

ТИПОВЫЕ
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

904-02-26.86

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

АЛБОМ I
РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ

Москва 1986

ценд 4-92

СССР. ЦИУТИН. Б21855-01

ТИПОВЫЕ
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

904-02-26.86

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

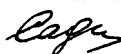
АЛЬБОМ I
РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ

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 выполнялась в соответствии с заданием Главстройпроекта Госстроя СССР по теме "Системы вентиляции промышленных зданий и сооружений с применением теплоутилизационного оборудования" а) утилизация теплоты удаляемого воздуха в жидкостно-воздушных теплоутилизаторах (по плану типового проектирования Госстроя СССР на 1965 г., п.8.2.1.1а"

Работа выпускается в виде типовых материалов для проектирования систем утилизации теплоты удаляемого 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. Компонировочные решения
- альбом 5. Технико-экономические показатели.

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

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

МНИИТЭП ГлавПУ Мосгорисполкома - канд.техн.наук М.Я.Цоз,
В.И.Сематова;

ЦНИИпромзданий Госстроя СССР - канд.техн.наук Л.В.Иванчина, инженеры Л.З.Мотыкин, Л.М.Ивановская;

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

904-02-26.86 АЛЬБОМ I

Шиф. N-под. Подпись и дата. Визы инв.

Лист :		Наименование	Стр.	3
I		I. Общие положения	16	
6		2. Оборудование, трубопроводы, теплоносители	21	
13		3. Принципиальные схемы	28	
16		4. Условные обозначения	31	
19		5. Теплотехнические, 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 промежуточного 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 теплоносителя	72	
63		12. Расчет годового потребления теплоты	78	
		Приложение I		3

21855-01

ГМП	Садовская	Сад.
Н. Кондр.	Рыжик	Рыж.
Нач. об. з. Житомцев	Жит.	
Гл. спец. Кучерова	Кучер.	
Вед. инж. Новикова	Нов.	
Нач. Т.О. Фуксштейн	Фукс.	
Нач. Т.О. Садовская	Сад.	

904-02-26.86

СОДЕРЖАНИЕ

Метр	Метр
1	13
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

Лист

2

904-02-26.86 Альбом I

Лист	Наименование	Стр.
80	Таблица 3. Удельная вместимость трубопроводов из стальных электросварных труб, применяемых во внутренних санитарно-технических системах на Iм	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 I м, Па/м ² (кгс/м ²).	II5
101	Таблица 6. Коэффициент Сж для расчета потери давления по теплоносителю (раствор CaCl ₂) для ТП и ВН	II6
102	Таблица 7. Коэффициент Сж для расчета потери давления по теплоносителю (раствор CaCl ₂) для КСк3, КСк4, КВСБ-ПУЗ и КВББ-ПУЗ	II7
103	Таблица 8. Граничное значение относительной влажности удаляемого воздуха $\varphi_{\text{сух.}}$ %	II8 5
103	Таблица 9. Коэффициенты ϵ_d и b_d	II8

21855-01

904-02-26.86

Лист

3

Шифр и наименование документа

Илот :	Наименование	Стр.
I04	Таблица I0. Коэффициенты, ϵ , кДж/кг, $C_{нас}$, кДж/(кг.°C).....	I19
I05	Таблица II. Параметр F_0' 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 , $\xi_{\theta_{02}}$ при теплоносителе вода	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

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 тем- ператур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообмен- никами ВН (расход воздуха от 5 до 90 тыс.м ³ /ч)		I49
I35		Рис.9. Общие относительные перепады тем- ператур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообмен- никами ВН (расход воздуха от 90 до 140 тыс.м ³ /ч)		I50

904-02-26.86 Альбом I

Лист	:	Наименование	:	Стр.
I36		Рис. I0. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками ТП-03 (расход воздуха от 20 до 90 тыс.м ³ /ч)		I51
I37		Рис. II. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками ТП-03 (расход воздуха от 90 до 140 тыс.м ³ /ч)		I52
I38		Рис. I2. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками ТП-04 (расход воздуха от 20 до 90 тыс. м ³ /ч)		I53
I39		Рис. I3. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками ТП-04 (расход воздуха от 90 до 140 тыс.м ³ /ч)		I54
I40		Рис. I4. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками КСжЗ (расход воздуха от 10 до 90 тыс.м ³ /ч)		I55

21855-01

Лист

904-02-26.86

6

Лист : Наименование : Стр.

I41	Рис. I5. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками КСкЗ (расход воздуха от 90 до 140 тыс.м ³ /ч)	I56
I42	Рис. I6. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками КСк4 (расход воздуха от 10 до 90 тыс.м ³ /ч)	I57
I43	Рис. I7. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками КСк4 (расход воздуха от 90 до 140 тыс.м ³ /ч)	I58
I44	Рис. I8. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе 2ПК с теплообменниками ТП-03 (расход воздуха от 10 до 90 тыс.м ³ /ч)	I59
I45	Рис. I9. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе 2ПК с теплообменниками ТП-03 (расход воздуха от 90 до 140 тыс.м ³ /ч)	I60

21855-01

904-02-26.86 Альбом I

Лист	:	Наименование	Стр.
I51		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)	I66
I52		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)	I67
I53		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)	I68
I54		Рис.28. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе 2ПК с теплообменниками КВББ-ПУЗ (расход воздуха от 5 до 90 тыс.м ³ /ч)	I69
I55		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)	I70

11

21855-01

904-02-26.86

Исх

9

Исх. № 1000
Подпись и дата
Дир. инст. №

Лист	:	Наименование	:	Стр.
156		Рис.30. Поправочный коэффициент ξ_w		171
157		Рис.31. Поправочный коэффициент ξ_e		172
158		Рис.32. Поправочный коэффициент ξ_y при $\Delta \varphi$ 10-60%		173
159		Рис.33. Поправочный коэффициент ξ_y при $\Delta \varphi$ 30-70%		174
160		Рис.34. Коэффициенты наружного тепло- обмена для КВСБ-ПУЗ, КВББ-ПУЗ и ВН..		175
161		Рис.35. Коэффициенты наружного тепло- обмена для ТП-03, ТП-04, КСк3, КСк4..		176
162		Рис.36. Коэффициенты внутреннего теплообмена		177
163		Рис.37. Коэффициенты теплопередачи возду- хонагревателей КТЦ2А однократных ...		178
164		Рис.38. Коэффициенты теплопередачи возду- хонагревателей КТЦ2А двухкратных ...		179
165		Рис.39. Коэффициенты теплопередачи тепло- утилизаторов ТП.05-ТИРК.03; ТП.16-ТИРК.03; ТП.25-ТИРК.03		180
166		Рис.40. Коэффициенты теплопередачи тепло- утилизаторов ТП.05-ТИРК.04; ТП.16-ТИРК.04; ТП.25-ТИРК.04		181
167		Рис.41. Коэффициенты теплопередачи кало- риферов КСк3		182

21855-01

12

904-02-26.86

Иер

10

Лист	:	Наименование	:	Стр.
I68		Рис. 42. Коэффициенты теплопередачи калори- феров КСк4		I83
I69		Рис. 43. Коэффициенты теплопередачи калори- феров КВСБ-ПУЗ		I84
I70		Рис. 44. Коэффициенты теплопередачи калори- феров КВББ-ПУЗ		I85
I71		Рис. 45. Температурная эффективность тепло- обменников		I86
I72		Рис. 46. Зависимость между $d_{\text{пр}}$ и параметром A		I87
I73		Рис. 47. Обобщенная зависимость θ от \bar{d}		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-анали- тическому методу СУПТ без подогрева с одиночными установками		I93
I82		<u>Пример 2.</u> Расчет по упрощенному графо-анали- тическому методу СУПТ без подогрева с группами установок. Расчет годо- вого потребления теплоты		I97

21855-01

Альбом I

904-02-26.86

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

904-02-26.86

Лист

12

Лист : Наименование : Стр.

235 Пример 8. Расчет по аналитическому
методу СУПТ без подогрева при конденса-
сации влаги на всей поверхности ТУБ
вытяжной установки 250

241 Пример 9. Расчет по аналитическому
методу СУПТ без подогрева при конденса-
сации влаги на части поверхности ТУБ
вытяжной установки 256

15

21855-01

904-02-26.86

Лист

13

Альбом I

904-02-26.86

Введ. в экз. Подпись и дата Взам. инв. н. л.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. В данном альбоме приводятся рекомендации по проектированию, методика и примеры расчета системы утилизации теплоты удаляемого 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 энтальпию 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 осаждающиеся пыли и аэрозоли, которые могут оседать 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, удаляемого 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

ГИП	Савдовская	Рез	1
Н. Кондр.	Рыжик	Проект	
Нач. Овз.	Келомужов	Ил.	4
Гл. спец.	Кичерова	Кач. эк.	10,86
Вед. инж.	Новикова	Н.Н.С.	10,86
Нач. Т.О.	Финкевич	Ст.	
Гл. спец. Т.О.	Савдовская	С.В.	
Вед. инж.	Насимов	Насим	

904-02-26.86

РАСЧЕТНЫЕ

ДАННЫЕ

Лист 1

Листов 242

САНТЕХПРОЕКТ

904-02-26.86 Альбом I

Лист 1 из 242

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.

I.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 удаляемого воздуха и в каналах приточного воздуха или приточной установке.

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

I.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.

I.10. Полная аэродинамическая изоляция потоков удаляемого и приточного воздуха, исключающая возможность переноса вредных веществ, запахов, бактерий и других загрязнений из удаляемого 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.

I.11. Системы утилизации теплоты удаляемого низкотемпературного воздуха, как правило, не обеспечивают требуемый подогрев

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. 1,2 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 удаляемого 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 $t_{кр}$, при которой температура теплообменной поверхности становится ниже 0°C) сопровождается процессом образования инея на поверхности теплоутилизатора-воздухоохладителя.

Инеобразование приводит к увеличению аэродинамического сопротивления (потери давления по воздуху) теплоутилизаторов в каналах удаляемого 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.

18

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

21855 01

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

Ориентировочно время оттаивания слоя инея, образовавшегося за 8-10 часов работы системы при температуре и влажности удаляемого воздуха $t_{анг} = 18^{\circ}\text{C}$ и $\varphi_{анг} = 40\%$ 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 воздушонагревателей, 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

21855-01

904-02-26.86

Лист
4

вручную по сигналу о снижении уровня раствора;

на рис.4 - схема системы с одним растворным баком и постоянно работающим или автоматически включаемым 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.16.4. 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.16.5. 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.16.6. 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 опорожнение обеспечить невозможно, то для сбора раствора предусматриваются насосы и отдельный бак или переносные емкости.

При большой емкости системы предусматривается посекционное опорожнение.

I.17. 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

Лет

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 НОХ-2И, а также для заполнения растворного бака предусматривается грузоподъемные механизмы.

В помещении для приготовления, хранения и сбора раствора проектируется 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 КТЦ2А (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-ПУЗ (далее КВСБ-ПУЗ) и КВББ-ПУЗ (далее-КВББ-ПУЗ).

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.

21

21855-01

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

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

2.4. Технические и конструктивные характеристики типовых ТУВ 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 ТУВ (далее - типовые ТУВ) с расходом воздуха от 5 до 125 тыс.м³/ч разработаны 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-ПУЗ и КВББ-ПУЗ.

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

Для обозначения ТУВ принята цифровая система (индекс) из семи цифр, примененная в альбоме 4 (см.п.1.10).

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

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

2.5. В альбоме 5 приведены технико-экономические показатели типовых ТУВ, позволяющие экономически обоснованно оценивать выбор ТУВ при заданных расходах и параметрах приточного и удаляемого 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 насосы.

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

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 $\varphi_{\text{в.г}} < 60\%$;

поддоны под теплоутилизаторами - при $\varphi_{\text{в.г}} \geq 60\%$.

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 отепленной воды и рассола". Допускается применять баки-мешалки по ТУ ОСТ 108.271. III-83 "Мешалки для приготовления реагентов". Внутренняя поверхность баков должна иметь антикоррозионную 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 обвязки баков трубопроводами показаны на рис.3-5 приложения I.

2.12. Вместимость расширительного бака $V_{\text{с.р}}$ рассчитывается по формуле

$$V_{\text{с.р}} = 0,045 V_{\text{с}} \quad (2.1)$$

23

21855-01

904-02-26.86

Лист

8

Альбом I

904-02-26.86

Имя и фамилия
Подпись и дата

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

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

если $V_c \leq 5 m^3$ - по формуле

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

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

если $V_c > 5 m^3$ - 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 $V_{б.сб}$ рассчитывается по формуле

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

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

$$V_{б.пр} = V_c + V_{б.н} + V_{ж.п} \cdot \tau_{мед}, \quad (2.4)$$

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

$V_{ж.п} \cdot \tau_{мед}$ - объем промежуточного теплоносителя, m^3 , необходимый для хранения в баке для компенсации подпитки в течение времени $\tau_{мед}$, z , определяемого в проекте в зависимости от требований по надежности и от режима работы системы.

$\tau_{мед}$ допускается принимать равным 1-2 неделям, но $V_{ж.п} \cdot \tau_{мед}$ не должно быть больше емкости системы ($V_{ж.п} \cdot \tau_{мед} \leq V_c$).

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 свыше 20 мм - из труб электросварных термообработанных с толщиной стенки не менее, чем у водогазопроводных обыкновенных. Соединение трубопроводов производится на сварке, арматуры - на фланцах. Допускается присоединять на резьбе водогазопроводные трубы с арматурой условным диаметром до 50 мм.

21855-01

214

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/см^2 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 $0,1 \text{ кгс/см}^2$, 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 $t_{ж.к.г}$ после ТУБ приточных установок:

при $t_{ж.к.г} > 7^\circ\text{C}$ - вода;

при $t_{ж.к.г} \leq 7^\circ\text{C}$ - 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 $\text{pH}=6,5 - 8,5$ и содержать (не более):

растворенный кислород - $0,1 \text{ мг/л}$;

взвешенные вещества - 10 мг/л ;

карбонатная жесткость - 3 мг.экв/л .

2.21. Из незамерзающих растворов солей рекомендуется применять водный 27% 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

Раствор хлористого кальция с ингибирующей 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 $\text{pH}=6,5-8,5$.

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 $t_{\text{ж}}^{30\text{M}}$, которая выбирается в зависимости от типа СУПТ, защиты и режима работы.

Для СУПТ с подогревом $t_{\text{ж}}^{30\text{M}}$ может быть принята на 10°C ниже температуры теплоносителя после ТУБ приточных установок при расчетной температуре $t_{\text{в.н.}}^{(1)}$ наружного воздуха в холодный период года (параметры Б).

Для СУПТ без подогрева $t_{\text{ж}}^{30\text{M}}$ принимается ниже или равной $t_{\text{в.н.}}^{(1)}$. 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 сливается в бак для приготовления или сбора раствора или в специальные емкости для повторного использования.

В помещении для приготовления раствора предусматривается

26

21855-01

приямком 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

$$V_c = \sum \Delta V_{tp}^{(i)} \cdot l_{tp}^{(i)} + \sum V_{гус}^{(i)} \cdot n + V_{бр} + V_{бн}, \quad (2.5)$$

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

$l_{tp}^{(i)}$ — длина трубопровода, м;

$V_{гус}^{(i)}$ — вместимость теплоутилизационного блока, $м^3$. Вместимость типовых ТУБ приведена в табл. 4 приложения 2;

n — число ТУБ, шт.;

$V_{бр}$ — вместимость расширительного бака, $м^3$, по п.2.12;

$V_{бн}$ — объем части бака, $м^3$, по п.2.13.

2.24. Объем теплоносителя для подпитки системы $V_{ж.п}$ 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 НОЖИИ в объемах, необходимых для приготовления объема промежуточного теплоносителя $V_{ж.р}$ на первый год эксплуатации.

$V_{ж.р}$ определяется по формуле

$$V_{ж.р} = V_c + V_{ж.л} \cdot \tau_{ог}, \quad (2.6)$$

где V_c — вместимость системы, $м^3$, по п.2.23;

$V_{ж.л}$ — объем теплоносителя, $м^3$, на подпитку системы в течение одного часа по п. 2.24;

$\tau_{ог}$ — отопительный период, ч.

$V_{ж.л} \cdot \tau_{ог}$ не следует принимать больше емкости $(V_{ж.л} \cdot \tau_{ог} \leq V_c)$.

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

21855-01

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 инееобразования 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 ниже $2-3^{\circ}\text{C}$ по сигналу датчика 7 или при снижении температуры

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 (ориентировочно 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 обвод 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 I.

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).

21355-01

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

3.6. В альбоме 3 разработано 48 схем автоматизации, включающих 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 I) – 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

- \mathcal{L} - объемный расход среды, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 G - массовый расход среды, $\text{кг}/\text{ч}$;
 t - температура среды, $^{\circ}\text{C}$;
 i - энтальпия воздуха, $\text{кДж}/\text{кг}$ [$\text{ккал}/\text{кг}$];
 d - влагосодержание воздуха, $\text{г}/\text{кг}$;
 ρ - плотность среды, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 c - удельная теплоемкость среды, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$ [$\text{ккал}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$];
 ω - скорость движения теплоносителя, $\text{м}/\text{с}$;
 w_p - массовая скорость движения воздуха, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;
 k - коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ [$\text{ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$];
 α_o - коэффициент наружного теплообмена, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ [$\text{ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$];
 α_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 воздухоподогревателя 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, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$ [$\text{ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$];
 ν - 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, $\text{м}^2/\text{с}$;
 ψ - коэффициент оребрения;
 q - теплота конденсации пара, $\text{кДж}/\text{кг}$ ($\text{ккал}/\text{кг}$); 21855-01

- φ - относительная влажность воздуха, %;
 μ - поправочный коэффициент;
 $e, C_{\text{мис}}$ - эмпирические коэффициенты аппроксимации:
 e , кДж/кг [ккал/кг]; $C_{\text{мис}}$, кДж/(кг.°C) [ккал/(кг.°C)];
 $C_{\text{ж}}$ - коэффициент для расчета гидравлического сопротивления
 по теплоносителю (раствор CaCl_2), $(\text{Па} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^4$ (кг.с²)/м⁴;
 Q - годовое потребление теплоты (количество теплоты), ГДж (Гкал);
 τ - число часов работы установки, ч;
 t - степень суровости наружного климата, °C.ч;
 V - вместимость (объем), м³;
 Q - расход теплоты (тепловой поток), кВт (ккал/ч);

4.3. Безразмерные комплексы

$$F_0' = \frac{\kappa \cdot F}{G_s \cdot C_s} \quad \text{— безразмерный параметр, в системе МКГСС;} \quad (4.1)$$

$$F_0' = \frac{36 \kappa \cdot F}{G_s \cdot C_s} \quad \text{— безразмерный параметр в СИ при } G_s \text{ в кг/ч, } C_s \text{ в кДж/(кг.°C);}$$

$$W = \frac{G_s \cdot C_s}{G_{\text{ж}} \cdot C_{\text{ж}}} \quad \text{— отношение водяных эквивалентов;} \quad (4.2)$$

$$\theta_2 = \frac{t_{\text{в.н.2}} - t_{\text{в.к.2}}}{t_{\text{в.н.2}} - t_{\text{в.н.1}}} \quad \text{— относительный перепад температур удаляемого воздуха;} \quad (4.3)$$

$$\theta_1 = \frac{t_{\text{в.к.1}} - t_{\text{в.н.1}}}{t_{\text{в.н.1}} - t_{\text{в.н.1}}} \quad \text{— относительный перепад температур приточного воздуха;} \quad (4.4)$$

$$\theta_{\text{в.к.2}} = \frac{t_{\text{в.к.2}} - t_{\text{в.н.1}}}{t_{\text{в.н.2}} - t_{\text{в.н.1}}} \quad \text{— общий относительный перепад температур удаляемого воздуха;} \quad (4.5)$$

$$\theta_{\text{в.н.1}} = \frac{t_{\text{в.к.1}} - t_{\text{в.н.1}}}{t_{\text{в.н.2}} - t_{\text{в.н.1}}} \quad \text{— общий относительный перепад температур приточного воздуха;} \quad (4.6)$$

$$Pr_2 = \frac{\gamma}{\alpha} \quad \text{— число Прандтля.} \quad (4.7)$$

21855-01

4.4. Принятые индексы

I - приточный; 2 - вытяжной; (I)...(j) - порядковый номер установки; б - бак; Б - большой; В - воздух; вод - водоподогреватель; год - годового; ж - промежуточный теплоноситель; зам - замерзание; к - конечный; кн - конденсация; кр - критический; м - меньший; макс - максимальный; мин - минимальный; н - начальный; нас - насыщение; нед - неделя; ном - номинальный; об - общий; от - отопительный; п - подпитка; пом - помещение; пр - предельный; р - расширительный; раств - 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 I ккал/кг = 4,187 кДж/кг.

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

Коэффициент теплопередачи (теплоотдачи)

I ккал/(ч.м².°C) = 1,163 Вт/(м².°C).

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

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

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

Давление I кгс/м² = 9,81 Па.

Годовое потребление теплоты I Гкал/ч = 4,1869 ГДж.

(количество теплоты)

4.6. Соотношение применяемых физических величин с единицей СИ

Энергия I Вт·ч = 3,6 кДж.

Тепловой поток I кВт = 3,6·10⁻³ ГДж/ч.

Расход теплоты I кДж = I кВт·с. Время I ч. = 3600 с.

904-02-26.86

Ивер
18

5. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ, АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУПТ

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

5.1.1. Значения $\Delta t_{\text{пр}}$ 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 КТЦ2А;

на рис. 18-29 - для установок, проектируемых на базе приточных камер 2ПК.

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 $L_{\text{ном}}$ основного оборудования, с теплоносителем водный раствор хлористого кальция при отношении водяных эквивалентов равном единице ($W = 1$).

5.1.2. Значения $\Delta t_{\text{пр}}$ определены для систем с типовыми ТУБ, разработанными в альбоме 4.

Для характеристик $\Delta t_{\text{пр}}$ 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 $(\Delta p)_{\text{пр}}$ 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. 1 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

$$\Delta p_{\text{т}} = C_{\text{т}} \cdot W^2, \quad 2185.5 \cdot 10^{(5.1)}$$

где C_{Σ} - коэффициент для одного теплообменника, определяемый по табл. 6,7 приложения 2. При последовательно-параллельной обвязке ТУБ значение C_{Σ} принимается с учетом количества теплообменников, соединенных последовательно по теплоносителю.

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

на рис. 1-3 - для установок, проектируемых на базе центральных кондиционеров КЦА2А;

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

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

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

6. МЕТОДЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ УТИЛИЗАЦИИ

6.1. Расчет СУИТ рекомендуется проводить одним из следующих методов:

автоматизированным, используя программу расчета на ЭЕМ, 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 СУИТ 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 СУИТ без подогрева промежуточного теплоносителя, состоящих из одиночных или из группы приточных и вытяжных установок с одинаковыми

21855-01

Исполн. *В.М.М.М.*
 Проверка *В.М.М.М.*
 Дата *В.М.М.М.*

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 проект.

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 удаляемого 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

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 МНИИТЭП (Московском научно-исследовательском и проектно-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-ПУЗ, КВББ-ПУЗ, ПП-0,3, ПП-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 обязанной их по теплоносителю, программа выполняет автоматически.

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

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

8. УПРОЩЕННЫЙ ГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА СУИТ 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 ($L_{вг}^{(1)}, L_{вг}^{(2)}, \dots, L_{вг}^{(n)}$);

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

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

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

начальная температура удаляемого воздуха ($t_{в.н.г}^{(1)}, t_{в.н.г}^{(2)}, \dots, t_{в.н.г}^{(n)}$);

начальная относительная влажность удаляемого воздуха ($\varphi_{в.н.г}^{(1)}, \varphi_{в.н.г}^{(2)}, \dots, \varphi_{в.н.г}^{(n)}$);

начальная энтальпия удаляемого воздуха ($i_{в.н.г}^{(1)}, i_{в.н.г}^{(2)}, \dots, i_{в.н.г}^{(n)}$);

начальная температура приточного воздуха ($t_{в.н.п}^{(1)}, t_{в.н.п}^{(2)}, \dots, t_{в.н.п}^{(m)}$);

конечная температура приточного воздуха ($t_{в.к.п}^{(1)}, t_{в.к.п}^{(2)}, \dots, t_{в.к.п}^{(m)}$).

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

Основное оборудование приточных установок (КТИ2А или 2ПК).

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 удаляемого воздуха) с "параметрами воздуха", принятыми для типовых ТУБ (см. альбом 5), ТУБ и их обвязка принимаются путем сопоставления показателей вариантных решений типовых блоков для заданного расхода воздуха (см. табл. 3.1-3.4 альбома 5).

По индексу выбранного ТУБ из табл. 1-5 альбома 4 выписывается его техническая характеристика (тип и количество теплоутилизаторов, число рядов трубок, номер схемы обвязки).

38

21855-01

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 $t > -5000^\circ\text{C}\cdot\text{ч}$;

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

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

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

$$t = t_{\text{от}} \cdot t_{\text{вн}}^{\varphi(t_{\text{от}})} \quad (8.1)$$

здесь $t_{\text{от}}$ — 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. 1 и 2 альбома 4 подбирается соответствующий типовой ТУБ, выписывается номер ТУБ и схема обвязки.

8.3. Определяется площадь живого сечения по теплоносителю $f_{\text{ж}}^{(1)}$ и фронтального сечения по воздуху $f_{\text{в.пр}}^{(1)}$. Для типовых ТУБ $f_{\text{ж}}$ и $f_{\text{в.пр}}$ приведены в табл. 4, 5 альбома 4.

8.4. Определяются суммарные массовые и объемные расходы удаляемого $\Sigma G_{\text{уд}}$, $\Sigma L_{\text{уд}}$ и приточного $\Sigma G_{\text{пр}}$, $\Sigma L_{\text{пр}}$ воздуха.

8.5. Определяются средние параметры воздуха τ вытяжных и τ приточных установок по формулам:

39

21855-01

$$t_{вн2}^{cp} = \frac{t_{вн2}^{(1)} \cdot G_{в2}^{(1)} + t_{вн2}^{(2)} \cdot G_{в2}^{(2)} + \dots + t_{вн2}^{(n)} \cdot G_{в2}^{(n)}}{\sum G_{в2}}, \quad (8.2)$$

$$\varphi_{вн2}^{cp} = \frac{\varphi_{вн2}^{(1)} \cdot G_{в2}^{(1)} + \varphi_{вн2}^{(2)} \cdot G_{в2}^{(2)} + \dots + \varphi_{вн2}^{(n)} \cdot G_{в2}^{(n)}}{\sum G_{в2}}, \quad (8.3)$$

$$i_{вн2}^{cp} = \frac{i_{вн2}^{(1)} \cdot G_{в2}^{(1)} + i_{вн2}^{(2)} \cdot G_{в2}^{(2)} + \dots + i_{вн2}^{(n)} \cdot G_{в2}^{(n)}}{\sum G_{в2}}, \quad (8.4)$$

$$t_{вн1}^{cp} = \frac{t_{вн1}^{(1)} \cdot G_{в1}^{(1)} + t_{вн1}^{(2)} \cdot G_{в1}^{(2)} + \dots + t_{вн1}^{(n)} \cdot G_{в1}^{(n)}}{\sum G_{в1}}. \quad (8.5)$$

8.6. Для предварительной оценки вида теплоносителя определяется средняя температура t_b^{cp} двух потоков воздуха n вытяжных и m приточных установок по формуле

$$t_b^{cp} = \frac{t_{вн2}^{cp} + t_{вн1}^{(i)min}}{2}, \quad (8.6)$$

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

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

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

Теплотехнический расчет СУПТ выполняется с учетом теплофизических характеристик теплоносителя.

8.7. Определяется расход промежуточного теплоносителя $G_{ж}$ в системе по большому суммарному массовому расходу воздуха $\sum G_{в2}$ (из суммарных расходов воздуха соответственно n вытяжных $\sum G_{в2}$ или m приточных $\sum G_{в1}$ установок) и отношению водяных эквивалентов для большого суммарного расхода воздуха одного из потоков $W_b = 1$ по формуле

$$G_{ж} = \frac{\sum G_{в2} \cdot c_{в2}}{c_{ж} \cdot W_b}. \quad (8.7) \quad 40$$

21855-01

При $\Sigma G_{s1} = \Sigma G_{s2}$ отношение водяных эквивалентов для каждого потока принимается равным единице $W_1 = W_2 = 1$, $G_{ж}$ рассчитывается по формуле (8.7), подставляя вместо $\Sigma G_{s,5}$ $\Sigma G_{s1} = \Sigma G_{s2}$.

8.8. Определяется расход теплоносителя для каждой вытяжной $G_{ж2}^{(i)}$ и приточной $G_{ж1}^{(i)}$ установки пропорционально их расходам воздуха по формулам:

$$G_{ж2}^{(i)} = \frac{G_{s2}^{(i)} \cdot G_{ж}}{\Sigma G_{s2}}, \quad (8.8)$$

$$G_{ж1}^{(i)} = \frac{G_{s1}^{(i)} \cdot G_{ж}}{\Sigma G_{s1}}. \quad (8.9)$$

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^{cp} для n вытяжных установок по формулам:

$$\omega^{(i)} = \frac{G_{ж}^{(i)}}{3600 \cdot \rho \cdot f_{ж}^{(i)}}, \quad (8.10)$$

$$\omega^{cp} = \frac{G_{ж}}{3600 \cdot \rho \cdot \Sigma f_{ж}}, \quad (8.11)$$

где ρ - плотность теплоносителя, кг/м^3 , принимается по табл. I приложения 2;

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

$\Sigma f_{ж}$ - суммарное значение площади живого сечения, м^2 , прохода по теплоносителю ТУБ n вытяжных установок или m приточных установок.

При теплоносителе воде дополнительно находится среднее значение скорости ω^{cp} для m приточных установок по формуле (8.11) при соответствующем значении $\Sigma f_{ж1}$.

8.10. Находятся потери давления в ТУБ по теплоносителю $\Delta P_{ж}^{(i)}$ в соответствии с принятым типом теплоутилизатора, номером ТУБ и схемой обвязки: по графикам рис. 1-6 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 $(\rho_{p,1}^{(i)})$ и вытяжной установки

21855-01

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

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

$$(v_p)_{pp}^{(i)} = \frac{\sum G_s}{3600 \cdot \sum f_{pp}} \quad (8.13)$$

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

$\sum f_{pp}$ - суммарная площадь фронтального сечения n вытяжных установок или m приточных установок.

При теплоносителе воде дополнительно находится среднее значение массовой скорости $(v_p)_{pp}^{(i)}$ для m приточных установок по формуле (8.13) при соответствующих значениях $\sum G_{s1}$ и $\sum f_{pp1}$.

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

8.13. Для СУПТ с одиночными установками и равными расходами воздуха ($L_{s1} = L_{s2}$), а также с одинаковыми ТУБ определяется общий относительный перепад температур φ_{os1} по графикам рис. 8-29 приложения 3.

Для определения φ_{os1} подбирается график теплотехнической характеристики системы с ТУБ, соответствующими принятому типу теплоутилизаторов.

На оси абсцисс откладывается значение L_{s1} , проводится вертикальная линия до пересечения с характеристикой принятого ТУБ. Ордината точки пересечения определяет значение φ_{os1} .

8.14. Для СУПТ с одиночными установками и неодинаковыми расходами воздуха ($L_{s1} \neq L_{s2}$), а также для СУПТ с группами приточных и вытяжных установок определяется средний общий относительный перепад температур φ_{os1} для системы утилизации по формулам:

для одиночных установок $\varphi_{os1} = \frac{\varphi_{os}^{(1)} + \varphi_{os}^{(2)}}{2} \quad (8.14)$

для группы установок $\varphi_{os1} = \frac{\varphi_{os1}^{(1)} + \varphi_{os1}^{(2)}}{2} \quad (8.14.I)$

где $\varphi_{os}^{(1)}$ и $\varphi_{os}^{(2)}$ - общие относительные перепады температур для условных систем с расходом воздуха L_1 и L_2 находятся по п.8.14.1;

21855-01

42

$\theta_{ос1}^{(n)}$ и $\theta_{ос1}^{(m)}$ — 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 $\theta_{ос1}^w$ определяется по формуле

$$\theta_{ос1}^w = \frac{\theta_{ос1}^{(n)} \cdot \xi_{ос}^{(n)} + \theta_{ос1}^{(m)} \cdot \xi_{ос}^{(m)}}{2}, \quad (8.15)$$

здесь $\xi_{ос}^{(n)}$ и $\xi_{ос}^{(m)}$ — поправочные коэффициенты, учитывающие теплофизические свойства воды, принимаемые по табл. 14 приложения 2 при соответствующих значениях ω_1^w , $(\eta/\rho)_1^w$ и α_2^w , $(\eta/\rho)_2^w$, t_3^w .

8.14.1. Для СУПТ с одиночными установками и разными расходами воздуха $\theta_{ос1}^{(n)}$ и $\theta_{ос1}^{(m)}$ определяются для условных систем с объемным расходом воздуха, равным соответственно $L_{н1}$ и $L_{ос}$.

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 $\theta_{ос1}^{(n)}$ и $\theta_{ос1}^{(m)}$ 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, $\theta_{ос1}^{(n)}$ и $\theta_{ос1}^{(m)}$ определяются для условных систем с объемными расходами воздуха, равными соответственно $L_{н2}$ и $L_{н1}$, которые находятся по формулам:

$$L_{н2}^w = \frac{\Sigma L_{н2}}{n}, \quad (8.16)$$

$$L_{н1}^w = \frac{\Sigma L_{н1}}{m}, \quad (8.17)$$

где $\Sigma L_{н2}$ и $\Sigma L_{н1}$ — суммарные объемные расходы воздуха, m^3/s , 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 $L_3 = L_{н2}^w$ и приточных установках при $L_3 = L_{н1}^w$.

21055-01

На оси абсцисс откладывается значение Z_0 , 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 СУП с группами вытяжных и приточных установок, имеющих разные типы теплоутилизаторов и различные начальные параметры воздуха, определяются общие относительные перепады температур $\theta_{051}^{(i)}$ и $\theta_{051}^{(ii)}$ для условных систем с объемными расходами воздуха, равными соответственно объемному расходу каждой вытяжной установки $Z_{02}^{(i)}$ и каждой приточной установки $Z_{01}^{(ii)}$.

По рис.8-29 приложения 3 для каждой условной системы подбирается график теплотехнической характеристики, соответствующей принятому типу теплоутилизатора. На оси абсцисс откладывается значение $Z_0^{(i)}$, проводится вертикальная линия до пересечения с характеристикой, соответствующей принятому номеру ТУБ и типу схемы обвязки. Ордината точки пересечения определяет значение $\theta_{051}^{(i)}$.

Находится общий относительный перепад температур $\theta_{051}^{(m)}$ для среднего объемного расхода удаляемого воздуха $Z_{02}^{(m)}$ по формуле

$$\theta_{051}^{(m)} = \frac{\sum (\theta_{051}^{(i)} \cdot Z_{02}^{(i)})}{\sum Z_{02}} \quad (8.18)$$

Находится $\theta_{051}^{(m)}$ для $Z_{01}^{(m)}$ по формуле

$$\theta_{051}^{(m)} = \frac{\sum (\theta_{051}^{(i)} \cdot Z_{01}^{(i)})}{\sum Z_{01}} \quad (8.19)$$

где $Z_{02}^{(m)}$ и $Z_{01}^{(m)}$ определяются по формулам (8.16), (8.17).

8.15. Определяется отношение водяных эквивалентов W_H для меньшего суммарного расхода воздуха $\sum G_{am}$ в системе по формуле

$$W_H = \frac{\sum G_{am} \cdot C_{в}}{G_{ж} \cdot C_{ж}} \quad (8.20)$$

При $\sum G_{01} = \sum G_{02}$ 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

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 φ_{yx} , при которой не происходит конденсация влаги, по табл.8 приложения 2 при значениях $t_{s,12}^{\circ}$ и $t_{s,11}^{\circ}$.

8.19. Если средняя относительная влажность удаляемого воздуха $\varphi_{s,12}^{\circ}$ меньше или равна значению $(\varphi_{yx} + 5)$, то системы работают без выпадения конденсата на поверхности; если $\varphi_{s,12}^{\circ}$ больше значения $(\varphi_{yx} + 5)$, то системы работают с выпадением конденсата на поверхности теплоутилизаторов вытяжных установок.

При работе установок с выпадением конденсата определяется поправочный коэффициент ξ_{φ} , учитывающий выпадение конденсата по величине $\Delta \varphi = \varphi_{s,12}^{\circ} - (\varphi_{yx} + 5)$, по графикам рис.32, 33 приложения 3. При работе установок без выпадения конденсата ξ_{φ} принимается равным единице.

8.20. Уточняется величина среднего общего относительного перепада температур $\theta_{os1}^{(p)}$ по формуле

$$\theta_{os1}^{(p)} = \theta_{os1}^{\circ} \cdot \xi_w \cdot \xi_G \cdot \xi_{\varphi} \quad (8.22)$$

8.21. Определяется средняя температура $t_{s,11}^{(p)}$ приточного воздуха после приточных ТУБ по формуле

$$t_{s,11}^{(p)} = t_{s,11}^{\circ} + \theta_{os1}^{(p)} \cdot (t_{s,12}^{\circ} - t_{s,11}^{\circ}) \quad (8.23)$$

8.22. Определяется средний относительный перепад температур θ_1° условной приточной установки с суммарным расходом воздуха ΣG_{s1} по формуле

$$\theta_1^{\circ} = \frac{1 + \bar{G}_s}{W_1 + 1/\theta_{os1}^{(p)}} \quad (8.24)$$

где W_1 принимается равным $W_0 = 1$ по п.8.7, если

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

21855-01

8.23. Определяется средняя температура промежуточного теплоносителя $t_{ж.к2}^{cp}$ после ТУБ вытяжных установок по формуле

$$t_{ж.к2}^{cp} = t_{ж.н1}^{cp} + \frac{t_{ж.к1}^{cp} - t_{ж.н1}^{cp}}{G_{ж.к2}^{cp}} \quad (8.25)$$

8.24. Определяется средняя температура промежуточного теплоносителя $t_{ж.к1}^{cp}$ после ТУБ приточных установок по формуле

$$t_{ж.к1}^{cp} = t_{ж.н1}^{cp} - W_1 (t_{ж.к1}^{cp} - t_{ж.н1}^{cp}), \quad (8.26)$$

где $t_{ж.н1}^{cp} = t_{ж.к2}^{cp}$.

Уточняется вид теплоносителя: при $t_{ж.к1}^{cp} > 7^\circ\text{C}$ в качестве промежуточного теплоносителя используется вода, при $t_{ж.к1}^{cp} \leq 7^\circ\text{C}$ 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

$$Q_4^{ути} = \sum G_{ж1} \cdot C_{ж} \cdot D_{обж1} (t_{ж.к2}^{cp} - t_{ж.н1}^{cp}) \cdot D, \quad (8.27)$$

где D - коэффициент равный 1 в системе МКТСС или 1/3600 в СИ.

8.26. Определяется часовой расход теплоты Q_4^* от первичного источника тепла на дополнительный нагрев приточного воздуха по формуле

$$Q_4^{пр} = \sum G_{ж1} \cdot C_{ж} (t_{ж.к1}^{cp} - t_{ж.к1}^{пр}). D \quad (8.28)$$

8.27. При необходимости определяются средние значения конечной температуры $t_{ж.к2}^{cp}$ и конечного влагосодержания $d_{ж.к2}^{cp}$ удаляемого воздуха после ТУБ вытяжных установок по $i-d$ диаграмме для точки с координатами $i_{ж.к2}^{cp}$ и $\varphi = 100\%$.

46

21855-01

Средняя энтальпия $i_{в.к2}^{cp}$ удаляемого воздуха после ТУБ определяется по формуле

$$i_{в.к2}^{cp} = i_{в.н2}^{cp} - \frac{\sum G_{в1} \cdot c_{в} (t_{в.к1}^{cp(п)} - t_{в.н1}^{cp})}{\sum G_{в2}} \quad (8.29)$$

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 $t_{ж.н2}$ на входе в ТУБ с учетом нагрева теплоносителя в сети циркуляционного контура (от ТУБ приточных установок до ТУБ вытяжных установок). Допускается $t_{ж.н2}$ принимать равной $t_{ж.к1}^{cp}$, по п. 8.24.

8.29. При $t_{ж.н2} \leq 0^{\circ}\text{C}$ и $\varphi_{в.н2}^{cp} > (\varphi_{в.н1}^{cp} + 5)$ находится критическая температура наружного воздуха $t_{в.н1}^{cp(крит)}$, ниже которой начинается обмерзание теплообменной поверхности ТУБ вытяжных установок, по п. 9.3.17 при известных значениях $i_{в.н2}^{cp}$ и $t_{в.н2}^{cp}$ по п. 8.5, $\varphi_{в.н1}^{cp(п)}$ по п. 8.20, φ_1^{cp} по п. 8.22, $W_{н1}$ по п. 8.15.

Средние значения коэффициентов наружного $\alpha_{в2}^{cp}$ и внутреннего $\alpha_{ж2}^{cp}$ теплообмена принимаются по графикам рис. 34–36 приложения 3, соответствующим принятому типу теплоутилизаторов при значениях ω_2^{cp} и $(W_p/\varphi_{ж2})^{cp}$ по п. п. 8.9 и 8.11.

Если $t_{в.н1}^{cp}$ больше или равна расчетной температуре наружного воздуха $t_{в.н1}$ 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 $Q_{гв}^{yr}$ и от первичного источника тепла $Q_{гн}$ по разделу I2.

47

21855-01

904-02-26.86

Лист
32

Альбом I

904-02-26.86

Эксп. №, дата, подпись и дата

Альбом 1

904-02-26.86

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 теплоутилизатора, число рядов трубок, схему обвязки ТУБ.

48

21855-01

904-02-26.86

Лист

33

Изд. № 1, 1986 г. Подпись и дата

9.3.2. Определяется относительный расход воздуха по формуле

$$\bar{L}_s^{(i)} = \frac{L_s^{(i)}}{L_{s, ном}^{(i)}} \quad (9.1)$$

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

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

9.3.3. Определяются параметры $(F_{01}')^{(i)}$ и $(F_{02}')^{(i)}$ по табл. II приложения 2 для установок, характеризующихся относительными расходами $\bar{L}_{01}^{(i)}$ и $\bar{L}_{02}^{(i)}$ и техническими характеристиками, соответствующими принятым ТУБ.

9.3.4. Определяются средние параметры $(F_{01}')^{\circ}$ и $(F_{02}')^{\circ}$ для условной приточной и условной вытяжной установок по формулам:

$$(F_{01}')^{\circ} = \frac{\sum (F_{01}')^{(i)} \cdot L_{01}^{(i)}}{\sum L_{01}^{(i)}} \quad (9.2)$$

$$(F_{02}')^{\circ} = \frac{\sum (F_{02}')^{(i)} \cdot L_{02}^{(i)}}{\sum L_{02}^{(i)}} \quad (9.3)$$

9.3.5. Определяются средние относительные перепады температур для условной приточной θ_1° и условной вытяжной θ_2° установок по табл. I2, I3 приложения 2 по известным $(F_{01}')^{\circ}$, $(F_{02}')^{\circ}$ и значениям W , соответствующим $\sum G_{01}$ и $\sum G_{02}$ по п.п. 8.7 и 8.15.

При теплоносителе воде на значения θ_1° и θ_2° вводится поправка ξ_{θ} по табл. I4 приложения 2 при $t_{в}^{\circ}$:

ξ_{01} по известным ω_1° и $(\nu p)_{гр1}^{\circ}$;

ξ_{02} по известным ω_2° и $(\nu p)_{гр2}^{\circ}$.

49

21855-01

904-02-26.86

Лист

34

По $i-d$ диаграмме (на пересечении линии влагосодержания точки с координатами $t_{рс}$ и $\varphi = 100\%$ с линией температуры $t_{дн2}^{cp}$) находится относительная влажность удаляемого воздуха $\varphi_{сух}$, при которой не происходит конденсация на поверхности ТУВ вытяжных установок.

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

9.3.11. Уточняется величина среднего общего относительного перепада температур $\theta_{052}^{cp(p)}$ по формуле

$$\theta_{051}^{cp(p)} = \theta_{051}^{cp} \cdot \xi_{\varphi} \quad (9.7)$$

9.3.12. Определяются $t_{дк1}^{ст/п}$, $t_{дк2}^{cp}$, $t_{дк1}^{cp}$ соответственно по п.п.8.21, 8.23, 8.24.

9.3.13. Уточняется вид теплоносителя по $t_{дк1}^{cp}$. При $t_{дк1}^{cp} > 7^{\circ}\text{C}$ в качестве промежуточного теплоносителя используется вода; при $t_{дк1}^{cp} \leq 7^{\circ}\text{C}$ 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 $Q_v^{ст/п}$ в расчетном режиме по п.8.25.

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

9.3.16. При необходимости определяются $t_{дк2}^{cp}$, $d_{дк2}^{cp}$ по п.8.27.

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

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

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

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

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

$$A = \frac{\psi \cdot d_{32}^{(р)}}{d_{жн2}^{(р)} \cdot C_B}; \quad (9.9)$$

$$B = \frac{\theta_{об1}^{(р)} \cdot \Sigma G_{31} \cdot C_B}{\Sigma G_{32}}; \quad (9.10)$$

$$C = \frac{\theta_{об1}^{(р)}}{\theta_1^{(р)}} - W_1 \cdot \theta_{об1}^{(р)}, \quad (9.11)$$

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

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

21855-01

поверхности нагрева.

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

9.3.18. При защите ТУВ за счет перепуска теплоносителя определяется температура теплоносителя $t_{ж.к.1}^{нр}$ на выходе из ТУВ приточной установки по формуле

$$t_{ж.к.1}^{нр(н)} = - \frac{\psi \cdot G_{в.к.2}^{нр}}{G_{ж.к.2} \cdot C_p} \left[t_{в.н}^{нр} - \frac{\sum G_{в.к.1} \cdot C_p (t_{в.н.2}^{нр} - t_{в.н.1}^{нр(н)})}{\sum G_{в.к.2}} - \Delta \right] \quad (9.12)$$

Значение $t_{ж.к.2}^{нр}$ задается для настройки датчика температуры на трубопроводе теплоносителя.

9.3.19. Определяется годовое потребление утилизированной теплоты $Q_{г.н}^{нр}$ и от первичного источника тепла $Q_{г.н}^p$ по разделу I2.

9.4. Расчет СУПТ без подогрева с группами приточных и вытяжных установок с разными начальными параметрами воздуха и техническими характеристиками ТУВ 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 ТУВ каждой установки в потоке с меньшим расходом воздуха $W_N^{(1)}$, принимая его равным W_N .

53

21855-01

Дополнительно в п.9.3.5 определяется относительный перепад температур $\Theta_1^{(i)}$ по табл.12, 13 приложения 2 по известным $(F_{01}')^{(i)}$ и $W_1^{(i)}$.

Если $\Sigma G_{22} > \Sigma G_{21}$ $W_1^{(i)} = W_{22}^{(i)}$.

Если $\Sigma G_{21} > \Sigma G_{22}$ $W_1^{(i)} = 1$.

При теплоносителе воде на значение $\Theta_1^{(i)}$ вводится поправка $\Theta_1^{(i)}$, принимаемая по табл.14 приложения 2 по известным $\omega_1^{(i)}$ и $(\nu_p)^{(i)}$.

9.4.2. Определяются $t_{в.н1}^{(i)p}$ и $t_{ж.н2}^{cp}$ по п.п.8.21, 8.23.

9.4.3. Определяется конечная температура воздуха $t_{в.н1}^{(i)}$ после ТУБ каждой приточной установки по формуле

$$t_{в.н1}^{(i)p} = t_{в.н1}^{(i)} + \Theta_1^{(i)} (t_{ж.н1}^{(i)} - t_{в.н1}^{(i)}), \quad (9.13)$$

где $t_{ж.н1}^{(i)} = t_{ж.н1}^{cp} = t_{ж.н2}^{cp}$.

9.4.4. Определяется конечная температура теплоносителя $t_{ж.н1}^{(i)}$ после ТУБ каждой приточной установки по формуле

$$t_{ж.н1}^{(i)} = t_{ж.н1}^{(i)} - W_1^{(i)} (t_{в.н1}^{(i)p} - t_{в.н1}^{(i)}). \quad (9.14)$$

54

21855-01

9.4.5. Уточняется вид теплоносителя по минимальной

$$t_{жк1}^{(i)} = t_{жк1}^{мин}$$

При $t_{жк1}^{мин} > 7^{\circ}\text{C}$ в качестве промежуточного теплоносителя используется вода; при $t_{жк1}^{мин} \leq 7^{\circ}\text{C}$ применяется незамерзающий теплоноситель.

Если предварительный выбор теплоносителя оказался неверным, расчет повторяется по п.п. 8.7 - 8.10, 8.15, 9.3.5 - 9.3.11, 9.4.1 - 9.4.5.

9.4.6. Определяется часовой расход утилизированной теплоты $Q_{\psi}^{yt(i)}$ в каждой приточной установке в расчетном режиме по формуле

$$Q_{\psi}^{yt(i)} = G_{\psi1}^{(i)} \cdot c_{\psi} \cdot (t_{жк1}^{yt(i)} - t_{жк1}^{(i)}). \quad (9.15)$$

9.4.7. Определяется часовой расход теплоты от первичного источника тепла $Q_{\psi}^{T(i)}$ на дополнительный нагрев воздуха в каждой приточной установке по формуле

$$Q_{\psi}^{T(i)} = G_{\psi1}^{(i)} \cdot c_{\psi} (t_{жк1}^{T(i)} - t_{жк1}^{yt(i)}). \quad (9.16)$$

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 $t_{жк1}^{cp}$ по формуле

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

Принимается $t_{жк1}^{cp} = t_{жк1}^{cp}$.

55

21855-01

9.4.9. При $t_{в.н.1}^{кр(и)} > t_{в.н.1}^{мин} < -15^{\circ}\text{C}$ режим работы уточняется для ТУБ каждой вытяжной установки с $\varphi_{в.н.2}^{(и)} \geq 40\%$:

а) определяются $K_2^{(и)}, \alpha_{с2}^{(и)}, \alpha_{ж2}^{(и)}, \Theta_{рс}^{(и)}, t_{рс2}^{(и)}$ и режим работы ТУБ по п.п. 9.3.7 - 9.3.10. В формуле (9.5) вместо $K_2^{\circ}, \alpha_{с2}^{\circ}, \Theta_{рс}^{\circ}$ подставляются соответственно значения $K_2^{(и)}, \alpha_{с2}^{(и)}, \Theta_{рс}^{(и)}$. $\Theta_2^{(и)}$ находится по табл. 12, 13 приложения 2 по известным $(F_{с2}')^{(и)}$ и $W_2^{(и)}$.

При теплоносителе воде на значение $\Theta_2^{(и)}$ вводится поправка $\xi_{\Theta_2}^{(и)}$, принимаемая по табл. 14 приложения 2 по известным $\omega_2^{(и)}$ и $(V\rho)_{пр2}^{(и)}$.

В формуле (9.6) вместо $t_{в.н.1}^{\circ}, \Theta_{рс}^{\circ}, t_{в.н.2}^{\circ}$ подставляются значения $t_{в.н.1}^{(и)}, \Theta_{рс}^{(и)}, t_{в.н.2}^{(и)}$;

б) при $t_{ж.н.2}^{(и)} < 0^{\circ}\text{C}$ определяются $t_{в.н.1}^{кр(и)}$ и $t_{ж.н.2}^{кр(и)}$ по п.п. 9.3.17, 9.3.18.

В формулах (9.8), (9.9), (9.10), (9.11), (9.12) вместо $i_{в.н.2}^{\circ}, t_{в.н.2}^{\circ}, \alpha_{с2}^{\circ}, \alpha_{ж2}^{\circ}, \Sigma G_{в1}, \Sigma G_{с2}, \Theta_1^{\circ}, t_{в.н.2}^{\circ}, t_{в.н.1}^{кр(и)}$ подставляются соответственно значения

$$i_{в.н.2}^{(и)}, t_{в.н.2}^{(и)}, \alpha_{с2}^{(и)}, \alpha_{ж2}^{(и)}, G_{в1}^{(и)}, G_{с2}^{(и)}, \Theta_1^{(и)}, t_{в.н.1}^{кр(и)}.$$

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

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

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

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

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

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 $\Theta_1^{(i)}$ по табл.12, 13 приложения 2 соответственно по известным $(F'_{02})^{(i)}$ и $W_2^{(i)}$, $(F'_{01})^{(i)}$ и $W_1^{(i)}$.

57

21855-01

Если $\Sigma G_{B2} > \Sigma G_{B1}$ $W_2^{(i)} = 1$, $W_1^{(i)} = W_N^{(i)}$.

Если $\Sigma G_{B1} > \Sigma G_{B2}$ $W_1^{(i)} = 1$, $W_2^{(i)} = W_N^{(i)}$.

При теплоносителе воде на значения $\theta_2^{(i)}$ и $\theta_1^{(i)}$ вводятся поправки $\xi_{\theta_2}^{(i)}$ и $\xi_{\theta_1}^{(i)}$. Значения $\xi_{\theta_2}^{(i)}$ и $\xi_{\theta_1}^{(i)}$ находятся по табл. I4 приложения 2 по известным $\omega_2^{(i)}$, $(\nu\rho)/\eta\rho_2$ и $\omega_1^{(i)}$, $(\nu\rho)/\eta\rho_1$.

9.5.6. Определяется общий относительный перепад температур $\theta_{ос1}^{(i)}$ для каждой пары приточной и вытяжной установок, соединенных по промежуточному теплоносителю последовательно, по формуле.

$$\theta_{ос1}^{(i)} = \frac{I}{1/\theta_1^{(i)} + G_1^{(i)}/\theta_2^{(i)} \cdot G_{B2}^{(i)} - W_1^{(i)}}. \quad (9.19)$$

9.5.7. Определяется средний общий относительный перепад температур $\theta_{ос1}^{cp}$ системы по формуле (9.4),

где $W_1 = W_5 = 1$, если $\Sigma G_{B1} > \Sigma G_{B2}$,

или $W_1 = W_N$, если $\Sigma G_{B1} < \Sigma G_{B2}$.

9.5.8. Определяются $K_2^{(i)}$, $\Delta_{B2}^{(i)}$, $\Delta_{Ж2}^{(i)}$, $\theta_{Ж}^{(i)}$, $t_{Ж2}^{(i)}$ по п.п. 9.3.7 - 9.3.9.

В формуле (9.5) вместо $\theta_{ос1}^{cp}$, K_2^{cp} , Δ_{B2}^{cp} , $\theta_{Ж}^{cp}$ подставляются соответственно значения $\theta_{ос1}^{(i)}$, $K_2^{(i)}$, $\Delta_{B2}^{(i)}$, $\theta_{Ж}^{(i)}$.

В формуле (9.6) вместо $t_{B,Н}^{cp}$, $\theta_{Ж}^{cp}$, $t_{B,Ж}^{cp}$ подставляются соответственно значения $t_{B,Н}^{(i)}$, $\theta_{Ж}^{(i)}$, $t_{B,Ж}^{(i)}$.

58

21855-01

904-02-26.86

Лист
43

9.5.9. По условию п.8.19 определяется режим работы ТУБ
вытяжных установок и находится поправочный коэффициент $\xi_4^{(2)}$.

9.5.10. Определяется средний поправочный коэффициент для
системы по формуле

$$\xi_4^{\text{ср}} = \frac{\xi_4^{(1)} \cdot G_{82}^{(1)} + \xi_4^{(2)} \cdot G_{82}^{(2)} + \dots + \xi_4^{(n)} \cdot G_{82}^{(n)}}{\Sigma G_{82}} \quad (9.20)$$

9.5.11. Уточняется величина общего относительного перепада
температур для системы $G_{052}^{(ср) \text{ср}}$ по формуле

$$G_{052}^{(ср) \text{ср}} = G_{052}^{\text{ср}} \cdot \xi_4^{\text{ср}} \quad (9.21)$$

9.5.12. Определяются $t_{в.к1}^{(ср)}$, $t_{ж.к2}^{\text{ср}}$, $t_{ж.к1}^{\text{ср}}$ по п.п.
8.21, 8.23, 8.24.

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

- а) $t_{в.к1}^{(ср)}$ по п.9.4.3;
- б) $t_{ж.к1}^{(ср)}$ по п.9.4.4.

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

- а) $t_{ж.к2}^{(ср)}$ по формуле

$$t_{ж.к2}^{(ср)} = t_{ж.к2}^{(ср)} + G_2^{(ср)} \xi_4^{(ср)} (t_{в.к2}^{(ср)} - t_{ж.к2}^{(ср)}), \quad (9.22)$$

- ж) Для СУПТ по схеме рис.9 $t_{ж.к1}^{\text{ср}}$ определяется, если ТУБ
вытяжных установок работают в режиме с выпадением конденсата и
необходимо рассчитать $t_{в.к1}^{\text{ср}}$.

59

21855-01

где $t_{ж.н2}^{(i)} = t_{ж.н2}^{cp} = t_{ж.н1}^{cp}$, если не учитывается нагрев теплоносителя в сети циркуляционного контура;

б) $t_{ж.н1}^{(i)}$ по формуле (9.13), где $t_{ж.н1}^{(i)} = t_{ж.н2}^{(i)}$;

в) $t_{ж.н1}^{(i)}$ по п.9.4.4.

9.5.15. Уточняется вид теплоносителя по $t_{ж.н1}^{(i)} = t_{ж.н1}^{мин}$.

При $t_{ж.н1}^{мин} > 7^{\circ}\text{C}$ в качестве промежуточного теплоносителя используется вода, при $t_{ж.н1}^{мин} \leq 7^{\circ}\text{C}$ 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 $Q_v^{(i)}$, $Q_v^{+(i)}$, $t_{в.к2}^{(i)}$ соответственно по п.п.9.4.6, 9.4.7, 8.27.

В п.8.27 вместо $i_{в.к2}^{cp}$ подставляется значение $i_{в.к2}^{(i)}$.

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

при параллельной схеме присоединения ТУБ к циркуляционному контуру по рис.8 приложения I - по разделу IO.4;

при последовательно-параллельной схеме присоединения по рис.9 приложения I - по разделу IO.5.

IO.3. Расчет СУПТ с подогревом с одиночными установками или группами приточных и вытяжных установок с близкими начальными параметрами воздуха и одинаковыми техническими характеристиками ТУБ.

IO.3.1. Расчет проводится по п.п.9.3.I - 9.3.5.

Дополнительно в п.8.5 определяется среднее значение конечной температуры приточного воздуха $t_{в.кп}^{cp}$ по формуле

$$t_{в.кп}^{cp} = \frac{t_{в.кп}^{(1)} \cdot G_{в.кп}^{(1)} + t_{в.кп}^{(2)} \cdot G_{в.кп}^{(2)} + \dots + t_{в.кп}^{(n)} \cdot G_{в.кп}^{(n)}}{\Sigma G_{в.кп}} \quad (IO.I)$$

IO.3.2. Определяется средняя температура промежуточного теплоносителя $t_{ж.м}^{cp}$ на входе в ТУБ приточных установок по формуле

$$t_{ж.м}^{cp} = t_{в.м}^{cp} + \frac{t_{в.кп}^{cp} - t_{в.м}^{cp}}{\theta_{в.кп}} \quad (IO.2)$$

IO.3.3. Определяется средняя температура промежуточного теплоносителя $t_{ж.м}^{cp}$ после ТУБ приточных установок по формуле

$$t_{ж.м}^{cp} = t_{ж.м}^{cp} - W_1 \cdot (t_{в.кп}^{cp} - t_{в.м}^{cp}) \quad (IO.3) \quad 61$$

21855-01

10.3.4. Уточняется вид теплоносителя по $t_{ж.к1}^{cp}$.

При $t_{ж.к1}^{cp} > 7^{\circ}\text{C}$ в качестве промежуточного теплоносителя используется вода; при $t_{ж.к1}^{cp} \leq 7^{\circ}\text{C}$ 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 $t_{ж.к1}^{cp} > t_{в.к2}^{cp}$ теплота удаляемого воздуха не используется, так как ТУВ вытяжных установок работают в режиме нагрева удаляемого воздуха и охлаждения промежуточного теплоносителя. Режим утилизации теплоты удаляемого 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^{cp} , $\alpha_{в2}^{cp}$, $d_{ж2}^{cp}$ по п.9.3.7.

10.3.7. Определяется относительный перепад температур θ_{pc}^{cp} , соответствующий температуре точки росы удаляемого воздуха, по формуле

$$\theta_{pc}^{cp} = \frac{K_2^{cp}}{\alpha_{в2}^{cp}} (1 - \theta_2^{cp}) + \theta_2^{cp} . \quad (10.5)$$

62

21855-01

904-02-26.86

Лист
47

Алгоритм 1

904-02-26-86

Министерство Энергетики Украины

10.3.8. Определяется температура точки росы $t_{рс2}^{cp}$, ниже которой ТУБ вытяжных установок работают в режиме с выпадением конденсата, по формуле

$$t_{рс2}^{cp} = t_{в.н2}^{cp} - \theta_{рс}^{cp} (t_{в.н2}^{cp} - t_{ж.н2}^{cp}), \quad (10.6)$$

где $t_{в.н2}^{cp}$ принимается по п.8.5;

$t_{ж.н2}^{cp}$ принимается равной $t_{ж.н1}^{cp}$ ($t_{ж.н2}^{cp} = t_{ж.н1}^{cp}$)

или определяется с учетом нагрева теплоносителя в сети после ТУБ приточных установок.

По $i-d$ диаграмме на пересечении линии влагосодержания d точки с координатами $t_{рс2}^{cp}$ и $\varphi = 100\%$ с линией температуры $t_{в.н2}^{cp}$ находится относительная влажность удаляемого воздуха $\varphi_{уд}$, 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}^{cp} , учитывающий выпадение конденсата.

10.3.10. Уточняется средний относительный перепад температур потока удаляемого воздуха $\theta_2^{cp(\varphi)}$ по формуле

$$\theta_2^{cp(\varphi)} = \theta_2^{cp} \cdot \xi_{\varphi}^{cp}. \quad (10.7)$$

10.3.11. Определяется средняя конечная температура удаляемого воздуха $t_{в.н2}^{cp}$ по формуле

$$t_{в.н2}^{cp} = t_{в.н2}^{cp} - \theta_2^{cp(\varphi)} (t_{в.н2}^{cp} - t_{ж.н2}^{cp}), \quad (10.8)$$

где $t_{ж.н2}^{cp} = t_{ж.н1}^{cp}$, если не учитывается нагрев теплоносителя в сети.

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

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

где $t_{ж.к2}^{cp} = t_{ж.к1}^{cp}$.

При $t_{ж.к2}^{cp} < t_{ж.н1}^{cp}$ требуется дополнительный нагрев промежуточного теплоносителя в водоподогревателе. Теплоноситель нагревается за счет теплоты от первичного источника теплоты от $t_{ж.к1}^{cp}$ до $t_{ж.н1}^{cp}$.

10.3.13. Определяется часовой расход утилизированной теплоты Q_v'' в расчетном режиме по формуле

$$Q_v'' = G_{жс} \cdot C_{ж} (t_{ж.к2}^{cp} - t_{ж.н2}^{cp}). \quad (10.10)$$

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

$$Q_v''' = G_{ж} \cdot C_{ж} (t_{ж.к}''' - t_{ж.н}''') \cdot \delta, \quad (10.11)$$

где $t_{ж.к}''' = t_{ж.н1}^{cp}$; $t_{ж.н}''' = t_{ж.к2}^{cp}$,

δ - 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

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

10.4.1. Расчет проводится по п.п. 8.1-8.6, 8.11, 8.12, 9.3.2 - 9.3.4. В п.9.3.4 определяется $(F_{02}')^{cp}$.

Дополнительно определяется в п.8.5 $t_{в.к1}^{cp}$ по формуле (10.1), в п.8.11 - $(v_p)_{p.p.1}^{cp}$ по формуле (8.13).

10.4.2. Вычисляются перепады температур по воздуху $\Delta t_{s1}^{(i)}$ для каждой приточной установки по формуле

$$\Delta t_{s1}^{(i)} = t_{в.к1}^{(i)} - t_{в.н1}^{(i)} \quad (10.12)$$

10.4.3. Для двух приточных установок (одна с большим перепадом температур Δt_{s1}^{max} , другая - с большей начальной температурой приточного воздуха $t_{в.н1}^{max}$) определяется:

а) расход промежуточного теплоносителя $G_{ж1}^{(i)}$ по формуле

$$G_{ж1}^{(i)} = \frac{G_{s1}^{(i)} \cdot C_s}{C_{ж1} \cdot W_1^{(i)}}, \quad (10.13)$$

где $W_1^{(i)} = 1$;

б) скорость движения теплоносителя в трубках ТУБ $W_1^{(i)}$ по формуле (8.10);

в) относительный перепад температур $\Theta_1^{(i)}$ по табл.12,13 приложения 2 при известных $(F_{01}')^{(i)}$ и $W_1 = 1$. При теплоносителе воде на $F_{01}'^{(i)}$ вводится поправка $\xi_{ж1}$, принимаемая по табл.14 приложения 2 при известных $W_1^{(i)}$ и $(v_p)_{p.p.1}^{(i)}$, $t_{с.с.}^{cp}$;

г) требуемая температура промежуточного теплоносителя $t_{ж.н1}^{(i)}$ на входе в ТУБ приточных установок по формуле

65

21855-01

$$t_{x.N1}^{(i)TP} = t_{B.N1}^{(i)} + \frac{t_{B.N1}^{(i)} - t_{B.N1}^{(i)}}{\Phi^{(i)}}. \quad (10.14)$$

10.4.4. Определяется температура теплоносителя $t_{ж.н.1}$ на входе в теплоутилизаторы ТУБ всех приточных установок; $t_{ж.н.1}$ принимается равной большому из двух значений $t_{ж.н.1} = \max \{ t_{ж.н.1}^{пр}, t_{ж.н.1}^{нахл} \}$ по п.10.4.3 г.

10.4.5. Для ТУБ всех приточных установок (кроме ТУБ с ^{МНКС} ~~З.Н.Н~~) определяется:

а) требуемый относительный перепад температур по формуле (4.4), где $t_{ж.н.}^{нап} = t_{ж.н.}$; $\theta_{г.н.}$

б) требуемое отношение водяных эквивалентов потоков $W_1^{(1)TP}$
по табл. 12, 13 приложения 2 при известных $(F_{O_1}')^{(1)}$ и $\Theta_1^{(1)TP}$;

в) расход промежуточного теплоносителя $G_{ж1}^{(i)}$ через ТУВ по формуле (10.13) при известных $G_{ж1}^{(i)}$ и $W_1^{(i)TP}$;

г) скорость движения теплоносителя в трубах ТУБ ω , ⁽¹⁾
по формуле (8.10);

д) при теплоносителе воде на $(F_{0,i}')^{(i)}$ вводится поправка $\xi_{K,i}$, принимаемая по табл.14 приложения 2 при известных $\omega_i^{(i)}$ и $(\eta_{p,i}')^{(i)}$, и уточняются значения $W_i^{(i)/p}$, $G_{K,i}^{(i)}$, $\omega_i^{(i)}$ по п.п. б, в, г;

е) потери давления по теплоносителю $\Delta P_{ж'}^{(i)}$ при известных $\omega_{ж'}^{(i)}$ по разделу 5.

10.4.6. Определяется температура промежуточного теплоносителя $t_{ж.к1}^{(4)}$ после каждого ТУБ по формуле

66

21B55-01

$$t_{ж.н.1}^{(i)} = t_{ж.н.1}^{(i)} - W_1^{(i)} \cdot (t_{ж.н.1}^{(i)} - t_{ж.н.1}^{(i)}). \quad (10.15)$$

10.4.7. Уточняется вид теплоносителя по меньшему значению

$$t_{ж.н.1}^{(i)} = t_{ж.н.1}^{мин}.$$

При $t_{ж.н.1}^{мин} > 7^\circ\text{C}$ в качестве промежуточного теплоносителя используется вода; при $t_{ж.н.1}^{мин} \leq 7^\circ\text{C}$ 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 $G_{ж} = \sum G_{ж.1}^{(i)}.$

10.4.9. Определяется средняя температура промежуточного теплоносителя $t_{ж.н.1}^{cp}$ после ТУБ приточных установок по формуле

$$t_{ж.н.1}^{cp} = \frac{t_{ж.н.1}^{(1)} \cdot G_{ж.1}^{(1)} + t_{ж.н.1}^{(2)} \cdot G_{ж.1}^{(2)} + \dots + t_{ж.н.1}^{(n)} \cdot G_{ж.1}^{(n)}}{G_{ж}}. \quad (10.16)$$

Если $t_{ж.н.1}^{cp} > t_{ж.н.2}^{cp}$ см. п. 10.3.5. Принимаем $t_{ж.н.2}^{cp} = t_{ж.н.1}^{cp}.$

10.4.10. Для ТУБ вытяжных установок определяется:

а) расход промежуточного теплоносителя $G_{ж.1}^{(i)}$ по формуле (8.8) при известном $G_{ж}.$

б) скорость движения теплоносителя в трубах ТУБ $\omega_2^{(i)}$ средняя скорость движения теплоносителя ω_2^{cp} по формулам (8.10), (8.11);

в) внутри давления по теплоносителю $\Delta P_{ж.2}^{(i)}$ при известных $\omega_2^{(i)}$ по разделу 5;

67

21855-1

10.4.11. Определяется среднее значение водяных эквивалентов W_2 в потоке удаляемого воздуха по формуле

$$W_2 = \frac{\sum G_{s2} \cdot C_s}{G_{ж} \cdot C_{ж}} \quad (10.17)$$

10.4.12. Определяется средний относительный перепад Θ_2° температур для n вытяжных установок по табл.12,13 приложения 2 при известных W_2 и $(F'_{02})^{\circ}$.

При теплоносителе вода на значение Θ_2° вводится поправка ξ_{θ} по табл.14 приложения 2 по известным ω_2° и $(\nu\rho)_{пр2}^{\circ}$, t_s° .

10.4.13. Далее расчет проводится по п.п.10.3.6 - 10.3.15.

В п.10.3.14 $t_{ж.к}^{мк} = t_{ж.н1}$ по п.10.4.4,

$t_{ж.н}^{мк} = t_{ж.к2}^{\circ}$ по п.10.3.12.

10.4.14. При $t_{в.н1}^{мк(н)} > t_{в.н1}^{мин} < -15^{\circ}\text{C}$ режим

работы и необходимость защиты уточняется для ТУБ каждой вытяжной установки с $\varphi_{в.н2}^{(1)} \geq 40\%$;

а) определяются $K_2^{(1)}$, $\alpha_{s2}^{(1)}$, $\alpha_{ж2}^{(1)}$, $\Theta_{рс}^{(1)}$, $t_{рс2}^{(1)}$ аналогично п.п.9.3.7, 10.3.7, 10.3.8; $W_2^{(1)}$ - по формуле (9.18);

$\Theta_2^{(1)}$ - по табл.12, 13 приложения 2 при известных $(F'_{02})^{(1)}$ и $W_2^{(1)}$. При теплоносителе вода на $\Theta_2^{(1)}$ вводится поправка $\xi_{\theta1}$, принимаемая по табл.14 приложения 2 при известных $\omega_2^{(1)}$ и $(\nu\rho)_{пр2}^{(1)}$, t_s° .

В формуле (10.5) вместо K_2° , α_{s2}° , Θ_2° подставляются соответственно значения $K_2^{(1)}$, $\alpha_{s2}^{(1)}$, $\Theta_2^{(1)}$.

В формуле (10.6) вместо $t_{в.н2}^{\circ}$, $\Theta_{рс}^{\circ}$ подставляются значения $t_{в.н2}^{(1)}$, $\Theta_{рс}^{(1)}$.

68

21855-01

б) определяется режим работы ТУБ по условиям п.8.19;

в) при $t_{ж.н2}^{(1)} < 0^\circ\text{C}$ определяется $t_{в.н1}^{(1)}$ и $t_{ж.н2}^{(1)}$ аналогично п.п.9.3.17, 9.3.18.

В формулах (9.8), (9.9) (9.10), (9.11), (9.12) вместо $i_{в.н2}^{(0)}$, $t_{в.н2}^{(0)}$, $d_{в2}^{(0)}$, $d_{ж2}^{(0)}$, $\Sigma G_{в1}$, $\Sigma G_{ж2}$, $Q_1^{(0)}$, $t_{в.н2}^{(0)}$, $t_{в.н1}^{(1)}$ подставляются значения $i_{в.н2}^{(1)}$, $t_{в.н2}^{(1)}$, $d_{в2}^{(1)}$, $d_{ж2}^{(1)}$, $G_{в1}^{(1)}$, $G_{ж2}^{(1)}$, $Q_1^{(1)}$, $t_{в.н2}^{(1)}$, $t_{в.н1}^{(1)}$.

10.5. Расчет СУП 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 $t_{в.н1}^{(0)}$ по формуле (10.1), в п.8.11 - $(\nu_p)_{пр1}^{(0)}$ по формуле (8.13).

10.5.2. Для ТУБ вытяжных установок определяется:

а) расход промежуточного теплоносителя $G_2^{(1)}$ принимая его равным расходу в ТУБ приточной установки $G_{ж1}^{(1)}$, соединенной последовательно с данной вытяжной установкой;

б) скорость движения теплоносителя в трубах ТУБ $w_2^{(1)}$ по формуле (8.10);

в) потери давления по теплоносителю $\Delta P_{ж2}^{(1)}$ по разделу 5 при известных $w_2^{(1)}$;

г) отношение водяных эквивалентов $W_2^{(1)}$ по формуле (9.18);

д) относительный перепад температур $\theta_2^{(1)}$ по табл.12,13 приложения 2 при известных $(F_{ж2})^{(1)}$ и $W_2^{(1)}$.

При теплоносителе вода на $Q_2^{(1)}$ вводится поправка F_{θ_2} , принимаемая по табл.14 приложения 2 при известных $w_2^{(1)}$, $(\nu_p)_{пр2}^{(1)}$, $t_{с}^{(0)}$.

10.5.3. Определяются $K_2^{(1)}$, $\Delta_{\Sigma 2}^{(1)}$, $\Delta_{\Sigma 2}^{(1)}$ по п.9.3.7;

$Q_{pc}^{(1)}$, $t_{pc}^{(1)}$ - по п.10.3.7, 10.3.8. В формулах (10.5) и (10.6) вместо $K_2^{(1)}$, $\Delta_{\Sigma 2}^{(1)}$, $\Delta_{\Sigma 2}^{(1)}$, $Q_2^{(1)}$ и $t_{\Sigma 2}^{(1)}$, $Q_{pc}^{(1)}$, $t_{\Sigma 2}^{(1)}$ подставляются соответственно значения $Q_2^{(1)}$ и $t_{\Sigma 2}^{(1)}$, $Q_{pc}^{(1)}$, $t_{\Sigma 2}^{(1)}$.

10.5.4. По условиям п.8.19 определяется режим работы ТУВ вытяжных установок и находится поправочный коэффициент $\xi_v^{(1)}$, учитывающий выпадение конденсата.

10.5.5. Уточняется относительный перепад температур потока удаляемого воздуха $Q_2^{(1)p}$ ТУВ вытяжной установки, соединенной последовательно по теплоносителю с ТУВ приточной установки, по формуле

$$Q_2^{(1)p} = Q_2^{(1)} \cdot \xi_v^{(1)}. \quad (10.18)$$

10.5.6. Определяется конечная температура удаляемого воздуха $t_{\Sigma 2}^{(1)}$ по формуле

$$t_{\Sigma 2}^{(1)} = t_{\Sigma 2}^{(1)} - Q_2^{(1)p} (t_{\Sigma 2}^{(1)} - t_{\Sigma 2}^{(1)}), \quad (10.19)$$

где $t_{\Sigma 2}^{(1)} = t_{\Sigma 2}^{(1)}$.

10.5.7. Определяется конечная температура промежуточного теплоносителя $t_{\Sigma 2}^{(1)}$ после ТУВ вытяжных установок по формуле

$$t_{\Sigma 2}^{(1)} = t_{\Sigma 2}^{(1)} + W_2^{(1)} (t_{\Sigma 2}^{(1)} - t_{\Sigma 2}^{(1)}), \quad (10.20)$$

где $t_{\Sigma 2}^{(1)} = t_{\Sigma 2}^{(1)}$, если не учитывается нагрев теплоносителя в сети.

10.5.8. Определяется средняя конечная температура теплоносителя $t_{\Sigma 2}^{(1)}$ после ТУВ вытяжных установок по формуле

$$t_{\Sigma 2}^{(1)} = \frac{t_{\Sigma 2}^{(1)} \cdot G_{\Sigma 2}^{(1)} + t_{\Sigma 2}^{(1)} \cdot G_{\Sigma 2}^{(1)} + \dots + t_{\Sigma 2}^{(1)} \cdot G_{\Sigma 2}^{(1)}}{G_{\Sigma}}. \quad (10.21)$$

При $t_{ж.н2}^{cp} < t_{ж.н1}^{cp}$ требуется дополнительный нагрев промежуточного теплоносителя в водоподогревателе. Теплоноситель нагревается за счет теплоты от первичного источника тепла от $t_{ж.н2}^{cp}$ до $t_{ж.н1}^{cp}$.

10.5.9. Определяется часовой расход утилизированной теплоты Q_v^{ut} в расчетном режиме по формуле.

$$Q_v^{ut} = \Sigma [G_{ж}^{(i)} \cdot c_{ж} (t_{ж.н2}^{(i)} - t_{ж.н2}^{(i)})]. \quad (10.22)$$

10.5.10. Определяется Q_v^{ut} по п.10.3.14, где

$$t_{ж.н}^{(i)} = t_{ж.н1}^{(i)} \quad \text{по п.10.4.4,}$$

$$t_{ж.н}^{(i)} = t_{ж.н2}^{cp} \quad \text{по п.10.5.8.}$$

10.5.11. Для ТУВ вытяжных установок, работающих в режиме с выпадением конденсата при $t_{ж.н1}^{(i)} < 0^\circ\text{C}$, определяются $t_{в.н1}^{(i)}$, $t_{ж.н2}^{(i)}$ по п.п.9.3.17, 9.3.18.

В формулах (9.8), (9.9) (9.10), (9.11), (9.12) вместо $t_{в.н2}^{cp}$, $t_{ж.н2}^{cp}$, $\alpha_{ж2}^{cp}$, $\alpha_{ж2}^{cp}$, $\Sigma G_{в1}^{cp}$, $\Sigma G_{в2}^{cp}$, θ_1^{cp} , $t_{в.н2}^{cp}$, $t_{в.н1}^{cp(i)}$ подставляются соответственно значения $t_{в.н2}^{(i)}$, $t_{ж.н2}^{(i)}$, $\alpha_{ж2}^{(i)}$, $\alpha_{ж2}^{(i)}$, $G_{в1}^{(i)}$, $G_{в2}^{(i)}$, $\theta_1^{(i)}$, $t_{в.н2}^{(i)}$, $t_{в.н1}^{cp(i)}$.

10.5.12. Определяется годовое потребление утилизированной теплоты $Q_{гв}^{ut}$ и от первичного источника тепла $Q_{гв}^r$ по разделу 12.

Средняя критическая температура наружного воздуха $t_{в.н}^{cp}$ определяется по формуле

$$t_{в.н}^{cp(i)} = \frac{t_{в.н1}^{cp(i)} \cdot G_{в1}^{(i)} + t_{в.н1}^{cp(i)} \cdot G_{в1}^{(i)} + \dots + t_{в.н1}^{cp(i)} \cdot G_{в1}^{(i)}}{\Sigma G_{в1}} \cdot (10.23)$$

71

21855-01

904-02-26.86

Лист
56

II. АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА СУПТ БЕЗ ПОДОГРЕВА ПРОМЕЖУТОЧНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

II.1. Расчет проводится по п.п.8.I - 8.I2, 8.I5.

В п.п.8.5, 8.II дополнительно определяются ω_1° , ω_2° , $(\psi\rho)_{\text{пр}1}^{\circ}$, $(\psi\rho)_{\text{пр}2}^{\circ}$.

II.2. Определяются средние коэффициенты внутреннего $\alpha_{\text{вн}}^{\circ}$ и наружного $\alpha_{\text{ср}}^{\circ}$ 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 $(\psi\rho)_{\text{пр}1}^{\circ}$, ω_2° и $(\psi\rho)_{\text{пр}2}^{\circ}$.

При теплоносителе воде из K_1° и K_2° вводится поправка соответственно $\xi_{\text{к}1}$ и $\xi_{\text{к}2}$ по табл.14 приложения 2.

II.3. Определяется среднее значение параметра $(\tau_{01}')^{\circ}$ и $(\tau_{02}')^{\circ}$ для ТУБ приточных и вытяжных установок по формуле (4.1) при известных $G_{\text{с}1}^{\circ}$, K_1° , F_1° и $G_{\text{с}2}^{\circ}$, 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 $W_{\Sigma} = 1$ - по табл. 12,13 приложения 2;

для установок в потоке с меньшим суммарным расходом воздуха при $W_{\Sigma} < 1$ - по графикам рис.8 - 29 приложения 3.

II.5. Определяются средние общие относительные перепады температур:

θ_{051}° для условной системы с расходом воздуха ΣL_1 - по формуле (9.4);

72

21855-01

Θ_{os2}^{cp} для условной системы с расходом воздуха ΣL_2 - по формуле

$$\Theta_{os2}^{cp} = \frac{I}{1/\Theta_2^{cp} + \Sigma G_{s2} / \Theta_1^{cp} \cdot \Sigma G_{s1} - W_2} \quad (II.1)$$

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

$$\Theta_{pc}^{cp} = \frac{t_{pce}^{cp} - t_{s.n1}^{cp}}{t_{s.n2}^{cp} - t_{s.n1}^{cp}} \quad (II.2)$$

где t_{pce}^{cp} - температура точки росы удаляемого воздуха находится по $i-d$ диаграмме для точки с координатами $t_{s.n2}^{cp}$ и $\varphi_{s.n2}^{cp}$.

II.7. Определяется относительный перепад температур, соответствующий температуре точки росы удаляемого воздуха $t_{pce}^{cp \text{ мин}}$, ниже которой не происходит выпадение конденсата, по формуле

$$\Theta_{pc}^{cp \text{ мин}} = \frac{1 - \Theta_{os2}^{cp} / \Theta_2^{cp} + d_{s2}^{cp} \cdot \varphi / d_{x2}^{cp} (1 - \Theta_{os2}^{cp})}{1 + d_{s2}^{cp} \cdot \varphi / d_{x2}^{cp}} \quad (II.3)$$

где φ - коэффициент обребрения принимается по табл.4,5

альбома 4.

Если $\Theta_{pc}^{cp} < \Theta_{pc}^{cp \text{ мин}}$, то установка работает в режиме сухого теплообмена. Если $\Theta_{pc}^{cp} > \Theta_{pc}^{cp \text{ мин}}$, то установка работает в режиме конденсации влаги.

73

21055-01

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

$$K_{12}^{\infty} = \frac{I}{\psi / \alpha_{\text{жс}}^{\infty} + C_B / \alpha_{\text{сг}}^{\infty} \cdot C_{\text{нас}}} \quad (II.4)$$

где $C_{\text{нас}}$ принимается по п. II.13.

II.9. Вычисляются безразмерные параметры по формулам:

$$(F_0')_{12}^{\infty} = \frac{K_{12}^{\infty} \cdot \Sigma F_2^{(14)} \cdot D}{\Sigma G_{B2} \cdot C_B} \quad (II.5)$$

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

при G_{B2} в кг/ч и C_B в кДж/(кг · °С);

$$W_{12} = \frac{\Sigma G_{B2} \cdot C_{\text{нас}}}{G_{\text{жс}} \cdot C_{\text{жс}}} \quad (II.6)$$

II.10. Определяются относительный перепад температур θ_{12} для ТУБ вытяжных установок по графикам рис. 48, 49 приложения 3 при известных $(F_0')_{12}^{\infty}$ и W_{12} .

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

$$\theta_{051}^{\infty(\infty)} = \frac{I}{1/\theta_1^{\infty} + C_B \cdot \Sigma G_{B1} / C_{\text{нас}} \cdot \theta_{12} \cdot \Sigma G_{B2} - W_1} \quad (II.7)$$

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

74

24855-01

$$\Theta_{pci}^{нмкс} = \left(\frac{C_b}{C_{нмкс}} \cdot \frac{\Theta_{psi}^{q(\varphi)}}{\Theta_i^q} + \frac{\alpha_{b2}^q \cdot \Psi}{\alpha_{нмкс}^q} \right) / \left(\frac{C_b}{C_{нмкс}} + \frac{\alpha_{b2}^q \cdot \Psi}{\alpha_{нмкс}^q} \right) \quad (II.8)$$

II.13. Вычисляется параметр λ по формуле

$$\lambda = C_b \cdot t_{b,н2}^q \cdot \Theta_{pci}^{нмкс} + i_{b,н1}^{vc} (1 - \Theta_{pci}^{нмкс}) \quad (II.9)$$

где $i_{b,н1}^{vc}$ находится по формуле

$$i_{b,н1}^{vc} = e + C_{нмкс} \cdot t_{b,н1}^q \quad (II.10)$$

Здесь e и $C_{нмкс}$ - коэффициенты, принимаемые по табл.10 приложения 2 при известных $t_{x}^{змн}$ и t_{x}^q , t_{x}^q принимается равной t_b^q по формуле (8.6).

II.14. Определяется влагосодержание $d_{pci}^{нмкс}$ удаляемого воздуха по графику рис.46 приложения 3 при известных значениях λ и $\Theta_{pci}^{нмкс}$.

II.15. Если $d_{pci}^{нмкс} \leq d_{b,н2}^q$, то установка работает с выпадением конденсата на всей теплообменной поверхности. В этом случае определяется:

конечная температура приточного воздуха $t_{b,н1}^q$ по формуле

$$t_{b,н1}^q = (t_{нмкс}^q - t_{b,н1}^q) \Theta_{psi}^{q(\varphi)} + t_{b,н1}^q \quad (II.11)$$

где $t_{нмкс}^q$ - температура удаляемого воздуха по мокрому термометру, определяемая по i - d диаграмме. Для точки с координатами $d_{pci}^{нмкс}$ и $\varphi = 100\%$ проводится линия $d = const$ до пересечения с линией $t_{b,н2}^q$. Температура мокрого термометра полученной точки определяет значение $t_{нмкс}^q$.

75

21855-01

II.16. Если $d_{pc2}^{нвс} > d_{ан1}^{ср}$, то установка работает с конденсацией влаги на части поверхности ТУБ вытяжных установок. В этом случае определяется:

температура точки росы удаляемого воздуха $t_{pc}^{мин}$, ниже которой не происходит выпадение конденсата, по формуле

$$t_{pc}^{мин} = \theta_{pc}^{мин} (t_{ан2}^{ср} - t_{ан1}^{ср}) + t_{ан1}^{ср}; \quad (II.12)$$

влажность удаляемого воздуха $d_{pc2}^{мин}$ по $i-d$ диаграмме для точки с координатами $t_{pc2}^{мин}$ и $\varphi = 100\%$;

влажность удаляемого воздуха d_{pc2} по $i-d$ диаграмме для точки с координатами $t_{ан2}^{ср}$ и $\varphi = 100\%$;

параметр \bar{d} по формуле

$$\bar{d} = \frac{d_{pc2} - d_{pc2}^{мин}}{d_{pc2}^{нвс} - d_{pc2}^{мин}}; \quad (II.13)$$

параметр $\bar{\theta}$ по графику рис. 47 приложения 3 при известных Γ_{02}' и \bar{d} ; общий относительный перепад температур θ_{051}^{θ} с учетом параметра $\bar{\theta}$ по формуле

$$\theta_{051}^{\theta} = \theta_{051}^{ср} + \bar{\theta} (\theta_{051}^{нвс} - \theta_{051}^{ср}); \quad (II.14)$$

конечная температура приточного воздуха $t_{ан1}^{ср}$ по формуле (II.11), подставляя вместо $\theta_{051}^{нвс}$ значение θ_{051}^{θ} .

II.17. При необходимости определяется средняя энтальпия удаляемого воздуха после ТУБ $i_{ан2}^{ср}$ по формуле

$$i_{ан2}^{ср} = i_{ан2}^{ср} - \frac{(t_{ан1}^{ср} - t_{ан1}^{ср}) / \sum G_{B1} \cdot c_B}{\sum G_{B2}}; \quad (II.15)$$

21855-01

904-02-26.86

Лист

61

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

II.18. Определяются температуры промежуточного теплоносителя $t_{\text{ж.к.}}^{\text{в}}$ и $t_{\text{ж.к.}}^{\text{н}}$ после ТУБ вытяжных и приточных установок по п.п.8.23, 8.24.

Уточняется вид теплоносителя по условиям п.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.

Альбом I

904-02-26.86

СНП № 0001
Подпись и дата
Ведомство

904-02-26.86

21955-01

Лист
62

12. РАСЧЕТ ГОДОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОТЫ

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

$$Q_{\text{год}}^r = Q_v^r \cdot D \cdot \frac{(t_{\text{в.н.}}^{\text{вп}} - t_{\text{в.н.}}^{\text{от}})}{(t_{\text{в.н.}}^{\text{от}} - t_{\text{в.н.}}^{\text{вп}})} \cdot \tau_{\text{от}}^{\text{от}} \cdot \eta - Q_{\text{гн}}^{\text{от}}, \quad (12.1)$$

где $Q^{\text{ут}}$ - 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_v^r - требуемый расход теплоты, кВт (Гкал/ч), на нагрев приточного воздуха в расчетном режиме при расчетной температуре наружного воздуха (параметры Б) по разделу 10; $Q_v^r = Q_v^{\text{от}} + Q_v^{\text{вп}}$;
 $t_{\text{в.н.}}^{\text{вп}}$ - расчетная температура, °С, наружного воздуха;
 $t_{\text{в.н.}}^{\text{от}}$ - средняя температура, °С, наружного воздуха за отопительный период;
 $t_{\text{в.н.}}^{\text{вп}}$ - средняя температура, °С, приточного воздуха после нагрева;
 $\tau_{\text{от}}^{\text{от}}$ - отопительный период, ч;
 η - 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, удаляемого и наружного воздуха может характеризоваться тремя периодами (см. рис. 50 приложения 3)

Границами периодов являются критическая температура наружного воздуха $t_{\text{в.н.}}^{\text{от}}$, ниже которой начинается обмерзание теплообменной поверхности ТУВ вытяжных установок, и предельная температура наружного воздуха $t_{\text{в.н.}}^{\text{вп}}$, выше которой система утилизации полностью обеспечивает требуемый нагрев приточного воздуха.

I период ($t_{\text{в.н.}}^{\text{мин}} \leq t_{\text{в.н.}} \leq t_{\text{в.н.}}^{\text{вп}}$) характеризует работу системы в условиях инеобразования на теплообменной поверх-

21855-01

78

ности ТУВ вытяжных установок и защиты теплоутилизаторов от накопления инея.

II период ($t_{\text{вн}}^{\text{пр}} \geq t_{\text{вн}}^{\text{р}} > t_{\text{вн}}^{\text{кр}}$) характеризует работу системы без имеобразования.

III период ($t_{\text{вн}}^{\text{пр}} > t_{\text{вн}}^{\text{р}} > t_{\text{вн}}^{\text{кр}}$) характеризует работу системы в условиях, когда обеспечивается требуемый нагрев приточного воздуха. При наличии избытка утилизированной теплоты предусматривается регулирование теплопроизводительности ТУВ. $t_{\text{вн}}^{\text{мин}}, t_{\text{вн}}^{\text{макс}}$ — температура наружного воздуха, °С, соответственно минимальная и максимальная за отопительный период.

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

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

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

$$t_{\text{вн}}^{\text{пр(в)}} = \frac{t_{\text{вн}}^{\text{р}} - Q_{\text{об1}}^{\text{р(в)}} \cdot t_{\text{вн}}^{\text{р}}}{1 - Q_{\text{об1}}^{\text{р(в)}}}; \quad (12.2)$$

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

$$t_{\text{вн}}^{\text{пр(в)}} = \frac{(1 + \bar{\theta}) t_{\text{плн}}^{\text{р}} - Q_{\text{об2}}^{\text{р(в)}} \cdot t_{\text{вн}}^{\text{р}} + \bar{Q}_{\text{плн}}^{\text{р}}}{1 - Q_{\text{об2}}^{\text{р(в)}} + \bar{\theta}}; \quad (12.3)$$

79

21855-01

904-02-26.86

Лист

64

904-02-26.86 Альбом I

Уч. и подл. Подпись и дата. Взам. инв. №

где

$$\bar{\theta} = \frac{t_{\text{вкл}}^{\text{ср}} - t_{\text{пом}}}{t_{\text{пом}} - t_{\text{вкл}}^{\text{ср}}} ; \quad (12.4)$$

$$\bar{Q} = \frac{Q_{\text{пом}}^{\text{ср}}}{G_{\text{в}} \cdot c_{\text{в}}} ; \quad (12.5)$$

$t_{\text{пом}}$ - температура, °С, воздуха в помещении;

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

$Q_{\text{пом}}^{\text{ср}}$ - среднее теплоступление, Вт (ккал/ч), в помещении за отопительный период;

в) для первого подогрева систем кондиционирования воздуха по формуле

$$t_{\text{вкл}}^{\text{н(в)}} = \frac{i_{\text{вкл}}^{\text{н(в)}} - e_{\text{в}} \gamma_{\text{н}} - c_{\text{в}} \cdot G_{\text{вкл}}^{\text{н(в)}} \cdot t_{\text{вкл}}^{\text{ср}}}{c_{\text{в}} (1 - G_{\text{вкл}}^{\text{н(в)}}) + b_{\text{в}} \gamma_{\text{н}}} , \quad (12.6)$$

где $i_{\text{вкл}}^{\text{н(в)}}$ - энтальпия приточного воздуха после I подогрева, кДж/кг (ккал/кг);

$e_{\text{в}}, b_{\text{в}}$ - коэффициенты, аппроксимирующие зависимость влаго-содержания воздуха от средней температуры воздуха $t_{\text{в}}^{\text{ср}}$ по формуле (8.6), принимаемые по табл. 9 приложения 2;

$\gamma_{\text{н}}$ - теплота конденсации пара, равная 2501 кДж/кг в СИ, 598 ккал/кг в системе МКГСС.

80

21055.01

Если $t_{\text{ан1}}^{\text{пр}} > t_{\text{ан1}}^{\text{макс}}$, то использованной теплоты недостаточно для нагрева приточного воздуха до $t_{\text{ан1}}$ в течение всего отопительного периода.

Если $t_{\text{ан1}}^{\text{пр}} < t_{\text{ан1}}^{\text{макс}}$, то в период при значениях $t_{\text{ан1}}^{\text{пр}} > t_{\text{ан1}}$ за счет использованной теплоты обеспечивается $t_{\text{ан1}}$.

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

12.2.4. Годовое потребление использованной теплоты $Q_{\text{год}}^{\text{пр}}$ за один период находится:

а) I период ($t_{\text{ан1}}^{\text{мин}} < t_{\text{ан1}}^{\text{пр}}$) при защите за счет периодического оттаивания по формуле

$$Q_{\text{год}}^{\text{ут(1)}} = Q_4^{\text{ут}} \cdot 0,97 \cdot \frac{(t_{\text{ан2}} - t_{\text{ан1}}^{\text{ср(1)}})}{(t_{\text{ан2}} - t_{\text{ан1}}^{\text{ср}})} \cdot \tau_{\text{г}}^{\text{от}} \cdot \tau ; \quad (12.7)$$

перепуска части теплоносителя по формуле

$$Q_{\text{год}}^{\text{ут(1)}} = Q_4^{\text{ут}} \cdot 0,9 \cdot \frac{(t_{\text{ан2}} - t_{\text{ан1}}^{\text{ср(1)}})}{(t_{\text{ан2}} - t_{\text{ан1}}^{\text{ср}})} \cdot \tau_{\text{г}}^{\text{от}} \cdot \tau ; \quad (12.8)$$

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

$$Q_{\text{год}}^{\text{ут(2)}} = Q_4^{\text{ут}} \cdot \frac{(t_{\text{ан2}} - t_{\text{ан1}}^{\text{ср(2)}})}{(t_{\text{ан2}} - t_{\text{ан1}}^{\text{ср}})} \cdot \tau_{\text{г}}^{\text{от}} \cdot \tau , \quad (12.9)$$

81

21855-01

в) III период ($t_{в.н}^{мин} > t_{в.н}^{кр}$, $t_{в.н}^{макс} > t_{в.н}^{пр}$)

по формуле

$$Q_{гд}^{ст(в)} = G_{в.л} \cdot C_b (t_{пр} - t_{в.н}^{ср(в)}) \cdot \delta \cdot \tau_{в} \cdot n, \quad (12.10)$$

где $Q_{гд}^{ст}$ - часовой расход утилизированной теплоты,

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

$t_{в.н}^{ср}$ - начальная температура, °С, удаляемого воздуха;

$t_{в.н}^{ср}$ - расчетная температура, °С, наружного воздуха;

δ - коэффициент равный 1 в системе МКГСС или $3,6 \cdot 10^{-3}$ в СИ.

$t_{в.н}^{ср(1)}$, $t_{в.н}^{ср(2)}$, $t_{в.н}^{ср(3)}$ - 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.

τ_I , τ_{II} , τ_{III} - 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

$$(t_{в.н}^{мин} < t_{в.н}^{кр}, t_{в.н}^{макс} \leq t_{в.н}^{пр})$$

по формуле

$$Q_{гд}^{ст} = Q_{гд}^{ст(I)} + Q_{гд}^{ст(II)} \quad (12.11)$$

21855-01 82

при наличии II и III периода ($t_{a,n}^{np} < t_{a,n}^{max}$, $t_{a,n}^{max} > t_{a,n}^{np}$)

по формуле

$$Q_{гн}^{(1,2)} = Q_{гн}^{(1)} + Q_{гн}^{(2)}, \quad (12.12)$$

где $Q_{гн}^{(1)}$, $Q_{гн}^{(2)}$, $Q_{гн}^{(1,2)}$ - годовое потребление утилизированной теплоты, ГДж/(Гкал/ч) соответственно за I, II, III период.

12.2.6. Годовое потребление утилизированной теплоты за три периода находится по формуле ($t_{a,n}^{max} < t_{a,n}^{np}$; $t_{a,n}^{max} > t_{a,n}^{np}$)

$$Q_{гн}^{(1,2,3)} = Q_{гн}^{(1)} + Q_{гн}^{(2)} + Q_{гн}^{(3)}. \quad (12.13)$$

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

Границей между периодами является критическая температура наружного воздуха $t_{a,n}^{cp}$, соответствующая критической температуре промежуточного теплоносителя $t_{ж,пг}^{cp}$ на входе в ТУБ вытяжных установок, ниже которой происходит обмерзание теплообменной поверхности. $t_{ж,пг}^{cp}$ принимается равной $t_{ж,пг}$ по формуле (9.12).

I период ($t_{a,n}^{cp} \leq t_{a,n}^{np}$, $t_{ж,пг}^{cp} \leq t_{ж,пг}^{np}$) характеризует работу системы утилизации в условиях инееобразования на поверхности и защиты теплоутилизаторов от накопления инея.

II период ($t_{a,n}^{cp} > t_{a,n}^{np}$, $t_{ж,пг}^{cp} > t_{ж,пг}^{np}$) характеризует работу системы без образования инея на поверхности ТУБ вытяжных установок, обеспечивающую температуру приточного воздуха.

ж) $t_{ж,пг}^{cp}$ - температура промежуточного теплоносителя при $t_{a,n}^{cp}$.

21855.01 83

12.3.1. $t_{ж.н2}^{ср(г)}$ определяется по формуле^{ж)}:

$$t_{ж.н2}^{ср(г)} = \frac{(i_{в.н2}^{ср} - \theta_2^{ср(г)} \cdot C_b \cdot t_{ж.н2}^{ср} - D) \cdot \frac{L_{в2}^{ср} \cdot \psi}{L_{ж2}^{ср} \cdot C_b}}{-1 - \theta_2^{ср(г)} \cdot C_b \cdot \frac{L_{в2}^{ср} \cdot \psi}{L_{ж2}^{ср}}}, \quad (12.14)$$

где значения $i_{в.н2}^{ср}$, $\theta_2^{ср(г)}$, C_b , $t_{ж.н2}^{ср}$, $L_{в2}^{ср}$, $L_{ж2}^{ср}$, 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 $t_{ж.н2}^{ср} < t_{ж.н2}^p$ — система характеризуется одним П периодом и защита от обмерзания ТУБ вытяжных установок не предусматривается;

при $t_{ж.н2}^{ср} > t_{ж.н2}^p$ — 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 $t_{в.н1}^{ср(г)}$ и время стояния температур за этот период $\tau^{ср(г)}$.

12.3.4. Находим часовой расход утилизированной теплоты $Q_v^{ср(г)}$ при $t_{в.н1}^{ср(г)}$:

а) при расчете СУПТ по разделу 10.3 определяется $t_{ж.н1}^{ср(г)}$ по п.10.3.2; $t_{ж.н1}^{ср(г)}$ по п.10.3.3; $t_{в.н2}^{ср(г)}$ по п.10.3.II; $t_{ж.н2}^{ср(г)}$ по п.10.3.I2; $Q_v^{ср(г)}$ по п.10.3.I3;

ж) $t_{в.н1}^{ср}$ определяется для СУПТ, в которых ТУБ вытяжных установок работает с выпадением конденсата при $t_{ж.н1} < 0^\circ\text{C}$.

84

21855-01

б) при расчете СУПТ по разделу 10.4 определяется $t_{жм}^{(1)or}$ по п.10.4.3г; $t_{жм}^{(1)or}$ по п.10.4.4; $\theta, W_1^{(1)or}, G_1^{(1)or}$ по п.10.4.5а, б, в; $t_{жм}^{(1)or}$ по п.10.4.6; $G_{ж}$ по п.10.4.8; $t_{жм}^{(1)or}$ по п.10.4.9; $W_2^{(1)or}$ по п.10.4.II; $t_{жм}^{(1)or}$ по п.10.4.I3; $t_{жм}^{(1)or}$ по п.10.3.II; $t_{жм}^{(1)or}$ по п.10.3.I2; $Q_4^{(1)or}$ по п.10.3.I3. В п.10.4.3г $t_{жм}^{(1)or}$ находится для установки с $t_{жм}^{(1)or}$ в расчетном режиме при $t_{жм}^{(1)or}$. В п.10.3.II в формулу (10.8) вместо $\theta_2^{(1)or}$ подставляется значение $\theta_2^{(1)or}$;

в) при расчете СУПТ по разделу 10.5 определяется $t_{жм}^{(1)or}$ по п.10.4.3г; $t_{жм}^{(1)or}$ по п.10.4.4; $\theta_1^{(1)or}, W_1^{(1)or}$ и $G_1^{(1)or}$ по п.10.4.5а, б, в; $t_{жм}^{(1)or}$ по п.10.4.6; $G_{ж}$ по п.10.4.8; $G_{ж2}, W_2^{(1)or}$ и $\theta_2^{(1)or}$ по п.10.5.2а, г, д; $t_{жм}^{(1)or}$ по п.10.5.6; $t_{жм}^{(1)or}$ по п.10.5.7; $Q_4^{(1)or}$ по п.10.5.9. В п.10.4.3г $t_{жм}^{(1)or}$ находится для установки с $t_{жм}^{(1)or}$ в расчетном режиме при $t_{жм}^{(1)or}$.

В п.10.5.6 в формулу (10.21) вместо $Q_4^{(1)or}$ подставляется значение $Q_4^{(1)or}$.

12.3.5. Годовое потребление утилизированной теплоты $Q_{год}^{yr}$ находится:

при защите от обмерзания ТУБ за счет периодического оттаивания по формуле

$$Q_{год}^{yr} = Q_4^{yr} \cdot D \cdot 0,97 \cdot \tau_{ср}^{or} \cdot n ; \quad (12.15)$$

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

$$Q_{год}^{yr} = Q_4^{yr} \cdot D \cdot 0,9 \cdot \tau_{ср}^{or} \cdot n ; \quad (12.16)$$

при отсутствии защиты от обмерзания ТУБ по формуле

$$Q_{год}^{yr} = Q_4^{yr} \cdot D \cdot \tau_{ср}^{or} \cdot n , \quad (12.17)$$

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

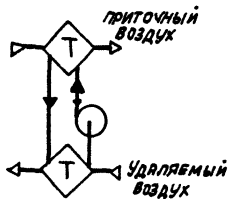
СХЕМА СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ
С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ (БЕЗ ПОДОГРЕВА)

Рис. 1

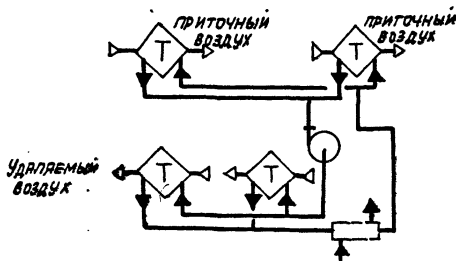
СХЕМА СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ
С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ (С ПОДОГРЕВОМ)

Рис. 2

86

21855-01

904-02-26.86

Лист

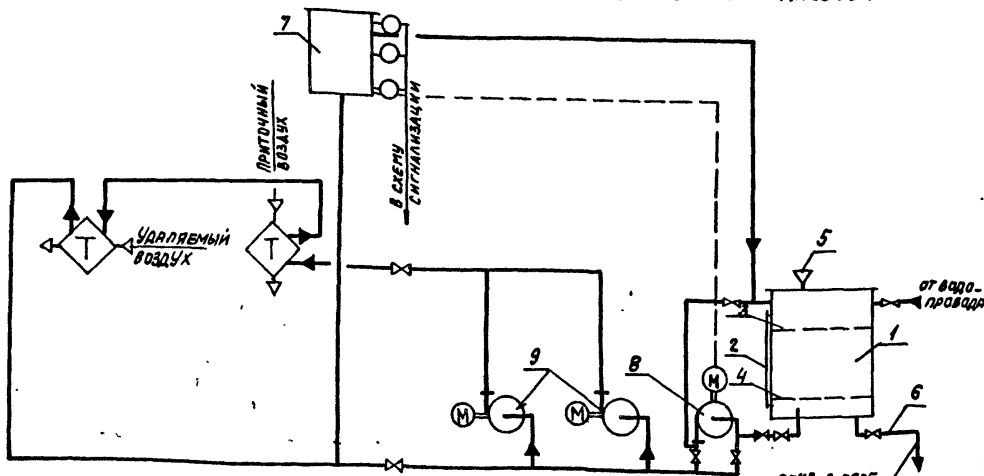
71

904-02-26.86 Альбом 1

ИВБ, М. 1990, 2. УДОБЛЕНИЕ И ДАТА 1990. ИВБ. М.

904-02-26.86 Альбом 1

СХЕМА СИСТЕМЫ С ДВУМЯ БАКАМИ И ПОДПИТОЧНЫМ НАСОСОМ



- 1- БАК 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- РАСШИРИТЕЛЬНЫЙ БАК
- 8- ПОДПИТОЧНЫЙ НАСОС
- 9- ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ НАСОС

СПИВ В ПЕРЕ-
НЕСНУЮ ЕМКОСТЬ ИЛИ
В ДРУГОЙ БАК

Рис. 3

904-02-26.86

21855-01

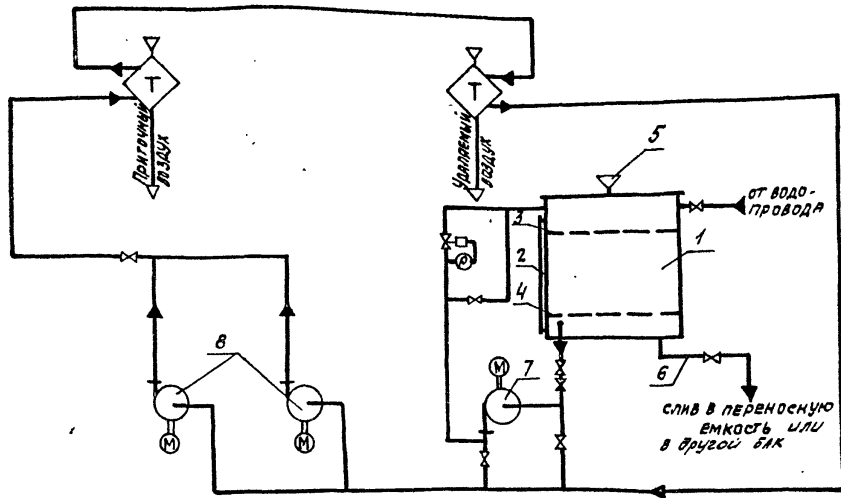
87

Лист
72

87

904-02-26.86 4.6.6601

СХЕМА СИСТЕМЫ С ОДНИМ БАКОМ И ПОДПИТОЧНЫМ НАСОСОМ



- 1-БАК 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-ПОДПИТОЧНЫЙ НАСОС
- 8-ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ НАСОС

Рис. 4

904-02-26.86

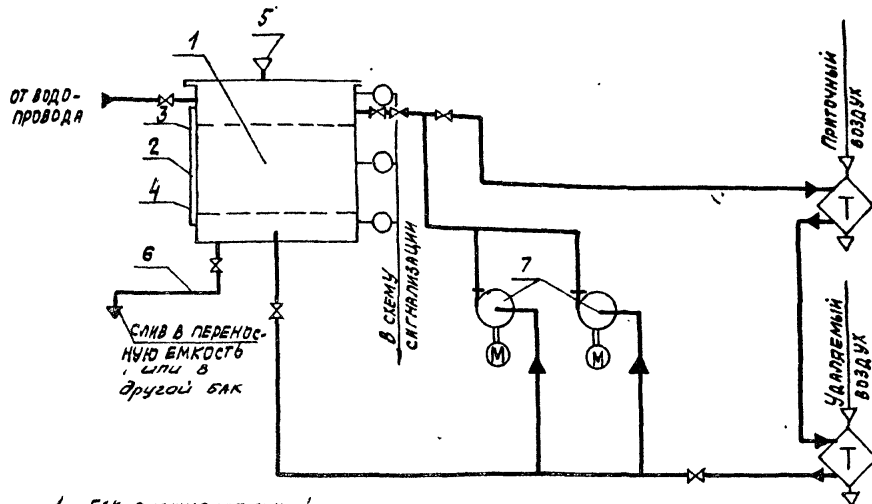
21855-01

88

88

904-02-26.86 Альбом 1

СХЕМА СИСТЕМЫ С ОДНИМ БАКОМ



- 1 - БАК РАСШИРИТЕЛЬНЫЙ 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

904-02-26.86

2185501

89

89

ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА СУПТ
БЕЗ ПОДОГРЕВА ПРОМЕЖУТОЧНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

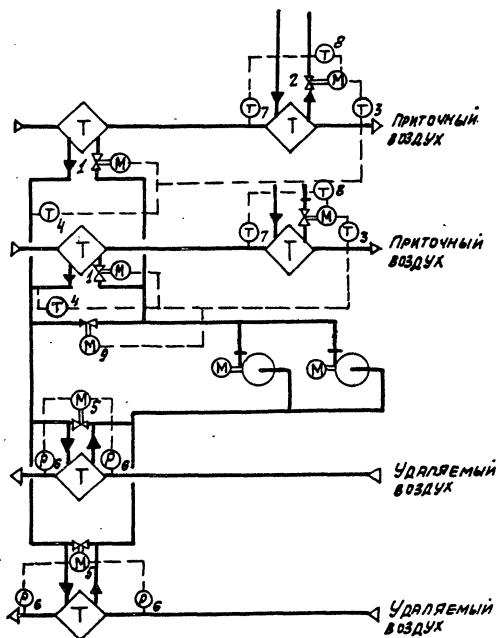


Рис. 6

90

21855-01

904-02-26.86

Лист
75

904-02-26.86 Альбом 1

Инв. № подл. Подпись и дата Взам. инв. №

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СУПТ С ПОДОГРЕВОМ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ТЕПЛОВЫСЦЕЛЯ

904-02-26.86 Албсом 1

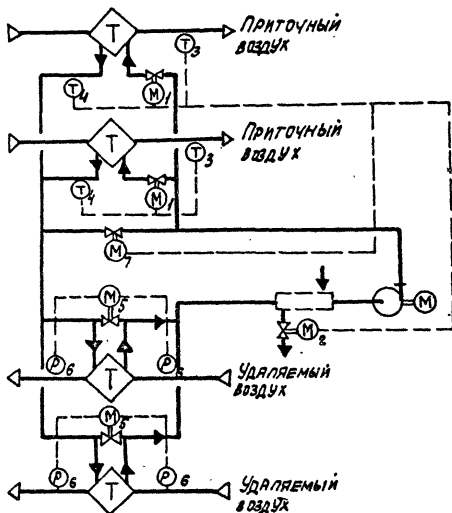


Рис. 7

94

21855-01

904-02-26.86

Лист

75

ИНВ. № ПОДМ.	ПОДПИСЬ И ДАТА	ВЗАМ. ИНВ. №
--------------	----------------	--------------

СХЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ ТУБ К ЦИРКУЛЯЦИОННОМУ КОНТУРУ

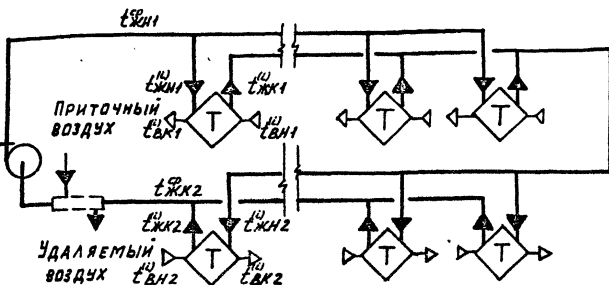


Рис. 8

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

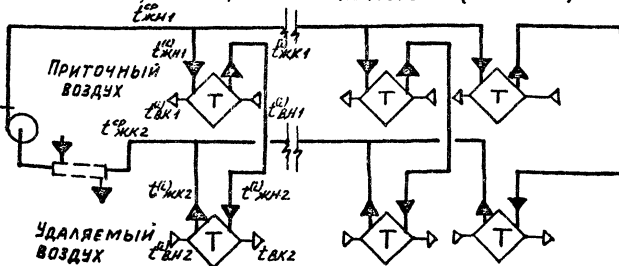


Рис. 9

92

21355-01

904-02-26.86

ЛМСТ

77

904-02-26.86. Р. 660-1

Инв. Л. 660-1. Подпись и дата вв. в эк. инв. Л.

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

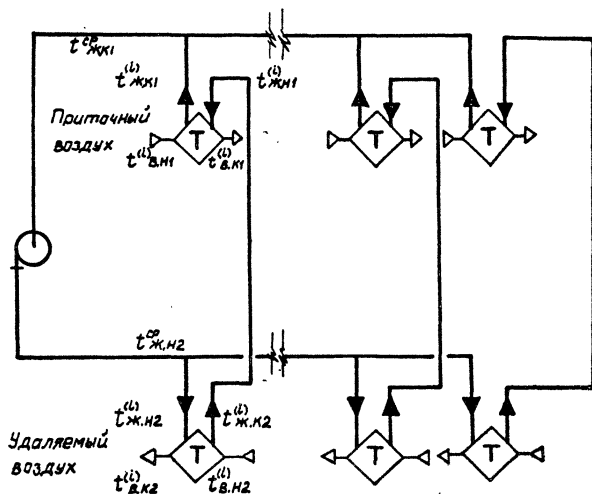


Рис. 10

93

21855-01

904-02-26.86

Лист
78

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ

Теплоноситель	$t, ^\circ\text{C}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ $\frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\frac{\text{Вт}}{(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})}$ $\frac{[\text{ккал}]}{[\text{ч} \cdot \text{м} \cdot ^\circ\text{C}]}$	$\frac{\mu \cdot 10^3}{\text{Па} \cdot \text{с}}$ $\frac{\text{Па} \cdot \text{с}}{\text{кгс/м}^2}$	γ	α	ρ_2
		$10^6 \text{ м}^2/\text{с}$						
27% водный раствор хлорис- того кальция	0	$\frac{2,825}{0,675}$	1260	$\frac{0,5325}{0,458}$	$\frac{4,76}{0,486}$	3,78	0,143	33,22
	70	$\frac{4,19}{1}$	977,8	$\frac{0,66}{0,57}$	$\frac{3,98}{0,4}$	0,415	0,161	2,58
В о д а	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 за- мерзания, $^\circ\text{C}$	-2,3	-5,65	-10,8	-18,3	-29,75	-45	-55

904-02-26.86

21855-01

94

Таблица 3

УДЕЛЬНАЯ ВМЕСТИМОСТЬ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ СТАЛЬНЫХ
ЭЛЕКТРОСВАРНЫХ ТРУБ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ВО ВНУТРЕННИХ
САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ (ГОСТ 10704-76^ж) НА 1 м

Условный проход Ду, мм	Наружный диаметр Дн, мм	Толщина стенки δ , мм	Внутренний диаметр Дв, мм	Удельная вместимость V тр, м ³ /м
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);

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

21855-01 95

904-02-26.86

Лист

80

904-02-26.86 Альбом I

Инв. № подл. Подпись и дата, Взам. инв. №

ИИС. № ПОДА	ПОДПИСЬ И ДАТА	ВЗЯТИЕ ПРОБ

904-02-26.86 Альбом I

Таблица 4.1

ВМЕСТИМОСТЬ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КОНДИЦИОНЕРОВ
КТЦ2А

Оборудование	Т У Б					
	Номер	И н д е к с	Расход возду- ха, тыс. м³/ч	Т е п л о о б м е н н и к		Емкост- ность, м³
				Т и п (и н д е к с)	Количес- тво, шт.	
КТЦ2А-10	01	I.01.I.08.I	10	ВН01.10213	4	0,0488
	02	I.01.I.09.I	10	ВН01.10113	1	0,0549
				ВН01.10213	4	
	03	I.01.I.12.I	10	ВН01.10213	6	0,0732
КТЦ2А-20	04	I.02.I.08.I	20	ВН02.10213	4	0,0976
	05	I.02.3.08.I	20	КСк4-12-02ХЛ3А	2	0,086
	06	I.02.I.09.I	20	ВН02.10113	1	0,1098
				ВН02.10213	4	
	07	I.02.3.09.I	20	КСк3-12-02ХЛ3А	3	0,105
	08	I.02.I.12.I	20	ВН02.10213	6	0,1464
	09	I.02.3.12.I	20	КСк4-12-02ХЛ3А	3	0,129

904-02-26.86

18

10-55012

10-55012

96

96

Инв. № акта	Подпись и дата	Взвешивание №

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл.4.1.

Основное оборудование	Т У Б					
	Номер	И н д е к с	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Т е п л о о б м е н н и к		Вместимость, м ³
				Т и п (и н д е к с)	Количество, шт.	
КТЛ2А - 3Г,5	10	I.03.I.08.I	3Г,5	ВН03.10213	4	0,1568
	11	I.03.2.08.I	3Г,5	ТП.16-ТПРК.04	4	0,12
	12	I.03.3.08.I	3Г,5	КСк4-II-02ХЛЗА	4	0,116
	13	I.03.3.08.2	3Г,5	КСк4-II-02ХЛЗА	4	0,116
	14	I.03.2.09.I	3Г,5	ТП.16-ТПРК.03	6	0,138
	15	I.03.3.09.I	3Г,5	КСк3-II-02ХЛЗА	6	0,138
	16	I.03.3.09.2	3Г,5	КСк3-II-02ХЛЗА	6	0,138
	17	I.03.2.12.I	3Г,5	ТП.16-ТПРК.04	6	0,18
	18	I.03.3.12.I	3Г,5	КСк4-II-02ХЛЗА	6	0,174
	19	I.03.3.12.2	3Г,5	КСк4-II-02ХЛЗА	6	0,174
	20	I.04.I.08.2	40	ВН04.10213	4	0,196

904-02-26.86

21853-01

97

97

ИНР. №-ПОДЛ	ПОДПИСЬ И ДАТА	ВЛАСТЕН ИНС. №

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл.4. I

Основ- ное обору- дова- ние	Т У Б					
	Номер	И н д е к с	Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник		Вмести- мость, м ³
				Т и п (и н д е к с)	Количес- тво, шт.	
КТЦ2А - 40	21	I.04.2.08.I	40	ТП.16-ТИРК.04	2	0,152
				ТП.25-ТИРК.04	2	
	22	I.04.3.08.I	40	КСк4-II-02ХЛ3А	2	0,144
				КСк4-I2-02ХЛ3А	2	
	23	I.04.3.08.2	40	КСк4-II-02ХЛ3А	2	0,144
				КСк4-I2-02ХЛ3А	2	
	24	I.04.I.09.2	40	ВНО4.101I3	1	0,2205
				ВНО4.102I3	4	
	25	I.04.2.09.I	40	ТП.16-ТИРК.03	3	0,174
				ТП.25-ТИРК.03	3	

904-02-26.86

21/05-01

98

83

лист

98

ИИС № ПОДА	ПОДПИСЬ И ДАТА	ВЗАМЕН ИИС №

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл.4.I

Основное оборудование	Т У Б					
	Номер	Индекс	Расход воздуха, тис. м ³ /ч	Теплообменник		Вместимость, м ³
				Тип (индекс)	Количество, шт.	
КТИ2А - 40	26	I.04.3.09.I	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.I.I2.2	40	ВН04.I02I3	6	0,294
	29	I.04.2.I2.I	40	ТП.I6-ТИРК.04	3	0,258
				ТП.25-ТИРК.04	3	
	30	I.04.3.I2.2	40	КСк4-II-02ХЛЗА	3	0,258
				КСк4-I2-02ХЛЗА	3	

904-02-26.86

21855-01

66

84

66

Продолжение табл.4.1

Основное оборудование	Т У Б					
	Номер	И н д е к с	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Т е п л о о б м е н н и к		Вместимость, м ³
				Т и п (и н д е к с)	Количество, шт.	
КТЦ2А - 63	31	I.06.1.08.3	63	ВНО6.10213	4	0,3226
	32	I.06.2.08.3	63	ТП.16-ТИРК.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	ВНО6.10113	1	0,3629
				ВНО6.10213	4	
	36	I.06.2.09.3	63	ТП.16-ТИРК.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.06.1.12.3	63	ВНО6.10213	6	0,4839
	40	I.06.1.12.4	63	ТП.16-ТИРК.04	12	0,36

904-02-26.86

21855-01

100

85

ИИС

101

И№. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл. 4. I

Основ- ное оборудо- вание	Т У Б					
	Номер	И н д е к с	Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч	Т е п л о о б м е н н и к		Вмести- мость, м ³
				Т и п (и н д е к с)	Количество, шт.	
КТИ2А- -63	41	I.06.3.I2.3	63	КСк4-II-02ХЛ3А	12	0,348
	42	I.06.3.I2.4	63	КСк4-II-02ХЛ3А	12	0,348
КТИ2А - 80	43	I.08.I.08.4	80	ВН08.I02I3	4	0,4032
	44	I.08.2.08.3	80	ТП.I6-ТИРК.04	4	0,304
				ТП.25-ТИРК.04	4	
	45	I.08.3.08.3	80	КСк4-II-02ХЛ3А	4	0,288
				КСк4-I2-02ХЛ3А	4	
	46	I.08.3.08.4	80	КСк4-II-02ХЛ3А	4	0,288
				КСк4-I2-02ХЛ3А	4	
	47	I.08.I.09.4	80	ВН08.I0II3	I	0,4536
				ВН08.I02I3	4	

904-02-26.86

2105501

101

68

101

101

Продолжение табл.4.I

Основное оборудование	Номер	Т У Б				
		Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник		Емкость, м ³
				Тип (индекс)	Количество, шт.	
КТЦА-80	48	I.08.2.09.3	80	ТН.16-ТИРК.03	6	0,348
				ТН.25-ТИРК.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.I.I2.4	80	ВН08.10213	6	0,6048
	52	I.08.2.I2.3	80	ТН.16-ТИРК.04	6	0,456
				ТН.25-ТИРК.04	6	
	53	I.08.3.I2.4	80	КСк4-II-02ХЛЗА	6	0,432
				КСк4-I2-02ХЛЗА	6	

904-02-26.86

КТЦА-80

21855-01

102

87

102

102

Ииб № подл.	Подпись и дата	Взвешен и №

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл.4.I

Основное оборудование	Т У В					
	Номер	И н д е к с	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Т е п л о о б м е н н и к		Вместимость, м ³
				Т и п (и н д е к с)	Количество, шт.	
КТИ2А - 125 21855-01	54	I.I2.I.08.4	I25	ВН12.10213	4	0,6452
	55	I.I2.2.08.5	I25	ТП.16-ТПРК.04	16	0,48
	56	I.I2.3.08.5	I25	КСк4-II-02ХЛ3А	16	0,464
	57	I.I2.3.08.4	I25	КСк4-II-02ХЛ3А	16	0,464
	58	I.I2.I.09.4	I25	ВН12.10113	1	0,7259
				ВН12.10213	4	
	59	I.I2.2.09.5	I25	ТП.16-ТПРК.03	24	0,552
	60	I.I2.3.09.5	I25	КСк3-II-02ХЛ3А	24	0,552
	61	I.I2.3.09.4	I25	КСк3-II-02ХЛ3А	24	0,552
	62	I.I2.I.I2.4	I25	ВН12.10213	6	0,9678
	63	I.I2.2.I2.5	I25	ТП.16-ТПРК.04	24	0,72
	64	I.I2.3.I2.4	I25	КСк4-II-02ХЛ3А	24	0,696

904-02-26.86

88

100

100

100

Им. № подл.	Подпись и дата	Значен. им. №

904-02-26.86

Альбом I

ВМЕСТИМОСТЬ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ
ПРИТОЧНЫХ КАМЕР 2ПК

Таблица 4.2

Основ- ные обору- дование	Т У Б						
	Номер	И н д е к с	Расход возду- ха, тыс. м³/ч	Т е п л о о б м е н н и к		Вместимость, м³	
				Т и п (и н д е к с)	Количество, шт		
904-02-26.86	01ПК	01	2.01.3.08.1	10	КСк4-10-02.ХЛЗА	4	0,044
		02	2.01.3.08.2	10	КСк4-10-02.ХЛЗА	4	0,044
		03	2.01.4.08.1	10	КВБ 10Б-ПУЗ	4	0,04
		04	2.01.4.08.2	10	КВБ 10Б-ПУЗ	4	0,04
		05	2.01.3.09.1	10	КСк3-10-02 ХЛЗА	6	0,054
		06	2.01.3.09.2	10	КСк3-10-02 ХЛЗА	6	0,054
		07	2.01.4.09.1	10	КВС 10Б-ПУЗ	6	0,042
		08	2.01.4.09.2	10	КВС 10Б-ПУЗ	6	0,042
		09	2.01.3.12.1	10	КСк4-10-02 ХЛЗА	6	0,066
		10	2.01.3.12.2	10	КСк4-10-02 ХЛЗА	6	0,066
		11	2.01.4.12.1	10	КВБ 10Б-ПУЗ	6	0,06
		12	2.01.4.12.2	10	КВБ 10Б-ПУЗ	6	0,06
21055-01 104	02ПК	13	2.02.2.08.1	20	ТП.05-ТИРК.04	6	0,072
		14	2.02.3.08.2	20	КСк4-10-02 ХЛЗА	6	0,066
		15	2.02.4.08.2	20	КВБ 10Б-ПУЗ	6	0,06
		16	2.02.2.09.1	20	ТП.05-ТИРК 03	9	0,081
		17	2.02.3.09.2	20	КСк3-10-02ХЛЗА	9	0,081
89	Лист						

Инв. № подл	Подпись и дата	Взвешивание

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. 4.2

Основ- ное обору- дова- ние	Т У Б						
	Номер	И н д е к с	Расход возду- ха, тыс. м³/ч	Т е п л о о б м е н н и к		Вместимость, м³	
				Т и п (и н д е к с)	Количес- тво, шт.		
904-02-26.86	2ПК20	18	2.02.4.09.2	20	КВС 10Б-ПВЗ	9	0,063
		19	2.02.2.12.1	20	ТП.05-71ПК.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	КВБ 10Б-ПВЗ	9	0,09
	2ПК31,5	22	2.03.3.03.1	31,5	КСк4-12-02 ХЛЗА	2	0,086
		23	2.03.4.08.1	31,5	КВБ 12Б-ПВЗ	2	0,102
		24	2.03.2.09.1	31,5	ТП.25-ТПК.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-ПВЗ	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	КВБ 12Б-ПВЗ	3	0,153
	2ПК40	29	2.04.2.03.1	40	ТП.16-ТПК.04 ТП.25-ТПК.04	2 2	0,152
		30	2.04.3.03.1	40	КСк4-11-02ХЛЗА КСк4-12-02ХЛЗА	2 2	0,144
90	105						
06	105						

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взвешивание №

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. 4.2

Основ- ное обору- дова- ние	Т У Б						
	Номер	И н д е к с	Расход возду- ха, тыс. м3/ч	Т е п л о о б м е н н и к		Вместимость, м ³	
				Т и п (и н д е к с)	Количество, шт.		
904-02-26.86	2ПК40	31	2.04.3.08.2	40	КСк4-II-02 ХЛЗА КСк4-I2-02 ХЛЗА	2 2	0,144
		32	2.04.4.08.1	40	КВЕ I1Б-IV3 КВЕ I2Б-IV3	2 2	0,164
		33	2.04.4.08.2	40	КВЕ I1Б-IV3 КВЕ I2Б-IV3	2 2	0,164
		34	2.04.2.09.1	40	ТП.16-ТИРК 03 ТП.25-ТИРК 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 I1Б-IV3 КВС I2Б-IV3	3 3	0,174
		37	2.04.4.09.2	40	КВС I1Б-IV3 КВС I2Б-IV3	3 3	0,174

21855-01

106

Лист 91

907

Инд. № докум.	Подпись и дата	Взам. инж. №

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. 4.2

Основное оборудование	Номер	Индекс	Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч	Т У В		Вместимость, м ³
				Теплообменник		
				Тип (индекс)	Количество, шт.	
2ТК40	38	2.04.2.12.1	40	ТП.16-ТПК.04 ТП.25-ТПК.04	3 3	0,228
	39	2.04.3.12.2	40	КСк4-11-02-ХЛЗА КСк4-12-02-ХЛЗА	3 3	0,216
	40	2.04.4.12.1	40	КББ 11Б-ПВЗ КББ 12Б-ПВЗ	3 3	0,246
	41	2.04.4.12.2	40	КББ 11Б-ПВЗ КББ 12Б-ПВЗ	3 3	0,246
	42	2.06.2.08.1	63	ТП.25-ТПК04	4	0,184
2ТК63 21855-04	43	2.06.3.08.2	63	КСк4-12-02ХЛЗА	4	0,172
	44	2.06.4.08.1	63	КББ 12Б-ПВЗ	4	0,204
	45	2.06.2.09.1	63	КББ 12Б-ПВЗ	4	0,204
	46	2.06.2.09.1	63	ТП.25-ТПК.03	6	0,21
	47	2.06.2.09.2	63	ТП.25-ТПК.03	6	0,21
	48	2.06.3.09.2	63	КСк3-12-02ХЛЗА	6	0,21
	49	2.06.4.09.2	63	КББ 12Б-ПВЗ	6	0,21

904-02-26.86

26

109

Продолжение табл. 4.2

Основное оборудование	ТУ В						
	Номер	И н д е к с	Расход возду- ха, тыс. м3/ч	Т е п л о о б м е н н и к		Вместимость, м ³	
				Т и п (и н д е к с)	Количество, шт		
904-02-26.86		50	2.06.2.12.1	63	ТП.25-ТПК.04	6	0,276
		51	2.06.3.12.2	63	КСк4-12-02 ХЛЕЗА	6	0,258
		52	2.06.4.12.2	63	КВЕ-12Б-IV3	6	0,306
	08ЛЦ2	53	2.08.2.08.3	80	ТП.16-ТПК.04 ТП.25-ТПК.04	4 4	0,304
		54	2.08.3.08.3	80	КСк4-11-02 ХЛЕЗА КСк4-12-02 ХЛЕЗА	4 4	0,288
		55	2.08.3.08.4	80	КСк4-11-02 ХЛЕЗА КСк4-12-02 ХЛЕЗА	4 4	0,288
		56	2.08.4.08.3	80	КВЕ 11Б-IV3 КВЕ 12Б-IV3	4 4	0,328
		57	2.08.2.09.3	80	ТП.16-ТПК.03 ТП.25-ТПК.03	6 6	0,348
		58	2.08.3.09.4	80	КСк3-11-02 ХЛЕЗА КСк3-12-02 ХЛЕЗА	6 6	0,348
		21055-01					
		108					

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взвешивание

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. 4.2

Основное оборудование	ТУБ					
	Номер	Индекс	Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник		Вместимость, м ³
				Тип (индекс)	Количество, шт.	
904-02-26.86 2П80 2П125	59	2.08.4.09.3	80	КВС IIB-IV3 КВС I2B-IV3	6 6	0,348
	60	2.08.4.09.4	80	КВС IIB-IV3 КВС I2B-IV3	6 6	0,348
	61	2.08.2.12.3	80	ТП.16-ТПРК.04 ТП.25-ТПРК.04	6 6	0,456
	62	2.08.3.12.4	80	КСк4-12-02 ХЛЗА КСк4-12-02 ХЛЗА	6 6	0,432
	63	2.08.4.12.3	80	КВЕ IIB-IV3 КВЕ I2B-IV3	6 6	0,492
	64	2.12.2.08.3	125	ТП.16-ТПРК.04 ТП.25-ТПРК.04	4 8	0,488
	65	2.12.3.08.4	125	КСк4-11-02 ХЛЗА КСк4-12-02 ХЛЗА	4 8	0,46

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. 4.2

Основ- ное обору- дова- ние	Т У В					
	Номер	Индекс	Расход возду- хатис. м ³ /ч	Теплообменник		Вместимость, м ³
				Тип (индекс)	Количество, шт.	
904-02-26.86 52ДШЦ 21855-01 110	66	2.12.4.08.4	I25	КББ IIB-IV3 КББ I2Б-IV3	4 8	0,532
	67	2.12.2.09.3	I25	ТП.16-Т1.ПК.03 ТП.25-Т1.ПК.03	6 12	0,558
	68	2.12.3.09.4	I25	КСк3-II-02 ХЛЗА КСк3-I2-02 ХЛЗА	6 12	0,558
	69	2.12.4.09.4	I25	КВС IIB-IV3 КВС I2Б-IV3	6 12	0,558
	70	2.12.2.12.3	I25	ТП.16-Т1.ПК.04 ТП.25-Т1.ПК.04	6 12	0,732
	71	2.12.3.12.4	I25	КСк4-II-02 ХЛЗА КСк4-I2-02 ХЛЗА	6 12	0,69
	72	2.12.4.12.4	I25	КББ IIB-IV3 КББ I2Б-IV3	6 12	0,798

Инд. № инв.	Подпись и дата	Взам. инв. №

904-02-26.86

Альбом I

Таблица 4.3

ВМЕСТИМОСТЬ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КОНДИЦИОНЕРОВ-УТИЛИЗАТОРОВ
КТЦ2А

Основ- ное обору- дова- ние	Т У Б						
	Номер	И н д е к с	Расход возду- ха, тыс. м³/ч	Т е п л о о б м е н н и к		Вмести- мость, м³	
				Тип (и н д е к с)	Количество, шт		
904-02-26.86	КТЦ2А-10	01	3.01.1.08.1	10	БТ401.03043	1	0,0488
					ВН01.10213	2	
		02	3.01.1.09.1	10	БТ401.03043	1	0,0549
					ВН01.10113	1	
					ВН01.10213	2	
		03	3.01.1.12.1	10	БТ401.03043	1	0,0732
	ВН01.10213				4		
	КТЦ2А-20	04	3.02.1.08.1	20	БТ402.03043	1	0,0976
					ВН02.10213	2	
		05	3.02.1.09.1	20	БТ402.03043	1	0,1098
					ВН02.10113	1	
					ВН02.10213	2	

96

Иск

111

10-55801

21855-01

КТЦ2А-10

КТЦ2А-20

III

Куб. м. вод.	Подпись и дата	Возм. куб. м.

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл.4.3

904-02-26.86

21555-01

10.55882

211

76

97

Основное обору- дова- ние	Т У Б					
	Номер	И н д е к с	Расход воздуха, тыс. м³/ч	Т е п л о о б м е н н и к		Емсти- мость, м³
				Т и п (индекс)	Количес- тво, шт.	
КТ12А-20	06	3.02.І.І2.І	20	БТ402.03043	І	0,1464
				ВН02.І02І3	4	
КТ12А-20	07	3.03.І.08.І	3І,5	БТ403.03043	І	0,1568
				ВН03.І02І3	2	
КТ12А-40	08	3.04.І.08.2	40	БТ404.03043	І	0,196
				ВН04.І02І3	2	
	09	3.04.І.09.2	40	БТ404.03043	І	0,2205
				ВН04.І0ІІ3	І	
				ВН04.І02І3	2	
	І0	3.04.І.І2.2	40	БТ404.03043	І	0,294
				ВН04.І02І3	4	
КТ12А-63	ІІ	3.06.І.08.3	63	БТ406.03043	І	0,3226
				ВН06.І02І3	2	

904-02-26.86

211 1055803
КТ12А-6316
97

112

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взаменив

904-02-26.86

Альбом I

Продолжение табл. 4.3

Основное обору- дова- ние	Т У Б					
	Номер	Индекс	Расход возду- ха, тыс. м³/ч	Теплообменник		Вмести- мость, м³
				Тип (индекс)	Количество, шт	
КТП2А-63	I2	3.06.I.09.3	63	БТ406.03043	I	0,3629
				ВН06.101I3	I	
				ВН06.102I3	2	
	I3	3.06.I.I2.3	63	БТ406.03043	I	0,4839
				ВН06.102I3	4	
	I4	3.08.I.08.4	80	БТ408.03043	I	0,4032
ВН08.102I3				2		
КТП2А-80	I5	3.08.I.09.4	80	БТ408.03043	I	0,4536
				ВН08.101I3	I	
				ВН08.102I3	2	

904-02-26.86

2195501

113

98

Лист

113

ЦНВ. № 1000	Подпись и дата	Взят. инв. №

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. 4.3

Основное обору- дова- ние	Т У Б					Вмести- мость, м ³
	Номер	Индекс	Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч	Теплообменник		
				Тип (индекс)	Количес- тво, шт.	
КТИ2А- 80	16	3.08.1.12.4	80	БТ408.03043	1	0,6048
				ВН08.10213	4	
КТИ2А-125	17	3.12.1.08.4	125	БТ412.03043	1	0,6452
				ВН12.10213	2	
	18	3.12.1.09.4	125	БТ412.03043	1	0,7259
				ВН12.10113	1	
				ВН12.10213	2	
	19	3.12.1.12.4	125	БТ412.03043	1	0,9678
				ВН12.10213	4	

904-02.26.86

21855-01

66 лист

114

114

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

904-02.26-86 Альбом I

Таблица 5

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

Скорость движения теплоносителя, 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
единиц МГТС.

СИ, в знаменателе - в системе

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

904-02-26.86

100

100

21855-01

115

115

Таблица 6

КОЭФФИЦИЕНТ $C_{\text{ж}}$ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ
ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ (раствор CaCl_2) ДЛЯ ТП И ВН

Тип теплообменника	И н д е к с		Коэффициент $C_{\text{ж}}$	
			$(\text{Па} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^4$	$(\text{кг} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^2$
Теплоутилизатор рекуперативный для систем с промежуточным теплоносителем ТП	ТП.05-ТИРК.03		12033	1227
	ТП.05-ТИРК.04		12222	1246
	ТП.16-ТИРК.03		23751	2421
	ТП.16-ТИРК.04		28539	2909
	ТП.25-ТИРК.03		39060	3982
	ТП.25-ТИРК.04		50526	5150
Базовый тепло- обменник типовых центральных кон- дционеров КТЦ2А (без обводного канала) ВН	H = 1 м	однорядный	11781	1201
	B = 0,828 м	двухрядный	24633	2511
	H = 1 м	однорядный	15246	1554
	B = 1,655 м	двухрядный	28224	2877
	H = 1,25 м	однорядный	13734	1400
	B = 0,828 м	двухрядный	27594	2813
	H = 1,25 м	однорядный	19788	2017
	B = 1,655 м	двухрядный	33705	3436
	H = 1,5 м	однорядный	21924	2235
	B = 1,655 м	двухрядный	41958	4277
	H = 2 м	однорядный	28476	2903
	B = 1,655 м	двухрядный	55692	5677

116

21855-01

904-02-26.86

Лист

101

Таблица 7

КОЭФФИЦИЕНТ $S_{\text{ж}}$ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ
ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ (раствор CaCl_2) ДЛЯ КСк3, КСк4,
КВСБ-ПУЗ и КВББ-ПУЗ

Тип теплообменника	Индекс	Коэффициент $S_{\text{ж}}$	
		(Па·с ²)/м ⁴	(кг·с ²)/м ⁴
Воздухонагреватель биметаллический со спирально-накатным оребрением КСк3 КСк4	КСк3-10-02ХЛЗА	21420	2183
	КСк3-11-02ХЛЗА	44730	4560
	КСк3-12-02ХЛЗА	83601	8522
	КСк4-10-02ХЛЗА	22554	2299
	КСк4-11-02ХЛЗА	48384	4932
	КСк4-12-02ХЛЗА	92610	9440
Калорифер стальной пластинчатый КВСБ-ПУЗ КВББ-ПУЗ	КВС 10Б-ПУЗ	24192	2466
	КВС 11Б-ПУЗ	25830	2633
	КВС 12Б-ПУЗ	40824	4161
	КВБ 10Б-ПУЗ	25578	2607
	КВБ 11Б-ПУЗ	27279	2781
	КВБ 12Б-ПУЗ	45171	4605

117

21855-01

904-02-26.86

117

102

Альбом I

904-02-26.86

Инв. № докум. Подпись и дата Визменения

Таблица 8

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

$t_{\text{вн2}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вн1}}, ^\circ\text{C}$			
	- 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, $^\circ\text{C}$	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

Таблица 10

КОЭФФИЦИЕНТЫ e , кДж/кг, и $C_{нас}$, кДж/(кг. $^{\circ}$ С)

Средняя температура промежуточного теплоносителя, $^{\circ}$ С	Температура замерзания промежуточного теплоносителя, $^{\circ}$ С				
	раствор хлористого кальция				в о д а
	- 10	- 20	- 30	- 40	0
(-20)-(-15)	$\frac{4,216}{1,13}$	$\frac{3,814}{1,114}$	$\frac{3,429}{1,101}$	$\frac{3,035}{1,093}$	-
(-15)-(-10)	$\frac{5,99}{1,235}$	$\frac{5,48}{1,218}$	$\frac{4,953}{1,193}$	$\frac{4,354}{1,172}$	-
(-10)-(-5)	$\frac{7,61}{1,377}$	$\frac{6,942}{1,344}$	$\frac{6,544}{1,336}$	$\frac{5,514}{1,277}$	-
(-5)- 0	$\frac{8,89}{1,708}$	$\frac{8,126}{1,574}$	$\frac{7,352}{1,495}$	$\frac{6,46}{1,457}$	-
0 - 5	$\frac{8,86}{1,804}$	$\frac{8,08}{1,737}$	$\frac{7,302}{1,667}$	$\frac{6,423}{1,587}$	$\frac{9,42}{1,884}$
5 - 10	$\frac{7,268}{1,817}$	$\frac{6,636}{1,976}$	$\frac{5,995}{1,88}$	$\frac{5,28}{1,775}$	$\frac{8,374}{2,093}$
10 - 15	$\frac{3,542}{2,428}$	$\frac{3,236}{2,302}$	$\frac{2,922}{2,177}$	$\frac{2,562}{2,039}$	$\frac{4,312}{2,537}$
15 - 20	$\frac{-3,843}{2,91}$	$\frac{-3,496}{2,742}$	$\frac{-3,144}{2,575}$	$\frac{-2,788}{2,386}$	$\frac{-4,731}{3,084}$
20 - 25	$\frac{-20,22}{3,722}$	$\frac{-18,463}{3,475}$	$\frac{-16,688}{3,242}$	$\frac{14,683}{2,973}$	$\frac{-22,82}{4,011}$
25 - 30	$\frac{-37,539}{4,404}$	$\frac{-34,306}{4,103}$	$\frac{-30,93}{3,806}$	$\frac{-27,21}{3,471}$	$\frac{-39,77}{4,69}$

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

119

21855-01

904-02-26.86

Лист

104

904-02-26-86 Альбом 1

Инв. № подл. Подпись и дата

Зачтен инв. №

Таблица II

ПАРАМЕТРЫ F_0' ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ ПРИ $W = I$

Расход возду- ха, тыс. м3/ч, $Z_{ном}$	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю														
		2,4					I					I, 3, 5				
		Относительный расход воздуха, $\bar{Z}_в$										Относительный расход воздуха, $\bar{Z}_в$				
		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	
ТУБ на базе 2ПК с ТП-03																
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

21855-01

120

105

120

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

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч, $L_{\text{воз}}$	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУВ по теплоносителю														
		2,4					1					1, 3, 5				
		Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$														
		Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$														
		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	

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	

ТУВ на базе 2ПК с ТП-04

10	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	
	12	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	
	16	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	
	12	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	
	16	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

21855-01

106

121

121

Лист № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч, $L_{возд}$	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю													
		2,4							1, 3, 5						
		Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$							Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$						
		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
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
	12	1,08	0,89	0,75	0,67	0,64	0,64	0,64	1,08	0,89	0,75	0,67	0,64	0,64	0,64
	16	1,5	1,17	1,0	0,89	0,86	0,86	0,86	1,5	1,17	1,0	0,89	0,86	0,86	0,86
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
	12	1,5	1,04	0,89	0,79	0,69	0,66	0,63	1,38	1,13	1,0	1,0	0,96	0,92	0,88
	16	1,7	1,38	1,17	1,04	0,92	0,88	0,85	1,86	1,5	1,38	1,33	1,27	1,22	1,17
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
	12	1,08	0,89	0,75	0,67	0,64	0,64	0,64	1,22	1,0	1,0	0,92	0,89	0,84	0,8
	16	1,5	1,17	1,0	0,89	0,86	0,86	0,86	1,63	1,38	1,33	1,27	1,17	1,13	1,08
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
	12	1,27	1,04	0,89	0,79	0,69	0,66	0,63	1,38	1,13	1,0	1,0	0,96	0,92	0,88
	16	1,7	1,38	1,17	1,04	0,92	0,88	0,85	1,86	1,5	1,38	1,33	1,27	1,22	1,17
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
	12	1,27	1,04	0,89	0,79	0,72	0,67	0,63	1,48	1,3	1,26	1,14	1,07	1,02	0,97
	16	1,7	1,38	1,17	1,04	0,96	0,9	0,85	1,98	1,74	1,68	1,52	1,43	1,36	1,3

904-02-26-86

21855-01

122

107

Лист

122

Ив. № подл.	Подпись и дата.	Взят из

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м³/ч, $L_{\text{возд}}$	Число рядов- трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУВ по теплоносителю													
		2, 4				1				1, 3, 5					
		Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$						Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$							
		0,5	10,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	0,5	10,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0
$L_{\text{возд}}$		0,5	10,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	0,5	10,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0

ТУВ на базе 2ПК с КСЖ 8

10	6	1,17	0,92	0,96	0,89	0,85	0,8	0,76	1,56	1,33	1,2	1,08	1,04	0,97	0,91
	9	1,7	1,44	1,44	1,33	1,27	1,2	1,13	2,33	2,03	1,78	1,63	1,56	1,44	1,36
	12	2,33	1,86	1,94	1,78	1,7	1,6	1,51	3,17	2,7	2,45	2,23	2,03	1,92	1,82
20	6	0,96	0,96	0,89	0,82	0,75	0,72	0,68	1,56	1,33	1,17	1,04	0,96	0,91	0,86
	9	1,44	1,44	1,33	1,22	1,13	1,07	1,02	2,33	1,84	1,78	1,56	1,44	1,37	1,29
	12	1,94	1,94	1,78	1,63	1,5	1,43	1,36	3,17	2,7	2,33	2,125	1,94	1,83	1,72
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	1,38	1,38	1,27	1,17	1,08	1,00	0,99	1,38	1,38	1,27	1,17	1,08	1,04	0,99
	12	1,86	1,86	1,7	1,56	1,44	1,38	1,32	1,86	1,86	1,7	1,56	1,44	1,38	1,32
40	6	1,08	0,92	0,92	0,85	0,79	0,7	0,72	1,5	1,27	1,13	1,04	1,0	0,93	0,87
	9	1,63	1,38	1,38	1,27	1,22	1,15	1,09	2,33	1,94	1,7	1,56	1,5	1,4	1,31
	12	2,23	1,86	1,86	1,7	1,63	1,54	1,45	3,0	2,57	2,33	2,125	1,94	1,84	1,74
63	6	0,92	0,92	0,85	0,79	0,72	0,68	0,65	1,33	1,17	1,04	0,96	0,89	0,84	0,78
	9	1,38	1,38	1,27	1,17	1,08	1,03	0,98	2,03	1,78	1,56	1,44	1,33	1,25	1,17
	12	1,86	1,86	1,7	1,56	1,44	1,38	1,31	2,7	2,33	2,03	1,86	1,78	1,67	1,56

904-02-26-86

2105501
123108
123

123

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч, <i>L_{воз}</i>	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю														
		2,4					I					I, 3, 5				
		Относительный расход воздуха, $\bar{Z}_в$														
		Относительный расход воздуха, $\bar{Z}_в$														
		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	1,13	0,92	0,92	0,85	0,79	0,76	0,72	1,5	1,27	1,17	1,04	1,0	1,93	0,87	
	9	1,63	1,38	1,38	1,27	1,22	1,15	1,09	2,33	1,78	1,7	1,56	1,5	1,39	1,31	
	12	2,23	1,86	1,86	1,7	1,63	1,54	1,45	3,0	2,57	2,33	2,125	1,94	1,84	1,74	
125	6	1,13	0,92	0,92	0,85	0,82	1,78	0,73	1,69	1,44	1,28	1,16	1,07	1,01	0,95	
	9	0,62	1,38	1,39	1,27	1,22	1,17	1,10	2,54	2,16	1,92	1,74	1,61	1,52	1,42	
	12	2,23	1,36	1,86	1,7	1,63	1,55	1,46	3,38	2,87	2,55	2,32	2,15	2,04	1,9	
ТУБ на базе 2ПК с КСк 4																
10	8	1,38	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	
	12	2,03	1,63	1,44	1,5	1,44	1,38	1,33	2,33	2,23	2,03	2,03	1,86	1,76	1,65	
	16	2,7	2,125	1,7	1,94	1,94	1,9	1,77	3,17	3,0	2,7	2,57	2,45	2,34	2,2	
20	8	1,17	0,96	1,0	0,92	0,89	0,85	0,82	1,78	1,5	1,38	1,27	1,22	1,15	1,08	
	12	1,74	1,54	1,58	1,38	1,28	1,28	1,27	2,57	2,33	2,125	1,94	1,78	1,7	1,62	
	16	2,33	1,94	1,94	1,86	1,78	1,71	1,64	3,55	3,0	2,85	2,57	2,45	2,3	2,16	
31,5	8	1,13	0,92	0,96	0,92	0,85	0,83	0,8	1,13	0,92	0,96	0,92	0,85	0,83	0,8	
	12	1,7	1,44	1,44	1,38	1,27	1,23	1,19	1,7	1,44	1,44	1,38	1,27	1,23	1,19	
	16	2,23	1,86	1,94	1,78	1,7	1,65	1,6	2,23	1,86	1,94	1,78	1,7	1,65	1,6	

904-02-26.86

109

124

21855-01

124

124

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч, $L_{воз}$	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю														
		2,4					I					I, 3, 5				
		Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$														
		0,5	10,75	I,0	II,25	I,5	II,75	I,20	0,5	10,75	I,0	II,25	I,5	II,75	I,20	
40	8	1,27	1,04	0,96	0,96	0,92	0,89	0,86	1,5	1,44	1,33	1,22	1,17	1,12	1,07	
	12	1,94	1,56	1,44	1,44	1,38	1,33	1,28	2,33	2,23	2,03	1,86	1,78	1,69	1,6	
	16	2,57	2,03	1,86	1,94	1,86	1,78	1,71	3,0	2,85	2,7	2,45	2,45	2,3	2,14	
63	8	1,13	0,92	0,96	0,92	0,85	0,83	0,8	1,5	1,33	1,22	1,13	1,08	1,03	0,98	
	12	1,7	1,44	1,44	1,38	1,27	1,23	1,19	2,33	2,03	1,86	1,7	1,63	1,55	1,46	
	16	2,23	1,86	1,94	1,78	1,7	1,65	1,6	3,0	2,7	2,45	2,33	2,125	2,04	1,95	
80	8	1,27	1,04	0,96	0,96	0,92	0,89	0,86	1,5	1,44	1,33	1,22	1,17	1,12	1,07	
	12	1,94	1,56	1,44	1,44	1,38	1,33	1,28	2,33	2,33	2,03	1,86	1,78	1,69	1,6	
	16	2,57	2,03	1,86	1,94	1,86	1,78	1,71	3,0	2,85	2,7	2,45	2,33	2,24	2,14	
125	8	1,33	1,04	0,92	0,96	0,92	0,91	0,86	1,88	1,65	1,5	1,39	1,30	1,24	1,18	
	12	1,94	1,56	1,38	1,44	1,38	1,34	1,29	2,82	2,48	2,25	2,08	1,95	1,86	1,77	
	16	2,57	2,125	1,86	1,94	1,86	1,79	1,72	3,76	3,3	3,0	2,78	2,6	2,47	2,35	
ТУБ на базе 2ПК с КВСБ-ПУЗ																
10	6	1,04	0,82	0,79	0,72	0,67	0,63	0,59	1,33	1,08	0,96	0,85	0,79	0,74	0,68	
	9	1,56	1,22	1,17	1,08	1,0	0,94	0,88	1,94	1,63	1,44	1,27	1,17	1,09	1,01	
	12	2,03	1,63	1,56	1,44	1,33	1,25	1,18	2,7	2,23	1,94	1,7	1,56	1,45	1,35	

904-02-26-86

21855-01

110

110

115

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч, <i>Z_в</i>	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю														
		2,4					1					1, 3, 5				
		Относительный расход воздуха, $\bar{Z}_в$														
		Относительный расход воздуха, $\bar{Z}_в$														
<i>Z_в</i>		0,5	10,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	0,5	10,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	
20	6	0,85	0,79	0,69	0,64	0,59	0,55	0,51	1,27	1,04	0,89	0,79	0,72	0,65	0,61	
	9	1,27	1,17	1,04	0,96	0,89	0,83	0,77	1,94	1,56	1,33	1,17	1,08	1,0	0,91	
	12	1,7	1,56	1,44	1,27	1,17	1,1	1,03	2,57	2,03	1,78	1,56	1,44	1,32	1,21	
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	1,22	1,13	1,0	0,89	0,85	0,79	0,73	1,22	1,13	1,0	0,89	0,82	0,79	0,73	
	12	1,63	1,5	1,33	1,22	1,13	1,05	0,97	1,63	1,5	1,33	1,17	1,13	1,05	0,97	
40	6	0,96	0,79	0,75	0,67	0,64	0,6	0,55	1,22	1,0	0,89	0,82	0,72	0,67	0,63	
	9	1,44	1,17	1,13	1,0	0,96	0,9	0,83	1,86	1,56	1,33	1,22	1,08	1,0	0,95	
	12	1,94	1,56	1,5	1,38	1,22	1,17	1,1	2,45	2,03	1,78	1,63	1,5	1,38	1,26	
63	6	0,82	0,75	0,67	0,61	0,56	0,52	0,48	1,08	0,92	0,79	0,69	0,64	0,6	0,55	
	9	1,22	1,13	1,0	0,89	0,85	0,79	0,73	1,63	1,38	1,17	1,04	0,96	0,89	0,82	
	12	1,63	1,5	1,33	1,22	1,13	1,05	0,97	2,23	1,78	1,56	1,38	1,27	1,18	1,09	
80	6	0,96	0,79	0,75	0,67	0,64	0,6	0,55	1,22	1,04	0,89	0,82	0,72	0,67	0,63	
	9	1,44	1,17	1,13	1,0	0,96	0,9	0,83	1,86	1,56	1,33	1,22	1,08	1,03	0,95	
	12	1,94	1,56	1,5	1,38	1,22	1,17	1,1	2,45	2,03	1,78	1,63	1,5	1,38	1,26	

904-02-26.86

21855-01

126

111

126

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч, <i>L₀₀₄</i>	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю														
		2, 4					1					1, 3, 5				
		Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$										Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$				
		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	
125	6	0,96	0,75	0,72	0,67	0,61	0,58	0,54	1,34	1,09	0,94	0,84	0,76	0,7	0,65	
	9	1,44	1,13	1,08	1,0	0,92	0,86	0,81	2,01	1,64	1,41	1,25	1,14	1,06	0,97	
	12	1,86	1,5	1,5	1,33	1,22	1,15	1,08	2,68	2,19	1,88	1,67	1,51	1,4	1,3	
ТУБ на базе ЗПК с КББ-ПУЗ																
10	8	1,27	1,0	0,82	0,82	0,79	0,64	0,69	1,44	1,33	1,13	1,04	0,96	0,89	0,82	
	12	1,94	1,5	1,22	1,22	1,17	1,1	1,04	2,125	1,94	1,7	1,56	1,44	1,33	1,23	
	16	2,57	1,94	1,63	1,63	1,56	1,47	1,39	2,85	2,57	2,33	2,03	1,86	1,75	1,64	
20	8	1,08	0,82	0,82	0,75	0,69	0,65	0,61	1,5	1,27	1,08	0,96	0,89	0,82	0,75	
	12	1,63	1,22	1,22	1,13	1,04	0,98	0,92	2,33	1,86	1,63	1,44	1,33	1,26	1,2	
	16	2,125	1,63	1,63	1,5	1,38	1,3	1,22	3,0	2,45	2,125	1,94	1,78	1,63	1,49	
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	
	12	1,44	1,13	1,08	1,0	0,96	0,9	0,83	1,44	1,13	1,08	1,0	0,96	0,9	0,83	
	16	1,94	1,5	1,44	1,38	1,27	1,19	1,11	1,94	1,5	1,44	1,34	1,27	1,19	1,11	
40	8	1,17	0,89	0,75	0,75	0,72	0,67	0,63	1,27	1,22	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	
	12	1,78	1,33	1,13	1,13	1,08	1,0	0,95	1,94	1,78	1,56	1,44	1,33	1,23	1,13	
	16	2,33	1,78	1,5	1,5	1,44	1,36	1,27	2,57	2,45	2,125	1,94	1,78	1,65	1,51	

904-02-26.86

21835-01

127

112

127

127

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам инв. №

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

Расход воз- духа, тыс. м ³ /ч, <i>L_{воз}</i>	Число рядов трубок по ко- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю														
		2, 4					I					I, 3, 5				
		Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$														
		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	2,0	
63	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	
	12	1,44	1,13	1,08	1,0	0,96	0,9	0,83	1,86	1,56	1,38	1,22	1,13	1,05	0,98	
	16	1,94	1,5	1,44	1,38	1,27	1,19	1,11	2,45	2,125	1,86	1,63	1,5	1,4	1,3	
80	8	1,17	0,89	0,75	0,75	0,72	0,67	0,63	1,27	1,22	1,04	0,96	0,89	0,82	0,75	
	12	1,78	1,33	1,13	1,13	1,08	1,0	0,95	1,94	1,78	1,56	1,44	1,33	1,23	1,13	
	16	2,33	1,78	1,5	1,5	1,44	1,36	1,27	2,57	2,45	2,125	1,94	1,78	1,65	1,51	
125	8	1,17	0,89	0,75	0,72	0,69	0,65	0,62	1,56	1,29	1,12	1,0	0,91	0,84	0,78	
	12	1,7	1,33	1,13	1,08	1,04	0,98	0,93	2,34	1,94	1,68	1,5	1,37	1,28	1,18	
	16	2,33	1,78	1,5	1,44	1,38	1,31	1,24	3,12	2,58	2,24	2,0	1,82	1,7	1,57	
ТУБ на базе КТЦ 2А с ВН																
10	8	1,33	1,04	1,0	1,04	1,0	0,95	0,91	1,33	1,04	1,0	1,04	1,0	0,95	0,91	
	10	1,63	1,33	1,27	1,27	1,22	1,18	1,14	1,63	1,33	1,27	1,27	1,22	1,18	1,14	
	12	1,94	1,56	1,5	1,56	1,5	1,43	1,36	1,94	1,56	1,5	1,56	1,5	1,43	1,36	
20	8	1,63	1,5	1,38	1,33	1,22	1,16	1,11	1,08	1,5	1,38	1,33	1,22	1,16	1,11	
	10	2,03	1,94	1,78	1,63	1,5	1,45	1,39	2,03	1,94	1,78	1,63	1,5	1,45	1,39	
	12	2,45	2,33	2,125	1,94	1,86	1,76	1,67	2,45	2,33	2,125	1,94	1,86	1,76	1,67	

904-02-26.86

21855-01

128

113

128

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч, <i>L_{ном}</i>	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУВ по теплоносителю													
		2,4							I						
		I, 3, 5							Относительный расход воздуха, \bar{L}_B						
		Относительный расход воздуха, \bar{L}_B							Относительный расход воздуха, \bar{L}_B						
		0,5	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	0,5	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0		

31,5	8	1,94	1,7	1,5	1,44	1,33	1,26	1,2	1,94	1,7	1,5	1,44	1,33	1,26	1,2
	10	2,45	2,125	1,94	1,78	1,63	1,56	1,5	2,45	2,125	1,94	1,78	1,63	1,56	1,5
	12	2,85	2,57	2,33	2,125	2,03	1,91	1,8	2,85	2,57	2,33	2,125	2,03	1,91	1,8
40	8	1,38	1,38	1,22	1,22	1,13	1,08	1,03	1,94	1,7	1,5	1,38	1,33	1,25	1,18
	10	1,78	1,78	1,5	1,5	1,44	1,36	1,29	2,45	2,125	1,94	1,78	1,63	1,55	1,48
	12	2,125	2,125	1,78	1,78	1,7	1,67	1,55	2,85	2,57	2,33	2,125	1,94	1,86	1,78
63	8	1,94	1,7	1,44	1,38	1,33	1,26	1,2	2,23	1,94	1,7	1,56	1,5	1,41	1,32
	10	2,45	2,125	1,78	1,78	1,63	1,56	1,5	2,85	2,45	2,125	1,94	1,86	1,76	1,65
	12	2,85	2,57	2,125	2,125	2,03	1,91	1,8	3,35	2,85	2,57	2,33	2,23	2,1	1,98
80	8	1,44	1,44	1,22	1,22	1,17	1,1	1,06	2,03	1,7	1,56	1,44	1,38	1,3	1,22
	10	1,78	1,78	1,56	1,78	1,44	1,38	1,33	2,45	2,125	1,94	1,78	1,7	1,63	1,52
	12	2,125	2,125	1,86	2,125	1,78	1,69	1,59	2,85	2,57	2,33	2,23	2,03	1,93	1,83
125	8	1,94	1,7	1,44	1,44	1,33	1,26	1,2	2,23	1,94	1,7	1,56	1,5	1,41	1,32
	10	2,45	2,125	1,78	1,78	1,63	1,56	1,5	2,85	2,45	2,125	2,03	1,86	1,76	1,65
	12	2,85	2,57	2,125	2,125	2,03	1,91	1,8	3,35	2,85	2,57	2,33	2,23	2,11	1,99

904-02-26-86

21855-01

120

114

Инв. № подл. Подпись и дата Взам. инв. №

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м³/ч, $L_{\text{воз}}$	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУВ по теплоносителю													
		2, 4				1				1, 3, 5					
		Относительный расход воздуха, $\bar{Z}_в$							Относительный расход воздуха, $\bar{Z}_в$						
		0,5	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	0,5	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0		
		0,5	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	0,5	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0		

ТУВ на базе КПЦ 2А с ТП-03

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	0,7	1,7	1,33	1,17	1,13	1,13	1,09	1,04
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	1,26	1,02	0,87	0,77	0,74	0,69	0,68	1,26	1,02	0,87	0,77	0,74	0,69	0,68
	12	1,69	1,36	1,16	1,03	1,01	0,92	0,9	1,69	1,36	1,16	1,03	1,01	0,92	0,9
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	1,15	0,92	0,79	0,7	0,66	0,66	0,66	1,27	1,07	1,06	1,0	0,94	0,9	0,86
	12	1,53	1,23	1,05	0,93	0,88	0,88	0,88	1,7	1,42	1,41	1,34	1,25	1,2	1,14
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
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	1,15	0,92	0,79	0,7	0,66	0,66	0,66	1,27	1,07	1,06	1,0	0,94	1,2	0,86
	12	1,53	1,23	1,05	0,93	0,88	0,88	0,88	1,7	1,42	1,41	1,34	1,25	1,2	1,14

904-02-26.86

21855-01

130

130

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч <i>L_{воз}</i>	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю														
		2, 4					1					1, 3, 5				
		Относительный расход воздуха, $\bar{Z}_в$										Относительный расход воздуха, $\bar{Z}_в$				
		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	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	0,77	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	1,16	0,93	0,79	0,7	0,68	0,68	0,68	1,28	1,07	1,06	0,99	0,94	0,9	0,86	
	12	1,54	1,24	1,06	0,94	0,9	0,9	0,9	1,7	1,42	1,41	1,32	1,25	1,2	1,14	

ТУБ на базе КЩ 2А с ТП-04

10	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	
	12	1,22	1,0	0,85	0,75	0,69	0,64	0,59	1,38	1,13	0,96	0,85	0,79	0,86	0,82	
	16	1,63	1,33	1,13	1,0	0,92	0,85	0,78	1,86	1,5	1,27	1,13	1,04	1,13	1,09	

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	
	12	1,4	1,13	0,97	0,86	0,78	0,73	0,67	1,4	1,13	0,97	0,86	0,78	0,73	0,67	
	16	1,87	1,5	1,29	1,15	1,04	0,97	0,89	1,87	1,5	1,29	1,15	1,04	0,97	0,89	

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	
	12	1,28	1,03	0,88	0,77	0,7	0,66	0,63	1,38	1,13	1,0	1,0	0,91	0,9	0,88	
	16	1,7	1,37	1,17	1,03	0,94	0,9	0,84	1,85	1,51	1,33	1,33	1,22	1,2	1,17	

904-02-26.86

21855-01

131

131

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч, <i>L_{ном}</i>	Число рядов трубок по ко- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю													
		2,4							I, 3, 5						
		Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$													
		Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$													
		0,5	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	0,5	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0		

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
	12	1,5	1,04	0,89	0,79	0,69	0,66	0,63	1,38	1,13	1,0	1,0	0,96	0,92	0,88
	16	1,7	1,38	1,17	1,04	0,92	0,88	0,85	1,86	1,5	1,38	1,33	1,27	1,22	1,17
63	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
	12	1,28	1,03	0,88	0,77	0,7	0,66	0,63	1,38	1,13	1,0	1,0	0,96	0,92	0,88
	16	1,7	1,37	1,17	1,03	0,94	0,9	0,84	1,85	1,51	1,33	1,33	1,28	1,23	1,17
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
	12	1,27	1,04	0,89	0,79	0,69	0,66	0,63	1,38	1,13	1,0	1,0	0,96	0,92	0,88
	16	1,7	1,38	1,17	1,04	0,92	0,88	0,85	1,86	1,5	1,38	1,33	1,27	1,22	1,17
125	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	0,62	0,59
	12	1,28	1,04	0,88	0,77	0,7	0,67	0,63	1,38	1,13	1,0	1,0	0,96	0,92	0,88
	16	1,7	1,39	1,17	1,03	0,94	0,9	0,84	1,85	1,51	1,33	1,33	1,28	1,24	1,17

ТУБ на базе КПЦ 2А с КСкЗ

10	6	1,17	0,92	0,96	0,89	0,85	0,8	0,76	1,56	1,33	1,22	1,08	1,04	0,97	0,91
	9	1,76	1,38	1,44	1,33	1,28	1,21	1,14	2,34	1,99	1,83	1,62	1,56	1,46	1,36
	12	2,35	1,84	1,92	1,77	1,7	1,6	1,51	3,13	2,65	2,44	2,17	2,08	1,95	1,82

904-02-26-86

21855-01 132

117

118

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м³/ч, $L_{возд}$	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю														
		2,4					I					I, 3, 5				
		Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$										Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$				
		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	
20	6	1,22	0,96	0,92	0,89	0,85	0,81	0,77	1,22	0,96	0,92	0,89	0,85	1,81	0,77	
	9	1,83	1,44	1,38	1,33	1,28	1,22	1,16	1,83	1,44	1,38	1,33	1,28	1,22	1,16	
	12	2,44	1,92	1,84	1,77	1,7	1,63	1,55	2,44	1,92	1,84	1,77	1,7	1,63	1,55	
31,5	6	1,08	0,96	0,92	0,85	0,82	1,78	0,73	1,5	1,27	1,17	1,04	1,0	0,93	0,87	
	9	1,62	1,44	1,38	1,28	1,23	1,16	1,09	1,12	1,91	1,76	1,56	1,5	1,41	1,31	
	12	2,17	1,92	1,84	1,7	1,64	1,55	1,45	3,0	2,54	2,34	2,08	2,0	1,87	1,75	
40	6	1,04	0,89	0,85	0,82	0,75	1,72	0,68	1,38	1,22	1,08	1,0	0,92	1,86	0,81	
	9	1,56	1,33	1,28	1,23	1,13	1,08	1,02	2,07	1,83	1,62	1,5	1,38	1,29	1,21	
	12	2,08	1,77	1,7	1,64	1,51	1,44	1,37	2,76	2,44	2,17	2,0	1,84	1,73	1,62	
63	6	1,08	0,85	0,89	0,82	0,79	0,75	0,71	1,44	1,27	1,13	1,04	0,96	0,91	0,86	
	9	1,62	1,28	1,33	1,23	1,18	1,12	1,06	2,16	1,91	1,69	1,56	1,44	1,37	1,29	
	12	2,17	1,7	1,77	1,64	1,57	1,5	1,42	2,88	2,54	2,25	2,08	1,92	1,82	1,72	
80	6	1,04	0,92	0,92	0,85	0,79	0,76	0,72	1,5	1,27	1,17	1,04	1,0	0,94	0,87	
	9	1,56	1,38	1,38	1,28	1,18	1,13	1,09	1,12	1,91	1,76	1,56	1,5	1,41	1,31	
	12	2,08	1,84	1,84	1,7	1,57	1,51	1,45	3,0	2,54	2,34	2,08	2,0	1,87	1,74	

904-02-26.86

21855-01

133

113

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч, $\bar{L}_{\text{ном}}$	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю													
		2,4							1, 3, 5						
		Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$							Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$						
		0,5	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	0,5	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	0,5	1,0
125	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 КТЦ 2А с КСк4															
10	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
	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
	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
20	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
	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
	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
31,5	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
	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
	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
40	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
	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
	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

21855-01

134

134

Продолжение табл. II

Расход возду- ха, тыс. м ³ /ч, $L_{ном}$	Число рядов трубок по хо- ду воз- духа	Тип обвязки ТУБ по теплоносителю																							
		2,4						1						1, 3, 5											
		Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$												Относительный расход воздуха, $\bar{L}_в$											
		0,5 10,75 1 1,0 1,25 1,5 1,75 2,0 0,5 10,75 1 1,0 1,25 1,5 1,75 2,0												0,5 10,75 1 1,0 1,25 1,5 1,75 2,0											

63	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
	12	1,91	1,56	1,44	1,38	1,38	1,34	1,29	2,25	2,16	1,99	1,91	1,76	1,68	1,6
	16	2,54	2,08	1,92	1,85	1,85	1,79	1,71	3,0	2,88	2,65	2,55	2,35	2,25	2,14
80	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
	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
	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
125	8	1,32	1,04	0,92	0,92	0,92	0,89	0,86	1,56	1,44	1,38	1,27	1,17	1,12	1,07
	12	1,99	1,56	1,38	1,38	1,38	1,34	1,29	2,35	2,16	2,07	1,91	1,76	1,68	1,6
	16	2,65	2,08	1,85	1,85	1,85	1,79	1,71	3,13	2,88	2,76	2,55	2,35	2,25	2,14

ПРИМЕЧАНИЕ: Типы обвязки ТУБ по теплоносителю приведены в альбоме 4.

904-02-26.86

21855-01

135

120

120

125

Альбом I

Таблица 12

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР θ ДЛЯ
ГРУППЫ ТЕПЛООБМЕННИКОВ (ПО ХОДУ ВОЗДУХА)

Пара- метр %	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	0,894	0,868	0,839	0,809	0,777	0,746	0,713

136

21055-01

904-02-26.86

Лист

121

Изм. №, дата, Подпись и дата

Альбом I

904-02-26.86.

Продолжение табл. I2

Пара метр F_0	Отношение водяных эквивалентов							
	1,3	1,4	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,3	0,219	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 ТУБ одного или группы теплообменников по фронту и двух и более теплообменников по глубине (по ходу воздуха).

21855-01

904-02-26.86

Лист
122

Таблица 13

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР θ ДЛЯ
ОДНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

Параметр F_0	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
1,0	0,544	0,526	0,508	0,498	0,483	0,470	0,456	0,444
1,1	0,568	0,550	0,531	0,518	0,502	0,488	0,474	0,460
1,2	0,590	0,569	0,550	0,536	0,518	0,503	0,488	0,473
1,3	0,612	0,588	0,568	0,553	0,534	0,518	0,502	0,486
1,4	0,630	0,604	0,584	0,566	0,547	0,530	0,513	0,497
1,5	0,644	0,619	0,596	0,579	0,560	0,541	0,523	0,506
1,6	0,660	0,632	0,609	0,591	0,570	0,551	0,532	0,514
1,7	0,672	0,644	0,619	0,601	0,580	0,559	0,540	0,522
1,8	0,684	0,656	0,629	0,610	0,587	0,567	0,547	0,528
1,9	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

Лист
163

904-02.26-86

Лист № 163

Продолжение табл.13

Пара- метр R_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.13 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

904-02-26.86 Альбом I

Лист № подл. Подпись и дата
Взам инв. №

Таблица 14
ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ξ_k , ξ_θ , $\xi_{\text{доп}}$
ПРИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ ВОДЕ

ω , м/сек	Поправоч- ный коэф- фициент, ξ	$(\nu\rho)_{пр} = 2 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$						$(\nu\rho)_{пр} = 4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$		
		средняя температура воздуха, $t_a^\circ, ^\circ\text{C}$								
		7	20	40	60	80	100	7	20	40
0,2	ξ_k	1,36	1,48	1,57	1,62	1,66	1,69	1,64	1,78	1,88
	ξ_θ	1,11	1,15	1,17	1,18	1,19	1,2	1,19	1,22	1,25
	$\xi_{доп}$	1,15	1,21	1,24	1,26	1,27	1,29	1,27	1,32	1,36
0,5	ξ_k	1,36	1,48	1,57	1,62	1,66	1,69	1,56	1,69	1,8
	ξ_θ	1,11	1,15	1,17	1,18	1,19	1,2	1,17	1,2	1,23
	$\xi_{доп}$	1,15	1,21	1,24	1,26	1,27	1,29	1,24	1,29	1,33
1,0	ξ_k	1,05	1,14	1,21	1,25	1,28	1,31	1,12	1,22	1,29
	ξ_θ	1,02	1,05	1,07	1,08	1,09	1,1	1,04	1,07	1,09
	$\xi_{доп}$	1,02	1,07	1,1	1,11	1,12	1,14	1,05	1,1	1,13
1,5	ξ_k	1,01	1,1	1,17	1,2	1,23	1,26	1,05	1,14	1,21
	ξ_θ	1,0	1,03	1,06	1,07	1,08	1,08	1,02	1,05	1,07
	$\xi_{доп}$	1,01	1,05	1,08	1,09	1,1	1,11	1,03	1,07	1,09
2,0	ξ_k	1,0	1,09	1,16	1,19	1,22	1,25	1,03	1,12	1,18
	ξ_θ	1,0	1,03	1,05	1,06	1,07	1,08	1,01	1,04	1,06
	$\xi_{доп}$	1,0	1,04	1,07	1,08	1,09	1,11	1,01	1,05	1,08

140

21855-01

904-02-26.86

Лист
125

Продолжение табл. 14

ω , м/сек	Поправоч- ный коэффи- циент ξ	$(\alpha_p)_{\text{пр}} = 4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$			$(\alpha_p)_{\text{пр}} = 6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$						
		средняя температура воздуха, $t_{\text{ср}}^\circ$, $^\circ\text{C}$									
		60	80	100	7	20	40	60	80	100	
0,2	ξ_K	1,94	1,99	2,03	1,84	2,0	2,12	2,19	2,24	2,29	
	ξ_0	1,26	1,27	1,28	1,24	1,27	1,3	1,32	1,33	1,34	
	$\xi_{0,05}$	1,38	1,39	1,41	1,35	1,39	1,44	1,48	1,49	1,51	
0,5	ξ_K	1,86	1,9	1,94	1,74	1,89	2,0	2,07	2,12	2,16	
	ξ_0	1,24	1,25	1,26	1,22	1,25	1,28	1,29	1,3	1,31	
	$\xi_{0,05}$	1,35	1,37	1,38	1,31	1,36	1,4	1,43	1,45	1,46	
1,0	ξ_K	1,33	1,36	1,39	1,19	1,29	1,37	1,41	1,44	1,47	
	ξ_0	1,10	1,11	1,12	1,06	1,09	1,12	1,13	1,14	1,15	
	$\xi_{0,05}$	1,15	1,16	1,17	1,08	1,13	1,16	1,18	1,19	1,2	
1,5	ξ_K	1,25	1,28	1,31	1,12	1,22	1,29	1,33	1,36	1,39	
	ξ_0	1,08	1,09	1,1	1,04	1,07	1,09	1,11	1,11	1,12	
	$\xi_{0,05}$	1,11	1,13	1,14	1,05	1,1	1,13	1,15	1,16	1,17	
2,0	ξ_K	1,22	1,25	1,29	1,05	1,14	1,21	1,25	1,28	1,31	
	ξ_0	1,07	1,08	1,09	1,02	1,05	1,07	1,08	1,09	1,1	
	$\xi_{0,05}$	1,09	1,11	1,12	1,02	1,07	1,1	1,11	1,12	1,14	

Примечание:

 t_a

определяется по формуле (8.6)

141

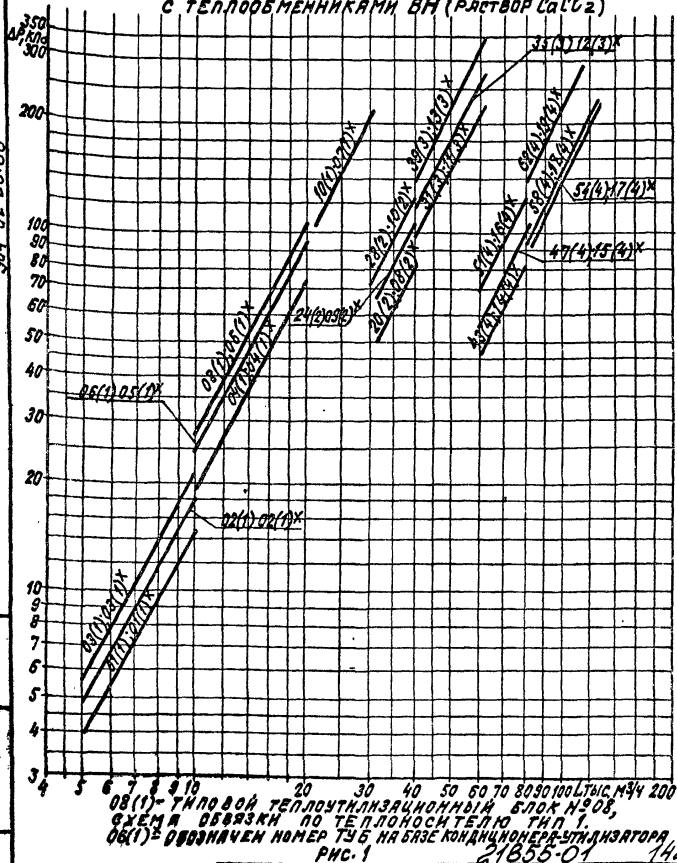
21855-01

904-02-26.86

141

140

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ВН (РАСТВОР CaSO_2)



904-02-26.86

142

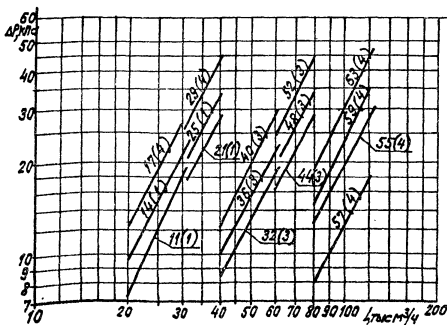
ЛНСТ

127

АЛЬБОМ 1

904-02-26.86

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТУ 2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-03 И ТП-04
(РАСТВОР CaCl_2)



29(1) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ
БЛОК 29, СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО
ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1.

Рис. 2

143

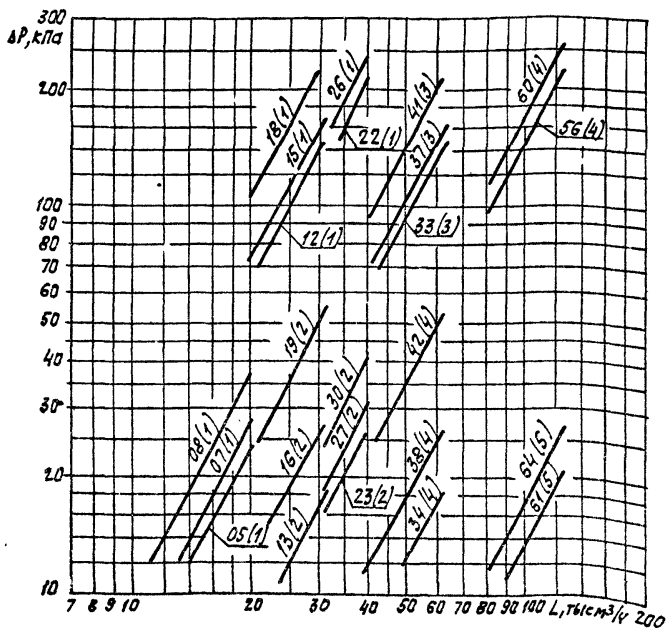
2185501

904-02-26.86

Лист
128

Имя, Инициалы, Подпись и Дата

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ, 2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСК 3 И КСК 4
(РАСТВОР CaCl_2)



18(1) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ
БЛОК 18, СХЕМА ОБЪЕЗКИ ПО
ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1

Рис. 3

144

21855-01

904-02-26.86

ЛИСР

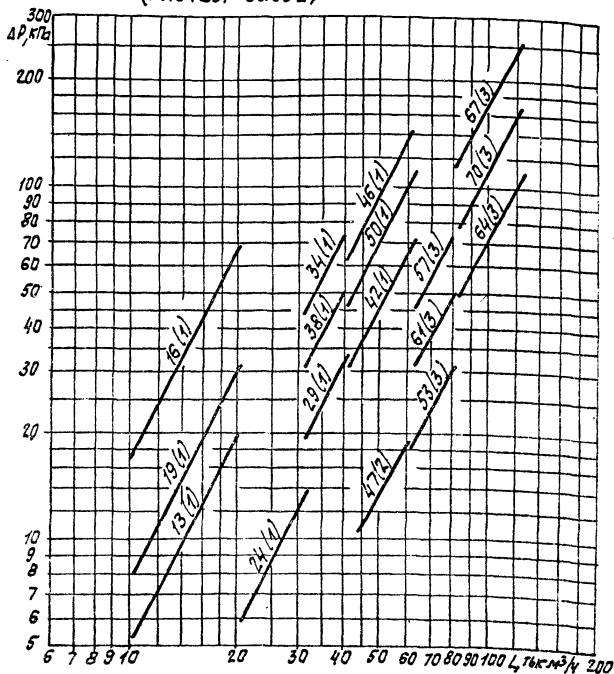
129

ИМЕ. И ПОДП. ПОДПИСЬ И ДАТА ВЗЯТ. ИМЕ. И

904-02-26.86

Альбом

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПХ
СТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-03 И ТП-04
(РАСТВОР CaCl₂)



16(1) - типовый теплоутилизационный блок №16,
схема обвязки по теплоносителю тип 1

Рис. 4

145

21855-01

904-02-26.86

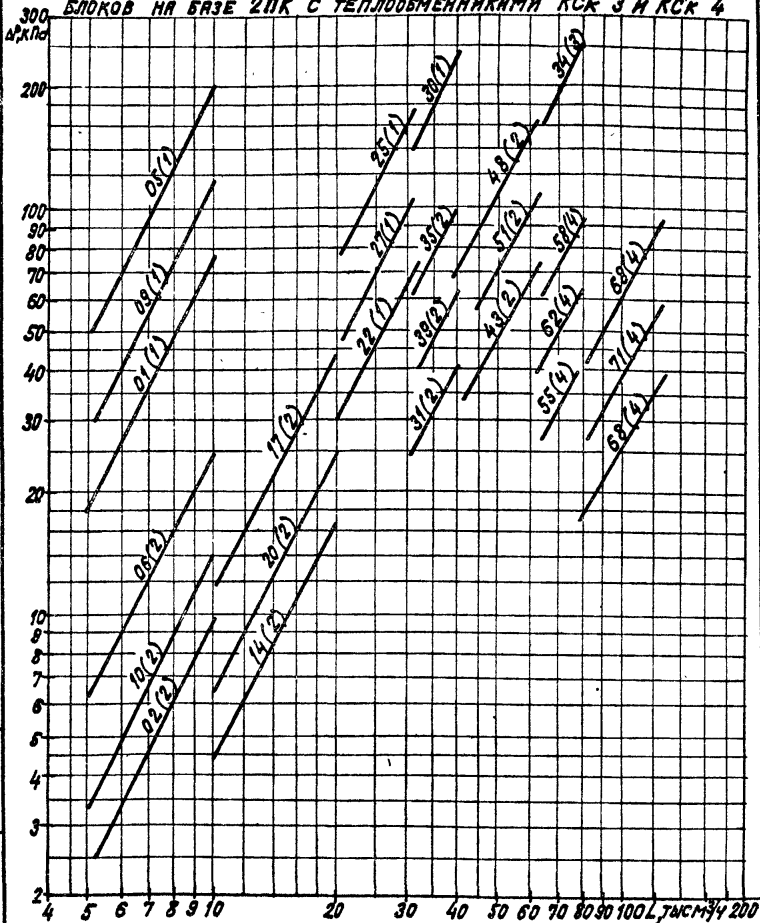
Лист

130

904-02-26.86 Аннот. 1

Имя, фамилия, отчество, дата, время, место, и др.

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСК 3 И КСК 4



05(1) - типовый теплоутилизационный блок Н 05,
СХЕМА ОБЪЕЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1 (РАСТВОР CaCl_2)

Рис. 5

21855-01

146

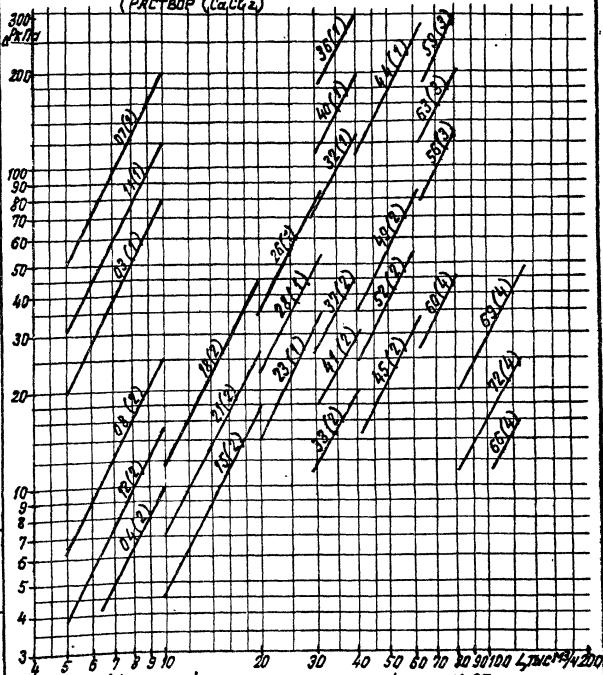
904-02-26.86

Лист

131

904-02-26.86 Альбом 1

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ЛК
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КВСБ-П43 И КВББ-П43
 (РАСТВОР $(CaCl_2)$)



07(1)-ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК И 07.
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1.

147

Рис. 6

21655-01

904-02-26.86

Лист

132

Инв. № подл. Подпись и дата, виза, инв. №

904-02-26.86 Альбом 1

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ВОЗДУХУ В ОДНОМ ТЕПЛООБМЕННИКЕ

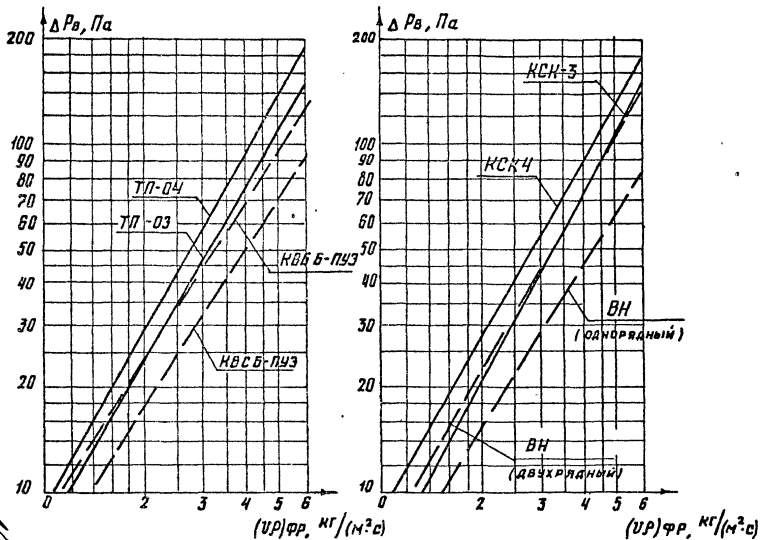


Рис. 7

904-02-25.86

21855-01

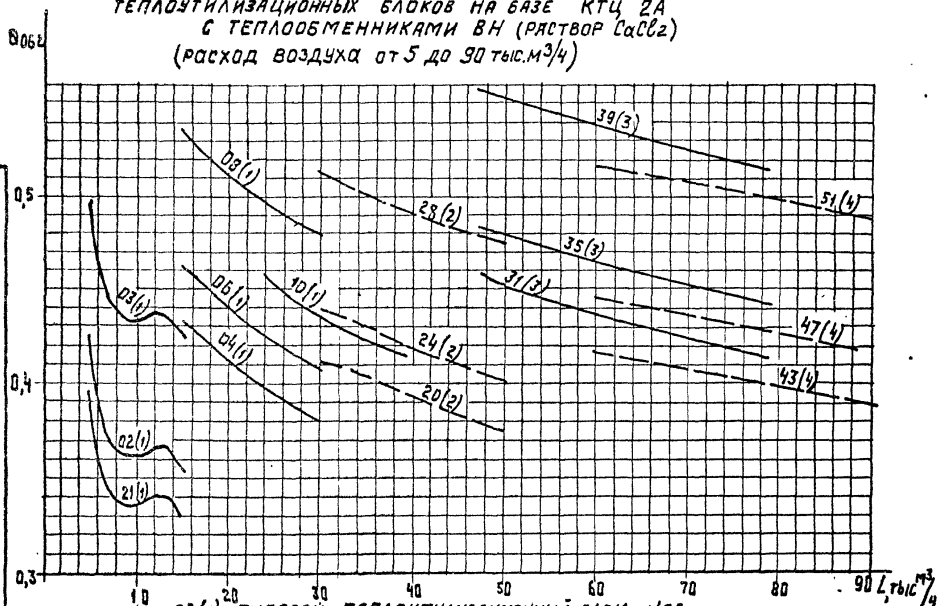
14B

35

Notes

148

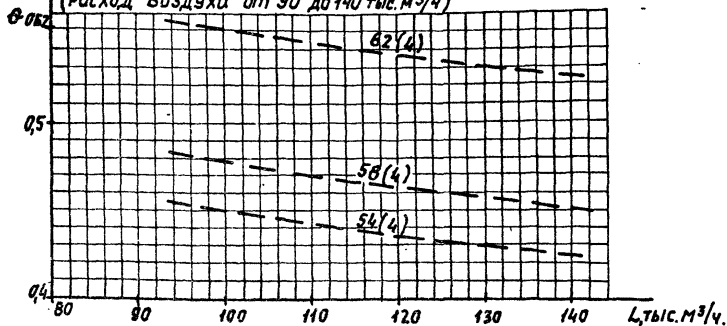
ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ ЗА
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ВН (РАСТВОР CaCl_2)
(РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 5 ДО 90 ТЫС. М³/Ч)



9М-02-26.86

Лист 1

**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

9М-02-26.86

21855-01

135

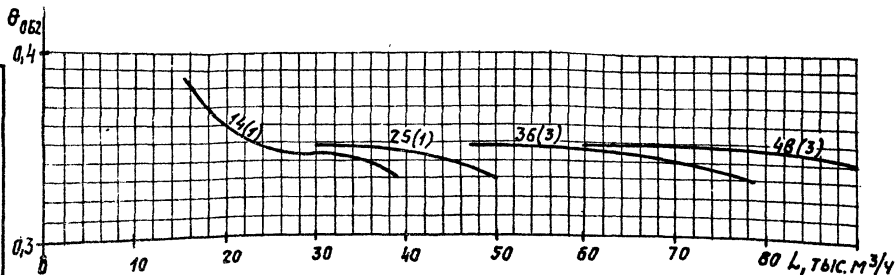
150

150

904-02-26.86

Альбом 1

**ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ ЗА
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-03 (раствор CaCl_2)
(расход воздуха от 20 до 90 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$)**



14(1) - типовой теплоутилизационный блок №14,
схема обвязки по теплоносителю тип I

Рис. 10

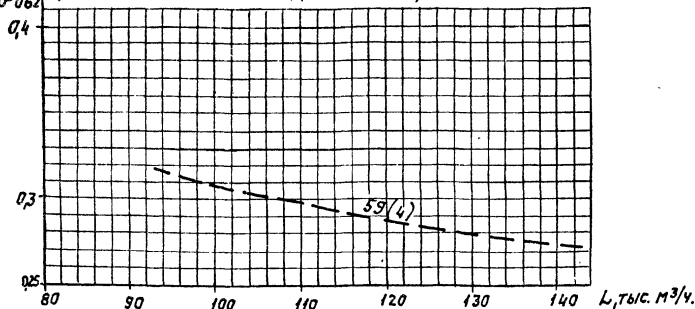
904-02-26.86

21855-01

151

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-03 (раствор CaSO_2)

θ_{062} (расход воздуха от 90 до 140 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$)



59(4) – типовой теплоутилизационный блок №59,
схема обвязки по теплоносителю тип 4.

Рис. 11

904-02-26.86

21055-01

152

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-04 (РАСТВОР CaCl_2)
 (РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 20 ДО 90 ТЫС. М³/Ч)

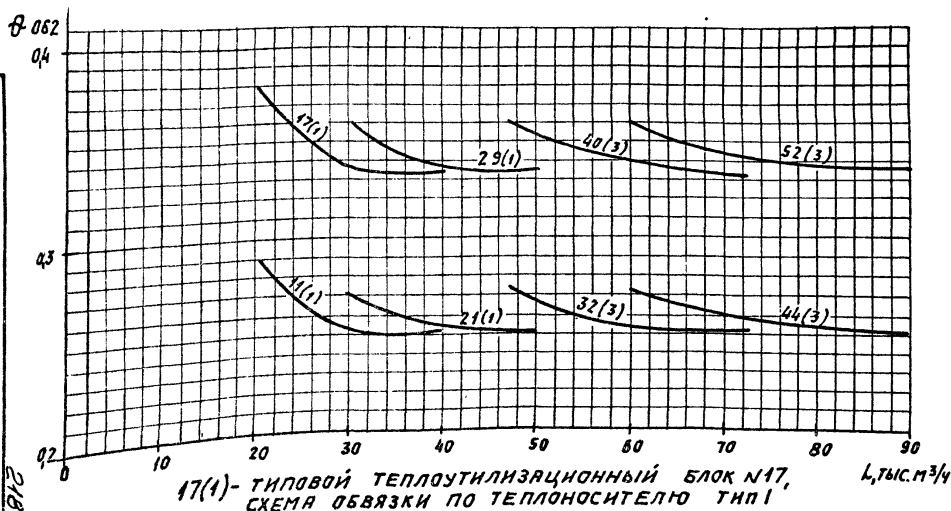


Рис. 12

904-02-26.86

21855-01

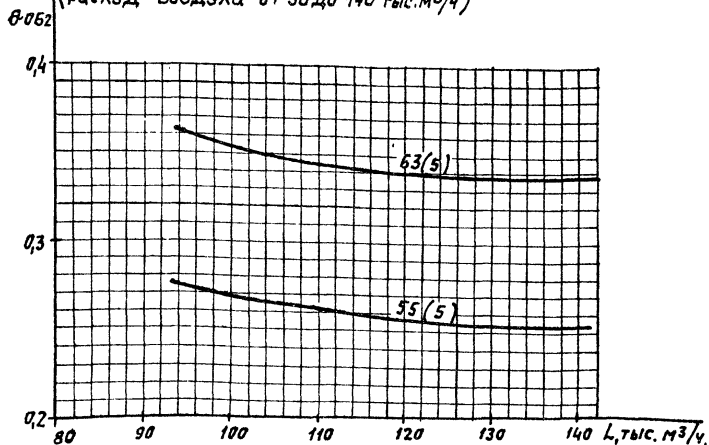
153

138

Лист

153

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ ЗА
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-04 (раствор CaCl_2)
 (расход воздуха от 90 до 140 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$)



55(5) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК № 55,
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 5

Рис. 13

904-02-26.86

21055-01

154

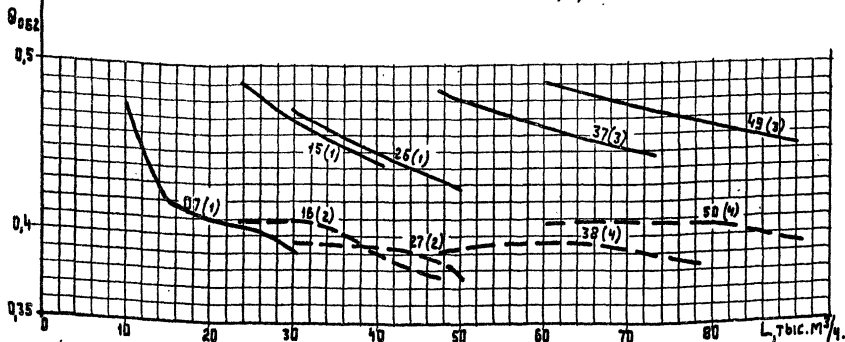
139

Инст.

904-02-26.86

Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 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

904-02-26.86

21855-01

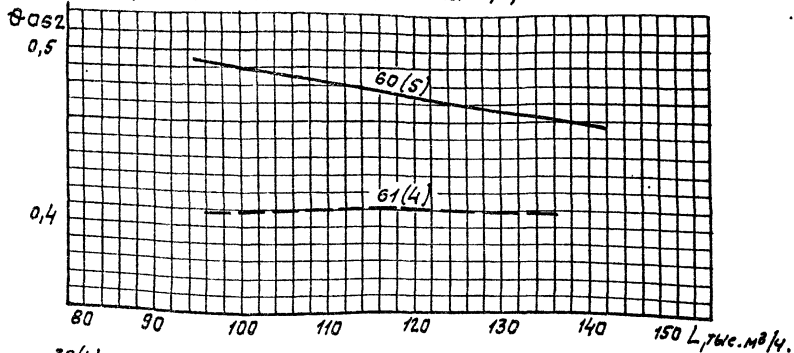
155

140

904-02-26.86

Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТУ 2А
С ТЕПЛОБМЕННИКАМИ КСК 3 (раствор CaCl_2)
(расход воздуха от 90 до 140 тыс. м³/ч)



38(4) - типовой теплоутилизационный блок и 38,
схема обвязки по теплоносителю тип 4

Рис. 15

904-02-26.86

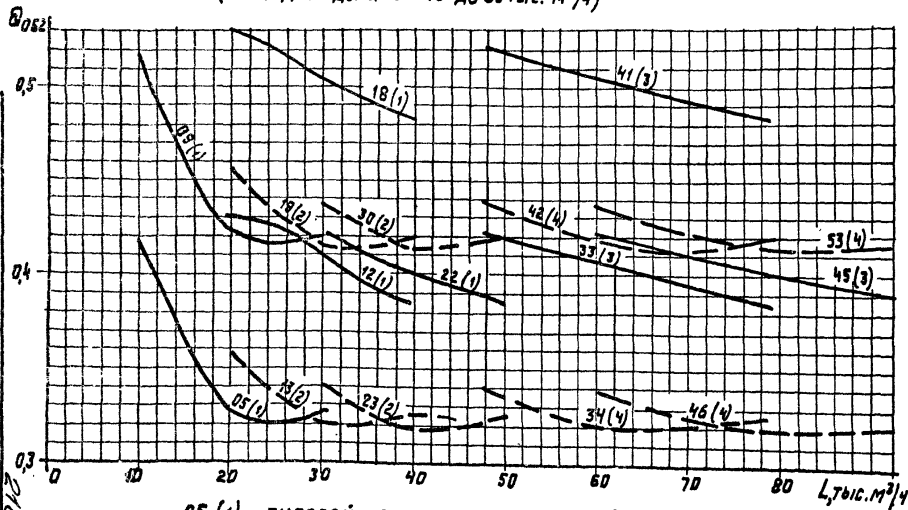
21855-01

156

141

141

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А
С ТЕПЛОБМЕННИКАМИ КСК 4 (РАСТВОР CaCl_2)
(РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 10 ДО 90 ТЫС. $\text{м}^3/\text{ч}$)



05 (1) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК NO 5,
СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1

Рис. 16

904-02-26.86

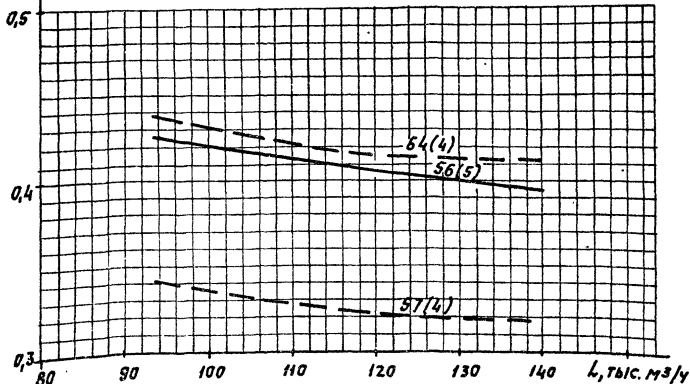
2165504

157

142

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕДАЧЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСК 4 (раствор CaCl_2)
(расход воздуха от 90 до 140 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$)

В-062



34(4)- ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК №34,
СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 4

Рис. 17

904-02-26.86

В-062-01

158

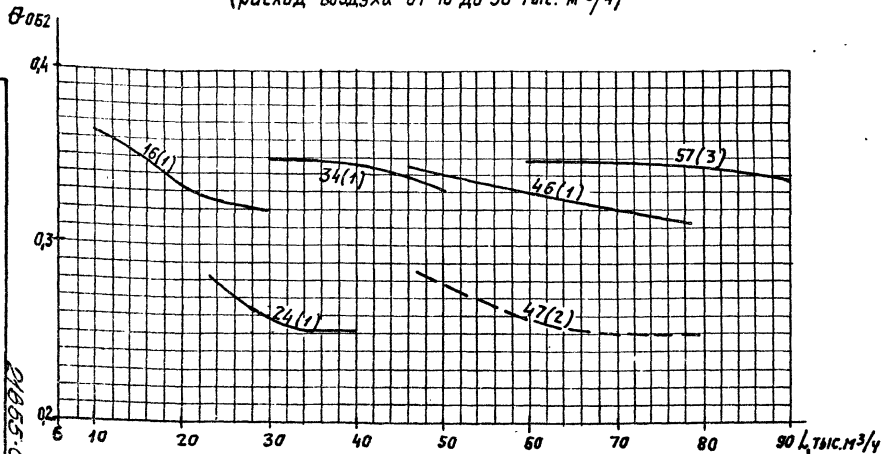
Лист
143

158

904-02-26.86

Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-03 (РАСТВОР CaCl_2)
 (расход воздуха от 10 до 90 тыс. м³/ч)



57(3) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК № 57,
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 3
 РИС. 18

904-02-26.86

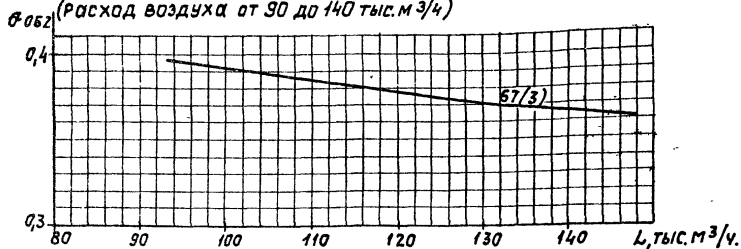
21055-01

159

144

159

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ ЗПК
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-03 (раствор CaCl_2)
(расход воздуха от 90 до 140 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$)



47(2)-ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК №47,
СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 2.

Рис. 19

904-02-26.86

21855-01

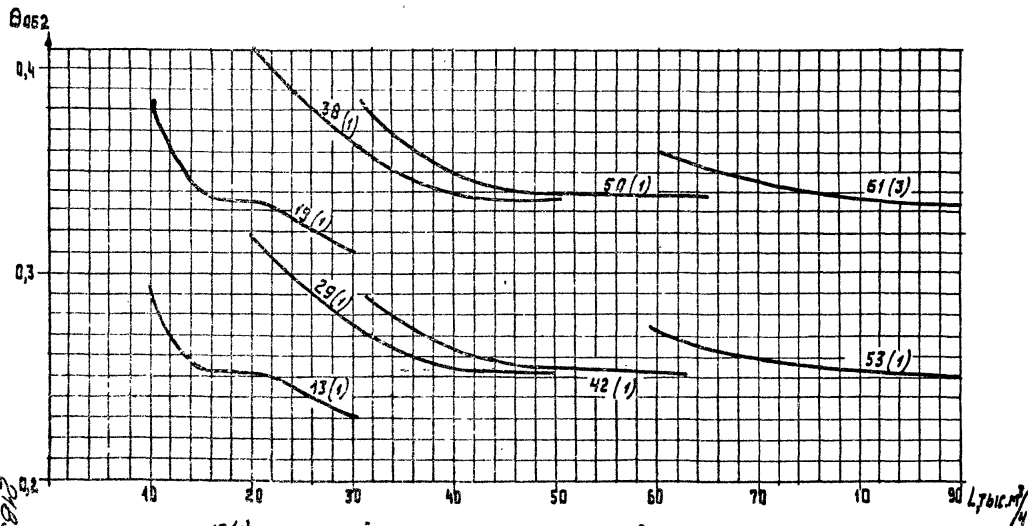
160

145

Лист

160

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-04 (РАСТВОР CaCl_2)
 (расход воздуха от 10 до 90 тыс. м³/ч)



13(1) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК №13,
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1

Рис. 20

904-02-26.86

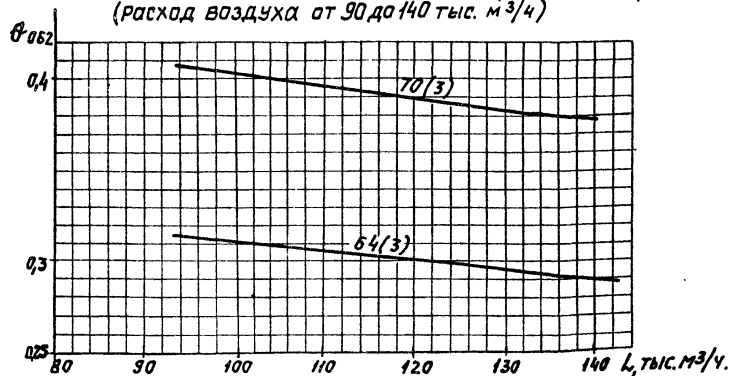
21855-01

161

904-02-26.86

Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-04 (раствор CaCl_2)
 (расход воздуха от 90 до 140 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$)



70(3) - типовой теплоутилизационный блок №10,
 схема обвязки по теплоносителю тип 3.

Рис. 21

904-02-26.86

21855-01

162

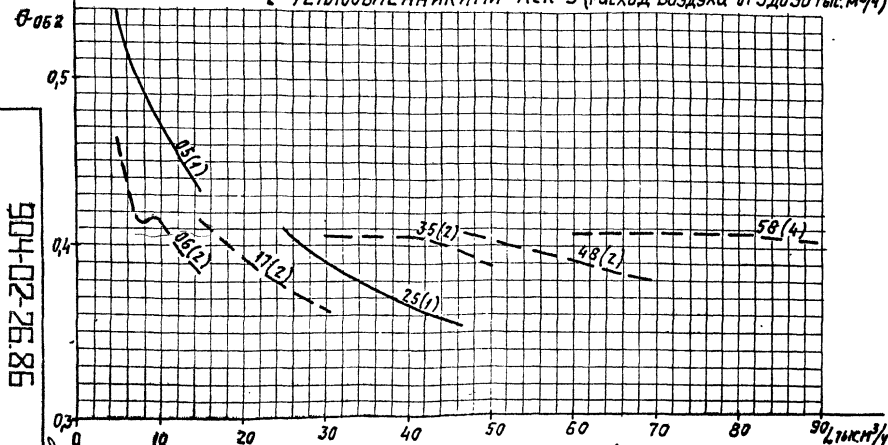
Лист
149

162

904-02-26.86

Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ 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 №06,
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 2
 (раствор CaCl₂)

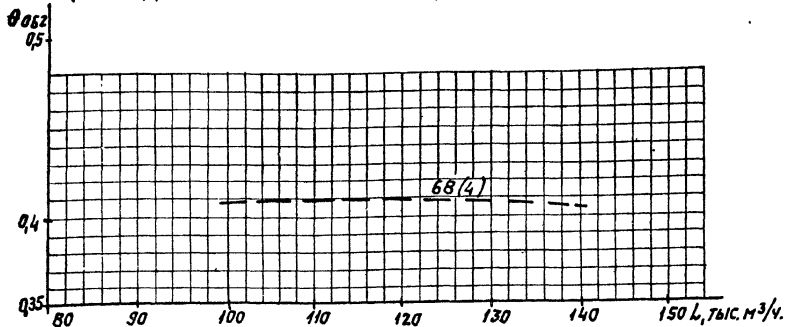
Рис. 22

163

148

163

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ ЗЛК
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСКЗ (раствор CaCl_2)
 (расход воздуха от 90 до 140 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$)



58(4) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК № 58,
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ . ТИП 4

Рис. 23

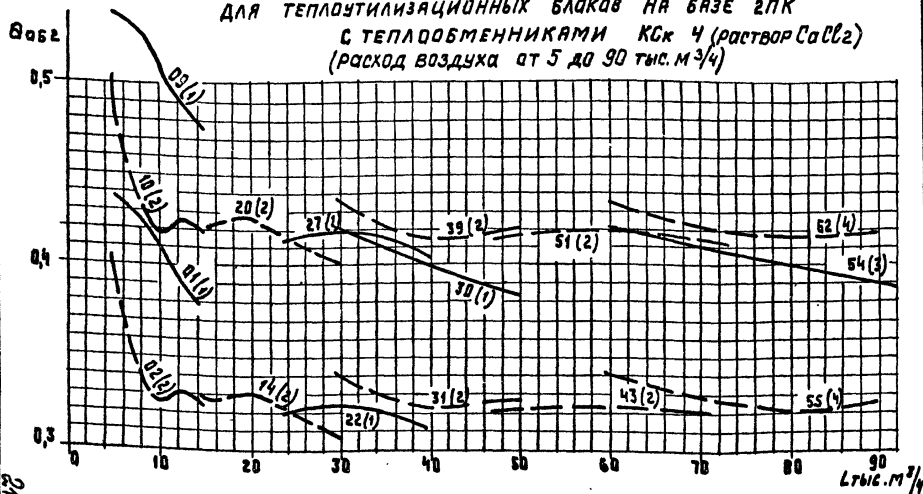
904-02-26.86

21855-01

Лист
149

164

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ЛК
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСж 4 (раствор CaCl_2)
(расход воздуха от 5 до 90 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$)



01(1) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК №01,
СХЕМА ОБЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1.

Рис. 24

904-02-26.86

21855-01

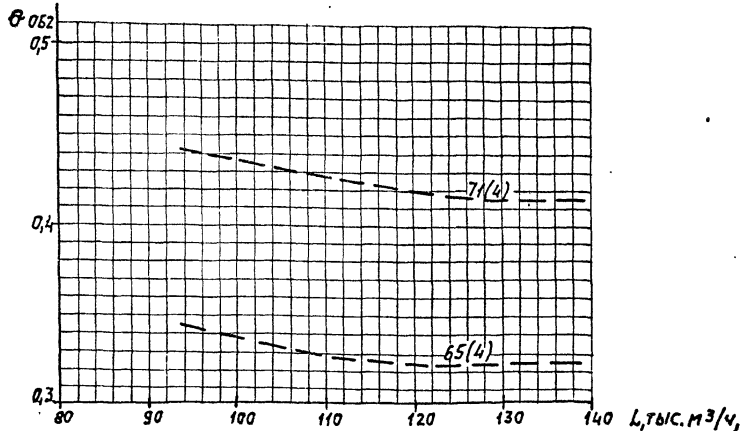
165

150

165

904-02-26.86 Альбом 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

904-02-26.86

21855-01

166

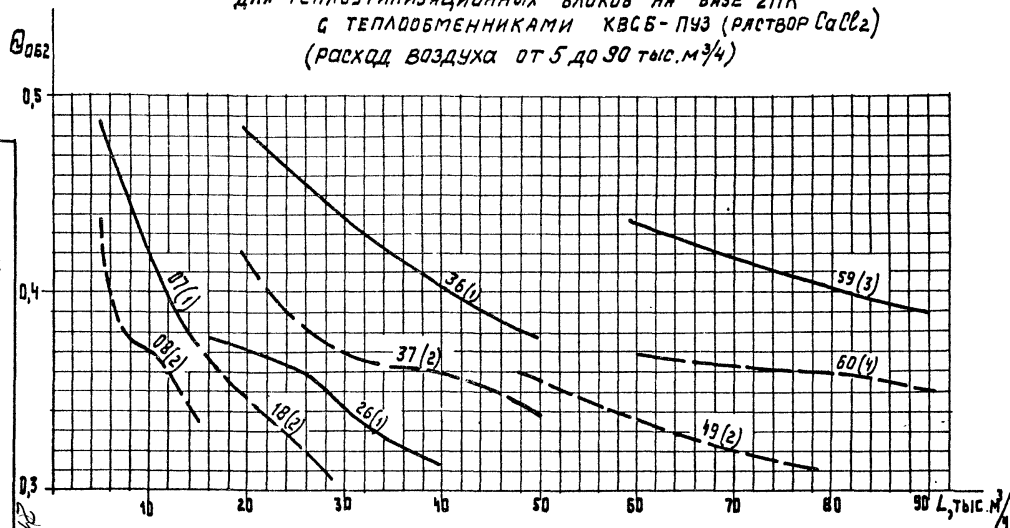
Лист
151

166

904-02-26.86

Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КВСБ-ПУЗ (РАСТВОР CaCl_2)
 (РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 5 ДО 90 ТЫС. $\text{м}^3/\text{ч}$)



ОВ(2) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК НОВ,
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 2

Рис. 26

904-02-26.86

21855-01

167

152

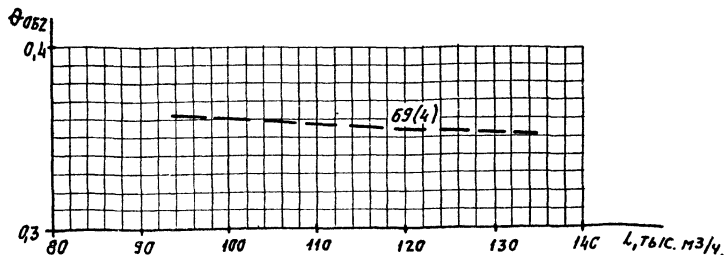
167

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

904-02-26.86

Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КВСБ-ПУЗ (раствор CaCl_2)
 (расход воздуха от 90 до 140 тыс. м³/ч)



60(4)-типовой теплоутилизационный блок N 60,
 схема обвязки по теплоносителю тип 4

Рис. 27

904-02-26.86

21855-01

168

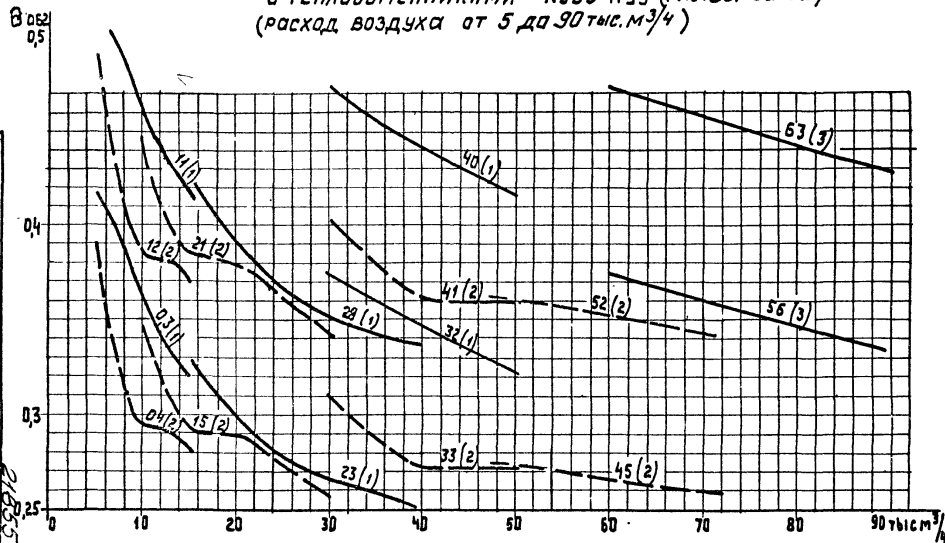
Лист
153

168

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взят из

904-02-26.86 Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ ЗПК
С ТЕПЛОБМЕННИКАМИ КВББ-ПУЗ (РАСТВОР CaCl_2)
(РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 5 ДО 90 ТЫС. $\text{м}^3/\text{ч}$)



04(2) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК И 04,
СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 2
Рис. 28

904-02-26.86

21.05.85-01

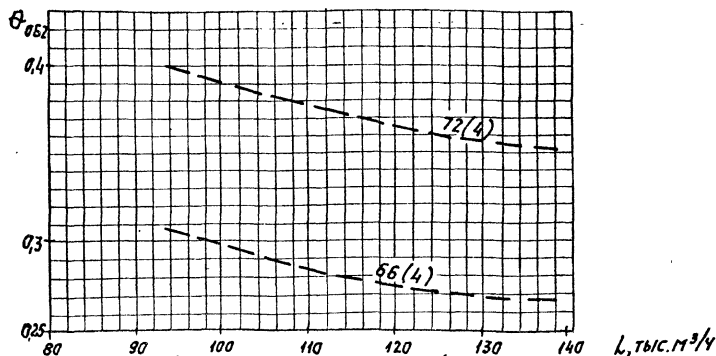
169

Лист
154

169

904-02-26.86

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КВББ-ПУЗ (РАСТВОР CaCl_2)
 (РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 90 ДО 140 ТЫС. М³/Ч)



52(2) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК №52,
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 2

Рис. 29

904-02-26.86

21035-01

155

170

170

Инд. и подл.	Подпись и дата	Взам. инд. №

904-02-26.86

Албон 1

ПОПРАВочный коэффициент ξ_w

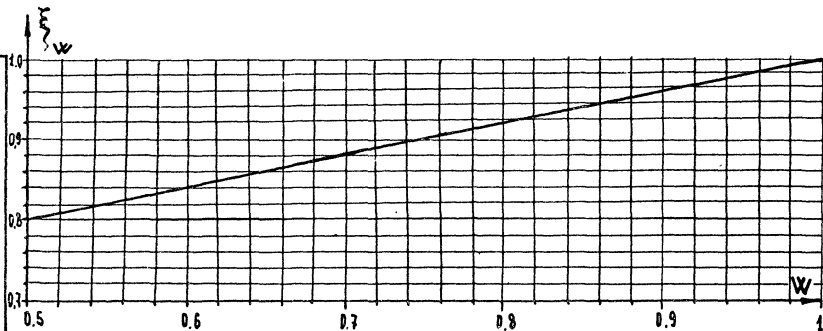


Рис. 30

904-02-26.86

2185501

171

156

171

Альбом 1

904-02-26.86

Инв. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №

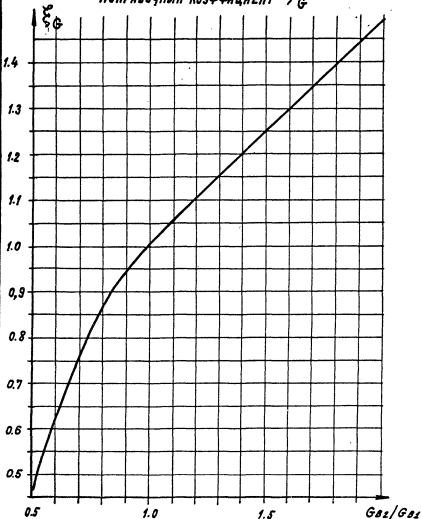
Поправочный коэффициент F_G 

Рис. 31

21855-01

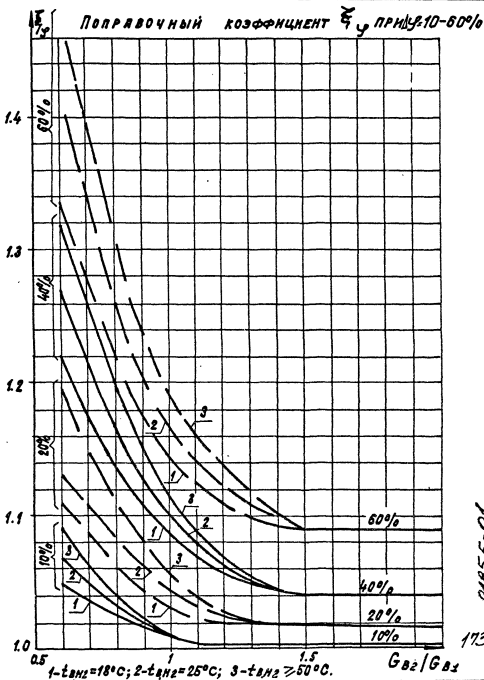
172

904-02-26.86

Лист
157

Лист 1

904-02-26.86



P1855-01

173

Рис. 32

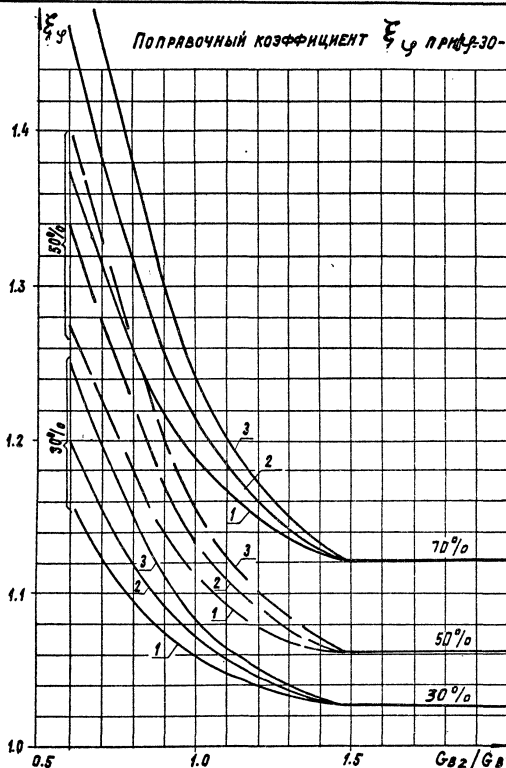
904-02-26.86

Лист

158

Имя, Инициалы, Подпись, Дата, Место, Имя, Инициалы

ПОПРАВочный коэффициент ξ_y при $\mu = 30-70\%$



1- $\tan \delta = 18^\circ\text{C}$; 2- $\tan \delta = 25^\circ\text{C}$; 3- $\tan \delta \geq 50^\circ\text{C}$

21855-01

Рис. 33

904-02-26.86

Лист

159

Альбом 1

904-02-26.86

Коэффициенты наружного теплообмена для КВСБ-ПУЗ КВББ-ПУЗ и ВН

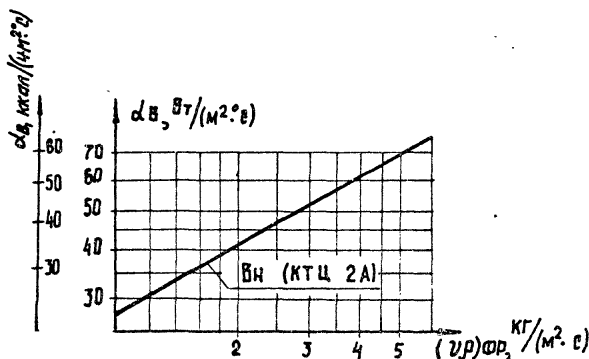
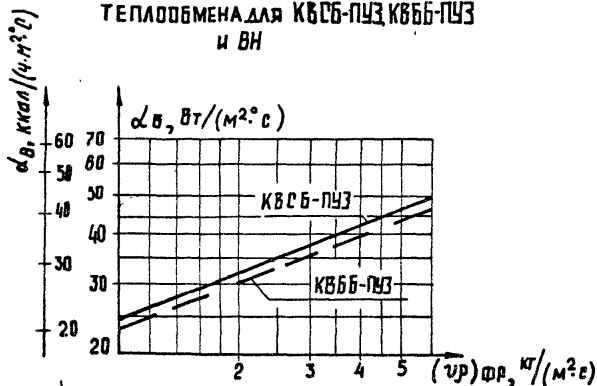


Рис.34

175

21855-01

904-02-26.86

Лист

160

Цикл/полн.	Подпись и дата	Взам инж. №

КОЭФФИЦИЕНТЫ НАРУЖНОГО ТЕПЛООБМЕНА
ДЛЯ ТП-03, ТП-04, КСКЗ и КСК4

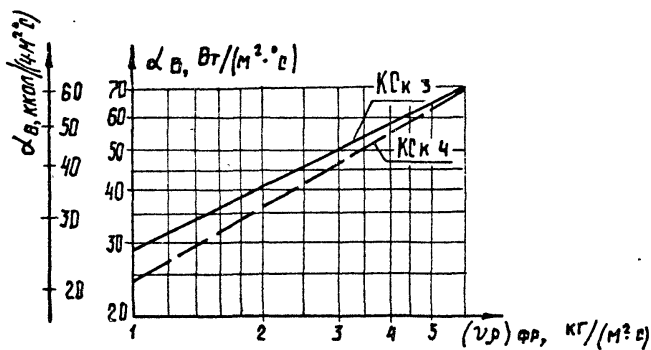
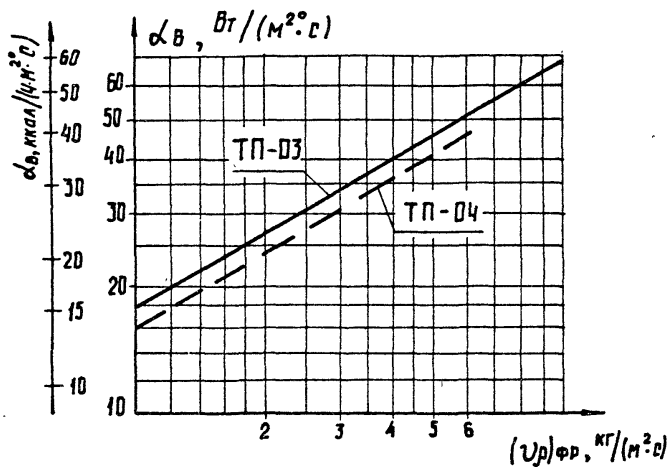


Рис. 35

176

21855-01

904-02-26.86

Лист

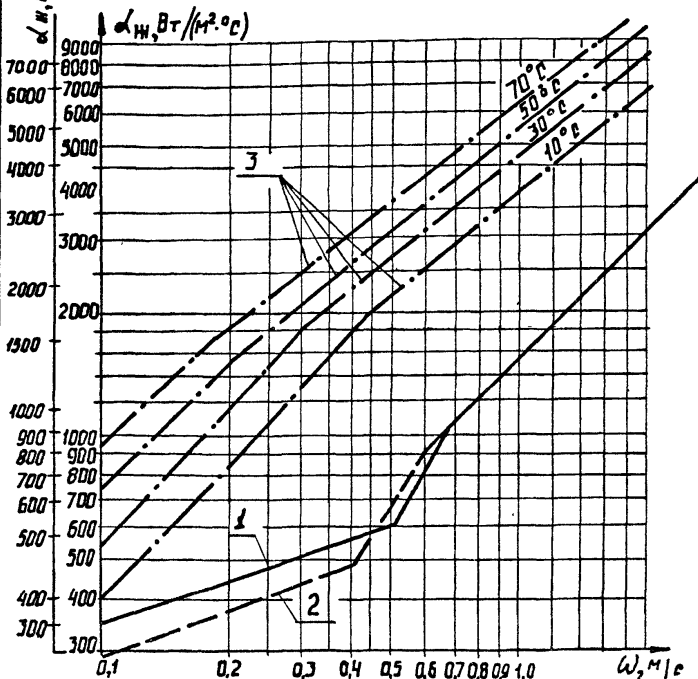
161

АЛБЕДИИ 1

904-02-26.86

 $\alpha_{\text{н, ккал}} / (4 \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с})$

КОЭФФИЦИЕНТЫ ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛООБМЕНА



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

21855-01

177

904-02-26.86

Рис. 36

162

Инв. и подл. Подпись и дата Взам. инв.

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ
КТО 2А ОДНОРЯДНЫХ (РАСТВОР CaCl_2)

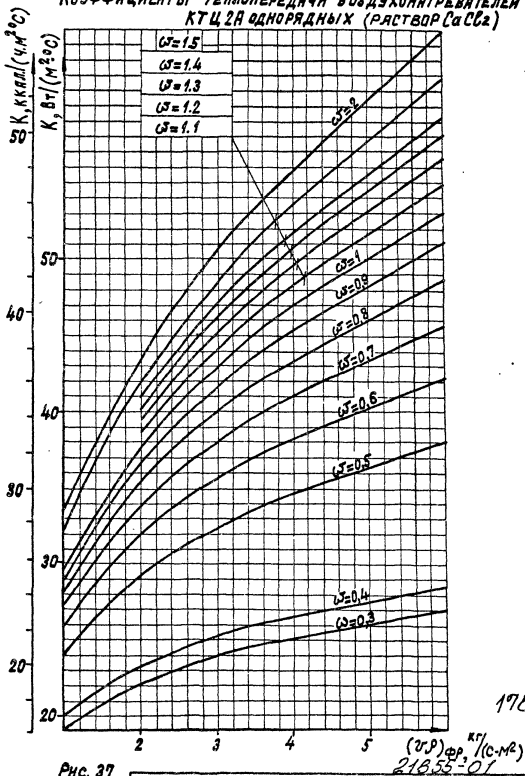


Рис. 37

904-02-26.86

ЛНСТ
163

904-02-26.86

АЛБОН I

Имя, инициалы, фамилия и дата

Время

Людом 1

904-02-26.86

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ КТЦ-2А ДВУХРАДНЫХ (РАСТВОР CaCl_2)

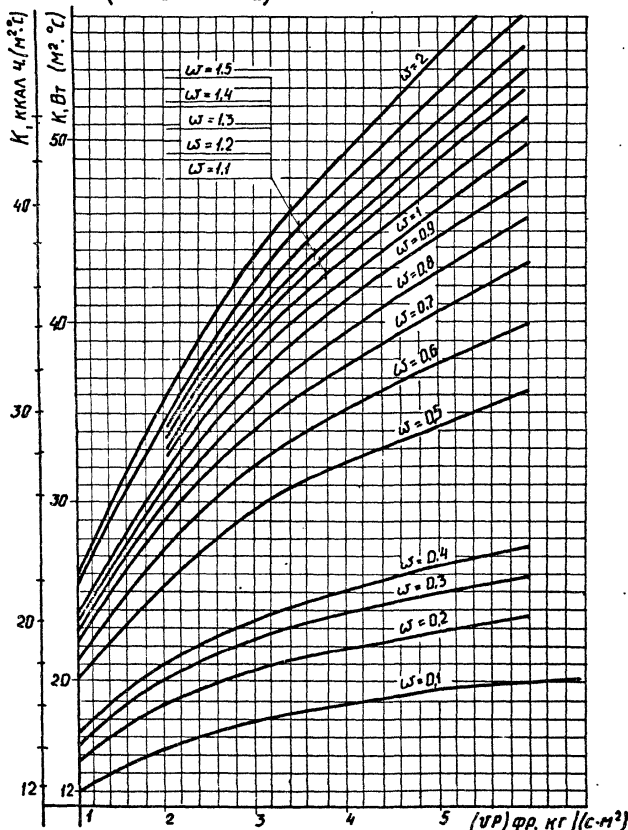


рис. 38

21855-01

179

904-02-26.86

Лист

164

Имя подп. Подпись и дата Взам. инв. №

Аннотация

904-02-26.86

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ
 ТП.05-Т4РК.03; ТП.16-Т4РК.03; ТП.25-Т4РК.03
 (РАСТВОР CaCl_2)

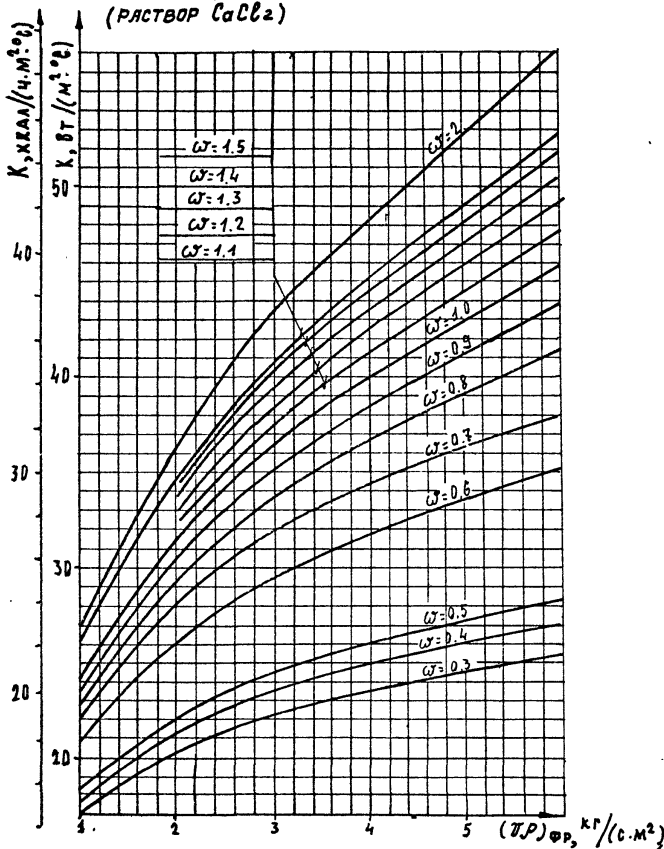


Рис. 39

2/1855-01

180

904-02-26.86

Лист
165

Январь

904-02-26.86

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОУСНАЗATORSВ
 ТП.05-Т1РХ.04; ТП.16-Т1РХ.04; ТП.25-Т1РХ.04
 (РАСТВОР CaCl_2)

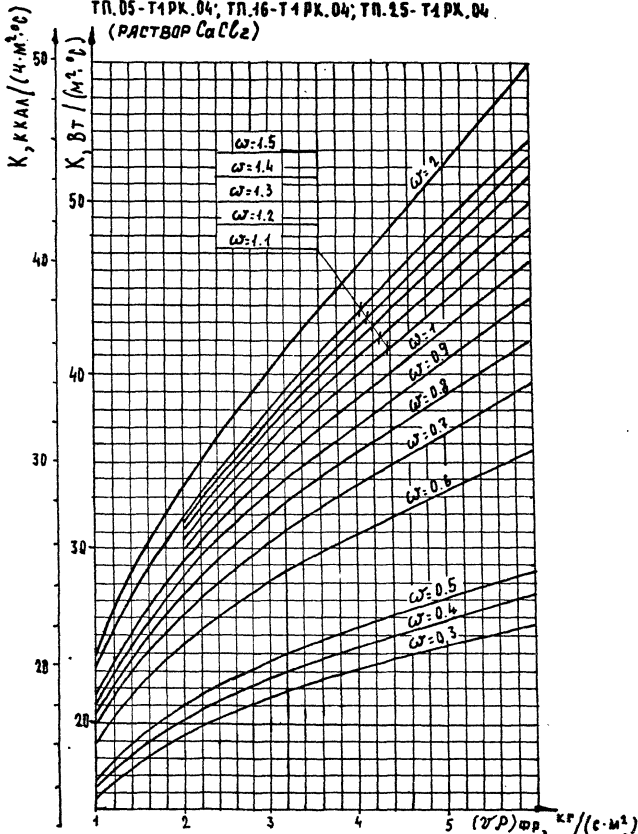


Рис. 40

21855-01

181

904-02-26.86

Лист

166

Имя и фамилия
 Подпись
 Дата
 Взам. Инв. №

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ КАЛОРИФЕРОВ
КС к 3 (РАСТВОР CaCl₂)

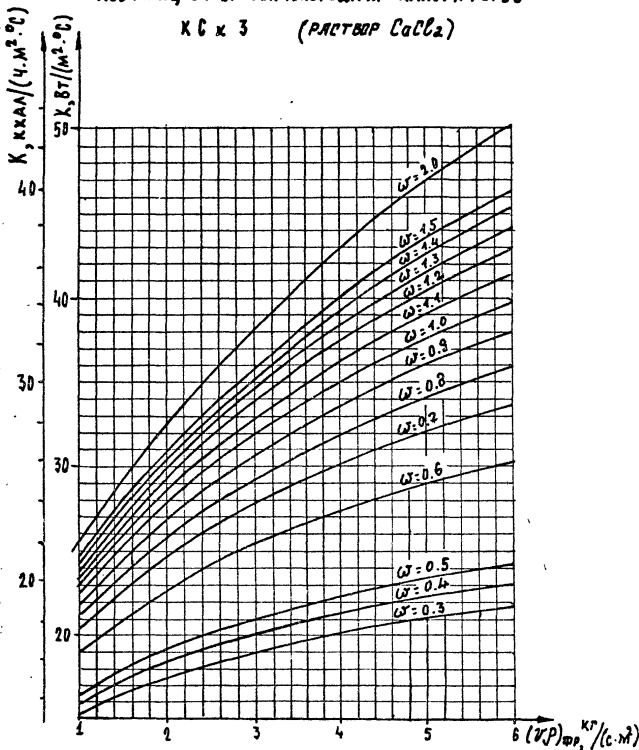


Рис. 41

182

21855-01

904-02-26.86

Лист

167

Альбом 1

904-02-26.86

Изд. и подл. Подпись и дата Взам. инв. №

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ КАЛОРИФЕРОВ К С К 4 (РАСТВОР CaCl_2)

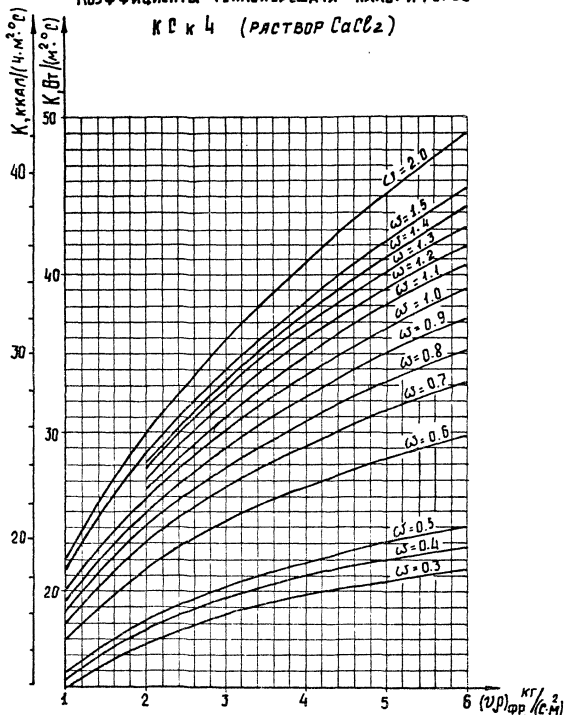


Рис. 42

21855-01

183

904-02-26.86

Лист
168

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ КАЛОРИФЕРОВ
КВСБ-ПУЗ (РАСТВОР CaCl_2)

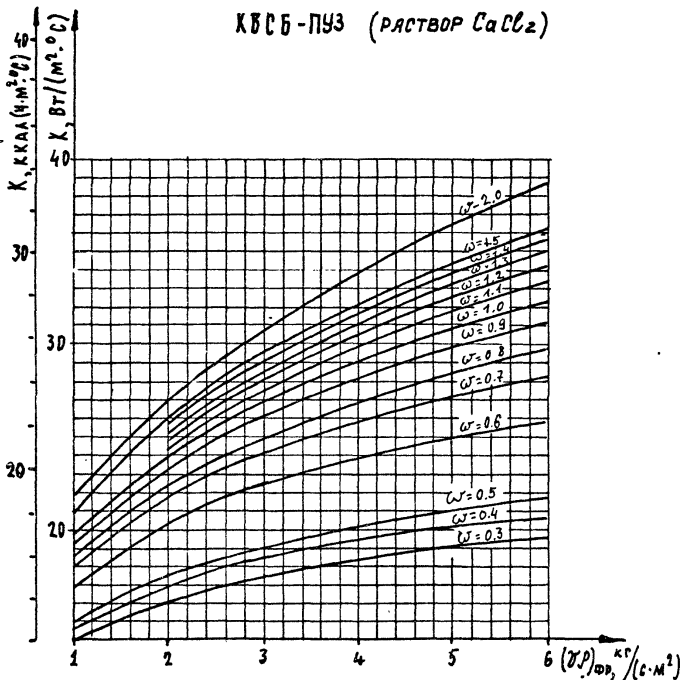


Рис. 43

184

2185501

904-02-26.86

Лист

169

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ КАЛОРИФЕРОВ
КВББ-ПУЗ (РАСТВОР CaCl₂)

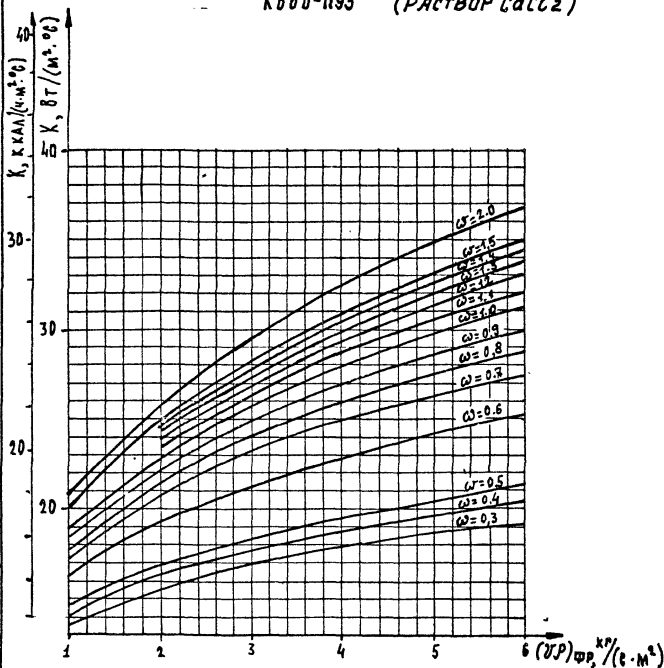


Рис. 44

185

21855-01

904-02-26.86

Лист

170

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОБМЕННИКОВ (РАСТВОР CaCl_2)

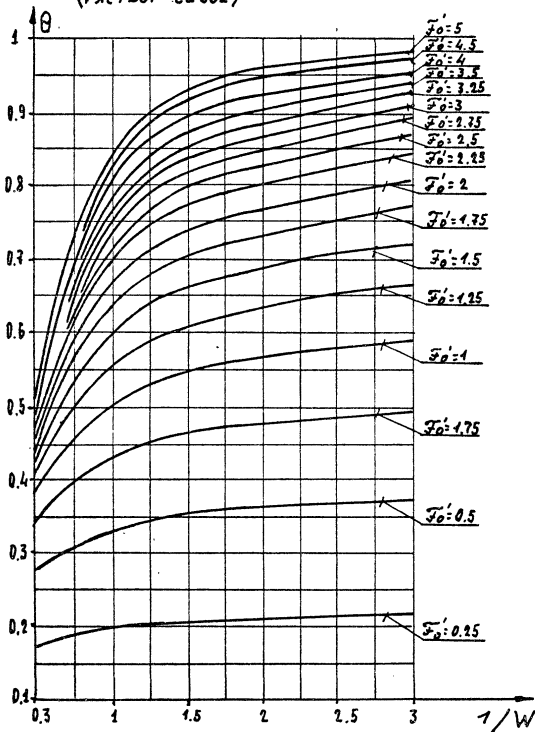


Рис. 45

186

21855-01

904-02-26.86

Лист

171

Альбом 1

904-02-26.86

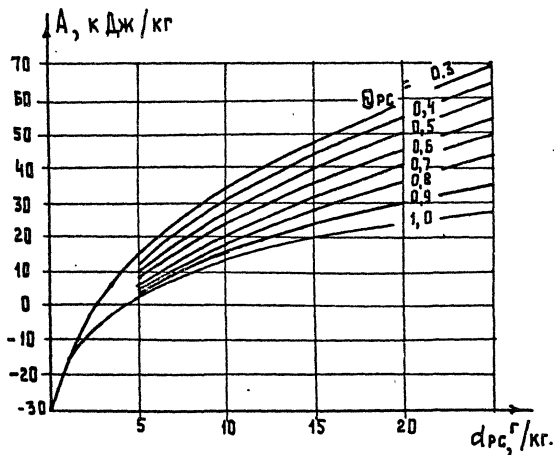
ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ $d_{рс}$ И ПАРАМЕТРОМ A 

Рис. 46

187

21855-01

904-02-26.86

Лист
172

Удостоверение подл. и дата 18.04.86

Альбом 1

904-02-26.86

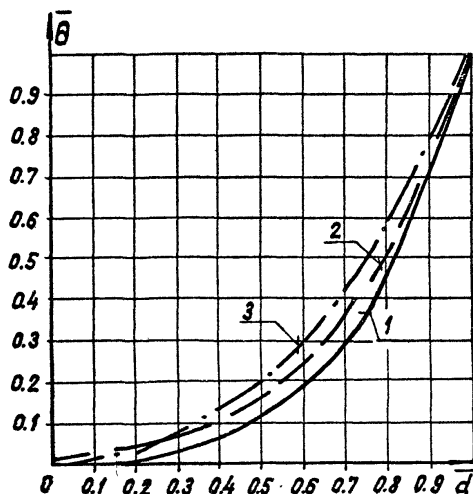
Обобщенная зависимость $\bar{\theta}$ от \bar{d} 
 $1-\tilde{F}'_0=1.6; 2-\tilde{F}'_0=2.4; 3-\tilde{F}'_0=3.2.$

Рис. 47

188

21855-01

904-02-26.86

Лист

173

Иванов И. И. Подпись и дата. Взам. инв. №

Относительный перепад температур для группы теплообменников

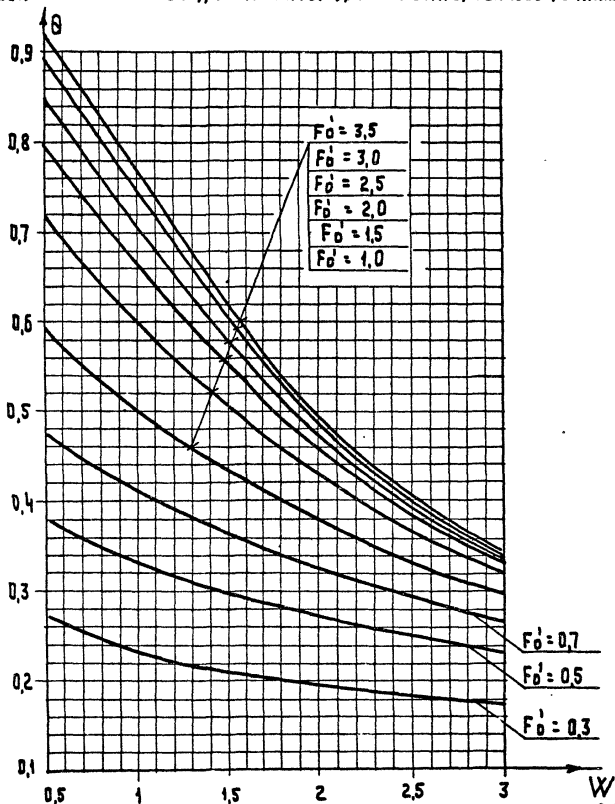


Рис. 48

21855-01

189

904-02-26.86

Лист

174

904-02-26.86 Лист 1

Инв. № подл. подл. и дата выдачи

ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ПЕРЕПАД ТЕМПЕРАТУР ДЛЯ ОДНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

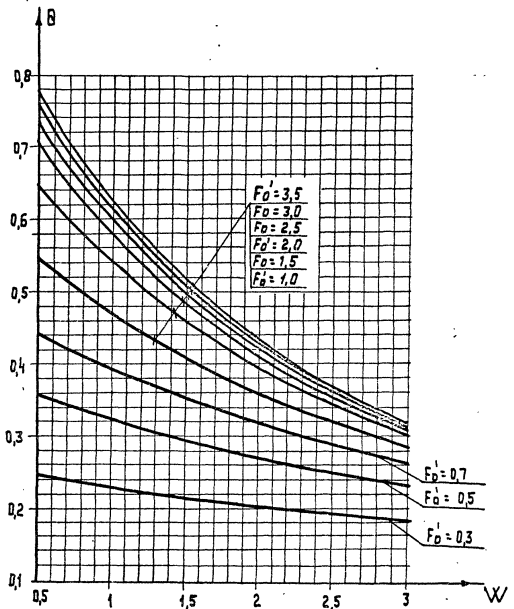


Рис. 49

21855.01

190

904-02-26.86

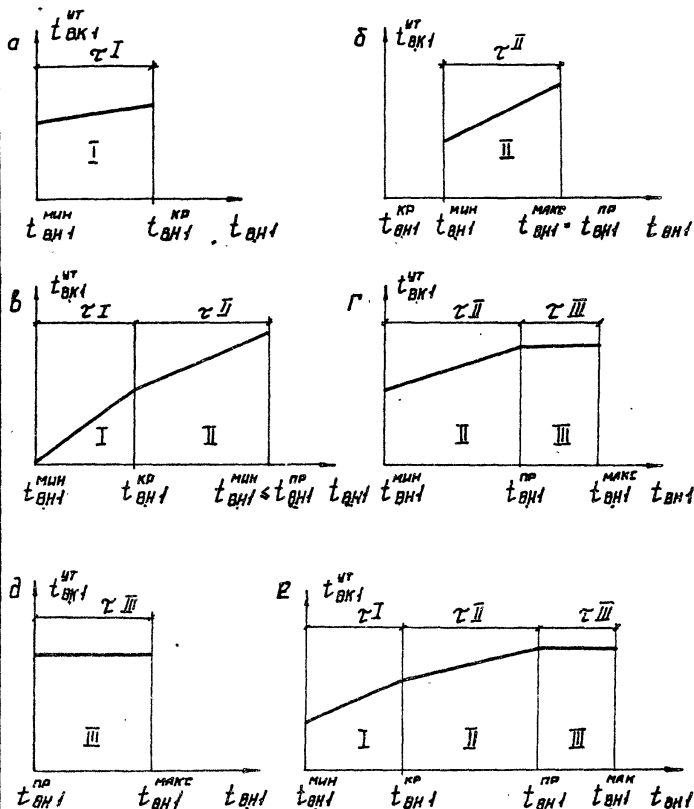
Лист

175

904-02-26.86 Лист 1

Инв. № подл. Подп. и дата Взам. инв. №

Периоды работы СУПТ без подогрева в годовом режиме



Периоды работы СУПТ:
 а-И; б-И; в-И и II; г-И и III; д-III; е-И, II и III

191

Рис. 50

21855.01

904-02-26.86

ЛНСТ

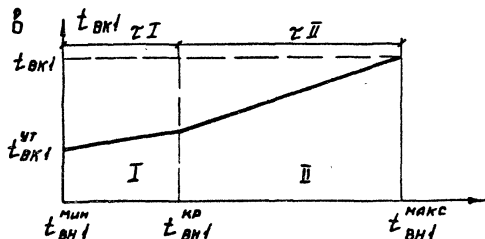
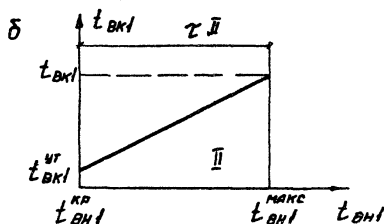
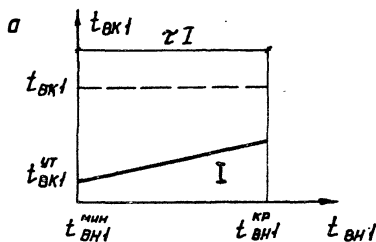
176

АЛБСМТ

904-02-26.86

Имя, № подл., подпись и дата. Взам. инв. №

Периоды работы СУПТ с подогревом в годовом режиме



Периоды работы СУПТ :
а-I, б-II, в-I и II

Рис. 51

192

21855-01

904-02-26.86

ЛМСТ

177

Альбом 1

904-02-26-86

ВЗРМ.ИИ.Х.Х.

Подпись и дата

И.И.И.И.И.И.

Приложение 4

П Р И М Е Р I. Расчет по упрощенному графо-аналитическому методу СУПТ без подогрева с одиночными установками.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

1. В СУПТ без подогрева промежуточного теплоносителя утилизируется теплота воздуха, удаляемого одной вытяжной установкой, для нагрева воздуха одной приточной установки.

Расчетные данные: $L_{вз} = 22000 \text{ м}^3/\text{ч}$; $G_{вз} = 26400 \text{ кг/ч}$;

$t_{в,вз} = 26^\circ\text{C}$; $\varphi_{в,вз} = 50\%$; $i_{в,вз} = 12,8 \text{ ккал/кг}$;

$L_{вн} = 22000 \text{ м}^3/\text{ч}$; $G_{вн} = 26400 \text{ кг/ч}$; $t_{в,вн} = -55^\circ\text{C}$;

$t_{в,вн} = 26^\circ\text{C}$ $t_{в,вн}^{(вн)}$ $= -19,5^\circ\text{C}$; отопительный период -

- 254 дня; режим работы - двухсменный; $T^{от} = 2804 \text{ ч}$.

2. В качестве основного оборудования приточных установок используется типовая приточная камера 2ПК - 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 обвязки) приточной и вытяжной установки, $t_{в,вн}^{(вн)}$, $Q_v^{пр}$, $Q_v^{от}$.

Порядок расчета

1. 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

Альбом I

904-02-26.86

Изд. и. май	Подпись и. дата	Взам инв. №

Таблица I

Установка	Т У Б							
	Номер	Индекс	Схемно-обвязки	Теплоутилизатор				
				Тип (индекс)	Количество, шт	Число рядов трубок	$f_{pp}^{(i)}$ м ²	$f_{ж}^{(i)}$ м ²
VI	27	2.03.3.12	I	КСк4-12-02 ХЛЗА	3	12	2,488	0,0052
III	27	2.03.3.12	I	КСк4-12-02 ХЛЗА	3	12	2,488	0,0052

2. Определяем t_s^{op} по формуле (8.6)

$$t_s^{op} = \frac{26 + (-55)}{2} = -14,5^{\circ}\text{C}$$

В качестве теплоносителя принимаем незамерзающий 30% раствор хлористого кальция с $t_{ж}^{don} = -55^{\circ}\text{C}$.

3. Определяем $G_{ж}$ при $W = I$ по формуле (8.7)

$$G_{ж} = \frac{26400 \cdot 0,24}{0,675 \cdot I} = 9387 \text{ кг/ч.}$$

$$W_1 = W_2 = I, \quad \text{так как} \quad G_{s1} = G_{s2}.$$

4. Определяем ω_1 и ω_2 по формуле (8.10)

$$\omega_1 = \omega_2 = \frac{9387}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0052} = 0,398 \text{ м/с,}$$

194

21855-01

Альбом I

904-02-26.86

5. Находим $\Delta P_{ж}$ по графикам рис.5 приложения 3.

Для ТУБ установки VI и III по характеристике 27 (I)
(27-номер ТУБ, I-тип обвязки) $\Delta P_{ж1} = \Delta P_{ж2} = 53 \text{ кПа} =$
 $= 5300 \text{ кгс/м}^2$.

6. Определяем $(Vp)_{фр1}$ и $(Vp)_{фр2}$ по формуле (8.12)

$$(Vp)_{фр1} = (Vp)_{фр2} = \frac{26400}{3600 \cdot 2,488} = 2,95 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с.}$$

7. Находим $\Delta P_{с1} = \Delta P_{с2} = 53,3 = 159 \text{ Па} = 15,9 \text{ кгс/м}^2$, где
53 Па - потери давления в одном теплообменнике по рис.7 приложения 3.

8. Определяем $\phi_{ос1}$ по рис. 24 приложения 3 (см. п.8.13).
На оси абсцисс откладываем значение $L_g = 22000 \text{ м}^3/\text{ч}$, проводим
вертикальную линию до пересечения с характеристикой 27 (I).

Ордината точки пересечения определяет значение $\phi_{ос1} = 0,415$.

9. Находим $\varphi_{сж}$ по табл. 8 приложения 2 при $t_{с.н2} = 26^\circ\text{C}$
и $t_{с.н1} = -55^\circ\text{C}$

$$\varphi_{сж} = 4\%.$$

10. Определяем режим работы вытяжной установки ($\varphi_{сж} + 5$) =
= 9%. ТУБ вытяжной установки работает в режиме выпадения конденса-
сата, так как $\varphi_{ан2} > (\varphi_{сж} + 5)$.

Находим $\Delta \varphi$ по п. 8.19 $\Delta \varphi = 50 - 9 = 41\%$.

Определяем $\xi_{\varphi} = 1,1$ по графику рис. 32 приложения 3.

II. Уточняем $\phi_{ос1}^{(1)}$ по формуле (8.22)

$$\phi_{ос1}^{(1)} = 0,415 \cdot I \cdot I \cdot I, I = 0,456, \quad \text{где}$$

$$\xi_c = I; \quad \xi_w = I, \quad \text{так как } G_{с1} = G_{с2}.$$

105

21855-01

904-02-26.86

Иск

180

Иск и иск. Подпись и дата. Инициалы и.

12. Определяем $t_{в.н1}^{вт}$ по формуле (8.23)

$$t_{в.н1}^{вт} = -55 + 0,456 [26 - (-55)] = -18^{\circ}\text{C}.$$

13. Определяем θ_1 по формуле (8.24)

$$\theta_1 = \frac{I + I}{I + I/0,456} = 0,627,$$

где $\bar{G}_B = \frac{26400}{26400} = I.$

14. Определяем $t_{ж.н2}$ по формуле (8.25)

$$t_{ж.н2} = -55 + \frac{-18 - (-55)}{0,627} = 4^{\circ}\text{C}.$$

15. Определяем $t_{ж.н1}$ по формуле (8.26)

$$t_{ж.н1} = 4 - I \cdot (-18 - (-55)) = -33^{\circ}\text{C}.$$

$t_{ж.н1} < 7^{\circ}\text{C}$, в качестве теплоносителя сохраняем 30% раствор хлористого кальция с $t_{жк}^{зам} = -55^{\circ}\text{C} = t_{в.н1}$.

16. Определяем $Q_v^{вт}$ по формуле (8.27)

$$Q_v^{вт} = 26400 \cdot 0,24 \cdot 0,456 [26 - (-55)] = 234026 \text{ ккал/ч}.$$

17. Определяем Q_v^r по формуле (8.28)

$$Q_v^r = 26400 \cdot 0,24 [26 - (-18)] = 278784 \text{ ккал/ч}.$$

196

21855-01

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				
	$L_a^{(a)}$, м ³ /ч	$G_a^{(a)}$, кг/ч	$t_{a,из}^{(a)}$, °C	$\varphi_{a,из}^{(a)}$, %	$L_{a,из}^{(a)}$, ккал/кг	$t_{a,из}^{(a)}$, °C	$t_{a,из}^{(a)}$, °C
В1	12080	14500	20	60	10,3	-	-
В2	14170	17000	18	60	8,2	-	-
В3	14170	17000	20	60	9,2	-	-
В4	25000	30000	18	60	10,5	-	-
В5	13330	16000	20	60	8,4	-	-
В6	9170	11000	18	60	8,2	-	-
В7	15830	19000	20	60	9,2	-	-
В8	20830	25000	18	60	10,5	-	-
В9	20000	24000	18	60	9,0	-	-
В10	14170	17000	18	60	8,2	-	-
П1	60415	72500	-	-	-	-25	14
П2	60415	72500	-	-	-	-25	14

$$t_{a,из}^{(a)} = -3,6^{\circ}\text{C};$$

$$t_{a,из}^{(a)} = -40^{\circ}\text{C}.$$

Место строительства - Москва.

Отопительный период 213 дней = 5112 ч, режим работы
двухсменный ($\eta=0,46$), $t_{a,из}^{(a)} = 5112 \cdot 0,46 = 2352$ ч.

904-02-26.86

Лист
182

АЛБОМ 1

904-02-26.86

Лист 1-мк. Подпись и дата. Взам. инв.

197

21855-01

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 СУПГ 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 обвязки),

$$t_{a,1}^{(1)}, Q_1^{(1)}, Q_1^{(2)}, t_{a,2}^{(2)}, Q_{12}^{(2)}, Q_{12}^{(1)}.$$

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 альбома 4 (см. схему по фронту) при номинальных расходах приточных камер 2ПК, ближайших по значению к заданным $L_{a,1}^{(1)}$ и $L_{a,2}^{(2)}$.

2. Определяем \bar{t} по формуле (8.1)

$$\bar{t} = 2352 \cdot (-3,6) = -8467^\circ\text{C.ч.}$$

Принимаем число рядов трубок (по глубине) в ТУБ вытяжных и приточных установок по п. 8.2.1 равным 12, так как

$$-5000 \geq \bar{t} \geq -26000^\circ\text{C.ч.}$$

3. Выбираем тип обвязки ТУБ в зависимости от типоразмера приточной камеры, типа теплоутилизатора, числа рядов трубок (см. табл. 3 альбома 4). Выписываем индекс, номер типовых ТУБ, номер схемы обвязки, значения $f_n^{(1)}$, $f_{np}^{(1)}$.

Данные по п. I-3 приведены в табл. 2.

198

21855-01

Таблица 2

Уста- новка Альбом I 904-02-26.86

Уста- новка	Но- мер	И н д е к с	Тип схе- мы об- вяз- ки	Т Е П Л О У Т И Л И З А Т О Р				
				Тип (индекс)	Коли- честв, шт.	Чис- ло ря- дов тру- бок	$f_{гр},$ м ²	$f_{ж},$ м ²
В1	20	2.02.3.12.2	2	КСк4-10-02 ХЛЕЗА	9	12	1,743	0,0033
В2	20	2.02.3.12.2	2	КСк4-10-02 ХЛЕЗА	9	12	1,743	0,0033
В3	20	2.02.3.12.2	2	КСк4-10-02 ХЛЕЗА	9	12	1,743	0,0033
В4	27	2.03.3.12.1	1	КСк4-12-02 ХЛЕЗА	3	12	2,488	0,0052
В5	20	2.02.3.12.2	2	КСк4-10-02 ХЛЕЗА	9	12	1,743	0,0033
В6	10	2.01.3.12.2	2	КСк4-10-02 ХЛЕЗА	6	12	1,162	0,0022
В7	20	2.02.3.12.2	2	КСк4-10-02 ХЛЕЗА	9	12	1,743	0,0033
В8	20	2.02.3.12.2	2	КСк4-10-02 ХЛЕЗА	9	12	1,743	0,0033
В9	20	2.02.3.12.2	2	КСк4-10-02 ХЛЕЗА	9	12	1,743	0,0033
В10	20	2.02.3.12.2	2	КСк4-10-02 ХЛЕЗА	9	12	1,743	0,0033
П1	51	2.06.3.12.2	2	КСк4-12-02 ХЛЕЗА	6	12	4,976	0,0103
П2	51	2.06.3.12.2	2	КСк4-12-02 ХЛЕЗА	6	12	4,976	0,0103

4. Определяем $\Sigma L_{B1}, \Sigma G_{B1}$ и $\Sigma L_{B2}, \Sigma G_{B2}$

$$\Sigma G_{B2} = 190500 \text{ кг/ч}, \Sigma L_{B2} = 158500 \text{ м}^3/\text{ч}, \Sigma G_{B1} = 145000 \text{ кг/ч}, \Sigma L_{B1} = 120830 \text{ м}^3/\text{ч}$$

5. Определяем средние параметры воздуха 10 вытяжных и 2 приточ- ных установок по формулам (8.2), (8.3), (8.4), (8.5)

199

21855-01

904-02-26.86

Лист

184

Уч. в. подл. Подпись и дата. Измен. № 4.

904-02-26.86 АЛБОН I

$$t_{\text{анз}}^{\text{ср}} = \frac{20 \cdot 14500 + 18 \cdot 17000 + 20 \cdot 17000 + 18 \cdot 30000 + 20 \cdot 16000 + 18 \cdot 11000 +$$

190500

$$+ 20 \cdot 19000 + 18 \cdot 25000 + 18 \cdot 24000 + 18 \cdot 17000 = 19^{\circ}\text{C}; \varphi_{\text{анз}}^{\text{ср}} = 60\%;$$

$$i_{\text{анз}}^{\text{ср}} = \frac{10,3 \cdot 14500 + 8,2 \cdot 17000 + 9,2 \cdot 17000 + 10,5 \cdot 30000 + 8,4 \cdot 16000 + 8,2 \cdot$$

190500

$$11000 + 9,2 \cdot 19000 + 10,5 \cdot 25000 + 9,0 \cdot 24000 + 8,2 \cdot 17000 =$$

$$= 9,33 \text{ ккал/кг};$$

$$t_{\text{анз}}^{\text{ср}} = -25^{\circ}\text{C}.$$

6. Определяем $t_s^{\text{ср}}$ по формуле (8.6)

$$t_s^{\text{ср}} = \frac{19 + (-25)}{2} = -3^{\circ}\text{C}.$$

В качестве теплоносителя принимаем незамерзающий раствор хлористого кальция, так как $t_s^{\text{ср}} < 12^{\circ}\text{C}$.

7. Определяем $G_{\text{ж}}$ по большому суммарному расходу потока вытяжного воздуха ($ZG_{15} = ZG_{12} = 190500 \text{ кг/ч}$) при $W_5 = 1$ по формуле (8.7)

$$G_{\text{ж}} = \frac{190500 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 1} = 67730 \text{ кг/ч}.$$

8. Определяем $G_{\text{ж}2}^{(1)}$ и $G_{\text{ж}1}^{(1)}$ по формулам (8.8) и (8.9)*

$$G_{\text{ж}}^{(1)} = \frac{14500 \cdot 67730}{190500} = 5155 \text{ кг/ч}$$

* В п.п. 8-12 приводится расчет для одного ТУБ. Результаты расчета для других ТУБ приведены в табл.3.

21855-01

904-02-26.86

Лист

185

Инд. № подл. Подпись и дата. Изменен инж. №

9. Определяем $\omega_1^{(i)}$, $\omega_2^{(i)}$, ω_2^φ по формулам (8.10), (8.11)

$$\omega_2^{(i)} = \frac{5155}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,003336} = 0,34 \text{ м/с;}$$

$$\omega_2^\varphi = \frac{67730}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0341} = 0,438 \text{ м/с;}$$

где $\rho = 1260 \text{ кг/м}^3$ по табл. I приложения 2;

$f_{xz}^{(i)} = 0,003336 \text{ м}^2$ - площадь живого сечения прохода теплоносителя для ТУБ установки VI по табл. 2 примера;

$\Sigma f_{xz} = 0,0341 \text{ м}^2$ - суммарная площадь живого сечения прохода теплоносителя для ТУБ установок VI - В10.

10. Находим $\Delta p_{xz}^{(i)}$:

для приточных установок по графикам

рис.5 приложения 2 $\Delta p_{xz}^{(i)} = 100 \text{ кПа} = 10000 \text{ кгс/м}^2$;

для вытяжных установок по формуле (5.1)

$\Delta p_{xz}^{(i)} = 2299 \cdot 0,34^2 \cdot 3 = 797 \text{ кгс/м}^2$, где $C_x = 2299$ принимаем по табл. 7 приложения 3.

II. Определяем $(v_p)_{pp}^{(i)}$, $(v_p)_{pp2}^{(i)}$, $(v_p)_{pp2}^\varphi$ по формулам (8.12) и (8.13)

$$(v_p)_{pp2}^{(i)} = \frac{14500}{3600 \cdot 1,755} = 2,3 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с.}$$

$$(v_p)_{pp2}^\varphi = \frac{190500}{3600 \cdot 5,413} = 3,0 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с.}$$

201

21855-01

где $f_{фр2}^{(2)} = 1,755 \text{ м}^2$ - площадь фронтального сечения ТУБ
установки В1 по табл. 2, примера;

$\Sigma f_{фр2} = 5,413 \text{ м}^2$ - суммарная площадь фронтального сечения
ТУБ установок В1 - В10.

12. Находим $\Delta P_{\theta}^{(2)}$ по графикам рис.7 приложения 3.

Для ТУБ установки В1 по характеристике 20 (2) $\Delta P_{\theta}^{(2)} = 35,3 =$
105 Па = 10,5 кгс/м², где 35 Па - потери давления в одном тепло-
обменнике.

13. Результаты расчета по п.п. 8 - 12 приводятся в табл. 3

Таблица 3

Уста- новка	Номер ТУБ	$G_{ж}^{(2)}$, кг/ч	$\omega^{(2)}$, м/с	$\Delta P_{ж}^{(2)}$, кгс/м ²	$(\eta \rho)^{(2)}$, кг/м ² ·с	$\Delta P_{\theta}^{(2)}$, 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

14. Определяем L_{B2}° и L_{B1}° по формулам (8.16) и (8.17)

$$L_{B2}^{\circ} = \frac{158500}{10} = 15870 \text{ мЗ/ч,}$$

$$L_{B1}^{\circ} = \frac{120830}{2} = 60415 \text{ мЗ/ч.}$$

Для определения значений $G_{B1}^{(m)}$ и $G_{B1}^{(n)}$ выбираем графики рис. 24 приложения 3, на котором нанесены характеристики G_{B1} для систем с ТУБ на базе 2ИК и теплоутилизаторами КСк4.

На оси абсцисс откладываем значение $L_{B2}^{\circ} = 15870 \text{ мЗ/ч}$, проводим вертикальную линию до пересечения с характеристикой 20 (2). Характеристика 20 (2) построена для ТУБ $\sqrt{20}$ 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

$$G_{B1}^{(n)} = 0,424.$$

На оси абсцисс рис. 24 откладываем значение $L_{B1}^{\circ} = 60415 \text{ мЗ/ч}$, 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

$$G_{B1}^{(m)} = 0,434.$$

15. Определяем G_{B1}° по формуле (8.14.1)

$$G_{B1}^{\circ} = \frac{0,424 + 0,434}{2} = 0,429.$$

16. Определяем W_M при $\Sigma G_{B1} = \Sigma G_{B1}$ 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

Альбом I

904-02-26.86

Инв. № подл. Подпись и дата
Взвешен инв. №

Находим $\xi_w = 0,9$ по рис. 30 приложения 3.

17. Определяем \bar{G}_B по формуле (8.21)

$$\bar{G}_B = \frac{190500}{145000} = 1,31$$

Находим $\xi_g = 1,17$ по рис. 31 приложения 3.

18. Находим $\varphi_{гх}$ по табл. 8 приложения 2 при $t_{гн2}^{\circ} = 19^{\circ}\text{C}$
и $t_{гн1}^{\circ} = -25^{\circ}\text{C}$

$$\varphi_{гх} = 22,5\%$$

19. Определяем режим работы вытяжных ТУБ.

ТУБ вытяжных установок работают в режиме с выпадением конденсата, так как $\varphi_{гн2}^{\circ} > (\varphi_{гх} + 5)$, где $\varphi_{гн2}^{\circ} = 60\%$,
($\varphi_{гх} + 5$) = $22,5 + 5 = 27,5\%$.

Находим $\Delta\varphi$ по п.8.19 $\Delta\varphi = 60 - (27,5) = 32,5\%$.

Определяем $\xi_{\gamma} = 1,204$ по графику рис. 32 приложения 3.

20. Уточняем $\phi_{гс1}^{\circ(\varphi)}$ по формуле (8.22)

$$\phi_{гс1}^{\circ(\varphi)} = 0,429 \cdot 0,9 \cdot 1,17 \cdot 1,204 = 0,544$$

21. Определяем $t_{гс1}^{\circ(\varphi)}$ по формуле (8.23)

$$t_{гс1}^{\circ(\varphi)} = -25 + 0,544 [19 - (-25)] = 1,1^{\circ}\text{C}$$

22. Определяем ϕ_1° по формуле (8.24)

$$\phi_1^{\circ} = \frac{1 + 1,31}{0,76 + 1/0,544} = 0,889$$

21855-01

204

904-02-26.86

Лист

189

Альбом I

904-02-26.86

Инс. №: подл. Подпись и дата Измен. ин. №

где $W_1 = W_N$ по п.16, так как $\Sigma G_{B1} < \Sigma G_{B2}$.

23. Определяем $t_{ж.к2}^{cp}$ по формуле (8.25)

$$t_{ж.к2}^{cp} = -25 + \frac{1,1 - (-25)}{0,889} = 4,4^\circ\text{C}.$$

24. Определяется $t_{ж.к1}^{cp}$ по формуле (8.26)

$$t_{ж.к1}^{cp} = 4,4 - 0,76 (1,1 - (-25)) = -15,4^\circ\text{C}.$$

Уточняем вид теплоносителя $t_{ж.к2}^{cp} = -15,4^\circ\text{C} < 7^\circ\text{C}$,
в СУПТ используется незамерзающий теплоноситель 23% раствор
хлористого кальция с $t_{ж.к}^{30\%} = t_{ж.к1} = -25^\circ\text{C}.$

25. Определяем $Q_v^{v(t_p)}$ по формуле (8.27)

$$Q_v^{v(t_p)} = 145000 \cdot 0,24 \cdot 0,544 [19 - (-25)] = 832970 \text{ ккал/ч} = \\ = 0,833 \text{ Гкал/ч}.$$

26. Определяем расход теплоты от первичного источника для
дополнительного нагрева воздуха в приточных установках $Q_v^{v(t_p)}$
(от $t_{ж.к1}^{v(t_p)} = 1,1^\circ\text{C}$ до $t_{ж.к1}^{зад} = 14^\circ\text{C}$) по формуле (8.28)

$$Q_v^{v(t_p)} = 145000 \cdot 0,24 \cdot (14 - 1,1) = 448920 \text{ ккал/ч} = \\ = 0,449 \text{ Гкал/ч}.$$

27. Определяем $i_{в.к2}^{cp}$ по формуле (8.29)

$$i_{в.к2}^{cp} = 9,33 - \frac{145000 \cdot 0,24 (1,1 - (-25))}{190500} =$$

$$= 4,56 \text{ ккал/кг}.$$

По $i-d$ диаграмме для точки с координатами $i_{в.к2}^{cp} =$
 $= 4,56 \text{ ккал/кг}$ и $\varphi = 100\%$ находим значение $t_{в.к2}^{cp} = 5,3^\circ\text{C}.$

21855-01

205

904-02-26.86

Лист

190

Альбом I

904-02-26.86

Элект. маш. Подпись и дата

28. Расчет годового потребления теплоты. ТУБ работают в режиме с выпадением конденсата $t_{ж.н}^{ко} = -15,4^{\circ}\text{C}$.

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; $\alpha_{ж} = 45 \text{ ккал}/(\text{ч.м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ и $\alpha_{жс} = 575 \text{ ккал}/(\text{ч.м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ 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 $t_{в.н}^{ко}$ по формуле (9.8)

$$t_{в.н}^{ко} = \frac{-5,37(9,33-2,3)+19(5,37 \cdot 0,1 - 0,2)}{1+5,37 \cdot 0,1 - 0,2} = -23,5^{\circ}\text{C},$$

где $D = 2,3$ для системы МК ГСС.

$t_{в.н}^{ко} = -23,5^{\circ}\text{C} > t_{в.н}^p = -25^{\circ}\text{C}$, значит на теплообменной поверхности ТУБ будет обмерзать конденсат.

Защиту ТУБ вытяжных установок предусматриваем за счет перепуска части теплоносителя.

28.3. Определяем $t_{в.н}^{пр(ср)}$ по формуле (12,2)

$$t_{в.н}^{пр(ср)} = \frac{14-0,544 \cdot 19}{1-0,544} = 8,0^{\circ}\text{C}.$$

21855-01 206

28.4. Выявляем характерные периоды работы СУПТ в годовом режиме по п. 12.2.

I период - $t_{в.н.}^{мин} = -40^{\circ}\text{C} < t_{в.н.}^p = -25^{\circ}\text{C} < t_{в.н.}^{кр} = -23,5^{\circ}\text{C}.$

II период - $t_{в.н.}^{кр} = 8^{\circ}\text{C} > t_{в.н.}^p = -25^{\circ}\text{C} > t_{в.н.}^{мин} = -23,5^{\circ}\text{C}.$

28.5. Определяем $t_{в.н.}^{кр(I)}$ и $\tau^{от(I)}$ для I и II периодов (место строительства - Москва) по разделу 4 и табл.4.I альбома 5:

а) для I периода с интервалом температур наружного воздуха

от $t_{в.н.}^{мин} = -40^{\circ}\text{C}$, до $t_{в.н.}^{кр} = -23,5^{\circ}\text{C}.$

Находим по табл. 4.I

$$t_{в.н.}^{от(I)} = -24,7^{\circ}\text{C}, \quad \tau^{от(I)} = 147 \text{ ч};$$

б) для II периода с интервалом температур наружного воздуха от $t_{в.н.}^{кр} = -23,5^{\circ}\text{C}$ до $t_{в.н.}^{кр} = 8,0^{\circ}\text{C}.$

Находим по табл.4.I значения τ и S , соответствующие заданным $t_{в.н.}$:

при $t_{в.н.}^{кр} = -23,5^{\circ}\text{C}$, $\tau^H = 147 \text{ ч}$, $S^H = 3629,5 \text{ ч}^{\circ}\text{C};$

при $t_{в.н.}^{кр} = 8,0^{\circ}\text{C}$, $\tau^с = 5112 \text{ ч}$, $S^с = 14902 \text{ ч}^{\circ}\text{C}.$

Определяем $\tau^{от(II)}$ по формуле (4.2)

$$\tau^{от(II)} = 5112 - 147 = 4965 \text{ ч}.$$

Определяем $S^{от(II)}$ по формуле (4.3)

$$S^{от(II)} = -14902 - (-3629,5) = -11272,5 \text{ ч}^{\circ}\text{C}.$$

Определяем $t_{в.н.}^{ср.от(II)}$ по формуле (4.I)

$$t_{в.н.}^{ср.от(II)} = \frac{11272,5}{4965} = -2,3^{\circ}\text{C}.$$

2855-01 207

28.6. Определяем $Q_{гвн}^{ст(1)}$ и $Q_{гвн}^{ст(2)}$ по формуле (12.8) и (12.9)

$$Q_{гвн}^{ст(1)} = 0,833 \cdot 0,9 \frac{19 - (-24,7)}{19 - (-25)} \cdot 147 \cdot 0,46 = 50,35 \text{ Гкал/год.}$$

$$Q_{гвн}^{ст(2)} = 0,833 \cdot \frac{19 - (-2,3)}{19 - (-25)} \cdot 4965 \cdot 0,46 = 920,98 \text{ Гкал/ч.}$$

28.7. Определяем $Q_{гвн}^{ст(1+2)}$ по формуле (12.12)

$$Q_{гвн}^{ст(1+2)} = 50,35 + 920,98 = 971,33 \text{ Гкал/год.}$$

28.8. Определяем требуемый расход теплоты $Q_v^{ст(т)}$ на нагрев приточного воздуха в расчетном режиме при $t_{в,н}^p = -25^\circ\text{C}$

$$Q_v^{ст(т)} = \sum G_b^{(1)}, C_b (t_{в,н}^p - t_{в,н}^c) =$$

$$= 145000 \cdot 0,24 [14 - (-25)] = 1357200 \text{ ккал/ч} = 1,357 \text{ Гкал/ч.}$$

28.9. Определяем $Q_{гвн}^r$ по формуле (12.1)

$$Q_{гвн}^r = 1,357 \frac{[14 - (-3,6)]}{[14 - (-25)]} 2352 - 971,33 = 469,01 \text{ Гкал/год.}$$

где $t_{в,н}^c = 2352^\circ\text{C}$ при двухкомпонентной работе ($t_{в,н}^{ст} = 5112^\circ\text{C}$; $\eta = 0,46$);

$$t_{в,н}^{ст(от)} = -3,6^\circ\text{C.}$$

21855-01 208

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 1

Уста- новка	Расход воздуха			Параметры воздуха				
	$L_{ном}^{(1)}$, м ³ /ч	$L_{в}^{(1)}$, м ³ /ч	$G_{в}^{(1)}$, кг/ч	$t_{вх}^{(1)}$, °C	$\varphi_{вх}^{(1)}$, %	$L_{пр}^{(1)}$, ккал/кг	$t_{пр}^{(1)}$, °C	$t_{вх}^{(1)}$, °C
В1	80000	70000	84000	35	60	22	-	-
В2	80000	70000	84000	35	60	22	-	-
В3	63000	65000	78000	30	60	17,2	-	-
П1	80000	72100	86500	-	-	-	-30,6	18
П2	80000	72100	86500	-	-	-	-30,6	18
П3	80000	72100	86500	-	-	-	-10	18

$$t_{вх}^{(1)} = -6,5^{\circ}\text{C}; \quad T_{\text{пр}} = 2400 \text{ ч.}$$

2. В качестве основного оборудования для приточных установок используются центральные кондиционеры КТЦ2А, для вытяжных установок - приточные камеры 2ПК.

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

Альбом I

904-02-26.86

Инв. № подл. Подпись и дата Взам. инв. №

4. Расчет СУПТ выполняется по графо-аналитическому методу (раздел 9.4) в системе единиц МКГСС.

Требуется определить:

технические характеристики ТУБ (тип и количество теплоутилизаторов, число рядов трубок, схемы обвязки), вид теплоносителя, $G_{ж}$, $t_{дм}^{(1)}$, $Q_v^{(1)}$, $Q_v^{(2)}$, $t_{дс}$, $t_{вх}^{(кр/ср)}$

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 ЗПК, ближайших к заданным $L_{вх}^{(1)}$;

для приточных установок - по табл.4 альбома 4 (см.схему по фронту) при номинальных расходах кондиционеров КПК2А, ближайших к заданным $L_{вх}^{(1)}$.

2. Определяем \bar{t} по формуле (8.1)

$$\bar{t} = 2400 \cdot (-6,5) = -15600 \text{ ч}^\circ\text{С}.$$

Принимаем число рядов трубок (по глубине) в ТУБ установок В1, В2, В3, П1, П2 по п.8.2.2 равным 12, так как

$$-5000 \geq \bar{t} \geq -26000 \text{ }^\circ\text{С ч}.$$

Для ТУБ установки П3 число рядов трубок принимаем равным 8, так как за счет рециркуляции воздуха из помещения $t_{дм}^{(1)} = -10^\circ\text{С}$ и следовательно значение \bar{t} для этой установки будет меньше -15600 $^\circ\text{С ч}$.

21055-01 210

3. Выбираем тип обвязки ТУБ в зависимости от типоразмера основного оборудования, типа теплоутилизатора, числа рядов труб:

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 $f_{\text{тп}}^{(1)}$, $f_{\text{тп}}^{(2)}$.

Данные по п.п. 2-3 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Уста- новка	Т У Б							
	Но- мер	И н д е к с	Тип схемы обвяз- ки	Теплоутилизатор				
				Тип (индекс)	Коли- чест- во, шт.	Число рядов тру- бок	$f_{\text{тп}}^{(1)}$ м ²	$f_{\text{тп}}^{(2)}$ м ²
В1	6I	2.08.2.I2.3	3	ТП16-ТПК.04 ТП25-ТПК.04	6 6	I2	8,334	0,0I74
В2	6I	2.08.2.I2.3	3	ТП16-ТПК.04 ТП25-ТПК.04	6 6	I2	8,334	0,0I74
В3	50	2.06.2.I2.I	I	ТП25-ТПК.04	6	I2	4,998	0,0I04
П1	5I	I.08.I.I2.4	4	ВН08.102I3	6	I2	8,28	0,0I18
П2	5I	I.08.I.I2.4	4	ВН08.102I3	6	I2	8,28	0,0I18
П3	43	I.08.I.8.4	4	ВН08.102I3	4	8	8,28	0,0I18

4. Определяем $\Sigma G_{\text{в2}}$ $\Sigma G_{\text{в1}}$, $\Sigma L_{\text{в2}}$ и $\Sigma L_{\text{в1}}$, $\Sigma L_{\text{в2}}^{\text{нвн}}$ и $\Sigma L_{\text{в1}}^{\text{нвн}}$

$$\Sigma G_{\text{в2}} = 246000 \text{ кг/ч; } \Sigma G_{\text{в1}} = 259500 \text{ кг/ч;}$$

$$\Sigma L_{\text{в2}} = 205000 \text{ м}^3/\text{ч; } \Sigma L_{\text{в1}} = 216300 \text{ м}^3/\text{ч;}$$

$$\Sigma L_{\text{в2}}^{\text{нвн}} = 223000 \text{ м}^3/\text{ч; } \Sigma L_{\text{в1}}^{\text{нвн}} = 240000 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

211
21855-01

904-02-26.86 АЛБОН I

5. Определяем средние параметры воздуха по формулам (8.2), (8.3), (8.4), (8.5)

$$t_{\text{вн}}^{\circ} = \frac{35 \cdot 84000 + 35 \cdot 84000 + 30 \cdot 78000}{246000} = 33,4^{\circ}\text{C}; \quad \varphi_{\text{вн}}^{\circ} = 60\%;$$

$$i_{\text{вн}}^{\circ} = \frac{22 \cdot 84000 + 22 \cdot 84000 + 17,2 \cdot 78000}{246000} = 20,5 \text{ ккал/кг};$$

$$t_{\text{вн}}^{\circ} = \frac{(-30,6) \cdot 86500 + (-30,6) \cdot 86500 + (-10) \cdot 76500}{259500} = -23,7^{\circ}\text{C}.$$

6. Определяем $t_{\text{с}}^{\circ}$ по формуле (8.6)

$$t_{\text{с}}^{\circ} = \frac{33,4 + (-30,6)}{2} = 1,4^{\circ}\text{C}.$$

В качестве теплоносителя принимаем незамерзающий раствор хлористого кальция, так как $t_{\text{с}}^{\circ} < 12^{\circ}\text{C}$.

7. Определяем $(v\rho)_{\text{пр1}}^{(1)}$, $(v\rho)_{\text{пр2}}^{(1)}$, $(v\rho)_{\text{пр1}}^{\circ}$, $(v\rho)_{\text{пр2}}^{\circ}$ по формулам (8.12) и (8.13)^ж

$$(v\rho)_{\text{пр2}}^{(1)} = \frac{84000}{3600 \cdot 8,334} = 2,8 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)};$$

$$(v\rho)_{\text{пр2}}^{\circ} = \frac{246000}{3600 \cdot 21,67} = 3,15 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)};$$

$$(v\rho)_{\text{пр1}}^{\circ} = \frac{259500}{3600 \cdot 24,84} = 2,9 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}.$$

ж 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

Имя, н. п. пош. | Инициалы и дата | Взам. инв. №

где $f_{ppe}^{(i)} = 8,334 \text{ м}^2$ - площадь фронтального сечения
для ТУБ установки VI по табл.2 примера;

$\Sigma f_{ppe} = 21,67 \text{ м}^2$ - суммарная площадь фронтального
сечения ТУБ трех вытяжных установок;

$\Sigma f_{ppe} = 24,84 \text{ м}^2$ - суммарная площадь фронтального
сечения ТУБ трех приточных установок.

8. Находим $\Delta P_{B1}^{(i)}$ и $\Delta P_{B2}^{(i)}$ по графикам рис.7 прило-
жения 3. Для ТУБ установки VI по характеристике 6I(3) $\Delta P_{B2}^{(i)} = 52 \cdot 8 =$
 $= 156 \text{ Па} = 15,6 \text{ кгс/м}^2$, где 52 Па - потери давления в одном теплообменнике.

9. Определяем $G_{ж}$ по большему суммарному расходу
воздуха ($\Sigma G_{B5} = \Sigma G_{B2} = 259500 \text{ кг/ч}$) при $W_5 = W_1 = I$
по формуле (8,7)

$$G_{ж} = \frac{259500 \cdot 0,24}{0,675 \cdot I} = 92270 \text{ кг/ч.}$$

10. Определяем $G_{ж2}^{(i)}$ и $G_{ж2}^{(ii)}$ по формулам (8,8) и
(8,9)

$$G_{ж2}^{(i)} = \frac{84000 \cdot 92270}{246000} = 31507 \text{ кг/ч.}$$

II. Определяем $\omega_1^{(i)}, \omega_2^{(i)}, \omega_1^{(ii)}, \omega_2^{(ii)}$ по
формулам (8,10), (8,11)

$$\omega_2^{(i)} = \frac{31507}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0174} = 0,4 \text{ м/с;}$$

$$\omega_2^{(ii)} = \frac{92270}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0452} = 0,45 \text{ м/с;}$$

$$\omega_1^{(ii)} = \frac{92270}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0354} = 0,575 \text{ м/с.}$$

21855-01 213

где $\rho = 1260 \text{ кг/м}^3$ по табл. I приложения 2;

$f_{ж2}^{(1)} = 0,0174 \text{ м}^2$ - площадь живого сечения прохода теплоносителя для ТУБ установки В1 по табл. 2 примера.

$\Sigma f_{ж2} = 0,0452 \text{ м}^2$ - суммарная площадь живого сечения прохода теплоносителя для ТУБ установок В1 - В3; $\Sigma f_{ж1} = 0,0354 \text{ м}^2$

12. Находим $\Delta P_{ж1}^{(1)}$ по графикам рис. I приложения 3, так как $W_1 = 1$.

Для ТУБ установки III по характеристике 5I (4) (5I - номер ТУБ, 4 - тип схемы обвязки) при $W = 1$ и $L = 72100 \text{ м}^3/\text{ч}$

$$\Delta P_{ж1}^{(1)} = 100 \text{ кПа} = 10000 \text{ кгс/м}^2.$$

Находим $\Delta P_{ж2}^{(1)}$ по формуле (5.1), так как $W_2 = 0,95$ (см. п. I.4)

Для ТУБ 6I (3) установки В1, комплектуемого теплоутилизаторами ТН16-ТИРК.04 - 6 шт., ТН25-ТИРК.04 - 6 шт., при схеме обвязки типа 3, $W_1^{(1)} = 0,4 \text{ м}^3/\text{с}$ величина $C_{ж}$ по табл. 6 приложения 2 равна: для ТН.16-ТИРК.04 - $2421 \text{ (кг} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^2$,

для ТН.25-ТИРК-5I50 $(\text{кг} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^2$

$$\Delta P_{ж2}^{(1)} = (2421 + 5150) \cdot 3 \cdot 0,4^2 = 3868 \text{ кгс/м}^2.$$

13. Результаты расчета по п. п. 7-12 приведены в таблице 3.

Таблица 3

Уста- новка	$G_{ж}^{(1)}$, кг/ч	$W^{(1)}$, м/с	$\Delta P_{ж}^{(1)}$, кгс/м ²	$(\Delta P_{ж}^{(1)})^{(1)}$, кг/(м ² с)	$\Delta P_{ж}^{(1)}$, 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
П1	30757	0,575	10000	2,90	25,8
П2	30757	0,575	10000	2,90	25,8
П3	30757	0,575	6600	2,90	17,2

21855-01 214

904-02-26.86

Лист

199

Альбом I

904-02-26.86

14. Определяем $W_M, W_M^{(i)}$ для потока с меньшим суммарным расходом воздуха ($\Sigma G_{in} = \Sigma G_{ex} = 246000$ кг/ч) по формулам (8.20), (9.13)

$$W_M = \frac{246000 \cdot 0.24}{92270 \cdot 0.675} = 0.95.$$

$$W_2 = W_M = W_M^{(i)}.$$

15. Определяем $\bar{L}_B^{(i)}$ для ТУБ приточных и вытяжных установок по формуле (9.1)

$$\bar{L}_{B2}^{(i)} = \frac{70000}{80000} = 0.875.$$

16. Определяем $(F_{01}')^{(i)}$ и $(F_{02}')^{(i)}$ по табл. II приложения 2.

Для ТУБ 6I на базе 2ПК с ТП-04, числом рядов трубок I2 и 3 типом обвязки при $\bar{L}_{B2}^{(i)} = 0.875$ $(F_{02}')^{(i)} = 1.065$.

17. Находим $(F_{01}')^{\varphi}$ и $(F_{02}')^{\varphi}$ по формулам (9.2), (9.3)

$$(F_{01}')^{\varphi} = \frac{1.96 \cdot 72100 + 1.96 \cdot 72100 + 1.31 \cdot 72100}{216300} = 1.74,$$

$$(F_{02}')^{\varphi} = \frac{1.065 \cdot 70000 + 1.065 \cdot 70000 + 1 \cdot 65000}{205000} = 1.044.$$

18. Определяем $\theta_1^{(i)}, \theta_2^{(i)}, \theta_1^{\varphi}, \theta_2^{\varphi}$ по табл. I2 приложения 2.

Для приточной установки III при значении $(F_{01}')^{\varphi} = 1.96$ и $W_2 = 1$ $\theta_1^{(i)} = 0.662$.

215

21855-01

904-02-26.86

Лист

200

Имя, № подл. Подпись и дата
Взам. инв. №

Для трех приточных установок при значении $(F_{01}')^{\circ} = 1,74$ и $W_2 = 1$ $\phi_{1'}^{\circ} = 0,635$

Для трех вытяжных установок при значении $(F_{02}')^{\circ} = 1,044$ и $W_2 = 0,95$ $\phi_{2'}^{\circ} = 0,519$.

19. Результаты расчета по п.п.15 - 18 приведены в табл.4.

20. Находим $\phi_{01'}^{\circ}$ по формуле (9.4)

$$\phi_{01'}^{\circ} = \frac{I}{\frac{I}{0,635} + \frac{259500}{0,519 \cdot 246000} - I} = 0,385.$$

21. Находим κ_2° , α_{s2}° и $\alpha_{ж2}^{\circ}$ по графикам рис.35,36,40 приложения 3 при $\omega_2^{\circ} = 0,45$ м/с

и $(\nu\rho)_{\text{ж2}}^{\circ} = 3,15$ кг/(м²·с)

$$\kappa_2^{\circ} = 20,21 \text{ ккал/}(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}),$$

$$\alpha_{s2}^{\circ} = 26,66 \text{ ккал/}(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}),$$

$$\alpha_{ж2}^{\circ} = 499 \text{ ккал/}(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

22. Определяем $\phi_{p.c}^{\circ}$ по формуле (9.5)

$$\phi_{p.c}^{\circ} = 0,385 + \frac{20,21}{26,66} \left(\frac{0,385}{0,519} - 0,385 \right) = 0,655.$$

23. Определяем $t_{p.c2}^{\circ}$ по формуле (9.6)

$$t_{p.c2}^{\circ} = -23,7 + 0,655 \cdot [33,4 - (-23,7)] = 13,7^\circ\text{C}.$$

24. Находим по $t-d$ диаграмме (см.п.9.3.9) $\varphi_{\text{сух}} = 30\%$.

25. По условиям п.8.19 определяем

$$(\varphi_{\text{сух}} + 5) = 35\% < \varphi_{\text{ж2}}^{\circ} = 60\%, \text{ значит}$$

ТУБ вытяжных установок работают с выпадением конденсата на поверх-

21855-01

ности теплоутилизаторов.

Находим $\Delta \varphi$

$\Delta \varphi = 60 - 35 = 25^\circ$, определяем ξ по графику рис. 32 приложения 2 при $t_{\text{вх2}} = 35^\circ\text{C}$.

$$\frac{\sum G_{\text{вх}}}{\sum G_{\text{вх}}} = \frac{246000}{259500} = 0,95 \quad \xi = 1,066.$$

26. Уточняем $\varphi_{\text{вх1}}^{(1)}$ по формуле (9.7)

$$\varphi_{\text{вх1}}^{(1)} = 0,385 \cdot 1,066 = 0,41.$$

27. Определяем $t_{\text{вх1}}^{(1)}$ по формуле (8.23)

$$t_{\text{вх1}}^{(1)} = -23,7 + 0,41 \cdot [33,4 - (-23,7)] = 0,3^\circ\text{C}.$$

28. Определяем $t_{\text{вх2}}^{(1)}$ по формуле (8.25)

$$t_{\text{вх2}}^{(1)} = -23,7 + \frac{0,3 - (-23,7)}{0,635} = 14,1^\circ\text{C}.$$

29. Определяем $t_{\text{вх1}}^{(1)}$ по формуле (9.14)

$$t_{\text{вх1}}^{(1)} = -30,6 + 0,662 [14,1 - (-30,6)] = 1^\circ\text{C}.$$

30. Определяем $t_{\text{вх1}}^{(1)}$ по формуле (9.15)

$$t_{\text{вх1}}^{(1)} = 14,1 - 1 \cdot [-1 - (-30,6)] = -15,5^\circ\text{C}.$$

31. Уточняем вид теплоносителя по п. 9.4.5

$$t_{\text{вх1}}^{(1)} = t_{\text{вх1}}^{\text{мин}} = -15,5^\circ\text{C}$$

217

21855-01

так как $t_{жж1}^{мин} = -15,5^{\circ}\text{C} < 7^{\circ}\text{C}$, в качестве промежуточного теплоносителя применяется теплоноситель - 26% раствор хлористого кальция, $t_{жж}^{зам, мин} = t_{жж}^{мин} = -31^{\circ}\text{C}$.

32. Определяем $Q_v^{ст(1)}$ по формуле (9.16)

$$Q_v^{ст(1)} = 86500 \cdot 0,24[-1 - (-30,6)] = 614496 \text{ ккал/ч.}$$

33. Определяем $Q_v^{т(1)}$ по формуле (9.17)

$$Q_v^{т(1)} = 86500 \cdot 0,24 \cdot [18 - (-1)] = 394440 \text{ ккал/ч.}$$

Результаты расчета по п.п.29 - 33 приведены в табл. 4

Таблица 4

Установка	$\bar{L}^{(1)}$	$(F_0)^{(1)}$	$Q^{(1)}$	$t_{жж1}^{ст(1)}$ °C	$t_{жж1}^{т(1)}$ °C	$Q_v^{ст(1)}$ ккал/ч	$Q_v^{т(1)}$ ккал/ч
В1	0,875	1,065	0,522	-	-	-	-
В2	0,875	1,065	0,522	-	-	-	-
В3	1,03	1,0	0,508	-	-	-	-
III	0,9	1,96	0,662	-1	-15,5	614496	394440
II2	0,9	1,96	0,662	-1	-15,5	614496	394440
II3	0,9	1,31	0,567	3,7	0,4	284412	296868

34. По п.8.27 определяем $L_{агг}^{а}$

Находим значение $L_{агг}^{а}$ по формуле (8.29)

$$L_{агг}^{а} = 20,5 \frac{259500 \cdot 0,24 \cdot [03 - (-23,7)]}{246000} = 14,4 \text{ ккал/кг}$$

По $t-d$ диаграмме для точки с координатами $L_{агг}^{а} = 14,4 \text{ ккал/кг}$ и $t_{жж} = 218$

Альбом I

904-02-26.86

$\varphi = 100\%$ находим значение $t_{в.н.г}^{cp} = 20,8^\circ\text{C}$.

35. Определяем $t_{ж.н.г}^{cp}$ по формуле (9.18)

$$t_{ж.н.г}^{cp} = \frac{(-15,5) \cdot 30757 + (-15,5) \cdot 30757 + 0,4 \cdot 30757}{92270} = -10,5^\circ\text{C}.$$

Принимаем $t_{ж.н.г}^{cp} = t_{ж.н.г}$. Так как ТУБ вытяжных установок работают с выпадением конденсата (см. п.25), и

$$t_{ж.н.г}^{cp} = -10,5^\circ\text{C} < 0^\circ\text{C},$$

находим $t_{в.н.г}^{кр(ж)}$

по формуле (9.8)

$$t_{в.н.г}^{кр(ж)} = \frac{3,006 \cdot (20,5 - 2,3) + 33,4(3,006 \cdot 0,1038 - 0,2357)}{1 + 3,006 \cdot 0,1038 - 0,2357} = -48,5^\circ\text{C},$$

где $\psi = 13,5$ для ТП по примечанию табл.4 альбома 4;

$$A = \frac{13,5 \cdot 31}{580 \cdot 0,24} = 3,006 - \text{по формуле (9.9);}$$

$$B = \frac{0,41 \cdot 259500 \cdot 0,24}{246000} = 0,1038 - \text{по формуле (9.10);}$$

$$C = \frac{0,41}{0,635} - 1 \cdot 0,41 = 0,2357 - \text{по формуле (9.11).}$$

$$t_{в.н.г}^{кр(ж)} = -48,5^\circ\text{C} < t_{в.н.г}^{мин} = -30,6^\circ\text{C}, \quad \text{т.е. теплообменная}$$

поверхность ТУБ не обмерзает и защита от обмерзания не требуется.

Удв. и под. Постр. и дата. (подпись)

219

21855-01

904-02-26.86

Лист

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. I, 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, труб, схемы обвязки), вид теплоносителя, $G_{ж}, t_{ж1}, Q_4, Q_4^{(1)}$.

Порядок расчета:

1. Выполняем расчет по п.п. I-9, I4 примера 3.

2. Определяем $G_{ж1}^{(1)}$ по формуле (8.9), так как $\Sigma G_{ж1} > \Sigma G_{ж2}$
 $G_{ж1}^{(1)} = G_{ж1}^{(2)} = G_{ж1}^{(3)} = \frac{86500 \cdot 92270}{259500} = 30757 \text{ кг/ч}.$

3. Принимаем по п.п. 9.5.2 а $G_{ж2}^{(1)} = G_{ж1}^{(1)}$
 $G_{ж2}^{(1)} = G_{ж1}^{(1)} = 30757 \text{ кг/ч}; G_{ж2}^{(2)} = G_{ж1}^{(2)} = 30757 \text{ кг/ч}; G_{ж2}^{(3)} = G_{ж1}^{(3)} = 30757 \text{ кг/ч}.$

4. Определяем $\omega_1^{(1)}, \omega_2^{(1)}, \omega_1^{(2)}, \omega_2^{(2)}$ по формулам (8.10), (8.11)*

$$\omega_2^{(1)} = \frac{30757}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0174} = 0,39 \text{ м/с};$$

$$\omega_2^{(2)} = \frac{92270}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0452} = 0,45 \text{ м/с},$$

* В п.п. 4, 5, 7-9, II-I5, 20-22 приводится расчет для одного ТУБ; результаты расчета для других ТУБ приведены в таблицах.

где $\rho = 1260 \text{ кг/м}^3$ по табл. I приложения 2;

$f_{ж2}^{(1)} = 0,0174 \text{ м}^2$ - площадь живого сечения прохода теплоносителя для ТУБ установки В1 по табл. 2 примера 3.

$\Sigma f_{ж2} = 0,0452 \text{ м}^2$ - суммарная площадь живого сечения прохода теплоносителя для ТУБ установок В1-В3.

5. Находим $\Delta p_{ж1}^{(1)}$ по графику рис. I, приложения 2; $\Delta p_{ж2}^{(1)}$ по формуле (5.1).

Для ТУБ установки III по характеристике 5I(4) (5I - номер ТУБ, 4 - тип схемы обвязки) при $G_{ж1}^{(1)} = 30757 \text{ кг/ч}$ $\Delta p_{ж2}^{(1)} = 100 \text{ кПа} = 10000 \text{ кгс/м}^2$.

6. Результаты расчета по п.п. 3-5 примера 4 и п.п. II, I2 примера 3 приведены в табл. I

Таблица I

Уста- новка	$G_{ж}^{(1)}$, кг/ч	$co^{(1)}$, м/с	$\Delta p_{ж}^{(1)}$, кгс/м ²	$(\nu p)_{\rho}^{(1)}$, кг/(м ² ·с)	$\Delta p_s^{(1)}$, 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 $W_2^{(1)} = W_N^{(1)}$ по формуле (9.18), так как ТУБ вытяжных установок находятся в потоке с меньшим суммарным расходом воздуха ($\Sigma G_{B1} = \Sigma G_{B2}$)

$$W_2^{(1)} = \frac{84000 \cdot 0,24}{30757 \cdot 0,675} = 0,97;$$

$$W_1^{(1)} = W_s^{(1)} = 1; \quad W_N = 0,95 \text{ (см. п.14 примера 3).}$$

221

21855-01

8. Принимаем значения $\bar{L}_2^{(1)}$, $(F_{01}')^{(1)}$, $(F_{02}')^{(1)}$, $\theta_1^{(1)}$, $\theta_2^{(1)}$ и $\theta_2^{(2)}$ по п.п. 15-19 примера 3. Находим $\theta_2^{(2)*}$.

9. Определяем $\theta_{051}^{(1)}$ для каждой пары приточной и вытяжной установки по формуле (9.19)

$$\theta_{051}^{(1)} = \frac{I}{\frac{I}{0,662} + \frac{86500}{0,522 \cdot 84000} - I} = 0,403.$$

10. Определяем $\theta_{051}^{(2)}$, формуле (9.4)

$$\theta_{051}^{(2)} = \frac{I}{\frac{I}{0,635} + \frac{259500}{0,519 \cdot 246000} - I} = 0,385.$$

11. По графикам рис. 35, 36, 40 приложения 3 находим значения $\bar{L}_{02}^{(1)}$, $\bar{L}_{02}^{(2)}$, $K_2^{(1)}$ при соответствующих $\omega_2^{(1)}$ и $(\nu\rho)_{\text{пр.}}$.

$$K_2^{(1)} = 18,92 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}),$$

$$\bar{L}_{02}^{(1)} = 24,94 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}),$$

$$\bar{L}_{02}^{(2)} = 481,6 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

12. Определяем $\theta_{05}^{(1)}$ по формуле (9.5)

$$\theta_{05}^{(1)} = 0,403 + \frac{18,92}{24,94} (0,403 - 0,403) = 0,683.$$

13. Определяем $t_{052}^{(1)}$ по формуле (9.6)

$$t_{052}^{(1)} = -30,6 + 0,683 [35 - (-30,6)] = 14,2 ^\circ\text{C}.$$

14. Находим по i - d диаграмме $\varphi_{052}^{(1)} = 29\%$

$$(\varphi_{052}^{(1)} + 5) = 34\% < \varphi_{0,12} = 60\%, \text{ значит ТУВ}$$

вытяжной установки работает с выпадением конденсата на поверхности теплоутилизатора.

15. Находим $\Delta\varphi^{(1)}$ и $\bar{\xi}_\varphi^{(1)}$ по графику рис.32 приложения 3
 $\Delta\varphi^{(1)} = 60 - 34 = 26\%$, $\bar{\xi}_\varphi^{(1)} = 1,065$.

*) $\theta_2^{(2)}$ определяется по табл.12 приложения 2 при известных $(F_{02}')^{(2)}$, $W_2^{(2)}$.

21855-01

222

16. Определяем средний поправочный коэффициент $\sum \varphi$ по формуле (9.20).

$$\sum \varphi = \frac{1,065 \cdot 84000 + 1,065 \cdot 84000 + 1,035 \cdot 78000}{246000} = 1,055.$$

17. Уточняем величину $\theta_{os}^{(\varphi)}$ по формуле (9.21)

$$\theta_{os}^{(\varphi)} = 0,385 \cdot 1,055 = 0,406$$

18. Определяем $t_{в.к1}^{(\varphi)}$ по формуле (8.23)

$$t_{в.к1}^{(\varphi)} = -23,7 + 0,406 [33,4 - (-23,7)] = -0,5^\circ\text{C}.$$

19. Определяем $t_{ж.к2}^{(\varphi)}$ по формуле (8.25)

$$t_{ж.к2}^{(\varphi)} = -23,7 + \frac{(-0,5) - (-23,7)}{0,635} = 12,8^\circ\text{C}.$$

20. Определяем $t_{в.к1}^{(\varphi)}$ по формуле (9.13)

$$t_{в.к1}^{(\varphi)} = -30,6 + 0,662 \cdot [12,8 - (-30,6)] = -1,9^\circ\text{C}.$$

21. Определяем $t_{ж.к1}^{(\varphi)}$ после каждой установки по формуле

$$(9.14) \quad t_{ж.к1}^{(\varphi)} = 12,8 - 1 [-1,9 - (-30,6)] = 15,9^\circ\text{C}.$$

$t_{ж.к1}^{(\varphi)} = -15,9 < 7^\circ\text{C}$, в качестве теплоносителя сохраняется незамерзающий раствор хлористого кальция.

22. Определяем $Q_v^{(\varphi)}$ по формуле (9.15)

$$Q_v^{(\varphi)} = 86500 \cdot [0,24 - 1,9 - (-30,6)] = 595812 \text{ ккал/ч}$$

23. Результаты расчета п.п. 7,9,11-15, 20-22 приведены в табл.2.

24. Определяем $Q_v^{(\varphi)}$ по формуле (9.16)

$$Q_v^{(\varphi)} = 86500 \cdot 0,24 \cdot [18 - (-1,9)] = 413124 \text{ ккал/ч}.$$

223

21855-01

Таблица 2

Установки	$\varrho_2^{(i)}$	$\varrho_{052}^{(i)}$	$K_2^{(i)}$, $\frac{\text{ккал}}{\text{ч. м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$	$\alpha_{82}^{(i)}$, $\frac{\text{ккал}}{\text{ч. м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$	$\alpha_{ж2}^{(i)}$, $\frac{\text{ккал}}{\text{ч. м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$	$\varrho_{рс}^{(i)}$	$t_{рс}^{(i)}$, $^\circ\text{C}$
В1 и П1	0,522	0,403	18,92	24,94	481,6	0,683	14,2
В2 и П2	0,522	0,403	18,92	24,94	481,6	0,683	14,2
В3 и П3	0,508	0,34	27,52	32,68	713,8	0,617	14,7

Продолжение таблицы 2

Установки	$\varphi_{сух}^{(i)}$, %	$\varphi_{сух+5}^{(i)}$, %	$\varphi_{ф}^{(i)}$, %	$\xi_{\varphi}^{(i)}$	$t_{в.к1}^{(i)}$, $^\circ\text{C}$	$t_{ж.к1}^{(i)}$, $^\circ\text{C}$	$Q_{\varphi}^{(i)}$, ккал/ч	$Q_{\varphi}^{* (i)}$, ккал/ч
В1 и П1	29	34	26	1,065	-1,9	-15,9	595812	413124
В2 и П2	29	34	26	1,065	-1,9	-15,9	595812	413124
В3 и П3	41	46	14	1,035	2,9	+0,1	267804	313476

224

21855-01

904-02-26.86

Лист
209

П Р И М Е Р 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,
 $G_{ж}$, $t_{ж.н1}^{(1)}$, $Q_{ж}^{(1)}$, $Q_{ж}^{(2)}$.

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. 1-19 примера 4.

3. Определяем $t_{ж.н1}^{(1)}$ по формуле (8.26)

$$t_{ж.н1}^{(1)} = 12,8 - 1 \cdot [(-0,5) - (-23,7)] = -10,4^{\circ}\text{C},$$

принимая $t_{ж.н2}^{(1)} = t_{ж.н2}^{(2)} = t_{ж.н1}^{(1)} = -10,4^{\circ}\text{C}.$

4. Определяем $t_{ж.н2}^{(1)}$ по формуле (9.22)*

$$t_{ж.н2}^{(1)} = -10,4 + 0,552 \cdot 1,065 \cdot [35 - (-10,4)] = 16,3^{\circ}\text{C}.$$

5. Определяем $t_{ж.н1}^{(2)}$ по формуле (9.13), где $t_{ж.н1}^{(1)} = t_{ж.н2}^{(1)}$

$$t_{ж.н1}^{(2)} = -30,6 + 0,662 \cdot [16,3 - (-30,6)] = 0,45^{\circ}\text{C}.$$

6. Определяем $t_{ж.н1}^{(1)}$ по формуле (9.14)

$$t_{ж.н1}^{(1)} = 16,3 - 1 \cdot [0,45 - (-30,6)] = -14,8^{\circ}\text{C}, \text{ так как}$$

$$t_{ж.н1} = -14,8 < 7^{\circ}\text{C} \text{ в качестве промежуточного теплоносителя}$$

используем раствор хлористого кальция.

7. Находим $Q_{ж}^{(1)}$ по формуле (9.15)

$$Q_{ж}^{(1)} = 86500 \cdot 0,24 \cdot [0,45 - (-30,6)] = 644598 \text{ ккал/ч}.$$

* В п.п. 4-7,9 приводится расчет для одного ТУБ. Результаты расчета для других ТУБ приведены в таблице.

8. Результаты расчета по п.п.3-7 приводятся в таблице

Установки	$t_{жкв}^i = t_{жкв}^{\circ}$	$t_{жкв}^{(i)}$	$t_{вхг}^{(i)}$	$t_{жкв}^{(i)}$	$Q_v^{(i)}$	$Q_v^{r(i)}$
В1 и П1	-10,4	16,3	0,45	-14,8	644598	364338
В2 и П2	-10,4	16,3	0,45	-14,8	644598	364338
В3 и П3	-10,4	10,8	1,8	-1	244968	336312

9. Определяем $Q_v^{r(i)}$ по формуле (9.16)

$$Q_v^{r(i)} = Q_v^{(i)} = 86500 \cdot 0,24 (18 - 0,45) = 364338 \text{ ккал/ч.}$$

904-02-26.86

Иск

211

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				
	$L_{в.ном}^{(1)}$, м³/ч	$L_{в.}^{(2)}$, м³/ч	$G_{в.}^{(3)}$, кг/ч	$t_{в.м.}^{(4)}$, °C	$\varphi_{ам.}^{(5)}$, %	$i_{в.м.}^{(6)}$, ккал/кг	$t_{в.п.}^{(7)}$, °C	$t_{в.в.}^{(8)}$, °C
В1	31500	24000	28800	18	10	5,15	-	-
В2	31500	30000	36000	21	40	8,85	-	-
В3	31500	26000	31200	18	10	5,15	-	-
В4	10000	10000	12000	30	60	17,2	-	-
П1	31500	25000	30000	-	-		-25	18
П2	31500	25000	30000	-	-		-10	26
П3	63000	47000	56400	-	-		-25	13

$t_{в.м.}^{(4)} = -3,6^{\circ}\text{C}$; отопительный период 213 дней = 5112 ч;
режим работы двухконтурный $\eta = 0,46$; $i_{в.м.}^{(6)} \cdot \eta = 5112 \cdot 0,46 = 2352$ 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

Требуется определить

Технические характеристики ТУБ, вид теплоносителя,

$$Q_{\text{ч}}^{\text{нр}}, Q_{\text{ч}}^{\text{вс}}, Q_{\text{гсн}}^{\text{нр}}, Q_{\text{гсн}}^{\text{вс}}.$$

Порядок расчета:

1. 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 П1-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	$f_{гр},$ $м^2$	$f_{ж},$ $м^2$
В1	27	2.03.3.12.1	I	КСк4-12-02ХЛЗА	3	12	2,488	0,0052
В2	27	2.03.3.12.1	I	КСк4-12-02ХЛЗА	3	12	2,488	0,0052
В3	27	2.03.3.12.1	I	КСк4-12-02ХЛЗА	3	12	2.488	0,0052
В4	9	2.01.3.12.1	I	КСк4-10-02ХЛЗА	6	12	1,162	0,0011
П1	27	2.03.3.12.1	I	КСк4-12-02ХЛЗА	3	12	2,488	0,0052
П2	25	2.03.3.09.1	I	КСк3-12-02ХЛЗА	3	9	2,488	0,0039
П3	51	2.06.3.12.2	2	КСк4-12-02ХЛЗА	6	12	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

Лист

213

904-02-26.86 Альбом 1

Инв. № подл. Подпись и дата. Проверка инв.

904-02-26.86 Альбом I

$$t_{\text{вн}}^{\text{ср}} = \frac{18 \cdot 28800 + 21 \cdot 36000 + 18 \cdot 31200 + 30 \cdot 12000}{108000} = 20,3^{\circ}\text{C};$$

$$i_{\text{вн}}^{\text{ср}} = \frac{5,15 \cdot 28800 + 8,85 \cdot 36000 + 5,15 \cdot 31200 + 17,2 \cdot 12000}{108000} = 7,72 \text{ ккал/кг};$$

$$\varphi_{\text{вн}}^{\text{ср}} = \frac{10 \cdot 28800 + 40 \cdot 36000 + 10 \cdot 31200 + 60 \cdot 12000}{108000} = 25,6\%;$$

$$t_{\text{вн}}^{\text{ср}} = \frac{(-25) \cdot 30000 + (-10) \cdot 30000 + (-25) \cdot 56400}{116400} = -21,1^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{вн}}^{\text{ср}} = \frac{18 \cdot 30000 + 26 \cdot 30000 + 13 \cdot 56400}{116400} = 17,2^{\circ}\text{C}.$$

4. Определяем $t_{\text{с}}^{\text{ср}}$ по формуле (8.6)

$$t_{\text{с}}^{\text{ср}} = \frac{20,3 + (-25)}{2} = -2,35^{\circ}\text{C}.$$

В качестве теплоносителя принимаем незамерзающий раствор хлористого кальция, так как $t_{\text{с}}^{\text{ср}} < 12^{\circ}\text{C}$.

5. Определяем $(\nu\rho)_{\text{пр2}}^{(1)}$, $(\nu\rho)_{\text{пр1}}^{(1)}$, $(\nu\rho)_{\text{пр1}}^{\text{ср}}$, $(\nu\rho)_{\text{пр2}}^{\text{ср}}$ по формулам (8.12) и (8.13)*.

$$(\nu\rho)_{\text{пр2}}^{(1)} = \frac{28800}{3600 \cdot 2,488} = 3,2 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}.$$

$$(\nu\rho)_{\text{пр2}}^{\text{ср}} = \frac{108000}{3600 \cdot 8,626} = 3,48 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}.$$

$$(\nu\rho)_{\text{пр1}}^{\text{ср}} = \frac{116400}{3600 \cdot 9,952} = 3,25 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}.$$

229

21855-01

* В пп. 5-8, 10-13, 17 приводится расчет для одного ТУБ

904-02-26.86

Лист

214

Инв. № подл. Подпись и дата. Взяли инв.

где $f_{фп2}^{(1)} = 2,488 \text{ м}^2$ - площадь фронтального сечения ТУБ установки ВІ по табл.2 примера,

$\Sigma f_{фп2} = 8,626 \text{ м}^2$ - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ установок ВІ-В4,

$\Sigma f_{фп1} = 9,952 \text{ м}^2$ - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ установок ІІІ-І3.

6. Находим $\Delta p_{s1}^{(1)}$ и $\Delta p_{s2}^{(1)}$ по графикам рис.7 приложения 3.

Для ТУБ установки ВІ по характеристике 27(І)
 $\Delta p_{s2}^{(1)} = 62 \cdot 3 = 186 \text{ Па} = 18,6 \text{ кгс/м}^2$, где 62 Па - потери давления в одном теплообменнике.

7. Определяем $\bar{z}_s^{(1)}$ по формуле (9.1)

$$\bar{z}_{s1}^{(1)} = \frac{25000}{31500} = 0,79.$$

8. Определяем $(F_{s1}')^{(1)}$ по табл.ІІ приложения 2.

Для приточной установки ІІІ с ТУБ 27 (І)

при $\bar{z}_{s1}^{(1)} = 0,79$ и $W = I$ $(F_{s1}')^{(1)} = 1,44$.

9. Определяем $(F_{s2}')^{(1)}$ по формуле (9.3)

$$(F_{s2}')^{(1)} = \frac{1,44 \cdot 24000 + 1,44 \cdot 30000 + 1,44 \cdot 26000 + 2,03 \cdot 10000}{90000} = 1,5.$$

10. Определяем $\Delta t_{s1}^{(1)}$ по формуле (10.12)

$$\Delta t_{s1}^{(1)} = 18 - (-25) = 43^\circ \text{C}.$$

230

21855-01

904-02-26.86

луср

215

II. Для установки III с $\Delta t_{\text{в.и}}^{\text{макс}} = 43^\circ\text{C}$ и для установки
 П2 с $t_{\text{в.и}}^{\text{макс}} = -10^\circ\text{C}$ определяем:

а) по формуле (10.13) $G_{\text{ж.и}}^{(1)} = G_{\text{ж.и}}^{(2)} = \frac{30000 \cdot 0.24}{0.675 \cdot 1} =$
 $= 10667 \text{ кг/ч, где } W_1^{(1)} = W_1^{(2)} = 1;$

б) по формуле (8.10) $\omega_1^{(2)}$

$$\omega_1^{(1)} = \frac{10667}{3600 \cdot 1260 \cdot 0.052} = 0.452 \text{ м/с,}$$

$$\omega_1^{(2)} = \frac{10667}{3600 \cdot 1260 \cdot 0.0039} = 0.603 \text{ м/с;}$$

в) по таблице 12 приложения 2 $\theta_1^{(2)}$

$$\theta_1^{(1)} = 0.59 \text{ при известных } (F_{\text{в.и}}')^{(1)} = 1.44 \text{ и } W = 1,$$

$$\theta_1^{(2)} = 0.576 \text{ при известных } (F_{\text{в.и}}')^{(2)} = 1.36 \text{ и } W = 1;$$

г) по формуле (10.14) - $t_{\text{ж.и.и}}^{(2) \text{ TP}}$

$$t_{\text{ж.и.и}}^{(1) \text{ TP}} = -25 + \frac{18 - (-25)}{0.59} = 47.9^\circ\text{C},$$

$$t_{\text{ж.и.и}}^{(2) \text{ TP}} = -10 + \frac{26 - (-10)}{0.576} = 52.5^\circ\text{C}.$$

12. Принимаем $t_{\text{ж.и.и}}$ для всех приточных установок,
 равной большему из всех значений $t_{\text{ж.и.и}}^{(2)} = 52.5^\circ\text{C}$

$$t_{\text{ж.и.и}}^{(1)} = t_{\text{ж.и.и}}^{(2)} = t_{\text{ж.и.и}}^{(3)}.$$

13. Для ТУБ III, ПЗ определяем:

а) $\theta_1^{(1) \text{ TP}}$ формуле (4.4)

$$\theta_1^{(1) \text{ TP}} = \frac{18 - (-25)}{52.5 - (-25)} = 0.555;$$

21855-01

231

б) $W_1^{(1)TP}$ по табл. I2 приложения 2 при известных значениях $(F_{01}')^{(1)}$ и $G_1^{(1)TP}$

для III $(F_{01}')^{(1)} = 1,44$ и $G_1^{(1)TP} = 0,555$ - $W_1^{(1)TP} = 1,18$;

в) $G_1^{(1)TP}$ по формуле (10.13)

$$G_1^{(1)TP} = \frac{30000 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 1,18} = 9040 \text{ кг/ч};$$

г) $\omega_1^{(1)}$ по формуле (8.10)

$$\omega_1^{(1)} = \frac{9040}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0052} = 0,383 \text{ м/с};$$

14. Для ТУБ приточных установок определяем:

а) $\Delta P_{ж1}^{(1)}$ по формуле (5.1)

$$\Delta P_{ж1}^{(1)} = (9440 \times 3) \times 0,383^2 = 4154 \text{ кгс/м}^2,$$

где $C_{ж} = 9440$ - коэффициент для расчета потери давления в одном теплообменнике, принимаемый по табл. 7 приложения 2;

б) $t_{ж.к1}^{(1)}$ по формуле (10.15)

$$t_{ж.к1}^{(1)} = 52,5 - 1,18 \cdot [18 - (-25)] = 1,8^\circ\text{C}.$$

15. Результаты расчета по п.п. 8-14 в табл. 3, по п.п. 5-7 в табл. 3 и 4.

Таблица 3

232

21855-01

Уста- новка	$(\eta p)_{\text{пр}}^{(1)}$, кг/м ² ·с	$\Delta P_{ж1}^{(1)}$, кгс/м ²	$t_{ж1}^{(1)}$	$(F_{01}')^{(1)}$	$\delta t_{ж1}^{(1)}$, °C	$G_1^{(1)TP}$	$W_1^{(1)}$	$G_{ж1}^{(1)}$, кг/ч	$\omega_1^{(1)}$, м/с	$\Delta P_{ж1}^{(1)}$, кгс/м ²	$t_{ж.к1}^{(1)}$, °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	11500	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

Лист
217

16. Так как $t_{ж.н.1}^{min} = t_{ж.н.1}^{(1)} = 1,8^{\circ}\text{C} < 7^{\circ}\text{C}$, то в качестве теплоносителя сохраняем 20% раствор хлористого кальция с $t_{ж}^{min} = -18,3^{\circ}\text{C}$.

17. Определяем $\Sigma G_{ж.1}$

$$\Sigma G_{ж.1} = 9040 + 10667 + 12855 = 32562 \text{ кг/ч.}$$

18. Находим $t_{ж.н.1}^{\circ}$ по формуле (10.16)

$$t_{ж.н.1}^{\circ} = \frac{1,8 \cdot 9040 + 16,5 \cdot 10667 + (-6,6) \cdot 12855}{32562} = 3,3^{\circ}\text{C.}$$

$$t_{ж.н.2}^{\circ} = t_{ж.н.1}^{\circ} = 3,3^{\circ}\text{C.}$$

19. Для ТУБ вытяжных установок определяем:

а) $G_{ж.2}^{(1)}$ по формуле (8.8)

$$G_{ж.2}^{(1)} = \frac{28800 \cdot 32562}{108000} = 8683 \text{ кг/ч;}$$

б) $\omega_2^{(1)}$, $\omega_2^{(2)}$ по формулам (8.10) и (8.11)

$$\omega_2^{(1)} = \frac{8683}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0052} = 0,368 \text{ м/с,}$$

$$\omega_2^{\circ} = \frac{32562}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0167} = 0,43 \text{ м/с;}$$

в) определяем $\Delta P_{ж.2}^{(1)}$ по формуле (5.1)

$$\Delta P_{ж.2}^{(1)} = [9440 \cdot 3] \cdot 0,368^2 = 3835 \text{ кгс/м}^2,$$

где $C_{ж} = 9440 \text{ (кг} \cdot \text{с}^2 \text{)/м}^2$ для КСК 4-12 по табл.7 приложения 2.

Таблица 4

Уста- новка	$(17) p_{p2}^{(1)}$, кг/м ² ·с	$\Delta P_{ж.2}^{(1)}$, кгс/м ²	$Z_2^{(1)}$	$G_{ж.2}^{(1)}$, кг/ч	$\omega_2^{(1)}$, м/с	$(F_{ж.2})^{(1)}$	$\Delta P_{ж.2}^{(1)}$, кгс/м ²	$W_2^{(1)}$
В1	3,22	18,6	0,762	8683	0,368	1,44	3835	1,179
В2	4,02	27,0	0,952	10854	0,460	1,44	5992	1,179
В3	3,48	21,3	0,852	9407	0,399	1,44	4509	1,179
В4	2,87	15,6	I	3618	0,725	2,03	3625	1,179

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 $\Theta_2^{\text{ср}}$ по табл. 12 приложения 2 при известных

$$W_2 = 1,179 \text{ и } (\bar{T}_{\text{ср}})^{\text{ср}} = 1,5, \quad \Theta_2^{\text{ср}} = 0,564.$$

23. Определяем $K_2^{\text{ср}}, \alpha_{\text{ср}}, \lambda_{\text{ср}}$ по графикам рис. 35, 36, 42 приложения 3 при известных

$$(\nu \rho)_{\text{ср}}^{\text{ср}} = 3,48 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ с})$$

$$\text{и } \omega_2^{\text{ср}} = 0,43 \text{ м/с}.$$

$$\alpha_{\text{ст}}^{\text{в}} = 43 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}),$$

$$\alpha_{\text{ж.т}}^{\text{в}} = 499 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}),$$

$$\kappa_{\text{с}}^{\text{в}} = 17,26 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

24. Определяем $\Theta_{\text{рс}}^{\text{в}}$ по формуле (10.5)

$$\Theta_{\text{рс}}^{\text{в}} = \frac{17,26}{43,0^{\text{в}}} \cdot (1 - 0,564) + 0,564 = 0,74.$$

25. Находим $\alpha_{\text{ж.т}}^{\text{в}}$ по формуле (10.6)

$$t_{\text{рс.т}}^{\text{в}} = 20,3 - 0,74 \cdot (20,3 - 3,3) = 7,7^\circ\text{C},$$

где $t_{\text{в.ж.т}}^{\text{в}} = 20,3^\circ\text{C},$

$$t_{\text{ж.т}}^{\text{в}} = t_{\text{ж.т.1}}^{\text{в}} = 3,3^\circ\text{C}.$$

26. По i - α диаграмме для точки с координатами $t_{\text{рс.т}}^{\text{в}} = 7,7^\circ\text{C}$ и $\varphi = 100\%$ находим $\varphi_{\text{сух}}$

$$\varphi_{\text{сух}} = 41\%.$$

Определяем режим работы ТУБ вытяжных установок

$$(\varphi_{\text{сух}} + 5) = (41 + 5)\% > \varphi_{\text{в.ж.т}}^{\text{в}} = 25,6\%.$$

ТУБ работают без выпадения конденсата, $\xi_{\text{в}}^{\text{в}} = 1.$

27. Находим $\Theta_{\text{с}}^{\text{в(ж)}}$ по формуле (10.7)

$$\Theta_{\text{с}}^{\text{в(ж)}} = 0,564 \cdot 1 = 0,564.$$

28. Определяем $t_{\text{в.ж.т}}^{\text{в}}$ по формуле (10.8)

$$t_{\text{в.ж.т}}^{\text{в}} = 20,3 - 0,564(20,3 - 3,3) = 10,7^\circ\text{C}.$$

235

21855-01

29. Определяем $t_{ж.н.г}^{cp}$ по формуле (10.9)

$$t_{ж.н.г}^{cp} = 3,3 + 1,179(20,3 - 10,7) = 14,6^{\circ}\text{C},$$

где $t_{ж.н.г}^{cp} = t_{ж.н.г}^{cp} = 3,3^{\circ}\text{C}$. $t_{ж.н.г}^{cp} = 14,6^{\circ}\text{C} < t_{ж.н.г}^{cp} = 52,5^{\circ}\text{C}$.

30. Определяем Q_v'' в расчетном режиме по формуле (10.10)

$$Q_v'' = 32562 \cdot 0,675 \cdot (14,6 - 3,3) = 248090 \text{ ккал/ч.}$$

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 $Q_v^{доп}$ по формуле (10.11)

$$Q_v^{доп} = 32562 \cdot 0,675 \cdot (52,5 - 14,6) = 833020 \text{ ккал/ч.}$$

где $t_{ж.н.г}^{доп} = t_{ж.н.г}^{cp} = 52,5^{\circ}\text{C}$,

$$t_{ж.н.г}^{доп} = t_{ж.н.г}^{cp} = 14,6^{\circ}\text{C}.$$

32. Годовое потребление теплоты

32.1. Определяем $t_{ж.н.г}^{н(с)}$ по формуле (12.14)

$$t_{ж.н.г}^{н(с)} = \frac{(7,72 - 0,564 \cdot 0,24 \cdot 20,3 - 2,3) \cdot \frac{43 \cdot 16,5}{499 \cdot 0,24}}{-1 - 0,564 \cdot 0,24 \cdot \frac{43 \cdot 16,5}{499}} = -13,26^{\circ}\text{C},$$

где $\psi = 1,5$ для теплоутилизаторов типа КСк вытяжных установок принимаем по примечанию табл.5 альбома 4.

32.2. Определяем характерные периоды работы СУПГ.

$$t_{ж.н.г}^{н(с)} = -13,26^{\circ}\text{C} < t_{ж.н.г}^{cp} = 3,3^{\circ}\text{C}, \text{ значит система}$$

236

21855-01

характеризуется II периодом работы, теплообменная поверхность ТУВ вытяжных установок не обмерзает.

32.3. Определяем $t_{вн}^{ср.от(в)}$ для каждой приточной установки. Для установок без рециркуляции воздуха III и ПЗ $t_{вн}^{ср.от(в)}$ равна средней температуре наружного воздуха за отопительный период $-3,6^{\circ}\text{C}$. Для установки с рециркуляцией воздуха П2 $t_{вн}^{ср.от(в)} = 4,3^{\circ}\text{C}$. Находим $t_{вн}^{ср.от}$ для III, П2, ПЗ по формуле (8.5)

$$t_{вн}^{ср.от} = \frac{(-3,6) \cdot 30000 + 4,3 \cdot 30000 + (-3,6) \cdot 56400}{116400} = -1,6^{\circ}\text{C}.$$

32.4. Для установки П2 с $t_{ж.н}^{молк}$ в расчетном режиме (при $t_{вн}^{ср.от} = 25^{\circ}\text{C}$) определяем $t_{ж.н}^{(в)от}$ по формуле (10.14) при значении $Q_{г}^{(в)} = 0,576$ (см. п. II в примера)

$$t_{ж.н}^{(в)от} = 4,3 + \frac{26 - 4,3}{0,576} = 42^{\circ}\text{C}.$$

Принимаем $t_{ж.н}^{от}$ для всех приточных установок равной 42°C

$$t_{ж.н}^{(в)от} = t_{ж.н}^{(в)} = t_{ж.н}^{(в)от} = 42^{\circ}\text{C}.$$

32.5. Для приточных установок определяем:

а) $Q_{г}^{(в)от}$ по формуле (4.4)

$$Q_{г}^{(в)от} = \frac{18 - (-3,6)}{42 - (-3,6)} = 0,474,$$

$$Q_{г}^{(в)от} = \frac{13 - (-3,6)}{42 - (-3,6)} = 0,364;$$

б) $W_{г}^{(в)от}$ по табл. I2 приложения 2 при известных значениях $(T_{от}')^{(в)}$ и $Q_{г}^{(в)от}$

237

21855-01

904-02-26.86 Альбом I

для III $(F_{01}^{(1)})^{(1)} = 1,44$ и $G_1^{(1)ор} = 0,474$ $W_1^{(1)ор} = 1,66$,

для ПЗ $(F_{01}^{(1)})^{(2)} = 1,45$ и $G_1^{(2)ор} = 0,364$ $W_1^{(2)ор} = 2,5$;

в) $G_{ж1}^{(1)ор}$ по формуле (10.13)

$$G_{ж1}^{(1)ор} = \frac{30000 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 1,66} = 6426 \text{ кг/ч},$$

$$G_{ж1}^{(2)ор} = \frac{56400 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 2,5} = 8021 \text{ кг/ч}.$$

32.6. Определяем $t_{ж.к1}^{(1)ор}$ по формуле (10.15)

$$t_{ж.к1}^{(1)ор} = 42 - 1,66 \cdot [18 - (-3,6)] = 6,1 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$t_{ж.к1}^{(2)ор} = 42 - 1 \cdot (26 - 4,3) = 20,3 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$t_{ж.к1}^{(2)ор} = 42 - 2,5 \cdot [13 - (-3,6)] = 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

32.7. Определяем $G_{ж}^{ор} = \sum G_{ж1}^{(i)ор}$

$$G_{ж}^{ор} = 6426 + 10667^{ж)} + 8021 = 25114 \text{ кг/ч}.$$

32.8. Определяем $t_{ж.к1}^{ор(2)}$ по формуле (10.16)

$$t_{ж.к1}^{ор(2)} = \frac{6,14 \cdot 6426 + 20,3 \cdot 10667 + 0,5 \cdot 8021}{25114} = 10,3 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$t_{ж.к1}^{ор(2)} = t_{ж.к2}^{ор(2)} = 10,3 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

ж) $G_{ж1}^{(1)}$ = 10667 кг/ч по п.11а примера.

2 38

21855-01

904-02-26.86

Лист

223

Число А: маш., Подписи и дата: Верн. ил. и в.

32.9. Для ТУВ вытяжных установок определяем:

а) W_z^{*r} по формуле (10.17)

$$W_z^{*r} = \frac{108000 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 25114} = 1,53;$$

б) $\theta_z^{*r(07)}$ по табл.12 приложения 2 при

$$W_z^{*r} = 1,53 \text{ и } (F_{02}^{*r})^{*r} = 1,5, \quad \theta_z^{*r(07)} = 0,501.$$

$(F_{02}^{*r})^{*r} = 1,5$ по п.9 примера.

32.10. Определяем $t_{\theta.kz}^{*r(07)}$ по формуле (10.8)

$$t_{\theta.kz}^{*r(07)} = 20,3 - 0,501(20,3 - 10,3) = 15,3^\circ\text{C}.$$

32.11. Определяем $t_{\theta.kz}^{*r(07)}$ по формуле (10.9)

$$t_{\theta.kz}^{*r(07)} = 10,3 + 1,53(20,3 - 15,3) = 18^\circ\text{C}.$$

32.12. Определяем $Q_v^{*r(07)}$ по формуле (10.10)

$$Q_v^{*r(07)} = 25114 \cdot 0,675(18 - 10,3) = 129343 \text{ ккал/ч} = 0,13 \text{ Гкал/ч}.$$

32.13. Определяем $Q_{\text{ра}}^{*r}$ по формуле (12.17)

$$Q_{\text{ра}}^{*r} = 0,13 \cdot 5112 \cdot 0,46 = 305,7 \text{ Гкал/ч},$$

где $\eta = 0,46$ для двухменной работы принимаем по п.2.4 альбома 5.

32.14. Определяем $Q_{\text{ра}}^r$ по формуле (12.1)

$$Q_{\text{ра}}^r = 1,057 \cdot \frac{[17,2 - (-1,6)]}{[17,2 - (-21,1)]} \cdot 5112 \cdot 0,46 - 305,7 = 914,36 \text{ Гкал/год},$$

где 1,057 - требуемый расход теплоты в расчетном режиме

$$Q_v^r = Q_v^{*r} + Q_{\text{ра}}^r = 0,809 + 0,248 = 1,057 \text{ Гкал/ч}$$

239

21855-01

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				
	$L_{в.прит.}^{(1)}$ м³/ч	$L_{в.}^{(2)}$ м³/ч	$G_{в.}^{(3)}$ кг/ч	$t_{в.нз.}^{(4)}$ °C	$\varphi_{в.нз.}^{(5)}$ %	$i_{в.нз.}^{(6)}$ ккал/кг	$t_{в.пр.}^{(7)}$ °C	$t_{в.кп.}^{(8)}$ °C
В1	31500	24000	28800	18	10	5,15		
В2	31500	26000	31200	21	40	8,85		
П1	31500	25000	30000				-25	18
П2	31500	30000	36000				-10	20

$t_{в.пр.}^{(7)} = -3,6^{\circ}\text{C}$; отопительный период 213 дней;

режим работы двухсменный; $\tau^{от.н} = 2352 \text{ ч.}$

2. В качестве основного оборудования для ТУБ приточных и вытяжных установок используются типовые приточные камеры 2ПК.

3. Схема присоединения ТУБ к циркуляционному контуру параллельно-последовательная (рис.9 приложения 2).

4. Расчет выполняется по графо-аналитическому методу (раздел 10.5) в системе единиц МКГСС.

Требуется определить:

Технические характеристики ТУБ, вид теплоносителя, 240

Q_v'' , Q_v^{ext} .

21855-01

Порядок расчета:

1. 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 выписываем данные технических характеристик ТУБ и записываем их в табл.2.

Таблица 2

Установка	ТУБ							
	Но- мер	Индекс	Тип схе- мы об- вяз- ки	Теплоутилизатор				
				Тип (индекс)	Колл- чест- во, шт.	Чис- ло ря- дов тру- бок	$f_{гр, i}$ м ²	$f_{ж, i}$ м ²
В1	27	2.03.3.12.1	I	КСк4-12-02ХЛЗА	3	12	2,488	0,0052
В2	27	2.03.3.12.1	I	КСк4-12-02ХЛЗА	3	12	2,488	0,0052
П1	27	2.03.3.12.1	I	КСк4-12-02ХЛЗА	3	12	2,488	0,0052
П2	25	2.03.3.09.1	I	КСк3-12-02ХЛЗА	3	9	2,488	0,0039

2. Определяем $\Sigma G_{g, i}$ и $\Sigma G_{ж, i}$

$$\Sigma G_{g, i} = 66000 \text{ кг/ч}, \quad \Sigma G_{ж, i} = 60000 \text{ кг/ч}.$$

3. Определяем средние параметры воздуха по формулам (8,2) - (8,5), (10.1)

$$t_{в.н.2}^{cp} = \frac{18 \cdot 28800 + 21 \cdot 31200}{60000} = 19,56^\circ\text{C},$$

$$i_{в.н.2}^{cp} = \frac{5,15 \cdot 28800 + 8,85 \cdot 31200}{60000} = 7,07 \text{ ккал/кг},$$

241

21855-01

904-02-26.86

Лист
226

904-02.26.86 Альбом I

Инв. № инв. Листы и дата вх. инв. №

904-02-26.86 Альбом I

$$\varphi_{\text{н.н.}}^{\text{ср}} = \frac{10 \cdot 28800 + 40 \cdot 31200}{60000} = 25,6\%,$$

$$t_{\text{с.н.}}^{\text{ср}} = \frac{(-25) \cdot 30000 + (-10) \cdot 36000}{66000} = -16,8^{\circ}\text{C},$$

$$t_{\text{с.к.}}^{\text{ср}} = \frac{18 \cdot 30000 + 20 \cdot 36600}{66000} = 19,3^{\circ}\text{C}.$$

4. Определяем $t_{\text{с}}^{\text{ср}}$ по формуле (8.6)

$$t_{\text{с}}^{\text{ср}} = \frac{19,56 + (-25)}{2} = 2,72^{\circ}\text{C}.$$

В качестве теплоносителя принимаем незамерзающий раствор хлористого кальция, так как $t_{\text{с}}^{\text{ср}} < 12^{\circ}\text{C}$.

5. Определяем $(\nu\rho)_{\text{фр1}}^{(i)}$, $(\nu\rho)_{\text{фр2}}^{(i)}$,

$(\nu\rho)_{\text{фр1}}^{\text{ср}}$, $(\nu\rho)_{\text{фр2}}^{\text{ср}}$ по формулам (8.12) и (8.13)*)

$$(\nu\rho)_{\text{фр1}}^{(i)} = \frac{30000}{3600 \cdot 2,488} = 3,35 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

$$(\nu\rho)_{\text{фр1}}^{(ф)} = \frac{66000}{3600 \cdot 4,976} = 3,68 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

$$(\nu\rho)_{\text{фр2}}^{\text{ср}} = \frac{60000}{3600 \cdot 4,976} = 3,35 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

где $f_{\text{фр1}}^{(i)} = 2,488 \text{ м}^2$ - 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.

904-02-26.86

Лист

227

Шифр к.посл., Подпись и дата, Взам. инв. №

$\Sigma f_{p1} = 4,976 \text{ м}^2$ - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ приточных установок П1 и П2;

$\Sigma f_{p2} = 4,976 \text{ м}^2$ - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ вытяжных установок В1 и В2.

6. Определяем $\Delta P_{s1}^{(1)}$ и $\Delta P_{s2}^{(1)}$ по графикам рис.7 приложения 3.

Для ТУБ приточной установки П1 по характеристике 27(I)
 $\Delta P_{s1}^{(1)} = 62 \cdot 3 = 186 \text{ Па} = 18,6 \text{ кгс/м}^2$, где 62 Па - потери давления в одном теплообменнике.

7. Определяем $\bar{L}_{s1}^{(1)}$ по формуле (9.I).

$$\bar{L}_{s1}^{(1)} = \frac{25000}{31500} = 0,79.$$

8. Определяем $(F_{s1}')^{(1)}$ по табл.II приложения 2.

Для приточной установки П1 с ТУБ 27 (I)

при $\bar{L}_{s1}^{(1)} = 0,79$ и $W = I$ $(F_{s1}')^{(1)} = I,44,$

9. Определяем $\Delta t_{s1}^{(1)}$ по формуле (I0.I2)

$$\Delta t_{s1}^{(1)} = 18 - (-25) = 43^\circ\text{C}; \quad \Delta t_{s1}^{(2)} = 20 - (-10) = 30^\circ\text{C}.$$

904-02-26.86 Альбом I

Услов. обозначения, подписи и даты. Взам. инв. №

904-02-26.86

243

21855-01

Лист

228

10. Для установки III с $\Delta t_{\text{ср}}^{\text{нмк}} = 43^\circ\text{C}$ и для П2

с $t_{\text{в.н.п}}^{\text{нмк}} = -10^\circ\text{C}$ определяем:

а) $G_{\text{ж.п}}^{(1)}$ по формуле (10.13)

$$G_{\text{ж.п}}^{(1)} = \frac{30000 \cdot 0,24}{0,65 \cdot 1} = 10667 \text{ кг/ч};$$

$$G_{\text{ж.п}}^{(2)} = \frac{36000 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 1} = 12800 \text{ кг/ч, где}$$

$$W_1^{(1)} = W_1^{(2)} = 1;$$

б) $\omega_1^{(1)}$ по формуле (8.10) $\omega_1^{(2)} = \frac{10667}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0052} =$

$$\omega_1^{(2)} = \frac{12800}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0039} = 0,724 \text{ м/с}; \quad = 0,452 \text{ м/с.}$$

в) $Q_1^{(1)}$ по табл.12 приложения 2 при известных:

для III - $(F_{\text{от}}')^{(1)} = 1,44$ и $W_1^{(1)} = 1$ находим $\theta_1^{(1)} = 0,59$,
 для П2 - $(F_{\text{от}}')^{(2)} = 1,29$ и $W_1^{(2)} = 1$ находим $\theta_1^{(2)} = 0,563$.

г) $t_{\text{ж.п.п}}^{(1/2)}$ по формуле (10.14)

$$t_{\text{ж.п.п}}^{(1/2)} = -25 + \frac{18(-25)}{0,59} = 47,9^\circ\text{C},$$

$$t_{\text{ж.п.п}}^{(2/2)} = -10 + \frac{20(-10)}{0,563} = 43,3^\circ\text{C}.$$

11. По большему $t_{\text{ж.п.п}}^{\text{нмк}} = t_{\text{ж.п.п}}^{(1/2)} = 47,9^\circ\text{C}$ принимаем температуру теплоносителя на входе в ТУБ приточных установок.

12. Для ТУБ П2 определяем:

244

21855-01

а) $\vartheta_1^{(2)TP}$ по формуле (4.4)

$$\vartheta_1^{(2)TP} = \frac{20 - (-10)}{47,9 - (-10)} = 0,518;$$

б) $W_1^{(2)TP}$ по табл. I2 приложения 2 при значениях

$$(F_{a1}')^{(2)} = 1,29 \quad \text{и} \quad \vartheta_1^{(2)TP} = 0,518$$

$$W_1^{(2)TP} = 1,39;$$

в) $G_{ж}^{(2)TP}$ по формуле (10.13)

$$G_{ж}^{(2)TP} = \frac{36000 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 1,39} = 9209 \text{ кг/ч};$$

г) $\omega_1^{(2)}$ по формуле (8.10)

$$\omega_1^{(2)} = \frac{9209}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0039} = 0,521 \text{ м/с};$$

д) $\Delta P_{ж1}^{(2)}$ по формуле (5.1), так как $W_1^{(2)} \neq 1$

$$\Delta P_{ж1}^{(2)} = (8522 \cdot 3) \cdot 0,521^2 = 6940 \text{ кгс/м}^2,$$

где $C_{ж} = 8522$ - коэффициент для расчета потери давления по теплоносителю для одного теплообменника по табл. 7 приложения 3;

13. Определяем $t_{ж.н1}^{(2)}$ по формуле (10.15) для

III, II

$$t_{ж.н1}^{(2)} = 47,9 - 1,39 [20 - (-10)] = 6,2^\circ\text{C}.$$

245

21855-01

14. Результаты расчета по п.п.5-13 приведены в табл.3

Таблица 3

Уста- новка	$(W/P)_{гр1}^{(1)}$ кг/м ² .с	$\Delta P_{в1}^{(1)}$ кгс/м ²	$\bar{L}_{в1}^{(1)}$	$(F_{в1}')^{(1)}$	$t_{в1}^{(1)}$ °C	$\varphi_{в1}^{(1)}$	$W_1^{(1)}$	$G_{ж1}^{(1)}$ кг/ч	$\omega_1^{(1)}$ м/с	$\Delta P_{ж1}^{(1)}$ кгс/м ²	$t_{жж1}^{(1)}$ °C
П1	3,35	18,6	0,79	1,44	43	0,59	1,0	10667	0,452	6800	4,9
П2	4,02	21,6	0,952	1,29	30	0,518	1,39	9209	0,521	6940	6,2

$\Delta P_{ж1}^{(1)} = 16000$ кгс/м² находим по графику рис.5 приложения 2, так как $W_1^{(1)} = 1$.

15. Результаты расчета по п.п. 5,7,17 приведены в табл.4

Таблица 4

Установка	$(W/P)_{гр2}^{(1)}$ кг/м ² .с	$\Delta P_{в2}^{(1)}$ кгс/м ²	$\bar{L}_{в2}^{(1)}$	$G_{ж2}^{(1)}$ кг/ч	$\omega_2^{(1)}$ м/с	$(F_{в2}')^{(1)}$	$\Delta P_{ж2}^{(1)}$ кгс/м ²
В1	3,215	6,0	0,762	10667	0,452	1,44	6400
В2	3,48	7,0	0,825	9209	0,39	1,44	4307

16. Определяем $G_{ж}$ для системы

$$G_{ж} = 10667 + 9209 = 19876 \text{ кг/ч.}$$

17. Для ТУБ вытяжных установок определяем:

а) $G_2^{(1)}$, принимая его равным расходу в ТУБ приточной установки, соединенной последовательно по теплоносителю с данной вытяжной установкой

$$G_{ж2}^{(1)} = G_{ж1}^{(1)} = 10667 \text{ кг/ч.}$$

т/ $\Delta P_{ж2}^{(1)}$ определяем по формуле (5.1), так как $W_2^{(1)} \neq 1$.

246

21355-01

904-02-26.86

Лист

231

$$G_{ж2}^{(2)} = G_{ж1}^{(2)} = 9209 \text{ кг/ч};$$

б) $\omega_2^{(2)}$ по формуле (8.10)

$$\omega_2^{(2)} = \frac{10667}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0052} = 0,452 \text{ м/с};$$

в) $W_2^{(2)}$ по формуле (9.13)

$$W_2^{(2)} = \frac{28800 \cdot 0,24}{10667 \cdot 0,675} = 0,96;$$

г) $\Theta_2^{(2)}$ по табл.12 приложения 2 по известным

$$(F_{02}')^{(2)} \text{ и } W_2^{(2)}.$$

Для VI при $(F_{02}')^{(2)} = 1,44$ и $W_2^{(2)} = 0,96$ $\Theta_2^{(2)} = 0,599$

18. Определяем $\kappa_2^{(2)}$, $\lambda_{02}^{(2)}$, $\lambda_{ж2}^{(2)}$, $\Theta_{рс}^{(2)}$, $t_{рс}^{(2)}$

а) $\kappa_2^{(2)}$ по графику рис.42 приложения 2

$$\text{для VI } \kappa_2^{(2)} = 21 \text{ ккал/(ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C)};$$

б) $\lambda_0^{(2)}$ по графику рис.35 приложения 2

$$\text{для VI } \lambda_{02}^{(2)} = 41 \text{ ккал/(ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C)};$$

в) $\lambda_{ж}^{(2)}$ по графику рис.36 приложения 2

$$\lambda_{ж2}^{(2)} = 500 \text{ ккал/(ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$$

19. Определяем $\Theta_{рс}^{(2)}$ по формуле (10.5)

$$\Theta_{рс}^{(2)} = \frac{21}{41} (1 - 0,599) + 0,599 = 0,804.$$

247

21855-01

20. Определяем $t_{pcc}^{(i)}$ по формуле (I0.6)

$$t_{pcc}^{(i)} = 18 - 0,804 \cdot (18 - 4,9) = 7,5^{\circ}\text{C}$$

21. Результаты расчетов по п.п. I7-20 даны в табл.5.

Таблица 5

Установка	$W_e^{(i)}$	$\theta_e^{(i)}$	$K_e^{(i)}$, $\frac{\text{ккал}}{(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})}$	$\alpha_{e2}^{(i)}$, $\frac{\text{ккал}}{(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})}$	$\alpha_{ж2}^{(i)}$, $\frac{\text{ккал}}{(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})}$	$\theta_{pc}^{(i)}$	$t_{pcc}^{(i)}$, $^{\circ}\text{C}$
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 ТУВ вытяжных установок по п.8.19

для В1 - $\varphi_{сyx}^{(i)} = 50\%$,

для В2 - $\varphi_{сyx}^{(i)} = 52\%$.

$\varphi_{сyx}^{(i)} + 5 = 55\% > 10\%$ и $\varphi_{сyx}^{(i)} + 5 = 57\% > 40\%$
установки работают без выпадения конденсата, $\xi_{\varphi} = 1$.

23. Определяем $\theta_e^{(i(p))}$ по формуле (I0.18)

$$\theta_e^{(i(p))} = 0,553 \cdot 1 = 0,599.$$

24. Определяем $t_{e.k2}^{(i)}$ по формуле (I0.19)

$$t_{e.k2}^{(i)} = 18 - 0,599 \cdot (18 - 4,9) = 10,2^{\circ}\text{C}.$$

25. Определяем $t_{ж.k2}^{(i)}$ по формуле (I0.20)

$$t_{ж.k2}^{(i)} = 4,9 + 0,96(18 - 10,2) = 12,4^{\circ}\text{C}, \text{ где}$$

$$t_{ж.k2}^{(i)} = t_{ж.k1}^{(i)}.$$

26. Данные расчета по п.п. 22-25 приведены в табл.6.

248

21855-01

Таблица 6

Установка	$\eta_{\text{сух}}$, %	$\eta_{\text{сух}+5}$, %	$\eta_{\text{нов}}$, %	$\xi_{\text{г}}$	$t_{\text{окл}}$, °C	$t_{\text{ж.кв}}^{(1)}$, °C	Уста- новка	$Q_{\text{г}}^{\text{уст}}$, ккал/ч
В1	50	55	10	I	10,2	12,4	III	63362
В2	52	57	40	I	12,4	15,3	II	46621

27. Определяем $t_{\text{ж.кв}}^{\text{ср}}$ ТУБ вытяжных установок по формуле (10.21)

$$t_{\text{ж.кв}}^{\text{ср}} = \frac{12,4 \cdot 10667 + 15,3 \cdot 9209}{19876} = 13,7^{\circ}\text{C}$$

28. Так как $t_{\text{ж.кв}}^{\text{ср}} = 13,7^{\circ}\text{C} < t_{\text{ж.кв}}^{(1)} = 47,9^{\circ}\text{C}$, то требуется дополнительный нагрев теплоносителя в водоподогревателе.

29. Определяем $Q_{\text{г}}^{\text{нуд}}$ по формуле (10.22)

$$Q_{\text{г}}^{\text{нуд}} = 10667 \cdot 0,675(13,7 - 4,9) = 63362 \text{ ккал/ч.}$$

Находим $\Sigma Q_{\text{г}}^{\text{нуд}} = 63362 + 46621 = 109983 \text{ ккал/ч.}$

30. Определяем $Q_{\text{г}}^{\text{вод}}$ по формуле (10.1)

$$Q_{\text{г}}^{\text{вод}} = 19876 \cdot 0,675(47,9 - 13,7) = 458837 \text{ ккал/ч.}$$

249

21855-01

904-02-26.86

Лист

234

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 П1. Место строительства г. Киев.

Расчетные данные:

$$L_{B2} = 37800 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad G_{B2} = 45360 \text{ кг/ч}; \quad t_{B2} = 25^\circ\text{C};$$

$$d_{B2} = 10 \text{ г/кг}; \quad i_{B2} = 50,66 \text{ кДж/кг}.$$

$$L_{B1} = 63000 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad G_{B1} = 75600 \text{ кг/ч}; \quad t_{B1} = -20^\circ\text{C};$$

$$t_{B1} = 20^\circ\text{C}; \quad t_{B1}^{\text{ср.ст.}} = -2,1^\circ\text{C}; \quad t_{B1}^{\text{макс}} = 8^\circ\text{C};$$

$$\bar{t}^{\circ}\text{н} = 3094 \text{ ч/год}.$$

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_{B1}'' , t_{B2} , Q_{B1}'' , Q_{B2} .

Порядок расчета.

1. Определяем \bar{t} по формуле (8.1)

$$\bar{t} = 3094 \cdot (-2,1) = 6497 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{ч}.$$

2. Принимаем число рядов трубок (по глубине) ТУБ вытяжной и

904-02-26.86

Лист

235

904-02-26.86 Албон I

Инв. № подл. Подпись и дата. В. Яценко

250

21855-01

приточной установок по п.8.2.2 равным 12, так как

$$-5000 \geq \tilde{t} \geq -26000 \text{ }^{\circ}\text{C.ч.}$$

3. В качестве теплоутилизаторов 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 $t_s^{\text{ср}}$ по формуле (8.6)

$$t_s^{\text{ср}} = \frac{25 + (-20)}{2} = 2,5^{\circ}\text{C. Так как } t_s^{\text{ср}} < 12^{\circ}\text{C,}$$

в качестве промежуточного теплоносителя принимаем раствор хлористого кальция с $t_{\text{ж}}^{\text{зам}} = -20^{\circ}\text{C.}$

5. Определяем $G_{\text{ж}}$ при $W_1 = 1$ по формуле (8.7)

$$G_{\text{ж}} = \frac{75600 \cdot 1}{2,825 \cdot 1} = 26761 \text{ кг/ч,}$$

где $C_{\text{ж}} = 2,825 \text{ кДж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$ принимаем по табл. I приложения 2.

6. Определяем ω_1 и ω_2 по формуле (8.10)

$$\omega_1 = \omega_2 = \frac{26761}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,00856} = 0,72 \text{ м/с,}$$

7. Определяем $(v\rho)_{\text{пр1}}$ и $(v\rho)_{\text{пр2}}$ по формуле (8.12)

$$(v\rho)_{\text{пр1}} = \frac{75600}{3600 \cdot 8,296} = 2,53 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{с);}$$

251

21855-01

12. Определяем $\vartheta_{ас1}$ и $\vartheta_{ас2}$ по формуле (II.1)

$$\vartheta_{ас1} = \frac{I}{\frac{I}{0,66} + \frac{I}{0,735} \cdot \frac{75600}{45360} - I} = 0,359;$$

$$\vartheta_{ас2} = \frac{I}{\frac{I}{0,735} + \frac{I}{0,66} \cdot \frac{45360}{75600} - 0,599} = 0,598.$$

13. Определяем $\vartheta_{рс}$ по формуле (II.2)

$$\vartheta_{рс} = \frac{13,7 - (-20)}{25 - (-20)} = 0,749, \text{ где } t_{рс2} = 13,7^{\circ}\text{C}$$

находим по $i-d$ диаграмме.

14. Определяем $\vartheta_{рс}^{мин}$ по формуле (II.3)

$$\vartheta_{рс}^{мин} = \frac{I - \frac{0,598}{0,735} + \frac{45,5 \cdot 16,48}{1156} (I - 0,598)}{I + \frac{45,5 \cdot 16,48}{1156}} = 0,271,$$

где $\psi = 16,48$ для КСк4 принимаем по альбому 4.

$\vartheta_{рс} > \vartheta_{рс}^{мин}$, установка работает с конденсацией влаги на поверхности.

15. Определяем $K_{из}$ по формуле (II.4)

$$K_{из} = \frac{I}{\frac{16,48}{1156} + \frac{I}{45,5 \cdot 1,737}} = 37,12 \text{ Вт/м}^2\text{C}^{\circ}\text{C}.$$

где $S_{нас} = 1,737$ принимаем по табл.10 приложения 2 при

$$t_{ж}^{som} = -20^{\circ}\text{C}, \quad t_{ж}^{\varphi} = t_{с}^{\varphi} = 2,5^{\circ}\text{C}.$$

253

21855-01

16. Вычисляем $(F_o')_{iz}$, W_{iz} по формулам (II.5), (II.6)

$$(F_o')_{iz} = \frac{37,12 \cdot 1657,8 \cdot 3,6}{75600} = 2,93;$$

$$W_{iz} = \frac{75600 \cdot 1,737}{27900 \cdot 2,71} = 1,736.$$

17. Определяем $\vartheta_{iz} = 0,541$ по рис.48 приложения 3

при $(F_o')_{iz} = 2,93$ и $W_{iz} = 1,736$.

18. Определяем $\vartheta_{обг}^p$ по формуле (II.7)

$$\vartheta_{обг}^p = \frac{1}{\frac{1}{0,66} + \frac{1}{0,541 \cdot 1,737} \cdot \frac{75600}{45360} - 1} = 0,437.$$

19. Определяем $\vartheta_{рсг}^{max}$ по формуле (II.8)

$$\vartheta_{рсг}^{max} = \frac{\frac{1}{1,737} \cdot \frac{0,437}{0,66} + \frac{45,5 \cdot 16,48}{1156}}{\frac{1}{1,737} \cdot \frac{16,48 \cdot 45,5}{1156}} = 0,841.$$

20. Вычисляем $i_{в.из}^{уч}$ и параметр А по формулам (II.9), (II.10)

$$i_{в.из}^{уч} = 8,08 + 1,737 \cdot (-20) = 26,66 \text{ кДж/кг},$$

где $\epsilon = 8,08$ по табл.10 приложения 2 при $t_{ж}^{зам} = -20^\circ\text{C}$, $t_{ж}^{со} = t_{ж}^{со} = 2,5^\circ\text{C}$.

$$A = 1 \cdot 25 \cdot 0,841 + 26,6 \cdot (1 - 0,841) = 16,76.$$

21. Находим $d_{рсг}^{max} = 9,5 \text{ г/кг}$ по графику рис.46 приложения 3 при $A = 16,76$ и $\vartheta_{рсг}^{max} = 0,841$.

22. $d_{рсг}^{max} < d_{в.из} = 10 \text{ г/кг}$, теплоутилизатор работает в условиях конденсации влаги на всей поверхности. Определяем по п. II.15:

21855-01 254

Пример 9. Расчет по аналитическому методу СУИТ без подогрева при конденсации влаги на части поверхности ТУБ вытяжных установок.

1. Исходные данные принимаем по примеру 8, за исключением

$$d_{вне} = 5 \text{ г/кг}; \quad i_{вне} = 37,7 \text{ кДж/кг}.$$

2. Расчет выполняем по п.п.2-22 примера 8.

3. $d_{рсе}^{нвс} = 9,5 \text{ г/кг} > d_{вне} = 5 \text{ г/кг}$, теплоутилизаторы работают в условиях конденсации влаги на части поверхности.

Определяем по п.11.16.:

$$t_{рс}^{мин} \text{ по формуле (II.12)}$$

$$t_{рс}^{мин} = 0,271 \cdot [25 - (-20)] + (-20) = -7,8^\circ\text{C};$$

по $i-d$ диаграмме для точки с координатами $t_{рс}^{мин} = -7,8^\circ\text{C}$

и $\varphi = 100\% - d_{рс}^{мин} = 2 \text{ г/кг};$

\bar{d} по формуле (II.13)

$$\bar{d} = \frac{5 - 2}{9,5 - 2} = 0,4;$$

$\bar{\theta}$ по графику рис.47 приложения 3 $\bar{\theta} = 0,11;$

$\theta_{св}^{\theta}$ по формуле (II.14)

$$\theta_{св}^{\theta} = 0,359 + 0,11 \cdot (0,437 - 0,359) = 0,3195;$$

$t_{хх1}$ по формуле (II.11)

$$t_{хх1} = 0,3195 \cdot [17,5 - (-20)] + (-20) = -8,02^\circ\text{C}.$$

4. Определяем $i_{хх2}$ по формуле (II.15)

$$i_{хх2} = 37,7 - \frac{[-8,02 - (-20)] \cdot 75600 \cdot 1,0}{45360} = 17,73 \text{ кДж/кг}.$$

По $i-d$ диаграмме находим $t_{хх2} = 4,7^\circ\text{C}$ для точки с координатами $i_{хх2} = 17,73 \text{ кДж/кг}$ и $\varphi = 100\%.$

5. Определяем $t_{хх2}$ по формуле (8.25)

$$t_{хх2} = -20 + \frac{8,02 - (-20)}{0,66} = 1,85^\circ\text{C}.$$

256

21855-07

904-02-26.86

Лист
241

904-02-26.86 Альбом I

Лист 45-1000 Проверка и дата: 2000.08.14

$$t_{\text{ж.к.1}} = -1,85 - 1 \cdot [-8,02 - (-20)] = -13,83^{\circ}\text{C}.$$

Уточняем вид теплоносителя.

$t_{жж1} = -13,83^{\circ}\text{C} < 7^{\circ}\text{C}$, поэтому в СУПГ используется незамерзающий теплоноситель - 21% раствор хлористого кальция с $t_{жж}^{30\text{м}} = -20^{\circ}\text{C} = t_{жж1}$.

7. Определяем Q_4 по формуле (8.27)

$$Q_4^{yt} = 75600 \cdot 1,0 \cdot 0,3195 \cdot [17,5 - (-20)] \cdot \frac{1}{3600} = 251,606 \text{ кВт},$$

8. Определяем Q_4' по формуле (8.28)

$$Q_{\gamma} = 75600 \cdot 1,0 \cdot [20 - (-8,02)] \cdot \frac{1}{3600} = 588,42 \text{ кВт},$$

где $D = \frac{I}{3600}$.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ГОССТРОЯ СССР

КИЕВСКИЙ ФИЛИАЛ

г. Киев-57 ул. Эжена Потье № 12

42/9

Заказ № 9990 Инв. № 21855-01 Тираж 1200

Сдано в печать 18/12 1987 г. Цена 4.92