплоносителя определяется средняя температура $t_b^{\text{ср}}$ двух потоков воздуха n_2 вытяжных и m приточных установок по формуле

$$t_b^{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вн1}}^{\text{ср}} + t_{\text{вн2}}^{\text{ср}}}{2} , \quad (8.6)$$

где $t_{\text{вн1}}^{\text{ср}}$ — наименьшая из начальных температур приточного воздуха для m приточных установок.

Если $t_b^{\text{ср}} < 12^\circ\text{C}$, в качестве промежуточного теплоносителя применяется незамерзающий раствор хлористого кальция.

Если $t_b^{\text{ср}} \geq 12^\circ\text{C}$, в качестве промежуточного теплоносителя используется вода.

Теплотехнический расчет СУПТ выполняется с учетом теплофизических характеристик теплоносителя.

8.7. Определяется расход промежуточного теплоносителя G_x в системе по большему суммарному массовому расходу воздуха $\sum G_{\text{вн}}$ (из суммарных расходов воздуха соответственно n_2 вытяжных $\sum G_{\text{вн2}}$ или m приточных $\sum G_{\text{вн1}}$ установок) и отношению водяных эквивалентов для большего суммарного расхода воздуха одного из потоков $W_b = 1$ по формуле

$$G_x = \frac{\sum G_{\text{вн}} \cdot c_x}{c_x \cdot W_b} . \quad (8.7) \quad 40$$

21855-01

904-02-26.86

Лист

25

При $\Sigma G_{81} = \Sigma G_{82}$ отношение водяных эквивалентов для каждого потока принимается равным единице $W_1 = W_2 = 1$, G_x рассчитывается по формуле (8.7), подставляя вместо $\Sigma G_{8,5}$ $\Sigma G_{81} = \Sigma G_{82}$.

8.8. Определяется расход теплоносителя для каждой вытяжной $G_{x,2}^{(i)}$ и приточной $G_{x,1}^{(i)}$ установки пропорционально их расходам воздуха по формулам:

$$G_{x,2}^{(i)} = \frac{G_{x,1}^{(i)} \cdot G_x}{\Sigma G_{82}}, \quad (8.8)$$

$$G_{x,1}^{(i)} = \frac{G_{x,2}^{(i)} \cdot G_x}{\Sigma G_{81}}. \quad (8.9)$$

8.9. Определяется скорость движения теплоносителя в трубах теплоутилизаторов каждой вытяжной $\omega_2^{(i)}$ и приточной $\omega_1^{(i)}$ установки, а также среднее значение скорости ω_2 для n вытяжных установок по формулам:

$$\omega_2^{(i)} = \frac{G_{x,2}^{(i)}}{3600 \cdot \rho \cdot f_{x,2}^{(i)}}, \quad (8.10)$$

$$\omega_1^{(i)} = \frac{G_{x,1}^{(i)}}{3600 \cdot \rho \cdot \Sigma f_{x,1}}, \quad (8.11)$$

где ρ - плотность теплоносителя, кг/м³, принимается по

табл. I приложения 2;

$f_{x,2}^{(i)}$ - площадь живого сечения, м², прохода по теплоносителю i -го ТУБ;

$\Sigma f_{x,1}$ - суммарное значение площади живого сечения, м², прохода по теплоносителю ТУБ n вытяжных установок или m приточных установок.

При теплоносителе воде дополнительно находится среднее значение скорости ω_2 для n приточных установок по формуле (8.11) при соответствующем значении $\Sigma f_{x,1}$.

8.10. Находятся потери давления в ТУБ по теплоносителю 10^{6} Pa в соответствии с принятым типом теплоутилизатора, номером ТУБ и схемой обвязки: по графикам рис. I-6 приложения 3 - при незамерзающем растворе и $W = 1$; по расчету - при теплоносителе воде или незамерзающем теплоносителе и $W \neq 1$ (см. п.п.5.3-5.4).

8.11. Определяется массовая скорость движения воздуха во фронтальном сечении каждой приточной $(\omega_1^{(i)})_{fr}$ и вытяжной установки

Черт. №	Название и дата	Факт. №
102	10.02.1986	21855-01

$(V_p)_{pp}^{(i)}$, а также среднее значение массовой скорости для вытяжных $(V_p)_{pp}^{(i)}$ установок по формулам:

$$(V_p)_{pp}^{(i)} = \frac{G_s^{(i)}}{3600 \cdot f_{pp}^{(i)}} \quad (8.12)$$

$$(V_p)_{pp}^{(i)} = \frac{\Sigma G_s}{3600 \cdot \Sigma f_{pp}^{(i)}}, \quad (8.13)$$

где, $f_{pp}^{(i)}$ - площадь фронтального сечения, m^2 , для одного ТУБ;

$\Sigma f_{pp}^{(i)}$ - суммарная площадь фронтального сечения n вытяжных установок или m приточных установок.

При теплоносителе воде дополнительно находится среднее значение массовой скорости $(V_p)_{pp}$, для m приточных установок по формуле (8.13) при соответствующих значениях ΣG_s и $\Sigma f_{pp}^{(i)}$.

8.12. Находятся потери давления в ТУБ по воздуху $\Delta P_b^{(i)}$ по графикам рис. 7 приложения 3.

8.13. Для СУПТ с одиночными установками и равными расходами воздуха ($L_{b1} = L_{b2}$), а также с одинаковыми ТУБ определяется общий относительный перепад температур ϑ_{051} по графикам рис. 8-29 приложения 3.

Для определения ϑ_{051} подбирается график теплотехнической характеристики системы с ТУБ, соответствующими принятому типу теплоутилизаторов.

На оси абсцисс откладывается значение L_{b1} , проводится вертикальная линия до пересечения с характеристикой принятого ТУБ. Ордината точки пересечения определяет значение ϑ_{051} .

8.14. Для СУПТ с одиночными установками и неодинаковыми расходами воздуха ($L_{b1} \neq L_{b2}$), а также для СУПТ с группами приточных и вытяжных установок определяется средний общий относительный перепад температур ϑ_{051} для системы утилизации по формулам:

для одиночных установок $\vartheta_{051}^{(i)} = \frac{\vartheta_{05}^{(i)} + \vartheta_{05}^{(i)'} }{2} \quad (8.14)$

для группы установок $\vartheta_{051}^{(i)} = \frac{\vartheta_{05}^{(i)} + \vartheta_{051}^{(i)'} }{2}, \quad (8.14.1)$

где $\vartheta_{05}^{(i)}$ и $\vartheta_{05}^{(i)'}$ - общие относительные перепады температур для условных систем с расходом воздуха \dot{m}_1 и \dot{m}_2 находятся по п.8.14.1;

21855-01

42

Ил. 8.14.2	Приборы и методы
------------	------------------

$\vartheta_{051}^{(n)}$ и $\vartheta_{052}^{(n)}$ — общие относительные перепады температур условных систем с расходом воздуха, равным соответственно расходу воздуха n вытяжных и расходу воздуха m приточных установок, находятся по п. 8.14.2 — 8.14.3.

При теплоносителе воде ϑ_{051} определяется по формуле

$$\vartheta_{051}^{(n)} = \frac{\vartheta_{051}^{(m)} \cdot \xi_{051}^{(m)} + \vartheta_{052}^{(n)} \cdot \xi_{052}^{(n)}}{2}, \quad (8.15)$$

здесь $\xi_{051}^{(m)}$ и $\xi_{052}^{(n)}$ — поправочные коэффициенты, учитывающие теплофизические свойства воды, принимаемые по табл. 14 приложения 2 при соответствующих значениях $w_1^{(n)}$, $(w_1)_{\text{при}}$ и $w_2^{(n)}$, $(w_2)_{\text{при}}$, $t_3^{(n)}$.

8.14.1. Для СУПТ с одиночными установками и разными расходами воздуха ϑ_{051} и ϑ_{052} определяются для условных систем с объемным расходом воздуха, равным соответственно L_{51} и L_{52} .

По рис. 8-29 приложения 3 для каждой условной системы подбираются графики теплотехнической характеристики системы, соответствующей принятому типу теплоутилизаторов в вытяжной или приточной установке.

Значения $\vartheta_{051}^{(n)}$ и $\vartheta_{052}^{(n)}$ на графике находятся как в п. 8.13.

8.14.2. Для СУПТ с группами вытяжных и приточных установок, имеющих одинаковые типы теплоутилизаторов и близкие значения начальных параметров воздуха, $\vartheta_{051}^{(n)}$ и $\vartheta_{052}^{(n)}$ определяются для условных систем с объемными расходами воздуха, равными соответственно $L_{51}^{(n)}$ и $L_{52}^{(n)}$, которые находятся по формулам:

$$L_{52}^{(n)} = \frac{\Sigma L_{52}}{n}, \quad (8.16)$$

$$L_{51}^{(n)} = \frac{\Sigma L_{51}}{m}, \quad (8.17)$$

где ΣL_{52} и ΣL_{51} — суммарные объемные расходы воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$, соответственно n вытяжных и m приточных установок.

По рис. 8-29 приложения 3 подбираются графики теплотехнических характеристик систем, соответствующих принятому типу теплоутилизаторов в вытяжных установках при $L_5 = L_{52}^{(n)}$ и приточных установках при $L_5 = L_{51}^{(n)}$.

21055-01

43

Нет

28

Метод I
904-02-26.86

На оси абсцисс откладывается значение Δ_{θ} , проводится вертикальная линия до пересечения с ближайшей характеристикой, соответствующей принятому числу рядов трубок и типу схемы обвязки ТУБ. Ордината точки пересечения определяет значение θ_{051} .

8.14.3. Для СУПТ с группами вытяжных и приточных установок, имеющих разные типы теплоутилизаторов и различные начальные параметры воздуха, определяются общие относительные перепады температур $\theta_{051}^{(n)}$ и $\theta_{051}^{(m)}$ для условных систем с объемными расходами воздуха, равными соответственно объемному расходу каждой вытяжной установки $L_{82}^{(n)}$ и каждой приточной установки $L_{81}^{(m)}$.

По рис. 8-29 приложения 3 для каждой условной системы подбирается график теплотехнической характеристики, соответствующей принятому типу теплоутилизатора. На оси абсцисс откладывается значение Δ_{θ} , проводится вертикальная линия до пересечения с характеристикой, соответствующей принятому номеру ТУБ и типу схемы обвязки. Ордината точки пересечения определяет значение $\theta_{051}^{(n)}$.

Находится общий относительный перепад температур $\theta_{051}^{(m)}$ для среднего объемного расхода удалаемого воздуха $L_{82}^{(m)}$ по формуле

$$\theta_{051}^{(m)} = \frac{\sum (\theta_{051}^{(n)} \cdot L_{82}^{(n)})}{\sum L_{82}^{(n)}}. \quad (8.18)$$

Находится $\theta_{051}^{(m)}$ для $L_{81}^{(m)}$ по формуле

$$\theta_{051}^{(m)} = \frac{\sum (\theta_{051}^{(n)} \cdot L_{81}^{(n)})}{\sum L_{81}^{(n)}}, \quad (8.19)$$

где $L_{82}^{(n)}$ и $L_{81}^{(n)}$ определяются по формулам (8.16), (8.17).

8.15. Определяется отношение водяных эквивалентов W_H для меньшего суммарного расхода воздуха ΣG_{am} в системе по формуле

$$W_H = \frac{\Sigma G_{am} \cdot C_B}{G_{Hc} \cdot C_K}. \quad (8.20)$$

При $\Sigma G_{01} = \Sigma G_{02}$ отношение водяных эквивалентов в каждом из потоков равно единице ($W_1 = W_2 = 1$), см. п. 8.7.

8.16. При значении $W_H < 1$ находится поправочный коэффициент ξ_W , учитывающий неравенство отношений водяных

44

21355-01

904-02-26.86

Лист

29

эквивалентов двух потоков по графику рис.30 приложения 3.

8.17. Определяется отношение \bar{G}_s суммарных расходов удаляемого ΣG_{s2} и приточного ΣG_{s1} воздуха по формуле

$$\bar{G}_s = \frac{\Sigma G_{s2}}{\Sigma G_{s1}} . \quad (8.21)$$

По графикам рис.31 приложения 3 находится поправочный коэффициент ξ_g , учитывающий неравенство расходов приточного и удаляемого воздуха.

8.18. Определяется граничное значение относительной влажности удаляемого воздуха $\varphi_{ух}$, при которой не происходит конденсация влаги, по табл.8 приложения 2 при значениях $t_{внж}$ и $t_{вн1}$.

8.19. Если средняя относительная влажность удаляемого воздуха $\varphi_{вн2}^{ср}$ меньше или равна значению ($\varphi_{ух} + 5$), то системы работают без выпадения конденсата на поверхности; если $\varphi_{вн2}^{ср}$ больше значения ($\varphi_{ух} + 5$), то системы работают с выпадением конденсата на поверхности теплоутилизаторов вытяжных установок.

При работе установок с выпадением конденсата определяется поправочный коэффициент ξ_v , учитывающий выпадение конденсата по величине $\Delta V = \varphi_{вн2}^{ср} - (\varphi_{ух} + 5)$, по графикам рис.32, 33 приложения 3. При работе установок без выпадения конденсата ξ_v принимается равным единице.

8.20. Уточняется величина среднего общего относительного перепада температур $\Theta_{051}^{(ср)}$ по формуле

$$\Theta_{051}^{(ср)} = \Theta_{051}^o \cdot \xi_w \cdot \xi_g \cdot \xi_v . \quad (8.22)$$

8.21. Определяется средняя температура $t_{вн1}^{(ср)}$ приточного воздуха после приточных ТУБ по формуле

$$t_{вн1}^{(ср)} = t_{вн1}^o + \Theta_{051}^{(ср)} \cdot (t_{вн2}^o - t_{вн1}^o) . \quad (8.23)$$

8.22. Определяется средний относительный перепад температур условной приточной установки с суммарным расходом воздуха ΣG_{s1} по формуле

$$\Theta_v = \frac{1 + \bar{G}_s}{W_1 + 1/\Theta_{051}^{(ср)}} . \quad (8.24)$$

где W_1 принимается равным $W_1 = 1$ по п.8.7, если

$\Sigma G_{s1} \geq \Sigma G_{s2}$, или принимается равным значению W_1 по 45 п.8.15, если $\Sigma G_{s1} < \Sigma G_{s2}$.

21855-01

8.23. Определяется средняя температура промежуточного теплоносителя $t_{ж,кн}^o$ после ТУБ вытяжных установок по формуле

$$t_{ж,кн}^o = t_{ж,и}^o + \frac{t_{ж,и}^{(туб)} - t_{ж,и}^o}{\vartheta} . \quad (8.25)$$

8.24. Определяется средняя температура промежуточного теплоносителя $t_{ж,кн}^o$ после ТУБ приточных установок по формуле

$$t_{ж,кн}^o = t_{ж,и}^o - W_1(t_{ж,и}^{(туб)} - t_{ж,и}^o), \quad (8.26)$$

где $t_{ж,и}^o = t_{ж,кн}^o$.

Уточняется вид теплоносителя: при $t_{ж,кн}^o > 7^\circ C$ в качестве промежуточного теплоносителя используется вода, при $t_{ж,кн}^o \leq 7^\circ C$ применяются растворы солей.

Если предварительный выбор теплоносителя по п.8.6 оказался неверным, расчет повторяется по п.п.8.7 – 8.24 для другого вида теплоносителя.

8.25. Определяется часовой расход утилизированной теплоты в расчетном режиме по формуле

$$Q_4^{(туб)} = \sum G_{о,и} \cdot C_p \cdot \vartheta_{о,и}^{(туб)} (t_{ж,и}^o - t_{ж,и}^o) \cdot \vartheta , \quad (8.27)$$

где ϑ – коэффициент равный I в системе МКТСС или I/3600 в СИ.

8.26. Определяется часовой расход теплоты Q_y^t от первичного источника тепла на дополнительный нагрев приточного воздуха по формуле

$$Q_y^t = \sum G_{о,и} \cdot C_p (t_{ж,и}^o - t_{ж,и}^{(туб)}) \cdot \vartheta . \quad (8.28)$$

8.27. При необходимости определяются средние значения конечной температуры $t_{ж,кн}^o$ и конечного влагосодержания $d_{ж,кн}^o$ удаленного воздуха после ТУБ вытяжных установок по $i-d$ диаграмме для точки с координатами $i_{ж,кн}^o$ и $\varphi = 100\%$.

Средняя энтальпия $\dot{L}_{\text{в.к2}}^{\circ}$ удалаемого воздуха после ТУБ определяется по формуле

$$\dot{L}_{\text{в.к2}}^{\circ} = \dot{L}_{\text{в.н2}}^{\circ} - \frac{\Sigma G_{\text{в1}} \cdot C_{\text{в}} (\dot{T}_{\text{в.к1}}^{\circ(1)} - \dot{T}_{\text{в.н1}}^{\circ})}{\Sigma G_{\text{в2}}} . \quad (8.29)$$

8.28. На стадии рабочая документация для СУПТ с незамерзающим теплоносителем, в которых ТУБ вытяжных установок работают в режиме с выпадением конденсата (см. п. 8.19), определяется температура промежуточного теплоносителя $\dot{T}_{\text{ж.н2}}$ на входе в ТУБ с учетом нагрева теплоносителя в сети циркуляционного контура (от ТУБ приточных установок до ТУБ вытяжных установок). Допускается $\dot{T}_{\text{ж.н2}}$ принимать равной $\dot{T}_{\text{ж.к1}}$, по п. 8.24.

8.29. При $\dot{T}_{\text{ж.н2}} \leq 0^{\circ}\text{C}$ и $\dot{\varphi}_{\text{в.н2}}^{\circ} > (\dot{\varphi}_{\text{вх}} + 5)$ находится критическая температура наружного воздуха $\dot{T}_{\text{ж.н2}}^{\circ(1)}$, ниже которой начинается обмерзание теплообменной поверхности ТУБ вытяжных установок, по п. 9.3.17 при известных значениях $\dot{L}_{\text{в.н2}}^{\circ}$ и $\dot{T}_{\text{в.н2}}^{\circ}$ по п. 8.5, $\dot{\omega}_{\text{в.н2}}^{\circ(1)}$ по п. 8.20, $\dot{\theta}_1^{\circ}$ по п. 8.22, $W_{\text{н}}$ по п. 8.15.

Средние значения коэффициентов наружного $\dot{d}_{\text{в2}}^{\circ}$ и внутреннего $\dot{d}_{\text{ж2}}^{\circ}$ теплообмена принимаются по графикам рис. 34-36 приложения 3, соответствующим принятому типу теплоутилизаторов при значениях $\dot{\omega}_2^{\circ}$ и $(\dot{\varphi}_{\text{в.н2}}^{\circ})_{\text{р.н2}}$ по п. п. 8.9 и 8.11.

Если $\dot{T}_{\text{ж.н2}}^{\circ}$ больше или равна расчетной температуре наружного воздуха $\dot{T}_{\text{в.н1}}^{\circ}$ в холодный период года, то предусматривается защита от обмерзания ТУБ вытяжных установок в соответствии с рекомендациями разделов I и 3.

8.30. Определяется годовое потребление утилизированной теплоты $\dot{Q}_{\text{т.н2}}^{\circ}$ и от первичного источника тепла $\dot{Q}_{\text{т.н1}}^{\circ}$ по разделу 12.

47

21/855-01

904-02-26.86

План
32

9. ГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА СУПТ БЕЗ ПОДОГРЕВА ПРОМЕЖУТОЧНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

9.1. Для СУПТ с одиночными установками или с группами приточных и вытяжных установок с близкими начальными параметрами воздуха в группе установок (разница по температуре до 10°C или относительной влажности до 10%), комплектуемых ТУБ с одинаковыми техническими характеристиками*, расчет выполняется по разделу 9.3.

9.2. Для СУПТ с группами приточных и вытяжных установок с разными начальными параметрами в группе установок (разница по температуре 10°C и более или по относительной влажности на 10% и более), комплектуемых ТУБ с разными техническими характеристиками, расчет выполняется:

при параллельной схеме присоединения ТУБ к циркуляционному контуру по рис. 8 приложения I – по разделу 9.4;

при последовательно-параллельной схеме присоединения ТУБ к циркуляционному контуру по рис. 9 или 10 приложения I – по разделу 9.5.

9.3. Расчет СУПТ без подогрева с одиночными установками или группами приточных и вытяжных установок с близкими начальными параметрами воздуха и одинаковыми техническими характеристиками ТУБ.

9.3.1. Расчет проводится по п.п. 8.1-8.12, 8.15.

* Здесь и далее "техническая характеристика ТУБ" включает расход воздуха, тип теплообменника, число рядов трубок, схему обвязки ТУБ.

48

21855.01

904-02-26.86

лист

33

9.3.2. Определяется относительный расход воздуха по формуле

$$\bar{L}_s^{(i)} = \frac{L_s^{(i)}}{L_{nom}^{(i)}}. \quad (9.1)$$

где $L_s^{(i)}$ - объемный расход, м³/ч, вытяжной или приточной установки;

$L_{nom}^{(i)}$ - объемный номинальный расход, м³/ч, вытяжной или приточной установки.

9.3.3. Определяются параметры $(F_{or}^{'})^{(i)}$ и $(F_{oe}^{'})^{(i)}$ по табл. II приложения 2 для установок, характеризуемых относительными расходами $\bar{L}_{or}^{(i)}$ и $\bar{L}_{oe}^{(i)}$ и техническими характеристиками, соответствующими принятым ТУБ.

9.3.4. Определяются средние параметры $(F_{or}^{'})^{\phi}$ и $(F_{oe}^{'})^{\phi}$ для условной приточной и условной вытяжной установок по формулам:

$$(F_{or}^{'})^{\phi} = \frac{\sum (F_{or}^{'(i)} \bar{L}_{or}^{(i)})}{\sum \bar{L}_{or}^{(i)}}. \quad (9.2)$$

$$(F_{oe}^{'})^{\phi} = \frac{\sum (F_{oe}^{'(i)} \bar{L}_{oe}^{(i)})}{\sum \bar{L}_{oe}^{(i)}}. \quad (9.3)$$

9.3.5. Определяются средние относительные перепады температур для условной приточной θ_r^{ϕ} и условной вытяжной θ_e^{ϕ} установок по табл. I2, I3 приложения 2 по известным $(F_{or}^{'})^{\phi}$, $(F_{oe}^{'})^{\phi}$ и значениям W , соответствующим ΣG_{or} и ΣG_{oe} по п.п. 8.7 и 8.15.

При теплоносителе воде на значения θ_r^{ϕ} и θ_e^{ϕ} вводится поправка ξ_{ϕ} по табл. I4 приложения 2 при t_w^{ϕ} :

ξ_{or} по известным W_r^{ϕ} и $(vp)_{or}^{\phi}$;

ξ_{oe} по известным W_e^{ϕ} и $(vp)_{oe}^{\phi}$.

49

21855-01

904-02-26.86

Люс

34

Инв. №	Проверил и за	Взамен №
--------	---------------	----------

9.3.6. Определяется средний общий относительный перепад температур θ_{051}^{ϕ} для системы по формуле

$$\theta_{051}^{\phi} = \frac{I}{I/\theta_r^{\phi} + \sum G_{81}/\theta_e^{\phi} \cdot \sum G_{82} - W_r}, \quad (9.4)$$

где $W_1 = W_6 = 1$, если $\sum G_{81} \geq \sum G_{82}$ или $W_1 = W_4$ по п.8.15, если $\sum G_{81} < \sum G_{82}$.

9.3.7. Находятся средние коэффициенты теплопередачи K_e^{ϕ} , наружного d_{82}^{ϕ} и внутреннего d_{81}^{ϕ} теплообмена для условной вытяжной установки по графикам рис.34-44 приложения 3 по известным w_e^{ϕ} и $(V\rho)_{app}^{\phi}$.

При теплоносителе воде на коэффициент теплопередачи K_e^{ϕ} вводится поправка ξ_k , учитываящая теплофизические свойства воды. Значение ξ_k определяется по табл.I4 приложения 2 по известным w_e^{ϕ} и $(V\rho)_{app}^{\phi}$, t_e^{ϕ} .

9.3.8. Определяется относительный перепад температур θ_{pc}^{ϕ} , соответствующий температуре точки росы удалаемого воздуха, по формуле

$$\theta_{pc}^{\phi} = \theta_{051}^{\phi} + \frac{K_e^{\phi}}{d_{82}^{\phi}} \left(\frac{\theta_{051}^{\phi}}{\theta_e^{\phi}} - \theta_{051}^{\phi} \right). \quad (9.5)$$

9.3.9. Определяется температура точки росы t_{pc2}^{ϕ} , выше которой ТУБ вытяжных установок работают в режиме сухого теплообмена, по формуле

$$t_{pc2}^{\phi} = t_{eH1}^{\phi} + \theta_{pc}^{\phi} (t_{eH2}^{\phi} - t_{eH1}^{\phi}). \quad (9.6)$$

Лин. №: 11855	Подпись к эскизу	Взамену № № № №
---------------	------------------	-----------------

По $i-d$ диаграмме (на пересечении линии влагосодержания точки с координатами t_{rc} и $\varphi = 100\%$ с линией температуры t_{342}^{∞}) находится относительная влажность удаляемого воздуха φ сух, при которой не происходит конденсация на поверхности ТУБ вытяжных установок.

9.3.10. По условиям п.8.19 определяется режим работы ТУБ вытяжных установок и находится поправочный коэффициент ξ_{φ}^{∞} .

9.3.11. Уточняется величина среднего общего относительного перепада температур $\Delta_{052}^{(c)}$ по формуле

$$\Delta_{051}^{(\varphi)} = \Delta_{051}^{\infty} \cdot \xi_{\varphi}^{\infty}. \quad (9.7)$$

9.3.12. Определяются $t_{441}^{\text{утр}}$, t_{442}^{∞} , t_{441}^{∞} , соответственно по п.п.8.21, 8.23, 8.24.

9.3.13. Уточняется вид теплоносителя по $t_{жкx}^{\infty}$. При $t_{жкx}^{\infty} > 7^{\circ}\text{C}$ в качестве промежуточного теплоносителя используется вода; при $t_{жкx}^{\infty} \leq 7^{\circ}\text{C}$ применяется незамерзающий теплоноситель.

Если предварительный выбор теплоносителя оказался неверным, расчет повторяется по п.п.8.7 - 8.10, 8.15, 9.3.5 - 9.3.13.

9.3.14. Определяется часовой расход утилизированной теплоты $Q_4^{\text{утр}}$ в расчетном режиме по п.8.25.

9.3.15. Определяется часовой расход теплоты от первичного источника тепла $Q_4^{(c)}$ на дополнительный нагрев приточного воздуха по п.8.26.

9.3.16. При необходимости определяются t_{442}^{∞} , d_{442}^{∞} по п.8.27.

ИМН: 11024	Проверка ведет	Взамены идн.н.
------------	----------------	----------------

Лист

36

21855-01

904-02-26.86

Лист

36

Альбом I
904-02-26-86

9.3.17. Для СУПГ, в которых ТУБ вытяжных установок работают в режиме с выпадением конденсата, определяется температура теплоносителя на входе в ТУБ вытяжных установок $t_{жн2}^o$ с учетом нагрева теплоносителя в сети после ТУБ приточных установок. Допускается принимать $t_{жн2}^o = t_{жк2}^o$.

При $t_{жн2}^o < 0^\circ\text{C}$ находится критическая температура наружного воздуха $t_{ан1}^{кр(1)}$, ниже которой начинается обмерзание теплообменной поверхности ТУБ вытяжных установок, по формуле

$$t_{ан1}^{кр(1)} = \frac{-A(i_{ан2}^o - D) + t_{жн2}^o (A \cdot B - C)}{1 + A \cdot B - C}, \quad (9.8)$$

где D - коэффициент, равный 9,63 кДж/кг в СИ или 2,3ккал/кг в системе МКГСС;

A, B и C - коэффициенты, рассчитываемые по формулам:

$$A = \frac{\psi \cdot d_{о2}^o}{d_{жн2}^o \cdot c_o}; \quad (9.9)$$

$$B = \frac{\vartheta_{051}^{cr(1)} \cdot \Sigma G_{01} \cdot c_o}{\Sigma G_{о2}}; \quad (9.10)$$

$$C = \frac{\vartheta_{051}^{cr(1)}}{B^2} - W_1 \cdot \vartheta_{051}^{cr(1)}, \quad (9.11)$$

где ψ - коэффициент оребрения теплоутилизаторов вытяжных установок, определяемый по табл. 4.5 альбома 4.

Если в ТУБ используются разные типы теплоутилизаторов, то ψ принимается по преимущественной 52

21855-01

904-02-26.86

Лист

37

поверхности нагрева.

Если $t_{\text{з.н}}^{(40)}$ больше или равна расчетной температуре наружного воздуха $t_{\text{в.н}}^{(40)}$ в холодный период года, то на теплообменной поверхности ТУБ вытяжных установок при $t_{\text{з.н}}^{(40)} < t_{\text{в.н}}^{(40)}$ будет обмерзать конденсат. В этом случае необходимо предусматривать защиту от обмерзания ТУБ в соответствии с рекомендациями разделов I и 3.

9.3.18. При запите ТУБ за счет перепуска теплоносителя определяется температура теплоносителя $t_{\text{ж.н}}^{(40)}$ на выходе из ТУБ приточной установки по формуле

$$t_{\text{ж.н.к}}^{(40)} = - \frac{\psi \cdot G_{\text{ж}}^{(40)}}{k_{\text{ж.н}} \cdot C_{\text{в}}} \left[j_{\text{в.н}}^{(40)} - \frac{\sum G_i \cdot C_i (t_{\text{в.н}}^{(40)} - t_{\text{ж.н}}^{(40)}) / \Delta t_{\text{в.н}}}{\sum G_{\text{ж}}} - \lambda \right]. \quad (9.12)$$

Значение $t_{\text{ж.н.к}}^{(40)}$ задается для настройки датчика температуры на трубопроводе теплоносителя.

9.3.19. Определяется годовое потребление утилизированной теплоты $Q_{\text{т.н}}^{(40)}$ и от первичного источника тепла $Q_{\text{т.н.п.}}$ по разделу 12.

9.4. Расчет СУПТ без подогрева с группами приточных и вытяжных установок с разными начальными параметрами воздуха и техническими характеристиками ТУБ при параллельной схеме присоединения .

9.4.1. Расчет проводится по п.п.9.3.1 - 9.3.11.

Дополнительно в п.8.15 определяется отношение водяных эквивалентов для ТУБ каждой установки в потоке с меньшим расходом воздуха $W_N^{(1)}$, принимая его равным W_N .

53

21055-01

Дополнительно в п.9.3.5 определяется относительный перепад температур $\Theta_{\text{р}}^{(i)}$ по табл.I2, I3 приложения 2 по известным $(F_{\text{р}})^{(i)}$ и $W_{\text{р}}^{(i)}$.

Если $\Sigma G_{\text{в2}} > \Sigma G_{\text{в1}}$, $W_{\text{р}}^{(i)} = W_{\text{н}}^{(i)}$.

Если $\Sigma G_{\text{в1}} > \Sigma G_{\text{в2}}$, $W_{\text{р}}^{(i)} = 1$.

При теплоносителе воде из значение $\Theta_{\text{р}}^{(i)}$ вводится поправка $\xi_{\theta}^{(i)}$, принимаемая по табл.I4 приложения 2 по известным $c_{\text{ж}}^{(i)}$ и $(V\rho)^{(i)}$.

9.4.2. Определяется $t_{\text{в.ни}}^{(i)}$ и $t_{\text{ж.ни}}^{(i)}$ по п.п.8.21, 8.23.

9.4.3. Определяется конечная температура воздуха $t_{\text{в.ни}}^{(i)}$ после ТУБ каждой приточной установки по формуле

$$t_{\text{в.ни}}^{(i)} = t_{\text{ж.ни}}^{(i)} + \Theta_{\text{р}}^{(i)} (t_{\text{ж.ни}}^{(i)} - t_{\text{ж.ни}}^{(i)}) , \quad (9.13)$$

где $t_{\text{ж.ни}}^{(i)} = t_{\text{ж.ни}}^{\phi} = t_{\text{ж.ни}}^{(i)}$.

9.4.4. Определяется конечная температура теплоносителя $t_{\text{в.ни}}^{(i)}$ после ТУБ каждой приточной установки по формуле

$$t_{\text{в.ни}}^{(i)} = t_{\text{ж.ни}}^{(i)} - W_{\text{р}}^{(i)} (t_{\text{в.ни}}^{(i)} - t_{\text{ни}}^{(i)}) . \quad (9.14)$$

54

21055-01

904-02-26.86

Печат.
39

9.4.5. Уточняется вид теплоносителя по минимальной
 $t_{жк1}^{(i)} = t_{жк1}^{\min}$.

При $t_{жк1}^{(i)} > 70^\circ\text{C}$ в качестве промежуточного теплоносителя используется вода; при $t_{жк1}^{(i)} \leq 70^\circ\text{C}$ применяется незамерзающий теплоноситель.

Если предварительный выбор теплоносителя оказался неверным, расчет повторяется по п.п.8.7 - 8.10, 8.15, 9.3.5 - 9.3.11,

9.4.1 - 9.4.5.

9.4.6. Определяется часовой расход утилизированной теплоты $Q_u^{ut(i)}$ в каждой приточной установке в расчетном режиме по формуле

$$Q_u^{ut(i)} = G_{в1}^{(i)} \cdot c_v \cdot (t_{вк1}^{ut(i)} - t_{вк1}^{(i)}). \quad (9.15)$$

9.4.7. Определяется часовой расход теплоты от первичного источника тепла $Q_u^{т(1)}$ на дополнительный нагрев воздуха в каждой приточной установке по формуле

$$Q_u^{т(1)} = G_{в1}^{(i)} \cdot c_v \cdot (t_{вк1}^{т(1)} - t_{вк1}^{ut(i)}). \quad (9.16)$$

9.4.8. Далее расчет проводится по п.п.9.3.16 - 9.3.19.

В п.9.3.17 определяется средняя температура после ТУБ приточных установок $t_{жк1}^{ср}$ по формуле

$$t_{жк1}^{ср} = \frac{t_{жк1}^{(1)} \cdot G_{жк1}^{(1)} + t_{жк1}^{(2)} \cdot G_{жк1}^{(2)} + \dots + t_{жк1}^{(m)} \cdot G_{жк1}^{(m)}}{G_{жк1}}, \quad (9.17)$$

Принимается $t_{жк1}^{ср} = t_{жк1}^{(1)}$.

55

21855-01

904-02-26.86

Лист
40

9.4.9. При $t_{\text{вн}}^{(4,10)} > t_{\text{вн}}^{\text{min}} < -15^{\circ}\text{C}$ режим работы уточняется для ТУБ каждой вытяжной установки с $\varphi_{\text{вн}} \geq 40\%$:

а) определяются $K_2^{(i)}, d_{82}^{(i)}, d_{x2}^{(i)}, \Theta_{rc}^{(i)}, t_{rc2}^{(i)}$ и режим работы ТУБ по п.п.9.3.7 - 9.3.10. В формуле (9.5) вместо $K_2^{\circ}, d_{82}^{\circ}, \Theta_2^{\circ}$ подставляются соответственно значения $K_2^{(i)}, d_{82}^{(i)}$, $\Theta_2^{(i)}$. $\Theta_2^{(i)}$ находится по табл.12, 13 приложения 2 по известным ($F_{rc}^{(i)}$)⁽ⁱ⁾ и $W_2^{(i)}$.

При теплоносителе воде из значение $\Theta_2^{(i)}$ вводится поправка $\zeta_{rc}^{(i)}$, принимаемая по табл.14 приложения 2 по известным $\omega_2^{(i)}$ и $(VP)_{rc2}^{(i)}$.

В формуле (9.6) вместо $t_{\text{вн}}^{\text{ср}}, \Theta_{rc}^{\text{ср}}, t_{\text{вн}}^{\text{ср}}$ подставляются значения $t_{\text{вн}}^{(i)}, \Theta_{rc}^{(i)}, t_{\text{вн}}^{(i)}$:

б) при $t_{\text{ж.вн}}^{(i)} < 0^{\circ}\text{C}$ определяются $t_{\text{вн}}^{(4,10)}$ и $t_{\text{ж.вн}}^{(i)}$ по п.п.9.3.17, 9.3.18.

В формулах (9.8), (9.9), (9.10), (9.11), (9.12) вместо $i_{\text{вн}}^{\text{ср}}, t_{\text{вн}}^{\text{ср}}, d_{82}^{\text{ср}}, d_{x2}^{\text{ср}}, \Sigma G_{81}, \Sigma G_{82}, \Theta_1^{\text{ср}}$, $t_{\text{вн}}^{\text{ср}}, t_{\text{вн}}^{(4,10)}$ подставляются соответственно значения $i_{\text{вн}}^{(i)}, t_{\text{вн}}^{(i)}, d_{82}^{(i)}, d_{x2}^{(i)}, G_{81}^{(i)}, G_{82}^{(i)}, \Theta_1^{(i)}, t_{\text{вн}}^{(i)}, t_{\text{вн}}^{(4,10)}$.

9.5. Расчет СУПТ без подогрева с группами приточных и вытяжных установок с разными начальными параметрами воздуха и техническими характеристиками ТУБ при последовательно-параллельной схеме присоединения

9.5.1. Расчет проводится по п.п.8.1 - 8.7, 8.11, 8.12.

56

21855-01

904-02-26.86

Лист
41

9.5.2. Определяется расход промежуточного теплоносителя $G_{\text{ж}}^{(i)}$ для каждого ТУБ:

а) при $\sum G_{\text{ж}1} > \sum G_{\text{ж}2}$ - расход теплоносителя ТУБ приточных установок $G_{\text{ж}1}^{(i)}$ по формуле (8.9); расход теплоносителя ТУБ каждой вытяжной установки $G_{\text{ж}2}^{(i)}$ - равным $G_{\text{ж}1}^{(i)}$ приточной установки, соединенной последовательно с данной вытяжной установкой;

б) при $\sum G_{\text{ж}2} > \sum G_{\text{ж}1}$ - расход теплоносителя ТУБ вытяжных установок $G_{\text{ж}2}^{(i)}$ по формуле (8.8); расход теплоносителя ТУБ, каждой приточной установки $G_{\text{ж}1}^{(i)}$, равным $G_{\text{ж}2}^{(i)}$ вытяжной установки, соединенной последовательно с данной приточной установкой.

9.5.3. Определяются $\omega_1^{(i)}, \omega_2^{(i)}, \omega_3^{(i)}, \Delta P_{\text{ж}1}^{(i)}, \Delta P_{\text{ж}2}^{(i)}$ соответственно по п.п. 8.9, 8.10. Дополнительно в п.8.9 находится $\omega_4^{(i)}$.

9.5.4. Определяется отношение водяных эквивалентов в потоке с меньшим суммарным расходом воздуха: для всех установок $W_{\text{н}}$ по п.8.15, для каждой установки $W_{\text{н}}^{(i)}$ по формуле

$$W_{\text{н}}^{(i)} = \frac{G_{\text{ж}}^{(i)} \cdot C_{\text{ж}}}{G_{\text{ж}}^{(i)} \cdot C_{\text{ж}}} . \quad (9.18)$$

Для ТУБ каждой установки в потоке с большим суммарным расходом воздуха $W_{\text{н}}^{(i)} = 1$.

9.5.5. Далее расчет проводится по п.п. 9.3.2 - 9.3.5.

Дополнительно в п.9.3.5 для ТУБ каждой установки определяется относительный перепад температур $\Theta_2^{(i)}$ и $\Theta_3^{(i)}$ по табл.12, 13 приложения 2 соответственно по известным $(F_{\text{ор}}')^{(i)}$ и $W_2^{(i)}$, $(F_{\text{ор}}')^{(i)}$ и $W_3^{(i)}$.

Если $\Sigma G_{82} > \Sigma G_{81}$, $W_2^{(i)} = 1$, $W_1^{(i)} = W_H^{(i)}$.

Если $\Sigma G_{81} > \Sigma G_{82}$, $W_1^{(i)} = 1$, $W_2^{(i)} = W_H^{(i)}$.

При теплоносителе воде на значения $\Theta_2^{(i)}$ и $\Theta_1^{(i)}$ вводятся поправки $\xi_{82}^{(i)}$ и $\xi_{81}^{(i)}$. Значения $\xi_{82}^{(i)}$ и $\xi_{81}^{(i)}$ находятся по табл. I.4 приложения 2 по известным $w_2^{(i)}$, $(\nu\rho)_{9902}^{(i)}$ и $w_1^{(i)}$. $(\nu\rho)_{9901}^{(i)}$.

9.5.6. Определяется общий относительный перепад температур $\Theta_{051}^{(i)}$ для каждой пары приточной и вытяжной установок, соединенных по промежуточному теплоносителю последовательно, по формуле.

$$\Theta_{051}^{(i)} = \frac{I}{1/\Theta_1^{(i)} + G_1^{(i)}/\Theta_2^{(i)} \cdot G_2^{(i)} - W_1^{(i)}} \quad (9.19)$$

9.5.7. Определяется средний общий относительный перепад температур $\Theta_{051}^{(o)}$ системы по формуле (9.4),

где $W_1 = W_2 = 1$, если $\Sigma G_{81} > \Sigma G_{82}$,

или $W_1 = W_H$, если $\Sigma G_{81} < \Sigma G_{82}$.

9.5.8. Определяются $K_2^{(i)}$, $d_{82}^{(i)}$, $d_{81}^{(i)}$, $\Theta_{pc}^{(i)}$, $t_{pc}^{(i)}$ по п.п. 9.3.7 - 9.3.9.

В формуле (9.5) вместо $\Theta_{051}^{(o)}$, $K_2^{(o)}$, $d_{82}^{(o)}$, $\Theta_1^{(o)}$ подставляются соответственно значения $\Theta_{051}^{(i)}$, $K_2^{(i)}$, $d_{81}^{(i)}$, $\Theta_2^{(i)}$.

В формуле (9.6) вместо $t_{81H}^{(o)}$, $\Theta_{pc}^{(o)}$, $t_{82H}^{(o)}$ подставляются соответственно значения $t_{81H}^{(i)}$, $\Theta_{pc}^{(i)}$, $t_{82H}^{(i)}$.

58

21855-01

904-02-26-86

1985

43

9.5.9. По условию п.8.19 определяется режим работы ТУБ вытяжных установок и находится поправочный коэффициент $\xi_4^{(i)}$.

9.5.10. Определяется средний поправочный коэффициент для системы по формуле

$$\xi_4^o = \frac{\xi_4^{(i)} \cdot G_{22}^{(i)} + \xi_4^{(i)} \cdot G_{22}^{(o)} + \dots + \xi_4^{(i)} \cdot G_{22}^{(n)}}{\sum G_{22}} \quad (9.20)$$

9.5.11. Уточняется величина общего относительного перепада температур для системы $\Theta_{052}^{(i)op}$ по формуле

$$\Theta_{051}^{(i)op} = \vartheta_{051}^{op} \cdot \xi_4^o \quad (9.21)$$

9.5.12. Определяются $t_{0,ki}^{(i)op}$, $t_{x,ke}^{(i)op}$, $t_{m,kr}^{(i)op}$ по п.п.

8.21, 8.23, 8.24.

9.5.13. При схеме присоединения ТУБ к циркуляционному контуру по рис.9 приложения I определяются:

a) $t_{0,ki}^{(i)op}$ по п.9.4.3;

б) $t_{x,ke}^{(i)op}$ по п.9.4.4.

9.5.14. При схеме присоединения ТУБ к циркуляционному контуру по рис.10 приложения I определяются:

a) $t_{x,ke}^{(i)op}$ по формуле

$$t_{x,ke}^{(i)op} = t_{x,ke}^{(i)} + \vartheta_2^{(i)} \xi_4^{(i)} (t_{0,ki}^{(i)op} - t_{x,ke}^{(i)}) \quad (9.22)$$

*) Для СУПТ по схеме рис.9 $t_{x,ke}^{(i)op}$ определяется, если ТУБ вытяжных установок работают в режиме с выпадением конденсата и необходимо рассчитать $t_{0,ki}^{(i)op}$.

59

21855-01

904-02-26-86

Мин
44

904-02-26-86
Альбом I

где $t_{x,12}^{(i)} = t_{x,12}^{\infty} = t_{x,11}^{\infty}$, если не учитывается нагрев теплоносителя в сети циркуляционного контура;

б) $t_{x,11}^{(i)}$ по формуле (9.13), где $t_{x,11}^{(i)} = t_{x,12}^{(i)}$;

в) $t_{x,12}^{(i)}$ по п.9.4.4.

9.5.15. Уточняется вид теплоносителя по $t_{x,11}^{(i)} = t_{x,12}^{(i)}$.

При $t_{x,11}^{(i)} > 7^{\circ}\text{C}$ в качестве промежуточного теплоносителя используется вода, при $t_{x,11}^{(i)} \leq 7^{\circ}\text{C}$ применяется незамерзающий теплоноситель.

Если предварительный выбор теплоносителя оказался неверным, расчет повторяется по п.п.9.5.2-9.5.5, 9.5.6 - 9.5.15.

9.5.16. Определяются $Q_y^{(i)}, Q_y^{(i)}, t_{x,12}^{(i)}$ соответственно по п.п.9.4.6, 9.4.7, 8.27.

В п.8.27 вместо $t_{x,12}^{(i)}$ подставляется значение $t_{x,12}^{(i)}$.

9.5.17. Далее расчет проводится по п.п.9.3.17 - 9.3.19, 9.4.9.

10. ГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА СУПТ С ПОДОГРЕВОМ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

10.1. Для СУПТ с одиночными установками или с группами приточных и вытяжных установок с близкими начальными параметрами воздуха для группы установок (разница по температуре до 10°C и по относительной влажности до 10%), комплектуемых ТУБ с одинаковыми техническими характеристиками, расчет выполняется по разделу 10.3.

10.2. Для СУПТ с группами приточных и вытяжных установок с разными начальными параметрами в группе установок (разница по температуре 10°C и более или по относительной влажности 10% и более), комплектуемых ТУБ с разными техническими характеристиками, расчет выполняется:

21355-01

60

Пас

45

при параллельной схеме присоединения ТУБ к циркуляционному контуру по рис.8 приложения I - по разделу 10.4;

при последовательно-параллельной схеме присоединения по рис.9 приложения I - по разделу 10.5.

10.3. Расчет СУПТ с подогревом с одиночными установками или группами приточных и вытяжных установок с близкими начальными параметрами воздуха и одинаковыми техническими характеристиками ТУБ.

10.3.1. Расчет проводится по п.п.9.3.1 - 9.3.5.

Дополнительно в п.8.5 определяется среднее значение конечной температуры приточного воздуха $t_{\text{в.н}}^{\text{ср}}$ по формуле

$$t_{\text{в.н}}^{\text{ср}} = \frac{t_{\text{в.н}1}^{(1)} \cdot G_{\text{в.н}}^{(1)} + t_{\text{в.н}2}^{(2)} \cdot G_{\text{в.н}}^{(2)} + \dots + t_{\text{в.н}n}^{(n)} \cdot G_{\text{в.н}}^{(n)}}{\sum G_{\text{в.н}}} . \quad (10.1)$$

10.3.2. Определяется средняя температура промежуточного теплоносителя $t_{\text{ж.н}}^{\text{ср}}$ на входе в ТУБ приточных установок по формуле

$$t_{\text{ж.н}}^{\text{ср}} = t_{\text{ж.н}1}^{\text{ср}} + \frac{t_{\text{ж.н}2}^{\text{ср}} - t_{\text{ж.н}1}^{\text{ср}}}{\theta_{\text{ж.н}}} . \quad (10.2)$$

10.3.3. Определяется средняя температура промежуточного теплоносителя $t_{\text{ж.н}}^{\text{ср}}$ после ТУБ приточных установок по формуле

$$t_{\text{ж.н}2}^{\text{ср}} = t_{\text{ж.н}1}^{\text{ср}} - W_1 \cdot (t_{\text{ж.н}2}^{\text{ср}} - t_{\text{ж.н}1}^{\text{ср}}) . \quad (10.3) \quad 61$$

21855-01

10.3.4. Уточняется вид теплоносителя по $t_{ж.к_1}^{90}$.

При $t_{ж.к_1}^{90} > 7^{\circ}\text{C}$ в качестве промежуточного теплоносителя используется вода; при $t_{ж.к_1}^{90} \leq 7^{\circ}\text{C}$ применяется незамерзающий теплоноситель.

Если предварительный выбор теплоносителя оказался неверным, расчет повторяется по п.п. 8.7-8.10, 8.15, 9.3.5, 10.3.2 - 10.3.4.

10.3.5. При $t_{ж.к_1}^{90} > t_{в.к_2}^{90}$ теплота удалаемого воздуха не используется, так как ТУБ вытяжных установок работают в режиме нагрева удалаемого воздуха и охлаждения промежуточного теплоносителя. Режим утилизации теплоты удалаемого воздуха может установиться при достаточно высокой температуре наружного воздуха, что существенно снизит температурную эффективность СУПТ.

В этом случае более целесообразно применять СУПТ без подогрева промежуточного теплоносителя.

10.3.6. Определяются K_2^{90} , d_{32}^{90} , $d_{ж_2}^{90}$ по п.9.3.7.

10.3.7. Определяется относительный перепад температур Θ_{pc}^{90} , соответствующий температуре точки росы удалаемого воздуха, по формуле

$$\Theta_{pc}^{90} = \frac{K_2^{90}}{d_{32}^{90}} (1 - \Theta_e^{90}) + \Theta_e^{90} . \quad (10.5)$$

62

21355-01

10.3.8. Определяется температура точки росы $t_{\text{рос}}^{\circ}$, ниже которой ТУБ вытяжных установок работают в режиме с выпадением конденсата, по формуле

$$t_{\text{рос}}^{\circ} = t_{\text{вн2}}^{\circ} - \varrho_{\text{в}}^{\circ} (t_{\text{вн2}}^{\circ} - t_{\text{ж.н2}}^{\circ}), \quad (10.6)$$

где $t_{\text{вн2}}^{\circ}$ принимается по п.8.5;

$t_{\text{ж.н2}}^{\circ}$ принимается равной $t_{\text{ж.к1}}^{\circ}$ ($t_{\text{ж.н2}}^{\circ} = t_{\text{ж.к1}}^{\circ}$) или определяется с учетом нагрева теплоносителя в сети после ТУБ приточных установок.

По $i-d$ диаграмме на пересечении линии влагосодержания d точки с координатами $t_{\text{рос}}$ и $\varphi = 100\%$ с линией температур $t_{\text{вн2}}^{\circ}$ находится относительная влажность удаленного воздуха $\varphi_{\text{ух}}$, при которой не происходит конденсации на поверхности ТУБ вытяжных установок.

10.3.9. По условиям п.8.19 определяется режим работы ТУБ вытяжных установок и находится поправочный коэффициент ξ_{φ}° , учитывающий выпадение конденсата.

10.3.10. Уточняется средний относительный перепад температур потока удалаемого воздуха $\varrho_2^{\circ(19)}$ по формуле

$$\varrho_2^{\circ(19)} = \varrho_2^{\circ} \cdot \xi_{\varphi}^{\circ}. \quad (10.7)$$

10.3.11. Определяется средняя конечная температура удалаемого воздуха $t_{\text{вн2}}^{\circ}$ по формуле

$$t_{\text{вн2}}^{\circ} = t_{\text{вн2}}^{\circ} - \varrho_2^{\circ(19)} / (t_{\text{вн2}}^{\circ} - t_{\text{ж.н2}}^{\circ}), \quad (10.8)$$

где $t_{\text{ж.н2}}^{\circ} = t_{\text{ж.к1}}^{\circ}$, если не учитывается нагрев теплоносителя в сети.

63

21855-01

10.3.12. Определяется конечная температура промежуточного теплоносителя $t_{ж.к2}^{oo}$ после ТУБ вытяжных установок по формуле

$$t_{ж.к2}^{oo} = t_{ж.к1}^{oo} + W_2 (t_{ж.к2}^{oo} - t_{ж.к1}^{oo}), \quad (10.9)$$

где $t_{ж.к2}^{oo} = t_{ж.к1}^{oo}$.

При $t_{ж.к2}^{oo} < t_{ж.к1}^{oo}$ требуется дополнительный нагрев промежуточного теплоносителя в водоподогревателе. Теплоноситель нагревается за счет теплоты от первичного источника теплоты от $t_{ж.к1}^{oo}$ до $t_{ж.к2}^{oo}$.

10.3.13. Определяется часовой расход утилизированной теплоты $Q_v^{''}$ в расчетном режиме по формуле

$$Q_v^{''} = G_{ж} \cdot C_{ж} (t_{ж.к2}^{oo} - t_{ж.к1}^{oo}). \quad (10.10)$$

10.3.14. Определяется часовой расход теплоты от первичного источника тепла в водоподогревателе $Q_v^{'''}$ в расчетном режиме по формуле

$$Q_v^{''' } = G_{ж} \cdot C_{ж} (t_{ж.к2}^{''' } - t_{ж.к1}^{''' }). \quad (10.11)$$

где $t_{ж.к2}^{''' } = t_{ж.к1}^{oo}$; $t_{ж.к1}^{''' } = t_{ж.к2}^{oo}$,

λ - коэффициент равный 1 в системе МКГСС или 1/3600 в СИ.

10.3.15. Далее расчет проводится по п.п.9.3.16 - 9.3.19.

64

21855-01

Листок I

904-02-26-86

I0.4. Расчет СУПТ с подогревом с группами приточных и вытяжных установок с разными начальными параметрами воздуха и техническими характеристиками ТУБ при параллельной схеме присоединения.

I0.4.1. Расчет проводится по п.п. 8.I-8.6, 8.II, 8.I2,
9.3.2 - 9.3.4. В п.9.3.4 определяется $(F_{01}^{'})^{(i)}$.

Дополнительно определяется в п.8.5 $\xi_{ex,i}^{(i)}$ по формуле
(I0.1), в п.8.II - $(Vp)_{ppr}^{(i)}$ по формуле (8.I3).

I0.4.2. Вычисляются перепады температур по воздуху $\Delta t_{si}^{(i)}$
для каждой приточной установки по формуле

$$\Delta t_{si}^{(i)} = t_{ex,i}^{(i)} - t_{ann}^{(i)} . \quad (I0.12)$$

I0.4.3. Для двух приточных установок (одна с большим перепадом температур Δt_{si}^{max} , другая - с большей начальной температурой приточного воздуха t_{ann}^{max}) определяется:

а) расход промежуточного теплоносителя $G_{xe}^{(i)}$ по формуле

$$G_{xe}^{(i)} = \frac{G_{si}^{(i)} \cdot C_s}{C_{xe} \cdot W_i^{(i)}} , \quad (I0.13)$$

где $W_i^{(i)} = I$;

б) скорость движения теплоносителя в трубках ТУБ $\omega_i^{(i)}$
по формуле (8.I0);

в) относительный перепад температур $\vartheta_i^{(i)}$ по табл.I2,I3
приложения 2 при известных $(F_{01}^{'})^{(i)}$ и $W_i = I$. При теплоносителе
воде на $F_{01}^{'(i)}$ вводится поправка ξ_{K1} принимаемая по
табл.I4 приложения 2 при известных $\omega_i^{(i)}$ и $(Vp)_{ppr}^{(i)}$, $t_s^{(i)}$;

г) требуемая температура промежуточного теплоносителя $t_{ex,i}^{(i)}$
на входе в ТУБ приточных установок по формуле

65

21855-01

904-02-26-86

Лист
50

Альбом

904-02-26-86

$$t_{ж.н1}^{(i)пр} = t_{в.н1}^{(i)} + \frac{t_{ж.н1}^{(i)} - t_{в.н1}^{(i)}}{\Theta_i^{(i)}} . \quad (10.14)$$

10.4.4. Определяется температура теплоносителя $t_{ж.н1}$ на входе в теплоутилизаторы ТУБ всех приточных установок; $t_{ж.н1}^{(i)пр}$ принимается равной большему из двух значений $t_{ж.н1}^{(i)пр} = t_{ж.н1}^{(i) макс}$ по п.10.4.3 г.

10.4.5. Для ТУБ всех приточных установок (кроме ТУБ с $t_{ж.н1}^{(i) макс}$) определяется:

- а) требуемый относительный перепад температур $\Theta_i^{(i)пр}$ по формуле (4.4), где $t_{ж.н1} = t_{ж.н1}^{(i) макс}$;
- б) требуемое отношение водяных эквивалентов потоков $W_i^{(i)пр}$ по табл.I2, I3 приложения 2 при известных $(F_{0i})^{(i)}$ и $\Theta_i^{(i)пр}$;
- в) расход промежуточного теплоносителя $G_{ж1}^{(i)}$ через ТУБ по формуле (10.13) при известных $G_{0i}^{(i)}$ и $W_i^{(i)пр}$;
- г) скорость движения теплоносителя в трубках ТУБ $w_i^{(i)}$ по формуле (8.10);
- д) при теплоносителе воде на $(F_{0i})^{(i)}$ вводится поправка ξ_{k1} , принимаемая по табл.I4 приложения 2 при известных $w_i^{(i)}$ и $(v_p)_{\text{сп1}}^{(i)}$, и уточняются значения $W_i^{(i)пр}$, $G_{ж1}^{(i)}$, $w_i^{(i)}$ по п.п. б, в, г;
- е) потери давления по теплоносителю $\Delta P_{ж1}^{(i)}$ при известных $w_i^{(i)}$ по разделу 5.

10.4.6. Определяется температура промежуточного теплоносителя $t_{ж.н1}^{(i)}$ после каждого ТУБ по формуле

66

Изм. 1	Изм. 2	Изм. 3

904-02-26.86	Лист
	51

21855-01

$$t_{x,ii}^{(i)} = t_{x,ii}^{(w)} - W_{i,WT} \cdot (t_{x,ii}^{(i)} - t_{x,ii}^{(w)}). \quad (10.15)$$

10.4.7. Уточняется вид теплоносителя по меньшему значению

$$t_{x,ii}^{(i)} = t_{x,ii}^{min}.$$

При $t_{x,ii}^{min} > 7^{\circ}\text{C}$ в качестве промежуточного теплоносителя используется вода; при $t_{x,ii}^{min} \leq 7^{\circ}\text{C}$ применяется незамерзающий теплоноситель.

Если предварительный выбор теплоносителя оказался неверным, расчет повторяется по п.п. 10.4.3 – 10.4.7.

10.4.8. Определяется общий расход промежуточного теплоносителя в системе $G_{xk} = \sum G_{xi}^{(i)}$.

10.4.9. Определяется средняя температура промежуточного теплоносителя $t_{x,ki}^{co}$ после ТУБ приточных установок по формуле

$$t_{x,ki}^{co} = \frac{t_{x,ki}^{(i)} \cdot G_{xi}^{(i)} + t_{x,ki}^{(w)} \cdot G_{xi}^{(w)} + \dots + t_{x,ki}^{(m)} \cdot G_{xi}^{(m)}}{G_{xk}}. \quad (10.16)$$

Если $t_{x,ki}^{co} \geq t_{x,ii}^{co}$ см. п.10.3.5. Принимаем $t_{x,ki}^{co} = t_{x,ii}^{co}$.

10.4.10. Для ТУБ вытяжных установок определяется:

а) расход промежуточного теплоносителя $G_{xk}^{(i)}$ по формуле (8.8) при известном G_{xk} ;

б) скорость движения теплоносителя в трубках ТУБ $\omega_e^{(i)}$ средняя скорость движения теплоносителя ω_e^{co} по формулам (8.10), (8.11);

в) внутри давления по теплоносителю $\Delta P_{xk}^{(i)}$ при известных $\omega_e^{(i)}$ по разделу 5;

67
21855-1

Энгл. №	Номер с.д.з.к. Вид теплоносителя
---------	----------------------------------

904-02-26.86	Лист
	52

1 Альбом 1
904-02-26.86

10.4.11. Определяется среднее значение волчных эквивалентов W_2 в потоке удалаемого воздуха по формуле

$$W_2 = \frac{\Sigma G_{22} \cdot C_2}{G_{2k} \cdot C_{2k}} . \quad (10.17)$$

10.4.12. Определяется средний относительный перепад температур для n вытяжных установок по табл. I2, I3 приложения 2 при известных W_2 и $(F_{22}')^{(o)}$.

При теплоносителе вода на значение $\theta_2^{(o)}$ вводится поправка ξ_2 по табл. I4 приложения 2 при известных $W_2^{(o)}$ и $(V/P)_{992}^{(o)}, t_2^{(o)}$.

10.4.13. Далее расчет проводится по п.п. 10.3.6 - 10.3.15. В п. 10.3.14 $t_{2k,n}^{(u)} = t_{2k,n}^{(o)}$ по п. 10.4.4,

$$t_{2k,n}^{(u)} = t_{2k,n}^{(o)} \quad \text{по п. 10.3.12.}$$

10.4.14. При $t_{2k,n}^{(u)} > t_{2k,n}^{(min)} < -15^\circ\text{C}$ режим работы и необходимость защиты уточняется для ТУБ каждой вытяжной установки с $\varphi_{2k,n}^{(u)} > 40\%$:

а) определяются $K_2^{(u)}, d_{22}^{(u)}, d_{2k}^{(u)}, Q_{pc}, t_{pc}^{(u)}$ аналогично п.п. 9.3.7, 10.3.7, 10.3.8; $W_2^{(u)}$ - по формуле (9.18);

$\theta_2^{(u)}$ - по табл. I2, I3 приложения 2 при известных $(F_{22}')^{(u)}$ и $W_2^{(u)}$. При теплоносителе вода на $\theta_2^{(u)}$ вводится поправка ξ_{22} , принимаемая по табл. I4 приложения 2 при известных $W_2^{(u)}$ и $(V/P)_{992}^{(u)}, t_2^{(u)}$.

В формуле (10.5) вместо $K_2^{(o)}, d_{22}^{(o)}, \theta_2^{(o)}, Q_{pc}^{(o)}, t_{pc}^{(o)}$ подставляются соответственно значения $K_2^{(u)}, d_{22}^{(u)}, \theta_2^{(u)}$.

В формуле (10.6) вместо $t_{2k,n}^{(o)}, Q_{pc}^{(o)}$ подставляются значения $t_{2k,n}^{(u)}, Q_{pc}^{(u)}$.

88

21055-01

904-02-26.86

лист

- б) определяется режим работы ТУБ по условиям п.8.19;
 в) при $t_{x,12}^{(i)} < 0^\circ\text{C}$ определяется $t_{x,11}^{(i)}$ и $t_{x,12}^{(i)}$
 аналогично п.п.9.3.17, 9.3.18.

В формулах (9.8), (9.9), (9.10), (9.11), (9.12) вместо
 $i_{x,12}^{(o)}, t_{x,12}^{(o)}, d_{x2}^{(o)}, d_{x1}^{(o)}, \Sigma G_{x1}, \Sigma G_{x2}, \theta_x^{(o)}, t_{x,12}^{(o)}, t_{x,11}^{(o)}$
 подставляются значения $i_{x,12}^{(i)}, t_{x,12}^{(i)}, d_{x2}^{(i)}, d_{x1}^{(i)}, G_{x1}^{(i)}, G_{x2}^{(i)}, \theta_x^{(i)}, t_{x,12}^{(i)}, t_{x,11}^{(i)}$.

10.5. Расчет СУПТ с подогревом с группами приточных и вытяжных установок с разными начальными параметрами воздуха и техническими характеристиками ТУБ при последовательно-параллельной схеме присоединения.

10.5.1. Расчет проводится по п.п.8.1-8.6, 8.11, 8.12, 9.3.2, 9.3.3, 10.4.2-10.4.8.

Дополнительно определяется в п.8.5 $t_{x,11}^{(o)}$ по формуле (10.1), в п.8.11 - $(\Delta P)_{x,11}^{(o)}$ по формуле (8.13).

10.5.2. Для ТУБ вытяжных установок определяется:

- а) расход промежуточного теплоносителя $G_2^{(i)}$ принимая его равным расходу в ТУБ приточной установки $G_{x1}^{(i)}$, соединенной последовательно с данной вытяжной установкой;
- б) скорость движения теплоносителя в трубках ТУБ $w_2^{(i)}$ по формуле (8.10);

в) потери давления по теплоносителю $\Delta P_{x2}^{(i)}$ по разделу 5 при известных $w_2^{(i)}$;

- г) отношение водяных эквивалентов $W_2^{(i)}$ по формуле (9.18);
 д) относительный перепад температур $\theta_2^{(i)}$ по табл.12.13 приложении 2 при известных $(F_{x2}^{(i)})^{(i)}$ и $W_2^{(i)}$.

При теплоносителе вода на $Q_2^{(i)}$ вводится поправка $\xi_{\theta_2^{(i)}}$, принимаемая по табл.14 приложения 2 при известных $w_2^{(i)}$, $(\Delta P)_{x,11}^{(i)}$, $t_{x,12}^{(i)}$.

Год	Лист	Номер
1998	1	21855-01

10.5.3. Определяются $K_2^{(i)}$, $d_{22}^{(i)}$, $d_{x2}^{(i)}$ по п.9.3.7; $\Theta_{pc}^{(i)}$, $t_{pc}^{(i)}$ - по п.10.3.7, 10.3.8. В формулах (10.5) и (10.6) вместо $K_2^{(o)}$, $d_{22}^{(o)}$, $d_{x2}^{(o)}$, $\Theta_2^{(o)}$ и $t_{22}^{(o)}$, $\Theta_{pc}^{(o)}$, $t_{j,k2}^{(o)}$ подставляются соответственно значения $K_2^{(i)}$, $d_{22}^{(i)}$, $d_{x2}^{(i)}$, $\Theta_2^{(i)}$ и $t_{22}^{(i)}$, $\Theta_{pc}^{(i)}$, $t_{j,k2}^{(i)}$.

10.5.4. По условиям п.8.19 определяется режим работы ТУБ вытяжных установок и находится поправочный коэффициент $\xi_4^{(i)}$, учитывавший выпадение конденсата.

10.5.5. Уточняется относительный перепад температур потока удалаемого воздуха $\Theta_2^{(i)P}$ ТУБ вытяжной установки, соединенной последовательно по теплоносителю с ТУБ приточной установки, по формуле

$$\Theta_2^{(i)P} = \Theta_2^{(i)} \cdot \xi_4^{(i)}. \quad (10.18)$$

10.5.6. Определяется конечная температура удалаемого воздуха $t_{x,22}^{(i)}$ по формуле

$$t_{x,22}^{(i)} = t_{x,12}^{(i)} - \Theta_2^{(i)P} (t_{x,12}^{(i)} - t_{j,k2}^{(i)}), \quad (10.19)$$

где $t_{x,12}^{(i)} = t_{x,11}^{(i)}$.

10.5.7. Определяется конечная температура промежуточного теплоносителя $t_{j,k2}^{(i)}$ после ТУБ вытяжных установок по формуле

$$t_{j,k2}^{(i)} = t_{j,k1}^{(i)} + W_2^{(i)} (t_{x,12}^{(i)} - t_{x,22}^{(i)}), \quad (10.20)$$

где $t_{x,12}^{(i)} = t_{x,11}^{(i)}$, если не учитывается нагрев теплоносителя в сети.

10.5.8. Определяется средняя конечная температура теплоносителя $t_{j,k2}^{(i)}$ после ТУБ вытяжных установок по формуле

$$t_{j,k2}^{(i)} = \frac{t_{x,12}^{(i)} \cdot G_{x2}^{(i)} + t_{x,22}^{(i)} \cdot G_{x2}^{(i)} + \dots + t_{j,k2}^{(i)} \cdot G_{x2}^{(i)}}{G_x} \quad (10.21)$$

При $t_{ж.к2}^{(o)} < t_{ж.н1}^{(o)}$ требуется дополнительный нагрев

промежуточного теплоносителя в водоподогревателе. Теплоноситель нагревается за счет теплоты от первичного источника тепла от $t_{ж.к2}^{(o)}$ до $t_{ж.н1}^{(o)}$.

I0.5.9. Определяется часовой расход утилизированной теплоты $Q_4^{(o)}$ в расчетном режиме по формуле.

$$Q_4^{(o)} = \Sigma [G_{жк}^{(o)} \cdot C_{жк} (t_{ж.к2}^{(o)} - t_{ж.к2}^{(o)})]. \quad (I0.22)$$

I0.5.10. Определяется $Q_4^{(o)}$ по п.I0.3.14, где

$$t_{ж.к1}^{(o)} = t_{ж.н1}^{(o)} \quad \text{по п.I0.4.4,}$$

$$t_{ж.к2}^{(o)} = t_{ж.к2}^{(o)} \quad \text{по п.I0.5.8.}$$

I0.5.11. Для ТУБ вытяжных установок, работающих в режиме с выпадением конденсата при $t_{ж.к1}^{(o)} < 0^\circ\text{C}$, определяются $t_{вн1}^{(o)}$, $t_{ж.к2}^{(o)}$ по п.п. 9.3.17, 9.3.18.

В формулах (9.8), (9.9) (9.10), (9.11), (9.12) вместо $t_{ж.к2}^{(o)}$, $t_{вн1}^{(o)}$, $d_{ж2}^{(o)}$, $d_{ж1}^{(o)}$, $\Sigma G_{ж1}$, $\Sigma G_{ж2}$, $\Theta_1^{(o)}$, $t_{ж.к2}^{(o)}$, $t_{вн1}^{(o)}$ подставляются соответственно значения $t_{ж.к2}^{(o)}$, $t_{вн1}^{(o)}$, $d_{ж2}^{(o)}$, $d_{ж1}^{(o)}$, $G_{ж1}^{(o)}$, $G_{ж2}^{(o)}$, $\Theta_1^{(o)}$, $t_{ж.к2}^{(o)}$, $t_{вн1}^{(o)}$.

I0.5.12. Определяется годовое потребление утилизированной теплоты $Q_{тн}^{(o)}$ и от первичного источника тепла $Q_{тн}^{(o)}$ по разделу I2.

Средняя критическая температура наружного воздуха $t_{вн1}^{(o)}$ определяется по формуле

$$t_{вн1}^{(o)} = \frac{t_{вн1}^{(o)} \cdot G_{ж1}^{(o)} + t_{вн1}^{(o)} \cdot G_{ж2}^{(o)} + \dots + t_{вн1}^{(o)} \cdot G_{жn}^{(o)}}{\Sigma G_{ж1}}. \quad (I0.23)$$

71

21855-01

904-02-26.86

Tect

56

II. АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА СУПР БЕЗ ПОДОГРЕВА ПРОМЕЖУТОЧНОГО ТЕПЛОСОСИТЕЛЯ

II.1. Расчет проводится по п.п.8.1 - 8.12, 8.15.

В п.п.8.5, 8.11 дополнительно определяются ω_1° , ω_2° , $(\nu\rho)_{pp1}^{\circ}$, $(\nu\rho)_{pp2}^{\circ}$.

II.2. Определяются средние коэффициенты внутреннего $\lambda_{хe}^{\circ}$ и наружного $\lambda_{зe}^{\circ}$ теплообмена для ТУБ вытяжных установок, а также коэффициенты теплопередачи K_1° и K_2° для ТУБ приточных и вытяжных установок по графикам рис.34-44 приложения 3 при известных ω_1° и $(\nu\rho)_{pp1}^{\circ}$, ω_2° и $(\nu\rho)_{pp2}^{\circ}$.

При теплоносителе воде из K_1° и K_2° вводится поправка соответственно ξ_{k1} и ξ_{k2} по табл.14 приложения 2.

II.3. Определяется среднее значение параметра $(F_{o1}')^{\circ}$ и $(F_{o2}')^{\circ}$ для ТУБ приточных и вытяжных установок по формуле (4.1) при известных G_{o1}° , K_1° , F_1° и G_{o2}° , K_2° , F_2° .

II.4. Определяются средние относительные перепады температур для приточных ϑ_1° и вытяжных ϑ_2° установок:

для установок в потоке с большим суммарным расходом воздуха при $W_s = 1$ - по табл. I2,I3 приложения 2;

для установок в потоке с меньшим суммарным расходом воздуха при $W_s < 1$ - по графикам рис.8 - 29 приложения 3.

II.5. Определяются средние общие относительные перепады температур:

ϑ_{001}° для условной системы с расходом воздуха ΣL -
по формуле (9.4);

Θ_{052}^{co} для условной системы с расходом воздуха $\Sigma \dot{m}_2$ - по формуле

Альбом I

904-02-26.86

$$\Theta_{052}^{co} = \frac{I}{1/\Theta_2^{co} + \sum G_{02}/\Theta_2^{co} \cdot \sum G_{01} - W_2} \quad (II.1)$$

II.6. Определяется относительный перепад температур, соответствующий температуре точки росы удалаемого воздуха, по формуле

$$\Theta_{rc}^{co} = \frac{t_{rc,2}^{co} - t_{rc,1}^{co}}{t_{rc,2}^{co} - t_{rc,1}^{co}} \quad , \quad (II.2)$$

где $t_{rc,2}^{co}$ - температура точки росы удалаемого воздуха находится по $i-d$ диаграмме для точки с координатами $t_{rc,2}^{co}$ и $\varphi_{rc,2}^{co}$.

II.7. Определяется относительный перепад температур, соответствующий температуре точки росы удалаемого воздуха $t_{rc,2}^{min}$, ниже которой не происходит выпадение конденсата, по формуле

$$\Theta_{rc}^{min} = \frac{1 - \Theta_{052}^{co}/\Theta_2^{co} + d_{02}^{co} \cdot \psi / d_{rc,2}^{co} (1 - \Theta_{052}^{co})}{1 + d_{02}^{co} \cdot \psi / d_{rc,2}^{co}} \quad , \quad (II.3)$$

где ψ - коэффициент оребрения принимается по табл. 4,5 альбома 4.

Если $\Theta_{rc}^{co} < \Theta_{rc}^{min}$, то установка работает в режиме сухого теплообмена. Если $\Theta_{rc}^{co} > \Theta_{rc}^{min}$, то установка работает в режиме конденсации влаги.

73

Лист 1 из 2	Расходы и потери

904-02-26.86

Лист
58

21055-01

II.8. Определяется коэффициент теплопередачи в ТУБ вытяжных установок с учетом массопереноса по формуле

$$K_{i2}^{\phi} = \frac{I}{\psi/d_{xe} + C_b/d_{xe}^{\phi} \cdot C_{nac}}, \quad (II.4)$$

где C_{nac} принимается по п. II.13.

II.9. Вычисляются безразмерные параметры по формулам:

$$(F_0')_{i2}^{\phi} = \frac{K_{i2}^{\phi} \cdot \sum F_e^{(i)} \cdot D}{\sum G_{e2} \cdot C_b}, \quad (II.5)$$

где $D=1$ в системе МКТСС, $D=3,6$ в СИ

при G_{e2} в кг/ч и C_b в кДж/(кг · °C);

$$W_{i2} = \frac{\sum G_{e2} \cdot C_{nac}}{G_{xe} \cdot C_{xe}}. \quad (II.6)$$

II.10. Определяются относительный перепад температур θ_{i2} для ТУБ вытяжных установок по графикам рис. 48, 49 приложения 3 при известных $(F_0')_{i2}^{\phi}$ и W_{i2} .

II.11. Определяется общий относительный перепад температур установок с учетом конденсации влаги по формуле

$$\theta_{051}^{\phi(\phi)} = \frac{I}{1/\theta_i^{\phi} + C_b \cdot \sum G_{e1}/C_{nac} \cdot \theta_{i2} \cdot \sum G_{e2} - W_t}. \quad (II.7)$$

II.12. Определяется относительный перепад температур, соответствующий температуре точки росы удалаемого воздуха, при которой конденсация влаги протекает на всей поверхности вытяжных теплообменников, по формуле

21855-01

Черт. №	Номер и дата	Время

Лист
59

$$\Theta_{pc,i}^{max} = \left(\frac{C_b}{C_{max}} \cdot \frac{\Theta_{0,01}^{90(\varphi)}}{\Theta_i^0} + \frac{\alpha_{32}^0 \cdot \varphi}{\alpha_{32}^0} \right) / \left(\frac{C_b}{C_{max}} + \frac{\alpha_{32}^0 \cdot \varphi}{\alpha_{32}^0} \right). \quad (II.8)$$

II.13. Вычисляется параметр А по формуле

$$A = C_b \cdot t_{3,01}^{90} \cdot \Theta_{pc,i}^{max} + t_{3,01}^{90} (1 - \Theta_{pc,i}^{max}), \quad (II.9)$$

где $t_{3,01}^{90}$ находится по формуле

$$t_{3,01}^{90} = C + C_{max} \cdot t_{3,01}^{90}. \quad (II.10)$$

Здесь C и C_{max} - коэффициенты, принимаемые по табл.10 приложения 2 при известных t_x^{90} и t_x^{90} , t_x^{90} принимается равной t_b^{90} по формуле (8.6).

II.14. Определяется влагосодержание $\alpha_{pc,i}^{max}$ удалляемого воздуха по графику рис.46 приложения 3 при известных значениях A и $\Theta_{pc,i}^{max}$.

II.15. Если $\alpha_{pc,i}^{max} \leq \alpha_{3,02}^{90}$, то установка работает с выпадением конденсата на всей теплообменной поверхности. В этом случае определяется:

конечная температура приточного воздуха $t_{3,01}^{90}$ по формуле

$$t_{3,01}^{90} = (t_{3,02}^{90} - t_{3,01}^{90}) \Theta_{0,01}^{90(\varphi)} + t_{3,01}^{90}, \quad (II.11)$$

где $t_{3,02}^{90}$ - температура удалляемого воздуха по мокрому термометру, определяемая по $i-d$ диаграмме. Для точки с координатами $\alpha_{pc,i}^{max}$ и $\varphi = 100\%$ проводится линия $d = const$ до пересечения с линией $t_{3,02}^{90}$. Температура мокрого термометра полученной точки определяет значение $t_{3,02}^{90}$.

75

Инв. №-под.	Годчик И.С.С.Т.Б.М.И.М.Н.
-------------	---------------------------

21855-01	Лист
904-02-26.86	60

II.16. Если $d_{rcs}^{max} > d_{dh}^{co}$, то установка работает с конденсацией влаги на части поверхности ТУБ вытяжных установок. В этом случае определяется:

температура точки росы удалаемого воздуха t_{rc}^{min} , ниже которой не происходит выпадение конденсата, по формуле

$$t_{rc}^{min} = \Theta_{rc}^{min} (t_{dh}^{co} - t_{dh}^{co}) + t_{dh}^{co}; \quad (II.12)$$

влагосодержание удалаемого воздуха d_{rcs}^{min} по $i-d$ диаграмме для точки с координатами t_{rcs}^{min} и $\varphi = 100\%$;

влагосодержание удалаемого воздуха d_{rcs}^{min} по $i-d$ диаграмме для точки с координатами t_{dh}^{co} и $\varphi = 100\%$;

параметр \bar{d} по формуле

$$\bar{d} = \frac{d_{rcs} - d_{rcs}^{min}}{d_{rcs}^{max} - d_{rcs}^{min}}; \quad (II.13)$$

параметр $\bar{\Theta}$ по графику рис. 47 приложения 3 при известных t_{rc}^{min} и \bar{d} ; общий относительный перепад температур Θ_{051}^{δ} с учетом параметра $\bar{\Theta}$ по формуле

$$\Theta_{051}^{\delta} = \Theta_{051}^{co} + \bar{\Theta} (\Theta_{051}^{max} - \Theta_{051}^{co}); \quad (II.14)$$

конечная температура приточного воздуха t_{air}^{co} по формуле (II.11), подставляя вместо Θ_{051}^{max} значение Θ_{051}^{δ} .

II.17. При необходимости определяется средняя энталпия удалаемого воздуха после ТУБ $i_{s,kz}^{co}$ по формуле

$$i_{s,kz}^{co} = i_{s,kz}^{co} - \frac{(t_{air}^{co} - t_{dh}^{co}) \sum G_{01} \cdot c_0}{\sum G_{02}}; \quad (II.15)$$

21855-01

Лист

61

по $i-d$ - диаграмме находится $t_{\text{вых}}$ для точки с координатами $i_{\text{вых}}$ и $\varphi = 100\%$.

II.18. Определяются температуры промежуточного теплоносителя $t_{\text{жкл}}^{\varphi}$ и $t_{\text{жкн}}^{\varphi}$ после ТУБ вытяжных и приточных установок по п.п.8.23, 8.24.

Уточняется вид теплоносителя по условиям II.8.19.

Если предварительный выбор теплоносителя оказался неверным, то расчет повторяется по п.п.8.7-8.10, 8.15, II.2-II.18.

II.19. Определяются часовые и годовые расходы утилизированной теплоты и теплоты от первичного источника тепла по п.п.8.25, 8.26 и разделу 12.

12. РАСЧЕТ ГОДОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОТЫ

12.1. Годовое потребление теплоты в СУПТ от первичного источника тепла $Q_{\text{год}}$ определяется по формуле

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{у}} \cdot D \cdot \frac{(t_{\text{вн}}^{\text{ср}} - t_{\text{вн}}^{\text{от}})}{(t_{\text{вн}}^{\text{ср}} - t_{\text{вн}}^{\text{от}})} \cdot \bar{t}_{\text{ср}}^{\text{от}} \cdot n - Q_{\text{нн}}, \quad (12.1)$$

где $Q_{\text{у}}$ — годовое потребление утилизированной теплоты, ГДж/год (Гкал/ч), по п.п.12.2 и 12.3, D — коэффициент равный 1 в системе МКГСС или $3,6 \cdot 10^{-3}$ в СИ.

$Q_{\text{у}}$ — требуемый расход теплоты, кВт (Гкал/ч), на нагрев приточного воздуха в расчетном режиме при расчетной температуре наружного воздуха (параметры Б) по разделу 10; $Q_{\text{у}} = Q_{\text{у}}^{\text{ср}} + Q_{\text{у}}^{\text{от}}$;

$t_{\text{вн}}^{\text{ср}}$ — расчетная температура, °С, наружного воздуха;

$t_{\text{вн}}^{\text{от}}$ — средняя температура, °С, наружного воздуха за отопительный период;

$t_{\text{вн}}^{\text{ср}}$ — средняя температура, °С, приточного воздуха после нагрева;

$\bar{t}_{\text{ср}}^{\text{от}}$ — отопительный период, ч;

n — коэффициент, учитывающий длительность работы системы с учетом сменности, принимаемый по альбому 5.

12.2. Годовой режим работы СУПТ без подогрева в зависимости от заданных параметров приточного, удалаемого и наружного воздуха может характеризоваться тремя периодами (см.рис.50 приложения 3)

Границами периодов являются критическая температура наружного воздуха $t_{\text{вн}}^{\text{кр}}$, ниже которой начинается обмерзание теплообменной поверхности ТУБ вытяжных установок, и предельная температура наружного воздуха $t_{\text{вн}}^{\text{пред}}$, выше которой система утилизации полностью обеспечивает требуемый нагрев приточного воздуха.

I период ($t_{\text{вн}}^{\text{ниж}} \leq t_{\text{вн}}^{\text{ср}} \leq t_{\text{вн}}^{\text{кр}}$) характеризует работу системы в условия инеобразования на теплообменной поверх-

21855-01 78

ности ТУБ вытяжных установок и защиты теплоутилизаторов от накопления инея.

II период ($t_{\text{вн}}^{\text{макс}} \geq t_{\text{вн}}^{\text{о}} > t_{\text{вн}}^{\text{н}}$) характеризует работу системы без имееобразования.

III период ($t_{\text{вн}}^{\text{макс}} > t_{\text{вн}}^{\text{о}} > t_{\text{вн}}^{\text{н}}$) характеризует работу системы в условиях, когда обеспечивается требуемый нагрев приточного воздуха. При наличии избытка утилизированной теплоты предусматривается регулирование теплоизводительности ТУБ. $t_{\text{вн}}^{\text{н}}$, $t_{\text{вн}}^{\text{макс}}$ - температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$, соответственно минимальная и максимальная за отопительный период.

12.2.1. Критическая температура наружного воздуха $t_{\text{вн}}^{\text{кр}}$, определяется для СУПТ, в которых ТУБ вытяжных установок работают с выпадением конденсата при температуре промежуточного теплоносителя $t_{\text{хх}}$, ниже 0°C , по формуле (9.8).

12.2.2. Предельная температура наружного воздуха $t_{\text{вн}}^{\text{п}}$ определяется:

а) для систем вентиляции с постоянной температурой приточного воздуха $t_{\text{вн}}^{\text{о}}$ по формуле

$$t_{\text{вн}}^{(\text{п}(\text{о}))} = \frac{t_{\text{вн}}^{\text{o}} - \varrho_{051}^{\text{сп}(\text{о})} \cdot t_{\text{вн}}^{\text{o}}}{1 - \varrho_{051}^{\text{сп}(\text{о})}} ; \quad (12.2)$$

б) для систем вентиляции, совмещенных с воздушным отоплением, с переменной температурой приточного воздуха по формуле

$$t_{\text{вн}}^{(\text{п}(\text{о}))} = \frac{(1 + \bar{\varrho}) / t_{\text{вн}}^{\text{o}} - \varrho_{052}^{\text{сп}(\text{о})} \cdot t_{\text{вн}}^{\text{o}} + \bar{Q}_{\text{лон}}^{\text{сп}}}{1 - \varrho_{052}^{\text{сп}(\text{о})} + \bar{\varrho}} , \quad (12.3)$$

79

21855-01

904-02-26.86

Лист
64

где

$$\bar{\vartheta} = \frac{t_{\text{ср}}^{\phi} - t_{\text{ном}}}{t_{\text{ном}} - t_{\text{ср}}^{\phi}}; \quad (I2.4)$$

$$\bar{Q} = \frac{Q_{\text{ном}}^{\phi}}{G_{\text{ср}} \cdot C_{\text{в}}}; \quad (I2.5)$$

$t_{\text{ном}}$ — температура, °С, воздуха в помещении;

$t_{\text{ср}}^{\phi}$ — средняя температура, °С, воздуха после ТУВ за отопительный период;

$Q_{\text{ном}}^{\phi}$ — среднее теплопоступление, Вт (ккал/ч), в помещении за отопительный период;

в) для первого подогрева систем кондиционирования воздуха по формуле

$$l_{\text{ср}}^{(I)} = \frac{C_d^{\phi} - C_d \vartheta_{\text{нн}} - C_b \cdot G_{\text{ср}} \cdot t_{\text{名义}}^{\phi}}{C_b (1 - \theta_{\text{нн}}) + b_d \cdot \vartheta_{\text{нн}}}. \quad (I2.6)$$

где $l_{\text{ср}}^{(I)}$ — энтальпия приточного воздуха после I подогрева, кДж/кг (ккал/кг);

C_d, b_d — коэффициенты, аппроксимирующие зависимость влагосодержания воздуха от средней температуры воздуха

t_b^{ϕ} по формуле (8.6), принимаемые по табл. 9 приложения 2;

$\vartheta_{\text{нн}}$ — теплота конденсации пара, равная 2501 кДж/кг в СИ, 598 ккал/кг в системе МКПСС.

80

21.05.5.01

904-02-26.86

МКП
65

Если $t_{\text{ан}}^{\text{ср}} > t_{\text{зан}}^{\text{макс}}$, то утилизированной теплоты недостаточно для нагрева приточного воздуха до $t_{\text{зан}}$ в течение всего отопительного периода.

Если $t_{\text{ан}}^{\text{ср}} < t_{\text{ан}}^{\text{ср}}$, то в период при значениях $t_{\text{зан}} \geq t_{\text{ан}}^{\text{ср}}$ за счет утилизированной теплоты обеспечивается $t_{\text{зан}}$.

12.2.3. Расчет годовой экономии тепловой энергии за счет потребления утилизированной теплоты проводится в зависимости от наличия характерных периодов работы в годовом режиме системы.

12.2.4. Годовое потребление утилизированной теплоты $Q_{\text{рн}}^{\text{ср}}$ за один период находится:

а) I период $(t_{\text{ан}}^{\text{мин}} < t_{\text{ан}}^{\text{ср}})$ при запите за счет: периодического оттаивания по формуле

$$Q_{\text{рн}}^{\text{ср}(1)} = Q_{\text{рн}}^{\text{ср}} \cdot 0.97 \cdot \frac{(t_{\text{ан2}} - t_{\text{ан1}})^{\text{ср}(1)}}{(t_{\text{ан2}} - t_{\text{ан1}})} \cdot \bar{t}_{\text{зан}}^{\text{ср}} \cdot N, \quad (12.7)$$

перепуска части теплоносителя по формуле

$$Q_{\text{рн}}^{\text{ср}(2)} = Q_{\text{рн}}^{\text{ср}} \cdot 0.9 \cdot \frac{(t_{\text{ан2}} - t_{\text{ан1}})^{\text{ср}(2)}}{(t_{\text{ан2}} - t_{\text{ан1}})} \cdot \bar{t}_{\text{зан}}^{\text{ср}} \cdot N; \quad (12.8)$$

б) II период $(t_{\text{ан1}}^{\text{ср}} < t_{\text{ан2}}^{\text{мин}}, t_{\text{ан1}}^{\text{ср}} < t_{\text{ан2}}^{\text{макс}})$ по формуле

$$Q_{\text{рн}}^{\text{ср}(3)} = Q_{\text{рн}}^{\text{ср}} \cdot \frac{(t_{\text{ан2}} - t_{\text{ан1}})^{\text{ср}(3)}}{(t_{\text{ан2}} - t_{\text{ан1}})} \cdot \bar{t}_{\text{зан}}^{\text{ср}} \cdot N. \quad (12.9)$$

81

21655-01

Писец

66

в) III период ($t_{\text{в.н}}^{\text{мин}} > t_{\text{в.н}}^{\text{ко}}, t_{\text{в.н}}^{\text{ макс}} > t_{\text{в.н}}^{\text{ко}}$)

по формуле

$$Q_{\text{рн}}^{\text{ср(2)}} = G_{\text{ср}} \cdot C_{\text{в}} (t_{\text{ср}} - t_{\text{в.н}}^{\text{ср(2)}}) \cdot \Delta \cdot \bar{t}_{\text{в}} \cdot n, \quad (12.10)$$

где $Q_{\text{ср}}^{\text{ср}}$ - часовой расход утилизированной теплоты,

Вт (ккал/ч), в расчетном режиме при расчетной температуре наружного воздуха (параметры Б);

$t_{\text{в.н}2}$ - начальная температура, °С, удалаемого воздуха;

$t_{\text{в.н}1}$ - расчетная температура, °С, наружного воздуха;

n - коэффициент равный I в системе МКГСС или $3,6 \cdot 10^{-3}$ в СИ.

$t_{\text{в.н}1}^{\text{ср(1)}}, t_{\text{в.н}2}^{\text{ср(1)}}, t_{\text{в.н}1}^{\text{ср(2)}}$ - средняя температура, °С, наружного воздуха соответственно за I, II или III характерный период работы СУПТ, принимаемая по климатологическим данным или по табл. 4.I альбома 5.

$\bar{t}_{\text{в}}, \bar{t}_{\text{в}}, \bar{t}_{\text{в}}$ - время стояния, ч, температур наружного воздуха соответственно за I, II или III период, определяемое по климатологическим данным или по табл. 4.I альбома 5.

n - коэффициент, учитывающий длительность работы СУПТ с учетом сменности, принимаемый по альбому 5.

12.2.5. Годовое потребление утилизированной теплоты за два периода находится:

при наличии I и II периода

$$(t_{\text{в.н}1}^{\text{мин}} < t_{\text{в.н}}^{\text{ко}}, t_{\text{в.н}}^{\text{ макс}} \leq t_{\text{в.н}1}^{\text{ко}})$$

по формуле

$$Q_{\text{рн}}^{\text{ср}} = Q_{\text{рн}}^{\text{ср(1)}} + Q_{\text{рн}}^{\text{ср(2)}}$$

(12.II)

21855-01 82

при наличии II и III периода ($t_{\text{сн}}^{\text{II}} < t_{\text{жн}}^{\text{III}}$, $t_{\text{сн}}^{\text{III}} > t_{\text{жн}}^{\text{II}}$)
по формуле

$$Q_{\text{рн}}^{\text{III(II)}} = Q_{\text{рн}}^{\text{II(II)}} + Q_{\text{рн}}^{\text{III(II)}}, \quad (12.12)$$

где $Q_{\text{рн}}^{\text{II(II)}}$, $Q_{\text{рн}}^{\text{III(II)}}$, $Q_{\text{рн}}^{\text{III(II)}}$ - годовое потребление утилизированной теплоты, ГДн/(Гкал/ч) соответственно за I, II, III период.

12.2.6. Годовое потребление утилизированной теплоты за три периода находится по формуле ($t_{\text{сн}}^{\text{III}} < t_{\text{жн}}^{\text{II}}$; $t_{\text{сн}}^{\text{III}} > t_{\text{жн}}^{\text{II}}$)

$$Q_{\text{рн}}^{\text{III(II,III)}} = Q_{\text{рн}}^{\text{II(II)}} + Q_{\text{рн}}^{\text{III(II)}} + Q_{\text{рн}}^{\text{III(III)}}. \quad (12.13)$$

12.3. Годовой режим работы СУПТ с подогревом в зависимости от заданных параметров приточного, удалаемого и наружного воздуха может характеризоваться двумя периодами (см. рис. 51 приложения 3).

Границей между периодами является критическая температура наружного воздуха $t_{\text{сн}}^{\text{II}}$, соответствующая критической температуре промежуточного теплоносителя $t_{\text{жн}}^{\text{II}}$ на входе в ТУБ вытяжных установок, ниже которой проходит обмерзание теплообменной поверхности. $t_{\text{жн}}^{\text{II}}$ принимается равной $t_{\text{жн}}$ по формуле (9.12).

I период ($t_{\text{сн}}^{\text{II}} \leq t_{\text{сн}}^{\text{II}}$, $t_{\text{жн}}^{\text{II}} \leq t_{\text{жн}}^{\text{III}}$) характеризует работу системы утилизации в условиях инеевобразования на поверхности и защиты теплоутилизаторов от накопления инея.

II период ($t_{\text{сн}}^{\text{II}} > t_{\text{сн}}^{\text{II}}$, $t_{\text{жн}}^{\text{II}} > t_{\text{жн}}^{\text{III}}$) характеризует работу системы без образования инея на поверхности ТУБ вытяжных установок, обеспечивающую температуру приточного воздуха.

и) $t_{\text{жн}}^{\text{II}}$ - температура промежуточного теплоносителя при $t_{\text{сн}}^{\text{II}}$

21855.01 83

Часть 2: подача и удаление воздуха

12.3.1. $t_{x,ne}^{(4)}$ определяется по формуле³⁾:

$$t_{x,ne}^{(4)} = \frac{(t_{an}^{(4)} - \Theta_2^{(4)} \cdot C_b \cdot t_{an}^{(4)} - D) \frac{d_{ne}^{(4)} \cdot \psi}{d_{ne}}} {-1 - \Theta_2^{(4)} \cdot C_b \cdot \frac{d_{ne}^{(4)} \cdot \psi}{d_{ne}}}, \quad (12.14)$$

где значения $t_{an}^{(4)}$, $\Theta_2^{(4)}$, C_b , $t_{an}^{(4)}$, $d_{ne}^{(4)}$, d_{ne} , ψ принимаются по основному расчету, выполняемому по разделу 10; D – коэффициент, равный 9,63 кДж/кг в СИ или 2,3 ккал/кг в системе МКГСС.

12.3.2. Определяются характерные периоды годового режима работы СУПТ:

при $t_{x,ne}^{(4)} < t_{x,ne}^{(1)}$ – система характеризуется одним П периодом и защита от обмерзания ТУБ вытяжных установок не предусматривается;

при $t_{x,ne}^{(4)} > t_{x,ne}^{(1)}$ – система характеризуется двумя периодами (I и II). Для такой системы предусматривается защита от обмерзания ТУБ вытяжных установок в I периоде работы.

12.3.2. По климатологическим данным или по табл. 4.1 альбома 5 определяется средняя температура наружного воздуха $t_{x,ne}^{(4)}$ и время стояния температур за этот период $t_{x,ne}^{(4)}$.

12.3.4. Находится часовой расход утилизированной теплоты Q_u при $t_{x,ne}^{(4)}$;

а) при расчете СУПТ по разделу 10.3 определяется $t_{x,ne}^{(4)}$ по п.10.3.2; $t_{x,ne}^{(4)}$ по п.10.3.3; $t_{x,ne}^{(4)}$ по п.10.3.II; $t_{x,ne}^{(4)}$ по п.10.3.12; Q_u по п.10.3.13;

* $t_{x,ne}^{(4)}$ определяется для СУПТ, в которых ТУБ вытяжных установок работает с выпадением конденчата при $t_{x,ne} < 0^\circ\text{C}$.

84

21855-01

904-02-26.86

Лист

69

б) при расчете СУПТ по разделу I0.4 определяется $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$
 по п. I0.4.3г; $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$ по п. I0.4.4; $\theta_1^{\text{(100)}}, W_1^{\text{(100)}}, G_1^{\text{(100)}}$
 по п. I0.4.5а, б, в; $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$ по п. I0.4.6; $G_{\text{ж}}^{\text{ср}}$ по п. I0.4.8;
 $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$ по п. I0.4.9; $W_2^{\text{ср}}$ по п. I0.4.11; $\theta_2^{\text{(100)}}$ по
 п. I0.4.13; $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$ по п. I0.3.11; $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$ по п. I0.3.12;
 $Q_4^{\text{(100)}}$ по п. I0.3.13. В п. I0.4.3г $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$ находится
 для установки с $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$ в расчетном режиме при
 В п. I0.3.11 в формулу (I0.8) вместо $\theta_2^{\text{(100)}}$ подставляется
 значение $\theta_2^{\text{ср}}$;

в) при расчете СУПТ по разделу I0.5 определяется $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$
 по п. I0.4.3г; $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$ по п. I0.4.4; $\theta_1^{\text{(100)}}, W_1^{\text{(100)}}, G_1^{\text{(100)}}$ по
 по п. I0.4.5а, б, в; $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$ по п. I0.4.6; $G_{\text{ж}}^{\text{ср}}$ по п. I0.4.8;
 $G_{\text{ж2}}^{\text{ср}}, W_2^{\text{(100)}} \text{ и } \theta_2^{\text{(100)}}$ по п. I0.5.2а, г, д; $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$ по
 п. I0.5.6; $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$ по п. I0.5.7; $Q_4^{\text{(100)}}$ по п. I0.5.9.
 В п. I0.4.3г $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$ находится для установки с $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$
 в расчетном режиме при $t_{\text{хол}}^{\text{ср}}$.

В п. I0.5.6 в формулу (ID.21) вместо $Q_4^{\text{(100)}}$ подставляется
 значение $Q_4^{\text{ср}}$.

I2.3.5. Годовое потребление утилизированной теплоты $Q_{\text{год}}^{\text{ср}}$
 находится:

при защите от обмерзания ТУБ за счет периодического
 оттаивания по формуле

$$Q_{\text{год}}^{\text{ср}} = Q_4^{\text{ср}} \cdot D \cdot 0.97 \cdot \bar{t}_{\text{ср}}^{\text{ср}} \cdot n ; \quad (\text{I2.15})$$

при защите от обмерзания ТУБ за счет перепуска части теплоносителя по формуле

$$Q_{\text{год}}^{\text{ср}} = Q_4^{\text{ср}} \cdot D \cdot 0.9 \cdot \bar{t}_{\text{ср}}^{\text{ср}} \cdot n ; \quad (\text{I2.16})$$

при отсутствии защиты от обмерзания ТУБ по формуле

$$Q_{\text{год}}^{\text{ср}} = Q_4^{\text{ср}} \cdot D \cdot \bar{t}_{\text{ср}}^{\text{ср}} \cdot n , \quad (\text{I2.17})$$

где Д - коэффициент равный 1 в системе МКГСС или $3,6 \cdot 10^{-3}$ СИ
 $31855.01 \cdot 85$

Приложение 1

Листок 1

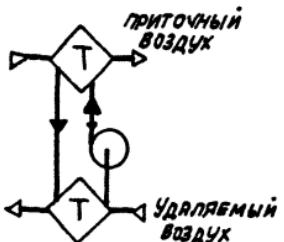
СХЕМА СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ
С ПРОМЕНЬУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ (БЕЗ ПОДОГРЕВА)

Рис. 1

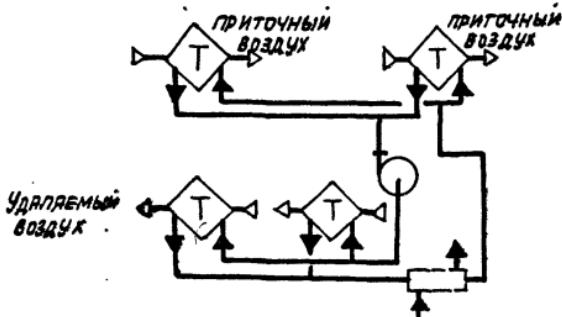
СХЕМА СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ,
С ПРОМЕНЬУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ (С ПОДОГРЕВОМ)

Рис. 2

86

21855-01

лист

71

904-02-26.86

ИМН. ЧИСЛА УДАЛЯЕМОГО ГРУППЫ ИМН. ИМН. ИМН.

ИИВ.Н подл.	Год/мес и дата	ФЗМ ИИВ.Н°

904-02-26.86 Альбом 1

СХЕМА СИСТЕМЫ С ДВУМЯ БАКАМИ И ПОДПИТОЧНЫМ НАСОСОМ

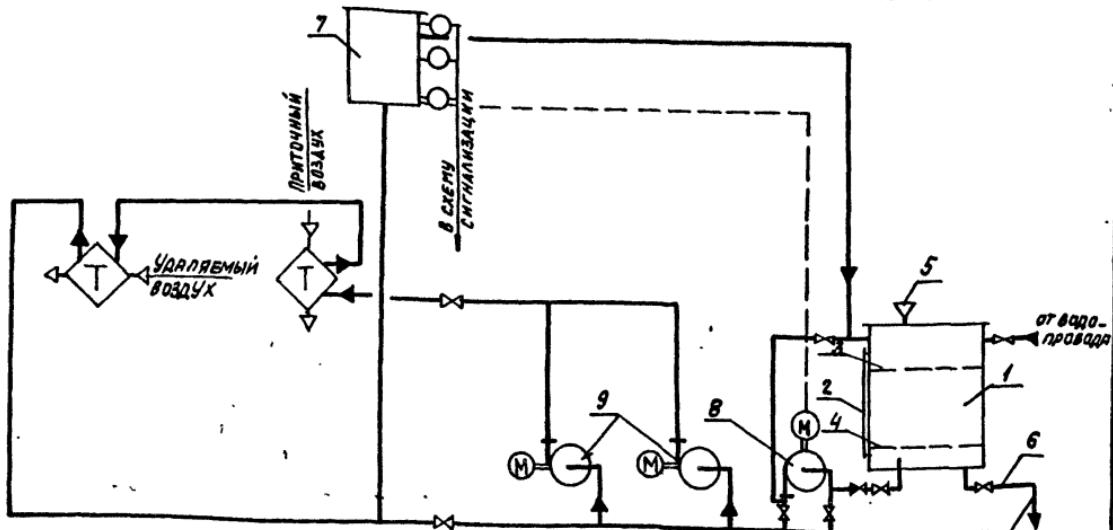


Рис. 3

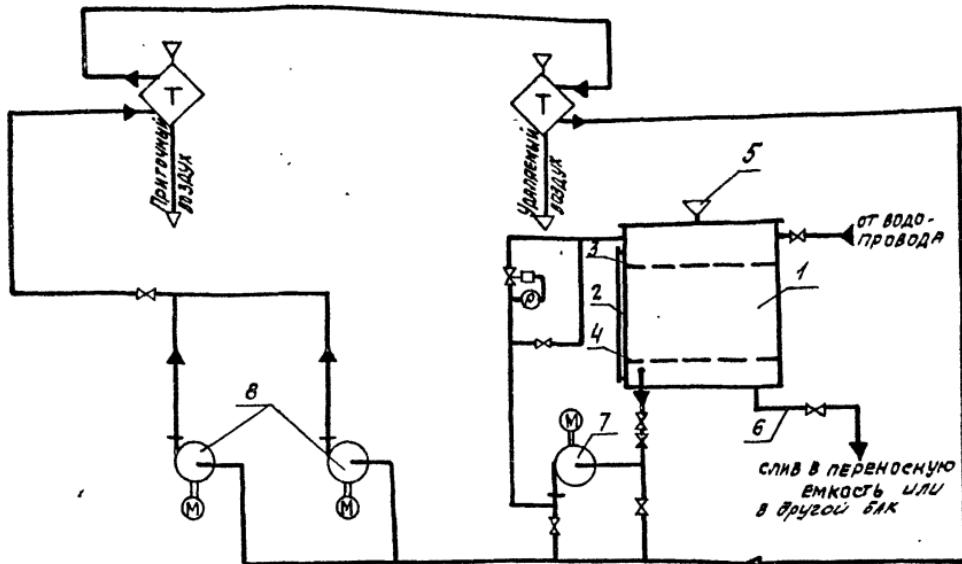
72
10/05/86

86

87

904-02-26, 86 4:66:01

СХЕМА СИСТЕМЫ С ОДНИМ БАКОМ И ПОДПИТОЧНЫМ НАСОСОМ



1-БАК ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРА
2-ВОДОМЕРНОЕ СТЕКЛО
3-ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ ЗАПОЛНЕНИЯ БАКА
4-МИНИМУМ УРОВЕНЬ ЗАПОЛНЕНИЯ БАКА

5-УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ БАКА РАСТВОРОМ
6-СПУСКОЙ ТРУБОПРОВОД
7-ПОДПИТОЧНЫЙ НАСОС
8-ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ НАСОС

Рис. 4

904-02-26.86

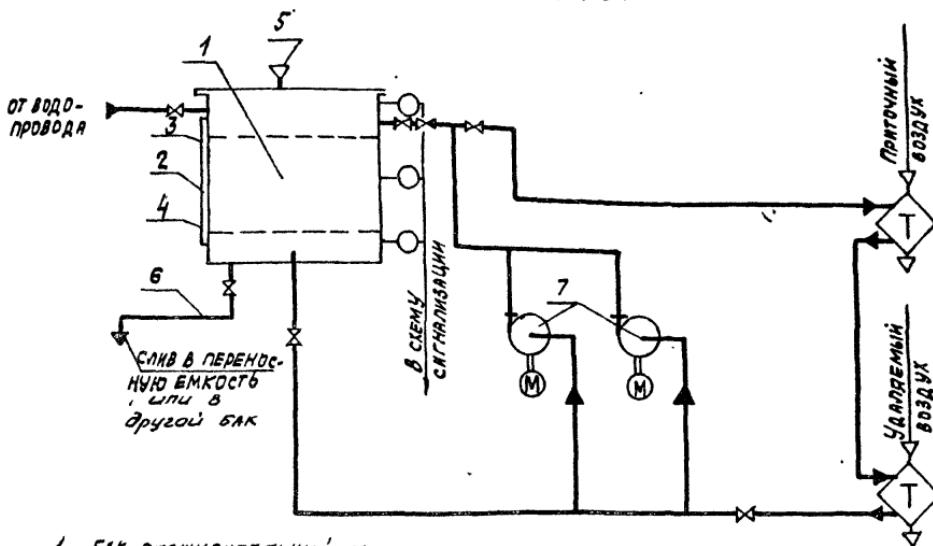
26.02.86

73

88

88

СХЕМА СИСТЕМЫ С ОДНИМ БАКОМ



1 - БАК РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ И
ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРА
2 - ВОДОМЕРНОЕ СТЕКЛО
3 - ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ ЗАПОЛНЕНИЯ БАКА
4 - НИЖНИЙ УРОВЕНЬ ЗАПОЛНЕНИЯ БАКА

5 - Устройство для заполнения бака раствором
6 - Спускной трубопровод
7 - Циркуляционный насос

Рис. 5

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СУПТ
БЕЗ ПОДОГРЕВА ПРОМЕЖУТОЧНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

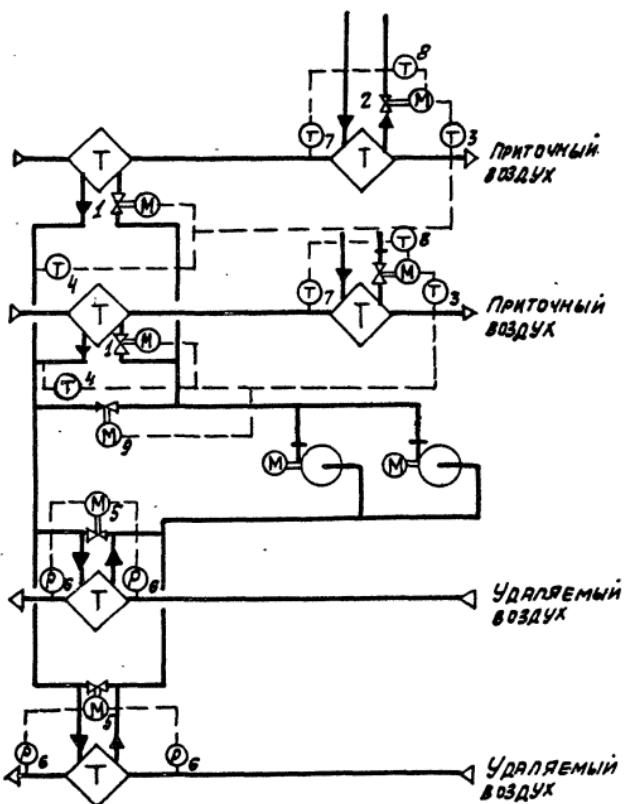


Рис. 6

90

21055-01

904-02-26.86

Лист	75
------	----

Номер документа	904-02-26.86
-----------------	--------------

904-02-26.86 Альбом 1

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СУПТ
С ПОДОГРЕВОМ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ТЕПЛОНАСОСТЕЛЯ

904-02-26.86 Альбом 1

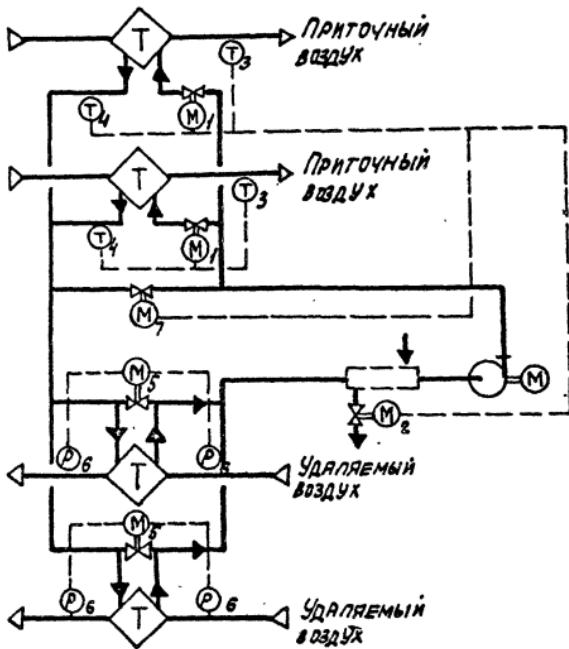


Рис.7

91

21855-01

Инв. №	Порядок наладки	Фамилия инженера

904-02-26.86

Лист	76
------	----

904-02-26.86 Яблом 1

**СХЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ ТУБ
К ЦИРКУЛЯЦИОННОМУ КОНТУРУ**

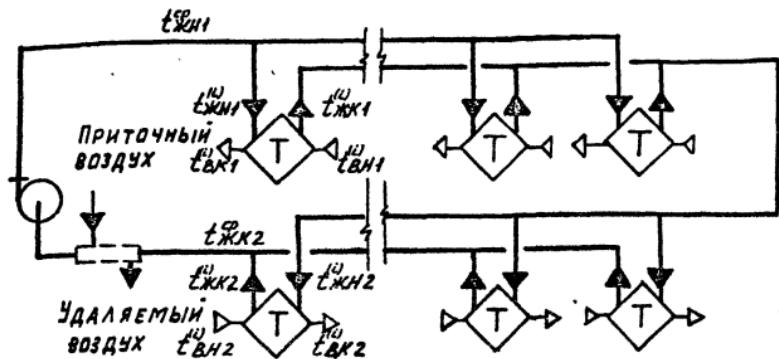


Рис. 8

**СХЕМА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ ТУБ
К ЦИРКУЛЯЦИОННОМУ КОНТУРУ (ИВАРИАНТ).**

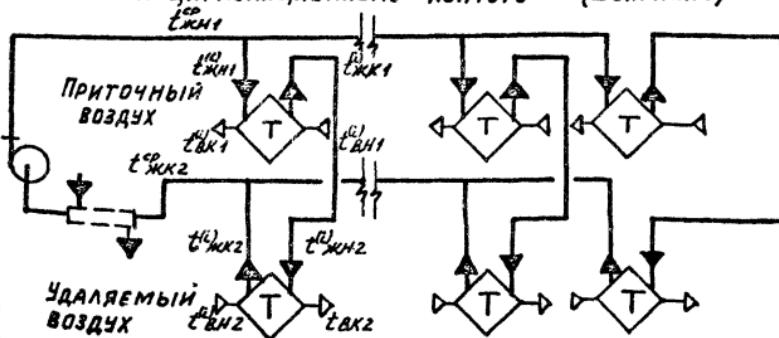


Рис. 9

21055-01

904-02-26.86

СХЕМА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ ТУБ
К ЦИРКУЛЯЦИОННОМУ КОНТУРУ (II ВАРИАНТ)

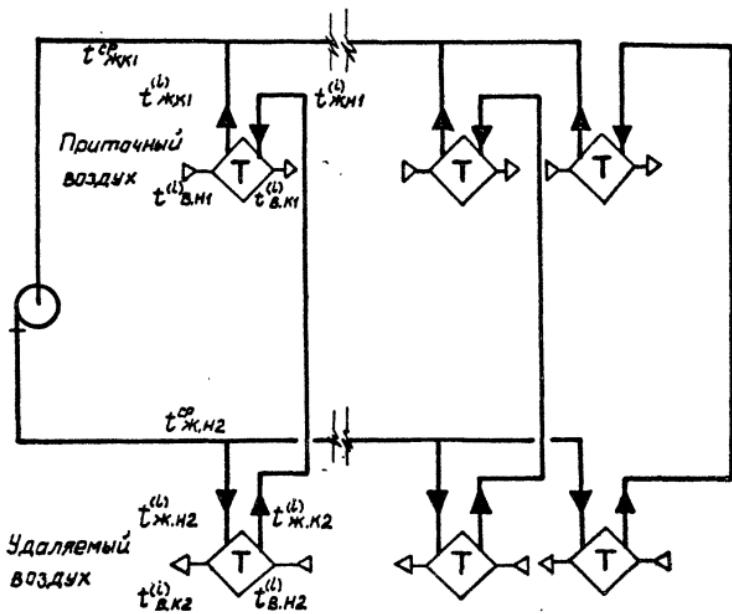


Рис. 10

93

21855-01

904-02-26.86

Лист
78

ИЧВ. № подл. и дата	Подл. и дата

Приложение 2 Таблица I

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ

Теплоноситель	$t, ^\circ C$	$\frac{c}{kcal/(kg \cdot ^\circ C)}$	$\rho, kg/m^3$	$\frac{Bt/(m \cdot ^\circ C)}{kкал/(ч \cdot м \cdot ^\circ C)}$	$M \cdot 10^3, Pa \cdot C$ kg/m^2	γ	α	D_2
						$10^6 m^2/c$		
27% водный раствор хлористого кальция	0	$\frac{2,825}{0,675}$	1260	$\frac{0,5325}{0,458}$	$\frac{4,76}{0,486}$	3,78	0,143	33,22
Вода	70	$\frac{4,19}{1}$	977,8	$\frac{0,66}{0,57}$	$\frac{3,98}{0,4}$	0,415	0,161	2,58
	0	$\frac{4,21}{1,006}$	999,9	$\frac{0,56}{0,482}$	$\frac{1,749}{0,178}$	1,789	0,132	13,5

ПРИМЕЧАНИЕ: В числителе приведены значения в СИ, в знаменателе - в системе МКГСС.

Температура замерзания водного раствора хлористого кальция

Таблица 2

	Содержание $CaCl_2$ в водном растворе, %						
	5	10	15	20	25	27	30
Температура замерзания, $^\circ C$	-2,3	-5,65	-10,8	-18,3	-29,75	-45	-55

904-02-26.86

21055-01

10

79

92

Таблица 3

УДЕЛЬНАЯ ВМЕСТИМОСТЬ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ СТАЛЬНЫХ
ЭЛЕКТРОСВАРНЫХ ТРУБ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ВО ВНУТРЕННИХ
САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ (ГОСТ 10704-76³) НА 1 м

904-02-26.86 Альбом I

Условный проход D_u , мм	Наружный диаметр D_n , мм	Толщина стенки δ , мм	Внутренний диаметр D_v , мм	Удельная вместимость V_{tr} , m^3/m
10	14	1,6	10,8	0,00009
15	18	2	14	0,00015
20	25	2	21	0,00035
25	32	2	28	0,00062
32	38	2	34	0,00091
40	45	2	41	0,00132
50	57	2,5	52	0,00212
65	76	2,8	70,4	0,00389
80	89	2,8	83,4	0,00546
100	108	2,8	102,4	0,00824
125	133	3,2	126,6	0,01258
150	159	3,5	152	0,01814
200	219	4	211	0,03497
250	273	4	265	0,05515
300	325	4	317	0,07892
350	377	5	367	0,10578
400	426	5	416	0,13592

Примечание: Удельная вместимость для водогазопроводных труб (стальных обыкновенных):

$$D_u 15 - V_{tr} = 0,00019 \text{ } m^3/\text{м}; D_u 20 - V_{tr} = 0,00034 \text{ } m^3/\text{м}.$$

21855-01 95

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взамен №

904-02-26.86

Лист

80

ЧИСЛО ВОДЫ	ПОДПИСЬ И ДАТА	ВЗАМЕН ЧИСЛА

904-02-26.86 Альбом I

Таблица 4.1

**ВМЕСТИМОСТЬ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КОНДИЦИОНЕРОВ
КТИЦА**

Обору- дова- ние	Т У Б					Вмести- мость, м ³
	Номер	Индекс	Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник		
				Тип (индекс)	Количест- во, шт.	
904-02-26.86 МТЦА-10 МТЦА-20	01	I.01.I.08.I	10	BHO1.I02I3	4	0,0488
	02	I.01.I.09.I	10	BHO1.I0II3	1	0,0549
	03	I.01.I.12.I		BHO1.I02I3	4	
	04	I.02.I.08.I	20	BH02.I02I3	4	0,0976
	05	I.02.3.08.I	20	KCK4-I2-02ХЛЗА	2	0,086
	06	I.02.I.09.I	20	BH02.I0II3	1	0,1098
	07	I.02.3.09.I		BH02.I02I3	4	
	08	I.02.I.12.I	20	KCK3-I2-02ХЛЗА	3	0,105
	09	I.02.3.12.I	20	KCK4-I2-02ХЛЗА	3	0,129

Б1	0-5954
26	

НЧ. № ПОДА.	ПОДПИСЬ И. ДАТА	ВЗАМЕН НЧ. №

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл. 4.1.

Основное оборудование	Т У Б					Вместимость, м ³
	Номер	Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник		
				Тип (индекс)	Количество, шт.	
КП12А - 3I,5	I0	I.03.1.08.I	3I,5	ВН03.I02I3	4	0,1568
	II	I.03.2.08.I	3I,5	ТП.I6-TIPK.04	4	0,12
	I2	I.03.3.08.I	3I,5	KСк4-II-02ХЛЗА	4	0,116
	I3	I.03.3.08.2	3I,5	KСк4-II-02ХЛЗА	4	0,116
	I4	I.03.2.09.I	3I,5	ТП.I6-TIPK.03	6	0,138
	I5	I.03.3.09.I	3I,5	KСк3-II-02ХЛЗА	6	0,138
	I6	I.03.3.09.2	3I,5	KСк3-II-02ХЛЗА	6	0,138
	I7	I.03.2.12.I	3I,5	ТП.I6-TIPK.04	6	0,18
	I8	I.03.3.12.I	3I,5	KСк4-II-02ХЛЗА	6	0,174
	I9	I.03.3.12.2	3I,5	KСк4-II-02ХЛЗА	6	0,174
	20	I.04.1.08.2	40	ВН04.I02I3	4	0,196

28

10-26/12

46

37

ННР № ПОДА	ПОДІЛНСЬ І ДАТА	ВІДМЕН ННР №

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл. 4.1

Основное оборудование	Номер	Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник		Вместимость, м ³
				Тип (индекс)	Количество, шт.	
КМ124 - 40	21	I.04.2.08.I	40	ТП.16-TIPK.04	2	0,152
				ТП.25-TIPK.04	2	
КМ124 - 40	22	I.04.3.08.I	40	КСк4-II-02ХЛЗА	2	0,144
				КСк4-I2-02ХЛЗА	2	
КМ124 - 40	23	I.04.3.08.2	40	КСк4-II-02ХЛЗА	2	0,144
				КСк4-I2-02ХЛЗА	2	
КМ124 - 40	24	I.04.1.09.2	40	ВН04.10113	1	0,2205
				ВН04.10213	4	
КМ124 - 40	25	I.04.2.09.I	40	ТП.16-TIPK.03	3	0,174
				ТП.25-TIPK.03	3	

904-02-26.86

21/855-01

98

Метр
83

98

Наб № пози	ПОЛНСТЬ И ДАТА	ВЗАМЕН НИБ №

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл. 4.1

Основное оборудование	Т У Б					Вместимость, м ³	
	Номер	Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник			
				Тип (индекс)	Количество, шт.		
МК124 - 40	26	I.04.3.09.1	40	КСк3-II-02ХЛЗА	3	0,174	
				КСк3-I2-02ХЛЗА	3		
	27	I.04.3.09.2	40	КСк3-II-02ХЛЗА	3	0,174	
				КСк3-I2-02ХЛЗА	3		
	28	I.04.1.I2.2	40	ВН04.I0213	6	0,294	
	29	I.04.2.I2.1	40	ТП.16-TIPK.04	3	0,258	
				ТП.25-TIPK.04	3		
	30	I.04.3.I2.2	40	КСк4-II-02ХЛЗА	3	0,258	
				КСк4-I2-02ХЛЗА	3		

904-02-26.86

48

10-59818

49

МК124 - 40

62

59

ИМЕ № ПОДАЧИ ПОДЛІГАТЬ ВІДМІННИХ

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл. 4. I

Основное оборудование	Т У Б					
	Номер	Индекс	Расход воздуха тыс. м ³ /ч	Теплообменник	Вместимость, м ³	
КПД - 63	31	I.06.1.08.3	63	ВН06.I02I3	4	0,3226
	32	I.06.2.08.3	63	ТП.16-TIPK.04	8	0,24
	33	I.06.3.08.3	63	КСК4-II-02ХЛЗА	8	0,232
	34	I.06.3.08.4	63	КСК4-II-02ХЛЗА	8	0,232
	35	I.06.1.09.3	63	ВН06.I02I3	1	0,3629
				ВН06.I02I3	4	
	36	I.06.2.09.3	63	ТП.16-TIPK.03	12	0,276
	37	I.06.3.09.3	63	КСК3-II-02ХЛЗА	12	0,276
	38	I.06.3.09.4	63	КСК3-II-02ХЛЗА	12	0,276
	39	I.06.1.I2.3	63	ВН06.I02I3	6	0,4839
	40	I.06.1.I2.4	63	ТП.16-TIPK.04	12	0,36

904-02-26.86

20855.0

100

85

Мер

200

ННВ № подп.	Подпись и дата	ВЗАМОРН ЧИФРЫ
-------------	----------------	---------------

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл. 4.1

Основное оборудование	ТУБ					
	Номер	Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник		Вместимость, м ³
КТ12А - 80				Тип (индекс)	Количества, шт.	
41	I.06.3.I2.3	63	КСК4-II-02ХЛ3А	I2	0,348	
42	I.06.3.I2.4	63	КСК4-II-02ХЛ3А	I2	0,348	
43	I.08.1.08.4	80	ВН08.102I3	4	0,4032	
44	I.08.2.08.3	80	П.16-ТИРК.04	4	0,304	
45	I.08.3.08.3		П.25-ТИРК.04	4		
46	I.08.3.08.4	80	КСК4-II-02ХЛ3А	4	0,288	
47	I.08.1.09.4		КСК4-I2-02ХЛ3А	4		
			КСК4-II-02ХЛ3А	4	0,288	
			ВН08.101I3	I		
			ВН08.102I3	4	0,4536	

904-02-26.86

21055-01

101

86

101

Продолжение табл.4.1

Основное оборудование	Номер	Т У Б				Вместимость, м ³
		Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник		
		Тип (индекс)	Количество, шт.			
КП12А-80	48	I.08.2.09.3	80	ТП.16-TIPK.03	6	0,348
				ТП.25-TIPK.03	6	
	49	I.08.3.09.3	80	КСк3-II-02ХЛЗА	6	0,348
				КСк3-I2-02ХЛЗА	6	
	50	I.08.3.09.4	80	КСк3-II-02ХЛЗА	6	0,348
				КСк3-I2-02ХЛЗА	6	
	51	I.08.1.I2.4	80	БН08.10213	6	0,6048
	52	I.08.2.I2.3	80	ТП.16-TIPK.04	6	0,456
				ТП.25-TIPK.04	6	
	53	I.08.3.I2.4	80	КСк4-II-02ХЛЗА	6	0,432
				КСк4-I2-02ХЛЗА	6	

904-02-26.86

КП12А-80

102

87

21055-01

102

ННБ № подл	ПОДПИСЬ И ДАТА	ВЗАМЕН ННБ №

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл. 4.1

Основное оборудование	Т У Б					Вместимость, м ³
	Номер	Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник		
				Тип (индекс)	Количество, шт.	
904-02-26.86 МПУ2А - 125 10.958/2	54	I.I2.I.08.4	I25	ВН12.I02I3	4	0,6452
	55	I.I2.2.08.5	I25	ТП.I6-TIPK.04	16	0,48
	56	I.I2.3.08.5	I25	КСк4-II-02ХЛЗА	16	0,464
	57	I.I2.3.08.4	I25	КСк4-II-02ХЛЗА	16	0,464
	58	I.I2.I.09.4	I25	ВН12.I0II3	1	0,7259
				ВН12.I02I3	4	
	59	I.I2.2.09.5	I25	ТП.I6-TIPK.03	24	0,552
	60	I.I2.3.09.5	I25	КСк3-II-02ХЛЗА	24	0,552
	61	I.I2.3.09.4	I25	КСк3-II-02ХЛЗА	24	0,552
	62	I.I2.I.I2.4	I25	ВН12.I02I3	6	0,9678
	63	I.I2.2.I2.5	I25	ТП.I6-TIPK.04	24	0,72
	64	I.I2.3.I2.4	I25	КСк4-II-02ХЛЗА	24	0,696

88

Муз

103

107

**ВМЕСТИМОСТЬ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ
ПРИТОЧНЫХ КАМЕР ЗПК**

Таблица 4.2

Основное оборудование	Т У Б					Вместимость, м ³
	Номер	Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник	Количество, шт	
904-02-26.86	01	2.01.3.08.1	10	КСк4-10-02 ХЛЗА	4	0,044
		2.01.3.08.2	10	КСк4-10-02 ХЛЗА	4	0,044
		2.01.4.08.1	10	КВБ 10Б-НУЗ	4	0,04
		2.01.4.08.2	10	КВБ 10Б-НУЗ	4	0,04
		2.01.3.09.1	10	КСк3-10-02 ХЛЗА	6	0,054
		2.01.3.09.2	10	КСк3-10-02 ХЛЗА	6	0,054
		2.01.4.09.1	10	КВС 10Б-НУЗ	6	0,042
		2.01.4.09.2	10	КВС 10Б-НУЗ	6	0,042
		2.01.3.12.1	10	КСк4-10-02 ХЛЗА	6	0,066
		2.01.3.12.2	10	КСк4-10-02 ХЛЗА	6	0,066
		2.01.4.12.1	10	КВБ 10Б-НУЗ	6	0,06
		2.01.4.12.2	10	КВБ 10Б-НУЗ	6	0,06
22/05.04.2020	I3	2.02.2.08.1	20	TH.05-ТПК.04	6	0,072
		2.02.3.08.2	20	КСк4-10-02 ХЛЗА	6	0,066
		2.02.4.08.2	20	КВБ 10Б-НУЗ	6	0,06
		2.02.2.09.1	20	TH.05-ТПК.03	9	0,08I
		2.02.3.09.2	20	КСк3-10-02ХЛЗА	9	0,08I

ННБ № ПОДА	ПОДПИСЬ И ДАТА	ВЗМЕРЕН ННБ №

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. 4.2

Основное оборудование	Номер	Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник		Вместимость, м ³	
				Тип (индекс)	Количество, шт.		
98-97-20-886	2ПК20	18	2.02.4.09.2	20	КВС 10Б-ЛУЗ	9	0,063
		19	2.02.2.12.1	20	ТП.05-ТИРК.04	9	0,108
		20	2.02.3.12.2	20	КСк4-10-02 ХЛЗА	9	0,099
		21	2.02.4.12.2	20	КВС 10Б-ЛУЗ	9	0,09
98-97-20-886	2ПК31, 5	22	2.03.3.08.1	31,5	КСк4-12-02 ХЛЗА	2	0,086
		23	2.03.4.08.1	31,5	КВС 12Б-ЛУЗ	2	0,102
		24	2.03.2.09.1	31,5	ТП.25-ТИРК.03	3	0,105
		25	2.03.2.09.1	31,5	КСк3-12-02 ХЛЗА	3	0,105
		26	2.03.4.09.1	31,5	КВС 12Б-ЛУЗ	3	0,105
		27	2.03.3.12.1	31,5	КСк4-12-02 ХЛЗА	3	0,129
		28	2.03.4.12.1	31,5	КВС 12Б-ЛУЗ	3	0,153
		29	2.04.2.08.1	40	ТП.16-ТИРК.04 ТП.25-ТИРК.04	2 2	0,152
06	2ПК40	30	2.04.3.08.1	40	КСк4-II-02ХЛЗА КСк4-12-02ХЛЗА	2	0,144

507

ННБ № подл	Подпись и дата	Взл. член ННБ №:

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. 4.2

Основное оборудование	Номер	Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник		Вместимость, м ³
				Тип (индекс)	Количество, шт.	
904-02.26-86 27440 100 16 100 100	31	2.04.3.08.2	40	КСк4-II-02ХЛЗА КСк4-I2-02ХЛЗА	2 2	0,144
	32	2.04.4.08.1	40	КВБ IIB-ЛУЗ КВБ I2B-ЛУЗ	2 2	0,164
	33	2.04.4.08.2	40	КВБ IIB-ЛУЗ КВБ I2B-ЛУЗ	2 2	0,164
	34	2.04.2.09.1	40	ТП.II6-TIPK 03 ТП.25-TIPK 03	3 3	0,174
	35	2.04.3.09.2	40	КСк3-II-02ХЛЗА КСк3-I2-02ХЛЗА	3 3	0,174
	36	2.04.4.09.1	40	КВС IIB-ЛУЗ КВС I2B-ЛУЗ	3 3	0,174
	37	2.04.4.09.2	40	КВС IIB-ЛУЗ КВС I2B-ЛУЗ	3 3	0,174

Инд. № подл.	Подпись индента	Взамена индекса

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. 4.2

Основное оборудование	Номер	Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Т У В		Вместимость, м ³
				Тип (индекс)	Теплообменники (Количество, шт.)	
904-02.26-86	21Н40	38	2.04.2.I2.1	40	ТП.16-ТИРК.04 ТП.25-ТИРК.04	3 3
		39	2.04.3.I2.2	40	КСк4-II-02-ХЛЗА КСк4-I2-02-ХЛЗА	3 3
		40	2.04.4.I2.1	40	КВБ IIB-ЛУЗ КВБ I2B-ЛУЗ	3 3
		41	2.04.4.I2.2	40	КВБ IIB-ЛУЗ КВБ I2B-ЛУЗ	3 3
		42	2.06.2.08.1	63	ТП.25-ТИРК04	4
		43	2.06.3.08.2	63	КСк4-I2-02ХЛЗА	4
		44	2.06.4.08.1	63	КВБ I2B-ЛУЗ	4
		45	2.06.2.09.1	63	КВБ I2B-ЛУЗ	4
		46	2.06.2.09.1	63	ТП.25-ТИРК.03	6
		47	2.06.2.09.2	63	ТП.25-ТИРК.03	6
21Н63	101	48	2.06.3.09.2	63	КСк3-I2-02ХЛЗА	6
		49	2.06.4.09.2	63	КВБ I2B-ЛУЗ	6

92	Инд.
21/0855-01	

101

Продолжение табл. 4.2

Основное оборудование	Номер	Индекс	Расход воздуха тыс. м ³ /ч	Теплообменник		Вместимость, м ³
				Тип (индекс)	Количество, шт	
904-02-26-86 21855-01 108 93	50	2.06.2.I2.1	63	ТП.25-TIPK.04	6	0,276
	51	2.06.3.I2.2	63	КСк4-I2-02 ХЛЗА	6	0,258
	52	2.06.4.I2.2	63	КВБ-I2Б-ЛУЗ	6	0,306
	53	2.08.2.08.3	80	ТП.16-TIPK.04 ТП.25-TIPK.04	4 4	0,304
	54	2.08.3.08.3	80	КСк4-II-02 ХЛЗА КСк4-I2-02 ХЛЗА	4 4	0,288
	55	2.08.3.08.4	80	КСк4-II-02 ХЛЗА КСк4-I2-02 ХЛЗА	4 4	0,288
	56	2.08.4.08.3	80	КВБ IIБ-ЛУЗ КВБ I2Б-ЛУЗ	4 4	0,328
	57	2.08.2.09.3	80	ТП.16-TIPK.03 ТП.25-TIPK.03	6 6	0,348
	58	2.08.3.09.4	80	КСк3-II-02 ХЛЗА КСк3-I2-02 ХЛЗА	6 6	0,348

Наб. № подл	Подпись и дата	Время приема

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. 4.2

Основное оборудование	Номер	Индекс	Расход воздуха, м ³ /ч	Т У В		Вместимость, м ³
				Тип (индекс)	Количество, шт.	
904-02-26-86 21853-02 21858-02	59	2.08.4.09.3	80	KBC IIБ-ЛУЗ KBC I2Б-ЛУЗ	6 6	0,348
	60	2.08.4.09.4	80	KBC IIБ-ЛУЗ KBC I2Б-ЛУЗ	6 6	0,348
	61	2.08.2.I2.3	80	TH.16-TIPK.04 TH.25-TIPK.04	6 6	0,456
	62	2.08.3.I2.4	80	KСк4-I2-02 ХЛЗА KСк4-I2-02 ХЛЗА	6 6	0,432
	63	2.08.4.I2.3	80	KББ IIБ-ЛУЗ KББ I2Б-ЛУЗ	6 6	0,492
	64	2.I2.2.08.3	I25	TH.16-TIPK.04 TH.25-TIPK.04	4 8	0,488
100/21825	65	2.I2.3.08.4	I25	KСк4-II-02 ХЛЗА KСк4-I2-02 ХЛЗА	4 8	0,46

109

44
Мар

Инв.№ подп.	Подпись и дата	Взамен.инв.№

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. 4.2

Основное оборудование	Номер	Индексе	Расход воздуха тыс. м ³ /ч	Теплообменник		Вместимость, м ³
				Тип (индекс)	Количество, шт.	
904-02-26-86 21055.01 110	21055.01 110	66	2.I2.4.08.4	I25 КВБ IIB-IV3 КВБ I2B-IV3	4 8	0,532
		67	2.I2.2.09.3	I25 ТП. I6-TI.PK.03 ТП. 25-TI.PK.03	6 12	0,558
		68	2.I2.3.09.4	I25 КСк3-II-02 ХЛЗА КСк3-I2-02 ХЛЗА	6 12	0,558
		69	2.I2.4.09.4	I25 КВС IIB-IV3 КВС I2B-IV3	6 12	0,558
		70	2.I2.2.I2.3	I25 ТП. I6-TI.PK.04 ТП. 25-TI.PK.04	6 12	0,732
		71	2.I2.3.I2.4	I25 КСк4-II-02 ХЛЗА КСк4-I2-02 ХЛЗА	6 12	0,69
		72	2.I2.4.I2.4	I25 КВБ IIB-IV3 КВБ I2B-IV3	6 12	0,798
		55	110			0,77

ЧИГ № подл	Логотип и дата	Взамещен

904-02-26.86

Альбом I

Таблица 4.3
ВМЕСТИМОСТЬ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КОНДИЦИОНЕРОВ-УТИЛИЗАТОРОВ
КТИЦА

Основное оборудование	Т У Б					Вместимость, м ³
	Номер	Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник		
КТИЦА-01 904-02-26.86 21959/01 КТИЦА-20 96	01	3.01.I.08.I	10	БТ401.03043	I	0,0488
				ВНО1.10213	2	
	02	3.01.I.09.I	10	БТ401.03043	I	0,0549
				ВНО1.10113	I	
				ВНО1.10213	2	
	03	3.01.I.12.I	10	БТ401.03043	I	0,0732
				ВНО1.10213	4	
	04	3.02.I.08.I	20	БТ402.03043	I	0,0976
				ВНО2.10213	2	
	05	3.02.I.09.I	20	БТ402.03043	I	0,1098
				ВНО2.10113	I	
				ВНО2.10213	2	

Продолжение табл.4.3

Основное оборудование	Т У Б					Вместимость, м ³
	Номер	Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник	Количество, шт.	
				Тип (индекс)		
КПД2А-20	06	3.02.I.I2.I	20	БТ402.03043	I	0,1464
				ВН02.I02I3	4	
КПД2А-20	07	3.03.I.08.I	31,5	БТ403.03043	I	0,1568
				ВН03.I02I3	2	
КПД2А-40	08	3.04.I.08.2	40	БТ404.03043	I	0,196
				ВН04.I02I3	2	
КПД2А-33	09	3.04.I.09.2	40	БТ404.03043	I	0,2205
				ВН04.I0II3	I	
КПД2А-33	10	3.04.I.I2.2	40	БТ404.03043	I	0,294
				ВН04.I02I3	4	
КПД2А-63	11	3.06.I.08.3	63	БТ406.03043	I	0,3226
				ВН06.I02I3	2	

904-02-26.86

97

10.33813

211

Продолжение табл.4.3

Основное оборудование	Т У Б					Вместимость, м ³
	Номер	Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник	Количество, шт	
КТИ2А-63 КТИ2А-80	I2	3.06.I.09.3	63	БТ406.03043 ВН06.10113 ВН06.10213	1 1 2	0,3629 0,4839 0,4032 0,4536
	I3	3.06.I.12.3	63	БТ406.03043 ВН06.10213	1 4	
	I4	3.08.I.08.4	80	БТ408.03043 ВН08.10213	1 2	
	I5	3.08.I.09.4	80	БТ408.03043 ВН08.10113 ВН08.10213	1 1 2	

904-02-26.86

10.55818

1/3

86
Лицо

113

Числ. №-посл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. 4.3

Основное оборудование	Т У Б					Вместимость, м ³
	Номер	Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник		
КПЦ2А-125 КПЦ2А-80	I6	3.08.1.12.4	80	БТ408.03043	I	0,6048
				ВН08.10213	4	
	I7	3.12.1.08.4	I25	БТ412.03043	I	0,6452
				ВН12.10213	2	
	I8	3.12.1.09.4	I25	БТ412.03043	I	0,7259
				ВН12.10113	I	
				ВН12.10213	2	
	I9	3.12.1.12.4	I25	БТ412.03043	I	0,9678
				ВН12.10213	4	

904-02.26.86

24855-01

114

96
Лист

114

Инв № подп	Полисъц и дата	Взамен инв №

904-02.26-86 Альбом I

Таблица 5

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ НА ТРЕНИЕ В ТРУБОПРОВОДАХ НА 1 м, Па/м² (кгс/м²)

Скорость движения теплоноси- теля, м/с	Диаметр трубопровода, мм					
	32	40	50	70	102	150
0,5	<u>200</u> 20,39	<u>119,1</u> 12,14	<u>110,177</u> 11,23	<u>72,3</u> 7,37	<u>46,1</u> 4,7	<u>26,8</u> 2,73
0,7	<u>373,8</u> 38,11	<u>277,2</u> 28,26	<u>204,2</u> 20,82	<u>133,4</u> 13,6	<u>84,6</u> 8,625	<u>50,6</u> 5,155
1,0	<u>725</u> 73,9	<u>535,9</u> 54,63	<u>404,9</u> 41,28	<u>259,5</u> 26,45	<u>163,7</u> 16,69	<u>99,3</u> 10,12
1,2	<u>1018,3</u> 103,8	<u>750</u> 76,47	<u>548,8</u> 55,94	<u>367,5</u> 37,46	<u>231,5</u> 23,6	<u>140</u> 14,275
1,5	<u>1527,4</u> 155,7	<u>1155,6</u> 117,8	<u>944</u> 86,04	<u>555</u> 56,58	<u>354,3</u> 36,12	<u>209,9</u> 21,395
2,0	<u>2639</u> 269	<u>1965</u> 200,3	<u>1476,8</u> 150,54	<u>952,7</u> 97,12	<u>607,3</u> 61,91	<u>365,2</u> 37,23

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. В числителе приведены значения в
единицах МКГСС.

СИ, в знаменателе - в системе

2. Потери давления даны для промежуточного теплоносителя водного раствора хлористого кальция.

904-02-26-86

115
100

115

Таблица 6

КОЭФФИЦИЕНТ C_x ДЛЯ РАСЧЕТА ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ
ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ (раствор $CaCl_2$) ДЛЯ ТП И ВН

Тип теплообменника	Индекс	Коэффициент C_x	
		$(\text{кг} \cdot \text{с}^2) / \text{м}^4$	$(\text{кг} \cdot \text{с}^2) / \text{м}^2$
Теплоутилизатор рекуперативный для систем с промежуточным теплоносителем ТП	ТП.05-TIPK.03	12033	1227
	ТП.05-TIPK.04	12222	1246
	ТП.16-TIPK.03	23751	2421
	ТП.16-TIPK.04	28539	2909
	ТП.25-TIPK.03	39060	3982
	ТП.25-TIPK.04	50526	5150
Базовый тепло- обменник типовых центральных кон- диционеров КТЦ2А (без обводного канала) ВН	Н = 1 м Б = 0,828 м	однорядный двухрядный	II781 24633
	Н = 1 м Б = 1,655 м	однорядный двухрядный	I5246 28224
	Н = 1,25 м Б = 0,828 м	однорядный двухрядный	I3734 27594
	Н = 1,25 м Б = 1,655 м	однорядный двухрядный	I9788 33705
	Н = 1,5 м Б = 1,655 м	однорядный двухрядный	21924 41958
	Н = 2 м Б = 1,655 м	однорядный двухрядный	28476 55692
			2235 4277
			2903 5677

116

21855-01

904-02-26.86

Лист
101

Таблица 7

КОЭФФИЦИЕНТ C_x ДЛЯ РАСЧЕТА ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ
ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ (раствор CaCl_2) ДЛЯ КСк3, КСк4,
КВСБ-ПУЗ и КВББ-ПУЗ

Альбом I

904-02-26.86

Тип теплообменника	Индекс	Коэффициент C_x	
		$(\text{Па} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^4$	$(\text{кг} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^4$
Воздухонагреватель биметаллический со спирально-накатным ограничением	KСк3-II-02ХЛЗА	44730	4560
	KСк3-I2-02ХЛЗА	8360I	8522
	KСк4-I0-02ХЛЗА	22554	2299
	KСк4-II-02ХЛЗА	48384	4932
	KСк4-I2-02ХЛЗА	92610	9440
	KВС I0Б-ПУЗ	24192	2466
	KВС I1Б-ПУЗ	25830	2633
	KВС I2Б-ПУЗ	40824	4161
КВББ-ПУЗ	KВБ I0Б-ПУЗ	25578	2607
	KВБ I1Б-ПУЗ	27279	2781
	KВБ I2Б-ПУЗ	4517I	4605

Ниб. №	Полка №	Алтн.	Взамен №

117

21855-01

904-02-26.86

102

102

Альбом I

904-02-26-86

ГРАНИЧНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ УДАЛЯЕМОГО
ВОЗДУХА $\varphi_{\text{сух}}$, %

$t_{\text{вн2}}$, °C	$t_{\text{вн4}}$, °C			
	- 20	- 30	- 40	- 50
18	26	17,7	11,7	8,7
25	22	15,4	10	7
50	11,5	8,7	5,7	4

Таблица 9

КОЭФИЦИЕНТЫ e_d И b_d

Средняя температура воздуха, °C	e_d	b_d
(- 10) - (-15) и менее	1,7	0,14
(- 5) - (-10)	2,5	0,16
0 - (- 5)	3,7	0,24
0 - 5	3,78	0,352
5 - 10	3,36	0,437
10 - 15	1,73	0,615
15 - 20	- 1,899	0,84
20 - 25	- 9,15	1,2
25 - 30	- 15,96	1,48

118

21.05.55-01

904-02-26.86

Лист

103

Таблица 10

КОЭФФИЦИЕНТЫ ϵ , кДж/кг, и $C_{\text{нас}}$, кДж/(кг.°С)

Альбом

904-02.26.86

Средняя температура промежуточного теплоносителя, °С	Температура замерзания промежуточного теплоносителя, °С				вода
	раствор хлористого кальция				
	- 10	- 20	- 30	- 40	0
(-20)-(-15)	<u>4,216</u> I,13	<u>3,814</u> I,114	<u>3,429</u> I,101	<u>3,035</u> I,093	-
(-15)-(-10)	<u>5,99</u> I,235	<u>5,48</u> I,218	<u>4,953</u> I,193	<u>4,354</u> I,172	-
(-10)-(-5)	<u>7,61</u> I,377	<u>6,942</u> I,344	<u>6,544</u> I,336	<u>5,514</u> I,277	-
(-5)-0	<u>8,89</u> I,708	<u>8,126</u> I,574	<u>7,352</u> I,495	<u>6,46</u> I,457	-
0 - 5	<u>8,86</u> I,804	<u>8,08</u> I,737	<u>7,302</u> I,667	<u>6,423</u> I,587	<u>9,42</u> I,884
5 - 10	<u>7,268</u> I,817	<u>6,636</u> I,976	<u>5,995</u> I,88	<u>5,28</u> I,775	<u>8,374</u> 2,093
10 - 15	<u>3,542</u> 2,428	<u>3,236</u> 2,302	<u>2,922</u> 2,177	<u>2,562</u> 2,039	<u>4,312</u> 2,537
15 - 20	<u>-3,843</u> 2,91	<u>-3,496</u> 2,742	<u>-3,144</u> 2,575	<u>-2,769</u> 2,386	<u>-4,731</u> 3,084
20 - 25	<u>-20,22</u> 3,722	<u>-18,463</u> 3,475	<u>-16,688</u> 3,242	<u>-14,683</u> 2,973	<u>-22,82</u> 4,011
25 - 30	<u>-37,539</u> 4,404	<u>-34,306</u> 4,103	<u>-30,98</u> 3,806	<u>-27,21</u> 3,471	<u>-39,77</u> 4,69

ПРИМЕЧАНИЕ: В числителе приведено значение коэффициента ϵ ,
в знаменателе - $C_{\text{нас}}$.

119

Инв. № подл.	Год письма и дата

21855-01

904-02-26.86

Лист

104

Инв. № подп	Подпись и дата	Взамен № подп

904-02.26-86

Альбом I

Таблица II

ПАРАМЕТРЫ F_0' ДЛЯ ТЕПЛОСУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ ПРИ $W = I$

Ресход возду- ха, тыс. м ³ /ч,	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю													
		2,4				I				I, 3, 5					
		Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v						Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v							
$Z_{\text{ном}}$		0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
		<u>ТУБ на базе 2ПК с ТП-03</u>													
10	6	0,75	0,61	0,52	0,45	0,41	0,38	0,35	0,85	0,67	0,59	0,56	0,56	0,54	0,52
	9	1,13	0,92	0,79	0,69	0,61	0,57	0,52	1,27	1,0	0,85	0,82	0,85	0,82	0,78
	12	1,5	1,22	1,04	0,92	0,82	0,76	0,47	1,7	1,33	1,17	1,13	1,13	1,09	1,04
20	6	0,64	0,52	0,45	0,34	0,34	0,34	0,34	0,75	0,72	0,67	0,61	0,59	0,56	0,53
	9	0,96	0,79	0,67	0,59	0,52	0,52	0,51	1,13	1,08	1,0	0,92	0,89	0,84	0,8
	12	1,27	1,04	0,89	0,79	0,69	0,68	0,68	1,5	1,44	1,33	1,22	1,17	1,12	1,07
31,5	6	0,67	0,54	0,45	0,45	0,45	0,43	0,42	0,67	0,54	0,45	0,45	0,45	0,44	0,42
	9	1,0	0,79	0,67	0,67	0,66	0,64	0,63	1,0	0,79	0,67	0,67	0,66	0,64	0,63
	12	1,33	1,04	0,92	0,89	0,88	0,86	0,84	1,33	1,04	0,92	0,89	0,88	0,86	0,84
40	6	0,75	0,64	0,52	0,47	0,45	0,45	0,45	0,85	0,72	0,69	0,67	0,61	0,59	0,57
	9	1,13	0,92	0,79	0,69	0,67	0,67	0,67	1,27	1,08	1,04	1,0	0,92	0,88	0,85
	12	1,5	1,22	1,04	0,92	0,9	0,9	0,9	1,7	1,44	1,44	1,33	1,27	1,2	1,14

904-02.26-86

100

904

100

100

Инв. №	подпись и дата	взамен инв. №

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч,	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю													
		2,4				1				I, 3, 5					
<i>Lном</i>	Относительный расход воздуха, Z_e												Относительный расход воздуха, Z_b		
	0,5 ! 0,75 ! 1,0 ! 1,25 ! 1,5 ! 1,75 ! 2,0 ! 0,5 ! 1,0,75 ! 1,0 ! 1,25 ! 1,5 ! 1,75 ! 2,0														
63	6	0,67	0,54	0,45	0,45	0,45	0,44	0,42	0,72	0,72	0,64	0,61	0,56	0,54	0,52
	9	1,0	0,79	0,67	0,67	0,67	0,65	0,63	1,08	1,08	0,96	0,92	0,85	0,82	0,78
	12	1,33	1,04	0,92	0,89	0,85	0,85	0,84	1,5	1,44	1,33	1,22	1,13	1,1	1,04
80	6	0,75	0,61	0,52	0,47	0,45	0,45	0,45	0,85	0,72	0,69	0,67	0,61	0,59	0,57
	9	1,13	0,92	0,79	0,69	0,67	0,67	0,67	1,27	1,08	1,04	1,0	0,92	0,88	0,85
	12	1,5	1,22	1,04	0,92	0,9	0,9	0,9	1,7	1,44	1,44	1,33	1,27	1,2	1,14
125	6	0,79	0,61	0,54	0,47	0,45	0,45	0,45	0,93	0,87	0,8	0,74	0,7	0,64	0,63
	9	1,17	0,92	0,79	0,69	0,68	0,68	0,68	1,39	1,31	1,2	1,11	1,04	1,0	0,95
	12	1,56	1,22	1,08	0,96	0,9	0,9	0,9	1,85	1,75	1,6	1,48	1,4	1,33	1,26

ТУБ на базе 2ПК с ТН-04

21055-01	8	0,82	0,67	0,56	0,52	0,45	0,42	0,39	0,92	0,75	0,64	0,56	0,52	0,52	0,52
	I2	1,22	1,0	0,85	0,75	0,69	0,64	0,59	1,38	1,13	0,96	0,85	0,79	0,79	0,78
	I6	1,63	1,33	1,13	1,0	0,92	0,85	0,78	1,86	1,5	1,27	1,13	1,04	1,04	1,04
20	8	0,72	0,56	0,49	0,43	0,34	0,34	0,33	0,82	0,67	0,67	0,64	0,59	0,57	0,55
	I2	1,08	0,85	0,72	0,64	0,59	0,55	0,5	1,22	1,0	1,0	0,96	0,89	0,86	0,82
	I6	1,44	1,13	0,96	0,85	0,79	0,72	0,66	1,63	1,38	1,33	1,27	1,17	1,13	1,09

904-02-26-86

106

127

Наб. № подл	Подпись и дата	Взамен чиа. №

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м³/ч,	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю													
		2,4			1			I, 3, 5							
		Относительный расход воздуха, Z_v						Относительный расход воздуха, Z_v							
$Z_{\text{ном}}$		0,5	10,75	I,0	I,25	I,5	I,75	2,0	0,5	10,75	I,0	I,25	I,5	I,75	2,0
81,5	8	0,72	0,59	0,52	0,45	0,43	0,43	0,43	0,72	0,59	0,52	0,45	0,43	0,43	0,43
	I2	I,08	I,09	I,75	I,67	I,64	I,64	I,64	I,08	I,09	I,75	I,67	I,64	I,64	I,64
	I6	I,5	I,I7	I,0	I,89	I,86	I,86	I,86	I,5	I,I7	I,0	I,89	I,86	I,86	I,86
40	8	0,85	0,67	0,59	0,52	0,47	0,45	0,42	0,92	0,75	0,67	0,67	0,64	0,61	0,58
	I2	I,5	I,04	I,89	I,79	I,69	I,66	I,63	I,38	I,I3	I,0	I,0	I,0	I,96	I,92
	I6	I,7	I,38	I,I7	I,04	I,92	I,88	I,85	I,86	I,5	I,38	I,33	I,27	I,22	I,I7
63	8	0,72	0,59	0,52	0,45	0,43	0,43	0,43	0,82	0,67	0,67	0,61	0,59	0,57	0,54
	I2	I,08	I,09	I,75	I,67	I,64	I,64	I,64	I,22	I,0	I,0	I,0	I,92	I,89	I,84
	I6	I,5	I,I7	I,0	I,89	I,86	I,86	I,86	I,63	I,38	I,33	I,27	I,I7	I,I3	I,08
80	8	0,85	0,69	0,59	0,52	0,47	0,45	0,42	0,92	0,75	0,67	0,67	0,64	0,61	0,58
	I2	I,27	I,04	I,89	I,79	I,69	I,66	I,63	I,38	I,I3	I,0	I,0	I,0	I,96	I,92
	I6	I,7	I,38	I,I7	I,04	I,92	I,88	I,85	I,86	I,5	I,38	I,33	I,27	I,22	I,I7
125	8	0,85	0,69	0,59	0,52	0,47	0,45	0,42	0,99	0,87	0,84	0,76	0,72	0,68	0,65
	I2	I,27	I,04	I,89	I,79	I,72	I,67	I,63	I,48	I,3	I,26	I,I4	I,07	I,02	I,97
	I6	I,7	I,38	I,I7	I,04	I,96	I,9	I,85	I,98	I,74	I,68	I,52	I,43	I,36	I,3

904-02-26-86

21855-01

122

107

Марк

225

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взятое изв.№
-------------	----------------	--------------

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. II

Расход воздуха, тыс. м ³ /ч,	Число рядов трубок по ходу воздуха	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю													
		2,4				1				I, 3, 5					
		Относительный расход воздуха, Z_v						Относительный расход воздуха, Z_v							
$Z_{\text{ном}}$		0,5	10,75	I,0	I,25	I,5	I,75	2,0	0,5	10,75	I,0	I,25	I,5	I,75	I,2,0

ТУБ на базе ЗЛК с КСк 8

10	6	I,17	0,92	0,96	0,89	0,85	0,8	0,76	I,56	I,33	I,2	I,08	I,04	0,97	0,91
	9	I,7	I,44	I,44	I,33	I,27	I,2	I,13	2,33	2,03	I,78	I,63	I,56	I,44	I,36
	I2	2,33	I,86	I,94	I,78	I,7	I,6	I,51	3,17	2,7	2,45	2,23	2,03	I,92	I,82
20	6	0,96	0,96	0,89	0,82	0,75	0,72	0,68	I,56	I,33	I,17	I,04	0,96	0,91	0,86
	9	I,44	I,44	I,33	I,22	I,13	I,07	I,02	2,33	I,84	I,78	I,56	I,44	I,37	I,29
	I2	I,94	I,94	I,78	I,63	I,5	I,43	I,36	3,17	2,7	2,33	2,125	I,94	I,83	I,72
31,5	6	0,92	0,92	0,85	0,79	0,72	0,69	0,66	0,92	0,92	0,85	0,79	0,72	0,69	0,66
	9	I,38	I,38	I,27	I,17	I,08	I,00	0,99	I,38	I,38	I,27	I,17	I,08	I,04	0,99
	I2	I,86	I,86	I,7	I,56	I,44	I,38	I,32	I,86	I,86	I,7	I,56	I,44	I,38	I,32
40	6	I,08	0,92	0,92	0,85	0,79	0,7	0,72	I,5	I,27	I,13	I,04	I,0	0,93	0,87
	9	I,63	I,38	I,38	I,27	I,22	I,15	I,09	2,33	I,94	I,7	I,56	I,5	I,4	I,31
	I2	2,23	I,86	I,86	I,7	I,63	I,54	I,45	3,0	2,57	2,33	2,125	I,94	I,84	I,74
63	6	0,92	0,92	0,85	0,79	0,72	0,68	0,65	I,33	I,17	I,04	0,96	0,89	0,84	0,78
	9	I,38	I,38	I,27	I,17	I,08	I,03	0,98	2,03	I,78	I,56	I,44	I,33	I,25	I,17
	I2	I,86	I,86	I,7	I,56	I,44	I,38	I,31	2,7	2,33	2,03	I,86	I,78	I,67	I,56

904-02-26-86

001

002

1/23

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч,	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю													
		2,4				1				1, 3, 5					
		Относительный расход воздуха, Z_v						Относительный расход воздуха, Z_v							
<i>l_{an}</i>		0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0

80	6	I,13	0,92	0,92	0,85	0,79	0,76	0,72	I,5	I,27	I,17	I,04	I,0	I,93	0,87
	9	I,63	I,38	I,38	I,27	I,22	I,15	I,09	2,33	I,78	I,7	I,56	I,5	I,39	I,31
	I2	2,23	I,86	I,86	I,7	I,63	I,54	I,45	3,0	2,57	2,33	2,I25	I,94	I,84	I,74
I25	6	I,13	0,92	0,92	0,85	0,82	I,78	0,73	I,69	I,44	I,28	I,16	I,07	I,01	0,95
	9	0,62	I,38	I,39	I,27	I,22	I,17	I,10	2,54	2,16	I,92	I,74	I,61	I,52	I,42
	I2	2,23	I,86	I,86	I,7	I,63	I,55	I,46	3,38	2,87	2,55	2,32	2,I5	2,04	I,9

ТУБ на базе 2ПК с КСк 4

I0	8	I,38	I,08	0,96	I,0	0,96	0,93	0,89	I,56	I,5	I,38	I,27	I,22	I,17	I,1
	I2	2,03	I,63	I,44	I,5	I,44	I,38	I,33	2,33	2,23	2,03	2,03	I,86	I,76	I,65
	I6	2,7	2,I25	I,7	I,94	I,94	I,9	I,77	3,I7	3,0	2,7	2,57	2,45	2,34	2,2
I20	8	I,17	0,96	I,0	0,92	0,89	0,85	0,82	I,78	I,5	I,38	I,27	I,22	I,15	I,08
	I2	I,74	I,54	I,58	I,38	I,28	I,28	I,27	2,57	2,33	2,I25	I,94	I,78	I,7	I,62
	I6	2,33	I,94	I,94	I,86	I,78	I,71	I,64	3,55	3,0	2,85	2,57	2,45	2,3	2,16
I31,5	8	I,13	0,92	0,96	0,92	0,85	0,83	0,8	I,13	0,92	0,96	0,92	0,85	0,83	0,8
	I2	I,7	I,44	I,44	I,38	I,27	I,23	I,19	I,7	I,44	I,44	I,38	I,27	I,23	I,19
	I6	2,23	I,86	I,94	I,78	I,7	I,65	I,6	2,23	I,86	I,94	I,78	I,7	I,65	I,6

904-02-26-86

2/855/01/10/

10/1

427

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №:
--------------	----------------	----------------

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Число рядов трубок по ходу воздуха	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю																			
		2,4	1	I, 3, 5																	
<i>Z_{нон}</i>		Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v																			
<i>Z_{нон}</i>		0,5	10,75	1	1,0	11,25	1	1,5	11,75	1	2,0	0,5	10,75	1	1,0	11,25	1	1,5	11,75	1	2,0
40	8	I,27	I,04	0,96	0,96	0,92	0,89	0,86	I,5	I,44	I,33	I,22	I,I7	I,I2	I,07						
	I2	I,94	I,56	I,44	I,44	I,38	I,33	I,28	2,33	2,23	2,03	I,86	I,78	I,69	I,6						
	I6	2,57	2,03	I,86	I,94	I,86	I,78	I,71	3,0	2,85	2,7	2,45	2,45	2,3	2,14						
63	8	I,I3	0,92	0,96	0,92	0,85	0,83	0,8	I,5	I,33	I,22	I,I3	I,08	I,03	0,98						
	I2	I,7	I,44	I,44	I,38	I,27	I,23	I,19	2,33	2,03	I,86	I,7	I,63	I,55	I,46						
	I6	2,23	I,86	I,94	I,78	I,7	I,65	I,6	3,0	2,7	2,45	2,33	2,I25	2,04	I,95						
80	8	I,27	I,04	0,96	0,96	0,92	0,89	0,86	I,5	I,44	I,33	I,22	I,I7	I,I2	I,07						
	I2	I,94	I,56	I,44	I,44	I,38	I,33	I,28	2,33	2,33	2,03	I,86	I,78	I,69	I,6						
	I6	2,57	2,03	I,86	I,94	I,86	I,78	I,71	3,0	2,85	2,7	2,45	2,33	2,24	2,14						
125	8	I,33	I,04	0,92	0,96	0,92	0,91	0,86	I,88	I,65	I,5	I,39	I,30	I,24	I,18						
	I2	I,94	I,56	I,38	I,44	I,38	I,34	I,29	2,82	2,48	2,25	2,08	I,95	I,86	I,77						
	I6	2,57	2,I25	I,86	I,94	I,86	I,79	I,72	3,76	3,3	3,0	2,78	2,6	2,47	2,35						

ТУБ на базе ЗЛК с КВСБ-ПУЗ

6	I,04	0,82	0,79	0,72	0,67	0,63	0,59	I,33	I,08	0,96	0,85	0,79	0,74	0,68	
I0	9	I,56	I,22	I,I7	I,08	I,0	0,94	0,88	I,94	I,63	I,44	I,27	I,I7	I,09	I,01
12	2,03	I,63	I,56	I,44	I,33	I,25	I,18	2,7	2,23	I,94	I,7	I,56	I,45	I,35	

904-02-26-86

01855-01

170

Марк

175

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч,	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Диам.	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю													
			2,4						1			I, 3, 5				
			Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v						Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v							
			0,5	10,75	I, 0	I, 25	I, 5	I, 75	2,0	0,5	10,75	I, 0	I, 25	I, 5	I, 75	2,0
20	6	0,85	0,79	0,69	0,64	0,59	0,55	0,51	I, 27	I, 04	0,89	0,79	0,72	0,65	0,61	
	9	I, 27	I, 17	I, 04	0,96	0,89	0,83	0,77	I, 94	I, 56	I, 33	I, 17	I, 08	I, 0	0,91	
	I2	I, 7	I, 56	I, 44	I, 27	I, 17	I, I	I, 03	2,57	2,03	I, 78	I, 56	I, 44	I, 32	I, 21	
31,5	6	0,82	0,75	0,67	0,61	0,56	0,52	0,48	0,82	0,75	0,67	0,61	0,56	0,52	0,48	
	9	I, 22	I, 13	I, 0	0,89	0,85	0,79	0,73	I, 22	I, 13	I, 0	0,89	0,82	0,79	0,73	
	I2	I, 63	I, 5	I, 33	I, 22	I, 13	I, 05	0,97	I, 63	I, 5	I, 33	I, 17	I, 13	I, 05	0,97	
40	6	0,96	0,79	0,75	0,67	0,64	0,6	0,55	I, 22	I, 0	0,89	0,82	0,72	0,67	0,63	
	9	I, 44	I, 17	I, 13	I, 0	0,96	0,9	0,83	I, 86	I, 56	I, 33	I, 22	I, 08	I, 0	0,95	
	I2	I, 94	I, 56	I, 5	I, 38	I, 22	I, 17	I, I	2,45	2,03	I, 78	I, 63	I, 5	I, 38	I, 26	
63	6	0,82	0,75	0,67	0,61	0,56	0,52	0,48	I, 08	0,92	0,79	0,69	0,64	0,6	0,55	
	9	I, 22	I, 13	I, 0	0,89	0,85	0,79	0,73	I, 63	I, 38	I, 17	I, 04	0,96	0,89	0,82	
	I2	I, 63	I, 5	I, 33	I, 22	I, 13	I, 05	0,97	2,23	I, 78	I, 56	I, 38	I, 27	I, 18	I, 09	
80	6	0,96	0,79	0,75	0,67	0,64	0,6	0,55	I, 22	I, 04	0,89	0,82	0,72	0,67	0,63	
	9	I, 44	I, 17	I, 13	I, 0	0,96	0,9	0,83	I, 86	I, 56	I, 33	I, 22	I, 08	I, 03	0,95	
	I2	I, 94	I, 56	I, 5	I, 38	I, 22	I, 17	I, I	2,45	2,03	I, 78	I, 63	I, 5	I, 38	I, 26	

904-02-26-86

101855-01/96

126

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч,	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю																			
		2,4			1			I, 3, 5			\bar{Z}_v			\bar{Z}_v							
$Z_{ном}$		0,5	1	0,75	I,0	II,25	I	I,5	II,75	12,0	I	0,5	10,75	I	I,0	II,25	I	I,5	II,75	I	2,0
I25	6	0,96	0,75	0,72	0,67	0,61	0,58	0,54	I,34	I,09	0,94	0,84	0,76	0,7	0,65						
	9	I,44	I,I3	I,08	I,0	0,92	0,86	0,81	2,01	I,64	I,41	I,25	I,14	I,05	0,97						
	I2	I,86	I,5	I,5	I,33	I,22	I,15	I,08	2,68	2,19	I,88	I,67	I,51	I,4	I,3						

ТУБ на базе ЗЛК с КЕББ-ПУЗ

IO	8	I,27	I,0	0,82	0,82	0,79	0,64	0,69	I,44	I,33	I,I3	I,04	0,96	0,89	0,82						
	I2	I,94	I,5	I,22	I,22	I,17	I,1	I,04	2,I25	I,94	I,7	I,56	I,44	I,33	I,23						
	I6	2,57	I,94	I,63	I,63	I,56	I,47	I,39	2,85	2,57	2,33	2,03	I,86	I,75	I,64						

20	8	I,08	0,82	0,82	0,75	0,69	0,65	0,61	I,5	I,27	I,08	0,96	0,89	0,82	0,75						
	I2	I,63	I,22	I,22	I,I3	I,04	0,98	0,92	2,33	I,86	I,63	I,44	I,33	I,26	I,2						
	I6	2,I25	I,63	I,63	I,5	I,38	I,3	I,22	3,0	2,45	2,I25	I,94	I,78	I,63	I,49						

31,5	8	0,96	0,75	0,72	0,67	0,64	0,6	0,56	0,96	0,75	0,72	0,67	0,64	0,6	0,56						
	I2	I,44	I,I3	I,08	I,0	0,96	0,9	0,83	I,44	I,I3	I,08	I,0	0,96	0,9	0,83						
	I6	I,94	I,5	I,44	I,38	I,27	I,19	I,11	I,94	I,5	I,44	I,34	I,27	I,19	I,11						

40	8	I,17	0,89	0,75	0,75	0,72	0,67	0,63	I,27	I,22	I,04	0,96	0,89	0,82	0,75						
	I2	I,78	I,33	I,13	I,13	I,08	I,0	0,95	I,94	I,78	I,56	I,44	I,33	I,23	I,13						
	I6	2,33	I,78	I,5	I,5	I,44	I,36	I,27	2,57	2,45	2,I25	I,94	I,78	I,65	I,51						

904-02-26-86

40-355-5-1

127

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

Расход воз- духа, тыс. м ³ /ч, по хо- ду воз- духа	Число рядов трубок	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю													
		2,4						1							
		Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v						Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v							
Литер		0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	10,5	10,75	1,0	1,25	1,5	1,75	12,0

		8	0,96	0,75	0,72	0,67	0,64	0,6	0,56	1,22	1,04	0,92	0,82	0,75	0,7	0,65
	I2	I,44	I,13	I,08	I,0	0,96	0,9	0,83	I,86	I,56	I,38	I,22	I,I3	I,05	I,98	
	I6	I,94	I,5	I,44	I,38	I,27	I,I9	I,II	2,45	2,I25	I,86	I,63	I,5	I,4	I,3	

		8	I,I7	0,89	0,75	0,75	0,72	0,67	0,63	I,27	I,22	I,04	0,96	0,89	0,82	0,75
	I2	I,78	I,33	I,13	I,13	I,08	I,0	0,95	I,94	I,78	I,56	I,44	I,33	I,23	I,I3	
	I6	2,33	I,78	I,5	I,5	I,44	I,36	I,27	2,57	2,45	2,I25	I,94	I,78	I,65	I,51	

		8	I,I7	0,89	0,75	0,72	0,69	0,65	0,62	I,56	I,29	I,I2	I,0	0,9I	0,84	0,78
	I2	I,7	I,33	I,13	I,08	I,04	0,98	0,93	2,34	I,94	I,68	I,5	I,37	I,28	I,I8	
	I6	2,33	I,78	I,5	I,44	I,38	I,3I	I,24	3,I2	2,58	2,24	2,0	I,82	I,7	I,57	

ТУБ на базе КПЦ 2A с ВН

		8	I,33	I,04	I,0	I,04	I,0	0,95	0,9I	I,33	I,04	I,0	I,04	I,0	0,95	0,9I
	I0	I,63	I,33	I,27	I,27	I,22	I,18	I,14	I,63	I,33	I,27	I,27	I,22	I,I8	I,I4	
	I2	I,94	I,56	I,5	I,56	I,5	I,43	I,36	I,94	I,56	I,5	I,56	I,5	I,43	I,36	

		8	I,63	I,5	I,38	I,33	I,22	I,16	I,II	I,08	I,5	I,38	I,33	I,22	I,16	I,II
	I0	2,03	I,94	I,78	I,63	I,5	I,45	I,39	2,03	I,94	I,78	I,63	I,5	I,45	I,39	
	I2	2,45	2,33	2,I25	I,94	I,86	I,76	I,67	2,45	2,33	2,I25	I,94	I,86	I,76	I,67	

904-02-26-86

2185501

113

МС

1128

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

904-02-26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

L _{ном}	Расход воздуха, м ³ /ч	Число рядов трубок по ходу воздуха	Тип обвязки ТУВ по теплоносителю													
			2,4						I						I, 3, 5	
			Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v						Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v							
			0,5	10,75	I,0	I,25	I,5	I,75	2,0	0,5	10,75	I,0	I,25	I,5	I,75	2,0
31,5	8	I,94	I,7	I,5	I,44	I,33	I,26	I,2	I,94	I,7	I,5	I,44	I,33	I,26	I,2	
		I,0	2,45	2,I25	I,94	I,78	I,63	I,56	I,5	2,45	2,I25	I,94	I,78	I,63	I,56	I,5
		I,2	2,85	2,57	2,33	2,I25	2,03	I,91	I,8	2,85	2,57	2,33	2,I25	2,03	I,91	I,8
40	8	I,38	I,38	I,22	I,22	I,13	I,08	I,03	I,94	I,7	I,5	I,38	I,33	I,25	I,18	
		I,0	I,78	I,78	I,5	I,5	I,44	I,36	I,29	2,45	2,I25	I,94	I,78	I,63	I,55	I,48
		I,2	2,I25	2,I25	I,78	I,78	I,7	I,67	I,55	2,85	2,57	2,33	2,I25	I,94	I,86	I,78
63	8	I,94	I,7	I,44	I,38	I,33	I,26	I,2	2,23	I,94	I,7	I,56	I,5	I,41	I,32	
		I,0	2,45	2,I25	I,78	I,78	I,63	I,56	I,5	2,85	2,45	2,I25	I,94	I,86	I,76	I,65
		I,2	2,85	2,57	2,I25	2,I25	2,03	I,91	I,8	3,35	2,85	2,57	2,33	2,23	2,1	I,98
80	8	I,44	I,44	I,22	I,22	I,17	I,1	I,06	2,03	I,7	I,56	I,44	I,38	I,3	I,22	
		I,0	I,78	I,78	I,56	I,78	I,44	I,38	I,33	2,45	2,I25	I,94	I,78	I,7	I,63	I,52
		I,2	2,I25	2,I25	I,86	2,I25	I,78	I,69	I,59	2,85	2,57	2,33	2,23	2,03	I,93	I,83
125	8	I,94	I,7	I,44	I,44	I,33	I,26	I,2	2,23	I,94	I,7	I,56	I,5	I,41	I,32	
		I,0	2,45	2,I25	I,78	I,78	I,63	I,56	I,5	2,85	2,45	2,I25	2,03	I,86	I,76	I,65
		I,2	2,85	2,57	2,I25	2,I25	2,03	I,91	I,8	3,35	2,85	2,57	2,33	2,23	2,II	I,99

904-02-26-86

111

120

129

Инв. № подл. Подпись и дата взам. инв. №

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

Расход воздуха, тыс. м ³ /ч,	Число рядов трубок по ходу воздуха	Тип обвязки ТУВ по теплоносителю													
		2,4			I			I, 3, 5							
		Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v			Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v										
$Z_{\text{ном}}$		0,5	1,0,75	1,0	1,25	1,25	1,75	2,0	0,5	1,0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0

ТУВ на базе КПЦ 2А с ТНЛ-03

904-02-26-86	10	6	0,75	0,61	0,52	0,45	0,41	0,38	0,35	0,85	0,67	0,59	0,56	0,56	0,54	0,52
	9	I,13	0,92	0,79	0,69	0,61	0,57	0,52	I,27	I,0	0,85	0,82	0,85	0,82	0,78	
	I2	I,5	I,22	I,04	I,92	I,82	I,76	I,7	I,33	I,17	I,13	I,13	I,09	I,04		
21/25/55 1/1	20	6	0,84	0,68	0,58	0,51	0,46	0,45	0,45	0,84	0,68	0,58	0,51	0,46	0,45	0,45
	9	I,26	I,02	0,87	0,77	0,74	0,69	0,68	I,26	I,02	0,87	0,77	0,74	0,69	0,68	
	I2	I,69	I,36	I,16	I,03	I,01	I,92	I,9	I,69	I,36	I,16	I,03	I,01	0,92	0,9	
21/25/55 1/1	31,5	6	0,77	0,62	0,53	0,47	0,45	0,45	0,45	0,85	0,71	0,7	0,67	0,62	0,6	0,57
	9	I,15	0,92	0,79	0,7	0,66	0,66	0,66	I,27	I,07	I,06	I,0	0,94	0,9	0,86	
	I2	I,53	I,23	I,05	I,93	I,88	I,88	I,88	I,7	I,42	I,41	I,34	I,25	I,2	I,14	
21/25/55 1/1	40	6	0,75	0,64	0,52	0,47	0,45	0,45	0,45	0,85	0,72	0,69	0,67	0,61	0,59	0,57
	9	I,13	0,92	0,79	0,69	0,67	0,67	0,67	I,27	I,08	I,04	I,0	0,92	0,88	0,85	
	I2	I,5	I,22	I,04	I,92	I,9	I,9	I,9	I,7	I,44	I,44	I,33	I,27	I,2	I,14	
21/25/55 1/1	63	6	0,77	0,62	0,53	0,47	0,45	0,45	0,45	0,85	0,71	0,7	0,67	0,62	0,6	0,57
	9	I,15	0,92	0,79	0,7	0,66	0,66	0,66	I,27	I,07	I,06	I,0	0,94	I,2	0,86	
	I2	I,53	I,23	I,05	I,93	I,88	I,88	I,88	I,7	I,42	I,41	I,34	I,25	I,2	I,14	

157

Мар

150

067

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. II

L _{ном}	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Число рядов трубок по ходу воздуха	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю														
			2,4				1				I, 3, 5						
			Относительный расход воздуха, \bar{Z}_B						Относительный расход воздуха, \bar{Z}_B								
			0,5	1	0,75	I,0	I,25	I,5	I,75	2,0	0,5	10,75	I,0	I,25	I,5	I,75	12,0
904-02-26-86	80	6	0,75	0,61	0,52	0,47	0,45	0,45	0,45	0,85	0,72	0,69	0,67	0,61	0,59	0,57	
		9	I,13	0,92	0,79	0,69	0,67	0,67	0,67	I,27	I,08	I,04	I,0	0,92	0,88	0,85	
		I2	I,5	I,22	I,04	0,92	0,9	0,9	0,9	I,7	I,44	I,44	I,33	I,27	I,2	I,14	
131	I25	6	0,77	0,62	0,53	0,47	0,45	0,45	0,45	0,85	0,71	0,71	0,66	0,63	0,6	0,57	
		9	I,16	0,93	0,79	0,7	0,68	0,68	0,68	I,28	I,07	I,06	0,99	0,94	0,9	0,86	
		I2	I,54	I,24	I,06	0,94	0,9	0,9	0,9	I,7	I,42	I,41	I,32	I,25	I,2	I,14	
<u>ТУБ на базе КПЦ 2А с ТП-04</u>																	
131	I10	8	0,82	0,67	0,56	0,52	0,45	0,42	0,39	0,92	0,75	0,64	0,56	0,52	0,57	0,55	
		I2	I,22	I,0	0,85	0,75	0,69	0,64	0,59	I,38	I,13	0,96	0,85	0,79	0,86	0,82	
		I6	I,63	I,33	I,13	I,0	0,92	0,85	0,78	I,86	I,5	I,27	I,13	I,04	I,13	I,09	
131	20	8	0,93	0,75	0,65	0,57	0,52	0,48	0,44	0,93	0,75	0,65	0,57	0,52	0,48	0,44	
		I2	I,4	I,13	0,97	0,86	0,78	0,73	0,67	I,4	I,13	0,97	0,86	0,78	0,73	0,67	
		I6	I,87	I,5	I,29	I,15	I,04	0,97	0,89	I,87	I,5	I,29	I,15	I,04	0,97	0,89	
131	31,5	8	0,85	0,69	0,59	0,52	0,47	0,45	0,42	0,92	0,75	0,67	0,67	0,6	0,6	0,59	
		I2	I,28	I,03	0,88	0,77	0,7	0,66	0,63	I,38	I,13	I,0	I,0	0,91	0,9	0,88	
		I6	I,7	I,37	I,17	I,03	0,94	0,9	0,84	I,85	I,51	I,33	I,33	I,22	I,2	I,17	

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч,	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю													
		2,4	1	I, 3, 5											
		0,5	10,75	I,0	I,25	I,5	I,75	2,0	0,5	10,75	I,0	I,25	I,5	I,75	2,0
40	I2	0,85	0,67	0,59	0,52	0,47	0,45	0,42	0,92	0,75	0,67	0,67	0,64	0,61	0,58
	I6	I,5	I,04	0,89	0,79	0,69	0,66	0,63	I,38	I,I3	I,0	I,0	0,96	0,92	0,88
	I6	I,7	I,38	I,I7	I,04	0,92	0,88	0,85	I,86	I,5	I,38	I,33	I,27	I,22	I,I7
63	I2	0,85	0,69	0,59	0,52	0,47	0,45	0,42	0,92	0,75	0,67	0,67	0,64	0,61	0,58
	I6	I,28	I,03	0,88	0,77	0,7	0,66	0,63	I,38	I,I3	I,0	I,0	0,96	0,92	0,88
	I6	I,7	I,37	I,I7	I,03	0,94	0,9	0,84	I,85	I,5I	I,33	I,33	I,28	I,23	I,I7
80	I2	0,85	0,69	0,59	0,52	0,47	0,45	0,42	0,92	0,75	0,67	0,67	0,64	0,61	0,58
	I6	I,27	I,04	0,89	0,79	0,69	0,66	0,63	I,38	I,I3	I,0	I,0	0,96	0,92	0,88
	I6	I,7	I,38	I,I7	I,04	0,92	0,88	0,85	I,86	I,5	I,38	I,33	I,27	I,22	I,I7
125	I2	0,85	0,69	0,59	0,52	0,47	0,45	0,42	0,92	0,75	0,67	0,67	0,64	0,62	0,59
	I6	I,28	I,04	0,88	0,77	0,7	0,67	0,63	I,38	I,I3	I,0	I,0	0,96	0,92	0,88
	I6	I,7	I,39	I,I7	I,03	0,94	0,9	0,84	I,85	I,5I	I,33	I,33	I,28	I,24	I,I7

ТУБ на базе КПШ 2A с ИСк3

10	6	I,I7	0,92	0,96	0,89	0,85	0,8	0,76	I,56	I,33	I,22	I,08	I,04	0,97	0,91
	9	I,76	I,38	I,44	I,33	I,28	I,2I	I,14	2,34	I,99	I,83	I,62	I,56	I,46	I,36
	I2	2,35	I,84	I,92	I,77	I,7	I,6	I,5I	3,I3	2,65	2,44	2,I7	2,08	I,95	I,82

904-02-26-86

2/1855-01

1/32

1/32

ННЛ № подл. Подпись и дата взам. инв. №:

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Число рядов трубок по ходу воздуха	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю											
		2,4				1				I, 3, 5			
		Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v						Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v					
$Z_{ном}$		0,5	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	0,5	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
20	6	I,22	0,96	0,92	0,89	0,85	0,81	0,77	I,22	0,96	0,92	0,89	0,85
	9	I,83	I,44	I,38	I,33	I,28	I,22	I,16	I,83	I,44	I,38	I,33	I,28
	I2	2,44	I,92	I,84	I,77	I,7	I,63	I,55	2,44	I,92	I,84	I,77	I,7
31,5	6	I,08	0,96	0,92	0,85	0,82	I,78	0,73	I,5	I,27	I,I7	I,04	I,0
	9	I,62	I,44	I,38	I,28	I,23	I,16	I,09	I,I2	I,91	I,76	I,56	I,5
	I2	2,I7	I,92	I,84	I,7	I,64	I,55	I,45	3,0	2,54	2,34	2,08	2,0
40	6	I,04	0,89	0,85	0,82	0,75	I,72	0,68	I,38	I,22	I,08	I,0	0,92
	9	I,56	I,33	I,28	I,23	I,13	I,08	I,02	2,07	I,83	I,62	I,5	I,38
	I2	2,08	I,77	I,7	I,64	I,51	I,44	I,37	2,76	2,44	2,I7	2,0	I,84
63	6	I,08	0,85	0,89	0,82	0,79	0,75	0,71	I,44	I,27	I,I3	I,04	0,96
	9	I,62	I,28	I,33	I,23	I,18	I,12	I,06	2,16	I,91	I,69	I,56	I,44
	I2	2,I7	I,7	I,77	I,64	I,57	I,5	I,42	2,88	2,54	2,25	2,08	I,92
80	6	I,04	0,92	0,92	0,85	0,79	0,76	0,72	I,5	I,27	I,I7	I,04	I,0
	9	I,56	I,38	I,38	I,28	I,18	I,13	I,09	I,I2	I,91	I,76	I,56	I,5
	I2	2,08	I,84	I,84	I,7	I,57	I,51	I,45	3,0	2,54	2,34	2,08	2,0

904-02-26-86

2/169801/133

133

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч, Zном	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю													
		2,4						1			1, 3, 5				
		Относительный расход воздуха, Z_v						Относительный расход воздуха, Z_v							
		0,5	10,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0

I25	6	1,04	0,92	0,92	0,85	0,82	0,79	0,73	1,5	1,32	1,17	1,08	1,0	0,94	0,88
	9	1,56	1,38	1,38	1,28	1,23	1,16	1,09	1,12	1,99	1,76	1,62	1,5	1,41	1,32
	12	2,08	1,84	1,84	1,7	1,64	1,55	1,46	3,0	2,65	2,34	2,17	2,0	1,88	1,76

ТУБ на базе КПЦ 2А с КСи4

I0	8	1,27	1,08	0,96	1,0	0,96	0,93	0,89	1,56	1,5	1,38	1,27	1,22	1,17	1,1
I2	12	1,91	1,62	1,44	1,5	1,44	1,39	1,33	2,35	2,25	2,07	1,91	1,83	1,74	1,65
I6	16	2,54	2,17	1,92	2,0	1,92	1,85	1,77	3,13	3,0	2,76	2,55	2,44	2,34	2,2

I0	8	1,44	1,17	0,96	0,96	0,96	0,93	0,89	1,44	1,13	0,96	0,96	0,96	0,93	0,89
I2	12	2,16	1,69	1,44	1,44	1,44	1,4	1,35	2,16	1,69	1,44	1,44	1,44	1,4	1,35
I6	16	2,88	2,25	1,92	1,92	1,92	1,85	1,77	2,88	2,26	1,92	1,92	1,92	1,89	1,77

I0	8	1,27	1,04	0,96	0,92	0,92	0,89	0,86	1,5	1,44	1,32	1,27	1,17	1,12	1,07
I2	12	1,91	1,56	1,44	1,38	1,38	1,34	1,29	2,25	2,16	1,99	1,81	1,76	1,68	1,6
I6	16	2,54	2,08	1,92	1,85	1,85	1,79	1,72	3,0	2,88	2,65	2,55	2,35	2,25	2,14

I0	8	1,27	1,04	0,92	0,92	0,92	0,89	0,86	1,5	1,44	1,32	1,27	1,17	1,12	1,07
I2	12	1,91	1,56	1,38	1,38	1,38	1,34	1,29	2,25	2,16	1,99	1,91	1,76	1,68	1,6
I6	16	2,54	2,08	1,85	1,85	1,85	1,79	1,71	3,0	2,88	2,65	2,55	2,35	2,25	2,14

904-02-26-86

218355-01

110

134

134

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м³/ч,	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю													
		2,4							I, 3, 5						
		Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v I							Относительный расход воздуха, \bar{Z}_v						
д/ном		0,5	10,75	I,0	I,25	I,5	I,75	2,0	0,5	10,75	I,0	I,25	I,5	I,75	2,0
63	8	I,27	I,04	0,96	0,92	0,92	0,89	0,86	I,5	I,44	I,32	I,27	I,I7	I,I2	I,07
	I2	I,9I	I,56	I,44	I,38	I,38	I,34	I,29	2,25	2,16	1,99	I,9I	I,76	I,68	I,6
	I6	2,54	2,08	I,92	I,85	I,85	I,79	I,7I	3,0	2,88	2,65	2,55	2,35	2,25	2,I4
80	8	I,27	I,04	0,92	0,92	0,92	0,89	0,86	I,5	I,44	I,32	I,27	I,I7	I,I2	I,07
	I2	I,9I	I,56	I,38	I,38	I,38	I,34	I,29	2,25	2,16	1,99	I,9I	I,76	I,68	I,6
	I6	2,54	2,08	I,85	I,85	I,85	I,79	I,7I	3,0	2,88	2,65	2,55	2,35	2,25	2,I4
125	8	I,32	I,04	0,92	0,92	0,92	0,89	0,86	I,56	I,44	I,38	I,27	I,I7	I,I2	I,07
	I2	I,99	I,56	I,38	I,38	I,38	I,34	I,29	2,35	2,16	2,07	I,9I	I,76	I,68	I,6
	I6	2,65	2,08	I,85	I,85	I,85	I,79	I,7I	3,13	2,88	2,76	2,55	2,35	2,25	2,I4

ПРИМЕЧАНИЕ: Типы обвязки ТУБ по теплоносителю приведены в альбоме 4.

904-02-26-86

135
01
120

125

Таблица I2

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР θ ДЛЯ
ГРУППЫ ТЕПЛООБМЕННИКОВ (ПО ХОДУ ВОЗДУХА)

Пара- метр $\frac{P}{P_0}$	Отношение водяных эквивалентов							
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
0,3	0,259	0,252	0,246	0,24	0,235	0,23	0,226	0,222
0,4	0,323	0,314	0,306	0,299	0,292	0,286	0,28	0,274
0,5	0,381	0,369	0,359	0,35	0,341	0,333	0,326	0,319
0,6	0,431	0,418	0,406	0,395	0,385	0,375	0,366	0,357
0,7	0,476	0,461	0,448	0,435	0,423	0,412	0,401	0,391
0,8	0,517	0,5	0,485	0,47	0,457	0,445	0,432	0,421
0,9	0,553	0,535	0,518	0,503	0,488	0,472	0,46	0,448
1,0	0,586	0,567	0,549	0,532	0,515	0,5	0,485	0,471
1,1	0,617	0,596	0,576	0,558	0,541	0,524	0,507	0,492
1,2	0,644	0,623	0,601	0,582	0,564	0,545	0,527	0,512
1,3	0,668	0,645	0,625	0,602	0,585	0,565	0,546	0,529
1,4	0,691	0,668	0,644	0,625	0,604	0,583	0,564	0,545
1,5	0,712	0,688	0,665	0,643	0,623	0,6	0,58	0,56
1,6	0,731	0,706	0,682	0,658	0,638	0,615	0,593	0,574
1,7	0,748	0,723	0,699	0,674	0,652	0,63	0,607	0,586
1,8	0,764	0,739	0,714	0,689	0,665	0,643	0,62	0,598
1,9	0,779	0,754	0,729	0,704	0,677	0,655	0,632	0,609
2,0	0,793	0,769	0,742	0,716	0,69	0,667	0,643	0,618
2,1	0,806	0,78	0,755	0,729	0,703	0,677	0,652	0,628
2,2	0,818	0,792	0,765	0,739	0,714	0,688	0,66	0,636
2,3	0,829	0,803	0,776	0,75	0,722	0,697	0,67	0,644
2,4	0,839	0,814	0,788	0,759	0,732	0,706	0,678	0,652
2,5	0,849	0,824	0,797	0,77	0,742	0,714	0,685	0,659
2,6	0,858	0,832	0,806	0,778	0,751	0,722	0,693	0,666
2,7	0,866	0,841	0,814	0,787	0,756	0,73	0,701	0,673
2,8	0,875	0,849	0,822	0,794	0,765	0,737	0,708	0,679
2,9	0,881	0,856	0,83	0,801	0,772	0,744	0,713	0,684
3,0	0,888	0,864	0,837	0,808	0,78	0,75	0,72	0,69
3,1	0,895	0,87	0,844	0,816	0,786	0,756	0,726	0,695
3,2	0,901	0,877	0,85	0,822	0,792	0,762	0,731	0,7
3,3	0,907	0,883	0,856	0,828	0,798	0,767	0,736	0,705
3,4	0,912	0,888	0,862	0,834	0,804	0,772	0,741	0,709
3,5	0,917	0,834	0,868	0,839	0,809	0,777	0,746	0,713

136

21055-01

904-02-26.86

Лист

12

Продолжение табл. I2

Альбом I

904-02-26.86.

Пара метр $\frac{F}{E}$	Отношение водяных эквивалентов							
	I,3	I,4	I,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,3	0,219	0,215	0,212	0,196	0,183	0,172	0,162	0,153
0,4	0,269	0,264	0,259	0,237	0,219	0,204	0,19	0,178
0,5	0,312	0,305	0,299	0,271	0,248	0,228	0,21	0,196
0,6	0,349	0,341	0,334	0,3	0,272	0,248	0,227	0,209
0,7	0,381	0,372	0,363	0,324	0,291	0,268	0,239	0,219
0,8	0,41	0,4	0,389	0,345	0,307	0,276	0,249	0,226
0,9	0,435	0,424	0,412	0,362	0,321	0,286	0,256	0,232
1,0	0,458	0,445	0,433	0,378	0,332	0,294	0,262	0,236
1,1	0,478	0,464	0,45	0,391	0,342	0,301	0,267	0,239
1,2	0,496	0,481	0,467	0,402	0,35	0,306	0,271	0,242
1,3	0,513	0,496	0,481	0,413	0,357	0,311	0,274	0,244
1,4	0,528	0,511	0,494	0,422	0,362	0,315	0,276	0,245
1,5	0,542	0,524	0,506	0,43	0,367	0,318	0,278	0,246
1,6	0,554	0,536	0,517	0,437	0,372	0,32	0,28	0,247
1,7	0,566	0,546	0,527	0,443	0,376	0,323	0,281	0,248
1,8	0,577	0,556	0,536	0,449	0,379	0,324	0,282	0,248
1,9	0,587	0,565	0,545	0,454	0,382	0,326	0,283	0,249
2,0	0,596	0,574	0,552	0,458	0,384	0,327	0,283	0,249
2,1	0,604	0,582	0,56	0,462	0,386	0,328	0,284	0,249
2,2	0,612	0,589	0,566	0,466	0,388	0,329	0,284	0,249
2,3	0,62	0,596	0,572	0,469	0,389	0,33	0,284	0,25
2,4	0,627	0,602	0,578	0,472	0,391	0,33	0,285	0,25
2,5	0,633	0,608	0,583	0,474	0,392	0,331	0,285	0,25
2,6	0,64	0,613	0,588	0,477	0,393	0,331	0,285	0,25
2,7	0,645	0,618	0,592	0,479	0,394	0,332	0,285	0,25
2,8	0,65	0,623	0,596	0,481	0,395	0,332	0,285	0,25
2,9	0,656	0,628	0,6	0,483	0,395	0,332	0,285	0,25
3,0	0,66	0,632	0,604	0,484	0,396	0,332	0,285	0,25
3,1	0,665	0,636	0,608	0,486	0,397	0,332	0,285	0,25
3,2	0,669	0,64	0,611	0,487	0,397	0,332	0,286	0,25
3,3	0,673	0,643	0,614	0,488	0,397	0,333	0,286	0,25
3,4	0,677	0,646	0,617	0,489	0,398	0,333	0,286	0,25
3,5	0,681	0,65	0,619	0,49	0,398	0,333	0,286	0,25

ПРИМЕЧАНИЕ. Данные табл. I2 используются при установке в тубе одного или группы теплообменников по фронту и двух и более теплообменников по глубине (по ходу воздуха).

137

21855-01

904-02-26.86

Лист
122

Таблица I3

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР Θ ДЛЯ
ОДНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

 Атм. 1
904-02.26-86

 Черт. №-показ
Платформа и днища
Схема трубопроводов

Пара- метр F_e'	Отношение водяных эквивалентов							
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
0,3	0,244	0,241	0,237	0,235	0,232	0,229	0,226	0,224
0,4	0,306	0,30	0,294	0,291	0,285	0,282	0,277	0,272
0,5	0,358	0,35	0,344	0,339	0,332	0,326	0,320	0,314
0,6	0,406	0,395	0,386	0,380	0,372	0,364	0,356	0,349
0,7	0,446	0,433	0,423	0,415	0,405	0,396	0,387	0,378
0,8	0,482	0,468	0,456	0,446	0,434	0,423	0,414	0,403
0,9	0,514	0,498	0,484	0,474	0,461	0,448	0,436	0,425
I,0	0,544	0,526	0,508	0,498	0,483	0,470	0,456	0,444
I,1	0,568	0,550	0,531	0,518	0,502	0,488	0,474	0,460
I,2	0,590	0,569	0,550	0,536	0,518	0,503	0,488	0,473
I,3	0,612	0,588	0,568	0,553	0,534	0,518	0,502	0,486
I,4	0,630	0,604	0,584	0,566	0,547	0,530	0,513	0,497
I,5	0,644	0,619	0,596	0,579	0,560	0,541	0,523	0,506
I,6	0,660	0,632	0,609	0,591	0,570	0,551	0,532	0,514
I,7	0,672	0,644	0,619	0,601	0,580	0,559	0,540	0,522
I,8	0,684	0,656	0,629	0,610	0,587	0,567	0,547	0,528
I,9	0,694	0,664	0,638	0,618	0,595	0,574	0,554	0,534
2,0	0,704	0,672	0,646	0,625	0,601	0,579	0,559	0,539
2,1	0,712	0,681	0,653	0,631	0,607	0,585	0,564	0,544
2,2	0,720	0,687	0,659	0,638	0,613	0,590	0,569	0,548
2,3	0,726	0,694	0,664	0,643	0,617	0,594	0,572	0,551
2,4	0,732	0,700	0,669	0,646	0,621	0,598	0,575	0,554
2,5	0,738	0,704	0,675	0,651	0,625	0,601	0,578	0,557
2,6	0,742	0,709	0,679	0,655	0,628	0,604	0,581	0,559
2,7	0,746	0,712	0,682	0,658	0,632	0,607	0,583	0,562
2,8	0,752	0,717	0,686	0,661	0,634	0,610	0,586	0,564
2,9	0,754	0,719	0,687	0,664	0,636	0,612	0,588	0,566
3,0	0,758	0,722	0,692	0,666	0,639	0,614	0,591	0,568
3,1	0,760	0,725	0,693	0,669	0,641	0,616	0,591	0,569
3,2	0,764	0,727	0,696	0,671	0,643	0,618	0,593	0,571
3,3	0,766	0,730	0,697	0,673	0,645	0,619	0,594	0,572
3,4	0,768	0,732	0,699	0,674	0,646	0,620	0,595	0,573
3,5	0,770	0,734	0,700	0,675	0,647	0,621	0,596	0,574

138

21855-01

904-02-26.86

Чист

163

Продолжение табл. I3

904-02-26.86 Альбом I

Заполнено	Печати и дата
_____	_____
_____	_____

Па- рар- метр f_0'	Отношение водяных эквивалентов							
	1,3	1,4	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,3	0,221	0,219	0,215	0,203	0,191	0,180	0,170	0,162
0,4	0,268	0,264	0,261	0,242	0,225	0,210	0,195	0,183
0,5	0,308	0,303	0,298	0,273	0,251	0,231	0,214	0,199
0,6	0,342	0,335	0,328	0,298	0,271	0,248	0,227	0,209
0,7	0,370	0,362	0,354	0,318	0,287	0,260	0,236	0,217
0,8	0,394	0,384	0,375	0,334	0,299	0,269	0,244	0,223
0,9	0,415	0,404	0,393	0,348	0,310	0,277	0,249	0,227
1,0	0,431	0,420	0,409	0,360	0,318	0,283	0,254	0,230
1,1	0,447	0,434	0,422	0,369	0,325	0,288	0,257	0,233
1,2	0,460	0,446	0,433	0,377	0,330	0,292	0,260	0,235
1,3	0,471	0,457	0,443	0,384	0,335	0,296	0,263	0,237
1,4	0,481	0,466	0,452	0,390	0,340	0,298	0,265	0,238
1,5	0,489	0,474	0,459	0,395	0,343	0,300	0,267	0,239
1,6	0,497	0,481	0,466	0,400	0,346	0,303	0,268	0,240
1,7	0,503	0,488	0,471	0,403	0,348	0,305	0,269	0,241
1,8	0,510	0,493	0,476	0,406	0,351	0,306	0,270	0,241
1,9	0,515	0,500	0,481	0,409	0,352	0,307	0,271	0,242
2,0	0,520	0,502	0,484	0,412	0,354	0,308	0,271	0,242
2,1	0,523	0,506	0,488	0,414	0,356	0,309	0,272	0,243
2,2	0,528	0,509	0,491	0,416	0,357	0,310	0,273	0,243
2,3	0,531	0,512	0,494	0,418	0,358	0,311	0,273	0,243
2,4	0,533	0,514	0,496	0,419	0,359	0,311	0,273	0,244
2,5	0,536	0,517	0,498	0,421	0,360	0,312	0,274	0,244
2,6	0,538	0,519	0,500	0,422	0,360	0,312	0,274	0,244
2,7	0,541	0,521	0,502	0,423	0,361	0,313	0,274	0,244
2,8	0,543	0,523	0,504	0,424	0,362	0,313	0,275	0,244
2,9	0,544	0,524	0,505	0,425	0,362	0,314	0,275	0,245
3,0	0,546	0,526	0,506	0,426	0,363	0,314	0,275	0,245
3,1	0,547	0,527	0,508	0,426	0,363	0,314	0,275	0,245
3,2	0,548	0,528	0,509	0,427	0,364	0,314	0,275	0,245
3,3	0,550	0,529	0,510	0,428	0,364	0,315	0,275	0,245
3,4	0,551	0,530	0,510	0,428	0,364	0,315	0,276	0,245
3,5	0,551	0,531	0,511	0,429	0,365	0,315	0,276	0,245

Примечание. Данные табл. I3 используются при установке в ТУБ одного или группы теплообменников по фронту и только одного теплообменника по глубине (по ходу воздуха).

139

21855-01

904-02-26.86

лист

124

Таблица I4

ПОПРАВОЧНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ξ_x , ξ_0 , ξ_{005}
ПРИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ ВОДЕ

ω , м/сек	Поправоч- ный коэф- фициент, ξ	$(Vp)_{pp} = 2\kappa r/(m^2 \cdot ^\circ C)$						$(Vp)_{pp} = 4\kappa r/(m^2 \cdot ^\circ C)$		
		средняя температура воздуха, t_0° , $^\circ C$						7	20	40
		7	20	40	60	80	100			
0,2	ξ_x	I,36	I,48	I,57	I,62	I,66	I,69	I,64	I,78	I,88
	ξ_0	I,II	I,I5	I,I7	I,I8	I,I9	I,2	I,I9	I,22	I,25
	ξ_{005}	I,I5	I,2I	I,24	I,26	I,27	I,29	I,27	I,32	I,36
0,5	ξ_x	I,36	I,48	I,57	I,62	I,66	I,69	I,56	I,69	I,8
	ξ_0	I,II	I,I5	I,I7	I,I8	I,I9	I,2	I,I7	I,2	I,23
	ξ_{005}	I,I5	I,2I	I,24	I,26	I,27	I,29	I,24	I,29	I,33
1,0	ξ_x	I,05	I,I4	I,2I	I,25	I,28	I,3I	I,I2	I,22	I,29
	ξ_0	I,02	I,05	I,07	I,08	I,09	I,I	I,04	I,07	I,09
	ξ_{005}	I,02	I,07	I,I	I,II	I,I2	I,I4	I,05	I,I	I,13
1,5	ξ_x	I,0I	I,I	I,I7	I,2	I,23	I,26	I,05	I,I4	I,2I
	ξ_0	I,0	I,03	I,06	I,07	I,08	I,08	I,02	I,05	I,07
	ξ_{005}	I,0I	I,05	I,08	I,09	I,I	I,II	I,03	I,07	I,09
2,0	ξ_x	I,0	I,09	I,I6	I,19	I,22	I,25	I,03	I,I2	I,18
	ξ_0	I,0	I,03	I,05	I,06	I,07	I,08	I,0I	I,04	I,06
	ξ_{005}	I,0	I,04	I,07	I,08	I,09	I,II	I,0I	I,05	I,08

140

21855-01

904-02-26.86

140

125

Продолжение табл. 14

ω , м/сек	Поправоч- ный коэффи- циент ξ	$(VP)_{pp} = 4K/(t^2 \cdot ^\circ C)$		$(VP)_{pp} = 6K/(t^2 \cdot ^\circ C)$		средняя температура воздуха, t_s^{40} , $^\circ C$					
		60	80	100	7	20	40	60	80	100	
0,2	ξ_K	I,94	I,99	2,03	I,84	2,0	2,12	2,19	2,24	2,29	
	ξ_O	I,26	I,27	I,28	I,24	I,27	I,3	I,32	I,33	I,34	
	ξ_{005}	I,38	I,39	I,41	I,35	I,39	I,44	I,48	I,49	I,51	
0,5	ξ_K	I,86	I,9	I,94	I,74	I,89	2,0	2,07	2,12	2,16	
	ξ_O	I,24	I,25	I,26	I,22	I,25	I,28	I,29	I,3	I,31	
	ξ_{005}	I,35	I,37	I,38	I,31	I,36	I,4	I,43	I,45	I,46	
1,0	ξ_K	I,33	I,36	I,39	I,19	I,29	I,37	I,41	I,44	I,47	
	ξ_O	I,10	I,11	I,12	I,06	I,09	I,12	I,13	I,14	I,15	
	ξ_{005}	I,15	I,16	I,17	I,08	I,13	I,16	I,18	I,19	I,2	
1,5	ξ_K	I,25	I,28	I,31	I,12	I,22	I,29	I,33	I,36	I,39	
	ξ_O	I,08	I,09	I,1	I,04	I,07	I,09	I,11	I,11	I,12	
	ξ_{005}	I,11	I,13	I,14	I,05	I,1	I,13	I,15	I,16	I,17	
2,0	ξ_K	I,22	I,25	I,28	I,05	I,14	I,21	I,25	I,28	I,31	
	ξ_O	I,07	I,08	I,09	I,02	I,05	I,07	I,08	I,09	I,1	
	ξ_{005}	I,09	I,11	I,12	I,02	I,07	I,1	I,11	I,12	I,14	

Примечание: t_s^{40} определяется по формуле (8.6)

141

218.55-01

904-02-26.86

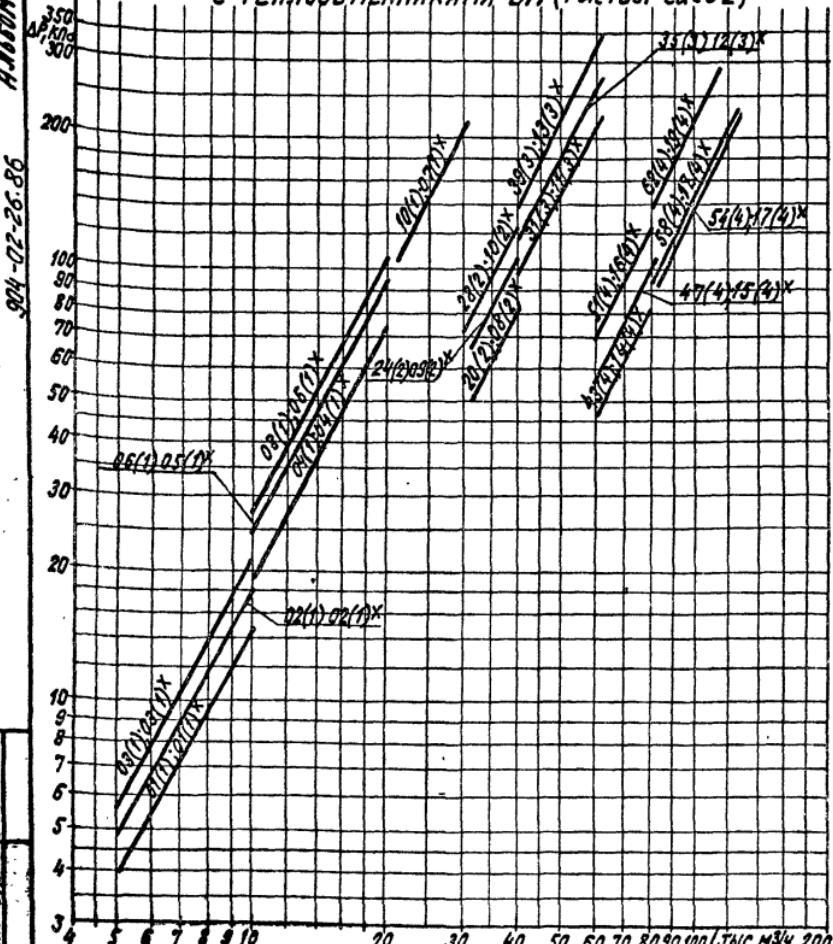
140

L26

Уд. вес	Состав	Время
1	2	3

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ-2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ВН (РАСТВОР $\text{Ca}(\text{Cl}_2)_2$)

Рисунок 1



08(1)-Теплоевой теплоутилизационный блок № 08,
схема обвязки по теплоносителю тип 1.
06(1)= обозначен номер туб на базе кондиционер-уттилизатора
РИС. 1 21855-01 142

904-02-26.86

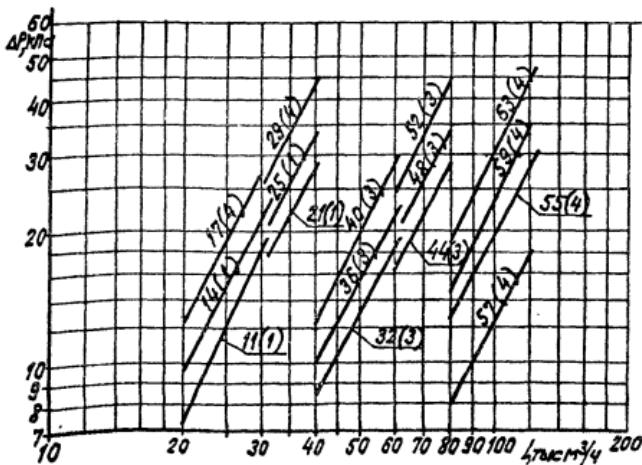
Лист

127

**ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ
ДЛЯ ТЕПЛОУТКЛІЗАЦІОННИХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КЕТЦ 2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-03 і ТП-04
(РЯСТВОР $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$)**

Албом 1

904-02-26.86



29(1) - типовой теплоизоляционный блок 29, схема обвязки по теплоносителю тип 1.

FIG. 2

143

21855-01

904-02-26.86

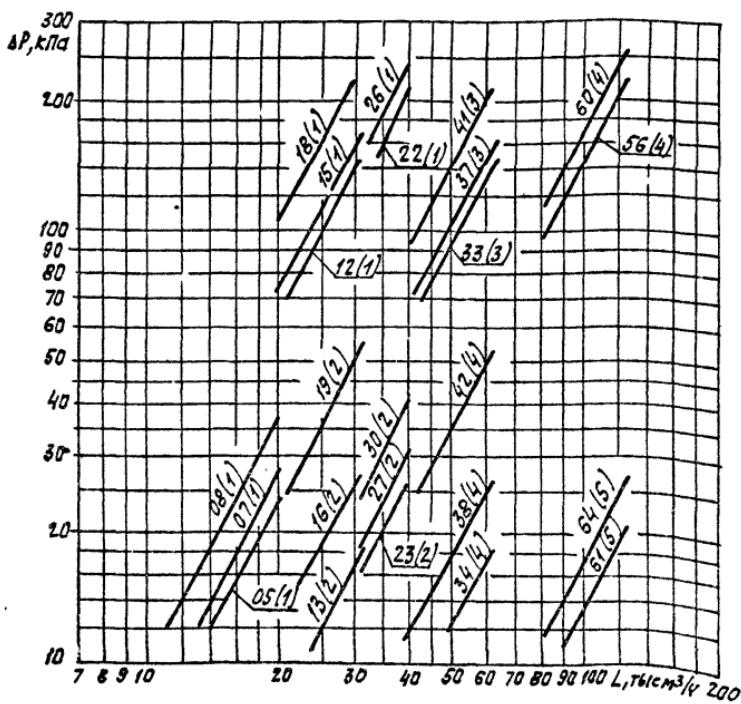
Документ

128

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛНОСИТЕЛЮ
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЧ, ЗА
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСК 3 И КСК 4
(РАСТВОР Са[Cl₂])

A7/650м

904-02-26.86



18(1) - типовой теплоутилизационный блок 18, схема обвязки по теплоснабжению тип 1

Рис. 3

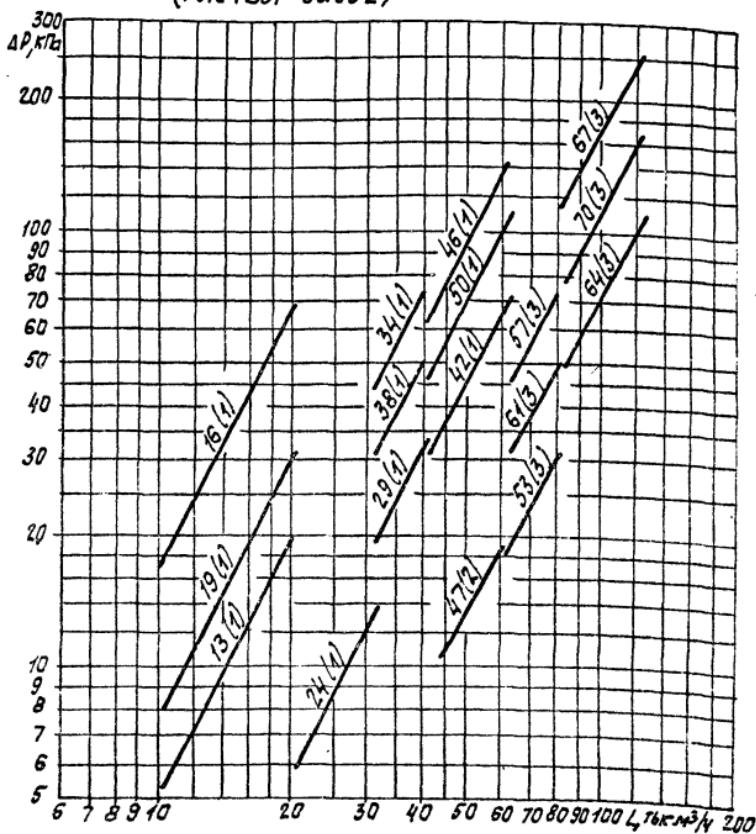
144

21855-01

904-02-26.86

ПМСР
129

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ
ДЛЯ ТЕПЛОУГИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ЛК
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-03 И ТП-04
(РАСТВОР СаСr₂)



16(1) - типовой теплоутилизационный блок №16,
схема обвязки по теплоносителю тип 1

Рис. 4

145

21855-01

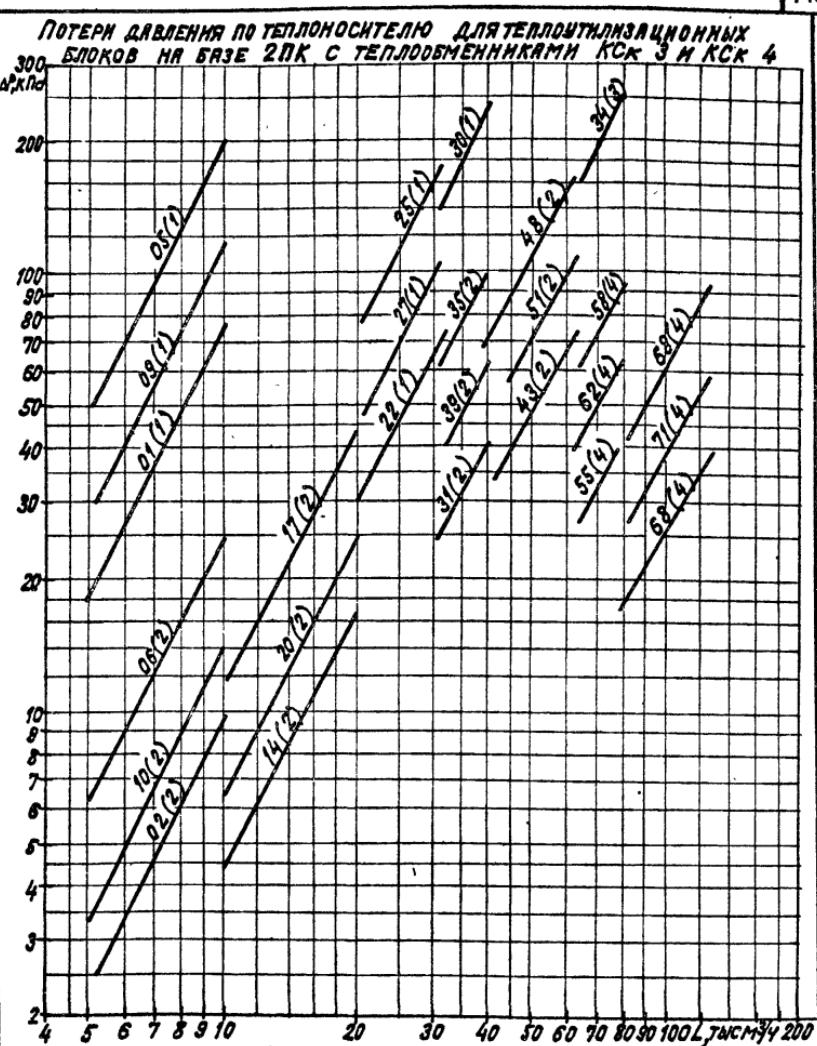
904-02-26.86

Лист

130

904-02-26.86 Альбом 1

Черт. № 16. План обвязки и схема теплообменника



**05(1)-ТИПОВОЙ ТЕПЛОУСИЛЯЦИОННЫЙ БРОК Н 05,
СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1 (РАСТВОР CaCl₂)**

PHC. 5

21855-01

146

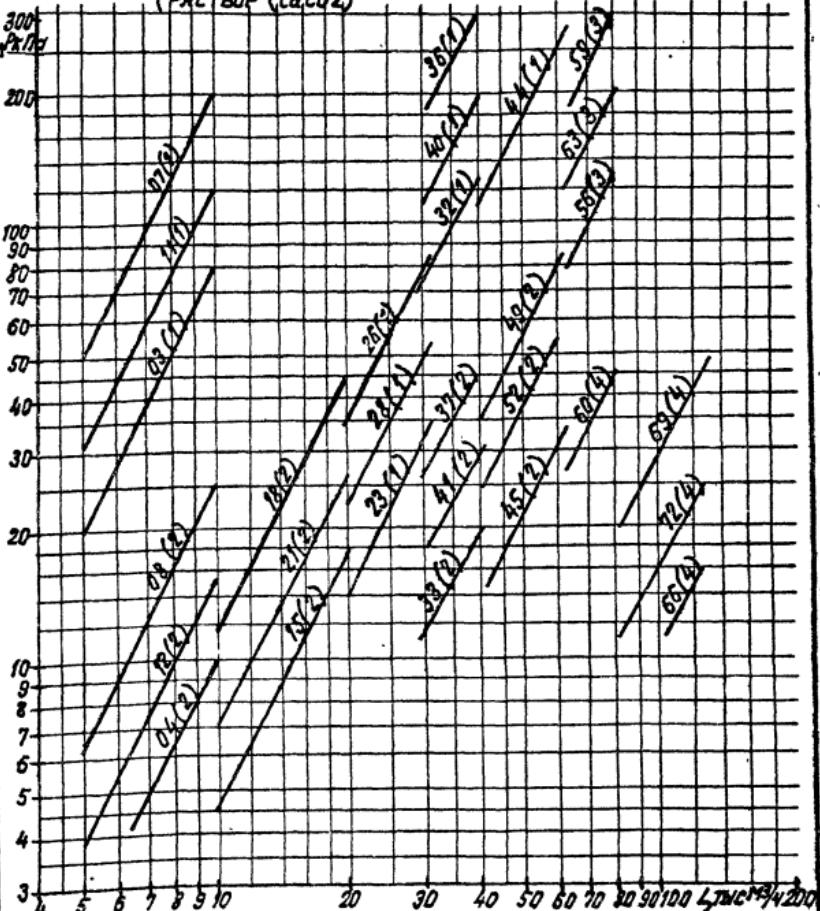
И.Н.Д. НИЗАР. ПОДІЛНЬ НАДАТ ВІЗАН. МИНАН

904-02-26.86

Лист
431

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ЛК
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КВСБ-ЛУЗ И КВББ-ЛУЗ
(РАСТВОР (CaCl₂))

904-02-26.86 Альбом 1



07(1)-ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК Н 07,
СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИПУ. 147

Рис. б

21855-01

904-02-26.86

Лист

132

Чертежи поданы на папке в блоке

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ВОЗДУХУ В ОДНОМ ТЕПЛООБМЕННИКЕ

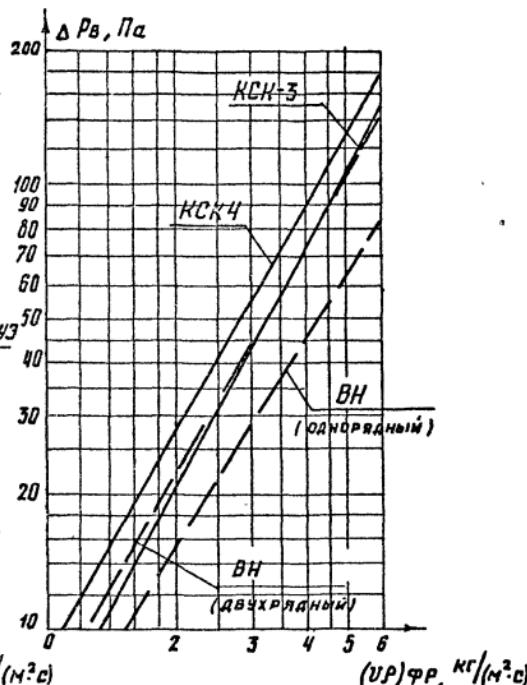
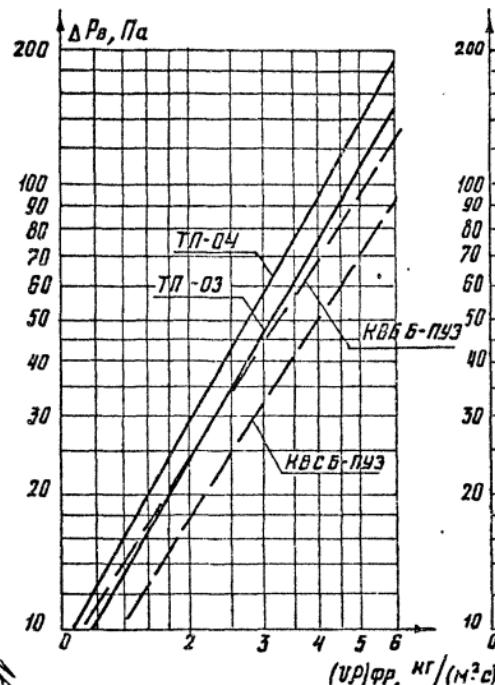


Рис. 7

904-02-26.86

21855-01

Лист
133

1/48

ИМЯ И ПОДЛ.	ПОДЛ. И ДАТА	ВЗАМ. ИМЯН
-------------	--------------	------------

904-02-26.86 Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЧ 2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ВН (РАСТВОР СаС₂)
(расход воздуха от 5 до 90 тыс. м³/ч)

904

0,5

0,4

0,3

10

20

30

40

50

60

70

80

90

$L_{TBC} \text{м}^3/\text{ч}$

02(1)-ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК №2,
СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1

РИС. 8

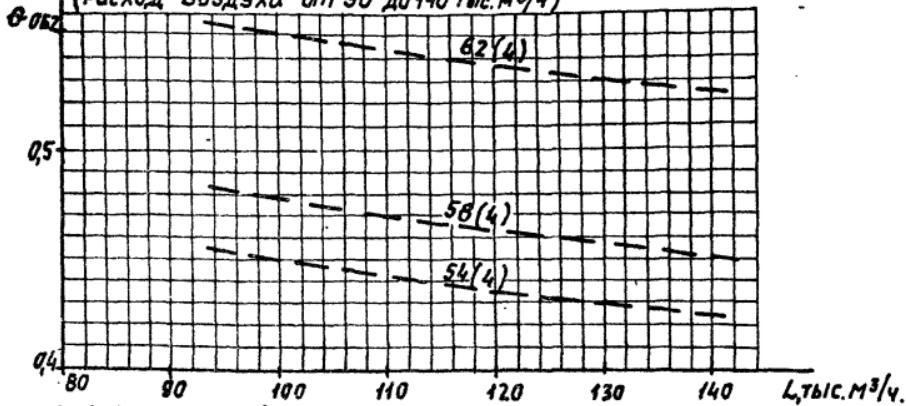
904-02-26.86

134

14-97
21.855-01

149

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ВН (РАСТВОР CaCl_2)
(расход воздуха от 90 до 140 тыс. м³/ч)



43(4) - типовой теплоутилизационный блок №43,
схема обвязки по теплоносителю. тип 4

Рис. 9

2/855-01

135

100

150

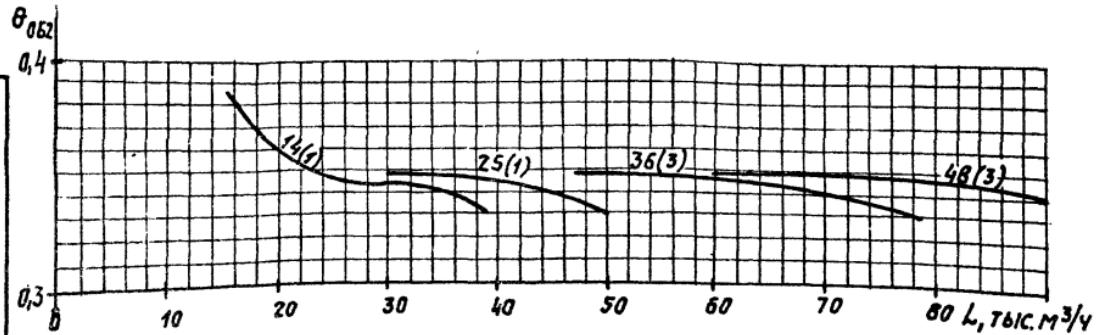
150

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. ИНВМ

904-02-26.86

Альбом 1

**ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТЛ-03 (раствор соли)
(расход воздуха от 20 до 90 тыс. м³/ч)**



14(1) - типовой теплоутилизационный блок №14,
схема обвязки по теплоносителю тип 1

Рис. 10

904-02-26.86

21855-01

151

136

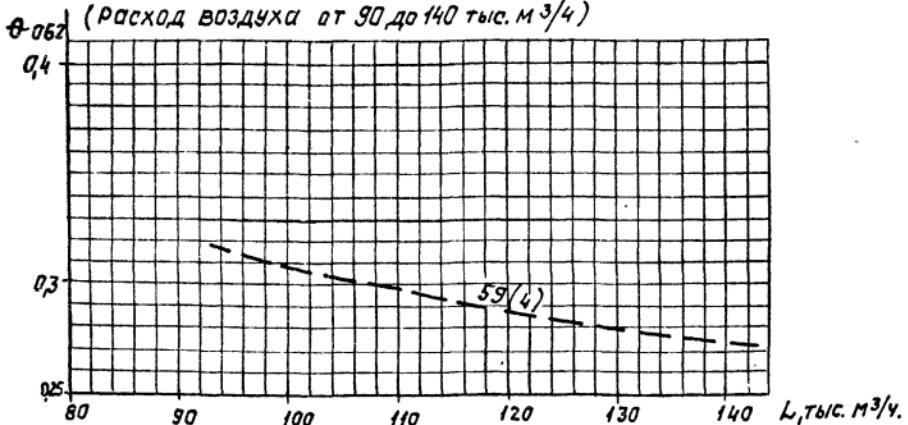
151

Инв. № подл	Подпись и дата	Взам. инв.№

904-02-26.86

Яльбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-03 (раствор CaSO_4)
(расход воздуха от 90 до 140 тыс. м³/ч)



59(4)-типовы́ теплоутилизационны́й блок №59,
схема обвязки по теплоносителю типу Ч.

Рис. 11

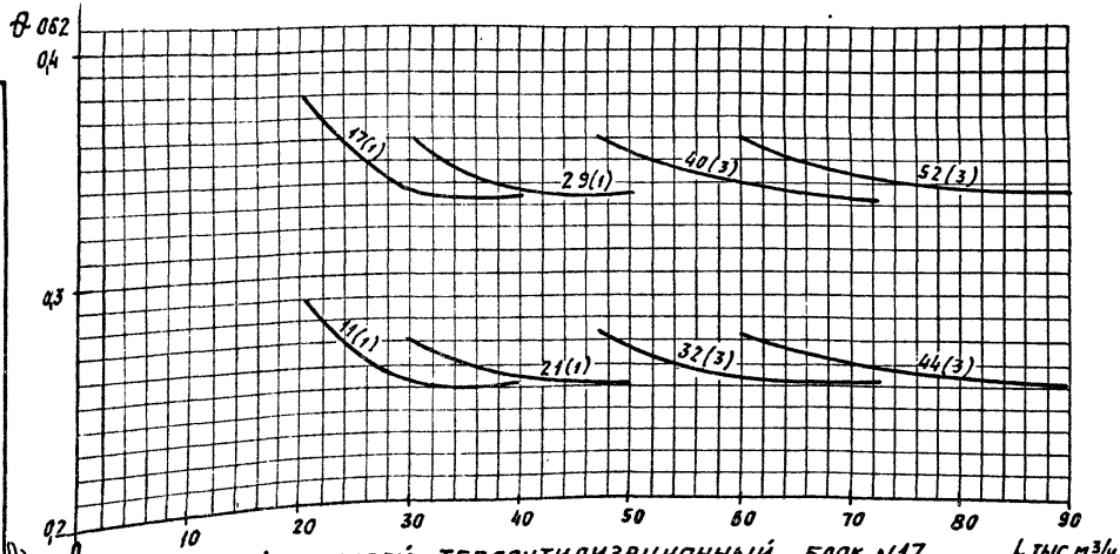
904-02-26.86
21855-01
152
137

ИНВ. Н/ПОДЛ.	ПОДПИСЬ И ДАТА	ВЗАМ. ИНВ.Н

904-02-26.86

Альбом 1

**ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-04 (РАСТВОР САЦ₂)
(РОСХОД ВОЗДУХА ОТ 20 ДО 90 ТЫС. М³/Ч)**



17(1)-типовой теплоутилизационный блок №17,
схема обвязки по теплоносителю тип I

Рис. 12

Лист	1
138	153

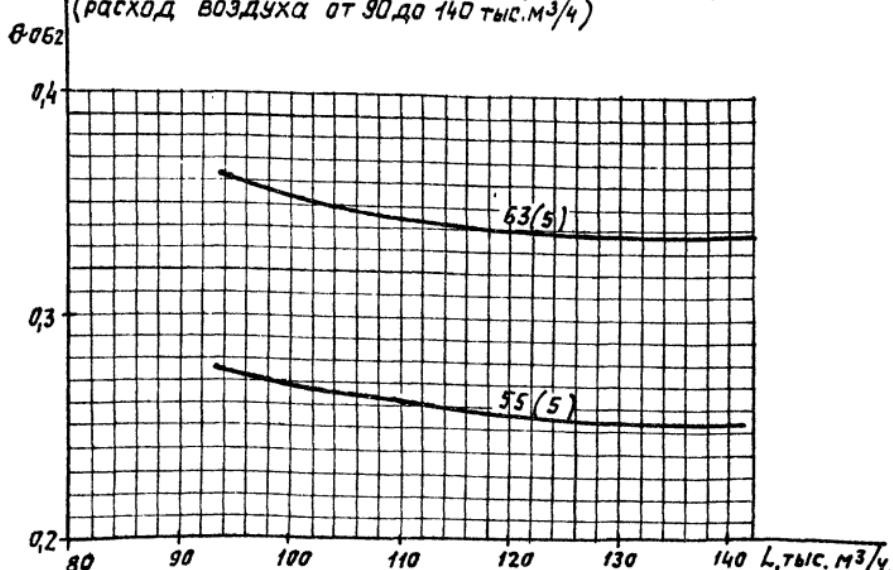
21855-01

153

Инв. № подл. Подпись и дата Взам. инв.

904-02-26.86 Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ ЗА
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-04 (раствор Щавелевый)
(расход воздуха от 90 до 140 тыс. м³/ч)



55(5)-типовы́й теплоутилизацио́нный блок № 55,
схема обвязки по теплоноси́тлю. тип 5

Рис. 13

904-02-26.86

21/855-01

139

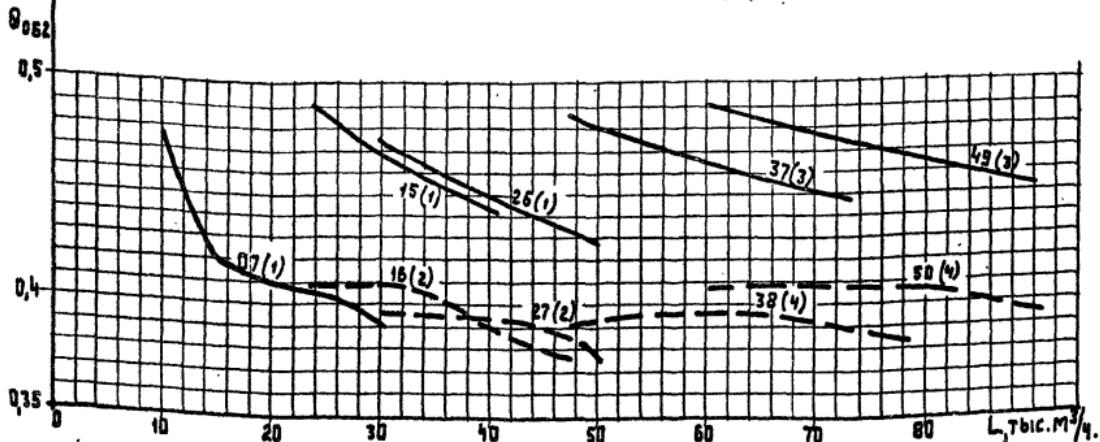
154

Имя и подл.	Подпись и дата	Взам. инициалы

904-02-26.86

Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КГЦ 2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСк 3 (раствор CaCl_2)
(расход воздуха от 10 до 90 тыс. м³/ч)



07(1) - типовой теплоутилизационный блок №7,
схема обвязки по теплоносителю тип 1

Рис. 14

10.05.86

155

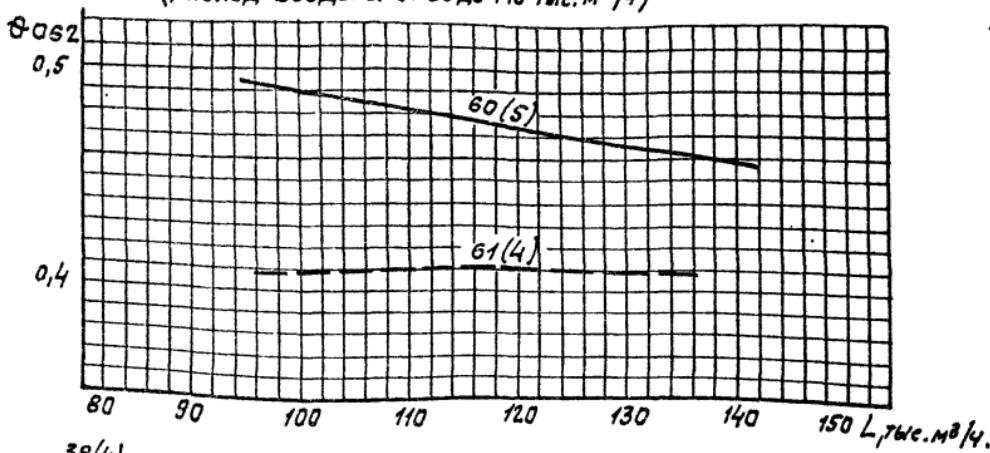
140

155

904-02-26.86

АЛЬБОМ 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЧ-2А
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСК-3 (РАСТВОР СаСв₂)
 (расход воздуха от 90 до 140 тыс. м³/ч)



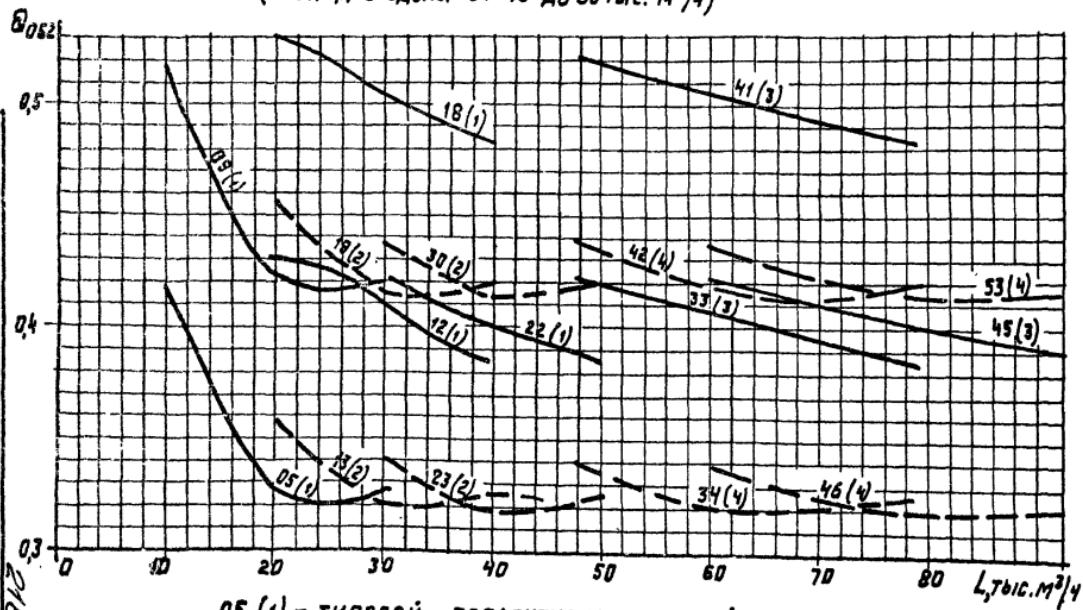
38(4) - типовой ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК № 38,
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 4

Рис. 15

21855-01
141
140

156

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСК 4 (РАСТВОР СaCl₂)
(РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 10 ДО 90 ТЫС. М³/Ч)



05(1) - типовой теплоутилизационный блок №5,
схема обвязки по теплоносителю тип 1

Рис. 1б

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСК 4 (раствор CaCl_2)
(расход воздуха от 90 до 140 тыс. м³/ч)

θ₀₆₂

0,5

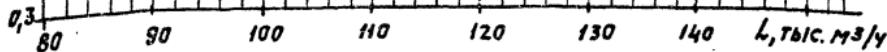
0,4

0,3

0,2

0,1

0,0



904-02-26.86

21855-01

158

34(4)- типовой теплоутилизационный блок № 34,
схема обвязки по теплоносителю тип 4

Рис. 17

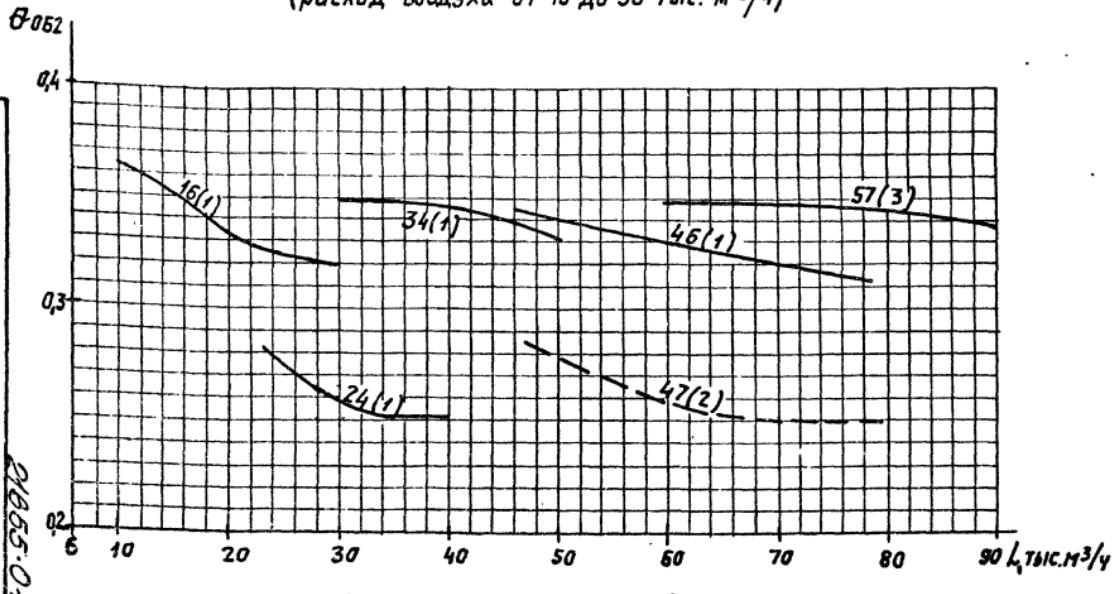
Лист
143

Инв. № подл.	Подпись индята	ВЗЯМ. ИНВ. Н.
--------------	----------------	---------------

904-02-26.86

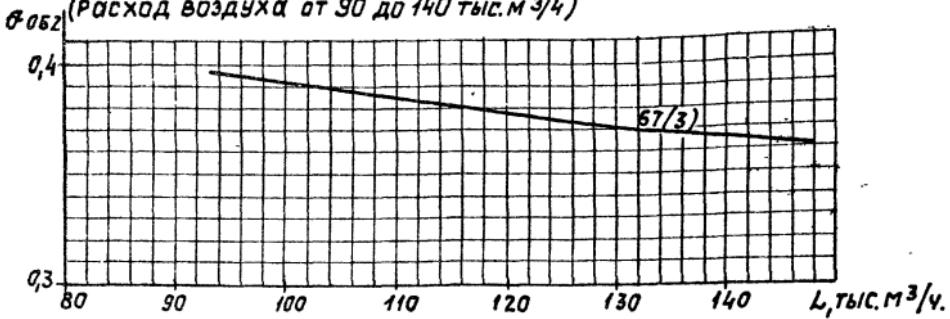
яльбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ ЗПК
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-03 (РАСТВОР CaCO_3)
(расход воздуха от 10 до 90 тыс. м³/ч)



57(3) - типовой теплоутилизационный блок № 57,
СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 3
РИС. 18

**ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ЛК
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТЛ-03 (раствор CaCl_2)
(расход воздуха от 90 до 140 тыс. м³/ч)**



47(2)-типовой теплоутилизационный блок №47,
схема обвязки по теплоносителю тип 2.

Рис. 19

904-02-26.86

21955-0-1

160

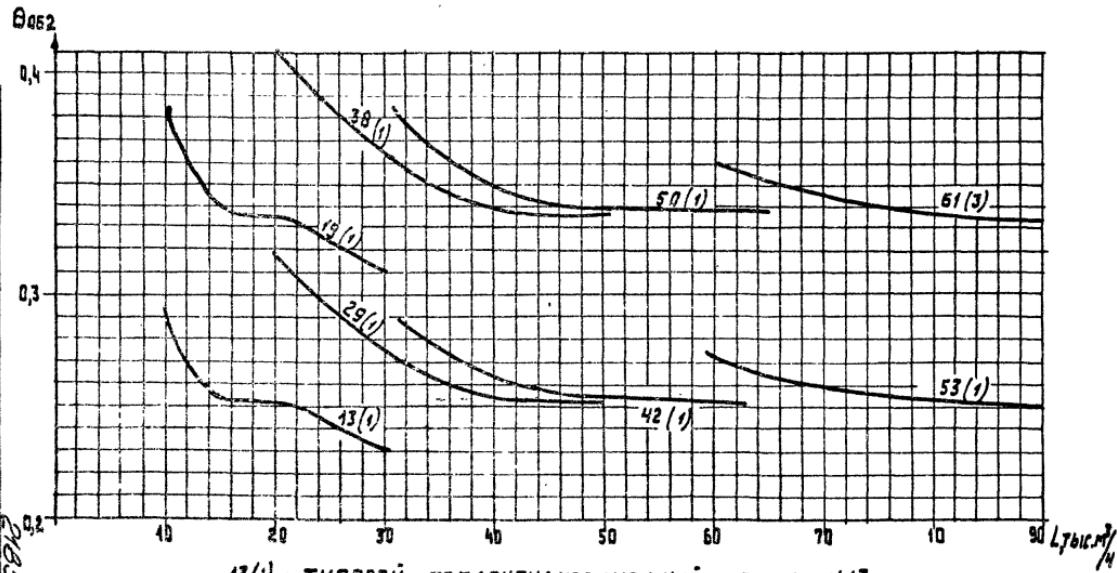
Лист
145

160

Инв № подл.	Подпись и дата	Яремченко И.В.п.

904-02-26.86 Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ ЗПК
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-04 (РЯСТВОР СаСС₂)
(расход воздуха от 10 до 90 тыс. м³/ч)

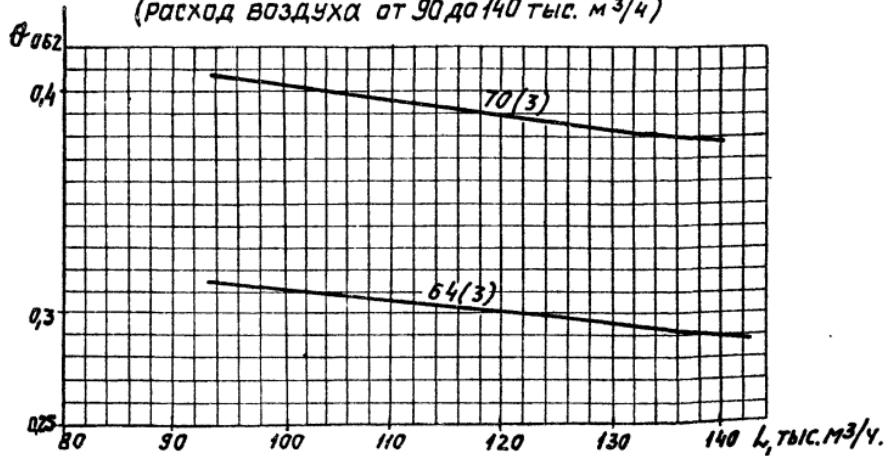


13(1) - ТИПОВЫЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК № 13,
СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1

Рис. 20

904-02-26.86
161
ИМК
146

Общие относительные перепады температур
для теплоутилизационных блоков на базе 2ПК
с теплообменниками ТП-04 (раствор CaCl_2)
(расход воздуха от 90 до 140 тыс. м³/ч)



904-02-26.86

21855-01

162

Лист
147

70(3)- типовой теплоутилизационный блок №10,
схема обвязки по теплоносителю тип 3.

Рис. 21

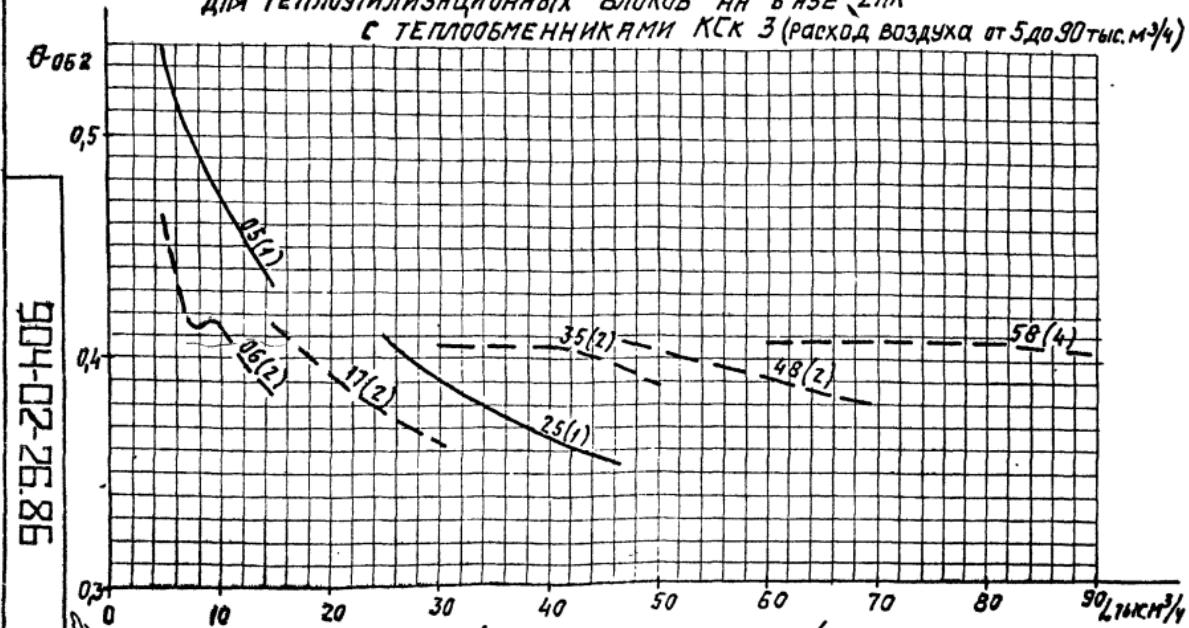
162

Инв.№ подл. Подпись и дата Взам. инв.№

904-02-26.86

Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПЛАНЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСК 3 (расход воздуха от 5 до 90 тыс. м³/ч)



06(2)- типовой теплоутилизационный блок №6,
схема обвязки по теплоносителю тип. 2
(раствор Галв2)

Рис. 22

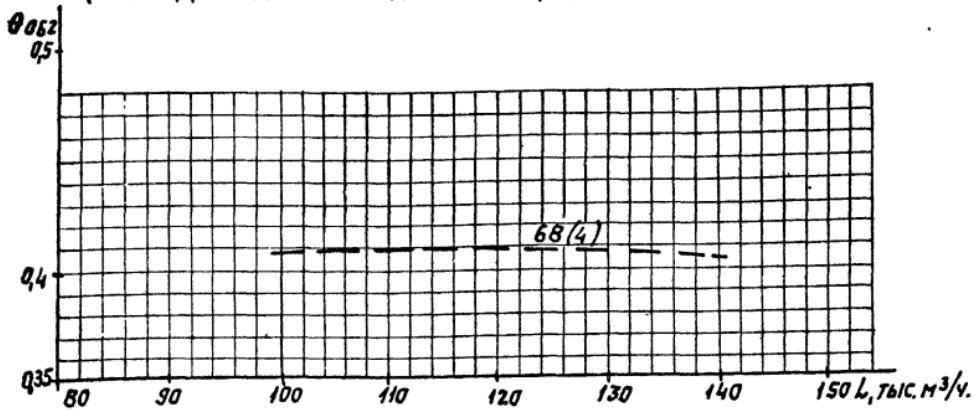
163
148
163

163

904-02-26.86

Альбом 1

**ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ЛК
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСК3 (раствор CaCl₂)
(расход воздуха от 90 до 140 тыс. м³/ч)**



58(4)-типовы́ теплоутилизационны́й блок № 58,
схема обвязки по теплоносителю . тип 4

Рис. 23

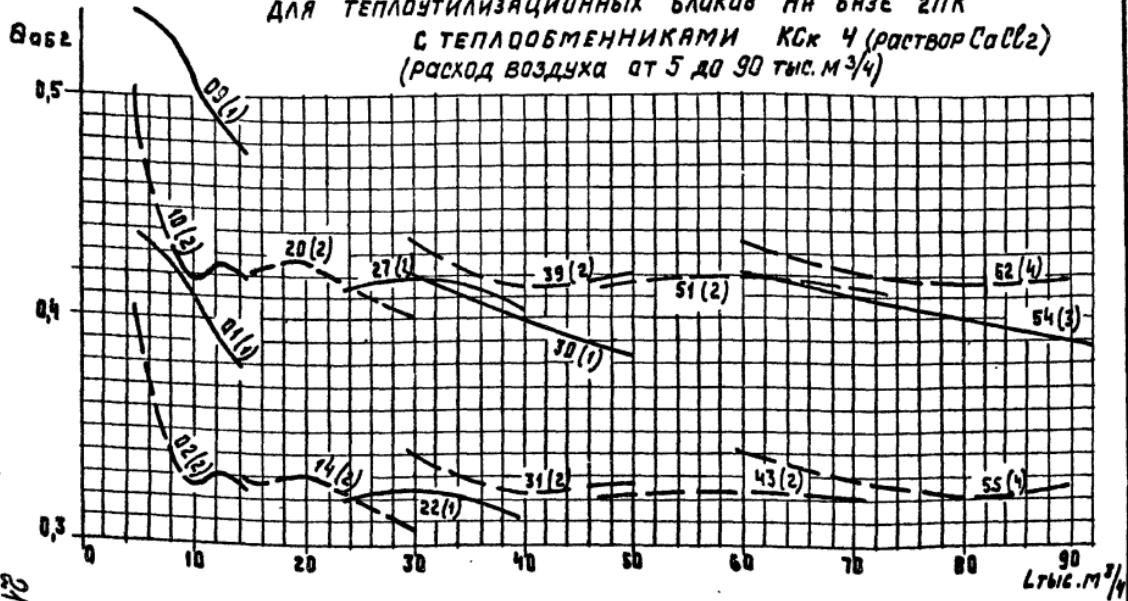
10-5-9501-01
16
149

164

Инв. № подл. подп. и дата взяты инв.

904-02-26.86 Ялбом 1

Общие относительные перепады температур
для теплоутилизационных блоков на базе ГПК
с теплообменниками КСК 4 (раствор СаСВ₂)
(расход воздуха от 5 до 90 тыс. м³/ч)



01(1) - типовой теплоутилизационный блок №1.
СХЕМА ОБВАЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1.

Рис. 24

150
ПМР

165

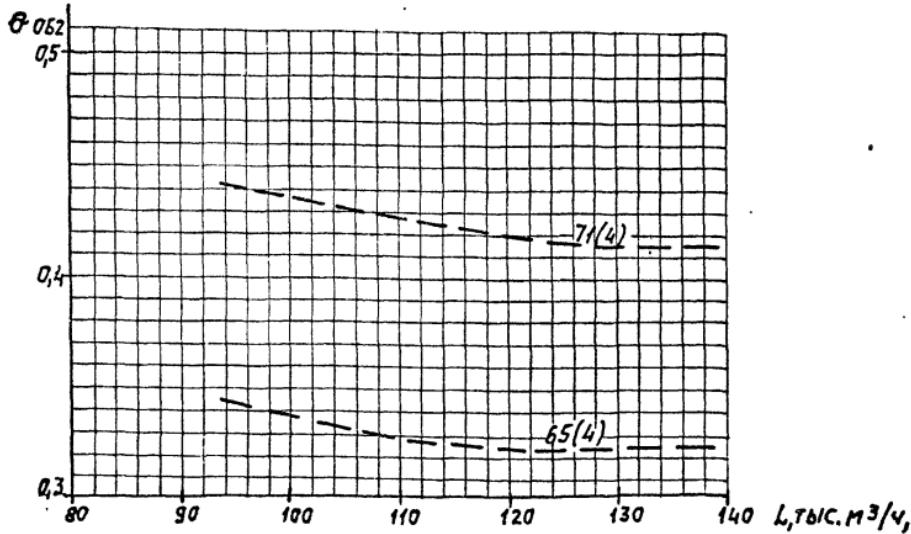
165

Инв. № подл.	Подпись исполнителя	Взам. инв. №

904-02-26.86

Ляббон 1

**Общие относительные перепады температур
для теплоутилизационных блоков на базе 2ПК
с теплообменниками КСК 4 (раствор CaCl_2)
(расход воздуха от 90 до 140 тыс. м³/ч)**



51(2) - типовой теплоутилизационный блок №51,
схема обвязки по теплоносителю тип 2

Рис. 25

151	152
-----	-----

166

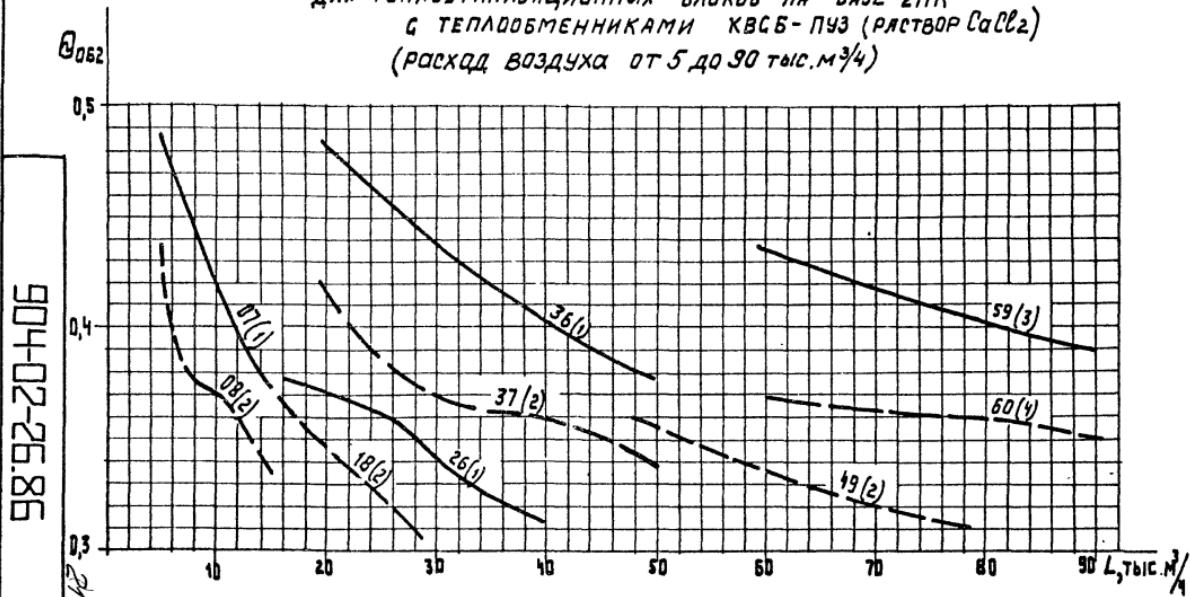
166

ИНВ.Н ПОДЛ.	ПОДЛНСЬ И ДАТА	ВЗАМ. ИНВ.Н

904-02-26.86

Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КВСБ-ПУЗ (РАСТВОР СаCl₂)
(расход воздуха от 5 до 90 тыс.м³/ч)



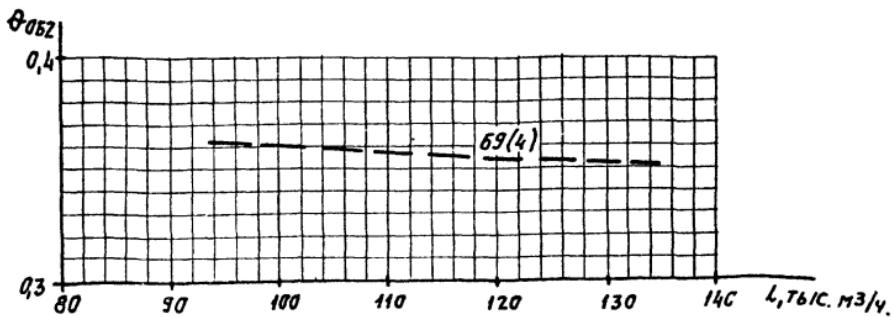
OB(2)-ТИПОВЫЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК № 8,
СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 2

Рис. 26

ИМЕСТ
152

167

Общие относительные перепады температур
 для теплоизационных блоков на базе 2ПК
 с теплообменниками КВСБ-ЛУЗ (раствор $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$)
 (расход воздуха от 90 до 140 тыс. м³/ч)



60(4)-типовой теплоизационный блок № 60,
 схема обвязки по теплоносителю тип 4

рис. 27

904-02-26.86

21855-01

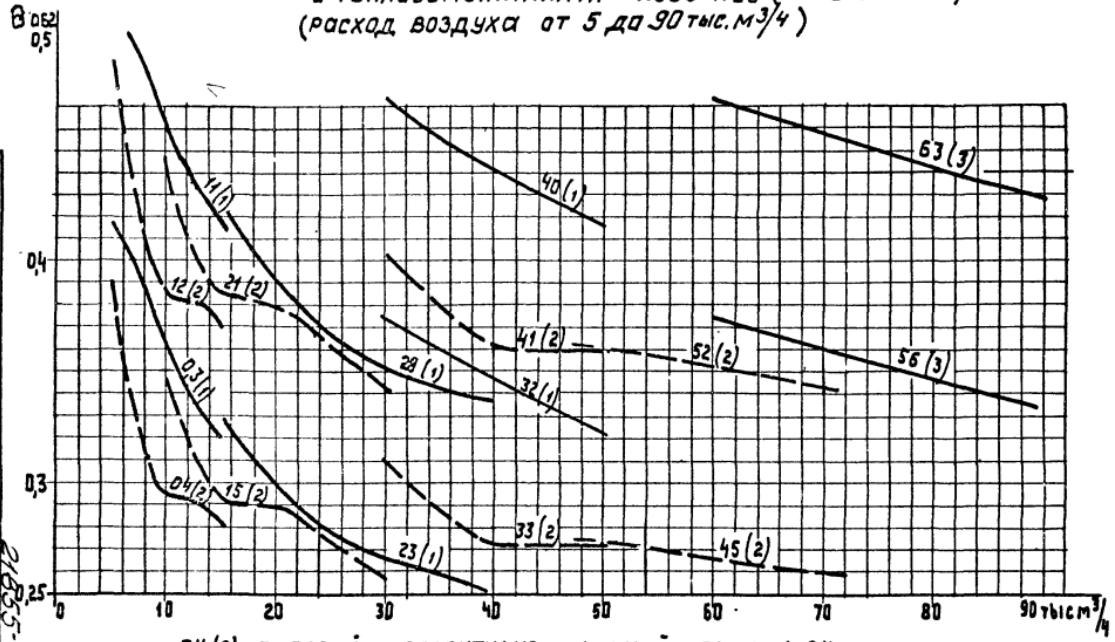
168

4402
153

Инв. № подл	Подл. и дата	Взам. инв. №

904 - 02-26.86 Альбом 1

Общие относительные перепады температур
для теплоутилизационных блоков на базе ГПК
с теплообменниками КВББ-ПУЗ (раствор CaCl_2)
(расход воздуха от 5 до 90 тыс. м³/ч)



ОЧ (2) - типовой теплоутилизационный блок № ОЧ
СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 2
Рис. 28

154
155

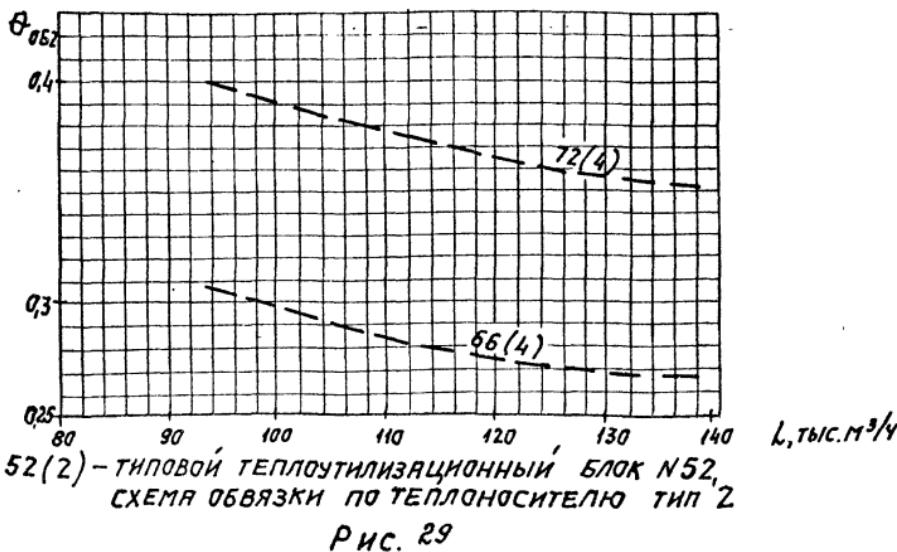
69

169

ИМЯ И ПОДЛ.	ПОДПИСЬ И ДАТА	ВЗЯТЫ ИМЯМ
-------------	----------------	------------

904-02-26.86

*Общие относительные перепады температур
для теплоутилизационных блоков на базе 2ЛК
с теплообменниками КВББ-ПУЗ (раствор CaCl_2)
(расход воздуха от 90 до 140 тыс. м³/ч)*



Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

904-02-26.86

А16ДОМ2

ПОПРАВЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ μ_w

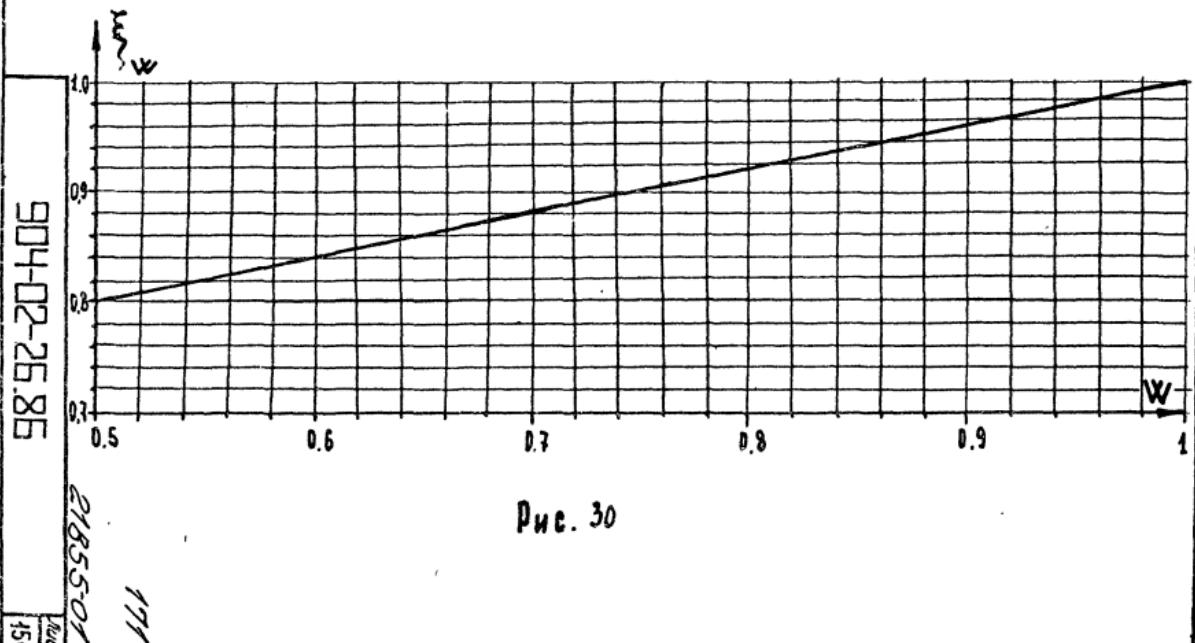


Рис. 30

ГРАФИК

904-02-26.86

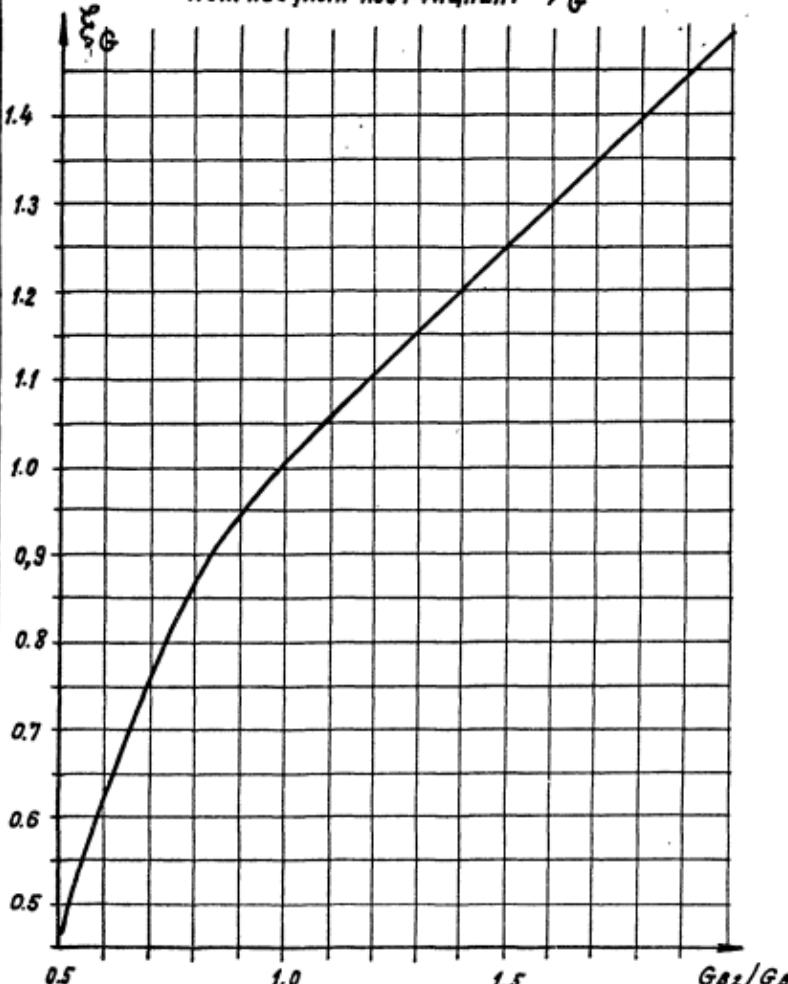
ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ξ_G 

Рис. 31

21855-01

172

904-02-26.86

УЧЕБНИК ПОДАЧА И АРГАВАННАЯ

ПРИСТ

157

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ξ_{φ} ПРИ $\psi = 10-60\%$

Лист 1

904-02-26.86

1.4

1.3

1.2

1.1

1.0

 $\frac{G_{B_2}}{G_{B_3}}$

1

1.5

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

89

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ξ_{ψ} ПРИ $\varphi=30-70\%$

1.4

1.3

1.2

1.1

1.0

0.5

1.0

1.5

 G_{B_2}/G_{B_1}

174

 $1-t_{B,H_2} = 180^\circ C; 2-t_{B,H_2} = 250^\circ C; 3-t_{B,H_2} \geq 500^\circ C$

21855-01

Рис. 33

904-02-26.86

Лист
159

Изменение подачи на стабилизаторы

рабочий 1

304-02-26.86

Альбом 1

904-02-26.86

Коэффициенты наружного
теплообмена для КБСБ-ПУЗ, КБББ-ПУЗ
и ВН

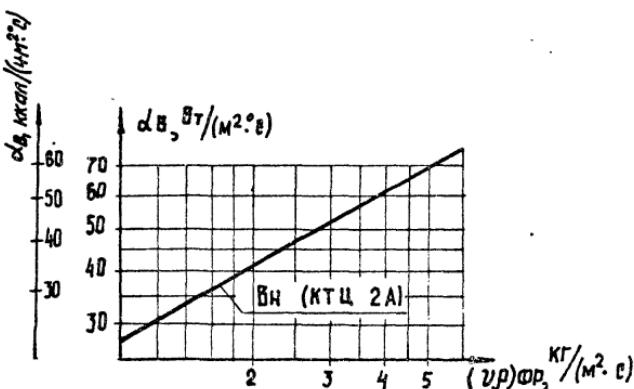
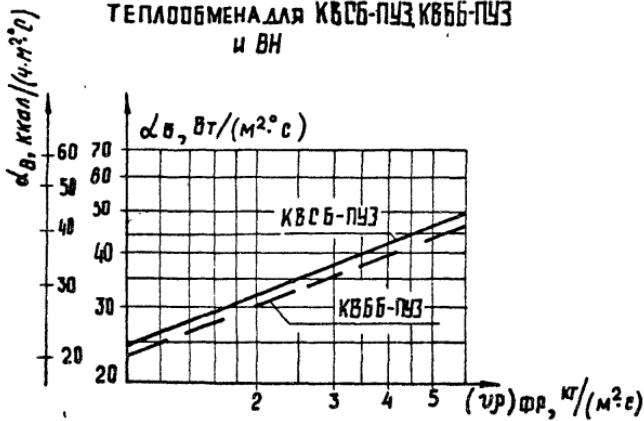


Рис. 34

175

21855-01

Инд. № лодд.	Платформа и датчик	Взам. инд. №
--------------	--------------------	--------------

904-02-26.86

лист
160

Коэффициенты наружного теплообмена
для ТП-03, ТП-04, КСк3 и КСк4

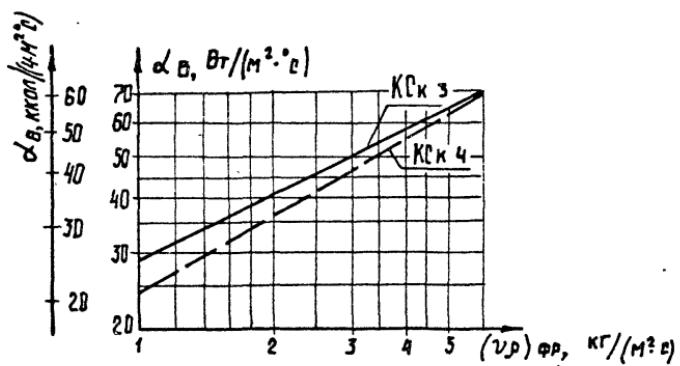
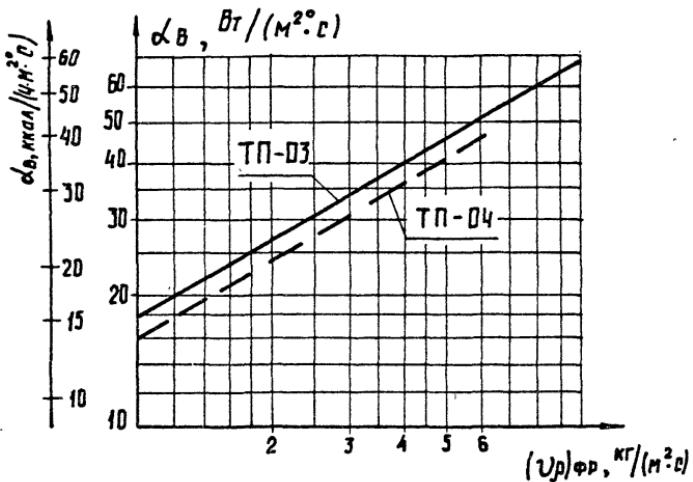


Рис. 35

176

21855-01

904-02-26.86

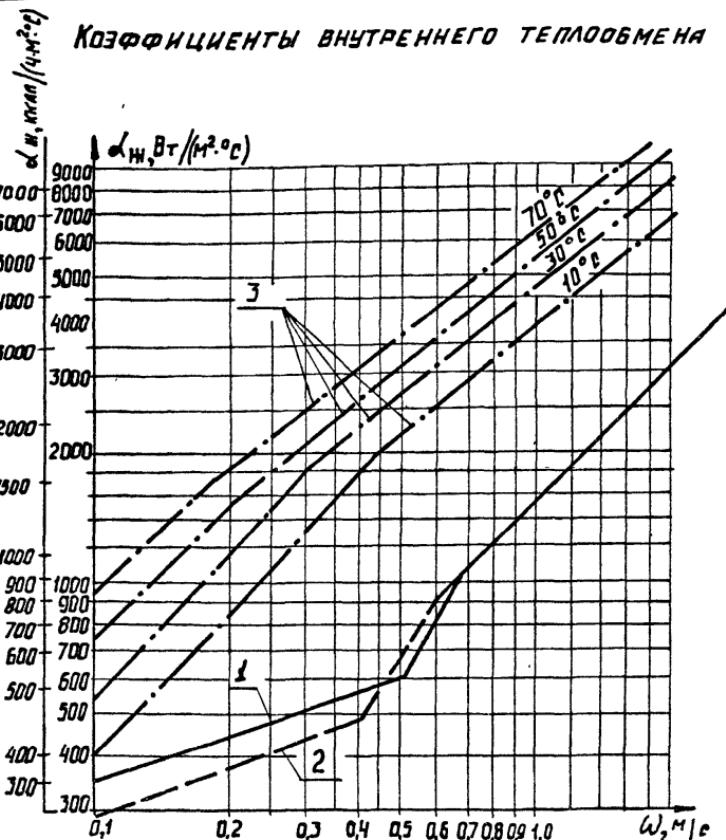
ЦИФРЫ ПОДЛ.	Площадь и плата взам. инв. №:

Лист
161

Альбом 1

Коэффициенты внутреннего теплообмена

904-02-26.86



1 - Для теплообменников типа ТП, КСК, КВСБ-ПУЗ и КВББ-ПУЗ с незамерзающим теплоносителем

2 - Для теплообменников типа ВН с незамерзающим теплоносителем.

3 - Для теплообменников типа ТП, КСК, КВСБ-ПУЗ, КВББ-ПУЗ и ВН с теплоносителем вода

Рис. 36

177

21855-01

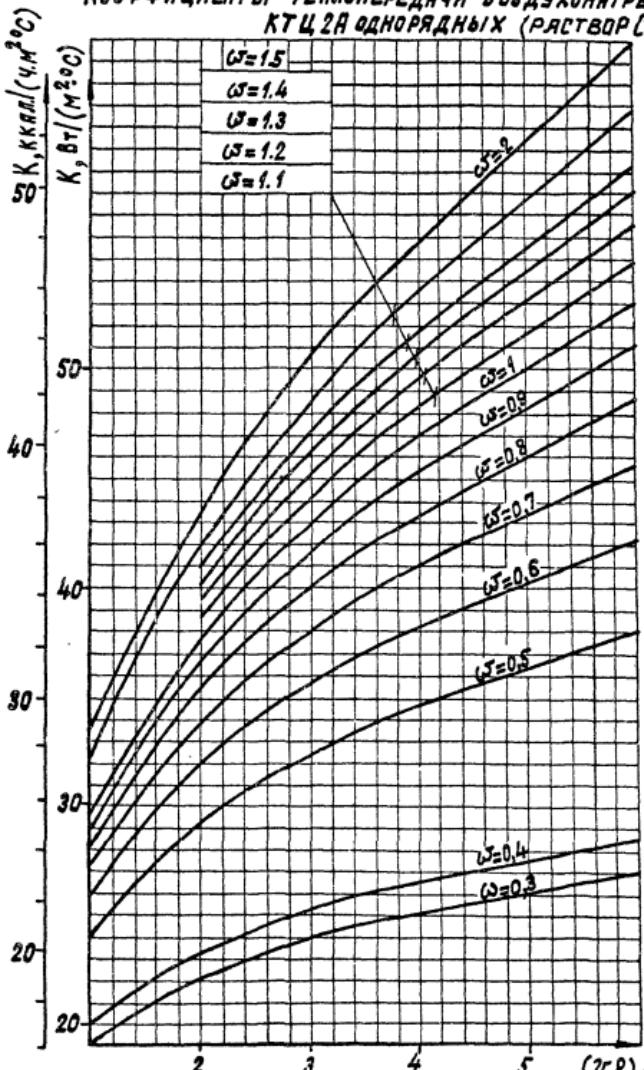
Инв. № подпись и дата взятия изображения

904-02-26.86

Лист

162

Коэффициенты теплопередачи воздушных грелок
КТЦ 2А однорядных (раствор ГасСв)



178

Рис. 37

904-02-26.86

Лист
163

Коэффициенты теплопередачи воздухонагревателей КТЦ-2А двухрядных
(раствор Са_{СВ})

Лист 1

904-02-26.86

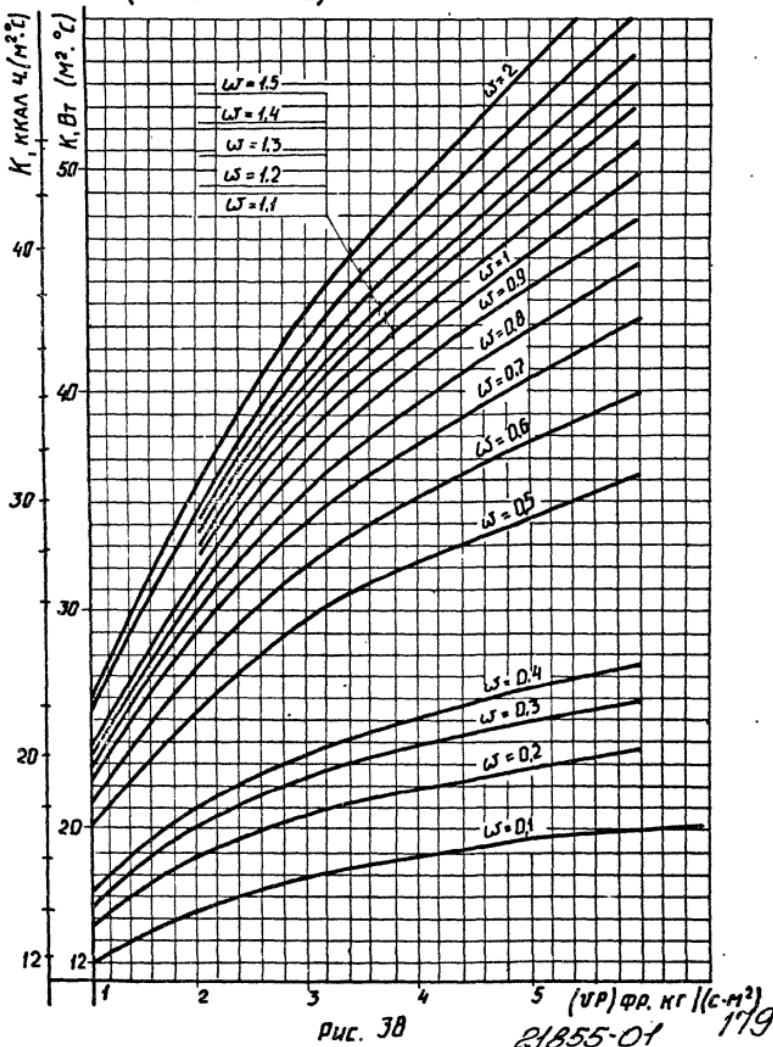


Рис. 38

21855-01

179

ЧИСЛО ПОДЛ.	ПОДАЧА И ДАТА	ВЗЯТ НИЗНЮ
-------------	---------------	------------

904-02-26.86

Лист
164

Аннотация

904-02-26.86

ХОДОФИЦЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ
ТП.05-Т4 РК.03; ТП.16-Т4 РК.03; ТП.25-Т4 РК.03
(РАСТВОР CaCl_2)

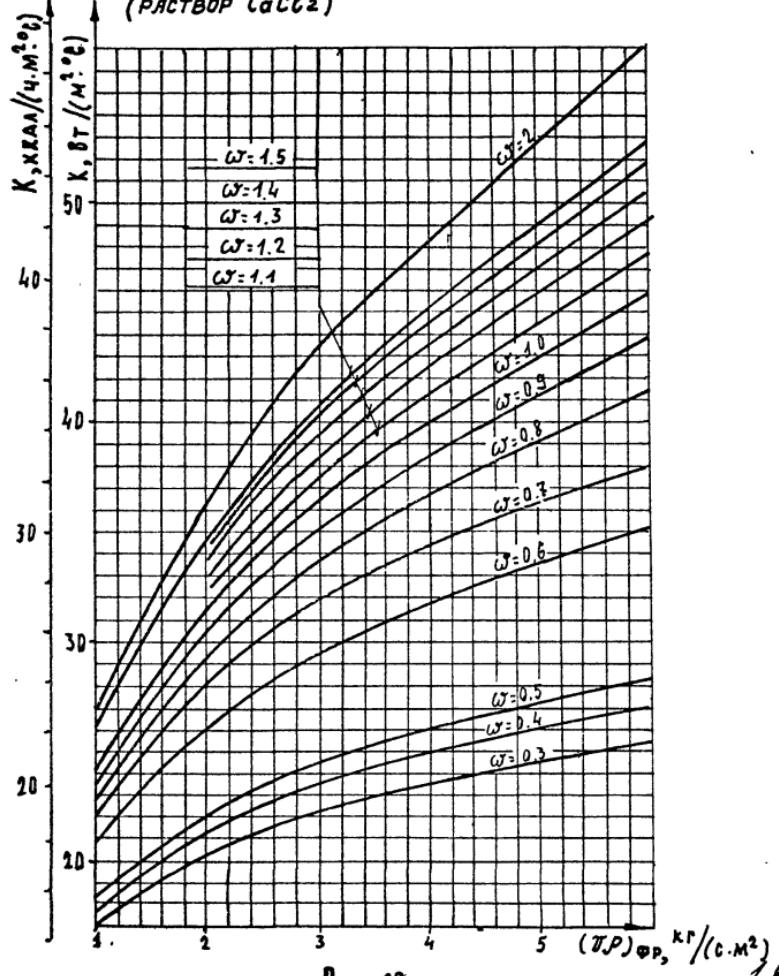


Рис. 39

21855-01

Лист
165

904-02-26.86

Коэффициенты теплопередачи теплоизолированных
труб ТП.05-Т1РК.04; ТП.16-Т1РК.04; ТП.25-Т1РК.04
(раствор CaCl_2)

Изобр. № 1

904-02-26.86

 $K, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

50

50

40

40

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

30

3

Коэффициенты теплопередачи калориферов
К 6 х 3 (РАСТВОР САСЛ₂)

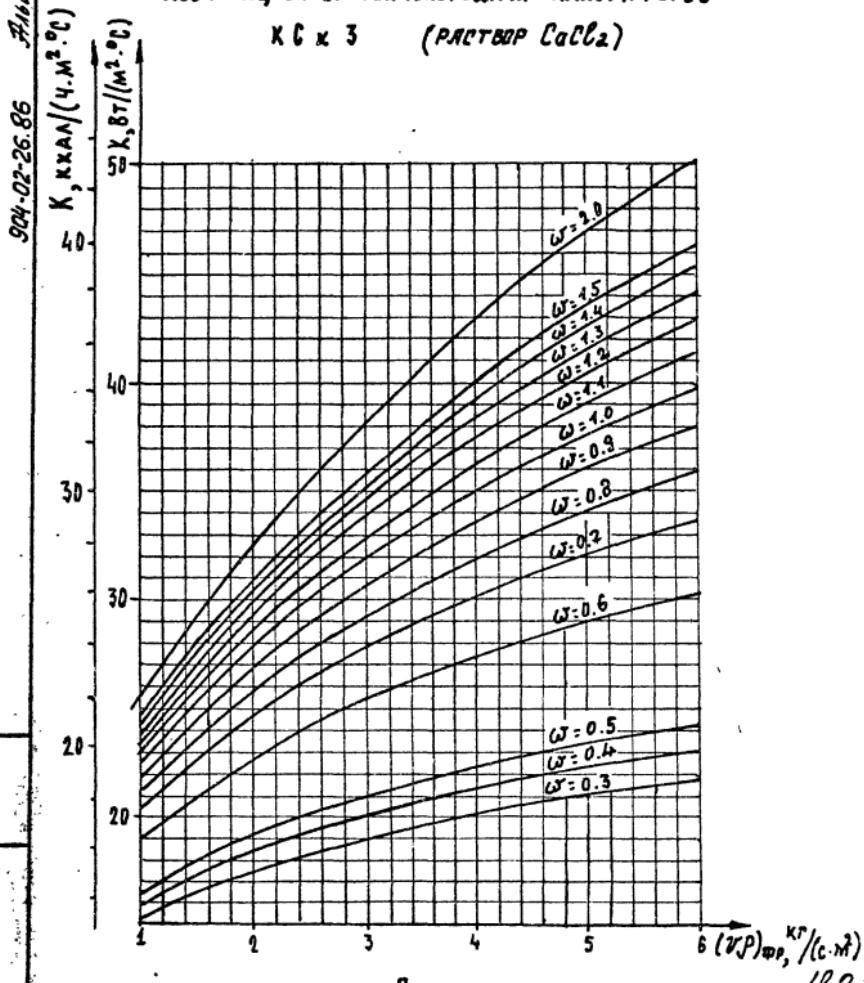


Рис. 44

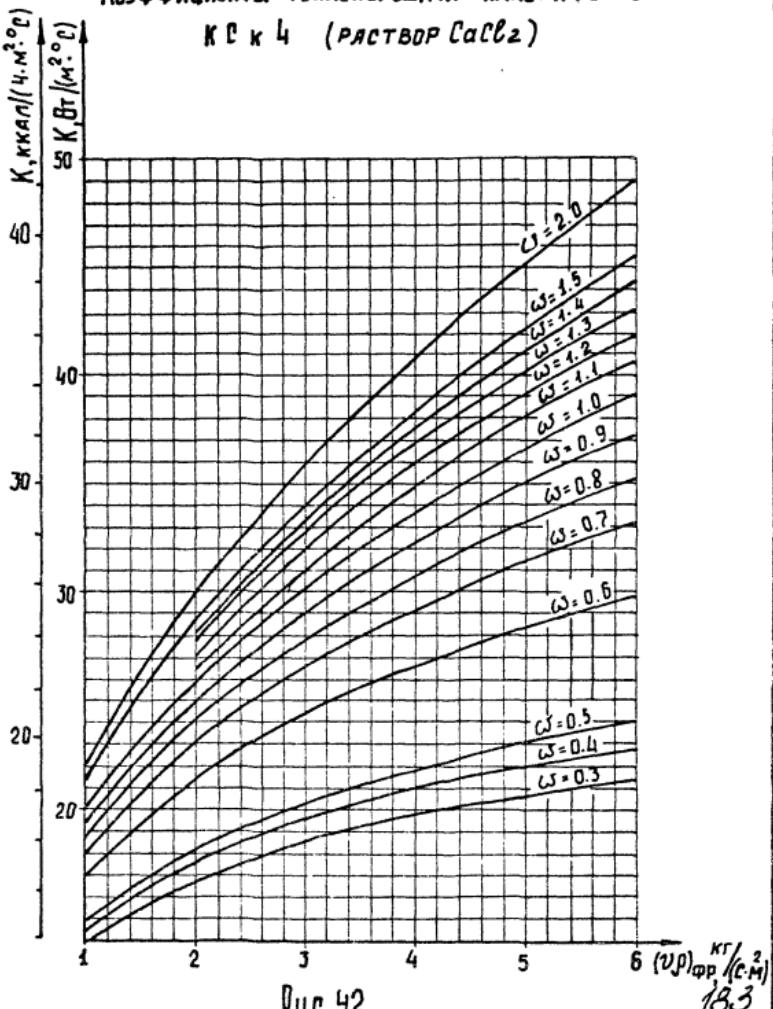
182

21855-01

904-02-26.86

Лист
167

Коэффициенты теплопередачи калориферов
КСк4 (раствор CaCl_2)



Пис. 42

183

21855-01

904-02-26.86

лист

168

Изд. подл. Поясн. и дата	Взам. инв. №
--------------------------	--------------

Альбом 1

904-02-26.86

Коэффициенты теплопередачи калориферов
ХБСБ-ПУЗ (РАСТВОР CaCl_2)

Лист №1

904-02-26.86

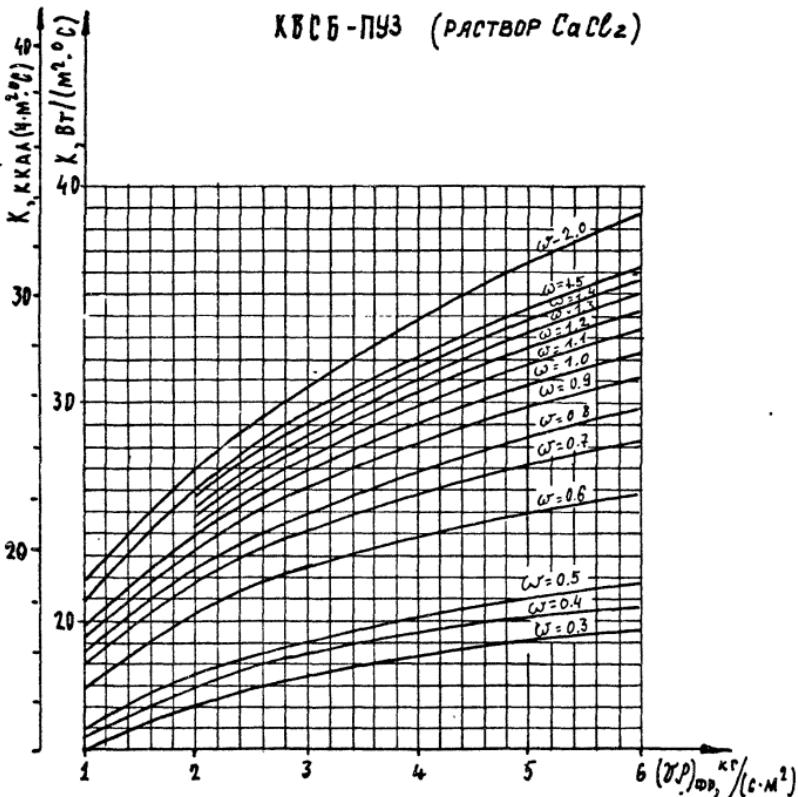


Рис. 43

Черт. №	Пометка и дата	Взам. инв. №

184

2185501

904-02-26.86

Лист
169

Документ 2

З04-02-26.86

Коэффициенты теплопередачи калориферов
КБББ-ПУЗ (РАСТВОР ГасС₂)

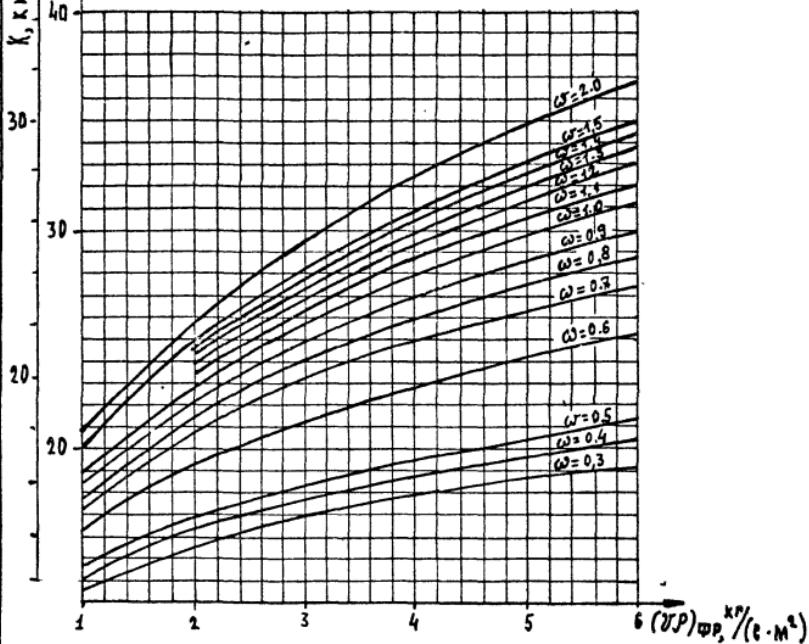


Рис. 44

185

Исполн. подл.	Подпись и дата в зоне исполн.
---------------	-------------------------------

904-02-26.86

Лист
170

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕННИКОВ
(РАСТВОР CaCl_2)

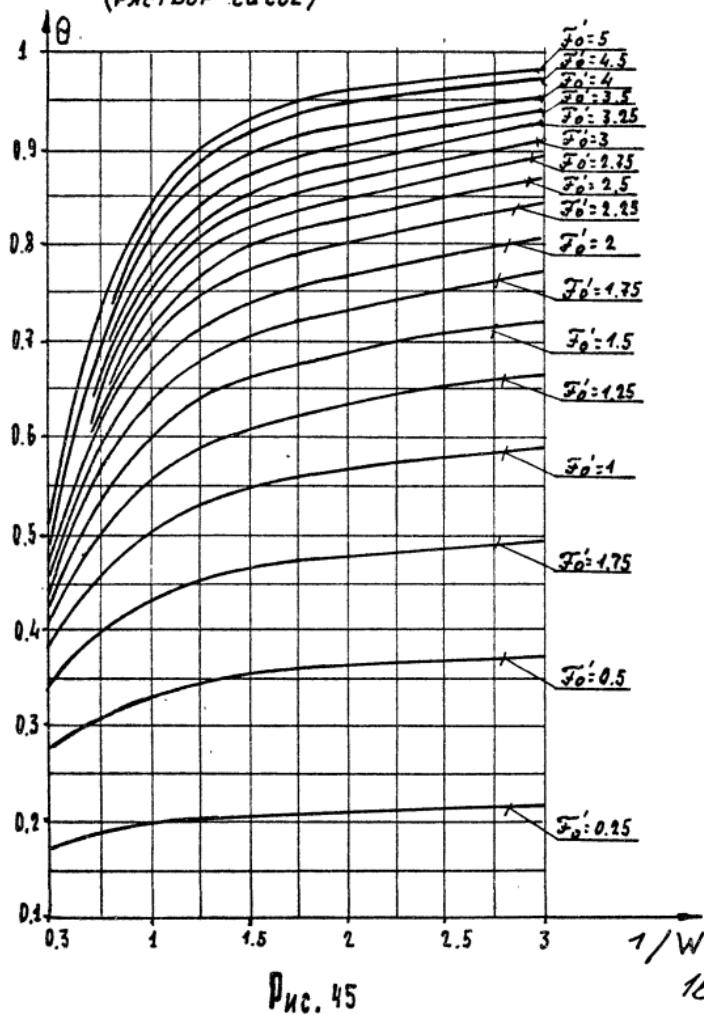


Рис. 45

186

21855-01

904-02-26.86

Лист
171

Инв. № л/дам	Подпись и дата	Взам. инв. №

904-02-26.86

Альбом 1

904-02-26.86

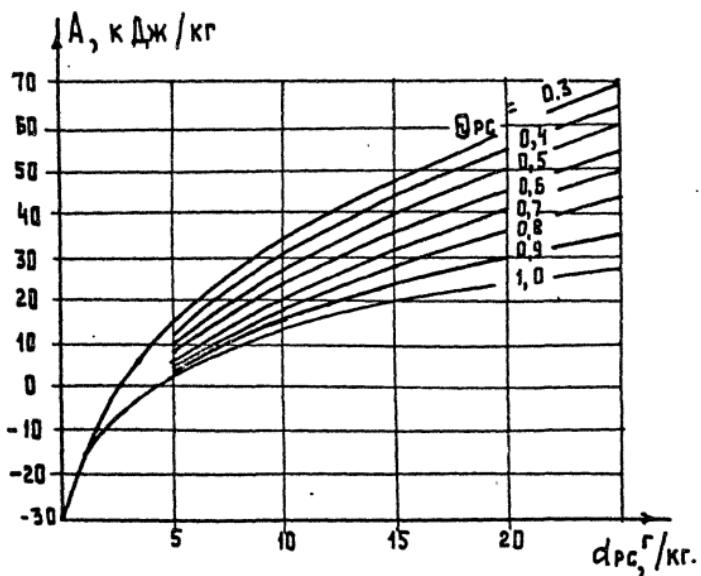
ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ d_{PC} И ПАРАМЕТРОМ А

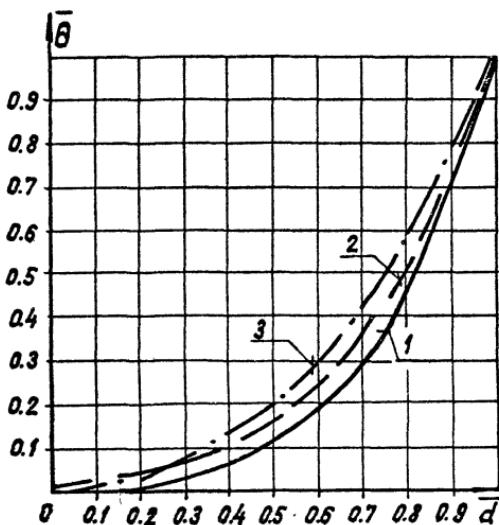
Рис. 4б

187

21855-01

904-02-26.86

Лист
172Лист 1
и др.
и др.

ОБОБЩЕННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ $\bar{\theta}$ ОТ \bar{d} 

$$1 - \tilde{F}'_0 = 1.6; \quad 2 - \tilde{F}'_0 = 2.4; \quad 3 - \tilde{F}'_0 = 3.2.$$

Рис. 47

188

21855-01

904-02-26.86

Лист 1

ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ПЕРЕПАД ТЕМПЕРАТУР ДЛЯ ГРУППЫ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

904-02-26.86

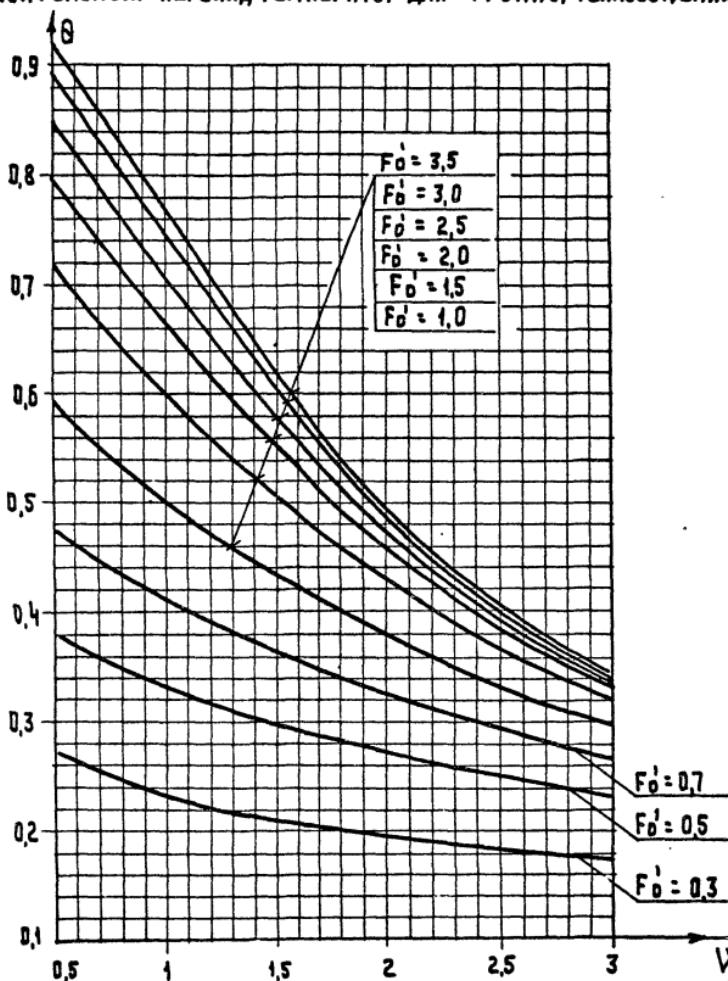


Рис. 48

21855-01

Лист

174

904-02-26.86

Инв. № 0001. Чертежи групп. инв.

ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ПЕРЕПАД ТЕМПЕРАТУР ДЛЯ ОДНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

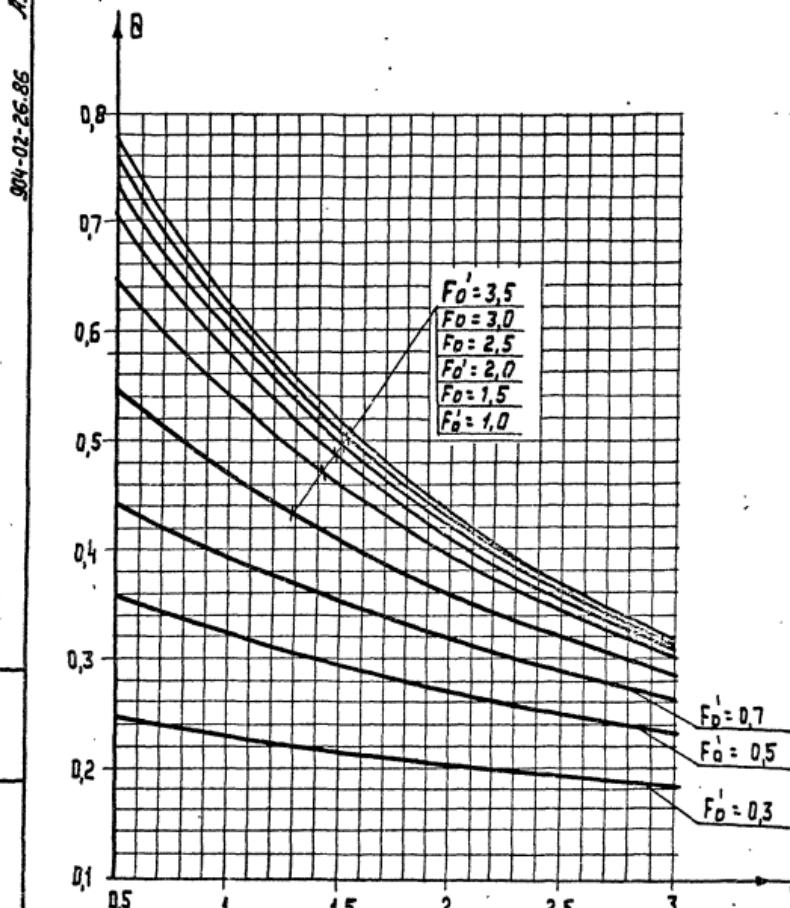


Рис. 49

190

21855.01

904-02-26.86

дист

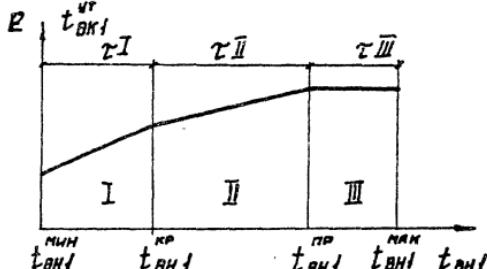
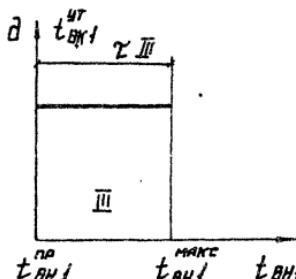
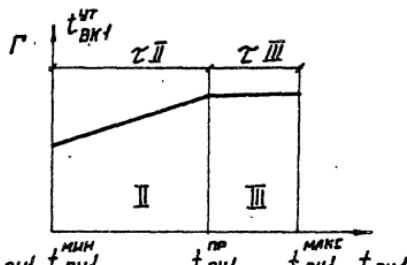
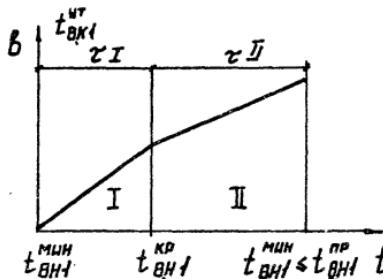
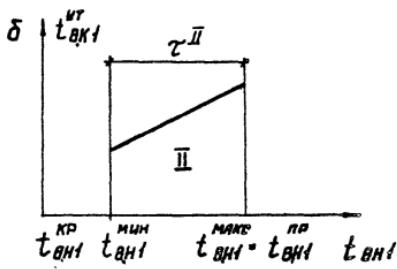
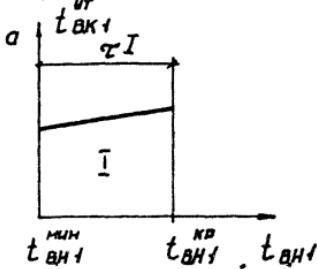
175

Инв. № подл.	Подл. и деталь	Взрмт. инв. №

ПЕРИОДЫ РАБОТЫ СУПТ БЕЗ ПОДОГРЕВА В ГОДОВОМ РЕЖИМЕ

АЛЬБОМ 1

904-02-26-86



ПЕРИОДЫ РАБОТЫ СУПТ:
а-І; б-ІІ; в-І и ІІ; г-ІІ и ІІІ; д-ІІІ; е-І, ІІ и ІІІ

191

Рис. 50

21855.01

ЛНВ № подача	ПОДАЧА И ДАТА
--------------	---------------

904-02-26.86

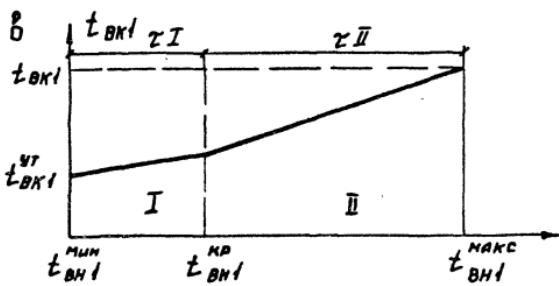
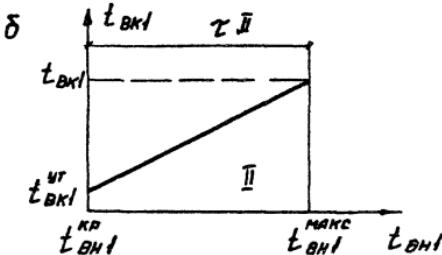
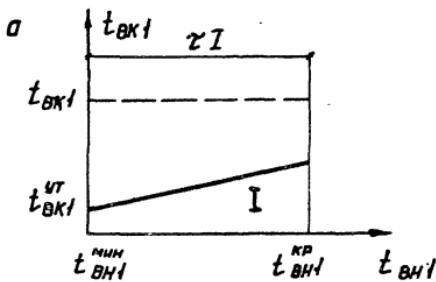
ЛНСТ

176

Альбом 4

904-02-26-86

Периоды работы СУПТ с подогревом в годовом режиме



Периоды работы СУПТ:

а-Ι, б-II, в-Ι и II

Рис. 51

192

21855-01

Имя подп.	Подпись и дата
-----------	----------------

Лист

904-02-26.86

Приложение 4

ПРИМЕР I. Расчет по упрощенному графо-аналитическому методу СУПТ без подогрева с одиночными установками.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

I. В СУПТ без подогрева промежуточного теплоносителя утилизируется теплота воздуха, удаляемого одной вытяжной установкой, для нагрева воздуха одной приточной установки.

Расчетные данные: $\dot{V}_{82} = 22000 \text{ м}^3/\text{ч}$; $G_{82} = 26400 \text{ кг}/\text{ч}$;
 $t_{8,42} = 26^\circ\text{C}$; $\varphi_{8,42} = 50\%$; $i_{8,42} = 12,8 \text{ ккал}/\text{кг}$;
 $\dot{V}_{81} = 22000 \text{ м}^3/\text{ч}$; $G_{81} = 26400 \text{ кг}/\text{ч}$; $t_{8,11} = -55^\circ\text{C}$;
 $t_{8,41} = 26^\circ\text{C}$ $t_{8,41}^{\text{согр}} = -19,5^\circ\text{C}$; отопительный период -
- 254 дня; режим работы - двухсменный; $T_{\cdot,12} = 2804 \text{ ч}$.

2. В качестве основного оборудования приточных установок используется типовая приточная камера ЗПК - 31,5.

3. Расчет СУПТ выполняется по упрощенному графо-аналитическому методу (раздел 8) в системе единиц МКГСС.

Требуется определить:

технические характеристики ТУБ (тип и количество теплоутилизаторов, число рядов трубок, схемы связки) приточной и вытяжной установки, $t_{8,41}^{\text{вых}}$, $Q_v^{\text{вых}}$, $Q_v^{\text{вых}}$.

Порядок расчета

I. На основании сопоставления показателей типовых ТУБ, приведенных в альбоме 5 (см. в табл. 3.3 показатели ТУБ, рассчитанных на "параметры воздуха" 4) принимаем ТУБ 27.

Из табл. 2 и 5 альбома 4 выписываем необходимые данные и заносим их в табл. I.

193

21855-01

904-02-26.86

Лист
178

Таблица I

Уста- новка	Но- мер	Индекс	Схе- мы об- вяз- ки	Т У Б					
				Тип (индекс)	Коли- чество, шт	Чис- ло ряд- ков тру- бок	$f_{pp}^{(i)}$	$f_{xc}^{(i)}$	
								m^2	m^2
BI	27	2.03.3.I2	I	KCr4-I2-02 ХЛЗА	3	I2	2,488	0,0052	
III	27	2.03.3.I2	I	KCr4-I2-02 ХЛЗА	3	I2	2,488	0,0052	

2. Определяем ζ_s^{**} по формуле (8.6)

$$\zeta_s^{**} = \frac{26 + (-55)}{2} = -14,5^{\circ}\text{C}$$

В качестве теплоносителя принимаем незамерзающий 30% раствор хлористого кальция с $\zeta_{xc}^{**} = -55^{\circ}\text{C}$.

3. Определяем G_{xc} при $W = I$ по формуле (8.7)

$$G_{xc} = \frac{26400 \cdot 0.24}{0,675 \cdot I} = 9387 \text{ кг/ч.}$$

$$W_1 = W_2 = I, \quad \text{так как} \quad G_{x1} = G_{x2}.$$

4. Определяем w_1 и w_2 по формуле (8.10)

$$w_1 = w_2 = \frac{9387}{3600 \cdot I260 \cdot 0,0052} = 0,398 \text{ м/с,}$$

194

Модель	Разработка

21855-01

904-02-26.86

Лист

179

Альбом I

904-02-26.86

5. Находим $\Delta P_{\text{ж}}$ по графикам рис.5 приложения 3.
Для ТУБ установки ВI и III по характеристике 27 (I)
(27-номер ТУБ, I-тип обвязки). $\Delta P_{\text{ж1}} = \Delta P_{\text{ж2}} = 53 \text{ Па} =$
 $= 5300 \text{ кгс}/\text{м}^2$.

6. Определяем $(V\rho)_{\text{пп1}}$ и $(V\rho)_{\text{пп2}}$ по формуле (8.12)

$$(V\rho)_{\text{пп1}} = (V\rho)_{\text{пп2}} = \frac{26400}{3600 \cdot 2,488} = 2,95 \text{ кг}/\text{м}^2 \cdot \text{с.}$$

7. Находим $\Delta P_{\text{з1}} = \Delta P_{\text{з2}} = 53 \cdot 3 = 159 \text{ Па} = 15,9 \text{ кгс}/\text{м}^2$, где
53 Па - потери давления в одном теплообменнике по рис.7 приложения 3.

8. Определяем Θ_{051} по рис. 24 приложения 3 (см. п.8.13).
На оси абсцисс откладываем значение $G_3 = 22000 \text{ м}^3/\text{ч}$, проводим
вертикальную линию до пересечения с характеристикой 27 (I).

Ордината точки пересечения определяет значение $\Theta_{051} = 0,415$.

9. Находим $\varphi_{\text{вы}}$ по табл. 8 приложения 2 при $t_{\text{в.н2}} = 26^\circ\text{C}$
и $t_{\text{в.н1}} = -55^\circ\text{C}$

$$\varphi_{\text{вы}} = 4\%$$

10. Определяем режим работы вытяжной установки ($\varphi_{\text{вы}} + 5\% =$
 $= 9\%$). ТУБ вытяжной установки работает в режиме выпадения конден-
сата, так как $\varphi_{\text{вы2}} > (\varphi_{\text{вы1}} + 5)$.

Находим α_f по п. 8.19 $\alpha_f = 50-9 = 41\%$.

Определяем $\xi_f = 1,1$ по графику рис. 32 приложения 3.

II. Уточняем $\Theta_{051}^{(1)}$ по формуле (8.22)

$$\Theta_{051}^{(1)} = 0,415 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 = 0,456, \quad \text{где}$$

$$\xi_c = 1; \quad \xi_w = 1, \quad \text{так как } G_{s1}^{*} = G_{s2}^{*}.$$

105

21355-01

904-02-26.86

лист
180

I2. Определяем $t_{\text{окн}}^{''}$ по формуле (8.23)

$$\zeta_{\text{окн}}^{''} = -55 + 0,456 [26 - (-55)] = -18^{\circ}\text{C}.$$

I3. Определяем θ_1 по формуле (8.24)

$$\theta_1 = \frac{I + I}{I + I/0,456} = 0,627,$$

$$\text{где } \bar{\theta}_1 = \frac{26400}{26400} = I.$$

I4. Определяем $t_{\text{окн}}$ по формуле (8.25)

$$t_{\text{окн}} = -55 + \frac{-18 - (-55)}{0,627} = 4^{\circ}\text{C}.$$

I5. Определяем $t_{\text{окн}}$ по формуле (8.26)

$$t_{\text{окн}} = 4 - I \cdot (-18 - (-55)) = -33^{\circ}\text{C}.$$

$t_{\text{окн}} < 7^{\circ}\text{C}$, в качестве теплоносителя сохраним 30% раствор хлористого кальция с $\zeta_{\text{окн}}^{''} = -55^{\circ}\text{C} = t_{\text{окн}}$.

I6. Определяем $Q_v^{''}$ по формуле (8.27)

$$Q_v^{''} = 26400 \cdot 0,24 \cdot 0,456 [26 - (-55)] = 234026 \text{ ккал/ч.}$$

I7. Определяем Q_v' по формуле (8.28)

$$Q_v' = 26400 \cdot 0,24 [26 - (-18)] = 278784 \text{ ккал/ч.}$$

196

21855-01

альбом 1

904-02-26.86

ПРИМЕР 2. Расчет по упрощенному графо-аналитическому методу СУПТ без подогрева с группами установок. Расчет годового потребления теплоты.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

I. В СУПТ без подогрева промежуточного теплоносителя утилизируется теплота воздуха 10 вытяжных установок для нагрева воздуха в двух приточных установках. Расчетные данные приведены в табл. I

Таблица I

Установка	Расход воздуха		Параметры воздуха				
	$\dot{m}_v^{(1)}$, м ³ /ч	$G_v^{(1)}$, кг/ч	$t_{v,1}^{(1)}$, °C	$\varphi_{v,1}^{(1)}$, %	$\dot{Q}_{v,1}^{(1)}$, ккал/кг	$t_{v,2}^{(1)}$, °C	$t_{v,3}^{(1)}$, °C
B1	12080	14500	20	60	10,3	-	-
B2	14170	17000	18	60	8,2	-	-
B3	14170	17000	20	60	9,2	-	-
B4	25000	30000	18	60	10,5	-	-
B5	13330	16000	20	60	8,4	-	-
B6	9170	11000	18	60	8,2	-	-
B7	15830	19000	20	60	9,2	-	-
B8	20830	25000	18	60	10,5	-	-
B9	20000	24000	18	60	9,0	-	-
B10	14170	17000	18	60	8,2	-	-
III	60415	72500	-	-	-	-25	I4
II	60415	72500	-	-	-	-25	I4

$$t_{v,11}^{\text{мин}} = -3,6^{\circ}\text{C}; \quad t_{v,11}^{\text{макс}} = -40^{\circ}\text{C}.$$

Место строительства - Москва.

Отопительный период 213 дней = 5112 ч, режим работы
двухсменный ($n=0,46$), $t_{v,2}^{(1)} = 5112 \cdot 0,46 = 2352$ ч.

197

21/055-01

904-02-26.86

Лист

182

2. В качестве основного оборудования приточных установок используются типовые приточные камеры 2ПК-63.

3. ТУБ приточных и вытяжных установок присоединяются к циркуляционному контуру по параллельной схеме (см.рис.8 приложения I).

4. Расчет СУПТ выполняется по упрощенному графо-аналитическому методу (раздел 8) в системе единиц МКГСС.

Требуется определить:

технические характеристики ТУБ (тип и количество теплоутилизаторов, число рядов трубок, схемы связки),

$t_{o,1}^{(i)}$, $Q_1^{(i)}$, $Q_2^{(i)}$, $t_{o,2}^{(i)}$, $Q_{1g}^{(i)}$, $Q_{2g}^{(i)}$.

Порядок расчета:

I. В качестве теплоутилизаторов для ТУБ вытяжных и приточных установок принимаем воздухонагреватели КСк 4.

Для каждого ТУБ определяем количество теплоутилизаторов во фронтальном сечении по табл.5 альбом 4 (см.схему по фронту) при номинальных расходах приточных камер 2ПК, ближайших по значению к заданным $L_{o,1}^{(i)}$ и $L_{o,2}^{(i)}$.

2. Определяем ε по формуле (8.1)

$$\varepsilon = 2352 \cdot (-3,6) = -8467^{\circ}\text{C.ч.}$$

Принимаем число рядов трубок (по глубине) в ТУБ вытяжных и приточных установок по п.8.2.1 равным 12, так как

$$-5000 \geq \tau \geq -26000^{\circ}\text{C.ч.}$$

3. Выбираем тип связки ТУБ в зависимости от типоразмера приточной камеры, типа теплоутилизатора, числа рядов трубок (см.табл.3 альбома 4). Выписываем индекс, номер типовых ТУБ, номер схемы связки, значения $f_k^{(i)}$, $f_{pp}^{(i)}$.

Данные по п.1-3 приведены в табл.2.

198

21855-01

904-02-26.86

Лист

183

Таблица 2

Уста- новка	Но- мер	Индекс	Тип схемы об- вяз- ки	Т У Б				
				Тип (индекс)	Коли- чество, шт.	Чис- ло ряд- ков	$f_{sp}^{(c)}$	$f_{sc}^{(c)}$
904-02-26.86	B1	20	2.02.3.I2.2	2	KСк4-I0-02 ХЛЗА	9	I2	1,743 0,0033
	B2	20	2.02.3.I2:2	2	KСк4-I0-02 ХЛЗА	9	I2	1,743 0,0033
	B3	20	2.02.3.I2.2	2	KСк4-I0-02 ХЛЗА	9	I2	1,743 0,0033
	B4	27	2.03.3.I2.1	1	KСк4-I2-02 ХЛЗА	3	I2	2,488 0,0052
	B5	20	2.02.3.I2.2	2	KСк4-I0-02 ХЛЗА	9	I2	1,743 0,0033
	B6	I0	2.01.3.I2.2	2	KСк4-I0-02 ХЛЗА	6	I2	1,162 0,0022
	B7	20	2.02.3.I2.2	2	KСк4-I0-02 ХЛЗА	9	I2	1,743 0,0033
	B8	20	2.02.3.I2.2	2	KСк4-I0-02 ХЛЗА	9	I2	1,743 0,0033
	B9	20	2.02.3.I2.2	2	KСк4-I0-02 ХЛЗА	9	I2	1,743 0,0033
	B10	20	2.02.3.I2.2	2	KСк4-I0-02 ХЛЗА	9	I2	1,743 0,0033
	III	5I	2.06.3.I2.2	2	KСк4-I2-02 ХЛЗА	6	I2	4,976 0,0103
	II2	5I	2.06.3.I2.2	2	KСк4-I2-02 ХЛЗА	6	I2	4,976 0,0103

4. Определяем $\sum L_{B_1}, \sum G_{B_1}$ и $\sum L_{B_2}, \sum G_{B_2}$

$$\sum G_{B_2} = 190500 \text{ кг/ч}, \sum L_{B_2} = 158500 \text{ м}^3/\text{ч}; \sum G_{B_1} = 145000 \text{ кг/ч}, \sum L_{B_1} = 120830 \text{ м}^3/\text{ч}$$

5. Определяем средние параметры воздуха 10 вытяжных и 2 приточных установок по формулам (8.2), (8.3), (8.4), (8.5)

Изл. в под.	Потолок и Арка	Время инв.

199

21855-01

904-02-26.86

Мес
184

АЛЬБОМ I
904-02-26.86

$$t_{\text{вн}}^{(o)} = \frac{20 \cdot 14500 + 18 \cdot 17000 + 20 \cdot 17000 + 18 \cdot 30000 + 20 \cdot 16000 + 18 \cdot 11000}{190500}$$

$$+ 20 \cdot 19000 + 18 \cdot 25000 + 18 \cdot 24000 + 18 \cdot 17000 = 19^{\circ}\text{C}; \quad \varphi_{\text{вн}}^{(o)} = 60\%;$$

$$t_{\text{вн}}^{(o)} = \frac{10,3 \cdot 14500 + 8,2 \cdot 17000 + 9,2 \cdot 17000 + 10,5 \cdot 30000 + 8,4 \cdot 16000 + 8,2 \cdot 11000}{190500}$$

$$+ 9,2 \cdot 19000 + 10,5 \cdot 25000 + 9,0 \cdot 24000 + 8,2 \cdot 17000 =$$

$$= 9,33 \text{ ккал/кг};$$

$$t_{\text{вн}}^{(o)} = - 25^{\circ}\text{C}.$$

6. Определяем $t_b^{(o)}$ по формуле (8.6)

$$t_b^{(o)} = \frac{19 + (- 25)}{2} = - 3^{\circ}\text{C}.$$

В качестве теплоносителя принимаем незамерзающий раствор хлористого кальция, так как $t_b^{(o)} < 12^{\circ}\text{C}$.

7. Определяем G_x по большему суммарному расходу потока наружного воздуха ($\sum G_{x2} = \sum G_{x1}$) при $W_s = 1$ по формуле (8.7)

$$G_x = \frac{190500 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 1} = 67730 \text{ кг/ч.}$$

8. Определяем $G_{x2}^{(o)}$ и $G_{x1}^{(o)}$ по формулам (8.8) и (8.9)

$$G_{x2}^{(o)} = \frac{14500 \cdot 67730}{190500} = 5155 \text{ кг/ч}$$

* В п.п. 8-12 приводится расчет для одного ТУБ. Результаты расчета для других ТУБ приведены в табл.3.

21855-01

Лист
185

904-02-26.86

(8.II)

9. Определяем $\omega_1^{(i)}, \omega_2^{(i)}, \omega_2^{\infty}$ по формулам (8.10),

$$\omega_2^{(i)} = \frac{5155}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,003336} = 0,34 \text{ м/с};$$

$$\omega_2^{\infty} = \frac{67730}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0341} = 0,438 \text{ м/с};$$

где $\rho = 1260 \text{ кг/м}^3$ по табл. I приложения 2;

$f_{xc}^{(i)} = 0,003336 \text{ м}^2$ - площадь живого сечения прохода теплоносителя для ТУБ установки В1 по табл. 2 примера;

$\sum f_{xc} = 0,0341 \text{ м}^2$ - суммарная площадь живого сечения прохода теплоносителя для ТУБ установок В1 - В10.

10. Находим $\Delta P_{xc}^{(i)}$:

для приточных установок по графикам

рис.5 приложения 2 $\Delta P_{xc}^{(i)} = 100 \text{ кПа} = 10000 \text{ кгс/м}^2$;

для вытяжных установок по формуле (5.1)

$\Delta P_{xc}^{(i)} = 2299 \cdot 0,34^2 \cdot 3 = 797 \text{ кгс/м}^2$, где $C_x = 2299$ принимаем по табл. 7 приложения 3.

II. Определяем $(\eta p)_{pp1}^{(i)}, (\eta p)_{pp2}^{(i)}, (\eta p)_{pp2}^{\infty}$ по формулам (8.12) и (8.13)

$$(\eta p)_{pp2}^{(i)} = \frac{14500}{3600 \cdot 1,755} = 2,3 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$(\eta p)_{pp2}^{\infty} = \frac{190500}{3600 \cdot 5,413} = 3,0 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

201

21855-01

где $f_{ppz}^{(i)} = 1,755 \text{ м}^2$ - площадь фронтального сечения ТУБ установки В1 по табл. 2, примера;

$\sum f_{ppz} = 5,413 \text{ м}^2$ - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ установок В1 - В10.

12. Находим $\Delta P_s^{(i)}$ по графикам рис.7 приложения 3.

Для ТУБ установки В1 по характеристике 20 (2) $\Delta P_s^{(i)} = 35 \cdot 3 = 105 \text{ Па} = 10,5 \text{ кгс}/\text{м}^2$, где 35 Па - потери давления в одном теплообменнике.

13. Результаты расчета по п.п. 8 - 12 приводятся в табл. 3

Таблица 3

Установка	Номер ТУБ	$G_x^{(i)}$, кг/ч	$c_x^{(i)}$, м/с	$\Delta P_{xk}^{(i)}$, кгс/м ²	$(\Delta P_{pp})^{(i)}$, кг/м ² ·с	$\Delta P_s^{(i)}$, кгс/м ²
В1	20	5155	0,34	797	2,3	10,5
В2	20	6045	0,4	1104	2,69	14,1
В3	20	6045	0,4	1104	2,69	14,1
В4	27	10665	0,456	5889	3,33	20,1
В5	20	5690	0,376	975	2,53	12,3
В6	10	3910	0,387	1033	2,61	12,9
В7	20	6775	0,446	1372	3,01	15,9
В8	20	8890	0,589	2393	3,96	27,0
В9	20	8535	0,564	2194	3,80	24,9
В10	20	6045	0,4	1104	2,69	14,1
III	5I	33870	0,725	10000	4,03	27,0
II2	5I	33870	0,725	10000	4,03	27,0

202

21855-01

904-02-26.86

Лист
187

14. Определяем \mathcal{L}_{82}^{co} и \mathcal{L}_{81}^{co} по формулам
(8.16) и (8.17)

$$\mathcal{L}_{82}^{co} = \frac{158500}{10} = 15870 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$\mathcal{L}_{81}^{co} = \frac{120830}{2} = 60415 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для определения значений $\mathcal{O}_{81}^{(m)}$ и $\mathcal{O}_{81}^{(n)}$ выбираем графики рис. 24 приложения 3, на котором нанесены характеристики \mathcal{O}_{8x} для систем с ТУБ на базе 2НК и теплоутилизаторами КСк4.

На оси абсцисс откладываем значение $\mathcal{L}_{82}^{co} = 15870 \text{ м}^3/\text{ч}$, проводим вертикальную линию до пересечения с характеристикой 20 (2). Характеристика 20 (2) построена для ТУБ №20 с теплоутилизаторами КСк4, числом трубок 12 и схемой обвязки тип 2 (см. табл. 2 альбома 4), что соответствует технической характеристике принятых ТУБ вытяжных установок. Ордината точки пересечения определяет значение $\mathcal{O}_{81}^{(n)} = 0,424$.

На оси абсцисс рис. 24 откладываем значение $\mathcal{L}_{81}^{co} = 60415 \text{ м}^3/\text{ч}$, проводим вертикальную линию до пересечения с характеристикой 51(2), соответствующей числу рядов трубок 12 и схеме обвязки тип 2 (аналогичной типу 2) для принятых ТУБ приточных установок. Ордината точки пересечения определяет значение $\mathcal{O}_{81}^{(m)} = 0,434$.

15. Определяем \mathcal{O}_{81}^{co} по формуле (8.14.1)

$$\mathcal{O}_{81}^{co} = \frac{0,424 + 0,434}{2} = 0,429.$$

16. Определяем W_m при $\Sigma G_{8N} = \Sigma G_{81}$
по формуле (8.20)

$$W_m = \frac{145000 \cdot 0,24}{67730 \cdot 0,675} = 0,76.$$

203

21855-01

904-02-26.86

Лист

188

Инв. № подл.	ПОДПИСЬ И. БОГДАНОВА

Находим $\xi_w = 0,9$ по рис. 30 приложения 3.

17. Определяем G_s по формуле (8.21)

$$\bar{G}_s = \frac{190500}{145000} = 1,31 .$$

Находим $\xi_g = 1,17$ по рис. 31 приложения 3.

18. Находим $\varphi_{ух}$ по табл. 8 приложения 2 при $T_{ух}^{(o)} = 19^{\circ}\text{C}$
 $\xi_{ух}^{(o)} = -25^{\circ}\text{C}$

$$\varphi_{ух} = 22,5\% .$$

19. Определяем режим работы вытяжных ТУБ.

ТУБ вытяжных установок работают в режиме с выпадением конденсата, так как $\varphi_{ух}^{(o)} > (\varphi_{ух} + 5)$, где $\varphi_{ух}^{(o)} = 60\%$,
 $(\varphi_{ух} + 5) = 22,5 + 5 = 27,5\%$.

Находим $\Delta\varphi$ по п. 8.19 $\Delta\varphi = 60 - (27,5) = 32,5\%$.

Определяем $\xi_y = 1,204$ по графику рис. 32 приложения 3.

20. Уточняем $\theta_{081}^{(o)}$ по формуле (8.22)

$$\theta_{081}^{(o)} = 0,429 \cdot 0,9 \cdot 1,17 \cdot 1,204 = 0,544 .$$

21. Определяем $\xi_{ух}^{(o)}$ по формуле (8.23)

$$\xi_{ух}^{(o)} = -25 + 0,544 [19 - (-25)] = 1,1^{\circ}\text{C}.$$

22. Определяем $\theta_i^{(o)}$ по формуле (8.24)

$$\theta_i^{(o)} = \frac{I + 1,31}{0,76 + I/0,544} = 0,889$$

21855-01

204

904-02-26.86

Лист

189

где $W_r = W_n$ по п. I.6, так как $\Sigma G_{81} < \Sigma G_{82}$.

23. Определяем $t_{x,12}^{\varphi}$ по формуле (8.25)

$$t_{x,12}^{\varphi} = -25 + \frac{I_1 - (-25)}{0,889} = 4.4^{\circ}\text{C}.$$

24. Определяется $t_{x,11}^{\varphi}$ по формуле (8.26)

$$t_{x,11}^{\varphi} = 4.4 - 0.76 (I_1 - (-25)) = -15.4^{\circ}\text{C}.$$

Уточняем вид теплоносителя $t_{x,12}^{\varphi} = -15.4^{\circ}\text{C} < 7^{\circ}\text{C}$,
в СУПТ используется незамерзающий теплоноситель 23% раствор
хлористого кальция с $t_{x,12}^{\varphi} = t_{8,11} = -25^{\circ}\text{C}$.

25. Определяем Q_r^{φ} по формуле (8.27)

$$Q_r^{\varphi} = 145000 \cdot 0,24 \cdot 0,544 [I_9 - (-25)] = 832970 \text{ ккал/ч} = \\ = 0,833 \text{ Гкал/ч.}$$

26. Определяем расход теплоты от первичного источника для дополнительного нагрева воздуха в приточных установках Q_r^{φ}
(от $t_{4,12}^{\varphi} = 1,1^{\circ}\text{C}$ до $t_{8,12}^{\varphi} = 14^{\circ}\text{C}$) по формуле (8.28)

$$Q_r^{\varphi} = 145000 \cdot 0,24 \cdot (14 - 1,1) = 448920 \text{ ккал/ч} = \\ = 0,449 \text{ Гкал/ч.}$$

27. Определяем $i_{8,12}^{\varphi}$ по формуле (8.29)

$$i_{8,12}^{\varphi} = 9,33 - \frac{145000 \cdot 0,24 (I_1 - (-25))}{190500} =$$

$$= 4,56 \text{ ккал/кг.}$$

По $i-\varphi$ диаграмме для точки с координатами $i_{8,12}^{\varphi} =$
 $= 4,56 \text{ ккал/кг и } \varphi = 100\%$ находим значение $t_{8,12}^{\varphi} = -5,3^{\circ}\text{C}$.

28. Расчет годового потребления теплоты. ТУБ работают в режиме с выпадением конденсата $t_{x,11}^{co} = -15,4^{\circ}\text{C}$.

28.1. Определяем коэффициенты А, В, С по формулам (9.9) – (9.11):

$$A = \frac{16,5 \cdot 45}{575 \cdot 0,24} = 5,37,$$

где $\psi = 16,5$ находим по табл. 4 альбома 4; $d_{x,11} = 45 \text{ ккал}/(\text{ч.м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ и $d_{j,11} = 575 \text{ ккал}/(\text{ч.м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ находим по графикам рис. 35, 36 приложения 2;

$$B = \frac{0,544 \cdot 145000 \cdot 0,24}{190500} = 0,1 ;$$

$$C = \frac{0,544}{0,889} - 0,76 \cdot 0,544 = 0,2 .$$

28.2. Определяем $t_{x,11}^{co}$ по формуле (9.8)

$$t_{x,11}^{co} = \frac{-5,37(9,33-2,3)+19(5,37 \cdot 0,1 - 0,2)}{1+5,37 \cdot 0,1 - 0,2} = -23,5^{\circ}\text{C},$$

где $D = 2,3$ для системы МК ГСС.

$t_{x,11}^{co} = -23,5^{\circ}\text{C} > t_{x,11}^o = -25^{\circ}\text{C}$, значит на теплообменной поверхности ТУБ будет обмерзать конденсат.

Задачу ТУБ вытяжных установок предусматриваем за счет перепуска части теплоносителя.

28.3. Определяем $t_{x,11}^{no(co)}$ по формуле (12.2)

$$t_{x,11}^{no(co)} = \frac{14 - 0,544 \cdot 19}{1 - 0,544} = 8,0^{\circ}\text{C}.$$

21855-01 206

28.4. Выявляем характерные периоды работы СУПТ в годовом режиме по п. 12.2.

I период - $t_{\text{с.нн}}^{\text{мин}} = -40^{\circ}\text{C} < t_{\text{с.нн}}^{\text{1}} = -25^{\circ}\text{C} < t_{\text{с.нн}}^{\text{2}} = -23,5^{\circ}\text{C}$.

II период - $t_{\text{с.нн}}^{\text{2(вн)}} = 8^{\circ}\text{C} > t_{\text{с.нн}}^{\text{1}} = -25^{\circ}\text{C} \geq t_{\text{с.нн}}^{\text{2}} = -23,5^{\circ}\text{C}$.

28.5. Определяем $t_{\text{с.нн}}^{\text{ср(вн)}}$ и $\tau^{\text{ср}}$ для I и II периодов (место строительства - Москва) по разделу 4 и табл.4.1 альбома 5:

а) для I периода с интервалом температур наружного воздуха

от $t_{\text{с.нн}}^{\text{мин}} = -40^{\circ}\text{C}$, до $t_{\text{с.нн}}^{\text{1}} = -23,5^{\circ}\text{C}$.

Находим по табл. 4.1

$$t_{\text{с.нн}}^{\text{ср(1)}} = -24,7^{\circ}\text{C}, \quad \tau^{\text{ср(1)}} = 147 \text{ ч.}$$

б) для II периода с интервалом температур наружного воздуха от $t_{\text{с.нн}}^{\text{2}} = -23,5^{\circ}\text{C}$ до $t_{\text{с.нн}}^{\text{2(вн)}} = 8,0^{\circ}\text{C}$.

Находим по табл.4.1 значения ε и δ , соответствующие заданным $t_{\text{с.нн}}$:

при $t_{\text{с.нн}}^{\text{2}} = -23,5^{\circ}\text{C}$, $\varepsilon^{\text{2}} = 147 \text{ ч.}$, $\delta^{\text{2}} = -3629,5 \text{ ч.}^{\circ}\text{C}$;

при $t_{\text{с.нн}}^{\text{2(вн)}} = 8,0^{\circ}\text{C}$, $\varepsilon^{\text{2(вн)}} = 5112 \text{ ч.}$, $\delta^{\text{2(вн)}} = -14902 \text{ ч.}^{\circ}\text{C}$.

Определяем $\varepsilon^{\text{ср(2)}}$ по формуле (4.2)

$$\varepsilon^{\text{ср(2)}} = 5112 - 147 = 4965 \text{ ч.}$$

Определяем $\delta^{\text{ср(2)}}$ по формуле (4.3)

$$\delta^{\text{ср(2)}} = -14902 - (-3629,5) = -11272,5 \text{ ч.}^{\circ}\text{C}.$$

Определяем $t_{\text{с.нн}}^{\text{ср(2)}}$ по формуле (4.1)

$$t_{\text{с.нн}}^{\text{ср(2)}} = \frac{11272,5}{4965} = -2,3^{\circ}\text{C}.$$

Число нерегулируемых зон	2
Номер здания	1

2855-01 207

904-02-26.86

Jan

192

Альбом I

904-02-26.86

28.6. Определяем $Q_{\text{рас}}^{(1)}$ и $Q_{\text{рас}}^{(2)}$ по формуле (I2.8) и (I2.9)

$$Q_{\text{рас}}^{(1)} = 0,833 \cdot 0,9 \frac{19 - (-24,7)}{19 - (-25)} \cdot 147 \cdot 0,46 = 50,35 \text{ Гкал/год},$$

$$Q_{\text{рас}}^{(2)} = 0,833 \cdot \frac{19 - (-2,3)}{19 - (-25)} \cdot 4965 \cdot 0,46 = 920,98 \text{ Гкал/ч}.$$

28.7. Определяем $Q_{\text{рас}}^{(2,4)}$ по формуле (I2.12)

$$Q_{\text{рас}}^{(2,4)} = 50,35 + 920,98 = 971,33 \text{ Гкал/год}.$$

28.8. Определяем требуемый расход теплоты Q_v на нагрев приточного воздуха в расчетном режиме при $t_{\text{вых}}^o = -25^\circ\text{C}$

$$Q_v^{(\text{рас})} = \sum G_b^{(v)} \cdot C_d (t_{\text{вых}}^o - t_{\text{вых}}^{(o)}) =$$

$$= 145000 \cdot 0,24 [14 - (-25)] = 1357200 \text{ ккал/ч} = 1,357 \text{ Гкал/ч}.$$

28.9. Определяем $Q_{\text{рас}}'$ по формуле (I2.1)

$$Q_{\text{рас}}' = 1,357 \frac{[14 - (-3,6)]}{[14 - (-25)]} 2352 - 971,33 = 469,01 \text{ Гкал/год},$$

где $Z_{\text{рас}}^o = 2352$ ч при двухсменной работе ($Z^o = 5112$ ч; $n=0,46$);

$$t_{\text{вых}}^{(o)} = -3,6^\circ\text{C}.$$

Модель и тип	Лаборатория
Приборы	

21855-01 208

904-02-26.86

Лист
193

**ПРИМЕР 3. РАСЧЕТ ПО ГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКОМУ МЕТОДУ СУПТ
БЕЗ ПОДОГРЕВА С ГРУППАМИ УСТАНОВОК И
ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СХЕМОЙ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ПО РИС. 8**

Исходные данные:

1. В СУПТ без подогрева промежуточного теплоносителя утилизируется теплота воздуха трех вытяжных установок для нагрева воздуха в трех приточных установках.

Расчетные данные приведены в табл. 1.

Таблица I

Установка	Расход воздуха			Параметры воздуха				
	$\dot{m}_{ном}^{(W)}$, м ³ /ч	$\dot{m}_s^{(W)}$, м ³ /ч	$G_s^{(W)}$, кг/ч	$t_{вых}^{(W)}$, °C	$\varphi_{вых}^{(W)}$, %	$\dot{G}_{вых}^{(W)}$, ккал/г	$t_{вых}^{(W)}$, °C	$t_{вых}^{(W)}$, °C
B1	80000	70000	84000	35	60	22	-	-
B2	80000	70000	84000	35	60	22	-	-
B3	63000	65000	78000	30	60	17,2	-	-
III	80000	72100	86500	-	-	-	-30,6	18
II2	80000	72100	86500	-	-	-	-30,6	18
II3	80000	72100	86500	-	-	-	-10	18

$$t_{вых}^{(W)} = -6,5^{\circ}\text{C}; \quad T^{(W)} = 2400 \text{ ч.}$$

2. В качестве основного оборудования для приточных установок используются центральные кондиционеры КПЦ2А, для вытяжных установок – приточные камеры ЗПК.

3. ТУБ приточных и вытяжных установок присоединяются к циркуляционному контуру по параллельной схеме (см. рис. 8 приложения I).

2185501 209

904-02-26.86

Лист
194

Инв. № подл. Правильность и Адаптация
Взам. инв. №

4. Расчет СУПТ выполняется по графо-аналитическому методу (раздел 9.4) в системе единиц МКСС.

Требуется определить:

технические характеристики ТУБ (тип и количество теплоутилизаторов, число рядов трубок, схемы обвязки), вид теплоносителя, G_x , $t_{air}^{(a)}$, $Q_v^{(a)}$, $Q_v^{(w)}$, $t_{air}^{(w)}$, $t_{ex}^{kpc(s)}$

Порядок расчета:

I. В качестве теплоутилизаторов для ТУБ вытяжных установок принимаем ТП, для ТУБ приточных установок - ВН.

Для каждого ТУБ определяем количество теплоутилизаторов во фронтальном сечении:

для вытяжных установок - по табл.5 альбома 4 (см.схему по фронту) при номинальных расходах приточных камер ЗИК, ближайших к заданным $\Delta_{\text{ст}}^{(a)}$;

для приточных установок - по табл.4 альбома 4 (см.схему по фронту) при номинальных расходах компонентов КПЦГА, ближайших к заданным $\Delta_{\text{ст}}^{(w)}$.

2. Определяем ζ по формуле (8.1)

$$\zeta = 2400 \cdot (-6,5) = -15600 \text{ ч.}^{\circ}\text{C.}$$

Принимаем число рядов трубок (по глубине) в ТУБ установок В1, В2, В3, П1, П2 по п.8.2.2 равным 12, так как

$$-5000 \geq \zeta \geq -26000 \text{ }^{\circ}\text{C ч.}$$

Для ТУБ установки П3 число рядов трубок принимаем равным 8, так как за счет рециркуляции воздуха из помещения $t_{air}^{(a)} = -10^{\circ}\text{C}$ и следовательно значение ζ для этой установки будет меньше $-15600 \text{ }^{\circ}\text{C ч.}$

21855-01 210

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

3. Выбираем тип обвязки ТУБ в зависимости от типоразмера основного оборудования, типа теплоутилизатора, числа рядов трубок:

по табл. I и 4 альбома 4 для ТУБ приточных установок
по табл. 3 и 5 альбома 4 для ТУБ вытяжных установок.

Выписываем индекс и номер типовых ТУБ, номер схемы обвязки, значения $f_{pp}^{(1)}$, $f_{pp}^{(2)}$.

Данные по п.п.2-3 приведены в табл.2.

Таблица 2

Установка	Т У Б							
	Но- мер	Индек- с	Тип схемы обвяз- ки	Теплоутилизатор			$f_{pp}^{(1)}$ m^2	$f_{pp}^{(2)}$ m^2
				Тип (индекс)	Коли- чество бо- шт.	Число рядов тру- бок		
B1	6I	2.08.2.I2.3	3	TIPK.04	6	I2	8,334	0,0174
				TIPK.04	6	I2		
B2	6I	2.08.2.I2.3	3	TIPK.04	6	I2	8,334	0,0174
				TIPK.04	6	I2		
B3	50	2.06.2.I2.1	I	TIPK.04	6	I2	4,998	0,0104
				TIPK.04	6	I2		
III	5I	I.08.I.I2.4	4	BH08.I02I3	6	I2	8,28	0,0118
II	5I	I.08.I.I2.4	4	BH08.I02I3	6	I2	8,28	0,0118
П3	43	I.08.I.8.4	4	BH08.I02I3	4	8	8,28	0,0118

4. Определяем ΣG_{82} ΣG_{81} , ΣL_{82} и ΣL_{81} , $\Sigma L_{82}^{(1)}$ и $\Sigma L_{81}^{(1)}$

$$\Sigma G_{82} = 246000 \text{ кг/ч}; \quad \Sigma G_{81} = 259500 \text{ кг/ч};$$

$$\Sigma L_{82} = 205000 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad \Sigma L_{81} = 216300 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\Sigma L_{82}^{(1)} = 223000 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad \Sigma L_{81}^{(1)} = 240000 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

211
21055-01

904-02-26.86

Лист
196

5. Определяем средние параметры воздуха по формулам (8.2), (8.3), (8.4), (8.5)

$$T_{\text{возд}}^{\circ} = \frac{35 \cdot 84000 + 35 \cdot 84000 + 30 \cdot 78000}{246000} = 33,4^{\circ}\text{C}; \quad \varphi_{\text{возд}}^{\circ} = 60\%;$$

$$I_{\text{возд}}^{\circ} = \frac{22 \cdot 84000 + 22 \cdot 84000 + 17,2 \cdot 78000}{246000} = 20,5 \text{ ккал/кг};$$

$$Z_{\text{возд}}^{\circ} = \frac{(-30,6) \cdot 86500 + (-30,6) \cdot 86500 + (-10) \cdot 76500}{259500} = -23,7^{\circ}\text{C}.$$

6. Определяем t_o° по формуле (8.6)

$$t_o^{\circ} = \frac{33,4 + (-30,6)}{2} = 1,4^{\circ}\text{C}.$$

В качестве теплоносителя принимаем незамерзающий раствор хлористого кальция, так как $t_o^{\circ} < 12^{\circ}\text{C}$.

7. Определяем $(V\rho)^{\circ}_{\text{труб}}$, $(V\rho)^{\circ}_{\text{труб}}$, $(V\rho)^{\circ}_{\text{труб}}$, $(V\rho)^{\circ}_{\text{труб}}$ по формулам (8.12) и (8.13)*

$$(V\rho)^{\circ}_{\text{труб}} = \frac{84000}{3600 \cdot 8,334} = 2,8 \text{ кг/}(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

$$(V\rho)^{\circ}_{\text{труб}} = \frac{246000}{3600 \cdot 21,67} = 3,15 \text{ кг/}(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

$$(V\rho)^{\circ}_{\text{труб}} = \frac{259500}{3600 \cdot 24,84} = 2,9 \text{ кг/}(\text{м}^2 \cdot \text{с}).$$

* В п.п. 7,8,10-12,15,16,18,30,31 приводятся расчеты для одного ТУБ. Результаты расчета для других ТУБ приведены в таблицах.

21855-01 212

904-02-26.86

Лист

197

где $f_{ppz}^{(i)} = 8,334 \text{ м}^2$ - площадь фронтального сечения

для ТУБ установки В1 по табл.2 примера;

$\Sigma f_{ppz} = 21,67 \text{ м}^2$ - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ трех вытяжных установок;

$\Sigma f_{ppr} = 24,84 \text{ м}^2$ - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ трех приточных установок.

8. Находим $\Delta P_{81}^{(i)}$ и $\Delta P_{82}^{(i)}$ по графикам рис.7 приложения 3. Для ТУБ установки В1 по характеристике 6I(3) $\Delta P_{82}^{(i)} = 52 \cdot 8 = 156 \text{ Па} = 15,6 \text{ кгс/м}^2$, где 52Па - потери давления в одном теплообменнике.

9. Определяем $G_{ж}$ по большему суммарному расходу воздуха ($\sum G_{85} = \sum G_{82} = 259500 \text{ кг/ч}$) при $W_5 = W_1 = 1$ по формуле (8.7)

$$G_{ж} = \frac{259500 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 1} = 92270 \text{ кг/ч.}$$

10. Определяем $G_{ж2}$ и $G_{ж3}$ по формулам (8.8) и (8.9)

$$G_{ж2}^{(i)} = \frac{84000 \cdot 92270}{246000} = 31507 \text{ кг/ч.}$$

II. Определяем $w_1^{(i)}, w_2^{(i)}, w_3^{(i)}, w_e^{(i)}$ по формулам (8.I0), (8.II)

$$w_e^{(i)} = \frac{31507}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0174} = 0,4 \text{ м/с};$$

$$w_e^{(i)} = \frac{92270}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0452} = 0,45 \text{ м/с};$$

$$w_1^{(i)} = \frac{92270}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0354} = 0,575 \text{ м/с.}$$

21855-01 213

904-02-26.86

Лист

198

где $\rho = 1260 \text{ кг}/\text{м}^3$ по табл. I приложения 2;

$f_{ж2}^{(i)} = 0,0174 \text{ м}^2$ - площадь живого сечения прохода теплоносителя для ТУБ установки В1 по табл. 2 примера.

$\Sigma f_{ж2}^{(i)} = 0,0452 \text{ м}^2$ - суммарная площадь живого сечения прохода теплоносителя для ТУБ установок В1 - В3; $\Sigma f_{ж1} = 0,0354 \text{ м}^2$

12. Находим $\Delta P_{ж1}^{(i)}$ по графикам рис. I приложения 3, так как $W_1 = I$.

Для ТУБ установки III по характеристике 5I (4) (5I - номер ТУБ, 4 - тип схемы обвязки) при $W = I$ и $L = 72100 \text{ м}^3/\text{ч}$

$$\Delta P_{ж1}^{(i)} = 100 \text{ кПа} = 10000 \text{ кгс}/\text{м}^2.$$

Находим $\Delta P_{ж2}^{(i)}$ по формуле (5.1), так как $W_2 = 0,95$ (см. п. I4) Для ТУБ 6I (3) установки В1, комплектуемого теплоутилизаторами ТП16-TIPK.04 - 6 шт., ТП25-TIPK.04 - 6 шт., при схеме обвязки типа 3, $\omega_{ж2}^{(i)} = 0,4 \text{ м}/\text{с}$ величина $C_{ж}$ по табл. 6 приложения 2 равна: для ТП.16-TIPK.04 - $242I (\text{кг} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^2$, для ТП.25-TIPK-5I50 $(\text{кг} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^2$

$$\Delta P_{ж2}^{(i)} = (242I + 5I50) \cdot 3 \cdot 0,4^2 = 3868 \text{ кгс}/\text{м}^2.$$

13. Результаты расчета по п.п. 7-12 приведены в таблице 3.

Таблица 3

Установка	$G_{ж1}^{(i)}$, кг/ч	$\omega_{ж1}^{(i)}$, м/с	$\Delta P_{ж1}^{(i)}$, кгс/ м^2	$(\Delta P)_{ж2}^{(i)}$, кг/($\text{м}^2 \cdot \text{с}$)	$\Delta P_{ж2}^{(i)}$, кгс/ м^2
В1	31507	0,40	3868	2,80	15,6
В2	31507	0,40	3868	2,80	15,6
В3	29256	0,62	11878	4,34	33,0
III	30757	0,575	10000	2,90	25,8
II2	30757	0,575	10000	2,90	25,8
II3	30757	0,575	6600	2,90	17,2

21655-01 214

904-02-26.86

Лист
199

Аттест. I

904-02-26.86

I4. Определяем $W_1, W_M^{(c)}$ для потока с меньшим суммарным расходом воздуха ($\Sigma G_{1n} = \Sigma G_{2e} = 246000 \text{ кг/ч}$) по формулам (8.20), (9.13)

$$W_1 = \frac{246000 \cdot 0,24}{92270 \cdot 0,675} = 0,95.$$

$$W_2 = W_M = W_M^{(c)}.$$

I5. Определяем $\bar{\alpha}_{2e}^{(c)}$ для ТУБ приточных и вытяжных установок по формуле (9.1)

$$\bar{\alpha}_{2e}^{(c)} = \frac{70000}{80000} = 0,875.$$

I6. Определяем $(F_{or}')^{(c)}$ и $(F_{oe}')^{(c)}$ по табл. II приложения 2.

Для ТУБ 6I на базе ЗИК с ТП-04, числом рядов трубок 12 и 3 типом связки при $\bar{\alpha}_{2e}^{(c)} = 0,875$ $(F_{oe}')^{(c)} = 1,065$.

I7. Находим $(F_{or}')^{(c)}$ и $(F_{oe}')^{(c)}$ по формулам (9.2), (9.3)

$$(F_{or}')^{(c)} = \frac{1,96 \cdot 72100 + 1,96 \cdot 72100 + 1,31 \cdot 72100}{216300} = 1,74,$$

$$(F_{oe}')^{(c)} = \frac{1,065 \cdot 70000 + 1,065 \cdot 70000 + 1 \cdot 65000}{205000} = 1,044.$$

I8. Определяем $\theta_1^{(c)}, \theta_2^{(c)}, \theta_r^{(c)}, \theta_e^{(c)}$ по табл. I2 приложения 2.

Для приточной установки III при значении $(F_{or}')^{(c)} = 1,96$ и $W_2 = 1$ $\theta_1^{(c)} = 0,662$.

215

21855-01

904-02-26.86

Sluc

200

1 Модуль

96-402-26.86

Для трех приточных установок при значении $(F_{o_1})^{go} = 1,74$ и $W_2 = I \quad \varnothing_{o_1}^{go} = 0,635$

Для трех вытяжных установок при значении $(F_{o_2})^{go} = 1,044$ и $W_2 = 0,95 \quad \varnothing_{o_2}^{go} = 0,519$.

19. Результаты расчета по п.п.15 - 18 приведены в табл.4.

20. Находим $\varnothing_{o,5}$ по формуле (9.4)

$$\varnothing_{o,5}^{go} = \frac{I}{\frac{I}{0,635} + \frac{259500}{0,519 \cdot 246000} - I} = 0,385.$$

21. Находим K_e^{go} , α_{s2}^{go} и α_{x2}^{go} по графикам рис.35,36,40 приложения 3 при $u_2^{go} = 0,45 \text{ м/с}$

и $(V_p)^{go}_{s2} = 3,15 \text{ кг/(м}^2\text{с)}$

$$K_e^{go} = 20,21 \text{ ккал/(ч}\cdot\text{м}^2\text{.}^{\circ}\text{C}),$$

$$\alpha_{s2}^{go} = 26,66 \text{ ккал/(ч}\cdot\text{м}^2\text{.}^{\circ}\text{C}),$$

$$\alpha_{x2}^{go} = 499 \text{ ккал/(ч}\cdot\text{м}^2\text{.}^{\circ}\text{C}).$$

22. Определяем $\varnothing_{p,c}^{go}$ по формуле (9.5)

$$\varnothing_{p,c}^{go} = 0,385 + \frac{20,21}{26,66} \left(\frac{0,385}{0,519} - 0,385 \right) = 0,655.$$

23. Определяем $t_{p,c2}^{go}$ по формуле (9.6)

$$t_{p,c2}^{go} = -23,7 + 0,655 \cdot [33,4 - (-23,7)] = 13,7^{\circ}\text{C}.$$

24. Находим по $t-d$ диаграмме (см.п.9.3.9) $\varphi_{\text{сух}} = 30\%$.

25. По условиям п.8.19 определяем

$$(\varphi_{\text{сух}} + 5) = 35\% < \varphi_{o,5}^{go} = 60\%, \text{ значит}$$

216

ТУБ вытяжных установок работают с выпадением конденсата на поверх-

21855-01

Лист

201

904-02-26.86

ности теплоутилизаторов.

Находим $\Delta \varphi^*$

$\Delta \varphi^* = 60 - 35 = 25\%$, определяем ξ_4 по графику рис.32 приложения 2 при $t_{exr} = 35^\circ\text{C}$.

$$\frac{\Sigma G_{88}}{\Sigma G_{81}} = \frac{246000}{259500} = 0,95 \quad \xi_4 = 1,066.$$

26. Уточняем $\theta_{881}^{(4)*}$ по формуле (9.7)

$$\theta_{881}^{(4)*} = 0,385 \cdot 1,066 = 0,41.$$

27. Определяем $t_{881}^{(4)*}$ по формуле (8.23)

$$t_{881}^{(4)*} = -23,7 + 0,41 \cdot [33,4 - (-23,7)] = 0,3^\circ\text{C}.$$

28. Определяем $t_{exr}^{(4)}$ по формуле (8.25)

$$t_{exr}^{(4)} = -23,7 + \frac{0,3 - (-23,7)}{0,635} = 14,1^\circ\text{C}.$$

29. Определяем $t_{881}^{(4)*}$ по формуле (9.14)

$$t_{881}^{(4)*} = -30,6 + 0,662 [14,1 - (-30,6)] = 1^\circ\text{C}.$$

30. Определяем $t_{exr}^{(4)}$ по формуле (9.15)

$$t_{exr}^{(4)} = 14,1 - 1 \cdot [-1 - (-30,6)] = -15,5^\circ\text{C}.$$

31. Уточняем вид теплоносителя по п.9.4.5

$$t_{exr}^{(4)} = t_{exr}^{min} = -15,5^\circ\text{C}$$

217

218.55.01

904-02-26.86

202

Номер подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №
-------------	----------------	--------------

Лаборатория

904-02-26.86

так как $t_{\text{жел}}^{\text{мин}} = -15,5^{\circ}\text{C} < 7^{\circ}\text{C}$, в качестве промежуточного теплоносителя применяется теплоноситель - 26% раствор хлористого кальция, $t_{\text{ж}}^{\text{сам.мин}} = t_{\text{вн}}^{\text{мин}} = -31^{\circ}\text{C}$.

.32. Определяем $Q_y^{\text{ст(1)}}$ по формуле (9.16)

$$Q_y^{\text{ст(1)}} = 86500 \cdot 0,24 \cdot [-I - (-30,6)] = 614496 \text{ ккал/ч.}$$

.33. Определяем $Q_y^{\text{ст(2)}}$ по формуле (9.17)

$$Q_y^{\text{ст(2)}} = 86500 \cdot 0,24 \cdot [I8 - (-I)] = 394440 \text{ ккал/ч.}$$

Результаты расчета по п.п.29 - 33 приведены в табл.4

Таблица 4

Установка	$Z^{\text{(1)}}$	$(F_0)^{\text{(1)}}$	$\theta^{\text{(1)}}$	$t_{\text{жел}}^{\text{мин}},$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{жел}},$ $^{\circ}\text{C}$	$Q_y^{\text{ст(1)}}$ ккал/ч	$Q_y^{\text{ст(2)}}$ ккал/ч
В1	0,875	I,065	0,522	-	-	-	-
В2	0,875	I,065	0,522	-	-	-	-
В3	I,03	I,0	0,508	-	-	-	-
III	0,9	I,96	0,662	-I	-I5,5	614496	394440
II2	0,9	I,96	0,662	-I	-I5,5	614496	394440
II3	0,9	I,3I	0,567	3,7	0,4	284412	296868

34. По п.8.27 определяем $i_{\text{жел}}^{\text{ст}}$

Найдем значение $i_{\text{жел}}^{\text{ст}}$ по формуле (8.29)

$$i_{\text{жел}}^{\text{ст}} = 20,5 \frac{259500 \cdot 0,24 \cdot [03 - (-23,7)]}{246000} = 14,4 \text{ ккал/кг}$$

По 16-й диаграмме для точки с координатами $i_{\text{жел}}^{\text{ст}} = 14,4 \text{ ккал/кг}$ и $p = 21855 \cdot 0,1$

904-02-26.86

Лист
203

Альбом I

904-02-26.86

$$\psi = 100\% \text{ находим значение } t_{\text{в.н.2}}^{\text{го}} = 20,8^{\circ}\text{C}.$$

35. Определяем $t_{\text{в.н.1}}^{\text{го}}$ по формуле (9.18)

$$t_{\text{в.н.1}}^{\text{го}} = \frac{(-15,5) \cdot 30757 + (-15,5) \cdot 30757 + 0,4 \cdot 30757}{92270} = -10,5^{\circ}\text{C}.$$

Принимаем $t_{\text{в.н.1}}^{\text{го}} = t_{\text{в.н.2}}^{\text{го}}$. Так как ТУБ вытяжных установок работают с выпадением конденсата (см. п.25), и

$$t_{\text{в.н.2}}^{\text{го}} = -10,5^{\circ}\text{C} < 0^{\circ}\text{C}, \quad \text{находим } t_{\text{в.н.2}}^{\text{ко}}$$

по формуле (9.8)

$$t_{\text{в.н.2}}^{\text{ко}} = \frac{-3,006 \cdot (20,5 - 2,3) + 33,4(3,006 \cdot 0,1038 - 0,2357)}{1 + 3,006 \cdot 0,1038 - 0,2357} = -48,5^{\circ}\text{C},$$

где $\psi = 13,5$ для III по примечанию табл.4 альбома 4;

$$A = \frac{13,5 \cdot 31}{580,0,24} = 3,006 \text{ - по формуле (9.9);}$$

$$B = \frac{0,41 \cdot 259500,0,24}{246000} = 0,1038 \text{ - по формуле (9.10);}$$

$$C = \frac{0,41}{0,635} - 1 \cdot 0,41 = 0,2357 \text{ - по формуле (9.11).}$$

$t_{\text{в.н.2}}^{\text{ко}} = -48,5^{\circ}\text{C} < t_{\text{в.н.2}}^{\text{ни}} = -30,6^{\circ}\text{C}$, т.е. теплообменная поверхность ТУБ не обмерзает и защита от обмерзания не требуется.

Черт. № 001	Несущий и теплоизолирующий

219

21855-01

904-02-26.86

ИМТ

204

ПРИМЕР 4. Расчет по графо-аналитическому методу СУПТ без подогрева с группами установок и последовательно-параллельной схемой присоединения по рис. 9.

Исходные данные:

1. Принимаем данные по п.п.1, 2, 4 примера 3.

ТУБ приточных и вытяжных установок присоединяются к циркуляционному контуру по последовательно-параллельной схеме (см. рис.9 приложения I). Расчет проводим по разделу 9.5 в системе МКГСС.

Требуется определить:

технические характеристики ТУБ (тип и количество теплоутилизаторов, число рядов, трубок, схемы обвязки), вид теплоносителя, $G_{ж}$, $t_{ж1}^{(и)}$, $t_{ж2}^{(и)}$, $Q_1^{(и)}$, $Q_2^{(и)}$.

Порядок расчета:

1. Выполняем расчет по п.п. I-9, I4 примера 3.

2. Определяем $G_{ж1}^{(и)}$ по формуле (8.9), так как $\Sigma G_{ж1} > \Sigma G_{ж2}$

$$G_{ж1}^{(и)} = G_{ж1}^{(1)} = G_{ж1}^{(2)} = \frac{86500 - 92270}{259500} = 30757 \text{ кг/ч}.$$

3. Принимаем по п.п. 9.5.2 а $G_{ж2}^{(1)} = G_{ж2}^{(2)}$

$$G_{ж2}^{(1)} = G_{ж2}^{(2)} = 30757 \text{ кг/ч}; G_{ж2}^{(1)} = G_{ж2}^{(2)} = 30757 \text{ кг/ч}; G_{ж2}^{(1)} = G_{ж2}^{(2)} = 30757 \text{ кг/ч}.$$

4. Определяем $\omega_1^{(и)}, \omega_2^{(и)}, \omega_1^{(o)}, \omega_2^{(o)}$ по формулам (8.10), (8.11)*

$$\omega_2^{(и)} = \frac{30757}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0174} = 0,39 \text{ м/с};$$

$$\omega_2^{(o)} = \frac{92270}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0452} = 0,45 \text{ м/с}.$$

* В п.п. 4, 5, 7-9, II-15, 20-22 приводится расчет для одного ТУБ; результаты расчета для других ТУБ приведены в таблицах.

220

21855-01

205

где $\rho = 1260 \text{ кг}/\text{м}^3$ по табл. I приложения 2;

$f_{x2}^{(i)} = 0,0174 \text{ м}^2$ - площадь живого сечения прохода теплоносителя для ТУБ установки В1 по табл. 2 примера 3.

$\Sigma f_{x2} = 0,0452 \text{ м}^2$ - суммарная площадь живого сечения прохода теплоносителя для ТУБ установок В1-В3.

5. Находим $\Delta P_{x2}^{(i)}$ по графику рис. I, приложения 2; $\Delta P_{x2}^{(i)}$ по формуле (5.1).

Для ТУБ установки III по характеристике 5I(4) (5I- номер ТУБ, 4 - тип схемы обвязки) при $G_{x2}^{(i)} = 30757 \text{ кг}/\text{ч}$ $\Delta P_{x2}^{(i)} = 100 \text{ кПа} = 10000 \text{ кгс}/\text{м}^2$.

6. Результаты расчета по п.п. 3-5 примера 4 и п.п. II, I2 примера 3 приведены в табл. I

Таблица I

Установка	$G_{x2}^{(i)}$, кг/ч	$C_{x2}^{(i)}$, м/с	$\Delta P_{x2}^{(i)}$, кгс/м ²	$(\Delta P)_{\text{шр}}^{(i)}$, кг/(м ² ·с)	$\Delta P_{\beta}^{(i)}$, кгс/м ²
В1	30757	0,39	3677	2,8	15,6
В2	30757	0,39	3677	2,8	15,6
В3	30757	0,652	13136	4,34	33,0
III	30757	0,575	10000	2,9	25,8
II2	30757	0,575	10000	2,9	25,8
II3	30757	0,575	6600	2,9	17,2

7. Определяем $W_2^{(i)} = W_x^{(i)}$ по формуле (9.18), так как ТУБ вытяжных установок находятся в потоке с меньшим суммарным расходом воздуха ($\sum G_{\text{вн}} = \sum G_{\text{вз}}$)

$$W_2^{(i)} = \frac{84000 \cdot 0,24}{30757 \cdot 0,675} = 0,97;$$

$$W_x^{(i)} = W_2^{(i)} = 1; \quad W_x = 0,95 \text{ (см. п.14 примера 3).}$$

221

21855-01

904-02-26.86

Лист

206

8. Принимаем значения $\bar{L}_e^{(i)}$, $(F_{01})^{(i)}$, $(F_{02})^{(i)}$, $\theta_1^{(i)}$

$\theta_2^{(i)}$ и $\theta_3^{(i)}$ по п.п. 15-19 примера 3. Находим $\theta_{05}^{(i)}$

9. Определяем $\theta_{05}^{(i)}$ для каждой пары приточной и вытяжной установки по формуле (9.19)

$$\theta_{05}^{(i)} = \frac{I}{\frac{I}{0,662} + \frac{86500}{0,522 \cdot 84000} - I} = 0,403 .$$

10. Определяем $\theta_{05}^{(i)}$, формуле (9.4)

$$\theta_{05}^{(i)} = \frac{I}{\frac{I}{0,635} + \frac{259500}{0,519 \cdot 246000} - I} = 0,385 .$$

II. По графикам рис. 35, 36, 40 приложения 3 находим значения $\bar{L}_{02}^{(i)}$, $d_{02}^{(i)}$, $K_e^{(i)}$ при соответствующих $W_e^{(i)}$ и $(v_p)_{\text{вых}}^{(i)}$.

$$K_e^{(1)} = 18,92 \text{ ккал}/(\text{ч.м}^2 \cdot {}^\circ\text{C}),$$

$$d_{02}^{(1)} = 24,94 \text{ ккал}/(\text{ч.м}^2 \cdot {}^\circ\text{C}),$$

$$d_{02}^{(2)} = 481,6 \text{ ккал}/(\text{ч.м}^2 \cdot {}^\circ\text{C}).$$

12. Определяем $\theta_{pc}^{(i)}$ по формуле (9.5)

$$\theta_{pc}^{(i)} = 0,403 + \frac{18,92}{24,94} \left(\frac{0,403}{0,522} - 0,403 \right) = 0,683 .$$

13. Определяем $t_{pc2}^{(i)}$ по формуле (9.6)

$$t_{pc2}^{(i)} = -30,6 + 0,683 [35 - (-30,6)] = 14,2 {}^\circ\text{C}.$$

14. Находим по $i-d$ диаграмме $\varphi_{\text{вых}}^{(i)} = 29 \%$

$(\varphi_{\text{вых}}^{(i)} + 5) = 34\% < \varphi_{0,42} = 60\%$, значит ТУБ вытяжной установки работает с выпадением конденсата на поверхности теплоутилизатора.

15. Находим $\Delta\varphi^{(i)}$ и $\xi_{\varphi}^{(i)}$ по графику рис. 32 приложения 3
 $\Delta\varphi^{(i)} = 60 - 34 = 26 \%$, $\xi_{\varphi}^{(i)} = 1,065$.

* $\theta_e^{(i)}$ определяется по табл. I2 приложения 2 при известных $(F_{02})^{(i)}$, $W_e^{(i)}$.

21055-01

222

904-02-26.86

Март

207

Альбом I

904-02-26.86

16. Определяем средний поправочный коэффициент \sum_y^{φ} по формуле (9.20).

$$\sum_y^{\varphi} = \frac{1,065 \cdot 84000 + 1,065 \cdot 84000 + 1,035 \cdot 78000}{246000} = 1,055.$$

17. Уточняем величину $\theta_{051}^{(0,19)}$ по формуле (9.21)

$$\theta_{051}^{(0,19)} = 0,385 \cdot 1,055 = 0,406$$

18. Определяем $t_{0,411}^{(0,19)}$ по формуле (8.23)

$$t_{0,411}^{(0,19)} = -23,7 + 0,406 [33,4 - (-23,7)] = -0,5^{\circ}\text{C}.$$

19. Определяем $t_{x,42}^{\varphi}$ по формуле (8.25)

$$t_{x,42}^{\varphi} = -23,7 + \frac{(-0,5) - (-23,7)}{0,635} = 12,8^{\circ}\text{C}.$$

20. Определяем $t_{0,411}^{(0,19)}$ по формуле (9.13)

$$t_{0,411}^{(0,19)} = -30,6 + 0,662 \cdot [12,8 - (-30,6)] = -1,9^{\circ}\text{C}.$$

21. Определяем $t_{x,411}^{(0,19)}$ после каждой установки по формуле (9.14)

$$t_{x,411}^{(0,19)} = 12,8 - 1 [-1,9 - (-30,6)] = -15,9^{\circ}\text{C}.$$

$t_{x,411}^{(0,19)} = -15,9 < 7^{\circ}\text{C}$, в качестве теплоносителя сохраняется незамерзающий раствор хлористого кальция.

22. Определяем $Q_y^{(0,19)}$ по формуле (9.15)

$$Q_y^{(0,19)} = 86500 \cdot [0,24 - 1,9 - (-30,6)] = 595812 \text{ ккал/ч}$$

23. Результаты расчета п.п. 7, 9, II-15, 20-22 приведены в табл. 2.

24. Определяем $Q_y^{(0,19)}$ по формуле (9.16)

$$Q_y^{(0,19)} = 86500 \cdot 0,24 \cdot [18 - (-1,9)] = 413124 \text{ ккал/ч.}$$

Инд. 1	Методика расчета

223

21855-01

Лист
208

904-02-26.86

Таблица 2

Установки	$\Theta_2^{(i)}$	$\Theta_{062}^{(i)}$	$K_2^{(i)}$	$d_{82}^{(i)}$	$d_{202}^{(i)}$	$\Theta_{pc}^{(i)}$	$t_{pc}^{(i)}$
			$\frac{\text{ккал}}{4 \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$	$\frac{\text{ккал}}{4 \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$	$\frac{\text{ккал}}{4 \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$		$^\circ\text{C}$
B1 и III	0,522	0,403	18,92	24,94	481,6	0,683	14,2
B2 и II2	0,522	0,403	18,92	24,94	481,6	0,683	14,2
B3 и II3	0,508	0,34	27,52	32,68	713,8	0,617	14,7

Продолжение таблицы 2

Установки	$\chi_{\text{усл}}^{(i)}$	$\chi_{\text{усл}+5}^{(i)}$	$\Delta\varphi^{(i)}$	$\xi^{(i)}$	$t_{\text{вт}^{(i)}}^{(i)}$	$t_{\text{закр.}}^{(i)}$	$Q_4^{(i)}$	$Q_4^{(i)}$
	%	%	%		$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	$\text{ккал}/\text{ч}$	$\text{ккал}/\text{ч}$
B1 и III	29	34	26	I,065	-I,9	-15,9	595812	413124
B2 и II2	29	34	26	I,065	-I,9	-15,9	595812	413124
B3 и II3	41	46	I4	I,035	2,9	+0,I	267804	313476

224

21855-01

ПРИМЕР 5. Расчет по графо-аналитическому методу СУПТ с подогревом с группами установок и параллельно-последовательной схемой присоединения по рис.10.

Исходные данные принимаем по примеру 3 (п.п.1,2,4).

Требуется определить:

технические характеристики ТУБ (тип и количество теплоутилизаторов, число рядов трубок, схемы обвязки), вид теплоносителя, $G_{\text{шн}}$, $t_{\text{ж.шн}}^{(1)}$, $Q_4^{(1)}$, $Q_4^{(2)}$.

Порядок расчета:

1. Расчет ведем для схемы присоединения ТУБ к циркуляционному контуру по рис. 10 - по разделу 9.5 в системе МКГСС.

2. Расчет проводим по п.п. I-I9 примера 4.

3. Определяем $t_{\text{ж.шн}}^{(1)}$ по формуле (8.26)

$$t_{\text{ж.шн}}^{(1)} = 12,8 - I \cdot [(-0,5) - (-23,7)] = -10,4^{\circ}\text{C},$$

принимаем $t_{\text{ж.шн}}^{(1)} = t_{\text{ж.шн}}^{(2)} = t_{\text{ж.шн}}^{(3)} = -10,4^{\circ}\text{C}$.

4. Определяем $t_{\text{ж.шн}}^{(4)}$ по формуле (9.22)*

$$t_{\text{ж.шн}}^{(4)} = -10,4 + 0,552 \cdot 1,065 \cdot [35 - (-10,4)] = 16,3^{\circ}\text{C}.$$

5. Определяем $t_{\text{шн}}^{(1)}$ по формуле (9.13), где $t_{\text{ж.шн}}^{(1)} = t_{\text{ж.шн}}^{(4)}$

$$t_{\text{шн}}^{(1)} = -30,6 + 0,662 \cdot [16,3 - (-30,6)] = 0,45^{\circ}\text{C}.$$

6. Определяем $t_{\text{шн}}^{(2)}$ по формуле (9.14)

$$t_{\text{шн}}^{(2)} = 16,3 - I \cdot [0,45 - (-30,6)] = -14,8^{\circ}\text{C}, \text{ так как}$$

$t_{\text{шн}}^{(2)} = -14,8 < 7^{\circ}\text{C}$ в качестве промежуточного теплоносителя используем раствор хлористого кальция.

7. Находим $Q_4^{(1)}$ по формуле (9.15)

$$Q_4^{(1)} = 86500 \cdot 0,24 \cdot [0,45 - (-30,6)] = 644598 \text{ ккал/ч.}$$

* В п.п. 4-7,9 приводится расчет для одного ТУБ. Результаты расчета для других ТУБ приведены в таблице. 225 21855-01

904-02-26.86 Альбом I

8. Результаты расчета по п.п.3-7 приводятся в таблице

Установки	$t_{\text{жел}}^{\text{c}} = t_{\text{жел}}^{\phi}$, °C	$t_{\text{жел}}^{\text{ci}}$, °C	$t_{\text{жел}}^{(6)}$, °C	$t_{\text{жел}}^{(1)}$, °C	$Q_V^{(6)}$, ккал/ч	$Q_V^{(1)}$, ккал/ч
B1 и П1	-10,4	16,3	0,45	-14,8	644598	364338
B2 и П2	-10,4	16,3	0,45	-14,8	644598	364338
B3 и П3	-10,4	10,8	1,8	-1	244968	336312

9. Определяем $Q_V^{(1)}$ по формуле (9.16)

$$Q_V^{(1)} = Q_V^{(6)} = 86500 \cdot 0,24 (18 - 0,45) = 364338 \text{ ккал/ч.}$$

Числ. № подп.	Подпись и дата	Владелец инвент.

226

21855-01

Бюро

211

904-02-26.86

ПРИМЕР 6. Расчет по графо-аналитическому методу СУПТ с подогревом для группы установок при параллельной схеме присоединения.
Расчет годового потребления теплоты

Исходные данные:

1. В СУПТ с подогревом промежуточного теплоносителя утилизируется теплота воздуха четырех вытяжных установок для нагрева воздуха в трех приточных установках.

Данные приведены в табл. I.

Таблица I

Установка	Расход воздуха			Параметры воздуха				
	$\dot{m}_{\text{в.ном}}^{(1)}$ кг/ч	$\dot{m}_b^{(1)}$ $\text{м}^3/\text{ч}$	$G_b^{(1)}$ кВт	$t_{\text{в.на}}^{(1)}$ $^{\circ}\text{C}$	$\chi_{\text{в.на}}$ $\%$	$\dot{m}_{\text{в.на}}^{(1)}$ кг/ч	$t_{\text{в.на}}^{(1)}$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{в.на}}^{(1)}$ $^{\circ}\text{C}$
B1	31500	24000	28800	18	10	5,15	-	-
B2	31500	30000	36000	21	40	8,85	-	-
B3	31500	26000	31200	18	10	5,15	-	-
B4	10000	10000	12000	30	60	17,2	-	-
III	31500	25000	30000	-	-	-	-25	18
II	31500	25000	30000	-	-	-	-10	26
III	63000	47000	56400	-	-	-	-25	13

$t_{\text{в.на}}^{(1)} = -3,6^{\circ}\text{C}$; отопительный период 213 дней = 5112 ч;
режим работы двухсменный $\tau = 0,46$; $\tau^{(1)} = 5112 \cdot 0,46 = 2352$ ч.
Место строительства - Москва.

2. В качестве основного оборудования для ТУБ приточных и вытяжных установок используются типовые приточные камеры ЗПК.

3. Схема присоединения ТУБ к циркуляционному контуру параллельная (рис.8 приложения 2).

4. Расчет выполняется по графо-аналитическому методу
(раздел 10.4) в системе единиц МКГСС.

227
21855-01

904-02-26.86

recr
212

Требуется определить

Технические характеристики ТУБ, вид теплоносителя,
 $Q_{\text{у}}^{\text{ст}}$, $Q_{\text{у}}^{\text{вн}}$, $Q_{\text{тв}}^{\text{ст}}$, $Q_{\text{тв}}^{\text{вн}}$.

Порядок расчета:

I. В качестве теплоутилизаторов для ТУБ принимаем воздухо-нагреватели КСк4.

По табл. 3.4 альбома 5 принимаем ТУБ для вытяжных установок В1-В4 и приточных установок III-П3. Из табл. 2 и 5 альбома 4 выписываем данные технических характеристик ТУБ и записываем их в табл. 2.

Таблица 2

Уста-новка	Т У Б							
	Но-мер	Индекс	Тип схемы об-вязки	Теплоутилизатор				
				Тип (индекс)	Коли-чест-во, шт.	Число рядов тру-бок	$f_{\text{пп}}^{(i)}$, м^2	$f_{\text{ж}}^{(i)}$, м^2
В1	27	2.03.3.12.1	I	КСк4-I2-02ХЛЗА	3	I2	2,488	0,0052
В2	27	2.03.3.12.1	I	КСк4-I2-02ХЛЗА	3	I2	2,488	0,0052
В3	27	2.03.3.12.1	I	КСк4-I2-02ХЛЗА	3	I2	2,488	0,0052
В4	9	2.01.3.12.1	I	КСк4-I0-02ХЛЗА	6	I2	1,162	0,0011
III	27	2.03.3.12.1	I	КСк4-I2-02ХЛЗА	3	I2	2,488	0,0052
П2	25	2.03.3.09.1	I	КСк3-I2-02ХЛЗА	3	9	2,488	0,0039
П3	5I	2.06.3.12.2	2	КСк4-I2-02ХЛЗА	6	I2	4,976	0,0103

2. Определяем $\Sigma G_{\text{в1}}$ и $\Sigma G_{\text{в2}}$

$$\Sigma G_{\text{в1}} = 116400 \text{ кг/ч}, \quad \Sigma G_{\text{в2}} = 108000 \text{ кг/ч}.$$

3. Определяем средние параметры воздуха 4-х вытяжных и 3-х приточных установок по формулам (8.2), (8.3), (8.4), (8.5), (10.1).

21855-01 228

904-02-26.86 Автомат I

$$t_{\text{B},2}^{\text{cp}} = \frac{18 \cdot 28800 + 21 \cdot 36000 + 18 \cdot 31200 + 30 \cdot 12000}{108000} = 20,3^{\circ}\text{C};$$

$$\zeta_{\text{B},2}^{\text{cp}} = \frac{5,15 \cdot 28800 + 8,85 \cdot 36000 + 5,15 \cdot 31200 + 17,2 \cdot 12000}{108000} = 7,72 \text{ ккал/кг};$$

$$\varphi_{\text{B},2}^{\text{cp}} = \frac{10 \cdot 28800 + 40 \cdot 36000 + 10 \cdot 31200 + 60 \cdot 12000}{108000} = 25,6\%;$$

$$t_{\text{B},1}^{\text{cp}} = \frac{(-25) \cdot 30000 + (-10) \cdot 30000 + (-25) \cdot 56400}{116400} = -21,1^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{B},1}^{\text{cp}} = \frac{18 \cdot 30000 + 26 \cdot 30000 + 13 \cdot 56400}{116400} = 17,2^{\circ}\text{C}.$$

4. Определяем t_b^{cp} по формуле (8.6)

$$t_b^{\text{cp}} = \frac{20,3 + (-25)}{2} = -2,35^{\circ}\text{C}.$$

В качестве теплоносителя принимаем незамерзающий раствор хлористого кальция, так как $t_b^{\text{cp}} < 12^{\circ}\text{C}$.

5. Определяем $(Vp)_{\text{pp2}}^{(i)}$, $(Vp)_{\text{pp2}}^{(ii)}$, $(Vp)_{\text{pp1}}^{(i)}$, $(Vp)_{\text{pp2}}^{(iv)}$
по формулам (8.12) и (8.13)*

$$(Vp)_{\text{pp2}}^{(i)} = \frac{28800}{3600 \cdot 2,488} = 3,2 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с});$$

$$(Vp)_{\text{pp2}}^{(ii)} = \frac{108000}{3600 \cdot 8,626} = 3,48 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с});$$

$$(Vp)_{\text{pp1}}^{(i)} = \frac{116400}{3600 \cdot 9,952} = 3,25 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}.$$

229

21855-01

Нр №	Полисульфидные

* Впп.5-8,10-13,17
приводится расчет для
одного ТУБ

904-02-26.86

140

214

где $f_{\text{фр}}^{(1)} = 2,488 \text{ м}^2$ - площадь фронтального сечения ТУБ установки В1 по табл.2 примера,

$\Sigma f_{\text{фр}} = 8,626 \text{ м}^2$ - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ установок В1-В4,

$\Sigma f_{\text{фр}} = 9,952 \text{ м}^2$ - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ установок III-III.

6. Находим $\Delta P_{\text{вн}}^{(1)}$ и $\Delta P_{\text{вн}}^{(2)}$ по графикам рис.7 приложения 3.

Для ТУБ установки В1 по характеристику 27(I)

$\Delta P_{\text{вн}}^{(1)} = 62 \cdot 3 = 186 \text{ Па} = 18,6 \text{ кгс/м}^2$, где 62 Па - потери давления в одном теплообменнике.

7. Определяем $\bar{Z}_{\text{вн}}^{(1)}$ по формуле (9.1)

$$\bar{Z}_{\text{вн}}^{(1)} = \frac{25000}{31500} = 0,79.$$

8. Определяем $(F_{\text{вн}}')^{(1)}$ по табл. II приложения 2.

Для приточной установки III с ТУБ 27 (I)

при $\bar{Z}_{\text{вн}}^{(1)} = 0,79$ и $W = 1$ $(F_{\text{вн}}')^{(1)} = 1,44$.

9. Определяем $(F_{\text{вн}}')^{(2)}$ по формуле (9.3)

$$(F_{\text{вн}}')^{(2)} = \frac{1,44 \cdot 24000 + 1,44 \cdot 30000 + 1,44 \cdot 26000 + 2,03 \cdot 10000}{90000} = 1,5.$$

10. Определяем $\Delta t_{\text{вн}}^{(1)}$ по формуле (10.12)

$$\Delta t_{\text{вн}}^{(1)} = 18 - (-25) = 43^\circ\text{C}.$$

230

21855-01

904-02-26.86

Лист

215

II. Для установки III с $\Delta t_{\text{вн}}^{\text{макс}} = 43^\circ\text{C}$ и для установки II с $t_{\text{жн}}^{(1)} = -10^\circ\text{C}$ определяем:

$$\text{а) по формуле (10.13)} \quad G_{\text{жн}}^{(1)} = G_{\text{жн}}^{(2)} = \frac{30000 \cdot 0.24}{0.675 \cdot I} =$$

$$= 10667 \text{ кг/ч, где } W_1^{(1)} = W_1^{(2)} = I;$$

$$\text{б) по формуле (8.10)} \quad \omega_1^{(1)}$$

$$\omega_1^{(1)} = \frac{10667}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,052} = 0,452 \text{ м/с,}$$

$$\omega_1^{(2)} = \frac{10667}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0039} = 0,603 \text{ м/с;}$$

$$\text{в) по таблице I2 приложения 2 } \theta_1^{(1)}$$

$$\theta_1^{(1)} = 0,59 \text{ при известных } (F_0')^{(1)} = I,44 \text{ и } W = I,$$

$$\theta_1^{(2)} = 0,576 \text{ при известных } (F_0')^{(2)} = I,36 \text{ и } W = I;$$

$$\text{г) по формуле (10.14) - } t_{\text{жн.Н1}}^{(1)\text{тр}}$$

$$t_{\text{жн.Н1}}^{(1)\text{тр}} = -25 + \frac{18 - (-25)}{0,59} = 47,9^\circ\text{C},$$

$$t_{\text{жн.Н1}}^{(1)\text{тр}} = -10 + \frac{26 - (-10)}{0,576} = 52,5^\circ\text{C}.$$

I2. Принимаем $t_{\text{жн.Н1}}$ для всех приточных установок, равной большему из всех значений $t_{\text{жн.Н1}}^{(2)} = 52,5^\circ\text{C}$

$$t_{\text{жн.Н1}}^{(1)} = t_{\text{жн.Н1}}^{(2)} = t_{\text{жн.Н1}}^{(3)}.$$

I3. Для ТУБ III, ПЗ определяем:

$$\text{а) } \theta_1^{(1)\text{тр}} \text{ формуле (4.4)}$$

$$\theta_1^{(1)\text{тр}} = \frac{18 - (-25)}{52,5 - (-25)} = 0,555;$$

231

21855-01

Чис № подл	Подпись и дата визуализации
------------	-----------------------------

б) $W_{\text{вых}}^{(i) \text{тр}}$ по табл. I2 приложения 2 при известных значениях $(F_{\text{от}})^{(i)}$ и $G_{\text{вых}}^{(i) \text{тр}}$

для III $(F_{\text{от}})^{(i)} = 1,44$ и $G_{\text{вых}}^{(i) \text{тр}} = 0,555 - W_{\text{вых}}^{(i) \text{тр}} = 1,18$;

в) $G_{\text{вых}}^{(i) \text{тр}}$ по формуле (I0.I3)

$$G_{\text{вых}}^{(i) \text{тр}} = \frac{30000 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 1,18} = 9040 \text{ кг/ч};$$

г) $\omega_{\text{вых}}^{(i)}$ по формуле (8.I0)

$$\omega_{\text{вых}}^{(i)} = \frac{9040}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0052} = 0,383 \text{ м/с};$$

14. Для ТУБ приточных установок определяем:

а) $\Delta P_{\text{жкx}}^{(i)}$ по формуле (5.I)

$$\Delta P_{\text{жкx}}^{(i)} = (9440 \times 3) \times 0,383^2 = 4154 \text{ кгс/м}^2,$$

где $C_{\text{жк}} = 9440$ – коэффициент для расчета потери давления в одном теплообменнике, принимаемый по табл. 7 приложения 2;

б) $t_{\text{жкx}}^{(i)}$ по формуле (I0.I5)

$$t_{\text{жкx}}^{(i)} = 52,5 - 1,18 \cdot [18 - (-25)] = 1,8^{\circ}\text{C}.$$

15. Результаты расчета по п.п. 8-14 в табл. 3, по п.п. 5-7 в табл. 3 и 4.

Таблица 3
21855-04

232

Установка	$(P_{\text{жк}})^{(i)}$ $\text{НП/м}^2\text{с}$	$\Delta P_{\text{жкx}}^{(i)}$ НП/м^2	$Z_{\text{жкx}}^{(i)}$	$(F_{\text{от}})^{(i)}$	$t_{\text{жкx}}^{(i)}$ $^{\circ}\text{C}$	$G_{\text{вых}}^{(i) \text{тр}}$ кг/ч	$W_{\text{вых}}^{(i)}$ м/с	$G_{\text{жкx}}^{(i)}$ кг/ч	$\omega_{\text{вых}}^{(i)}$ м/с	$\Delta P_{\text{жкx}}^{(i)}$ НП/м^2	$t_{\text{жкx}}^{(i)}$ $^{\circ}\text{C}$
III	3,35	19,8	0,79	1,44	43	0,555	1,18	9040	0,383	4154	1,8
II2	3,35	15,9	0,79	1,36	36	0,576	1,0	10667	0,603	II500	16,5
II3	3,15	18,6	0,746	1,45	38	0,49	1,56	12855	0,275	2103	-6,6

904-02-26.86

Испр
21?

904-02.26.86 Альбом I

I6. Так как $t_{x,1}^{(n)} = t_{x,11}^{(1)} = 1,8^{\circ}\text{C} < 7^{\circ}\text{C}$, то в качестве теплоносителя сохраним 20% раствор хлористого кальция с $t_{x,1}^{(n)} = -18,3^{\circ}\text{C}$.

I7. Определяем $\sum G_{x,1}$

$$\sum G_{x,1} = 9040 + 10667 + 12855 = 32562 \text{ кг/ч.}$$

I8. Находим $t_{x,11}^{(1)}$ по формуле (I0.I6)

$$t_{x,11}^{(1)} = \frac{1,8 \cdot 9040 + 16,5 \cdot 10667 + (-6,6) \cdot 12855}{32562} = 3,3^{\circ}\text{C}.$$

$$t_{x,11}^{(1)} = t_{x,11}^{(1)} = 3,3^{\circ}\text{C}.$$

I9. Для ТУБ вытяжных установок определяем:

a) $G_{x,2}^{(1)}$ по формуле (8.8)

$$G_{x,2}^{(1)} = \frac{28800 \cdot 32562}{108000} = 8683 \text{ кг/ч};$$

б) $\omega_2^{(1)}, \omega_e^{(1)}$ по формулам (8.I0) и (8.II)

$$\omega_2^{(1)} = \frac{8683}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0052} = 0,368 \text{ м/с},$$

$$\omega_e^{(1)} = \frac{32562}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0167} = 0,43 \text{ м/с};$$

в) определяем $\Delta P_{x,2}^{(1)}$ по формуле (5.I)

$$\Delta P_{x,2}^{(1)} = [9440 \cdot 3] \cdot 0,368^2 = 3835 \text{ кгс/м}^2,$$

где $C_x = 9440 (\text{кг} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^2$ для КСк 4-12 по табл.7 приложения 2.

Таблица 4

Установка	$(W)^{(1)}_{pp2}$, кг/м ² ·с	$\Delta P_{x,2}^{(1)}$, кгс/м ²	$Z_e^{(1)}$	$G_{x,2}^{(1)}$, кг/ч	$\omega_2^{(1)}$, м/с	$(F_{oe})^{(1)}$	$\Delta P_{x,2}^{(1)}$, кгс/м ²	$W_2^{(1)}$
B1	3,22	18,6	0,762	8683	0,368	I,44	3835	I,179
B2	4,02	27,0	0,952	10854	0,460	I,44	5992	I,179
B3	3,48	21,3	0,852	9407	0,399	I,44	4509	I,179
B4	2,87	15,6	I	3618	0,725	2,03	3625	I,179

904-02 26.86

233

Мар
218

20. Результаты расчета по п. 19 приведены в табл. 4

21. Определяем среднее значение W_2 по формуле
(10.17)

$$W_2 = \frac{108000 \cdot 0,24}{32562 \cdot 0,675} = 1,179.$$

22. Определяем Θ_2^o по табл. 12
приложения 2 при известных

$$W_2 = 1,179 \quad \text{и} \quad (F_{\alpha_2})^o = 1,5, \quad \Theta_2^o = 0,564.$$

23. Определяем K_2^o , σ_{x2}^o , σ_{y2}^o по графикам
рис. 35, 36, 42 приложения 3 при известных

$$(V_P)^o_{y2} = 3,48 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ с})$$

$$\text{и} \quad \omega_2^o = 0,43 \text{ м/с}.$$

234

21855-01

904-02-26.86

Лист

219

Инв. №	Подпись и дата	Бланк инв.

904-02-26.86 Аттбом I

$$\alpha_{se}^{\infty} = 43 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{C}),$$

$$\alpha_{acc}^{\infty} = 499 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{C}),$$

$$K_e^{\infty} = 17,26 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{C}).$$

24. Определяем θ_{pc}^{∞} по формуле (I0.5)

$$\theta_{pc}^{\infty} = \frac{17,26}{43} \cdot (I - 0,564) + 0,564 = 0,74.$$

25. Находим t_{acc}^{∞} по формуле (I0.6)

$$t_{acc}^{\infty} = 20,3 - 0,74 \cdot (20,3 - 3,3) = 7,7 {}^\circ\text{C},$$

где $t_{acc}^{\infty} = 20,3 {}^\circ\text{C},$

$$t_{acc,12}^{\infty} = t_{acc,11}^{\infty} = 3,3 {}^\circ\text{C}.$$

26. По $i-\alpha$ диаграмме для точки с координатами $t_{acc}^{\infty} = 7,7 {}^\circ\text{C}$ и $\varphi = 100\%$ находим $\varphi_{sух}$

$$\varphi_{sух} = 41\%.$$

Определяем режим работы ТУБ вытяжных установок

$$(\varphi_{sух} + 5) = (41+5)\% > \varphi_{acc}^{\infty} = 25,6\%.$$

ТУБ работают без выпадения конденсата, $\overline{\varphi}_{\varphi}^{\infty} = 1.$

27. Находим $\theta_e^{\infty(1)}$ по формуле (I0.7)

$$\theta_e^{\infty(1)} = 0,564 \cdot I = 0,564.$$

28. Определяем t_{acc}^{∞} по формуле (I0.8)

$$t_{acc}^{\infty} = 20,3 - 0,564(20,3 - 3,3) = 10,7 {}^\circ\text{C}. \quad 235$$

904-02-26.86

1007

220

29. Определяем $t_{ж.к2}^{\phi}$ по формуле (10.9)

$$t_{ж.к2}^{\phi} = 3,3 + 1,179(20,3 - 10,7) = 14,6^{\circ}\text{C},$$

где $t_{ж.к2}^{\phi} = t_{ж.к1}^{\phi} = 3,3^{\circ}\text{C}$. $t_{ж.к2}^{\phi} = 14,6^{\circ}\text{C} < t_{ж.к1}^{\phi} = 52,5^{\circ}\text{C}$.

30. Определяем Q_y^{ϕ} в расчетном режиме по формуле (10.10)

$$Q_y^{\phi} = 32562 \cdot 0,675 \cdot (14,6 - 3,3) = 248090 \text{ ккал/ч.}$$

31. Дополнительный нагрев промежуточного теплоносителя от $14,6^{\circ}\text{C}$ до $52,5^{\circ}\text{C}$ обеспечиваем в водоподогревателе за счет теплоты от первичного источника тепла.

Определяем $Q_y^{\phi\phi}$ по формуле (10.11)

$$Q_y^{\phi\phi} = 32562 \cdot 0,675 \cdot (52,5 - 14,6) = 833020 \text{ ккал/ч.}$$

где $t_{ж.к}^{\phi\phi} = t_{ж.к1}^{\phi} = 52,5^{\circ}\text{C}$,

$$t_{ж.к1}^{\phi\phi} = t_{ж.к2}^{\phi} = 14,6^{\circ}\text{C}.$$

32. Годовое потребление теплоты

32.1. Определяем $t_{ж.к2}^{\psi}$ по формуле (12.14)

$$t_{ж.к2}^{\psi} = \frac{(7,72 - 0,564 \cdot 0,24 \cdot 20,3 - 2,3) \frac{43 \cdot 16,5}{499 \cdot 0,24}}{-1 - 0,564 \cdot 0,24 \frac{43 \cdot 16,5}{499}} = -13,26^{\circ}\text{C},$$

где $\psi = 1,5$ для теплоутилизаторов типа КСк вытяжных установок принимаем по примечанию табл.5 альбома 4.

32.2. Определяем характерные периоды работы СУПТ.

$$t_{ж.к2}^{\psi} = -13,26^{\circ}\text{C} < t_{ж.к2}^{\phi} = 3,3^{\circ}\text{C}, \text{ значит система}$$

236

21855.01

характеризуется II периодом работы, теплообменная поверхность ТУВ вытяжных установок не обмерзает.

32.3. Определяем $t_{\text{вн}}^{\text{сп.от}}$ для каждой приточной установки. Для установок без рециркуляции воздуха III и ПЗ $t_{\text{вн}}^{\text{сп.от}}$ равна средней температуре наружного воздуха за отопительный период $-3,6^{\circ}\text{C}$. Для установки с рециркуляцией воздуха П2 $t_{\text{вн}}^{\text{сп.от}} = 4,3^{\circ}\text{C}$. Находим $t_{\text{вн}}^{\text{сп.от}}$ для III, П2, ПЗ по формуле (8.5)

$$t_{\text{вн}}^{\text{сп.от}} = \frac{(-3,6) \cdot 30000 + 4,3 \cdot 30000 + (-3,6) \cdot 56400}{116400} = -1,6^{\circ}\text{C}.$$

32.4. Для установки П2 с $t_{\text{ж.нн}}^{\text{расч}}$ в расчетном режиме (при $t_{\text{вн}}^{\text{сп.от}} = 25^{\circ}\text{C}$) определяем $t_{\text{ж.нн}}^{\text{расч}}$ по формуле (10.14) при значении $\Theta_r^{(2)} = 0,576$ (см. п.П2в примера)

$$t_{\text{ж.нн}}^{\text{расч}} = 4,3 + \frac{26 - 4,3}{0,576} = 42^{\circ}\text{C}.$$

Принимаем $t_{\text{ж.нн}}^{\text{расч}}$ для всех приточных установок равной 42°C

$$t_{\text{ж.нн}}^{\text{расч}} = t_{\text{ж.нн}}^{\text{расч}} = t_{\text{ж.нн}}^{\text{расч}} = 42^{\circ}\text{C}.$$

32.5. Для приточных установок определяем:

a) $\Theta_r^{\text{расч}}$ по формуле (4.4)

$$\Theta_r^{\text{расч}} = \frac{18 - (-3,6)}{42 - (-3,6)} = 0,474,$$

$$\Theta_r^{\text{расч}} = \frac{13 - (-3,6)}{42 - (-3,6)} = 0,364;$$

б) $W_r^{\text{расч}}$ по табл. I2 приложения 2 при известных значениях $(T_{\text{вн}}')^{(i)}$ и $\Theta_r^{\text{расч}}$

237

21855-01

Изображение	Приложение к листу

904-02-26.86 Альбом I

для III $(F_{\alpha})^{(1)} = 1,44$ и $\beta_{\alpha}^{(1)\text{нр}} = 0,474$ $W_r^{(1)\text{нр}} = 1,66,$

для ПЗ $(F_{\alpha})^{(2)} = 1,45$ и $\beta_{\alpha}^{(2)\text{нр}} = 0,364$ $W_r^{(2)\text{нр}} = 2,5;$

в) $G_{x1}^{(1)\text{нр}}$ по формуле (I0.I3)

$$G_{x1}^{(1)\text{нр}} = \frac{30000 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 1,66} = 6426 \text{ кг/ч},$$

$$G_{x1}^{(2)\text{нр}} = \frac{56400 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 2,5} = 8021 \text{ кг/ч.}$$

32.6. Определяем $t_{x,x1}^{(1)\text{нр}}$ по формуле (I0.I5)
 $t_{x,x1}^{(1)\text{нр}} = 42 - 1,66 \cdot [18 - (-3,6)] = 6,1 {}^{\circ}\text{C},$

$$t_{x,x1}^{(2)\text{нр}} = 42 - 1 \cdot (26 - 4,3) = 20,3 {}^{\circ}\text{C},$$

$$t_{x,x1}^{(1)\text{нр}} = 42 - 2,5 \cdot [13 - (-3,6)] = 0,5 {}^{\circ}\text{C.}$$

32.7. Определяем $G_x^{(1)} = \sum G_{x1}^{(1)\text{нр}}$

$$G_x^{(1)} = 6426 + 10667^{(1)} + 8021 = 25114 \text{ кг/ч.}$$

32.8. Определяем $t_{x,x1}^{(2)\text{нр}}$ по формуле (I0.I6)

$$t_{x,x1}^{(2)\text{нр}} = \frac{6,14 \cdot 6426 + 20,3 \cdot 10667 + 0,5 \cdot 8021}{25114} = 10,3 {}^{\circ}\text{C.}$$

$$t_{x,x1}^{(2)\text{нр}} = t_{x,x2}^{(2)\text{нр}} = 10,3 {}^{\circ}\text{C.}$$

и) $G_{x1}^{(1)} = 10667 \text{ кг/ч}$ по п.Па примера.

2 38

21855-01

Лист

223

904-02-26.86

32.9. Для ТУБ вытяжных установок определяем:

а) W_e'' по формуле (10.17)

$$W_e'' = \frac{108000 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 25II4} = 1,53;$$

б) $\varrho_e^{co(oy)}$ по табл.12 приложения 2 при

$$W_e'' = 1,53 \text{ и } (F_{oe}')^{co} = 1,5, \quad \varrho_e^{co(oy)} = 0,50I.$$

$$(F_{oe}')^{co} = 1,5 \text{ по п.9 примера.}$$

32.10. Определяем $t_{x,xe}^{co(oy)}$ по формуле (10.8)

$$t_{x,xe}^{co} = 20,3 - 0,50I(20,3 - 10,3) = 15,3^{\circ}\text{C}.$$

32.11. Определяем $t_{x,xe}^{co(oy)}$ по формуле (10.9)

$$t_{x,xe}^{co(oy)} = 10,3 + 1,53(20,3 - 15,3) = 18^{\circ}\text{C}.$$

32.12. Определяем $Q_v^{uy(oy)}$ по формуле (10.10)

$$Q_v^{uy(oy)} = 25II4 \cdot 0,675(18 - 10,3) = 129343 \text{ ккал/ч} = 0,13 \text{ Гкал/ч}.$$

32.13. Определяем $Q_{rea}^{''}$ по формуле (12.17)

$$Q_{rea}^{''} = 0,13 \cdot 5II2 \cdot 0,46 = 305,7 \text{ Гкал/ч},$$

где $\gamma_2 = 0,46$ для двухсменной работы принимаем по п.2.4 альбома 5.

32.14. Определяем $Q_{rea}^{''}$ по формуле (12.1)

$$Q_{rea}^{''} = 1,057 \cdot \frac{17,2 - (-1,6)}{17,2 - (-2I,1)} \cdot 5II2 \cdot 0,46 - 305,7 = 914,36 \text{ Гкал/год},$$

где 1,057 - требуемый расход теплоты в расчетном режиме

$$Q_v'' = Q_v^{uy(oy)} + Q_{rea}^{''} = 0,809 + 0,248 = 1,057 \text{ Гкал/ч}$$

239

Марк. 1-2001	Расчет и чертежи

21055.01

904-02-26.86	Лист
	224

ПРИМЕР 7. Расчет по графо-аналитическому методу СУПТ с подогревом для группы установок при последовательно-параллельной схеме присоединения по рис.9.

1. В СУПТ с подогревом промежуточного теплоносителя утилизируется теплота воздуха двух вытяжных установок для нагрева воздуха в двух приточных установках.

Данные для расчета приведены в табл. I

Таблица I

Установка	Расход воздуха			Параметры воздуха					
	$\dot{m}_{\text{в.ном}}^{(1)}$, $\text{кг}/\text{ч}$	$\dot{m}_{\text{в}}^{(2)}$, $\text{кг}/\text{ч}$	$G_{\text{в}}^{(1)}$, $\text{кг}/\text{ч}$	$t_{\text{в.нр}}^{(1)}$, $^{\circ}\text{C}$	$\varphi_{\text{в.нр}}^{(1)}$, %	$i_{\text{в.нр}}^{(1)}$, $\text{ккал}/\text{кг}$	$t_{\text{в.нр}}^{(2)}$, $^{\circ}\text{C}$	$\varphi_{\text{в.нр}}^{(2)}$, %	$i_{\text{в.нр}}^{(2)}$, $\text{ккал}/\text{кг}$
B1	31500	24000	28800	18	10	5,15			
B2	31500	26000	31200	21	40	8,85			
III	31500	25000	30000				-25	18	
II	31500	30000	36000				-10	20	

$t_{\text{в.нр}}^{(1)} = -3,6^{\circ}\text{C}$; отопительный период 213 дней;
режим работы двухсменный; $T^{\circ}\text{ч} = 2352 \text{ ч.}$

2. В качестве основного оборудования для ТУБ приточных и вытяжных установок используются типовые приточные камеры ЗПК.

3. Схема присоединения ТУБ к циркуляционному контуру параллельно-последовательная (рис.9 приложения 2).

4. Расчет выполняется по графо-аналитическому методу (раздел IО.5) в системе единиц МКГСС.

Требуется определить:

Технические характеристики ТУБ, вид теплоносителя, $Q_v^{(1)}, Q_v^{(2)}$. 240

Черт. №-моделей	Подпись и дата	13.07.1986

904-02-26.86

Лист	225
------	-----

21855-01

904-02-26.86 Альбом I

Порядок расчета:

I. В качестве теплоутилизаторов для ТУБ принимаем воздухо-нагреватели КСК4.

По табл.3.4 альбома 5 выбираем ТУБ для вытяжных и приточных установок.

Из табл.2 и 5 альбома 4 записываем данные технических характеристик ТУБ и записываем их в табл.2.

Таблица 2

Установка	Т У Б							
	Но- мер	Индекс	Тип схемы об- вя- зи- ки	Теплоутилизатор				
				Тип (индекс)	Коли- чество во, шт.	Чис- ло ри- дов тру- бок	f_{pp} , m^2	f_{hc} , m^2
B1	27	2.03.3.12.I	I	KСк4-I2-02ХЛЗА	3	I2	2,488	0,0052
B2	27	2.03.3.12.I	I	KСк4-I2-02ХЛЗА	3	I2	2,488	0,0052
III	27	2.03.3.12.I	I	KСк4-I2-02ХЛЗА	3	I2	2,488	0,0052
II2	25	2.03.3.09.I	I	KСк3-I2-02ХЛЗА	3	9	2,488	0,0039

2. Определяем ΣG_{31} и ΣG_{32}

$$\Sigma G_{31} = 66000 \text{ кг/ч}, \quad \Sigma G_{32} = 60000 \text{ кг/ч}.$$

3. Определяем средние параметры воздуха по формулам (8.2) - (8.5), (10.1)

$$t_{342}^{co} = \frac{18 \cdot 28800 + 21 \cdot 31200}{60000} = 19,56^{\circ}\text{C},$$

$$L_{342}^{co} = \frac{5,15 \cdot 28800 + 8,85 \cdot 31200}{60000} = 7,07 \text{ ккал/кг},$$

241

21855-01

904-02-26.86

Лист
226

$$\varphi_{0,12}^{(0)} = \frac{10 \cdot 28800 + 40 \cdot 31200}{60000} = 25,6\%,$$

$$t_{0,11}^{(0)} = \frac{(-25) \cdot 30000 + (-10) \cdot 36000}{66000} = -16,8^{\circ}\text{C},$$

$$t_{0,11}^{(0)} = \frac{18 \cdot 30000 + 20 \cdot 36600}{66000} = 19,3^{\circ}\text{C}.$$

4. Определяем $t_s^{(0)}$ по формуле (8.6)

$$t_s^{(0)} = \frac{19,56 + (-25)}{2} = 2,72^{\circ}\text{C}.$$

В качестве теплоносителя принимаем незамерзающий раствор хлористого кальция, так как $t_s^{(0)} < 12^{\circ}\text{C}$.

5. Определяем $(V\rho)^{(0)}_{\text{фр1}}$, $(V\rho)^{(0)}_{\text{фр2}}$,

$(V\rho)^{(0)}_{\text{фр1}}$, $(V\rho)^{(0)}_{\text{фр2}}$ по формулам (8.12) и (8.13)*

$$(V\rho)^{(0)}_{\text{фр1}} = \frac{30000}{3600 \cdot 2,488} = 3,35 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

$$(V\rho)^{(0)}_{\text{фр1}} = \frac{66000}{3600 \cdot 4,976} = 3,68 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

$$(V\rho)^{(0)}_{\text{фр2}} = \frac{60000}{3600 \cdot 4,976} = 3,35 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

где $f_{\text{фр1}}^{(0)} = 2,488 \text{ м}^2$ - площадь фронтального сечения ТУБ установки III по табл.2 примера;

* В п.п.5-8, I4 приводится расчет для одного ТУБ. Результаты расчета для других ТУБ приводятся в таблицах.

Лит. №-подк.	Положение трубы

242

лист
227

$\Sigma f_{\text{пр}} = 4,976 \text{ м}^2$ - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ приточных установок III и П2;

$\Sigma f_{\text{выт}} = 4,976 \text{ м}^2$ - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ вытяжных установок В1 и В2.

6. Определяем $\Delta P_{\text{пр}}^{(i)}$ и $\Delta P_{\text{выт}}^{(i)}$ по графикам рис.7 приложения 3.

Для ТУБ приточной установки III по характеристике 27(І) $\Delta P_{\text{пр}}^{(i)} = 62 \cdot 3 = 186 \text{ Па} = 18,6 \text{ кгс/м}^2$, где 62 Па - потери давления в одном теплообменнике.

7. Определяем $\bar{Z}_{\text{пр}}^{(i)}$ по формуле (9.І).

$$\bar{Z}_{\text{пр}}^{(i)} = \frac{25000}{31500} = 0,79.$$

8. Определяем $(F_{\text{ор}}')^{(i)}$ по табл.ІІ приложения 2.

Для приточной установки III с ТУБ 27 (І)

при $\bar{Z}_{\text{пр}}^{(i)} = 0,79$ и $W = I$ $(F_{\text{ор}}')^{(i)} = I,44$,

9. Определяем $\Delta t_{\text{пр}}^{(i)}$ по формуле (І0.І2)

$$\Delta t_{\text{пр}}^{(i)} = 18 - (-25) = 43^\circ\text{C}; \quad \Delta t_{\text{пр}}^{(i)} = 20 - (-10) = 30^\circ\text{C}.$$

Модель	Размеры и данные	Взам. данные

243

21855-01

904-02-26.86

Лист
228

10. Для установки III с $t_{\text{вн}}^{\text{max}} = 43^{\circ}\text{C}$ и для II2

с $t_{\text{вн}}^{\text{max}} = -10^{\circ}\text{C}$ определяем:

а) $G_{\text{вн}}^{(1)} \text{ по формуле (10.13)}$

$$G_{\text{вн}}^{(1)} = \frac{30000 \cdot 0,24}{0,65 \cdot I} = 10667 \text{ кг/ч};$$

$$G_{\text{вн}}^{(2)} = \frac{36000 \cdot 0,24}{0,675 \cdot I} = 12800 \text{ кг/ч, где}$$

$$W_r^{(1)} = W_r^{(2)} = I;$$

б) $\omega_r^{(1)}$ по формуле (8.10) $\omega_r^{(1)} = \frac{10667}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0052} =$
 $\omega_r^{(2)} = \frac{12800}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0039} = 0,724 \text{ м/с; } = 0,452 \text{ м/с.}$

в) $Q_r^{(1)}$ по табл.12 приложения 2 при известных:

для III - $(F_{\text{ор}}/I)^{(1)} = 1,44$ и $W_r^{(1)} = I$ находим $\theta_r^{(1)} = 0,59$,
 для II2 - $(F_{\text{ор}}/I)^{(2)} = 1,29$ и $W_r^{(2)} = I$ находим $\theta_r^{(2)} = 0,563$.

г) $t_{\text{вн},\text{нн}}^{(1/2)}$ по формуле (10.14)

$$t_{\text{вн},\text{нн}}^{(1/2)} = -25 + \frac{18 - (-25)}{0,59} = 47,9^{\circ}\text{C},$$

$$t_{\text{вн},\text{нн}}^{(1/2)} = -10 + \frac{20 - (-10)}{0,563} = 43,3^{\circ}\text{C}.$$

II. По большему $t_{\text{вн},\text{нн}}^{\text{max}} = t_{\text{вн},\text{нн}}^{(1/2)} = 47,9^{\circ}\text{C}$ принимаем температуру теплоносителя на входе в ТУБ приточных установок.

12. Для ТУБ II2 определяем:

244

21055-01

a) $\varrho_{\text{ж}}^{(4/7)}$ по формуле (4.4)

$$\varrho_{\text{ж}}^{(4/7)} = \frac{20 - (-10)}{47,9 - (-10)} = 0,518;$$

б) $W_{\text{ж}}^{(4/7)}$ по табл. I2 приложения 2 при значениях

$$(P_{\text{ж}}^{(4/7)}) = 1,29 \quad \text{и} \quad \varrho_{\text{ж}}^{(4/7)} = 0,518$$

$$W_{\text{ж}}^{(4/7)} = 1,39;$$

в) $G_{\text{x}}^{(4/7)}$ по формуле (I0.I3)

$$G_{\text{x}}^{(4/7)} = \frac{36000 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 1,39} = 9209 \text{ кг/ч};$$

г) $W_{\text{ж}}^{(4)}$ по формуле (8.I0)

$$W_{\text{ж}}^{(4)} = \frac{9209}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0039} = 0,521 \text{ м/с}.$$

д) $\Delta P_{\text{жж}}^{(4)}$ по формуле (5.I), так как $W_{\text{ж}}^{(4)} \neq 1$

$$\Delta P_{\text{жж}}^{(4)} = (8522 \cdot 3) \cdot 0,521^2 = 6940 \text{ кгс/м}^2,$$

где $C_{\text{жж}} = 8522$ – коэффициент для расчета потери давления по теплоносителю для одного теплообменника по табл. 7 приложения 3;

13. Определяем $t_{\text{жж},1}^{(4)}$ по формуле (I0.I5) для III, II2

$$t_{\text{жж},1}^{(4)} = 47,9 - 1,39 [20 - (-10)] = 6,2^\circ\text{C}.$$

245

Лист №	Последовательность

21855-01

14. Результаты расчета по п.п.5-13 приведены в табл.3

Таблица 3

Установка	$(W_1)^{(i)}$, кг/м ² .с	$\Delta P_{\text{вн}}^{(i)}$, кгс/м ²	$Z_e^{(i)}$	$(F_{\text{вн}}')^{(i)}$	$T_{\text{вн}}^{(i)}$, °C	$\theta_{\text{вн}}$	$W_1^{(i)}$	$G_{\text{ж}}$, кг/ч	$W_1^{(i)}$, м/с	$\Delta P_{\text{ж}}$, кгс/м ²	$T_{\text{ж}}$, °C
III	3,35	18,6	0,79	1,44	43	0,59	1,0	10667	0,452	6800	4,9
II2	4,02	21,6	0,952	1,29	30	0,518	1,39	9209	0,521	6940	6,2

$\Delta P_{\text{ж}}^{(i)} = 16000 \text{ кгс/м}^2$ находим по графику рис.5 приложения 2, так как $W_1^{(i)} = 1$.

15. Результаты расчета по п.п. 5,7,17 приведены в табл.4

Таблица 4

Установка	$(W_1)^{(i)}$, кг/м ² .с	$\Delta P_{\text{вн}}^{(i)}$, кгс/м ²	$Z_e^{(i)}$	$G_{\text{ж}}$, кг/ч	$W_1^{(i)}$, м/с	$(F_{\text{вн}}')^{(i)}$	$\Delta P_{\text{ж}}$, кгс/м ²
VI	3,215	6,0	0,762	10667	0,452	1,44	6400
V2	3,48	7,0	0,825	9209	0,39	1,44	4307

16. Определяем $G_{\text{ж}}$ для системы

$$G_{\text{ж}} = 10667 + 9209 = 19876 \text{ кг/ч.}$$

17. Для ТУБ вытяжных установок определяем:

a) $G_e^{(i)}$, принимая его равным расходу в ТУБ приточной установки, соединенной последовательно по теплоносителю с данной вытяжной установкой

$$G_{e2}^{(i)} = G_{e1}^{(i)} = 10667 \text{ кг/ч.}$$

и $\Delta P_{\text{ж}}$ определяем по формуле (5.1), так как $W_2^{(i)} \neq 1$.

246

21055-01

904-02-26.86

лист

231

904-02-26.86 Альбом I

$$G_{x2}^{(i)} = G_{xi}^{(i)} = 9209 \text{ кг/ч};$$

б) $\omega_e^{(i)}$ по формуле (8.10)

$$\omega_e^{(i)} = \frac{10667}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0052} = 0,452 \text{ м/с};$$

в) $W_e^{(i)}$ по формуле (9.13)

$$W_e^{(i)} = \frac{28800 \cdot 0,24}{10667 \cdot 0,675} = 0,96;$$

г) $\Theta_e^{(i)}$ по табл.12 приложения 2 по известным $(F_{oe}^{(i)})^{(i)}$ и $W_e^{(i)}$.Для В1 при $(F_{oe}^{(i)})^{(i)} = 1,44$ и $W_e^{(i)} = 0,96$ $\Theta_e^{(i)} = 0,599$ 18. Определяем $K_e^{(i)}$, $\alpha_s^{(i)}$, $\alpha_{se}^{(i)}$, $\Theta_{pc}^{(i)}$, $t_{pc}^{(i)}$ а) $K_e^{(i)}$ по графику рис.42 приложения 2для В1 $K_e^{(i)} = 2I \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{C});$ б) $\alpha_s^{(i)}$ по графику рис.35 приложения 2для В1 $\alpha_s^{(i)} = 4I \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{C});$ в) $\alpha_{se}^{(i)}$ по графику рис.36 приложения 2 $\alpha_{se}^{(i)} = 500 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{C})$ 19. Определяем $\Theta_{pc}^{(i)}$ по формуле (10.5)

$$\Theta_{pc}^{(i)} = \frac{2I}{4I} (I - 0,599) + 0,599 = 0,804.$$

2407

21855-01

904-02-26.86

Чист

232

20. Определяем $t_{\text{рас}}^{(i)}$ по формуле (I0.6)

$$t_{\text{рас}}^{(i)} = 18 - 0,804 \cdot (18 - 4,9) = 7,5^{\circ}\text{C}$$

21. Результаты расчетов по п.п. I7-20 даны в табл.5.

Таблица 5

Установка	$W_e^{(i)}$	$\vartheta_e^{(i)}$	$K_e^{(i)}$, ккал (ч·м2·°C)	$d_{e2}^{(i)}$, ккал (ч·м2·°C)	$d_{\text{рас}}^{(i)}$, ккал (ч·м2·°C)	$\vartheta_{\text{рас}}^{(i)}$	$t_{\text{рас}}^{(i)}$, °C
В1	0,96	0,599	21,0	41	500	0,804	7,5
В2	1,2	0,551	20,0	44	480	0,755	9,6

22. Определяем режим работы ТУБ вытяжных установок по п.8.19

для В1 - $\varphi_{\text{ух}}^{(i)} = 50\%$,

для В2 - $\varphi_{\text{ух}}^{(i)} = 52\%$.

$\varphi_{\text{ух}}^{(i)} + 5 = 55\% > 10\%$ и $\varphi_{\text{ух}}^{(i)} + 5 = 57\% > 40\%$ установки работают без выпадения конденсата, $\xi_y = 1$.

23. Определяем $\vartheta_e^{(i)}$ по формуле (I0.18)

$$\vartheta_e^{(i)} = 0,553 \cdot 1 = 0,599.$$

24. Определяем $t_{\text{рас}}^{(i)}$ по формуле (I0.19)

$$t_{\text{рас}}^{(i)} = 18 - 0,599 \cdot (18 - 4,9) = 10,2^{\circ}\text{C}.$$

25. Определяем $t_{\text{рас}}^{(i)}$ по формуле (I0.20)

$$t_{\text{рас}}^{(i)} = 4,9 + 0,96 \cdot (18 - 10,2) = 12,4^{\circ}\text{C}, \text{ где}$$

$$t_{\text{рас}}^{(i)} = t_{\text{рас}}^{(i)}.$$

26. Данные расчета по п.п. 22-25 приведены в табл.6.

248

Таблица 6

Установка	$\varphi_{\text{сух}}$, %	$\varphi_{\text{сух+5}}$, %	$\varphi_{\text{возд}}$, %	ξ_4	$t_{\text{возд}}$, °C	$t_{\text{ж.ж.22}}$, °C	Установка	$Q_{\text{возд}}$, ккал/ч
B1	50	55	10	I	10,2	12,4	III	63362
B2	52	57	40	I	12,4	15,3	II2	46621

27. Определяем $t_{\text{ж.ж.22}}^{(0)}$ ТУБ вытяжных установок по формуле (10.21)

$$t_{\text{ж.ж.22}}^{(0)} = \frac{12,4 \cdot 10667 + 15,3 \cdot 9209}{19876} = 13,7^{\circ}\text{C}$$

28. Так как $t_{\text{ж.ж.22}}^{(0)} = 13,7^{\circ}\text{C} < t_{\text{ж.ж.4}}^{(0)} = 47,9^{\circ}\text{C}$, то требуется дополнительный нагрев теплоносителя в водоподогревателе.

29. Определяем $Q_{\text{возд}}$ по формуле (10.22)

$$Q_{\text{возд}} = 10667 \cdot 0,675 (13,7 - 4,9) = 63362 \text{ ккал/ч.}$$

Находим $\sum Q_{\text{возд}} = 63362 + 46621 = 109983 \text{ ккал/ч.}$

30. Определяем $Q_{\text{возд}}$ по формуле (10.1)

$$Q_{\text{возд}} = 19876 \cdot 0,675 (47,9 - 13,7) = 458837 \text{ ккал/ч.}$$

ПРИМЕР 8. Расчет по аналитическому методу СУПТ без подогрева при конденсации влаги на всей поверхности ТУБ вытяжной установки.

Исходные данные:

1. В СУПТ без подогрева промежуточного теплоносителя утилизируется теплота воздуха, удаляемого одной вытяжной установкой В1, для нагрева приточного воздуха установки П. Место строительства г.Киев.

Расчетные данные:

$$\mathcal{L}_{\text{вз}} = 37800 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad G_{\text{вз}} = 45360 \text{ кг/ч}; \quad t_{\text{вз}} = 25^\circ\text{C};$$

$$\sigma_{\text{вз}} = 10 \text{ г/кг}; \quad i_{\text{вз}} = 50,66 \text{ кДж/кг.}$$

$$\mathcal{L}_{\text{вр}} = 63000 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad G_{\text{вр}} = 75600 \text{ кг/ч}; \quad t_{\text{вр}} = -20^\circ\text{C};$$

$$t_{\text{вр}} = 20^\circ\text{C}; \quad t_{\text{вн}}^{\text{ср.от}} = -2,1^\circ\text{C}; \quad t_{\text{вн}}^{\text{макс}} = 8^\circ\text{C};$$

$$\mathcal{Z}_n = 3094 \text{ ч/год.}$$

2. В качестве основного оборудования используются приточные камеры ЗПК-40 для вытяжной установки и ЗПК-80 для приточной установки.

3. Расчет выполняется по аналитическому методу (раздел II) в СИ.

Требуется определить:

технические характеристики ТУБ приточной и вытяжной установки, $t_{\text{вз}}$, $t_{\text{вр}}$, $Q_{\text{вз}}$, $Q_{\text{вр}}$.

Порядок расчета.

I. Определяем \mathcal{Z} по формуле (8.1)

$$\mathcal{Z} = 3094 \cdot (-2,1) = 6497 \text{ °C} \cdot \text{ч.}$$

250

2. Принимаем число рядов трубок (по глубине) ТУБ вытяжной и

2185501

904-02-26.86

рук

235

приточной установок по п.8.2.2 равным I2, так как

$$-5000 \geq \bar{Z} \geq -26000 \text{ °C}\cdot\text{ч.}$$

3. В качестве теплосутилизаторов принимаем калориферы КСк4.

ТУБ приточной установки имеет:

поверхность нагрева - 1657,8 м², фронтальное сечение прохода по воздуху - 8,296 м² и живое сечение по теплоносителю - 0,00856 м².

ТУБ вытяжной установки имеет:

поверхность нагрева - 828,9 м², фронтальное сечение прохода по воздуху - 4,148 м² и живое сечение по теплоносителю - 0,00856 м².

4. Определяем t_s^{∞} по формуле (8.6)

$$t_s^{\infty} = \frac{25 + (-20)}{2} = 2,5^{\circ}\text{C}. \text{ Так как } t_s^{\infty} < I2^{\circ}\text{C},$$

в качестве промежуточного теплоносителя принимаем раствор хлористого кальция с $t_{\infty}^{\infty} = -20^{\circ}\text{C}$.

5. Определяем G_x при $W_f = I$ по формуле (8.7)

$$G_x = \frac{75600 \cdot I}{2,825 \cdot I} = 26761 \text{ кг/ч},$$

где $C_x = 2,825 \text{ кДж/}(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$ принимаем по табл. I приложения 2.

6. Определяем ω_1 и ω_2 по формуле (8.10)

$$\omega_1 = \omega_2 = \frac{26761}{3600 \cdot I260 \cdot 0,00856} = 0,72 \text{ м/с.}$$

7. Определяем $(Vp)_{ppr}$ и $(Vp)_{ppz}$ по формуле (8.12)

$$(Vp)_{ppr} = \frac{75600}{3600 \cdot 8,296} = 2,53 \text{ кг/(M}^2\cdot\text{с);}$$

251

21855-01

904-02-26.86

1/1

236

Альбом I
904-02-26.86

Мин. темп. вентиляции	25
Макс. темп. вентиляции	35

$$(W_p)_{pp2} = \frac{45360}{3600 \cdot 4,148} = 3,04 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}).$$

8. Определяем W_H по формуле (8.20)

$$W_H = \frac{45360}{2676I \cdot 2,825} = 0,599.$$

$W_2 = W_H$, так как $G_{B2} < G_{B1}$.

9. Определяем d_{B2} , d_{K2} , K_2 , K_1 по графикам рис.35, 36, 42 приложения 2

$$d_{B2} = 45,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}); \quad d_{K2} = 1156 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C});$$

$$K_2 = 27,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}); \quad K_1 = 25,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

10. Определяем F'_{o1} и (F'_{o2}) по формуле (4.1)

$$F'_{o1} = \frac{25,5 \cdot 1657,8 \cdot 3,6}{75600 \cdot I} = 2,01;$$

$$F'_{o2} = \frac{27,2 \cdot 828,9 \cdot 3,6}{45360 \cdot I} = 1,78.$$

3,6 - коэффициент при расчете в СИ.

II. Определяем θ_1 и θ_2 :

$$\text{для установки III при } W_1 = I \text{ и } (F'_{o1})_1 = 2,01$$

по табл.I2 приложения 3 - $\theta_1 = 0,66$;

для установка VI при $W_2 = 0,599$ и $(F'_{o2})_2 = 1,78$ по графикам рис.24 приложения 3 - $\theta_2 = 0,735$.

253

21855-01

904-02-26.86 Аудиомонитор

12. Определяем ϑ_{051} и ϑ_{052} по формуле (II.1)

$$\vartheta_{051} = \frac{I}{\frac{I}{0,66} + \frac{I}{0,735} \cdot \frac{75600}{45360} - I} = 0,359;$$

$$\vartheta_{052} = \frac{I}{\frac{I}{0,735} + \frac{I}{0,66} \cdot \frac{45360}{75600} - I} = 0,598.$$

13. Определяем ϑ_{pc} по формуле (II.2)

$$\vartheta_{pc} = \frac{I_3,7 - (-20)}{25 - (-20)} = 0,749, \text{ где } t_{pc} = 13,7^{\circ}\text{C}$$

находим по $i-\alpha$ диаграмме.14. Определяем ϑ_{pc}^{min} по формуле (II.3)

$$\vartheta_{pc}^{min} = \frac{I - \frac{0,598}{0,735} + \frac{45,5 \cdot 16,48}{1156} (I - 0,598)}{I + \frac{45,5 \cdot 16,48}{1156}} = 0,27I,$$

где $\psi = 16,48$ для КСк4 принимаем по альбому 4.

$\vartheta_{pc} > \vartheta_{pc}^{min}$, установка работает с конденсацией влаги на поверхности.

15. Определяем K_{ic} по формуле (II.4)

$$K_{ic} = \frac{I}{\frac{I}{16,48} + \frac{I}{1156 \cdot 45,5 \cdot 1,737}} = 37,12 \text{ Bt/(m}^2\text{C)}$$

где Снас = 1,737 принимаем по табл.10 приложения 2 при

$$t_x^{min} = -20^{\circ}\text{C}, \quad t_x^{**} = t_s^{**} = 2,5^{\circ}\text{C}.$$

253

21855-01

Измерение	Проверка и обработка

904-02-26.86	1151
	238

(II.6)

16. Вычисляем $(F_o)'_{ie}$, W_{ie} по формулам (II.5),

$$(F_o)'_{ie} = \frac{37,12 \cdot 1657,8 \cdot 3,6}{75600} = 2,93;$$

$$W_{ie} = \frac{75600 \cdot 1,737}{27900 \cdot 2,71} = 1,736.$$

17. Определяем $\theta_{ie} = 0,54I$ по рис.48 приложения 3
при $(F_o)'_{ie} = 2,93$ и $W_{ie} = 1,736$.18. Определяем θ_{051}^o по формуле (II.7)

$$\theta_{051}^o = \frac{\frac{I}{I - 0,66} + \frac{I}{0,54I \cdot 1,737} \cdot \frac{75600}{45360} - I}{I} = 0,437.$$

19. Определяем $\theta_{pc,i}^{max}$ по формуле (II.8)

$$\theta_{pc,i}^{max} = \frac{\frac{I}{I,737} \cdot \frac{0,437}{0,66} + \frac{45,5 \cdot 16,48}{II56}}{\frac{I}{I,737} \cdot \frac{16,48 \cdot 45,5}{II56}} = 0,84I.$$

20. Вычисляем $i_{e,ie}^{sc}$ и параметр A по формулам (II.9),
(II.10)

$$i_{e,ie}^{sc} = 8,08 + I,737 \cdot (-20) = 26,66 \text{ кДж/кг},$$

где $C = 8,08$ по табл.IO приложения 2 при $T_{xk}^{sc} = -20^\circ\text{C}$, $T_{xe}^{sc} = T_{sc} = 2,5^\circ\text{C}$.

$$A = I \cdot 25 \cdot 0,84I + 26,6 \cdot (I - 0,84I) = 16,76.$$

21. Находим $\alpha_{pc,i}^{max} = 9,5 \text{ г/кг}$ по графику рис.46
приложения 3 при $A = 16,76$ и $\theta_{pc,i}^{max} = 0,84I$.22. $\alpha_{pc,i}^{max} < \alpha_{e,ie}^{sc} = 10 \text{ г/кг}$, теплоутилизатор работает
в условиях конденсации влаги на всей поверхности. Определяем по
п. II.15:

21855-01 254

по *i-d* диаграмме для точки с координатами

$$\rho_{pc}^{\max} = 9,5 \text{ г/кг и } \varphi = 100\% \quad t_{x,11} = 17,5^\circ\text{C};$$

$t_{x,11}$ по формуле (II.11)

$$t_{x,11} = [17,5 - (-20)] \cdot 0,437 + (-20) = -3,61^\circ\text{C}.$$

23. Определяем конечную энталпию вытяжного воздуха по формуле (II.16)

$$i_{x,12} = 50,66 - \frac{[-3,61 - (-20)] \cdot 75600 \cdot 1,0}{45360} = 23,35 \text{ кДж/кг};$$

по *i-d* диаграмме для точки с координатами

$$i_{x,12} = 23,35 \text{ кДж/кг и } \varphi = 100\% \quad t_{x,12} = 7,3^\circ\text{C}.$$

24. Определяем $t_{x,11}$ по формуле (8.25)

$$t_{x,11} = -20 + \frac{-3,61 - (-20)}{0,66} = 4,83^\circ\text{C}.$$

25. Определяем $t_{x,11}$ по формуле (8.26)

$$t_{x,11} = 4,83 - I \cdot [-3,61 - (-20)] = -11,56^\circ\text{C}.$$

Уточняем вид теплоносителя. $t_{x,11} < 7^\circ\text{C}$, поэтому в СУПТ используется незамерзающий теплоноситель — 21% раствор хлористого кальция с температурой замерзания -20°C , равной расчетной температуре наружного воздуха.

26. Определяем Q_y^{**} по формуле (8.27)

$$Q_y^{**} = 75600 \cdot 1,0 \cdot 0,437 \cdot [25 - (-20)] \cdot \frac{I}{3600} = 412,965 \text{ кВт}.$$

27. Определяем Q_y' по формуле (8.28)

$$Q_y' = 75600 \cdot 1 \cdot [20 - (-3,61)] \cdot \frac{I}{3600} = 344,127 \text{ кВт}, \quad 255$$

где $I = \frac{1}{3600}$.

Пример 9. Расчет по аналитическому методу СУПТ без подогрева при конденсации влаги на части поверхности ТУБ вытяжных установок.

I. Исходные данные принимаем по примеру 8, за исключением $d_{\text{возд}} = 5 \text{ г/кг}$; $i_{\text{возд}} = 37,7 \text{ кДж/кг}$.

2. Расчет выполняем по п.п.2-22 примера 8.

3. $d_{\text{возд}}^{\text{расч}} = 9,5 \text{ г/кг} > d_{\text{возд}} = 5 \text{ г/кг}$, теплоутилизаторы работают в условиях конденсации влаги на части поверхности.

Определяем по п.II.I6.:

$$t_{\text{pc}}^{\text{мин}} \text{ по формуле (II.I2)}$$

$$t_{\text{pc}}^{\text{мин}} = 0,271 \cdot [25 - (-20)] + (-20) = -7,8^{\circ}\text{C};$$

по $i-d$ диаграмме для точки с координатами $t_{\text{pc}}^{\text{мин}} = -7,8^{\circ}\text{C}$

и $\varphi = 100\% - d_{\text{pc}}^{\text{мин}} = 2 \text{ г/кг}$;

\bar{d} по формуле (II.I3)

$$\bar{d} = \frac{5 - 2}{9,5 - 2} = 0,4;$$

$\bar{\theta}$ по графику рис.47 приложения 3 $\bar{\theta} = 0,11$;

θ_{05}^{δ} по формуле (II.I4)

$$\theta_{05}^{\delta} = 0,359 + 0,11 \cdot (0,437 - 0,359) = 0,3195;$$

$t_{\text{возд}}$ по формуле (II.II)

$$t_{\text{возд}} = 0,3195 \cdot [17,5 - (-20)] + (-20) = -8,02^{\circ}\text{C}.$$

4. Определяем $i_{\text{возд}}$ по формуле (II.I5)

$$i_{\text{возд}} = 37,7 - \frac{-8,02 - (-20)}{45360} \cdot 75600 \cdot 1,0 = 17,73 \text{ кДж/кг}.$$

По $i-d$ диаграмме находим $t_{\text{возд}} = 4,7^{\circ}\text{C}$
для точки с координатами $i_{\text{возд}} = 17,73 \text{ кДж/кг}$ и $\varphi = 100\%$.

5. Определяем $t_{\text{возд}}$ по формуле (8.25)

$$t_{\text{возд}} = -20 + \frac{8,02 - (-20)}{0,66} = 1,85^{\circ}\text{C}.$$

256

21055.01

Лист
241

6. Определяем $t_{ж.к.1}$ по формуле (8.26)

$$t_{ж.к.1} = -I,85 - I \cdot [-8,02 - (-20)] = -13,83^{\circ}\text{C}.$$

Уточняем вид теплоносителя.

$t_{ж.к.1} = -13,83^{\circ}\text{C} < 7^{\circ}\text{C}$, поэтому в СУПГ используется незамерзающий теплоноситель - 21% раствор хлористого кальция с $t_x^{зат} = -20^{\circ}\text{C} = t_{ж.к.1}$.

7. Определяем $Q_v^{''}$ по формуле (8.27)

$$Q_v^{''} = 75600 \cdot I,0 \cdot 0,3195 \cdot [17,5 - (-20)] \cdot \frac{I}{3600} = 251,606 \text{ кВт},$$

8. Определяем Q_v' по формуле (8.28)

$$Q_v' = 75600 \cdot I,0 \cdot [20 - (-8,02)] \cdot \frac{I}{3600} = 588,42 \text{ кВт},$$

где $I = \frac{I}{3600}$.

Число	Модель	Номер	Ремонт

257

21855-01

Juex

242

904-02-26.86

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ГОССТРОЯ СССР

КИЕВСКИЙ ФИЛИАЛ

г Киев-57 ул Эжена Потье № 12

42/9
Заказ № 9990 Изд № 21855-01 Тираж 1200

Сдано в печать 18/кц 1987 Цена 4·92