

ТИПОВЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

904-02-26.86

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

АЛЬБОМ I  
РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ

Москва 1986

цено 4-92

СФ. ЦИТИНБ 21855-01

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. Шилнер

Главный инженер проекта

 Т.И. Садовская

Утверждены  
Главстройпроектом  
Госстроя СССР  
протокол № 50 от  
8.08.1986 г.

Москва 1986

Настоящая работа выполнена в соответствии с заданием Главстройпроекта Госстроя 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 1985 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:

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

МНИИТЭП ГлавПУ Мосгорисполкома - канд. техн. наук М.Я. Поз,  
В.И. Сенатова;

ЦНИПромзданий Госстроя СССР - канд. техн. наук Л.В. Иванкина,  
инженеры Л.З. Мотыкин, Л.М. Лымановская;

Сибирский филиал ЦНИ Сантехпроект - инженеры М.М. Куурт,  
И.А. Карпова.

904-02-26.86 Альбом I

| Лист | Наименование  | Стр. |
|------|---|------|
| I    | I. Общие положения . . . . .  | I6   |
| 6    | 2. Оборудование, трубопроводы, теплоносители . . . . .  | 2I   |
| I3   | 3. Принципиальные схемы . . . . .   | 28   |
| I6   | 4. Условные обозначения . . . . .   | 3I   |
| I9   | 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   | IO. Графо-аналитический метод расчета СУПТ с подогревом промежуточного теплоносителя . . . . .            | 60   |
| 57   | II. Аналитический метод расчета СУПТ без подогрева промежуточного теплоносителя . . . . .                 | 72   |
| 63   | I2. Расчет годового потребления теплоты . . . . .   | 78   |
|      | Приложение I  | 3    |

21855-01

Инв. N-1011 Подпись и дата. Аван. инв. N-

|              |              |                     |
|--------------|--------------|---------------------|
| ГИП          | Сарабская    | <i>Сарабская</i>    |
| Н.Контр.     | Рыжик        | <i>Рыжик</i>        |
| Науч. отв.   | Желтоухов    | <i>Желтоухов</i>    |
| Гл. спец.    | Кучерова     | <i>Кучерова</i>     |
| Вед. инж.    | Новикова     | <i>Новикова</i>     |
| Науч. Т.О.   | Финкельштейн | <i>Финкельштейн</i> |
| Ин. ст. Т.О. | Сарабская    | <i>Сарабская</i>    |

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| 904-02-26.86 |                   |
| СОДЕРЖАНИЕ   | Лист 1 / Всего 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       |
|              |  | 4        |
|              |  | 21855-01 |
| 904-02-26.86 |  | Лист     |
|              |  | 2        |

| Лист | Наименование   | Стр. |
|------|--|------|
| 80   | Таблица 3. Удельная вместимость трубопроводов из стальных электросварных труб, применяемых во внутренних санитарно-технических системах на 1 м ..... | 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 .....  | 111  |
| 100  | Таблица 5. Потери давления на трение в трубопроводах на 1 м, Па/м <sup>2</sup> (кгс/м <sup>2</sup> ).  | 115  |
| 101  | Таблица 6. Коэффициент Сж для расчета потери давления по теплоносителю (раствор СаСℓ <sub>2</sub> ) для ТП и ВН ....                                 | 116  |
| 102  | Таблица 7. Коэффициент Сж для расчета потери давления по теплоносителю (раствор СаСℓ <sub>2</sub> ) для КСк3, КСк4, КВСБ-ПУЗ и КВББ-ПУЗ .....        | 117  |
| 103  | Таблица 8. Граничное значение относительной влажности удаляемого воздуха $\varphi_{\text{сух}} \%$ .....   | 118  |
| 103  | Таблица 9. Коэффициенты $\nu_d$ и $\nu_{d_1}$ .....  | 118  |

21855-01

| Лист : | Наименование  | Стр. |
|--------|---|------|
| I04    | Таблица I0. Коэффициенты, $e$ , кДж/кг,<br>$C_{нас}$ , кДж/(кг. $^{\circ}C$ ).....  | I19  |
| I05    | Таблица II. Параметр $F_0'$ для теплоутили-<br>зационных блоков при $W=I$ ....  | I20  |
| I21    | Таблица I2. Относительные перепады темпе-<br>ратур $\theta$ для группы теплооб-<br>менников (по ходу воздуха) .....                   | I36  |
| I23    | Таблица I3. Относительные перепады темпера-<br>тур $\theta$ для одного теплообмен-<br>ника .....                                      | I38  |
| I25    | Таблица I4. Поправочные коэффициенты $\xi_k$ ,<br>$\xi_{\theta}$ , $\xi_{\theta_{об}}$ при теплоноси-<br>теле воде .....              | I40  |
|        | Приложение 3.   |      |
| I27    | Рис. I. Потери давления по теплоносителю для<br>теплоутилизационных блоков на базе<br>КТЦ2А с теплообменниками ВН .....               | I42  |
| I28    | Рис. 2. Потери давления по теплоносителю для<br>теплоутилизационных блоков на базе<br>КТЦ2А с теплообменниками ТП-03 и<br>ТП-04 ..... | I43  |
| I29    | Рис. 3. Потери давления по теплоносителю для<br>теплоутилизационных блоков на базе<br>КТЦ2А с теплообменниками КСк3 и<br>КСк4 .....   | I44  |

| Лист | Наименование  | Стр. |
|------|---|------|
| I30  | Рис.4. Потери давления по теплоносителю для теплоутилизационных блоков на базе 2ПК с теплообменниками ТП-03 и ТП-04 . . . . .   | I45  |
| I31  | Рис.5. Потери давления по теплоносителю для теплоутилизационных блоков на базе 2ПК с теплообменниками КСж3 и КСж4 . . . . .   | I46  |
| I32  | Рис.6. Потери давления по теплоносителю для теплоутилизационных блоков на базе 2ПК с теплообменниками КВСБ-ПУЗ и КВББ-ПУЗ . . . . .   | I47  |
| I33  | Рис.7. Потери давления по воздуху в одном теплообменнике . . . . .  | I48  |
| I34  | Рис.8. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками ВН (расход воздуха от 5 до 90 тыс.м <sup>3</sup> /ч) . . . . .   | I49  |
| I35  | Рис.9. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками ВН (расход воздуха от 90 до 140 тыс.м <sup>3</sup> /ч) . . . . . | I50  |

7

21855-01

904-02-26.86

Лист

5

904-02-26.86 Альбом I

Лист №: по порядку и дате Изм. инв. №:



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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /ч) ..... |   | I54  |
| I40  |   | Рис. I4. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками КСкЗ (расход воздуха от 10 до 90 тыс.м <sup>3</sup> /ч) .....   |   | I55  |

|        |                |              |
|--------|----------------|--------------|
| Изм. № | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|        |                |              |

904-02-26.86

Лист

6

21855-01

8

904-02-26.86 Альбом I

| Лист | : | Наименование  | : | Стр. |
|------|---|---|---|------|
| I41  |   | Рис. I5. Общие относительные перепады температур для теплоутилизационных блоков на базе КТЦ2А с теплообменниками КСк3 (расход воздуха от 90 до 140 тыс.м <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /ч) .....  |   | I60  |

|             |               |              |
|-------------|---------------|--------------|
| ЦНБ № подл. | Полный и дата | Зам. инж. А. |
|-------------|---------------|--------------|

9  
21855-01



904-02-26.86 Альбом I

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

|              |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| Шифр по кат. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|              |                |              |

904-02-26.86

21855.01

Лист

9

| Лист | : | Наименование   | : | Стр. |
|------|---|--|---|------|
| I56  |   | Рис.30. Поправочный коэффициент $\xi_w$ ....   |   | I71  |
| I57  |   | Рис.31. Поправочный коэффициент $\xi_G$ ....   |   | I72  |
| I58  |   | Рис.32. Поправочный коэффициент $\xi_\varphi$<br>при $\Delta\varphi = 10-60\%$ .....                           |   | I73  |
| I59  |   | Рис.33. Поправочный коэффициент $\xi_\varphi$<br>при $\Delta\varphi = 30-70\%$ .....                           |   | I74  |
| I60  |   | Рис.34. Коэффициенты наружного тепло-<br>обмена для КВСБ-ПУЗ, КВББ-ПУЗ и ВН..                                  |   | I75  |
| I61  |   | Рис.35. Коэффициенты наружного тепло-<br>обмена для ТП-03, ТП-04, КСкЗ, КСк4..                                 |   | I76  |
| I62  |   | Рис.36. Коэффициенты внутреннего<br>теплообмена .....  |   | I77  |
| I63  |   | Рис.37. Коэффициенты теплопередачи возду-<br>хонагревателей КТЦ2А однорядных ...                               |   | I78  |
| I64  |   | Рис.38. Коэффициенты теплопередачи возду-<br>хонагревателей КТЦ2А двухрядных ...                               |   | I79  |
| I65  |   | Рис.39. Коэффициенты теплопередачи тепло-<br>утилизаторов ТП.05-ТИРК.03;<br>ТП.16-ТИРК.03; ТП.25-ТИРК.03 ..... |   | I80  |
| I66  |   | Рис.40. Коэффициенты теплопередачи тепло-<br>утилизаторов ТП.05-ТИРК.04;<br>ТП.16-ТИРК.04; ТП.25-ТИРК.04 ..... |   | I81  |
| I67  |   | Рис.41. Коэффициенты теплопередачи кало-<br>риферов КСкЗ .....   |   | I82  |

21855-01

904-02-26.86 Альбом I

| Лист                | Наименование   | Стр. |
|---------------------|--|------|
| I68                 | Рис. 42. Коэффициенты теплопередачи калори-<br>феров КСк4 . . . . .  | I83  |
| I69                 | Рис. 43. Коэффициенты теплопередачи калори-<br>феров КВСБ-ПУЗ . . . . .  | I84  |
| I70                 | Рис. 44. Коэффициенты теплопередачи калори-<br>феров КВББ-ПУЗ . . . . .  | I85  |
| I71                 | Рис. 45. Температурная эффективность тепло-<br>обменников . . . . .  | I86  |
| I72                 | Рис. 46. Зависимость между $\alpha_{рс}$ и<br>параметром $A$ . . . . .   | I87  |
| I73                 | Рис. 47. Обобщенная зависимость $\theta$ от $\bar{\alpha}$ . . . . .   | I88  |
| I74                 | Рис. 48. Относительный перепад температур<br>для группы теплообменников . . . . .  | I89  |
| I75                 | Рис. 49. Относительный перепад температур<br>для одного теплообменника . . . . .   | I90  |
| I76                 | Рис. 50. Периоды работы СУПТ без подогрева<br>в годовом режиме . . . . .   | I91  |
| I77                 | Рис. 51. Периоды работы СУПТ с подогревом<br>в годовом режиме . . . . .  | I92  |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4</b> |  |      |
| I78                 | <u>Пример 1.</u> Расчет по упрощенному графо-анали-<br>тическому методу СУПТ без подогрева<br>с одиночными установками . . . . .                                       | I93  |
| I82                 | <u>Пример 2.</u> Расчет по упрощенному графо-анали-<br>тическому методу СУПТ без подогрева<br>с группами установок. Расчет годо-<br>вого потребления теплоты . . . . . | I97  |

21855-01

13

Информация  
по датам  
взаимности

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  |

МОН. П. - КОМУН. УЧ. И ОВ. Т. В. 1020М. ЧИФ. А.

14

21855-01

Лист : Наименование : Стр.

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

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

Альбом I

904-02-26.86

|               |                |         |
|---------------|----------------|---------|
| Ф.И.О. автора | Подпись и дата | Функция |
|               |                |         |

15

21855-01

904-02-26.86

Лист  
13



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 отказы в работе, использовать не допускается.

I.5. При использовании теплоты ВЭР воздуха или газозвудушных 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 газозвудушных 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

904-02-26.86 Альбом I

Листы в подл. Подпись и дата

|                |           |        |       |
|----------------|-----------|--------|-------|
| ГИП            | Садовская | В.А.   |       |
| Н. Конгр.      | Рыжик     | В.А.   |       |
| Нач. Об.З.     | Желтухов  | И.А.   |       |
| Гл. спец.      | Кучерова  | В.А.   | 10.86 |
| Вед. инж.      | Новикова  | Н.А.   | 10.86 |
| Нач. Т.О.      | Финкевич  | В.А.   |       |
| Гл. спец. Т.О. | Садовская | В.А.   |       |
| Вед. инж.      | Нейман    | Нейман |       |

904-02-26.86

РАСЧЕТНЫЕ  
ДААННЫЕ

|              |      |        |
|--------------|------|--------|
|              | Лист | Листов |
|              | 1    | 242    |
| САНТЕХПРОЕКТ |      |        |

16  
2185501

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, исключая 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. I,2 приложения I.

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

I.13. При утилизации теплоты влажного 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  $0^{\circ}\text{C}$ ) 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;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

|                |  |
|----------------|--|
| Изм. N. подл.  |  |
| Подпись и дата |  |
| Взам. инв. N.  |  |

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

Лист

5

Изм. № 1  
Исполнитель  
Время

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 НОБ-2И, а также для заполнения растворного бака предусматриваются 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 СУПГ 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.

21855-01

904-02-26.86

Лист

6

Альбом I

904-02-26.86

ВЗЯМЕН ИВБ №

ИВБ № ПОДЛИН

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

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

2.4. Технические и конструктивные характеристики типовых ТУБ с расходами и габаритами, соответствующими параметрическому ряду центральных кондиционеров КТЦ2А и типовых приточных камер 2ПК (серия 5.904-12), приведены в альбоме 4.

Рекомендуемый номенклатурный ряд ТУБ (далее - типовые ТУБ) с расходом воздуха от 5 до 125 тыс. м<sup>3</sup>/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 2ПК с теплоутилизаторами ТП, КСк, КВСБ-ПУЗ и КВББ-ПУЗ.

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

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

Дополнительно каждому ТУБ присвоен порядковый номер ТУБ № 01-ТУБ № 64 для приточных установок на базе КТЦ2А, ТУБ № 01-ТУБ-№ 19 для вытяжных установок на базе кондиционеров-утилизаторов КТЦ2А, ТУБ № 01 - ТУБ № 72 для приточных и вытяжных установок на базе 2ПК.

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

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

21855-01 22

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  $\varphi_{в.н.г} < 60\%$ ;

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

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 антикоррозийную защиту.

В баке для приготовления раствора обозначаются контрольные уровни:

нижний - на 100-150 мм выше днища бака;

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

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

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

$$V_{с.р} = 0,045 V_c . \quad (2.1)$$

23

21855-01

904-02-26.86

Лист

8

Альбом I

904-02-26.86

|        |      |          |
|--------|------|----------|
| ИЗМ. № | Дата | Вид изм. |
|        |      |          |
|        |      |          |



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

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

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

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

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

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

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

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

При незамерзающем теплоносителе трубопроводы диаметром 15 и 20 мм выполняются из труб стальных водопроводных обыкновенных, диаметром свыше 20 мм - из труб электросварных термообработанных с толщиной стенки не менее, чем у водопроводных обыкновенных. Соединение трубопроводов производится на сварке, арматуры - на фланцах. Допускается присоединять на резьбе водопроводные трубы с арматурой условным диаметром до 50 мм.

218.55-01

24

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<sup>2</sup> в самой низкой точке системы.

Система признается выдержавшей испытание давлением, если при незамерзающем теплоносителе в течение 15 мин нахождения ее под испытательным давлением падение давления не превысит 0,1 кгс/см<sup>2</sup>, 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  $t_{жкх}$  после ТУБ приточных установок:

- при  $t_{жкх} > 7^{\circ}\text{C}$  - вода;
- при  $t_{жкх} \leq 7^{\circ}\text{C}$  - незамерзающий раствор.

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

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

- растворенный кислород - 0,1 мг/л;
- взвешенные вещества - 10 мг/л;
- карбонатная жесткость - 3 мг.экв/л.

2.21. Из незамерзающих растворов солей рекомендуется применять водный 27% раствор хлористого кальция (CaCl<sub>2</sub>) с ингибиторной добавкой. В качестве ингибиторной добавки рекомендуется использовать вещество НОЖ-2И в количестве 3% от общей массы раствора. 21855-01

|              |                |           |
|--------------|----------------|-----------|
| Инв. № г. л. | Подпись и дата | изменения |
|              |                |           |

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 НОЖ2И не вызывает коррозии черных и цветных металлов, взрыво и пожаробезопасен, температура замерзания минус  $45^{\circ}\text{C}$ , температура кипения  $100^{\circ}\text{C}$ , водородный показатель  $\text{pH}=6,5-8,5$ .

2.21.2. Раствор теплоносителя готовится 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  $t_{ж}^{30M}$ , которая выбирается в зависимости от типа СУПТ, защиты и режима работы.

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

Для СУПТ без подогрева  $t_{ж}^{30M}$  принимается ниже или равной  $t_{в.н.}^{(п)}$ . 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  $\text{CaCl}_2$  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

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

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

$$V_c = \sum \Delta V_{тр}^{(i)} \cdot l_{тр}^{(i)} + \sum V_{ТУБ}^{(i)} \cdot n^{(i)} + V_{БР} + V_{ЕН}, \quad (2.5)$$

где  $\Delta V_{тр}^{(i)}$  - удельная емкость,  $m^3$ , трубопровода длиной  $l$  м, определяемая по табл. 3 приложения 2 по диаметру  $i$ -го трубопровода;

$l_{тр}^{(i)}$  - длина трубопровода, м;

$V_{ТУБ}^{(i)}$  - емкость теплоутилизационного блока,  $m^3$ . Емкость типовых ТУБ приведена в табл. 4 приложения 2;

$n$  - число ТУБ, шт;

$V_{БР}$  - емкость расширительного бака,  $m^3$ , по п.2.12;

$V_{ЕН}$  - объем части бака,  $m^3$ , 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% емкости системы  $(0,001 - 0,0025) V_c$ .

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

$V_{ж}^{ор}$  определяется по формуле

$$V_{ж}^{ор} = V_c + V_{ж.п} \cdot \bar{t}_{ор}, \quad (2.6)$$

где  $V_c$  - емкость системы,  $m^3$ , по п.2.23;

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

$\bar{t}_{ор}$  - отопительный период, ч.

$V_{ж.п} \cdot \bar{t}_{ор}$  не следует принимать больше емкости ( $V_{ж.п} \cdot \bar{t}_{ор} \leq V_c$ ).

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

|              |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| Изм. №: подл | Подпись и дата | Вымен инв. № |
|              |                |              |

### 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 трубках 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  $7^{\circ}\text{C}$ , 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 трубках 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  $0^{\circ}\text{C}$ .

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

Лист

14

904-02-26.86

Альбом I

904-02-26.86

|               |                |            |
|---------------|----------------|------------|
| Имя, И. подл. | Подпись и дата | Взам. инв. |
|               |                |            |

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

904-02-26.86 Альбом I

Имя, № свидетельства и дата выдачи

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

- $Z$  - 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,  $\text{г}/\text{кг}$ ;
- $\rho$  - плотность среды,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;
- $c$  - удельная теплоемкость среды,  $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$  [ $\text{ккал}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$ ];
- $\omega$  - скорость движения теплоносителя,  $\text{м}/\text{с}$ ;
- $w_p$  - массовая скорость движения воздуха,  $\text{кг}/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ ;
- $k$  - коэффициент теплопередачи,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$  [ $\text{ккал}/(\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ ];
- $\alpha_{\text{в}}$  - коэффициент наружного теплообмена,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$  [ $\text{ккал}/(\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ ];
- $\alpha_{\text{ж}}$  - коэффициент внутреннего теплообмена,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$  [ $\text{ккал}/(\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ ];
- $F$  - площадь теплообменной поверхности воздухонагревателя или воздухоохладителя,  $\text{м}^2$ ;
- $f$  - площадь сечения,  $\text{м}^2$ ;
- $\Delta p$  - потери давления,  $\text{Па}$  [ $\text{кгс}/\text{м}^2$ ];
- $n$  - количество вытяжных установок;
- $m$  - количество приточных установок;
- $\lambda$  - коэффициент теплопроводности,  $\text{Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$  [ $\text{ккал}/(\text{ч}\cdot\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ ];
- $\nu$  - коэффициент кинематической вязкости,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;
- $\mu$  - коэффициент динамической вязкости,  $(\text{Н}\cdot\text{с})/\text{м}^2$  [ $(\text{кгс}\cdot\text{с})/\text{м}^2$ ];
- $\alpha$  - коэффициент температуропроводности,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;
- $\psi$  - коэффициент оребрения;
- $q$  - теплота конденсации пара,  $\text{кДж}/\text{кг}$  ( $\text{ккал}/\text{кг}$ ); 21855-01



- $\gamma$  - относительная влажность воздуха, %;
- $\mu$  - поправочный коэффициент;
- $e$  и  $C_{мос}$  - эмпирические коэффициенты аппроксимации:  
 $e$ , кДж/кг [ккал/кг];  $C_{мос}$ , кДж/(кг·°C) [ккал/(кг·°C)];
- $C_{ж}$  - коэффициент для расчета гидравлического сопротивления по теплоносителю (раствор  $CaCl_2$ ),  $(Па·с^2)/м^4$   $(кг·с^2)/м^4$ ;
- $Q$  - годовое потребление теплоты (количество теплоты), ГДж (Гкал);
- $\tau$  - число часов работы установки, ч;
- $\tau$  - степень суровости наружного климата, °C·ч;
- $V$  - вместимость (объем), м<sup>3</sup>;
- $Q$  - расход теплоты (тепловой поток), кВт (ккал/ч);

## 4.3. Безразмерные комплексы

$$F_0' = \frac{\kappa \cdot F}{G_0 \cdot C_0} \quad - \text{безразмерный параметр, в системе МКГСС;} \quad (4.1)$$

$$F_0' = \frac{3.6 \kappa \cdot F}{G_0 \cdot C_0} \quad - \text{безразмерный параметр в СИ при } G_0 \text{ в кг/ч, } C_0 \text{ в кДж/(кг·°C);}$$

$$W = \frac{G_0 \cdot C_0}{G_{ж} \cdot C_{ж}} \quad - \text{отношение водяных эквивалентов;} \quad (4.2)$$

$$\theta_2 = \frac{t_{в.н2} - t_{в.к2}}{t_{в.н2} - t_{ж.н2}} \quad - \text{относительный перепад температур удаляемого воздуха;} \quad (4.3)$$

$$\theta_1 = \frac{t_{в.к1} - t_{в.н1}}{t_{ж.н1} - t_{в.н1}} \quad - \text{относительный перепад температур приточного воздуха;} \quad (4.4)$$

$$\theta_{0в2} = \frac{t_{в.н2} - t_{в.к1}}{t_{в.н2} - t_{в.н1}} \quad - \text{общий относительный перепад температур удаляемого воздуха;} \quad (4.5)$$

$$\theta_{0в1} = \frac{t_{в.к1} - t_{в.н1}}{t_{в.н2} - t_{в.н1}} \quad - \text{общий относительный перепад температур приточного воздуха;} \quad (4.6)$$

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

21855-01

32

Число 1-1001  
 Подпись и дата  
 Азам.инв.л.

## 4.4. Принятые индексы

I - приточный; 2 - вытяжной; (I)...(i) - порядковый номер установки; б - бак; Б- большой; В- воздух; вод - водоподогреватель; год - годовой; ж - промежуточный теплоноситель; зам - замерзание; к - конечный; кн - конденсация; кр- критический; м - меньший; макс - максимальный; мин - минимальный; н - начальный; нас - насыщение; нед - неделя; 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·м<sup>2</sup>·°C) = 1,163 Вт/(м<sup>2</sup>·°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/м<sup>2</sup>) = 9,81 (Н·с/м<sup>2</sup>).

Давление I кгс/м<sup>2</sup> = 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<sup>-3</sup> ГДж/ч.

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

Альбом I

904-02-26.86

### 5. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ, АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУПТ

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

5.1.1. Значения  $\theta_{обг}$  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 КТЦА;

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

5.1.2. Значения  $\theta_{обг}$  определены для систем с типовыми ТУБ, разработанными в альбоме 4.

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

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

5.2. Аэродинамические характеристики (потери давления по воздуху) теплообменников-теплоутилизаторов в зависимости от  $(v_p)_{пр}$  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. I и 2 альбома 4.

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

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

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

$$\Delta P_{\kappa} = C_{\kappa} \cdot W^2, \quad 21855.01^{(5.1)}$$

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

где  $C_{ж}$  — коэффициент для одного теплообменника, определяемый по табл. 6,7 приложения 2. При последовательно-параллельной обвязке ТУБ значение  $C_{ж}$  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. I-3 — для установок, проектируемых на базе центральных кондиционеров КТЦА;

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  $0,5 \mathcal{Z}$  ном до  $1,5 \mathcal{Z}$  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. I,2 альбома 4.

## 6. МЕТОДЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ УТИЛИЗАЦИИ

6.1. Расчет СУПТ рекомендуется проводить одним из следующих методов:

- автоматизированным, используя программу расчета на ЭВМ, описанную в разделе 7;
- упрощенным графо-аналитическим, приведенным в разделе 8;
- графо-аналитическим, приведенным в разделах 9, 10;
- аналитическим, приведенным в разделе II.

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

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

СНП № 001, Полтораки и другие

35

21855-01

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

|                     |              |
|---------------------|--------------|
| Имя, И. П. Ф. И. О. | Время и дата |
|                     |              |

### 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 обвязкой их по теплоносителю, программа выполняет автоматически.

Если тип, компоновка и обвязка 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.

37

Альбом I

904-02-26.86

Инв. N подл  
Подпись и дата  
Замечания

904-02-26.86

21855-01

Лист

22

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

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

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

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

объемные расходы воздуха через ТУБ каждой приточной установки ( $L_{B1}^{(1)}, L_{B1}^{(2)}, \dots, L_{B1}^{(m)}$ );

массовые расходы воздуха через ТУБ каждой приточной установки ( $G_{B1}^{(1)}, G_{B1}^{(2)}, \dots, G_{B1}^{(m)}$ );

начальная температура удаляемого воздуха ( $t_{в.н2}^{(1)}, t_{в.н2}^{(2)}, \dots, \dots, t_{в.н2}^{(n)}$ );

начальная относительная влажность удаляемого воздуха ( $\varphi_{в.н2}^{(1)}, \varphi_{в.н2}^{(2)}, \dots, \varphi_{в.н2}^{(n)}$ );

начальная энтальпия удаляемого воздуха ( $i_{в.н2}^{(1)}, i_{в.н2}^{(2)}, \dots, i_{в.н2}^{(n)}$ );

начальная температура приточного воздуха ( $t_{в.н1}^{(1)}, t_{в.н1}^{(2)}, \dots, t_{в.н1}^{(m)}$ );

конечная температура приточного воздуха ( $t_{в.к1}^{(1)}, t_{в.к1}^{(2)}, \dots, t_{в.к1}^{(m)}$ ).

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

Основное оборудование приточных установок (КТИЦА или ЗПК).

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

8.2.1. При достаточно близком совпадении заданного сочетания параметров (температуры наружного, приточного и 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).

3В

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  $t_{вн2} \leq 50^\circ\text{C}$  число рядов трубок в ТУБ (по глубине) допускается принимать без экономического сопоставления равным: 8-9 при  $\bar{t} > -5000^\circ\text{C}\cdot\text{ч}$ ;

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

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

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

$$\bar{t} = \bar{t}^{от} \cdot t_{вн1}^{cp(от)} \quad (8.1)$$

здесь  $\bar{t}^{от}$  - отопительный период, ч;

$t_{вн1}^{cp(от)}$  - 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  $f_{ж}^{(i)}$  и фронтального сечения по воздуху  $f_{в.фр}^{(i)}$ . Для типовых ТУБ  $f_{ж}$  и  $f_{в.фр}$  приведены в табл. 4, 5 альбома 4.

8.4. Определяются суммарные массовые и объемные расходы удаляемого  $\sum G_{в2}, \sum L_{в2}$  и приточного  $\sum G_{в1}, \sum L_{в1}$  воздуха.

8.5. Определяются средние параметры воздуха  $n$  вытяжных и  $m$  приточных установок по формулам:

39

21855-01



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

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

$$L_{\text{вн2}}^{\text{ср}} = \frac{L_{\text{вн2}}^{(1)} \cdot G_{\text{в2}}^{(1)} + L_{\text{вн2}}^{(2)} \cdot G_{\text{в2}}^{(2)} + \dots + L_{\text{вн2}}^{(n)} \cdot G_{\text{в2}}^{(n)}}{\Sigma G_{\text{в2}}}, \quad (8.4)$$

$$t_{\text{вн1}}^{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вн1}}^{(1)} \cdot G_{\text{в1}}^{(1)} + t_{\text{вн1}}^{(2)} \cdot G_{\text{в1}}^{(2)} + \dots + t_{\text{вн1}}^{(m)} \cdot G_{\text{в1}}^{(m)}}{\Sigma G_{\text{в1}}}. \quad (8.5)$$

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

$$t_{\text{в}}^{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вн2}}^{\text{ср}} + t_{\text{вн1}}^{(i)_{\text{мин}}}}{2}, \quad (8.6)$$

где  $t_{\text{вн1}}^{(i)_{\text{мин}}}$  — наименьшая из начальных температур приточного воздуха для  $m$  приточных установок.

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

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

Теплотехнический расчет СУПТ выполняется с учетом теплофизических характеристик теплоносителя.

8.7. Определяется расход промежуточного теплоносителя  $G_{\text{ж}}$  в системе по большему суммарному массовому расходу воздуха  $\Sigma G_{\text{в5}}$  (из суммарных расходов воздуха соответственно  $n$  вытяжных  $\Sigma G_{\text{в2}}$  или  $m$  приточных  $\Sigma G_{\text{в1}}$  установок) и отношению водяных эквивалентов для большего суммарного расхода воздуха одного из потоков  $W_{\text{б}} = 1$  по формуле

$$G_{\text{ж}} = \frac{\Sigma G_{\text{в5}} \cdot c_{\text{в}}}{c_{\text{ж}} \cdot W_{\text{б}}}. \quad (8.7) \quad 40$$

21855-01

Альбом I

904-02-26.86

При  $\Sigma G_{B1} = \Sigma G_{B2}$  отношение водяных эквивалентов для каждого потока принимается равным единице  $W_1 = W_2 = 1$ ,  $G_{ж}$  рассчитывается по формуле (8.7), подставляя вместо  $\Sigma G_{B.5}$   $\Sigma G_{B1} = \Sigma G_{B2}$ .

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

$$G_{ж2}^{(i)} = \frac{G_{B2}^{(i)} \cdot G_{ж}}{\Sigma G_{B2}} \quad (8.8)$$

$$G_{ж1}^{(i)} = \frac{G_{B1}^{(i)} \cdot G_{ж}}{\Sigma G_{B1}} \quad (8.9)$$

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  $\omega_2^{\text{ср}}$  для  $n$  вытяжных установок по формулам:

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

$$\omega_2^{\text{ср}} = \frac{G_{ж}}{3600 \cdot \rho \cdot \Sigma f_{ж}} \quad (8.11)$$

где  $\rho$  - плотность теплоносителя, кг/м<sup>3</sup>, принимается по табл. I приложения 2;

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

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

При теплоносителе воде дополнительно находится среднее значение скорости  $\omega_1^{\text{ср}}$  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  $(v_{p,pp}^{(i)})$  и вытяжной установки

Изм. №: 1001 Подпись и дата: \_\_\_\_\_

21855-01

Альбом I

904-02-26.86

$(v_p)_{\text{фр2}}^{(i)}$ , а также среднее значение массовой скорости для вытяжных  $(v_p)_{\text{фр2}}^{\text{ср}}$  установок по формулам:

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

$$(v_p)_{\text{фр}}^{\text{ср}} = \frac{\sum G_s}{3600 \cdot \sum f_{\text{фр}}} \quad (8.13)$$

где,  $f_{\text{фр}}^{(i)}$  - площадь фронтального сечения, м<sup>2</sup>, для одного ТУБ;

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

При теплоносителе воде дополнительно находится среднее значение массовой скорости  $(v_p)_{\text{фр1}}^{\text{ср}}$  для  $m$  приточных установок по формуле (8.13) при соответствующих значениях  $\sum G_{s1}$  и  $\sum f_{\text{фр1}}$ .

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

8.13. Для СУПТ с одиночными установками и равными расходами воздуха ( $L_{B1} = L_{B2}$ ), а также с одинаковыми ТУБ определяется общий относительный перепад температур  $\theta_{051}$  по графикам рис. 8-29 приложения 3.

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

На оси абсцисс откладывается значение  $L_{B1}$ , проводится вертикальная линия до пересечения с характеристикой принятого ТУБ. Ордината точки пересечения определяет значение  $\theta_{051}$ .

8.14. Для СУПТ с одиночными установками и неодинаковыми расходами воздуха ( $L_{B1} \neq L_{B2}$ ), а также для СУПТ с группами приточных и вытяжных установок определяется средний общий относительный перепад температур  $\theta_{051}^{\text{ср}}$  для системы утилизации по формулам:

для одиночных установок 
$$\theta_{051}^{\text{ср}} = \frac{\theta_{051}^{(1)} + \theta_{051}^{(2)}}{2} \quad (8.14)$$

для группы установок 
$$\theta_{051}^{\text{ср}} = \frac{\theta_{051}^{(1)} + \theta_{051}^{(m)}}{2} \quad (8.14.1)$$

где  $\theta_{051}^{(1)}$  и  $\theta_{051}^{(2)}$  - общие относительные перепады температур для условных систем с расходом воздуха  $L_1$  и  $L_2$  находятся по п.8.14.1;

21855-01

42

Внб. №: 1998  
Листы и дата  
Взм. инв. №:

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

При теплоносителе воде  $\theta_{051}^{cp}$  определяется по формуле

$$\theta_{051}^{cp} = \frac{\theta_{051}^{(n)} \cdot \xi_{005}^{(n)} + \theta_{051}^{(m)} \cdot \xi_{005}^{(m)}}{2}, \quad (8.15)$$

здесь  $\xi_{005}^{(n)}$  и  $\xi_{005}^{(m)}$  — поправочные коэффициенты, учитывающие теплофизические свойства воды, принимаемые по табл. I4 приложения 2 при соответствующих значениях  $\omega_1^{cp}$ ,  $(\nu p)_{911}^{cp}$  и  $\omega_2^{cp}$ ,  $(\nu p)_{912}^{cp}$ ,  $t_s^{cp}$ .

8.14.1. Для СУПТ с одиночными установками и разными расходами воздуха  $\theta_{051}^{(n)}$  и  $\theta_{051}^{(m)}$  определяются для условных систем с объемным расходом воздуха, равным соответственно  $L_{01}$  и  $L_{02}$ .

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  $\theta_{051}^{(n)}$  и  $\theta_{051}^{(m)}$  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,  $\theta_{051}^{(n)}$  и  $\theta_{051}^{(m)}$  определяются для условных систем с объемными расходами воздуха, равными соответственно  $L_{02}^{cp}$  и  $L_{01}^{cp}$ , которые находятся по формулам:

$$L_{02}^{cp} = \frac{\sum L_{02}}{\ell}, \quad (8.16)$$

$$L_{01}^{cp} = \frac{\sum L_{01}}{m}, \quad (8.17)$$

где  $\sum L_{02}$  и  $\sum L_{01}$  — суммарные объемные расходы воздуха, м<sup>3</sup>/ч, соответственно  $\ell$  вытяжных и  $m$  приточных установок.

По рис. 8-29 приложения 3 подбираются графики теплотехнических характеристик систем, соответствующих принятому типу теплоутилизаторов в вытяжных установках при  $L_0 = L_{02}^{cp}$  и приточных установках при  $L_0 = L_{01}^{cp}$ .

21855-01

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  $Q_{051}$ .

8.14.3. Для СУПТ с группами вытяжных и приточных установок, имеющих разные типа теплоутилизаторов и различные начальные параметры воздуха, определяются общие относительные перепады температур  $Q_{051}^{n(i)}$  и  $Q_{051}^{m(i)}$  для условных систем с объемными расходами воздуха, равными соответственно объемному расходу каждой вытяжной установки  $Z_{02}^{(i)}$  и каждой приточной установки  $Z_{01}^{(i)}$ .

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  $Q_{051}^{(i)}$ .

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

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

Находится  $Q_{051}^{(m)}$  для  $Z_{01}^{cp}$  по формуле

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

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

8.15. Определяется отношение водяных эквивалентов  $W_M$  для меньшего суммарного расхода воздуха  $\sum G_{0M}$  в системе по формуле

$$W_M = \frac{\sum G_{0M} \cdot C_B}{G_{0K} \cdot C_K} \quad (8.20)$$

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  $W_M < 1$  находится поправочный коэффициент  $\xi_w$ , учитывающий неравенство отношений водяных

44

21855-01

эквивалентов двух потоков по графику рис.30 приложения 3.

8.17. Определяется отношение  $\bar{G}_B$  суммарных расходов удаляемого  $\Sigma G_{B2}$  и приточного  $\Sigma G_{B1}$  воздуха по формуле

$$\bar{G}_B = \frac{\Sigma G_{B2}}{\Sigma G_{B1}} \quad (8.21)$$

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

8.18. Определяется граничное значение относительной влажности удаляемого воздуха  $\varphi_{сух}$ , при которой не происходит конденсация влаги, по табл.8 приложения 2 при значениях  $t_{в.н2}^{\varphi}$  и  $t_{в.н1}^{\varphi}$ .

8.19. Если средняя относительная влажность удаляемого воздуха  $\varphi_{в.н2}^{\varphi}$  меньше или равна значению  $(\varphi_{сух} + 5)$ , то системы работают без выпадения конденсата на поверхности; если  $\varphi_{в.н2}^{\varphi}$  больше значения  $(\varphi_{сух} + 5)$ , то системы работают с выпадением конденсата на поверхности теплоутилизаторов вытяжных установок.

При работе установок с выпадением конденсата определяется поправочный коэффициент  $\xi_{\varphi}$ , учитывающий выпадение конденсата по величине  $\Delta \varphi = \varphi_{в.н2}^{\varphi} - (\varphi_{сух} + 5)$ , по графикам рис.32, 33 приложения 3. При работе установок без выпадения конденсата  $\xi_{\varphi}$  принимается равным единице.

8.20. Уточняется величина среднего общего относительного перепада температур  $\Theta_{об1}^{\varphi(\varphi)}$  по формуле

$$\Theta_{об1}^{\varphi(\varphi)} = \Theta_{об1}^{\varphi} \cdot \xi_W \cdot \xi_G \cdot \xi_{\varphi} \quad (8.22)$$

8.21. Определяется средняя температура  $t_{в.к1}^{ут(\varphi)}$  приточного воздуха после приточных ТУБ по формуле

$$t_{в.к1}^{ут(\varphi)} = t_{в.н1}^{\varphi} + \Theta_{об1}^{\varphi(\varphi)} \cdot (t_{в.н2}^{\varphi} - t_{в.н1}^{\varphi}) \quad (8.23)$$

8.22. Определяется средний относительный перепад температур  $\Theta_1^{\varphi}$  условной приточной установки с суммарным расходом воздуха  $\Sigma G_{B1}$  по формуле

$$\Theta_1^{\varphi} = \frac{1 + \bar{G}_B}{W_1 + 1/\Theta_{об1}^{\varphi(\varphi)}} \quad (8.24)$$

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

$\Sigma G_{B1} \geq \Sigma G_{B2}$ , или принимается равным значению  $W_N$  по

п.8.15, если  $\Sigma G_{B1} < \Sigma G_{B2}$ .

21855-01

904-02-26.86

Лист  
30

Альбом I

904-02-26.86

И.В.Н.1001 Подпись и дата В.В.М.И.И.И.И.

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

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

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

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

где  $t_{ж.к1}^{cp} = t_{ж.к2}^{cp}$

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

$$Q_{y}^{cp} = \sum G_{B1} \cdot C_B \cdot \theta_{B1}^{cp} (t_{в.к2}^{cp} - t_{в.к1}^{cp}) \cdot D, \quad (8.27)$$

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

8.26. Определяется часовой расход теплоты  $Q_{y}^T$  от первичного источника тепла на дополнительный нагрев приточного воздуха по формуле

$$Q_{y}^T = \sum G_{B1} \cdot C_B (t_{в.к1}^{cp} - t_{в.к1}^{cp}) \cdot D \quad (8.28)$$

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

46

21855-01

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

$$t_{в.к2}^{ср} = t_{в.к2}^{ср} - \frac{\sum G_{в1} \cdot C_{в} (t_{в.к1}^{ср(в)} - t_{в.н1}^{ср})}{\sum G_{в2}} \quad (8.29)$$

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  $t_{ж.к1}^{ср}$  по п. 8.24.

8.29. При  $t_{ж.н2} \leq 0^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi_{в.н2}^{ср} > (\varphi_{сух} + 5)$  находится критическая температура наружного воздуха  $t_{в.н1}^{ср(в)}$ , ниже которой начинается обмерзание теплообменной поверхности ТУБ вытяжных установок, по п. 9.3.17 при известных значениях  $t_{в.н2}^{ср}$  и  $t_{ж.н2}^{ср}$  по п. 8.5,  $Q_{об1}^{ср(в)}$  по п. 8.20,  $Q_1^{ср}$  по п. 8.22,  $W_{н}$  по п. 8.15.

Средние значения коэффициентов наружного  $\alpha_{в2}^{ср}$  и внутреннего  $\alpha_{ж2}^{ср}$  теплообмена принимаются по графикам рис. 34-36 приложения 3, соответствующим принятому типу теплоутилизаторов при значениях  $\omega_2^{ср}$  и  $(v_p)_{пр2}^{ср}$  по п. п. 8.9 и 8.11.

Если  $t_{в.н1}^{ср}$  больше или равна расчетной температуре наружного воздуха  $t_{в.н1}^{р}$  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  $Q_{год}^{ут}$  и от первичного источника тепла  $Q_{год}^{п}$  по разделу I2.

47

21855-01

904-02-26.86

Лист

32

Альбом I

904-02-26.86

|            |                |            |
|------------|----------------|------------|
| ВНВ №-мод. | Порядок и дата | Выполнение |
|            |                |            |



## 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  $10^{\circ}\text{C}$  или относительной влажности до 10%), комплектуемых ТУБ с одинаковыми техническими характеристиками<sup>\*</sup>, 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  $10^{\circ}\text{C}$  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.

<sup>\*</sup> Здесь и далее "техническая характеристика ТУБ" включает расход воздуха, тип теплоутилизатора, число рядов трубок, схему обвязки ТУБ.

48

21855-01

|        |                |                |
|--------|----------------|----------------|
| Изм. № | Подпись и дата | Взамен. инд. № |
|        |                |                |

9.3.2. Определяется относительный расход воздуха по формуле

$$\bar{L}_B^{(i)} = \frac{L_B^{(i)}}{L_{B,ном}^{(i)}} \quad (9.1)$$

где  $L_B^{(i)}$  - объемный расход, м<sup>3</sup>/ч, вытяжной или приточной установки;

$L_{B,ном}^{(i)}$  - объемный номинальный расход, м<sup>3</sup>/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  $\bar{L}_{B1}^{(i)}$  и  $\bar{L}_{B2}^{(i)}$  и техническими характеристиками, соответствующими принятым ТУБ.

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

$$(F_{01}')^{cp} = \frac{\sum (F_{01}'^{(i)} \cdot L_{B1}^{(i)})}{\sum L_{B1}^{(i)}} \quad (9.2)$$

$$(F_{02}')^{cp} = \frac{\sum (F_{02}'^{(i)} \cdot L_{B2}^{(i)})}{\sum L_{B2}^{(i)}} \quad (9.3)$$

9.3.5. Определяются средние относительные перепады температур для условной приточной  $\Theta_1^{cp}$  и условной вытяжной  $\Theta_2^{cp}$  установок по табл. I2, I3 приложения 2 по известным  $(F_{01}')^{cp}$ ,  $(F_{02}')^{cp}$  и значениям  $W$ , соответствующим  $\sum G_{B1}$  и  $\sum G_{B2}$  по п.п. 8.7 и 8.15.

При теплоносителе воде на значения  $\Theta_1^{cp}$  и  $\Theta_2^{cp}$  вводится поправка  $\xi_0$  по табл. I4 приложения 2 при  $t_B^{cp}$ :

$\xi_{01}$  по известным  $\omega_1^{cp}$  и  $(v_p)_{pp1}^{cp}$ ;

$\xi_{02}$  по известным  $\omega_2^{cp}$  и  $(v_p)_{pp2}^{cp}$ .

49

21855-01

9.3.6. Определяется средний общий относительный перепад температур  $\Theta_{об1}^{cp}$  для системы по формуле

$$\Theta_{об1}^{cp} = \frac{I}{1/\Theta_1^{cp} + \Sigma G_{в1}/\Theta_2^{cp} \cdot \Sigma G_{в2} - W_1}, \quad (9.4)$$

где  $W_1 = W_в = 1$ , если  $\Sigma G_{в1} \geq \Sigma G_{в2}$  или  $W_1 = W_н$  по п.8.15, если  $\Sigma G_{в1} < \Sigma G_{в2}$ .

9.3.7. Находятся средние коэффициенты теплопередачи  $K_2^{cp}$ , наружного  $\alpha_{в2}^{cp}$  и внутреннего  $\alpha_{ж2}^{cp}$  теплообмена для условной вытяжной установки по графикам рис.34-44 приложения 3 по известным  $\omega_2^{cp}$  и  $(V_p)_{пр2}^{cp}$ .

При теплоносителе воде на коэффициент теплопередачи  $K_2^{cp}$  вводится поправка  $\xi_k$ , учитывающая теплофизические свойства воды. Значение  $\xi_k$  определяется по табл.14 приложения 2 по известным  $\omega_2^{cp}$  и  $(V_p)_{пр2}^{cp}$ ,  $t_{в}^{cp}$ .

9.3.8. Определяется относительный перепад температур  $\Theta_{рс}^{cp}$ , соответствующий температуре точки росы удаляемого воздуха, по формуле

$$\Theta_{рс}^{cp} = \Theta_{об1}^{cp} + \frac{K_2^{cp}}{\alpha_{в2}^{cp}} \left( \frac{\Theta_{об1}^{cp}}{\Theta_2^{cp}} - \Theta_{об1}^{cp} \right). \quad (9.5)$$

9.3.9. Определяется температура точки росы  $t_{рс2}^{cp}$ , выше которой ТУБ вытяжных установок работают в режиме сухого теплообмена, по формуле

$$t_{рс2}^{cp} = t_{вн1}^{cp} + \Theta_{рс}^{cp} (t_{вне}^{cp} - t_{вн1}^{cp}). \quad (9.6)$$

50

21855-01

904-02-26.86

Лист

35

904-02.26-86 Альбом I

По  $i-d$  диаграмме (на пересечении линии влагосодержания точки с координатами  $t_{рс}$  и  $\varphi = 100\%$  с линией температур  $t_{вн2}^{cp}$ ) находится относительная влажность удаляемого воздуха  $\varphi$  сух, при которой не происходит конденсация на поверхности ТУБ вытяжных установок.

9.3.10. По условиям п.8.19 определяется режим работы ТУБ вытяжных установок и находится поправочный коэффициент  $\xi_{\varphi}$ .

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

$$\theta_{обг}^{cp(\varphi)} = \theta_{обг}^{cp} \cdot \xi_{\varphi} \tag{9.7}$$

9.3.12. Определяются  $t_{жк1}^{cp}$ ,  $t_{жк2}^{cp}$ ,  $t_{жк1}^{cp}$  соответственно по п.п.8.21, 8.23, 8.24.

9.3.13. Уточняется вид теплоносителя по  $t_{жк2}^{cp}$ . При  $t_{жк1}^{cp} > 7^{\circ}C$  в качестве промежуточного теплоносителя используется вода; при  $t_{жк1}^{cp} \leq 7^{\circ}C$  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  $Q_{ути}^{cp}$  в расчетном режиме по п.8.25.

9.3.15. Определяется часовой расход теплоты от первичного источника тепла  $Q_{r}^{cp}$  на дополнительный нагрев приточного воздуха по п.8.26.

9.3.16. При необходимости определяются  $t_{жк2}^{cp}$ ,  $d_{жк2}^{cp}$  по п.8.27.

|               |                |                |
|---------------|----------------|----------------|
| Цив. Н. табл. | Подпись и дата | Взамен инв. Н. |
|               |                |                |

51

21855-01

Альбом I  
904-02.26-86

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  $t_{жн2}^{cp}$  с учетом нагрева теплоносителя в сети после ТУБ приточных установок. Допускается принимать  $t_{жн2}^{cp} = t_{жк2}^{cp}$ .

При  $t_{жн2}^{cp} < 0^{\circ}C$  находится критическая температура наружного воздуха  $t_{вн1}^{кр(ф)}$ , ниже которой начинается обмерзание теплообменной поверхности ТУБ вытяжных установок, по формуле

$$t_{вн1}^{кр(ф)} = \frac{-A(t_{жн2}^{cp} - D) + t_{вн2}^{cp}(A \cdot B - C)}{1 + A \cdot B - C}, \quad (9.8)$$

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:

$$A = \frac{\psi \cdot \alpha_{в2}^{cp}}{\alpha_{ж2}^{cp} \cdot C_B}; \quad (9.9)$$

$$B = \frac{Q_{об1}^{cp(ф)} \cdot \sum G_{в1} \cdot C_B}{\sum G_{в2}}; \quad (9.10)$$

$$C = \frac{Q_{об1}^{cp(ф)}}{G_1^{cp}} - W_1 \cdot Q_{об1}^{cp(ф)}, \quad (9.11)$$

где  $\psi$  - коэффициент обмерзания теплоутилизаторов вытяжных установок, определяемый по табл. 4.5 альбома 4. Если в ТУБ используются разные типы теплоутилизаторов, то  $\psi$  принимается по преимущественной

52  
21855-01

|        |      |              |
|--------|------|--------------|
| Изм. № | Дата | Взам. инв. № |
|        |      |              |
|        |      |              |
|        |      |              |

поверхности нагрева.

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

9.3.18. При защите ТУБ за счет перепуска теплоносителя определяется температура теплоносителя  $t_{ж.к1}^{кр}$  на выходе из ТУБ приточной установки по формуле

$$t_{ж.к1}^{кр(с)} = - \frac{\psi \cdot \Delta t_{сг}}{\Delta t_{жк} \cdot C_{в}} \left[ \frac{j_{сг}}{L_{сг}} - \frac{\sum G_{в1} \cdot C_{в} (t_{сг2}^{р} - t_{сг1}^{кр(с)}) \theta_{сг1}^{с(с)}}{\sum G_{сг}} - 2 \right] \cdot (9.12)$$

Значение  $t_{ж.к1}^{кр}$  задается для настройки датчика температуры на трубопроводе теплоносителя.

9.3.19. Определяется годовое потребление утилизированной теплоты  $Q_{год}^{ут}$  и от первичного источника тепла  $Q_{год}^{р}$  по разделу 12.

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

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

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

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  $\Sigma G_{02} > \Sigma G_{01}$   $W_1^{(i)} = W_{02}^{(i)}$ .

Если  $\Sigma G_{01} > \Sigma G_{02}$   $W_1^{(i)} = 1$ .

При теплоносителе воде на значение  $\Theta_1^{(i)}$  вводится поправка  $\Sigma \Theta^{(i)}$ , принимаемая по табл.14 приложения 2 по известным  $\omega_1^{(i)}$  и  $(U_p)_{01}^{(i)}$ .

9.4.2. Определяются  $t_{в.к1}^{(i)}$  и  $t_{ж.к2}^{(i)}$  по п.п.8.21, 8.23.

9.4.3. Определяется конечная температура воздуха  $t_{в.к1}^{(i)}$  после ТУБ каждой приточной установки по формуле

$$t_{в.к1}^{(i)} = t_{в.н1}^{(i)} + \Theta_1^{(i)} (t_{ж.н1}^{(i)} - t_{в.н1}^{(i)}), \quad (9.13)$$

где  $t_{ж.н1}^{(i)} = t_{ж.н1}^{(i)} = t_{ж.к2}^{(i)}$ .

9.4.4. Определяется конечная температура теплоносителя  $t_{ж.к1}^{(i)}$  после ТУБ каждой приточной установки по формуле

$$t_{ж.к1}^{(i)} = t_{ж.н1}^{(i)} - W_1^{(i)} (t_{в.к1}^{(i)} - t_{в.н1}^{(i)}). \quad (9.14)$$

54

21855-01

904-02-26.86

Июн

39

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  $Q_{ч}^{ут(i)}$  в каждой приточной установке в расчетном режиме по формуле

$$Q_{ч}^{ут(i)} = G_{в1}^{(i)} \cdot c_{в} \cdot (t_{вк1}^{ут(i)} - t_{вк1}^{(i)}) \quad (9.15)$$

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

$$Q_{ч}^{т(i)} = G_{в1}^{(i)} \cdot c_{в} (t_{вк1}^{т(i)} - t_{вк1}^{ут(i)}) \quad (9.16)$$

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

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

$$t_{жк1}^{ср} = \frac{t_{жк1}^{(1)} \cdot G_{ж1}^{(1)} + t_{жк1}^{(2)} \cdot G_{ж1}^{(2)} + \dots + t_{жк1}^{(m)} \cdot G_{ж1}^{(m)}}{G_{ж}}, \quad (9.17)$$

Принимается  $t_{жк2}^{ср} = t_{жк1}^{ср}$ .

55

21855-01



904-02.26-86 Альбом I

9.4.9. При  $t_{в.н1}^{кр(ср)} > t_{в.н1}^{мин} < -15^{\circ}C$  режим работы уточняется для ТУБ каждой вытяжной установки с  $\varphi_{в.н2}^{(i)} \geq 40\%$ :

а) определяются  $K_2^{(i)}, \alpha_{в2}^{(i)}, \alpha_{ж2}^{(i)}, Q_{рс}^{(i)}, t_{рс2}^{(i)}$  и режим работы ТУБ по п.п.9.3.7 - 9.3.10. В формуле (9.5) вместо  $K_2^{ср}, \alpha_{в2}^{ср}, Q_2^{ср}$  подставляются соответственно значения  $K_2^{(i)}, \alpha_{в2}^{(i)}, Q_2^{(i)}$ .  $Q_2^{(i)}$  находится по табл.12, 13 приложения 2 по известным  $(F_{о2}')^{(i)}$  и  $W_2^{(i)}$ .

При теплоносителе воде на значение  $Q_2^{(i)}$  вводится поправка  $\xi_{о2}^{(i)}$ , принимаемая по табл.14 приложения 2 по известным  $\omega_2^{(i)}$  и  $(V_p)_{фр2}^{(i)}$ .

В формуле (9.6) вместо  $t_{в.н1}^{ср}, Q_{рс}^{ср}, t_{в.н2}^{ср}$  подставляются значения  $t_{в.н1}^{(i)}, Q_{рс}^{(i)}, t_{в.н2}^{(i)}$ ;

б) при  $t_{ж.н2}^{(i)} < 0^{\circ}C$  определяются  $t_{в.н1}^{кр(i)}$  и  $t_{ж.н2}^{кр(i)}$  по п.п.9.3.17, 9.3.18.

В формулах (9.8), (9.9), (9.10), (9.11), (9.12) вместо  $t_{в.н2}^{ср}, t_{в.н2}^{ср}, \alpha_{в2}^{ср}, \alpha_{ж2}^{ср}, \Sigma G_{в1}, \Sigma G_{в2}, Q_1^{ср}, t_{в.н2}^{ср}, t_{в.н1}^{кр(ср)}$  подставляются соответственно значения

$$t_{в.н2}^{(i)}, t_{в.н2}^{(i)}, \alpha_{в2}^{(i)}, \alpha_{ж2}^{(i)}, G_{в1}^{(i)}, G_{в2}^{(i)}, Q_1^{(i)}, t_{в.н2}^{(i)}, t_{в.н1}^{кр(i)}$$

9.5. Расчет СУПГ 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

Лист №-подл. Перелист и дата. Взам. №5 №

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

а) при  $\sum G_{B1} > \sum G_{B2}$  - расход теплоносителя ТУБ приточных установок  $G_{ж1}^{(i)}$  по формуле (8,9); расход теплоносителя ТУБ каждой вытяжной установки  $G_{ж2}^{(i)}$  - равным  $G_{ж1}^{(i)}$  приточной установки, соединенной последовательно с данной вытяжной установкой;

б) при  $\sum G_{B2} > \sum G_{B1}$  - расход теплоносителя ТУБ вытяжных установок  $G_{ж2}^{(i)}$  по формуле (8.8); расход теплоносителя ТУБ, каждой приточной установки  $G_{ж1}^{(i)}$ , равным  $G_{ж2}^{(i)}$  вытяжной установки, соединенной последовательно с данной приточной установкой.

9.5.3. Определяются  $\omega_1^{(i)}$ ,  $\omega_2^{(i)}$ ,  $\omega_2^{\varphi}$ ,  $\Delta P_{ж1}^{(i)}$ ,  $\Delta P_{ж2}^{(i)}$  соответственно по п.п.8.9, 8.10. Дополнительно в п.8.9 находится  $\omega_1^{\varphi}$ .

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

$$W_B^{(i)} = \frac{G_B^{(i)} \cdot C_B}{G_{ж}^{(i)} \cdot C_{ж}} \quad (9.18)$$

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

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

904-02-26.86

Лист  
42

Альбом I

904-02.26-86

|        |    |        |   |      |              |
|--------|----|--------|---|------|--------------|
| Изм. № | по | Против | и | Дата | Взам. инв. № |
|        |    |        |   |      |              |

Альбом I

904-02.26-86

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

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

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  $\omega_2^{(i)}$ ,  $(\nu p)_{pp2}^{(i)}$  и  $\omega_1^{(i)}$ ,  $(\nu p)_{pp1}^{(i)}$ .

9.5.6. Определяется общий относительный перепад температур  $\theta_{об1}^{(i)}$  для каждой пары приточной и вытяжной установок, соединенных по промежуточному теплоносителю последовательно, по формуле.

$$\theta_{об1}^{(i)} = \frac{I}{1 / \theta_1^{(i)} + G_1^{(i)} / \theta_2^{(i)} \cdot G_{B2}^{(i)} - W_1^{(i)}} \quad (9.19)$$

9.5.7. Определяется средний общий относительный перепад температур  $\theta_{об1}^{cp}$  системы по формуле (9.4),

где  $W_1 = W_2 = 1$ , если  $\Sigma G_{B1} > \Sigma G_{B2}$ ,

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

9.5.8. Определяются  $K_2^{(i)}$ ,  $\alpha_{B2}^{(i)}$ ,  $\alpha_{ж2}^{(i)}$ ,  $\theta_{pc}^{(i)}$ ,  $t_{pcc}^{(i)}$  по п.п. 9.3.7 - 9.3.9.

В формуле (9.5) вместо  $\theta_{об1}^{cp}$ ,  $K_2^{cp}$ ,  $\alpha_{B2}^{cp}$ ,  $\theta_2^{cp}$  подставляются соответственно значения  $\theta_{об1}^{(i)}$ ,  $K_2^{(i)}$ ,  $\alpha_{B2}^{(i)}$ ,  $\theta_2^{(i)}$ .

В формуле (9.6) вместо  $t_{в.н1}^{cp}$ ,  $\theta_{pc}^{cp}$ ,  $t_{в.н2}^{cp}$  подставляются соответственно значения  $t_{в.н1}^{(i)}$ ,  $\theta_{pc}^{(i)}$ ,  $t_{в.н2}^{(i)}$ .

58

21855-01

|               |                |               |
|---------------|----------------|---------------|
| Имя, №, подв. | Подпись и дата | Автомат. №, № |
|               |                |               |

|              |      |
|--------------|------|
| 904-02-26.86 | Лист |
|              | 43   |

Альбом I

904-02.26-86

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

9.5.10. Определяется средний поправочный коэффициент для системы по формуле

$$\xi_4^{cp} = \frac{\xi_4^{(1)} \cdot G_{B2}^{(1)} + \xi_4^{(2)} \cdot G_{B2}^{(2)} + \dots + \xi_4^{(n)} \cdot G_{B2}^{(n)}}{\Sigma G_{B2}} \quad (9.20)$$

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

$$\Theta_{обг}^{(cp)cp} = \Theta_{обг}^{cp} \cdot \xi_4^{cp} \quad (9.21)$$

9.5.12. Определяются  $t_{в.к1}^{yt(cp)}$ ,  $t_{ж.к2}^{cp}$ ,  $t_{ж.к1}^{cp*}$  по п.п. 8.21, 8.23, 8.24.

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

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

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

- а)  $t_{ж.к2}^{(i)}$  по формуле

$$t_{ж.к2}^{(i)} = t_{ж.к2}^{(i)} + \Theta_2^{(i)} \xi_4^{(i)} (t_{в.к2}^{(i)} - t_{ж.к2}^{(i)}), \quad (9.22)$$

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

21855-01

59

|               |                |              |
|---------------|----------------|--------------|
| Инв. №: подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|               |                |              |

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

б)  $t_{в.н1}^{(i)}$  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  $Q_{ч}^{(i)}$ ,  $Q_{ч}^{(i)}$ ,  $t_{в.н2}^{(i)}$  соответственно по п.п.9.4.6, 9.4.7, 8.27.

В п.8.27 вместо  $t_{в.н2}^{cp}$  подставляется значение  $t_{в.н2}^{(i)}$ .

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  $10^{\circ}\text{C}$  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  $10^{\circ}\text{C}$  и более или по относительной влажности 10% и более), комплектуемых ТУБ с разными техническими характеристиками, расчет выполняется:

904-02-26.86

Лист

45

21855-01

60

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

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

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

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

Дополнительно в п.8.5 определяется среднее значение конечной температуры приточного воздуха  $t_{в.к1}^{cp}$  по формуле

$$t_{в.к1}^{cp} = \frac{t_{в.к1}^{(1)} \cdot G_{в1}^{(1)} + t_{в.к1}^{(2)} \cdot G_{в1}^{(2)} + \dots + t_{в.к1}^{(m)} \cdot G_{в1}^{(m)}}{\sum G_i} \quad (10.1)$$

10.3.2. Определяется средняя температура промежуточного теплоносителя  $t_{ж.н1}^{cp}$  на входе в ТУБ приточных установок по формуле

$$t_{ж.н1}^{cp} = t_{в.к1}^{cp} + \frac{t_{в.к1}^{cp} - t_{в.к1}^{cp}}{\theta_i^{cp}} \quad (10.2)$$

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

$$t_{ж.к1}^{cp} = t_{ж.н1}^{cp} - W_i (t_{в.к1}^{cp} - t_{в.к1}^{cp}) \quad (10.3) \quad 61$$

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  $t_{ж.к1}^{cp} \geq t_{в.к2}^{cp}$  теплота удаляемого воздуха не используется, так как ТУБ 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  $K_2^{cp}$ ,  $d_{в2}^{cp}$ ,  $d_{ж2}^{cp}$  по п.9.3.7.

10.3.7. Определяется относительный перепад температур  $\Theta_{рс}^{cp}$ , соответствующий температуре точки росы удаляемого воздуха, по формуле

$$\Theta_{рс}^{cp} = \frac{K_2^{cp}}{d_{в2}^{cp}} (1 - \Theta_2^{cp}) + \Theta_2^{cp} \quad (10.5)$$

62

21855-01

904-02-26.86

Лист

47

Альбом 1

904-02.26-86

Имя: Петр Петрович и др. Адрес: Москва

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

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

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

$t_{ж.н2}^{cp}$  принимается равной  $t_{ж.к1}^{cp}$  ( $t_{ж.н2}^{cp} = t_{ж.к1}^{cp}$ )

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

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

10.3.10. Уточняется средний относительный перепад температур потока удаляемого воздуха  $Q_2^{cp(\varphi)}$  по формуле

$$Q_2^{cp(\varphi)} = Q_2^{cp} \cdot \xi_{\varphi}^{cp}. \quad (10.7)$$

10.3.11. Определяется средняя конечная температура удаляемого воздуха  $t_{в.к2}^{cp}$  по формуле

$$t_{в.к2}^{cp} = t_{в.н2}^{cp} - Q_2^{cp(\varphi)} (t_{в.н2}^{cp} - t_{ж.н2}^{cp}), \quad (10.8)$$

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

21855-01

Лист



10.3.12. Определяется конечная температура промежуточного теплоносителя  $t_{ж.к2}^{cp}$  после ТУБ 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  $t_{ж.к2}^{cp}$  до  $t_{ж.н1}^{cp}$ .

10.3.13. Определяется часовой расход утилизированной теплоты  $Q_4^{ут}$  в расчетном режиме по формуле

$$Q_4^{ут} = G_{ж} \cdot C_{ж} (t_{ж.к2}^{cp} - t_{ж.к2}^{cp}). \quad (10.10)$$

10.3.14. Определяется часовой расход теплоты от первичного источника тепла в водоподогревателе  $Q_4^{вот}$  в расчетном режиме по формуле

$$Q_4^{вот} = G_{ж} \cdot C_{ж} (t_{ж.к}^{вот} - t_{ж.н}^{вот}) \cdot D, \quad (10.11)$$

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

$D$  - 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 СУПТ 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.I-8.6, 8.II, 8.I2, 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.I), в п.8.II -  $(\nu p)_{pp1}^{cp}$  по формуле (8.I3).

10.4.2. Вычисляются перепады температур по воздуху  $\Delta t_{B1}^{(i)}$  для каждой приточной установки по формуле

$$\Delta t_{B1}^{(i)} = t_{в.к1}^{(i)} - t_{в.н1}^{(i)} \quad (10.I2)$$

10.4.3. Для двух приточных установок (одна с большим перепадом температур  $\Delta t_{B1}^{max}$ , другая - с большей начальной температурой приточного воздуха  $t_{в.н1}^{max}$ ) определяется:

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

$$G_{ж1}^{(i)} = \frac{G_{B1}^{(i)} \cdot C_B}{C_{ж} \cdot W_1^{(i)}}, \quad (10.I3)$$

где  $W_1^{(i)} = 1$ ;

б) скорость движения теплоносителя в трубках ТУБ  $\omega_1^{(i)}$  по формуле (8.I0);

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  $\xi_{к1}$ , принимаемая по табл.14 приложения 2 при известных  $\omega_1^{(i)}$  и  $(\nu p)_{pp1}^{(i)}$ ,  $t_B^{cp}$ ;

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

65

21855-01

Альбом I

904-02.26-86

$$t_{ж.н1}^{(i)TP} = t_{в.н1}^{(i)} + \frac{t_{в.к1}^{(i)} - t_{в.н1}^{(i)}}{Q_1^{(i)}} \quad (10.14)$$

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

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

- требуемый относительный перепад температур  $Q_1^{(i)TP}$  по формуле (4.4), где  $t_{ж.н1} = t_{ж.н1}^{макс}$ ;
- требуемое отношение водяных эквивалентов потоков  $W_1^{(i)TP}$  по табл.12, 13 приложения 2 при известных  $(F_{01}')^{(i)}$  и  $Q_1^{(i)TP}$ ;
- расход промежуточного теплоносителя  $G_{ж1}^{(i)}$  через ТУБ по формуле (10.13) при известных  $G_{в1}^{(i)}$  и  $W_1^{(i)TP}$ ;
- скорость движения теплоносителя в трубках ТУБ  $\omega_1^{(i)}$  по формуле (8.10);
- при теплоносителе воде на  $(F_{01}')^{(i)}$  вводится поправка  $\xi_{к1}$ , принимаемая по табл.14 приложения 2 при известных  $\omega_1^{(i)}$  и  $(\Delta P)_{ж1}^{(i)}$ , и уточняются значения  $W_1^{(i)TP}$ ,  $G_{ж1}^{(i)}$ ,  $\omega_1^{(i)}$  по п.п. б, в, г;
- потери давления по теплоносителю  $\Delta P_{ж1}^{(i)}$  при известных  $\omega_1^{(i)}$  по разделу 5.

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

66

21855-01

904-02-26.86

Лист

51

Изд. №-пробл. Подпись и дата. Изм. инв. №.

$$t_{ж.к1}^{(i)} = t_{ж.к1}^{(i)} - W_1^{(i)гр} \cdot (t_{в.к1}^{(i)} - t_{в.к1}^{(i)}). \quad (10.15)$$

10.4.7. Уточняется вид теплоносителя по меньшему значению

$$t_{ж.к1}^{(i)} = t_{ж.к1}^{мин}$$

При  $t_{ж.к1}^{мин} > 7^{\circ}\text{C}$  в качестве промежуточного теплоносителя используется вода; при  $t_{ж.к1}^{мин} \leq 7^{\circ}\text{C}$  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  $G_{ж} = \sum G_{ж1}^{(i)}$ .

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

$$t_{ж.к1}^{ср} = \frac{t_{ж.к1}^{(1)} \cdot G_{ж1}^{(1)} + t_{ж.к1}^{(2)} \cdot G_{ж1}^{(2)} + \dots + t_{ж.к1}^{(m)} \cdot G_{ж1}^{(m)}}{G_{ж}} \quad (10.16)$$

Если  $t_{ж.к1}^{ср} \geq t_{в.к2}^{ср}$  см. п. 10.3.5. Принимаем  $t_{ж.к2}^{ср} = t_{ж.к1}^{ср}$ .

10.4.10. Для ТУБ вытяжных установок определяется:

а) расход промежуточного теплоносителя  $G_{ж2}^{(i)}$  по формуле (8.8) при известном  $G_{ж}$ ;

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

в) внутри давления по теплоносителю  $\Delta P_{ж2}^{(i)}$  при известных  $\omega_2^{(i)}$  по разделу 5;

67

21855-1

10.4.II. Определяется среднее значение водяных эквивалентов  $W_2$  в потоке удаляемого воздуха по формуле

$$W_2 = \frac{\sum G_{B2} \cdot C_B}{G_{ж} \cdot C_{ж}} \quad (10.17)$$

10.4.I2. Определяется средний относительный перепад температур для  $n$  вытяжных установок по табл.12,13 приложения 2 при известных  $W_2$  и  $(F'_{O_2})^{cp}$ .

При теплоносителе вода на значение  $\Theta_2^{cp}$  вводится поправка  $\xi_{\theta}$  по табл.14 приложения 2 по известным  $\omega_2^{cp}$  и  $(VP)_{фр2}^{cp}$ ,  $t_{\theta}^{cp}$ .

10.4.I3. Далее расчет проводится по п.п.10.3.6 - 10.3.15.

В п.10.3.14  $t_{ж.к.}^{вн} = t_{ж.н1}$  по п.10.4.4,  
 $t_{ж.н}^{вн} = t_{ж.к2}^{cp}$  по п.10.3.12.

10.4.I4. При  $t_{в.н1}^{к(с)} > t_{в.н1}^{мин} < -15^{\circ}C$  режим

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

а) определяются  $K_2^{(i)}$ ,  $\alpha_{B2}^{(i)}$ ,  $\alpha_{ж2}^{(i)}$ ,  $\Theta_{рс}^{(i)}$ ,  $t_{рс2}^{(i)}$  аналогично п.п.9.3.7, 10.3.7, 10.3.8;  $W_2^{(i)}$  - по формуле (9.18);

$\Theta_2^{(i)}$  - по табл.12, 13 приложения 2 при известных  $(F'_{O_2})^{(i)}$  и  $W_2^{(i)}$ . При теплоносителе вода на  $\Theta_2^{(i)}$  вводится поправка  $\xi_{O_2}$ , принимаемая по табл.14 приложения 2 при известных  $\omega_2^{(i)}$  и  $(VP)_{фр2}^{(i)}$ ,  $t_{\theta}^{cp}$ .

В формуле (10.5) вместо  $K_2^{cp}$ ,  $\alpha_{B2}^{cp}$ ,  $\Theta_2^{cp}$  подставляются соответственно значения  $K_2^{(i)}$ ,  $\alpha_{B2}^{(i)}$ ,  $\Theta_2^{(i)}$ .

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

68

21855-01

904-02.26.86 АЛЬБОМ I

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

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

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

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

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

Дополнительно определяется в п.8.5  $t_{в.н1}^{(ср)}$  по формуле (10.1), в п.8.11 -  $(\nu\rho)_{\text{пр1}}^{(ср)}$  по формуле (8.13).

10.5.2. Для ТУБ вытяжных установок определяется:

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

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

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

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

д) относительный перепад температур  $Q_2^{(i)}$  по табл.12,13 приложения 2 при известных  $(F_{ж2})^{(i)}$  и  $W_2^{(i)}$ .

При теплоносителе вода на  $Q_2^{(i)}$  вводится поправка  $\xi_{ж2}$ , принимаемая по табл.14 приложения 2 при известных  $w_2^{(i)}$ ,  $(\nu\rho)_{\text{пр2}}^{(i)}$ ,  $t_{в}^{(ср)}$ .

Учв. А. М. Год. Техник и дата. Эван. и др. А. 1.

10.5.3. Определяются  $K_2^{(i)}$ ,  $\alpha_{вг}^{(i)}$ ,  $\alpha_{жг}^{(i)}$  по п.9.3.7;

$Q_{рс}^{(i)}$ ,  $t_{рс}^{(i)}$  - по п.10.3.7, 10.3.8. В формулах (10.5) и (10.6) вместо  $K_2^{cp}$ ,  $\alpha_{вг}^{cp}$ ,  $\alpha_{жг}^{cp}$ ,  $Q_2^{cp}$  и  $t_{вг}^{cp}$ ,  $Q_{рс}^{cp}$ ,  $t_{ж.жг}^{cp}$  подставляются соответственно значения  $K_2^{(i)}$ ,  $\alpha_{вг}^{(i)}$ ,  $\alpha_{жг}^{(i)}$ ,  $Q_2^{(i)}$  и  $t_{вг}^{(i)}$ ,  $Q_{рс}^{(i)}$ ,  $t_{ж.жг}^{(i)}$ .

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

10.5.5. Уточняется относительный перепад температур потока удаляемого воздуха  $Q_2^{(i)\varphi}$  ТУБ вытяжной установки, соединенной последовательно по теплоносителю с ТУБ приточной установки, по формуле

$$Q_2^{(i)\varphi} = Q_2^{(i)} \cdot \xi_{\varphi}^{(i)} \quad (10.18)$$

10.5.6. Определяется конечная температура удаляемого воздуха  $t_{в.жг}^{(i)}$  по формуле

$$t_{в.жг}^{(i)} = t_{в.жг}^{(i)} - Q_2^{(i)\varphi} (t_{в.жг}^{(i)} - t_{ж.жг}^{(i)}), \quad (10.19)$$

где  $t_{ж.жг}^{(i)} = t_{ж.жг}^{(i)}$ .

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

$$t_{ж.жг}^{(i)} = t_{ж.жг}^{(i)} + W_2^{(i)} (t_{в.жг}^{(i)} - t_{в.жг}^{(i)}), \quad (10.20)$$

где  $t_{ж.жг}^{(i)} = t_{ж.жг}^{(i)}$ , если не учитывается нагрев теплоносителя в сети.

10.5.8. Определяется средняя конечная температура теплоносителя  $t_{ж.жг}^{cp}$  после ТУБ вытяжных установок по формуле

$$t_{ж.жг}^{cp} = \frac{t_{ж.жг}^{(1)} \cdot G_{жг}^{(1)} + t_{ж.жг}^{(2)} \cdot G_{жг}^{(2)} + \dots + t_{ж.жг}^{(n)} \cdot G_{жг}^{(n)}}{G_{жг}} \quad (10.21)$$

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

10.5.9. Определяется часовой расход утилизированной теплоты  $Q_{ч}^{ут}$  в расчетном режиме по формуле.

$$Q_{ч}^{ут} = \sum [G_{ж}^{(i)} \cdot c_{ж} (t_{ж.к2}^{(i)} - t_{ж.к2}^{(i)})]. \quad (10.22)$$

10.5.10. Определяется  $Q_{ч}^{уд}$  по п.10.3.14, где

$$\begin{aligned} t_{ж.к}^{уд} &= t_{ж.н1}^{(i)} && \text{по п.10.4.4,} \\ t_{ж.н}^{уд} &= t_{ж.к2}^{cp} && \text{по п.10.5.8.} \end{aligned}$$

10.5.11. Для ТУБ вытяжных установок, работающих в режиме с выпадением конденсата при  $t_{ж.к1}^{(i)} < 0^{\circ}\text{C}$ , определяются  $t_{в.н1}^{кр(i)}$ ,  $t_{ж.к2}^{кр(i)}$  по п.п.9.3.17, 9.3.18.

В формулах (9.8), (9.9), (9.10), (9.11), (9.12) вместо  $L_{вн2}^{cp}$ ,  $t_{вн2}^{cp}$ ,  $\alpha_{в2}^{cp}$ ,  $\alpha_{ж2}^{cp}$ ,  $\sum G_{в1}$ ,  $\sum G_{в2}$ ,  $Q_1^{cp}$ ,  $t_{вн2}^{cp}$ ,  $t_{вн1}^{кр(cp)}$  подставляются соответственно значения  $L_{вн2}^{(i)}$ ,  $t_{вн2}^{(i)}$ ,  $\alpha_{в2}^{(i)}$ ,  $\alpha_{ж2}^{(i)}$ ,  $G_{в1}^{(i)}$ ,  $G_{в2}^{(i)}$ ,  $Q_1^{(i)}$ ,  $t_{вн2}^{(i)}$ ,  $t_{вн1}^{кр(i)}$ .

10.5.12. Определяется годовое потребление утилизированной теплоты  $Q_{год}^{ут}$  и от первичного источника тепла  $Q_{год}^{\text{пр}}$  по разделу 12.

Средняя критическая температура наружного воздуха  $t_{вн1}^{кр}$  определяется по формуле

$$t_{вн1}^{кр(cp)} = \frac{t_{вн1}^{кр(i)} \cdot G_{в1}^{(i)} + t_{вн1}^{кр(2)} \cdot G_{в1}^{(2)} + \dots + t_{вн1}^{кр(m)} \cdot G_{в1}^{(m)}}{\sum G_{в1}}. \quad (10.23)$$

71

21855-01



## 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  $\omega_1^{\text{cp}}$ ,  $\omega_2^{\text{cp}}$ ,  $(\nu p)_{\text{pp1}}^{\text{cp}}$ ,  $(\nu p)_{\text{pp2}}^{\text{cp}}$ .

II.2. Определяются средние коэффициенты внутреннего  $\alpha_{\text{жз}}^{\text{cp}}$  и наружного  $\alpha_{\text{вz}}^{\text{cp}}$  теплообмена для ТУБ вытяжных установок, а также коэффициенты теплопередачи  $K_1^{\text{cp}}$  и  $K_2^{\text{cp}}$  для ТУБ приточных и вытяжных установок по графикам рис.34-44 приложения 3 при известных  $\omega_{11}^{\text{cp}}$  и  $(\nu p)_{\text{pp1}}^{\text{cp}}$ ,  $\omega_2^{\text{cp}}$  и  $(\nu p)_{\text{pp2}}^{\text{cp}}$ .

При теплоносителе воде на  $K_1^{\text{cp}}$  и  $K_2^{\text{cp}}$  вводится поправка соответственно  $\xi_{K1}$  и  $\xi_{K2}$  по табл.14 приложения 2.

II.3. Определяется среднее значение параметра  $(F_{01})^{\text{cp}}$  и  $(F_{02})^{\text{cp}}$  для ТУБ приточных и вытяжных установок по формуле (4.I) при известных  $G_{01}^{\text{cp}}$ ,  $K_1^{\text{cp}}$ ,  $F_1^{\text{cp}}$  и  $G_{02}^{\text{cp}}$ ,  $K_2^{\text{cp}}$ ,  $F_2^{\text{cp}}$ .

II.4. Определяются средние относительные перепады температур для приточных  $\Theta_1^{\text{cp}}$  и вытяжных  $\Theta_2^{\text{cp}}$  установок:

для установок в потоке с большим суммарным расходом воздуха при  $W_{\Sigma} = I$  - по табл. 12,13 приложения 2;

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

II.5. Определяются средние общие относительные перепады температур:

$\Theta_{051}^{\text{cp}}$  для условной системы с расходом воздуха  $\Sigma L_1$  - по формуле (9.4);

72

21855-01

904-02-26.86

Лист

57

904-02-26.86 Альбом I

|              |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| № п.п. подл. | Подпись и дата | Аван. инв. № |
|              |                |              |

$\Theta_{052}^{cp}$  для условной системы с расходом воздуха  $\Sigma \alpha_2$  -  
по формуле

$$\Theta_{052}^{cp} = \frac{I}{1/\Theta_2^{cp} + \Sigma G_{в2} / \Theta_1^{cp} \cdot \Sigma G_{в1} - W_2} \quad (II.1)$$

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

$$\Theta_{рс}^{cp} = \frac{t_{р.с2}^{cp} - t_{в.н1}^{cp}}{t_{в.н2}^{cp} - t_{в.н1}^{cp}} \quad (II.2)$$

где  $t_{р.с2}^{cp}$  - температура точки росы удаляемого воздуха находится по  $i-d$  диаграмме для точки с координатами  $t_{в.н2}^{cp}$  и  $\varphi_{в.н2}^{cp}$ .

II.7. Определяется относительный перепад температур, соответствующий температуре точки росы удаляемого воздуха  $t_{р.с2}^{мин}$ , ниже которой не происходит выпадение конденсата, по формуле

$$\Theta_{рс}^{мин} = \frac{1 - \Theta_{052}^{cp} / \Theta_e^{cp} + \alpha_{в2}^{cp} \cdot \psi / \alpha_{ж2}^{cp} (1 - \Theta_{052}^{cp})}{1 + \alpha_{в2}^{cp} \cdot \psi / \alpha_{ж2}^{cp}} \quad (II.3)$$

где  $\psi$  - коэффициент оребрения принимается по табл. 4, 5 альбома 4.

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

73

21055-01

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

$$K_{i2}^{cp} = \frac{I}{\psi / \alpha_{ж2}^{cp} + C_B / \alpha_{B2}^{cp} \cdot C_{нас}} \quad (II.4)$$

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

II.9. Вычисляются безразмерные параметры по формулам:

$$(T_0')_{i2}^{cp} = \frac{K_{i2}^{cp} \cdot \sum T_2^{(i)} \cdot D}{\sum G_{B2} \cdot C_B} \quad (II.5)$$

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

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

$$W_{i2} = \frac{\sum G_{B2} \cdot C_{нас}}{G_{ж} \cdot C_{ж}} \quad (II.6)$$

II.10. Определяются относительный перепад температур  $\theta_{i2}$  для ТУБ вытяжных установок по графикам рис. 48, 49 приложения 3 при известных  $(T_0')_{i2}^{cp}$  и  $W_{i2}$ .

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

$$\theta_{0B1}^{cp(ф)} = \frac{I}{1/\theta_1^{cp} + C_B \cdot \sum G_{B1} / C_{нас} \cdot \theta_{i2} \cdot \sum G_{B2} - W_1} \quad (II.7)$$

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

21855-01

$$\varrho_{рсi}^{max} = \left( \frac{C_B}{C_{нас}} \cdot \frac{\varrho_{об1}^{\varphi(1)}}{\vartheta_1^{\varphi}} + \frac{\alpha_{в2}^{\varphi} \cdot \psi}{\alpha_{ж2}^{\varphi}} \right) / \left( \frac{C_B}{C_{нас}} + \frac{\alpha_{в2}^{\varphi} \cdot \psi}{\alpha_{ж2}^{\varphi}} \right) \quad (II.8)$$

II.13. Вычисляется параметр  $A$  по формуле

$$A = C_B \cdot t_{в.н2}^{\varphi} \cdot \varrho_{рсi}^{max} + i_{в.н1}^{\varphi} (1 - \varrho_{рсi}^{max}) \quad (II.9)$$

где  $i_{в.н1}^{\varphi}$  находится по формуле

$$i_{в.н1}^{\varphi} = e + C_{нас} \cdot t_{в.н1}^{\varphi} \quad (II.10)$$

Здесь  $e$  и  $C_{нас}$  - коэффициенты, принимаемые по табл.10 приложения 2 при известных  $t_{ж}^{зам}$  и  $t_{ж}^{\varphi}$ ,  $t_{ж}^{\varphi}$  принимается равной  $t_{в}^{\varphi}$  по формуле (8.6).

II.14. Определяется влагосодержание  $\alpha_{рс2}^{max}$  удаляемого воздуха по графику рис.46 приложения 3 при известных значениях  $A$  и  $\varrho_{рсi}^{max}$ .

II.15. Если  $\alpha_{рс2}^{max} \leq \alpha_{в.н2}^{\varphi}$ , то установка работает с выпадением конденсата на всей теплообменной поверхности. В этом случае определяется:

конечная температура приточного воздуха  $t_{в.н1}^{\varphi}$  по формуле

$$t_{в.н1}^{\varphi} = (t_{мк2}^{\varphi} - t_{в.н1}^{\varphi}) \varrho_{об1}^{\varphi(1)} + t_{в.н1}^{\varphi} \quad (II.11)$$

где  $t_{мк2}^{\varphi}$  - температура удаляемого воздуха по мокрому термометру, определяемая по  $i-d$  диаграмме. Для точки с координатами  $\alpha_{рс2}^{max}$  и  $\varphi = 100\%$  проводится линия  $d = const$  до пересечения с линией  $t_{в.н2}^{\varphi}$ . Температура мокрого термометра полученной точки определяет значение  $t_{мк2}^{\varphi}$ .

75

21855-01

II.16. Если  $d_{рс2}^{max} > d_{вн1}^{cp}$ , то установка работает с конденсацией влаги на части поверхности ТУБ вытяжных установок. В этом случае определяется:

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

$$t_{рс}^{мин} = \bar{\theta}_{рс}^{мин} (t_{вн2}^{cp} - t_{вн1}^{cp}) + t_{вн1}^{cp}; \quad (II.12)$$

влажностное содержание удаляемого воздуха  $d_{рс2}^{мин}$  по  $i-d$  диаграмме для точки с координатами  $t_{рс2}^{мин}$  и  $\varphi = 100\%$ ;

влажностное содержание удаляемого воздуха  $d_{рс2}$  по  $i-d$  диаграмме для точки с координатами  $t_{вн2}^{cp}$  и  $\varphi = 100\%$ ;

параметр  $\bar{d}$  по формуле

$$\bar{d} = \frac{d_{рс2}^{мин} - d_{рс2}^{мин}}{d_{рс2}^{max} - d_{рс2}^{мин}}; \quad (II.13)$$

параметр  $\bar{\theta}$  по графику рис. 47 приложения 3 при известных  $F_{ог}'$  и  $\bar{d}$ ; общий относительный перепад температур  $\bar{\theta}_{об1}^{\theta}$  с учетом параметра  $\bar{\theta}$  по формуле

$$\bar{\theta}_{об1}^{\theta} = \bar{\theta}_{об1}^{cp} + \bar{\theta} (\bar{\theta}_{об1}^{cp(\theta)} - \bar{\theta}_{об1}^{cp}); \quad (II.14)$$

конечная температура приточного воздуха  $t_{вк1}^{cp}$  по формуле (II.11), подставляя вместо  $\bar{\theta}_{об1}^{cp(\theta)}$  значение  $\bar{\theta}_{об1}^{\theta}$ .

II.17. При необходимости определяется средняя энтальпия удаляемого воздуха после ТУБ  $i_{вк2}^{cp}$  по формуле

$$i_{вк2}^{cp} = i_{вн2}^{cp} - \frac{(t_{вк1}^{cp} - t_{вн1}^{cp}) \sum G_{в1} \cdot c_{в}}{\sum G_{в2}}; \quad (II.15)$$

21855-01

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

II.18. Определяются температуры промежуточного теплоносителя  $t_{ж.кв}$  и  $t_{ж.к1}$  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 I2.

Альбом I

904-02-26.86

|             |                |              |
|-------------|----------------|--------------|
| Инв. № 1001 | Подпись и дата | Аван. инв. № |
|             |                |              |

77

21955-01

904-02-26.86

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

$$Q_{\text{год}}^r = Q_4^{\text{тр}} \cdot D \cdot \frac{(t_{\text{в.н.}}^{\text{сп}} - t_{\text{в.н.}}^{\text{сп(от)})})}{(t_{\text{в.н.}}^{\text{сп}} - t_{\text{в.н.}}^{\text{сп}})} \cdot \tau_{\text{сп}}^{\text{от}} \cdot \mu - Q_{\text{год}}^{\text{ут}}, \quad (12.1)$$

где  $Q_{\text{год}}^{\text{ут}}$  - 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.

$Q_4^{\text{тр}}$  - требуемый расход теплоты, кВт (Гкал/ч), на нагрев приточного воздуха в расчетном режиме при расчетной температуре наружного воздуха (параметры Б) по разделу 10;  $Q_4^{\text{тр}} = Q_4^{\text{ст}} + Q_4^r$ ;

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

$t_{\text{в.н.}}^{\text{сп(от)}}$  - средняя температура, °С, наружного воздуха за отопительный период;

$t_{\text{в.н.}}^{\text{сп}}$  - средняя температура, °С, приточного воздуха после нагрева;

$\tau_{\text{сп}}^{\text{от}}$  - отопительный период, ч;

$\mu$  - 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  $t_{\text{в.н.}}^{\text{кр}}$ , ниже которой начинается обмерзание теплообменной поверхности ТУБ вытяжных установок, и предельная температура наружного воздуха  $t_{\text{в.н.}}^{\text{пр}}$ , выше которой система утилизации полностью обеспечивает требуемый нагрев приточного воздуха.

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

ШЛ № 1001. Подпись и дата. Дьяков И.В.Р.

21855-01 78

904-02-26.86

Лист

63

ности ТУБ вытяжных установок и защиты теплоутилизаторов от накопления инея.

II период ( $t_{вн1}^{пр} \geq t_{вн1}^p > t_{вн1}^{кр}$ ) характеризует работу системы без имееобразования.

III период ( $t_{вн1}^{макс} > t_{вн1}^p > t_{вн1}^{пр}$ ) характеризует работу системы в условиях, когда обеспечивается требуемый нагрев приточного воздуха. При наличии избытка утилизированной теплоты предусматривается регулирование теплопроизводительности ТУБ.  $t_{вн1}^{мин}$ ,  $t_{вн1}^{макс}$  — температура наружного воздуха, °С, соответственно минимальная и максимальная за отопительный период.

12.2.1. Критическая температура наружного воздуха  $t_{вн1}^{кр}$  определяется для СУПТ, в которых ТУБ вытяжных установок работают с выпадением конденсата при температуре промежуточного теплоносителя  $t_{жс1}$  ниже 0°С, по формуле (9.8).

12.2.2. Предельная температура наружного воздуха  $t_{вн1}^{пр}$  определяется:

а) для систем вентиляции с постоянной температурой приточного воздуха  $t_{вн1}^{ср}$  по формуле

$$t_{вн1}^{пр(ср)} = \frac{t_{вн1}^{ср} - Q_{об1}^{ср(\varphi)} \cdot t_{вн2}^{ср}}{1 - Q_{об1}^{ср(\varphi)}}; \quad (12.2)$$

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

$$t_{вн1}^{пр(ср)} = \frac{(1 + \bar{Q})/t_{пом}^{ср} - Q_{об2}^{ср(\varphi)} \cdot t_{вн2}^{ср} + \bar{Q}_{пом}^{ср}}{1 - Q_{об2}^{ср(\varphi)} + \bar{Q}}; \quad (12.3)$$

79

21855-01

904-02-26.86

Лист

64



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 ТУБ 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

$$t_{\text{вкл}}^{\text{пр(в)}} = \frac{i_{\text{вкл}}^{\text{пр(в)}} - e_{\text{д}} \cdot \varphi_{\text{кн}} - C_{\text{в}} \cdot G_{\text{в}} \cdot t_{\text{вкл}}^{\text{ср}}}{C_{\text{в}} (1 - G_{\text{в}}) + b_{\text{д}} \cdot \varphi_{\text{кн}}}, \quad (12.6)$$

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

$e_{\text{д}}, b_{\text{д}}$  - коэффициенты, аппроксимирующие зависимость влагосодержания воздуха от средней температуры воздуха

$t_{\text{в}}^{\text{ср}}$  по формуле (8.6), принимаемые по табл. 9 приложения 2;

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

80  
21855-01

904-02-26.86 Альбом I

Если  $t_{вн1}^{пр} > t_{вн1}^{макс}$ , то утилизированной теплоты недостаточно для нагрева приточного воздуха до  $t_{вн1}$  в течение всего отопительного периода.

Если  $t_{вн1}^{пр} < t_{вн1}^{макс}$ , то в период  $t_{вн1}^{пр} > t_{вн1}^{пр}$  при значениях за счет утилизированной теплоты обеспечивается  $t_{вн1}$ .

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

12.2.4. Годовое потребление утилизированной теплоты  $Q_{год}^{ут}$  за один период находится:

а) I период ( $t_{вн1}^{мин} < t_{вн1}^{кр}$ ) при защите за счет периодического оттаивания по формуле

$$Q_{год}^{ут(I)} = Q_{уд}^{ут} \cdot 0,97 \cdot \frac{(t_{вн2} - t_{вн1}^{кр(I)})}{(t_{вн2} - t_{вн1}^p)} \cdot \tau_{I}^{от} \cdot R; \quad (12.7)$$

перепуска части теплоносителя по формуле

$$Q_{год}^{ут(I)} = Q_{уд}^{ут} \cdot 0,9 \cdot \frac{(t_{вн2} - t_{вн1}^{кр(I)})}{(t_{вн2} - t_{вн1}^p)} \cdot \tau_{I}^{от} \cdot R; \quad (12.8)$$

б) II период ( $t_{вн1}^{кр} < t_{вн1}^{мин}, t_{вн1}^{макс} < t_{вн1}^{пр}$ ) по формуле

$$Q_{год}^{ут(II)} = Q_{уд}^{ут} \cdot \frac{(t_{вн2} - t_{вн1}^{кр(II)})}{(t_{вн2} - t_{вн1}^p)} \cdot \tau_{II}^{от} \cdot R; \quad (12.9)$$

81

21855-01

|              |                |                  |
|--------------|----------------|------------------|
| Инв. №-подл. | Подпись и дата | Аван. инв. №. Н. |
|              |                |                  |

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

по формуле

$$Q_{год}^{ут(III)} = G_{в.н} \cdot C_{в} (t_{пр} - t_{в.н}^{ср(\bar{t})}) \cdot D \cdot \tau_{\bar{t}} \cdot \mu, \quad (12.10)$$

где  $Q_{ч}^{ут}$  - часовой расход утилизированной теплоты, Вт (ккал/ч), в расчетном режиме при расчетной температуре наружного воздуха (параметры Б);

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

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

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

$t_{в.н}^{ср(I)}$ ,  $t_{в.н}^{ср(II)}$ ,  $t_{в.н}^{ср(III)}$  - 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.

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

$\mu$  - 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

$$Q_{год}^{ут} = Q_{год}^{ут(I)} + Q_{год}^{ут(II)} \quad (12.11)$$

82

21855-01

при наличии II и III периода ( $t_{в.н}^{кр} < t_{в.н}^{мин}$ ,  $t_{в.н}^{макс} > t_{в.н}^{кр}$ )

по формуле

$$Q_{год}^{ут(II,III)} = Q_{год}^{ут(II)} + Q_{год}^{ут(III)}, \quad (12.12)$$

где  $Q_{год}^{ут(I)}$ ,  $Q_{год}^{ут(II)}$ ,  $Q_{год}^{ут(III)}$  - 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 ( $t_{в.н}^{мин} < t_{в.н}^{кр}$ ;  $t_{в.н}^{макс} > t_{в.н}^{кр}$ )

$$Q_{год}^{ут(I,II,III)} = Q_{год}^{ут(I)} + Q_{год}^{ут(II)} + Q_{год}^{ут(III)}. \quad (12.13)$$

12.3. Годовой режим работы СУИТ с подогревом в зависимости от заданных параметров приточного, удаляемого и наружного воздуха может характеризоваться двумя периодами (см. рис. 5I приложения 3).

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

I период ( $t_{в.н}^{п} \leq t_{в.н}^{кр}$ ,  $t_{ж.н.г}^{п} \leq t_{ж.н.г}^{кр(п)}$ ) характеризует работу системы утилизации в условиях инееобразования на поверхности и защиты теплоутилизаторов от накопления инея.

II период ( $t_{в.н}^{п} > t_{в.н}^{кр}$ ,  $t_{ж.н.г}^{п} > t_{ж.н.г}^{кр(п)}$ ) характеризует работу системы без образования инея на поверхности ТУБ вытяжных установок, обеспечивающую температуру приточного воздуха.

ж)  $t_{ж.н.г}$  - температура промежуточного теплоносителя при  $t_{в.н}^{п}$ .

21855-01 83

12.3.1.  $t_{ж.н2}^{кр(г)}$  определяется по формуле<sup>ж)</sup>:

$$t_{ж.н2}^{кр(г)} = \frac{(i_{в.н2}^{ср} - D_2^{ср(г)} \cdot C_b \cdot t_{в.н2}^{ср} - D) \frac{d_{в2}^{ср} \cdot \psi}{d_{ж2}^{ср} \cdot C_b}}{-1 - D_2^{ср(г)} \cdot C_b \cdot \frac{d_{в2}^{ср} \cdot \psi}{d_{ж2}^{ср}}}, \quad (12.14)$$

где значения  $i_{в.н1}^{ср}$ ,  $D_2^{ср(г)}$ ,  $C_b$ ,  $t_{в.н2}^{ср}$ ,  $d_{в2}^{ср}$ ,  $d_{ж2}^{ср}$ ,  $\psi$  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  $t_{ж.н2}^{кр} < t_{ж.н2}^p$  - система характеризуется одним II периодом и защита от обмерзания ТУБ вытяжных установок не предусматривается;

при  $t_{ж.н2}^{кр} > t_{ж.н2}^p$  - 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

$$Q_{у}^{ср(г)} \text{ при } t_{в.н1}^{ср(г)};$$

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;  $t_{в.к2}^{ср(г)}$  по п.10.3.II;  $t_{ж.н2}^{ср(г)}$  по п.10.3.I2;  $Q_{у}^{ср(г)}$  по п.10.3.I3;

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

ВН

21855-01

904-02-26.86

Лист

69

904-02-26.86 Альбом I

б) при расчете СУПТ по разделу 10.4 определяется по п.10.4.3г;  $t_{жн1}^{от}$  по п.10.4.4;  $\theta, W_1^{(i)от}, G_1^{(i)от}$  по п.10.4.5а, б, в;  $t_{жк1}^{(i)от}$  по п.10.4.6;  $G_{ж}$  по п.10.4.8;  $t_{жк1}^{(i)от}$  по п.10.4.9;  $W_2^{от}$  по п.10.4.II;  $Q_2^{(i)от}$  по п.10.4.I3;  $t_{ак2}^{(i)от}$  по п.10.3.II;  $t_{жк2}^{(i)от}$  по п.10.3.I2;  $Q_4^{(i)от}$  по п.10.3.I3. В п.10.4.3г  $t_{жн1}^{от}$  находится для установки с  $t_{жн1}^{макс}$  в расчетном режиме при  $t_{вн1}^p$ . В п.10.3.II в формулу (10.8) вместо  $Q_2^{(i)от}$  подставляется значение  $Q_2^{(i)от}$ ;

в) при расчете СУПТ по разделу 10.5 определяется по п.10.4.3г;  $t_{жн1}^{от}$  по п.10.4.4;  $Q_1^{(i)от}, W_1^{(i)от}$  и  $G_1^{(i)от}$  по п.10.4.5а, б, в;  $t_{жк1}^{(i)от}$  по п.10.4.6;  $G_{ж}$  по п.10.4.8;  $G_{ж2}, W_2^{(i)от}$  и  $Q_2^{(i)от}$  по п.10.5.2а, г, д;  $t_{ак2}^{(i)от}$  по п.10.5.6;  $t_{жк2}^{(i)от}$  по п.10.5.7;  $Q_4^{(i)от}$  по п.10.5.9.

В п.10.4.3г  $t_{жн1}^{от}$  находится для установки с  $t_{жн1}^{макс}$  в расчетном режиме при  $t_{вн1}^p$ .

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

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

при защите от обмерзания ТУБ за счет периодического оттаивания по формуле

$$Q_{год}^{ут} = Q_4^{(i)от} \cdot D \cdot 0,97 \cdot \tau_{ср}^{от} \cdot \tau ; \quad (12.15)$$

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

$$Q_{год}^{ут} = Q_4^{(i)от} \cdot D \cdot 0,9 \cdot \tau_{ср}^{от} \cdot \tau ; \quad (12.16)$$

при отсутствии защиты от обмерзания ТУБ по формуле

$$Q_{год}^{ут} = Q_4^{(i)от} \cdot \tau_{ср}^{от} \cdot \tau , \quad (12.17)$$

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

21855-01 85

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

Приложение 1

СХЕМА СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ  
С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ (БЕЗ ПОДОГРЕВА)

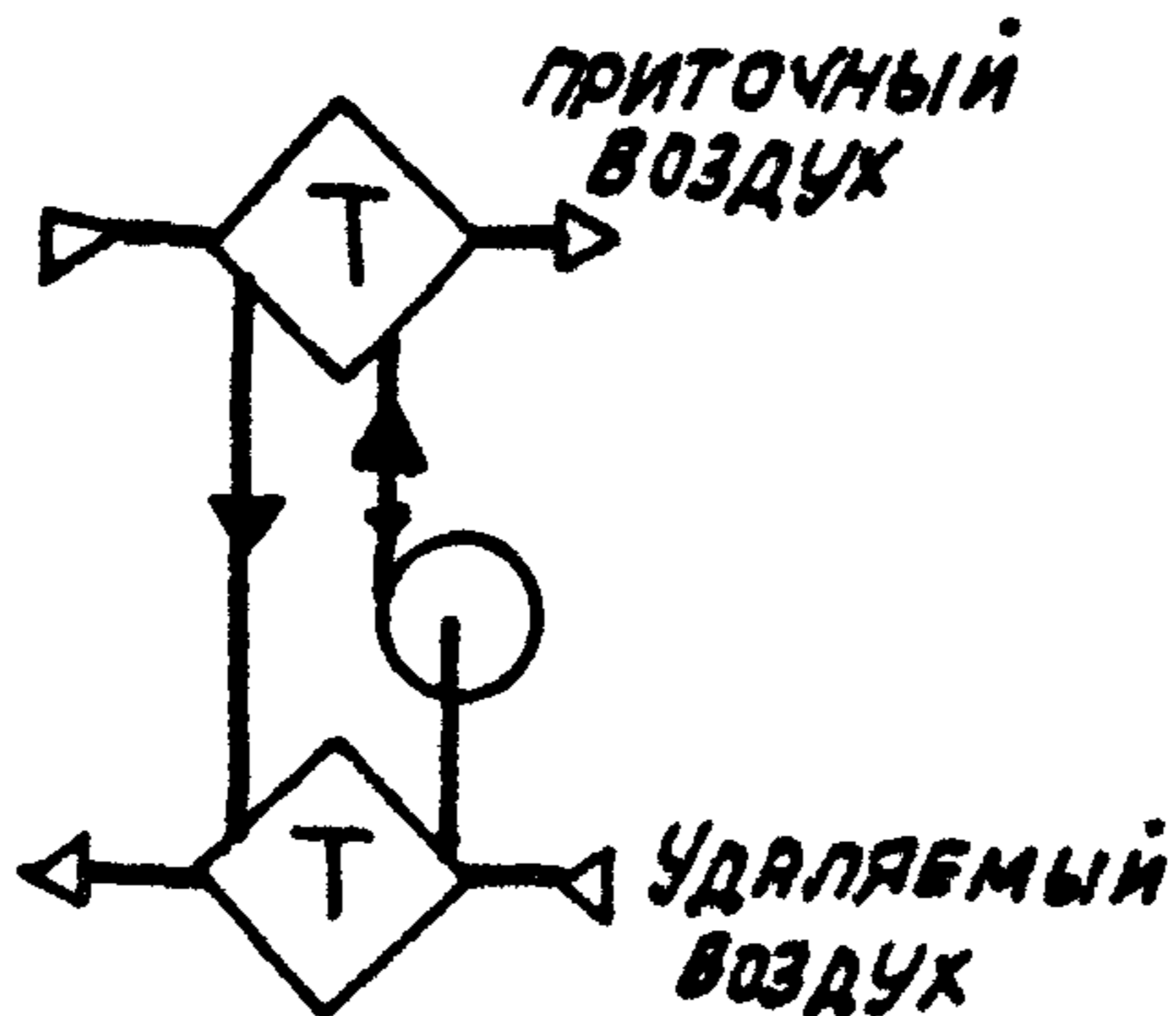


Рис. 1

СХЕМА СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ  
С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ (С ПОДОГРЕВОМ)

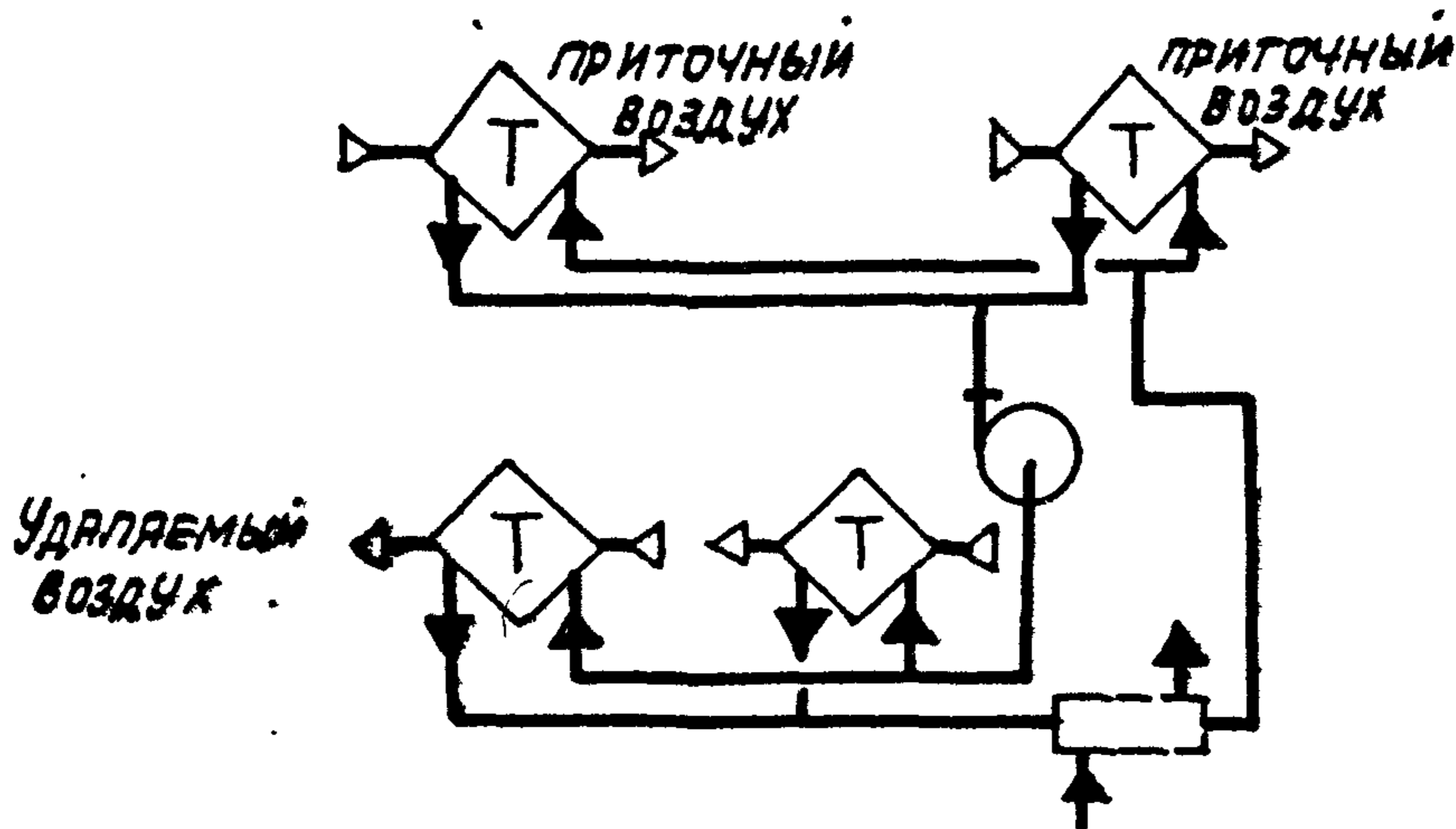


Рис. 2

86

21855-01

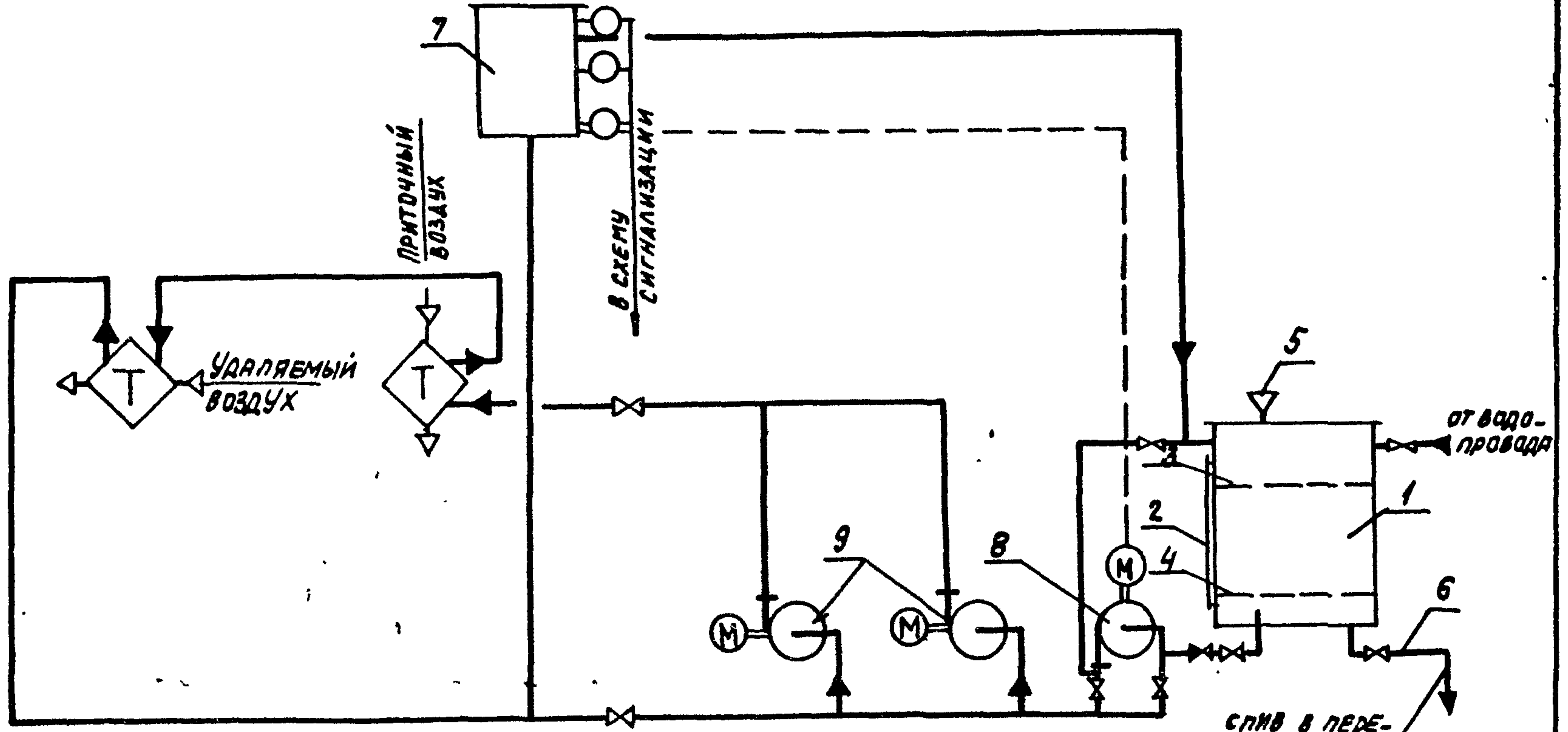
904-02-26.86 Альбом 1

ИНВ. И ПОДЛ. УПОДЛНЕНА И ДАТА ФУМ. ИНВ. И

904-02-26.86

Лист 71

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

Рис. 3

904-02-26.86

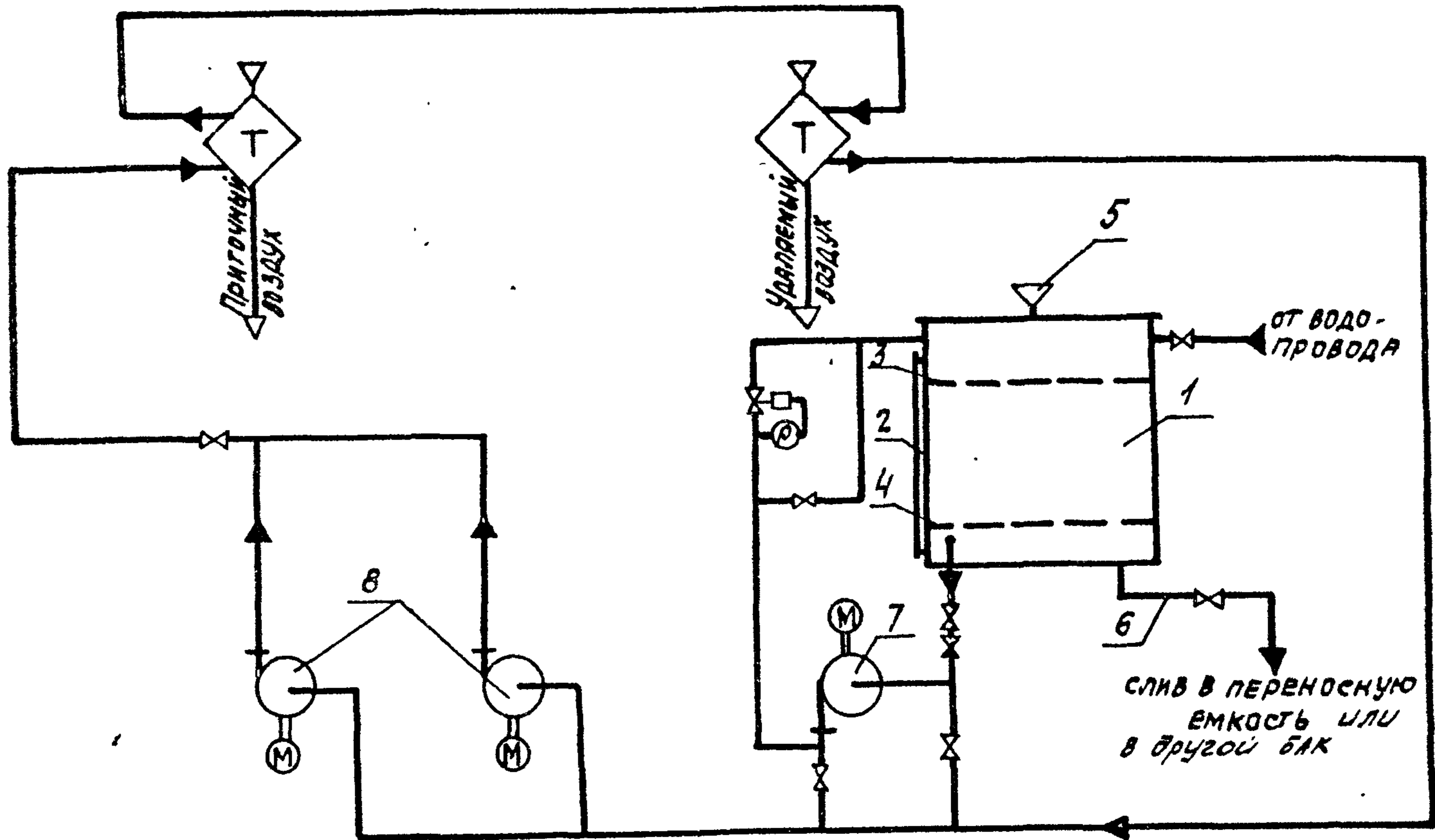
218.55.01

89

72 ЛИС



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

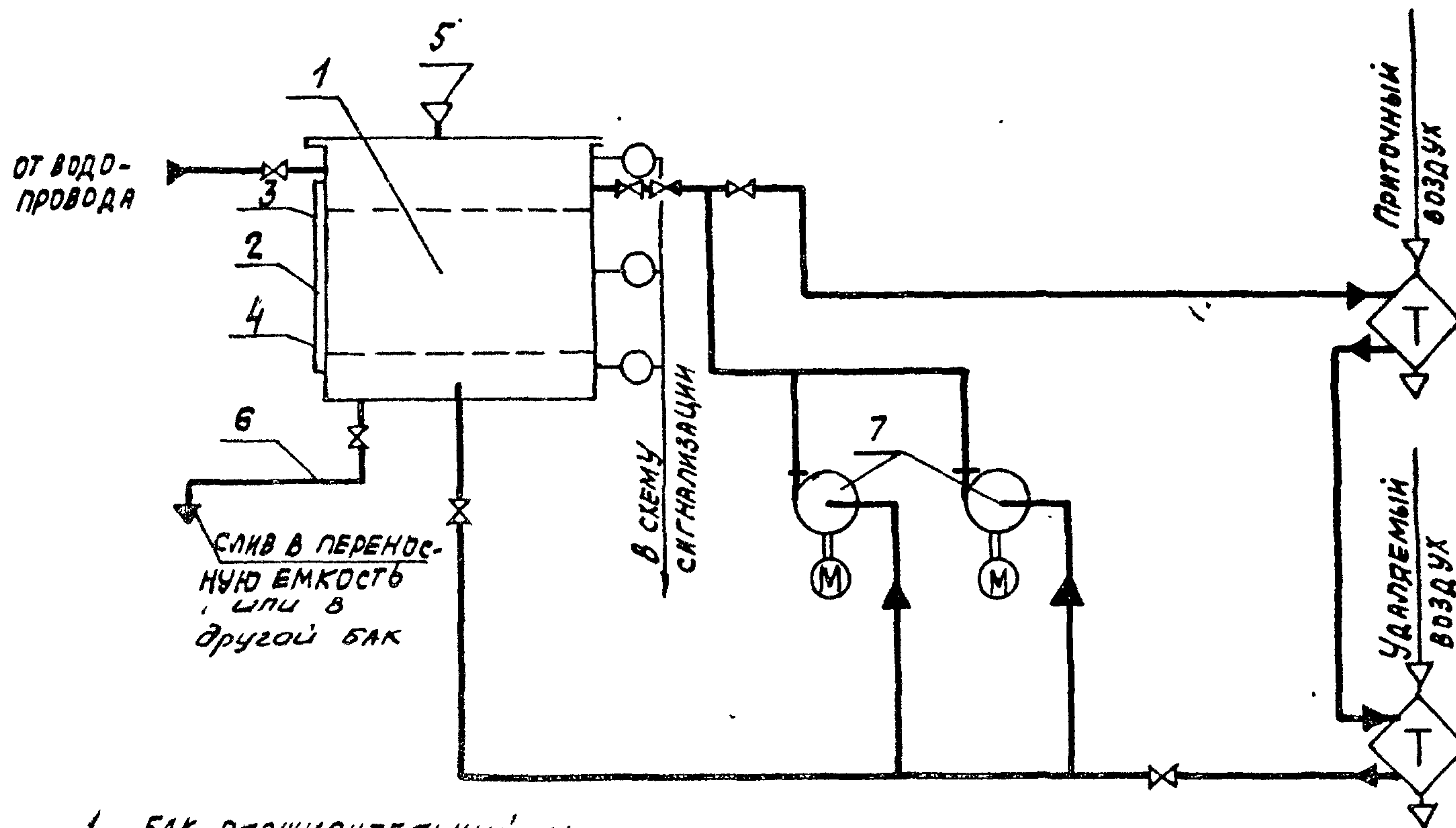
904-02-26.86

21855-01

88

Лист  
73

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 - СЛУСКНОЙ ТРУБОПРОВОД
- 7 - ЦИРКУЛЯЦИОННЫЙ НАСОС

Рис. 5

904-02-26.86

21855-01

68

74

ЛМСТ

# ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СУПТ БЕЗ ПОДОГРЕВА ПРОМЕЖУТОЧНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

904-02-26.86 Альбом 1

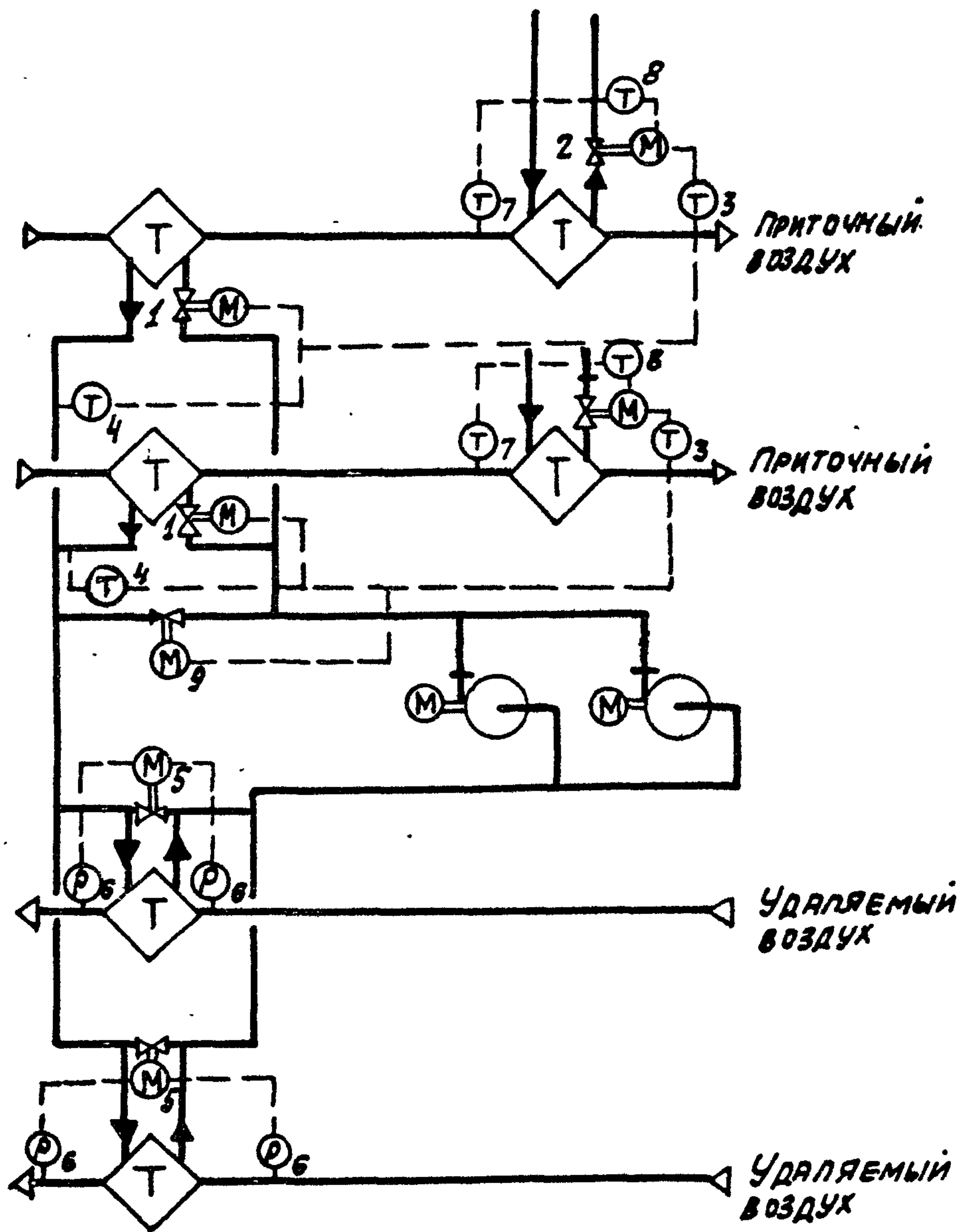


Рис. 6

90

21855-01

ИВБ А.П.О.П. ПОДПИСЬ И ДАТА  
ВЗАН ИВБ.Н.Н.

904-02-26.86

ЛМС  
75

# ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СУПТ С ПОДОГРЕВОМ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ТЕПЛОНЕСИТЕЛЯ

904-02-26.86 Альбом 1

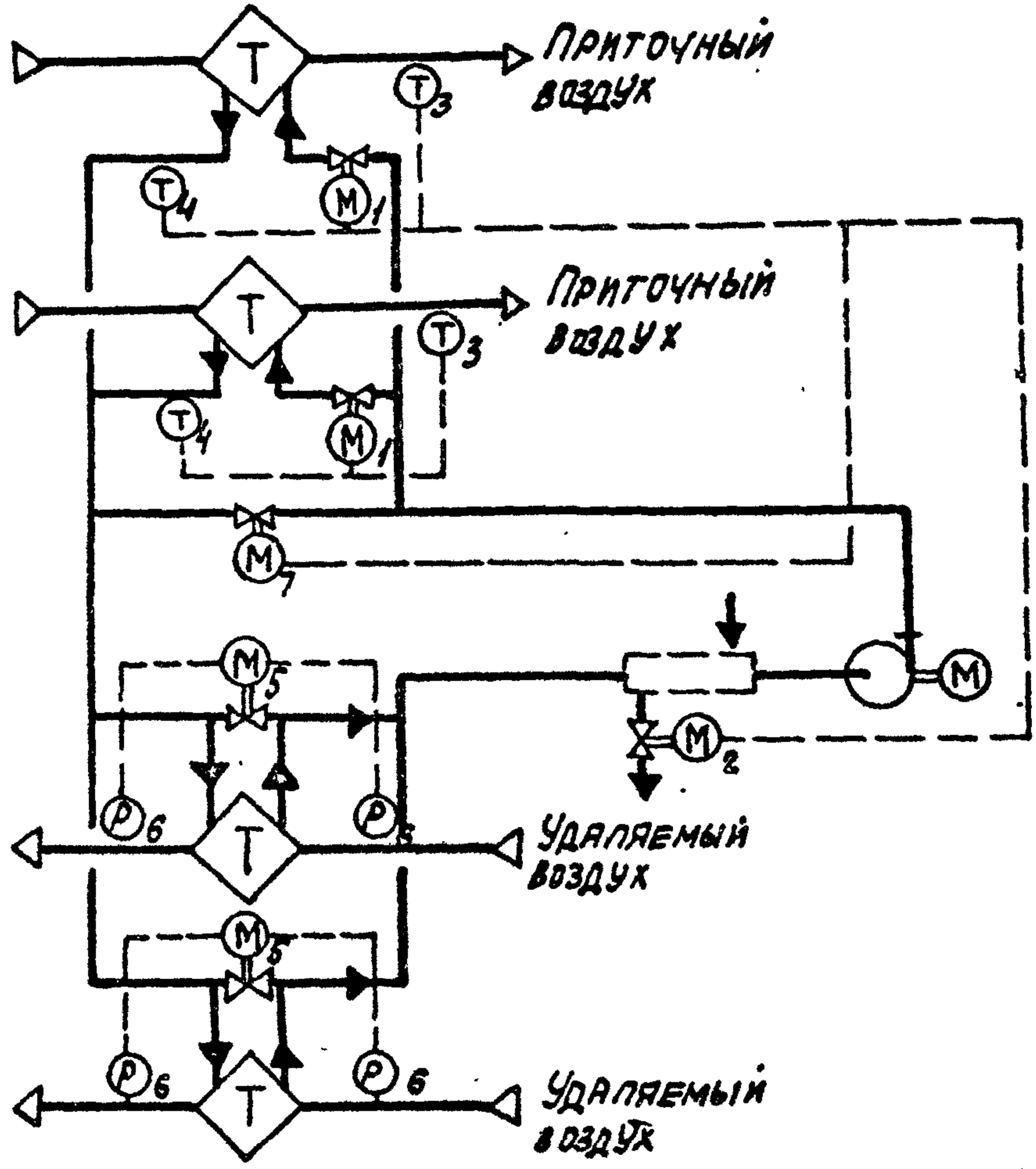


Рис. 7

91

21855-01

|                |                |              |
|----------------|----------------|--------------|
| Инв. № по ф. № | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|                |                |              |

### СХЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ ТУБ К ЦИРКУЛЯЦИОННОМУ КОНТУРУ

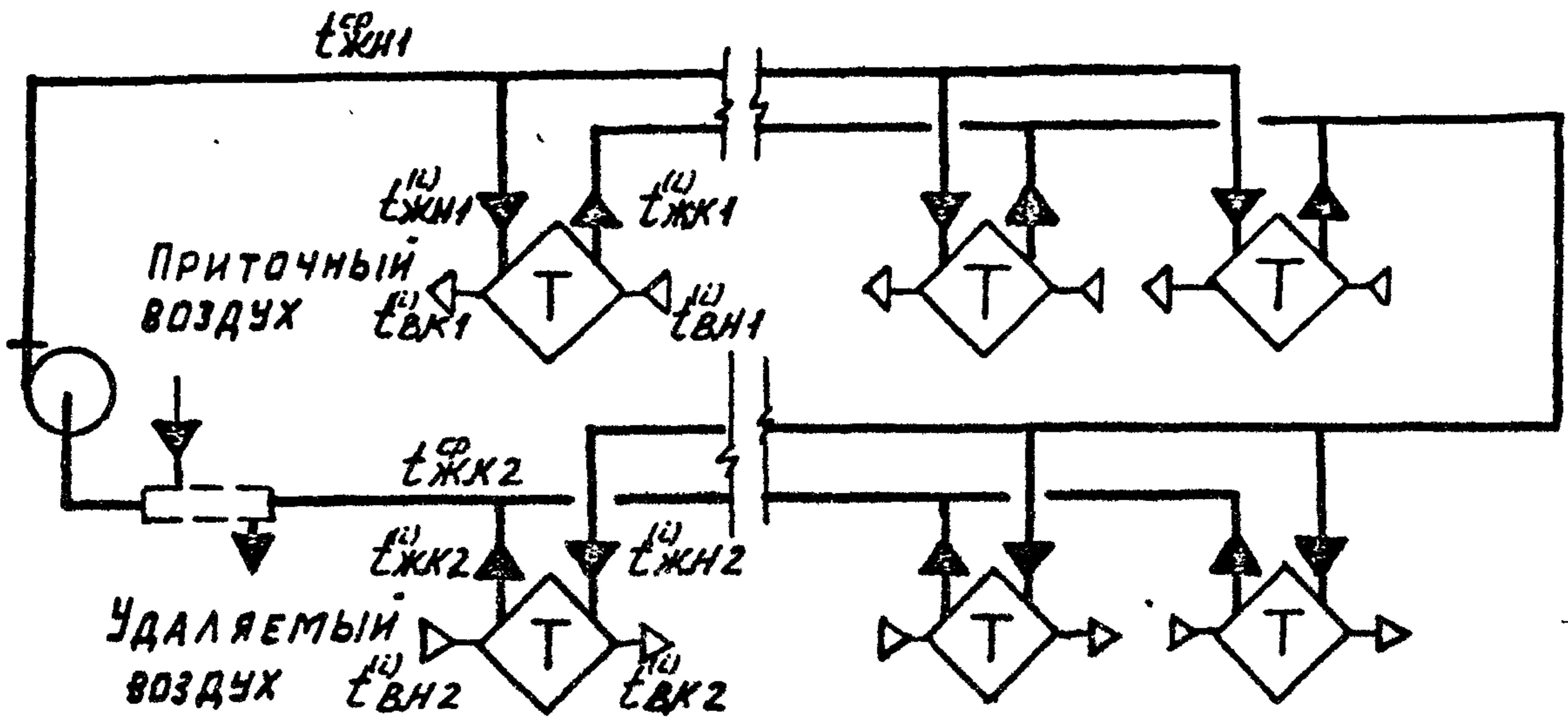


Рис. 8

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

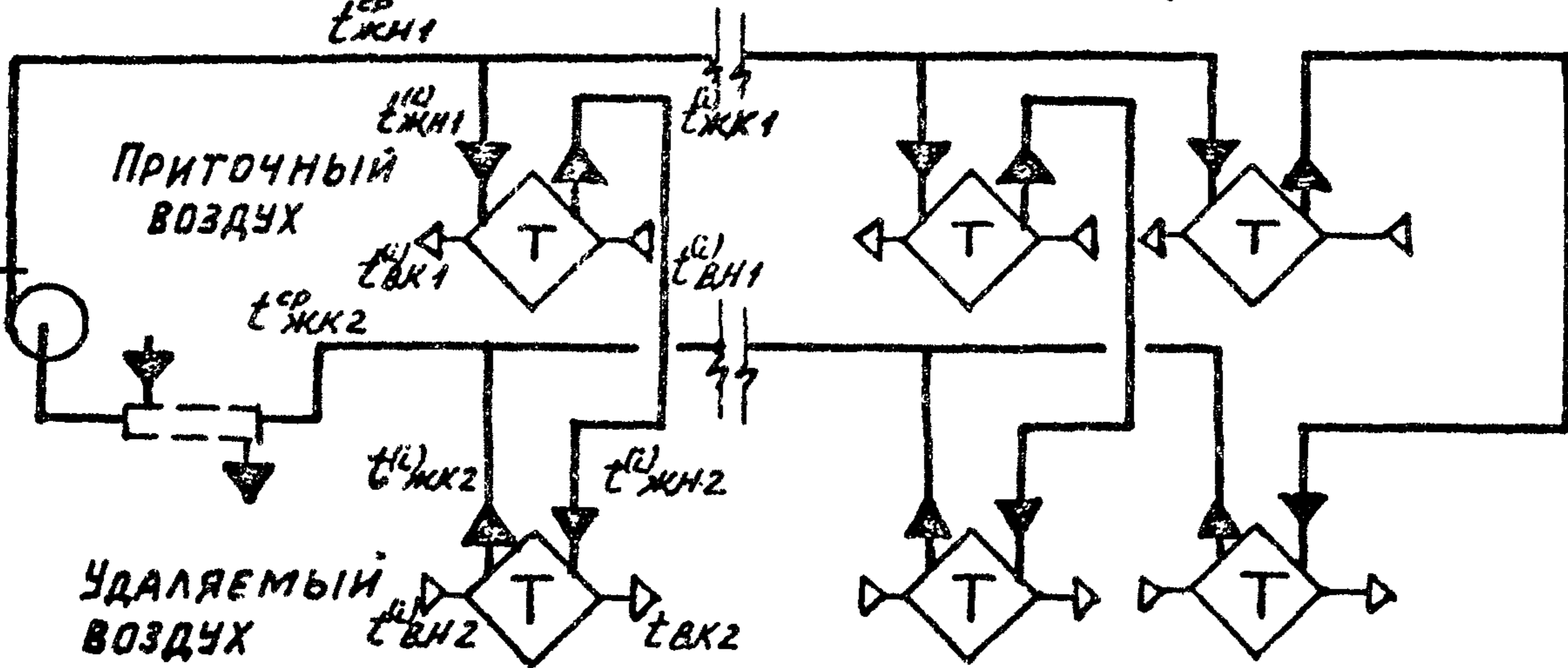


Рис. 9

92

21В55-01

ИНВ. И ПОСЛ. ПОДПИСЬ И ДАТА ВЗЯТ. ИНВ. И

904-02-26.86

ЛИСТ 77

904-02-26.86 Альбом 1

904-02-26.86 Альбом 1

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

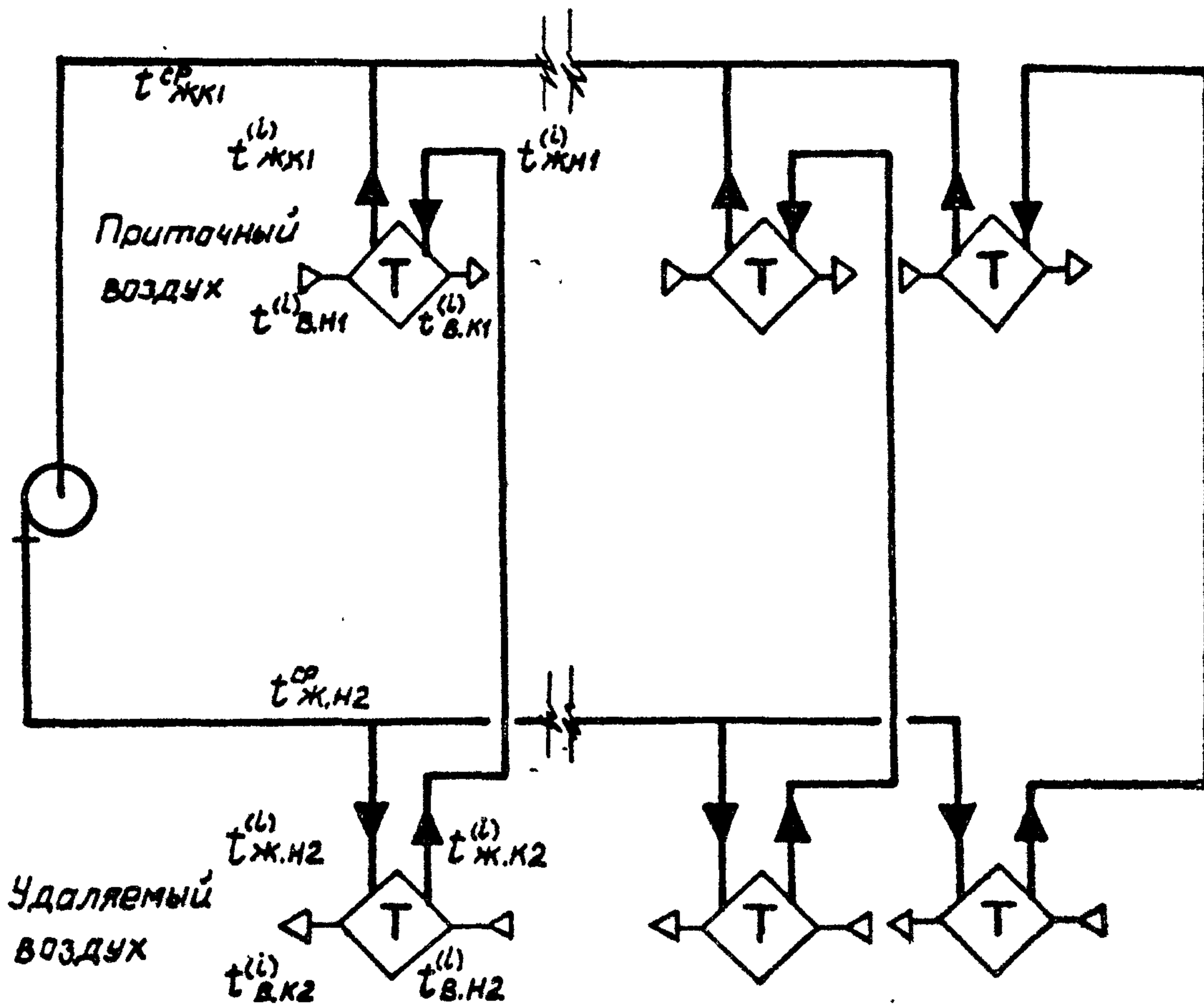


Рис. 10

|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| ИНВ. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |
|              |              |              |

93

21855-01

904-02-26.86

Лист  
78

Приложение 2 Таблица I

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ

| Теплоноситель                         | t, °C | $\frac{\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})}{\text{ккал}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})}$ | $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> | $\frac{\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})}{[\text{ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м} \cdot ^\circ\text{C})]}$ | $\frac{\mu \cdot 10^3, \text{Па} \cdot \text{с}}{\text{кгс}/\text{м}^2}$ | $\nu$                       |       | $\alpha$ | $\rho_2$ |
|---------------------------------------|-------|--|----------------------------|--|--|-----------------------------|-------|----------|----------|
|                                       |       |  |                            |  |  | $10^6 \text{ м}^2/\text{с}$ |       |          |          |
| 27% водный раствор хлористого кальция | 0     | $\frac{2,825}{0,675}$  | 1260                       | $\frac{0,5325}{0,458}$   | $\frac{4,76}{0,486}$   | 3,78                        | 0,143 | 33,22    |          |
|                                       | 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 $\text{CaCl}_2$ в водном растворе, % |       |       |       |        |     |     |
|----------------------------|---|-------|-------|-------|--------|-----|-----|
|                            | 5   | 10    | 15    | 20    | 25     | 27  | 30  |
| Температура замерзания, °C | -2,3  | -5,65 | -10,8 | -18,3 | -29,75 | -45 | -55 |

904-02-26.86

21855-01

46

Таблица 3

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

| Условный<br>проход Ду,<br>мм | Наружный<br>диаметр Дн,<br>мм | Толщина<br>стенки $\delta$ ,<br>мм | Внутренний<br>диаметр Дв,<br>мм | Удельная<br>вместимость $V$ тр,<br>м <sup>3</sup> /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):

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

21855-01 95

Лист

904-02-26.86

80

904-02-26.86 Альбом I

Ш.№ подл. Подпись и дата  
Взамен. ш.№



|                  |                |              |
|------------------|----------------|--------------|
| Инд. № документа | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|                  |                |              |

904-02-26.86 Альбом I

Таблица 4.1

ВМЕСТИМОСТЬ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КОНДИЦИОНЕРОВ  
КТЦ2А

| Оборудование | Т У Б       |             |  |                           |                 | Вместимость, м <sup>3</sup> |
|--------------|-------------|-------------|--|---------------------------|-----------------|-----------------------------|
|              | Номер       | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к |                 |                             |
|              |             |             |  | Т и п ( и н д е к с )     | Количество, шт. |                             |
| КТЦ2А-10     | 01          | I.01.I.08.I | 10                                     | ВН01.10213                |                 | 0,0488                      |
|              | 02          | I.01.I.09.I | 10                                     | ВН01.10113                |                 | 0,0549                      |
|              |             |             |  | ВН01.10213                |                 |                             |
| 03           | I.01.I.12.I | 10          | ВН01.10213                             |                           | 0,0732          |                             |
| КТЦ2А-20     | 04          | I.02.I.08.I | 20                                     | ВН02.10213                |                 | 0,0976                      |
|              | 05          | I.02.3.08.I | 20                                     | КСк4-12-02ХЛЗА            |                 | 0,086                       |
|              | 06          | I.02.I.09.I | 20                                     | ВН02.10113                |                 | 0,1098                      |
|              |             |             |  | ВН02.10213                |                 |                             |
|              | 07          | I.02.3.09.I | 20                                     | КСк3-12-02ХЛЗА            |                 | 0,105                       |
|              | 08          | I.02.I.12.I | 20                                     | ВН02.10213                |                 | 0,1464                      |
| 09           | I.02.3.12.I | 20          | КСк4-12-02ХЛЗА                         |                           | 0,129           |                             |

904-02-26.86

10-95812

96

18

107

96

Продолжение табл.4.I.

| Основное оборудование | Т У Б |             |  |                           |                 |                             |
|-----------------------|-------|-------------|--|---------------------------|-----------------|-----------------------------|
|                       | Номер | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к |                 | Вместимость, м <sup>3</sup> |
|                       |       |             |  | Т и п ( и н д е к с )     | Количество, шт. |                             |
| КТИ2А - 3I,5          | I0    | I.03.I.08.I | 3I,5                                   | ВН03.I02I3                |                 | 0,1568                      |
|                       | I1    | I.03.2.08.I | 3I,5                                   | ТП.I6-ТИРК.04             |                 | 0,12                        |
|                       | I2    | I.03.3.08.I | 3I,5                                   | КСР4-II-02ХЛ3А            |                 | 0,116                       |
|                       | I3    | I.03.3.08.2 | 3I,5                                   | КСР4-II-02ХЛ3А            |                 | 0,116                       |
|                       | I4    | I.03.2.09.I | 3I,5                                   | ТП.I6-ТИРК.03             |                 | 0,138                       |
|                       | I5    | I.03.3.09.I | 3I,5                                   | КСР3-II-02ХЛ3А            |                 | 0,138                       |
|                       | I6    | I.03.3.09.2 | 3I,5                                   | КСР3-II-02ХЛ3А            |                 | 0,138                       |
|                       | I7    | I.03.2.I2.I | 3I,5                                   | ТП.I6-ТИРК.04             |                 | 0,18                        |
|                       | I8    | I.03.3.I2.I | 3I,5                                   | КСР4-II-02ХЛ3А            |                 | 0,174                       |
|                       | I9    | I.03.3.I2.2 | 3I,5                                   | КСР4-II-02ХЛ3А            |                 | 0,174                       |
|                       | 20    | I.04.I.08.2 | 40                                     | ВН04.I02I3                |                 | 0,196                       |

904-02-26.86

21855-07

66

|            |                |              |
|------------|----------------|--------------|
| ИВ. № подл | Подпись и дата | Взамен ИВ. № |
|            |                |              |

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл.4.I

| Основное оборудование | Т У Б |             |  |                       |                 |                             |
|-----------------------|-------|-------------|--|-----------------------|-----------------|-----------------------------|
|                       | Номер | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Теплообменник         |                 | Вместимость, м <sup>3</sup> |
|                       |       |             |  | Т и п ( и н д е к с ) | Количество, 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-02ХЛЗА        | 2               | 0,144                       |
|                       |       |             |  | КСк4-I2-02ХЛЗА        | 2               |                             |
|                       | 23    | I.04.3.08.2 | 40                                     | КСк4-II-02ХЛЗА        | 2               | 0,144                       |
|                       |       |             |  | КСк4-I2-02ХЛЗА        | 2               |                             |
|                       | 24    | I.04.I.09.2 | 40                                     | ВНО4.10113            | 1               | 0,2205                      |
|                       |       |             |  | ВНО4.10213            | 4               |                             |
|                       | 25    | I.04.2.09.I | 40                                     | ТП.16-ТИРК.03         | 3               | 0,174                       |
|                       |       |             |  | ТП.25-ТИРК.03         | 3               |                             |

904-02-26.86

КТЦ2А - 40

21055-01

98

83

Лист

98

|            |                |              |
|------------|----------------|--------------|
| И№№ № ПОДА | ПОДПИСЬ И ДАТА | ВЗАМЕН И№№ № |
|            |                |              |

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл.4.I

| Основное оборудование | Т У Б |             |  |                           |                 | Вместимость, м <sup>3</sup> |
|-----------------------|-------|-------------|--|---------------------------|-----------------|-----------------------------|
|                       | Номер | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к |                 |                             |
|                       |       |             |  | Т и п ( и н д е к с )     | Количество, шт. |                             |
| КПЦА - 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                                     | ВН04.102I3                | 6               | 0,294                       |
|                       | 29    | I.04.2.I2.I | 40                                     | ТП.16-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.I

| Основное оборудование | Т У Б       |             |  |                           |                 |                             |
|-----------------------|-------------|-------------|--|---------------------------|-----------------|-----------------------------|
|                       | Номер       | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к |                 | Вместимость, м <sup>3</sup> |
|                       |             |             |  | Т и п ( и н д е к с )     | Количество, шт. |                             |
| КТЦ2А - 63            | 31          | I.06.I.08.3 | 63                                     | ВН05.10213                | 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.I.09.3 | 63                                     | ВН06.10113                | 1               | 0,3629                      |
|                       |             |             |  | ВН06.10213                | 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.I.I2.3 | 63                                     | ВН06.10213                | 6               | 0,4839                      |
| 40                    | I.06.I.I2.4 | 63          | ТП.16-ТИРК.04                          | 12                        | 0,36            |                             |

904-02-26.86

КТЦ2А - 63

100

21855.01

85

Лист

100

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

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл. 4. I

| Основное оборудование | Т У Б       |             |  |                           |                 |                             |
|-----------------------|-------------|-------------|--|---------------------------|-----------------|-----------------------------|
|                       | Номер       | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к |                 | Вместимость, м <sup>3</sup> |
|                       |             |             |  | Т и п ( и н д е к о )     | Количество, шт. |                             |
| КШЦ2А-63              | 41          | I.06.3.I2.3 | 63                                     | КСк4-II-02ХЛЗА            | 12              | 0,348                       |
|                       | 42          | I.06.3.I2.4 | 63                                     | КСк4-II-02ХЛЗА            | 12              | 0,348                       |
| КШЦ2А - 80            | 43          | I.08.I.08.4 | 80                                     | ВН08.102I3                | 4               | 0,4032                      |
|                       | 44          | I.08.2.08.3 | 80                                     | ТШ.16-ТИРК.04             | 4               | 0,304                       |
|                       |             |             |  | ТШ.25-ТИРК.04             | 4               |                             |
|                       | 45          | I.08.3.08.3 | 80                                     | КСк4-II-02ХЛЗА            | 4               | 0,288                       |
|                       |             |             |  | КСк4-I2-02ХЛЗА            | 4               |                             |
|                       | 46          | I.08.3.08.4 | 80                                     | КСк4-II-02ХЛЗА            | 4               | 0,288                       |
|                       |             |             |  | КСк4-I2-02ХЛЗА            | 4               |                             |
| 47                    | I.08.I.09.4 | 80          | ВН08.101I3                             | 1                         | 0,4536          |                             |
|                       |             |             | ВН08.102I3                             | 4                         |                 |                             |

904-02-26.86

21855-01

101

86

101

101

Продолжение табл.4.I

| Основное оборудование | Номер | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т У Б                     |                             | Вместимость, м <sup>3</sup> |
|-----------------------|-------|-------------|--|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                       |       |             |  | Т е п л о о б м е н н и к |                             |                             |
|                       |       |             |  | Т и п ( и н д е к с )     | К о л и ч е с т в о , ш т . |                             |
| КТЦ2А-80              | 48    | I.08.2.09.3 | 80                                     | ТП.16-ТИРК.03             | 6                           | 0,348                       |
|                       |       |             |  | ТП.25-ТИРК.03             | 6                           |                             |
|                       | 49    | I.08.3.09.3 | 80                                     | КСк3-II-02ХЛ3А            | 6                           | 0,348                       |
|                       |       |             |  | КСк3-I2-02ХЛ3А            | 6                           |                             |
|                       | 50    | I.08.3.09.4 | 80                                     | КСк3-II-02ХЛ3А            | 6                           | 0,348                       |
|                       |       |             |  | КСк3-I2-02ХЛ3А            | 6                           |                             |
|                       | 51    | I.08.I.I2.4 | 80                                     | ВН08.10213                | 6                           | 0,6048                      |
|                       | 52    | I.08.2.I2.3 | 80                                     | ТП.16-ТИРК.04             | 6                           | 0,456                       |
|                       |       |             |  | ТП.25-ТИРК.04             | 6                           |                             |
|                       | 53    | I.08.3.I2.4 | 80                                     | КСк4-II-02ХЛ3А            | 6                           | 0,432                       |
|                       |       |             |  | КСк4-I2-02ХЛ3А            | 6                           |                             |

904-02-26.86

КТЦ2А-80

21855-01

102

87

ИИБ

102

|             |                |              |
|-------------|----------------|--------------|
| ИИБ № подл. | Подпись и дата | ВЗАМЕН ИИБ № |
|             |                |              |

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл.4.I

| Основное оборудование                   | Т У Б |             |  |                           |                 |                             |
|---|-------|-------------|--|---------------------------|-----------------|-----------------------------|
|   | Номер | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к |                 | Вместимость, м <sup>3</sup> |
|   |       |             |  | Т и п ( и н д е к с )     | Количество, шт. |                             |
| 904-02-26.86<br>КТИ2А - I25<br>21855-01 | 54    | I.I2.I.08.4 | I25                                    | ВН12.10213                | 4               | 0,6452                      |
|   | 55    | I.I2.2.08.5 | I25                                    | ТП.16-ТИРК.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-ТИРК.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.12.4 | I25                                    | ВН12.10213                | 6               | 0,9678                      |
|   | 63    | I.I2.2.12.5 | I25                                    | ТП.16-ТИРК.04             | 24              | 0,72                        |
|   | 64    | I.I2.3.12.4 | I25                                    | КСк4-II-02ХЛ3А            | 24              | 0,696                       |

88

ИИБ

103

103



Таблица 4.2

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

| Основное оборудование | Т У Б |             |  |                           |                |                             |
|-----------------------|-------|-------------|--|---------------------------|----------------|-----------------------------|
|                       | Номер | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к |                | Вместимость, м <sup>3</sup> |
|                       |       |             |  | Т и п (и н д е к с)       | Количество, шт |                             |
| 904-02-26.86<br>ОЛШЗ  | 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                        |
| 21855-01 104<br>ОЛШЗ  | 13    | 2.02.2.08.1 | 20                                     | ТН.05-ТІРК.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                                     | ТН.05-ТІРК 03             | 9              | 0,081                       |
|                       | 17    | 2.02.3.09.2 | 20                                     | КСк3-10-02ХЛЗА            | 9              | 0,081                       |

|             |                |              |
|-------------|----------------|--------------|
| ИИВ. № подл | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|             |                |              |

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. 4.2

| Основное оборудование | Т У Б   |             |  |                           |                 |                             |       |
|-----------------------|---------|-------------|--|---------------------------|-----------------|-----------------------------|-------|
|                       | Номер   | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к |                 | Вместимость, м <sup>3</sup> |       |
|                       |         |             |  | Тип ( индекс )            | Количество, шт. |                             |       |
| 904-02-26.86          | 2ПК20   | 18          | 2.02.4.09.2                            | 20                        | КВС 10Б-ПУЗ     | 9                           | 0,063 |
|                       |         | 19          | 2.02.2.12.1                            | 20                        | ТП.05-71РК.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-ПУЗ     | 9                           | 0,09  |
|                       | 2ПК31,5 | 22          | 2.03.3.08.1                            | 31,5                      | КСк4-12-02 ХЛЗА | 2                           | 0,086 |
|                       |         | 23          | 2.03.4.08.1                            | 31,5                      | КВБ 12Б-ПУЗ     | 2                           | 0,102 |
|                       |         | 24          | 2.03.2.09.1                            | 31,5                      | ТП.25-Т1РК.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-ПУЗ     | 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-ПУЗ     | 3                           | 0,153 |
|                       | 2ПК40   | 29          | 2.04.2.08.1                            | 40                        | ТП.16-Т1РК.04   | 2                           | 0,152 |
|                       |         |             |  |                           | ТП.25-Т1РК.04   | 2                           |       |
| 205                   | 30      | 2.04.3.08.1 | 40                                     | КСк4-11-02ХЛЗА            | 2               | 0,144                       |       |
|                       |         |             |  | КСк4-12-02ХЛЗА            | 2               |                             |       |

205

|            |                |                |
|------------|----------------|----------------|
| ИИВ № подл | Подпись и дата | Взл. жем ИИВ № |
|            |                |                |

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. 4.2

| Основное оборудование                    | Т У Б |             |  |                                    |                 |                             |
|--|-------|-------------|--|------------------------------------|-----------------|-----------------------------|
|  | Номер | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к          |                 | Вместимость, м <sup>3</sup> |
|  |       |             |  | Т и п ( и н д е к с )              | Количество, шт. |                             |
| 904-02-26.86<br>2ПК40<br>21855-01<br>106 | 31    | 2.04.3.08.2 | 40                                     | КСк4-11-02 ХЛЗА<br>КСк4-12-02 ХЛЗА | 2<br>2          | 0,144                       |
|  | 32    | 2.04.4.08.1 | 40                                     | КВБ 11Б-ПУЗ<br>КВБ 12Б-ПУЗ         | 2<br>2          | 0,164                       |
|  | 33    | 2.04.4.08.2 | 40                                     | КВБ 11Б-ПУЗ<br>КВБ 12Б-ПУЗ         | 2<br>2          | 0,164                       |
|  | 34    | 2.04.2.09.1 | 40                                     | ТП.16-ТИРК 03<br>ТП.25-ТИРК 03     | 3<br>3          | 0,174                       |
|  | 35    | 2.04.3.09.2 | 40                                     | КСк3-11-02ХЛЗА<br>КСк3-12-02ХЛЗА   | 3<br>3          | 0,174                       |
|  | 36    | 2.04.4.09.1 | 40                                     | КВС 11Б-ПУЗ<br>КВС 12Б-ПУЗ         | 3<br>3          | 0,174                       |
|  | 37    | 2.04.4.09.2 | 40                                     | КВС 11Б-ПУЗ<br>КВС 12Б-ПУЗ         | 3<br>3          | 0,174                       |

91

Лист

106

106

Продолжение табл. 4.2

| Основное оборудование | Номер       | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т У Б                              |                 | Вместимость, м <sup>3</sup> |
|-----------------------|-------------|-------------|--|------------------------------------|-----------------|-----------------------------|
|                       |             |             |  | Т е п л о о б м е н н и к          |                 |                             |
|                       |             |             |  | Тип ( индекс )                     | Количество, шт. |                             |
| 2ЛК40                 | 38          | 2.04.2.12.1 | 40                                     | ТП.16-ТИРК.04<br>ТП.25-ТИРК.04     | 3<br>3          | 0,228                       |
|                       | 39          | 2.04.3.12.2 | 40                                     | КСк4-11-02-ХЛЗА<br>КСк4-12-02-ХЛЗА | 3<br>3          | 0,216                       |
|                       | 40          | 2.04.4.12.1 | 40                                     | КВБ 11Б-ПУЗ<br>КВБ 12Б-ПУЗ         | 3<br>3          | 0,246                       |
|                       | 41          | 2.04.4.12.2 | 40                                     | КВБ 11Б-ПУЗ<br>КВБ 12Б-ПУЗ         | 3<br>3          | 0,246                       |
| 2ЛК63                 | 42          | 2.06.2.08.1 | 63                                     | ТП.25-ТИРК04                       | 4               | 0,184                       |
|                       | 43          | 2.06.3.08.2 | 63                                     | КСк4-12-02ХЛЗА                     | 4               | 0,172                       |
|                       | 44          | 2.06.4.08.1 | 63                                     | КВБ 12Б-ПУЗ                        | 4               | 0,204                       |
|                       | 45          | 2.06.2.09.1 | 63                                     | КВБ 12Б-ПУЗ                        | 4               | 0,204                       |
|                       | 46          | 2.06.2.09.1 | 63                                     | ТП.25-ТИРК.03                      | 6               | 0,21                        |
|                       | 47          | 2.06.2.09.2 | 63                                     | ТП.25-ТИРК.03                      | 6               | 0,21                        |
|                       | 48          | 2.06.3.09.2 | 63                                     | КСк3-12-02ХЛЗА                     | 6               | 0,21                        |
| 49                    | 2.06.4.09.2 | 63          | КВС 12Б-ПУЗ                            | 6                                  | 0,21            |                             |

904-02-26.86

21855-01

2ЛК63

109

92

Лист

107

Продолжение табл. 4.2

| Основное<br>оборудование | Т У Б       |             |   |                           |                   |                                |       |
|--------------------------|-------------|-------------|---|---------------------------|-------------------|--------------------------------|-------|
|                          | Номер       | И н д е к с | Расход<br>возду-<br>ха, тыс.<br>м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к |                   | Вместимость,<br>м <sup>3</sup> |       |
|                          |             |             |   | Т и п ( и н д е к с )     | Количество,<br>шт |                                |       |
| 904-02-26.86             | 108ЛБ2      | 50          | 2.06.2.12.1                                       | 63                        | ТП.25-ТИРК.04     | 6                              | 0,276 |
|                          |             | 51          | 2.06.3.12.2                                       | 63                        | КСк4-12-02 ХЛЗА   | 6                              | 0,258 |
|                          |             | 52          | 2.06.4.12.2                                       | 63                        | КВБ-12Б-IV3       | 6                              | 0,306 |
|                          | 108В        | 53          | 2.08.2.08.3                                       | 80                        | ТП.16-ТИРК.04     | 4                              | 0,304 |
|                          |             |             |   |                           | ТП.25-ТИРК.04     | 4                              |       |
|                          |             | 54          | 2.08.3.08.3                                       | 80                        | КСк4-11-02 ХЛЗА   | 4                              | 0,288 |
|                          |             |             |   |                           | КСк4-12-02 ХЛЗА   | 4                              |       |
|                          |             | 55          | 2.08.3.08.4                                       | 80                        | КСк4-11-02 ХЛЗА   | 4                              | 0,288 |
|                          |             |             |   |                           | КСк4-12-02 ХЛЗА   | 4                              |       |
|                          |             | 56          | 2.08.4.08.3                                       | 80                        | КВБ 11Б-IV3       | 4                              | 0,328 |
| КВБ 12Б-IV3              | 4           |             |   |                           |                   |                                |       |
| 57                       | 2.08.2.09.3 | 80          | ТП.16-ТИРК.03                                     | 6                         | 0,348             |                                |       |
|                          |             |             | ТП.25-ТИРК.03                                     | 6                         |                   |                                |       |
| 58                       | 2.08.3.09.4 | 80          | КСк3-11-02 ХЛЗА                                   | 6                         | 0,348             |                                |       |
|                          |             |             | КСк3-12-02 ХЛЗА                                   | 6                         |                   |                                |       |

93

Лист

21855-01

108В

108

|             |                |             |
|-------------|----------------|-------------|
| Инд. № подл | Подпись и дата | Взвешивание |
|             |                |             |

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. 4.2

| Основное оборудование             | Т У Б       |             |  |                                    |                 |                             |
|-----------------------------------|-------------|-------------|--|------------------------------------|-----------------|-----------------------------|
|                                   | Номер       | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к          |                 | Вместимость, м <sup>3</sup> |
|                                   |             |             |  | Т и п ( и н д е к с )              | Количество, шт. |                             |
| 904-02-26.86<br>21855-01<br>2ПН80 | 59          | 2.08.4.09.3 | 80                                     | КВС IБ-IVЗ<br>КВС IЭ-IVЗ           | 6<br>6          | 0,348                       |
|                                   | 60          | 2.08.4.09.4 | 80                                     | КВС IБ-IVЗ<br>КВС IЭ-IVЗ           | 6<br>6          | 0,348                       |
|                                   | 61          | 2.08.2.12.3 | 80                                     | ТП.16-ТИРК.04<br>ТП.25-ТИРК.04     | 6<br>6          | 0,456                       |
|                                   | 62          | 2.08.3.12.4 | 80                                     | КСк4-12-02 ХЛЗА<br>КСк4-12-02 ХЛЗА | 6<br>6          | 0,432                       |
|                                   | 63          | 2.08.4.12.3 | 80                                     | КВБ IБ-IVЗ<br>КВБ IЭ-IVЗ           | 6<br>6          | 0,492                       |
|                                   | 64          | 2.12.2.08.3 | 125                                    | ТП.16-ТИРК.04<br>ТП.25-ТИРК.04     | 4<br>8          | 0,488                       |
| 65                                | 2.12.3.08.4 | 125         | КСк4-11-02 ХЛЗА<br>КСк4-12-02 ХЛЗА     | 4<br>8                             | 0,46            |                             |

916

Лист

601

2ПН125

607

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

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. 4.2

| Основное оборудование                    | Т У В |             |  |  |                 |                             |
|--|-------|-------------|--|--|-----------------|-----------------------------|
|  | Номер | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к<br>Т и п ( и н д е к с ) | Количество, шт. | Вместимость, м <sup>3</sup> |
| 904-02-26.86<br>21855-01<br>21112<br>410 | 66    | 2.12.4.08.4 | I25                                    | КВБ IБ-IVЗ<br>КВБ IЭБ-IVЗ                          | 4<br>8          | 0,532                       |
|  | 67    | 2.12.2.09.3 | I25                                    | ТП.16-ТI.РК.03<br>ТП.25-ТI.РК.03                   | 6<br>12         | 0,558                       |
|  | 68    | 2.12.3.09.4 | I25                                    | КСк3-II-02 ХЛЗА<br>КСк3-12-02 ХЛЗА                 | 6<br>12         | 0,558                       |
|  | 69    | 2.12.4.09.4 | I25                                    | КВС IБ-IVЗ<br>КВС IЭБ-IVЗ                          | 6<br>12         | 0,558                       |
|  | 70    | 2.12.2.12.3 | I25                                    | ТП.16-ТI.РК.04<br>ТП.25-ТI.РК.04                   | 6<br>12         | 0,732                       |
|  | 71    | 2.12.3.12.4 | I25                                    | КСк4-II-02 ХЛЗА<br>КСк4-12-02 ХЛЗА                 | 6<br>12         | 0,69                        |
|  | 72    | 2.12.4.12.4 | I25                                    | КВБ IБ-IVЗ<br>КВБ IЭБ-IVЗ                          | 6<br>12         | 0,798                       |

95

Лист

110

|            |                |           |
|------------|----------------|-----------|
| ИВ № подл. | Подпись и дата | Взам.ИВ № |
|            |                |           |

904-02-26.86

Альбом I

Таблица 4.3

ВМЕСТИМОСТЬ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КОНДИЦИОНЕРОВ-УТИЛИЗАТОРОВ  
КТИЦА

| Основное оборудование | Т У Б                |             |                           |                           |                | Вместимость, м³ |        |
|-----------------------|----------------------|-------------|---------------------------|---------------------------|----------------|-----------------|--------|
|                       | 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 |                |                 |        |
|                       |                      |             |                           | Тип (и н д е к с)         | Количество, шт |                 |        |
| 904-02-26.86          | 01-УТИЦА<br>КТИЦА-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              |                 |        |
|                       | 21855-01<br>КТИЦА-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

Лист

1/1

III



|              |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| Инд. № покл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|              |                |              |

904-02-26.86 Альбом I

Продолжение табл. 4.3

| Основное оборудование | Т У Б |             |  |                           |                 | Емкость, м <sup>3</sup> |
|-----------------------|-------|-------------|--|---------------------------|-----------------|-------------------------|
|                       | Номер | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к |                 |                         |
|                       |       |             |  | Т и п ( индекс)           | Количество, шт. |                         |
| КТП2А-20              | 06    | 3.02.1.12.1 | 20                                     | БТ402.03043               | 1               | 0,1464                  |
|                       |       |             |  | ВН02.10213                | 4               |                         |
| КТП2А-20              | 07    | 3.03.1.08.1 | 31,5                                   | БТ403.03043               | 1               | 0,1568                  |
|                       |       |             |  | ВН03.10213                | 2               |                         |
| КТП2А-40              | 08    | 3.04.1.08.2 | 40                                     | БТ404.03043               | 1               | 0,196                   |
|                       |       |             |  | ВН04.10213                | 2               |                         |
|                       | 09    | 3.04.1.09.2 | 40                                     | БТ404.03043               | 1               | 0,2205                  |
|                       |       |             |  | ВН04.10113                | 1               |                         |
|                       |       |             | ВН04.10213                             | 2                         |                 |                         |
|                       | 10    | 3.04.1.12.2 | 40                                     | БТ404.03043               | 1               | 0,294                   |
|                       |       |             |  | ВН04.10213                | 4               |                         |
| КТП2А-63              | 11    | 3.06.1.08.3 | 63                                     | БТ406.03043               | 1               | 0,3226                  |
|                       |       |             |  | ВН06.10213                | 2               |                         |

904-02-26.86

2185501

97

Лист

112

|             |                |                |
|-------------|----------------|----------------|
| Инд. № подл | Подпись и дата | Взамен. инв. № |
|             |                |                |

904-02-26.86

Альбом I

Продолжение табл.4.3

| Основное оборудование | Т У Б |             |  |                           |                | Вместимость, м <sup>3</sup> |
|-----------------------|-------|-------------|--|---------------------------|----------------|-----------------------------|
|                       | Номер | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к |                |                             |
|                       |       |             |  | Т и п (и н д е к с)       | Количество, шт |                             |
| КТИ2А-63              | I2    | 3.06.I.09.3 | 63                                     | BT406.03043               | I              | 0,3629                      |
|                       |       |             |  | ВН06.10113                | I              |                             |
|                       |       |             |  | ВН06.10213                | 2              |                             |
| КТИ2А-80              | I3    | 3.06.I.12.3 | 63                                     | BT406.03043               | I              | 0,4839                      |
|                       |       |             |  | ВН06.10213                | 4              |                             |
|                       |       |             |  | BT408.03043               | I              |                             |
| КТИ2А-80              | I4    | 3.08.I.08.4 | 80                                     | ВН08.10213                | 2              | 0,4032                      |
|                       |       |             |  | BT408.03043               | I              |                             |
|                       |       |             |  | ВН08.10113                | I              |                             |
| КТИ2А-80              | I5    | 3.08.I.09.4 | 80                                     | ВН08.10213                | 2              | 0,4536                      |
|                       |       |             |  | BT408.03043               | I              |                             |
|                       |       |             |  | ВН08.10113                | I              |                             |

904-02-26.86

21955-01

113

98

Лист

113

Продолжение табл. 4.3

| Основное оборудование | Т У Б |             |  |                           |                 | Вместимость, м <sup>3</sup> |
|-----------------------|-------|-------------|--|---------------------------|-----------------|-----------------------------|
|                       | Номер | И н д е к с | Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Т е п л о о б м е н н и к |                 |                             |
|                       |       |             |  | Т и п ( и н д е к с )     | Количество, шт. |                             |
| КТЦ2А-80              | 16    | 3.08.I.I2.4 | 80                                     | БТ408.03043               | 1               | 0,6048                      |
|                       |       |             |  | ВН08.10213                | 4               |                             |
| КТЦ2А-125             | 17    | 3.12.I.08.4 | 125                                    | БТ412.03043               | 1               | 0,6452                      |
|                       |       |             |  | ВН12.10213                | 2               |                             |
|                       | 18    | 3.12.I.09.4 | 125                                    | БТ412.03043               | 1               | 0,7259                      |
|                       |       |             |  | ВН12.10113                | 1               |                             |
|                       |       |             |  | ВН12.10213                | 2               |                             |
|                       | 19    | 3.12.I.I2.4 | 125                                    | БТ412.03043               | 1               | 0,9678                      |
| ВН12.10213            |       |             |  | 4                         |                 |                             |

904-02-26.86

21855-01

114

Таблица 5

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ НА ТРЕНИЕ В ТРУБОПРОВОДАХ НА 1 м, Па/м<sup>2</sup> (кгс/м<sup>2</sup>)

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

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. В числителе приведены значения в СИ, в знаменателе - в системе единиц МГСС.  
 2. Потери давления даны для промежуточного теплоносителя водного раствора хлористого кальция.

904-02-26.86

21855-01

115

100 Лист

115

Таблица 6

КОЭФФИЦИЕНТ  $C_{\text{ж}}$  ДЛЯ РАСЧЕТА ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ  
ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ (раствор  $\text{CaCl}_2$ ) 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<br>рекуперативный<br>для систем с<br>промежуточным<br>теплоносителем<br>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-<br>обменник типовых<br>центральных кон-<br>диционеров КТЦЗА<br>(без обводного<br>канала) ВН | Н = 1 м<br>Б = 0,828 м    | однорядный | 11781                                     | 1201                                      |
|  |                           | двухрядный | 24633                                     | 2511                                      |
|  | Н = 1 м<br>Б = 1,655 м    | однорядный | 15246                                     | 1554                                      |
|  |                           | двухрядный | 28224                                     | 2877                                      |
|  | Н = 1,25 м<br>Б = 0,828 м | однорядный | 13734                                     | 1400                                      |
|  |                           | двухрядный | 27594                                     | 2813                                      |
|  | Н = 1,25 м<br>Б = 1,655 м | однорядный | 19788                                     | 2017                                      |
|  |                           | двухрядный | 33705                                     | 3436                                      |
|  | Н = 1,5 м<br>Б = 1,655 м  | однорядный | 21924                                     | 2235                                      |
|  |                           | двухрядный | 41958                                     | 4277                                      |
|  | Н = 2 м<br>Б = 1,655 м    | однорядный | 28476                                     | 2903                                      |
|  |                           | двухрядный | 55692                                     | 5677                                      |

116

21855-01

904-02-26.86

Лист  
101

Альбом I

904-02-26.86

Имя, № подл. Подпись и дата

Взамен, инв. №

Таблица 7

КОЭФФИЦИЕНТ  $C_{ж}$  ДЛЯ РАСЧЕТА ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ  
ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ (раствор  $CaCl_2$ ) ДЛЯ КСКЗ, КСК4,  
КВСБ-ПУЗ и КВББ-ПУЗ

| Тип теплообменника   | Индекс   | Коэффициент $C_{ж}$                 |                                     |
|--|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
|  |  | (Па·с <sup>2</sup> )/м <sup>4</sup> | (кг·с <sup>2</sup> )/м <sup>4</sup> |
| Воздухонагреватель<br>биметаллический со<br>спирально-накатным<br>оребрением<br>КСкЗ<br>КСк4 | КСкЗ-10-02ХЛЗА   | 21420                               | 2183                                |
|  | КСкЗ-11-02ХЛЗА   | 44730                               | 4560                                |
|  | КСкЗ-12-02ХЛЗА   | 83601                               | 8522                                |
|  | КСк4-10-02ХЛЗА   | 22554                               | 2299                                |
|  | КСк4-11-02ХЛЗА   | 48384                               | 4932                                |
|  | КСк4-12-02ХЛЗА   | 92610                               | 9440                                |
|  | Калорифер стальной<br>пластинчатый<br>КВСБ-ПУЗ<br>КВББ-ПУЗ | КВС 10Б-ПУЗ                         | 24192                               |
| 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                                |

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

119

21855-01

904-02-26.86

102

102

Альбом I

904-02-26.86

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

КОЭФФИЦИЕНТЫ  $e_d$  и  $b_d$

| Средняя температура<br>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  | 3,73    | 0,352 |
| 5 - 10   | 3,36    | 0,437 |
| 10 - 15  | 1,73    | 0,615 |
| 15 - 20  | - 1,899 | 0,84  |
| 20 - 25  | - 9,15  | 1,2   |
| 25 - 30  | - 15,96 | 1,48  |

118

21855-01

904-02-26.86

Лист

103

Альбом I

904-02.26-86

Изм. N° 001 от 10.08.86

Таблица 10

КОЭФФИЦИЕНТЫ  $e$ , кДж/кг, и  $C_{нас}$ , кДж/(кг·°С)

| Средняя температура промежуточного теплоносителя, °С | Температура замерзания промежуточного теплоносителя, °С |                         |                         |                        | в о д а                |
|--|---|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
|  | раствор хлористого кальция                              |                         |                         |                        |                        |
|  | - 10  | - 20                    | - 30                    | - 40                   |                        |
| (-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.

Взята и дата

Подпись и дата



Таблица II

ПАРАМЕТРЫ  $F_0'$  ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ ПРИ  $W = 1$

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, $L_{ном}$ | Число рядов трубок по ходу воздуха | 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  |
| <u>ТУБ на базе 2ПК с ТП-03</u>                    |                                    |   |      |      |      |      |      |      |   |      |      |      |      |      |      |
| 10  | 6                                  | 0,75                                      | 0,61 | 0,52 | 0,45 | 0,41 | 0,38 | 0,35 | 0,85                                      | 0,67 | 0,59 | 0,56 | 0,56 | 0,54 | 0,52 |
|   | 9                                  | 1,13                                      | 0,92 | 0,79 | 0,69 | 0,61 | 0,57 | 0,52 | 1,27                                      | 1,0  | 0,85 | 0,82 | 0,85 | 0,82 | 0,78 |
|   | 12                                 | 1,5                                       | 1,22 | 1,04 | 0,92 | 0,82 | 0,76 | 0,47 | 1,7                                       | 1,33 | 1,17 | 1,13 | 1,13 | 1,09 | 1,04 |
| 20  | 6                                  | 0,64                                      | 0,52 | 0,45 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,75                                      | 0,72 | 0,67 | 0,61 | 0,59 | 0,56 | 0,53 |
|   | 9                                  | 0,96                                      | 0,79 | 0,67 | 0,59 | 0,52 | 0,52 | 0,51 | 1,13                                      | 1,08 | 1,0  | 0,92 | 0,89 | 0,84 | 0,8  |
|   | 12                                 | 1,27                                      | 1,04 | 0,89 | 0,79 | 0,69 | 0,68 | 0,68 | 1,5                                       | 1,44 | 1,33 | 1,22 | 1,17 | 1,12 | 1,07 |
| 31,5  | 6                                  | 0,67                                      | 0,54 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,43 | 0,42 | 0,67                                      | 0,54 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,44 | 0,42 |
|   | 9                                  | 1,0                                       | 0,79 | 0,67 | 0,67 | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 1,0                                       | 0,79 | 0,67 | 0,67 | 0,66 | 0,64 | 0,63 |
|   | 12                                 | 1,33                                      | 1,04 | 0,92 | 0,89 | 0,88 | 0,86 | 0,84 | 1,33                                      | 1,04 | 0,92 | 0,89 | 0,88 | 0,86 | 0,84 |
| 40  | 6                                  | 0,75                                      | 0,64 | 0,52 | 0,47 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,85                                      | 0,72 | 0,69 | 0,67 | 0,61 | 0,59 | 0,57 |
|   | 9                                  | 1,13                                      | 0,92 | 0,79 | 0,69 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 1,27                                      | 1,08 | 1,04 | 1,0  | 0,92 | 0,88 | 0,85 |
|   | 12                                 | 1,5                                       | 1,22 | 1,04 | 0,92 | 0,9  | 0,9  | 0,9  | 1,7                                       | 1,44 | 1,44 | 1,33 | 1,27 | 1,2  | 1,14 |

904-02-26-86

1855-01

120

105

105

120

Продолжение табл. II

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, $L_{ном}$ | Число рядов трубок по ходу воздуха | Тип обвязки ТУБ по теплоносителю          |      |     |      |     |      |   |     |      |     |      |     |      |     |
|---|------------------------------------|---|------|-----|------|-----|------|---|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
|   |                                    | 2,4                                       |      |     |      |     |      | I   |     |      |     |      |     |      |     |
|   |                                    | 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 |

## ТУБ 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

121

106

107

121

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

904-02.26-86 Альбом I

Продолжение табл. II

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, $Z_{ном}$ | Число рядов трубок по ходу воздуха | Тип обвязки ТУБ по теплоносителю      |      |      |      |      |      |      |      |         |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------------------------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   |                                    | 2,4                                   |      |      |      |      |      |      | I    | I, 3, 5 |      |      |      |      |      |      |      |      |
|   |                                    | Относительный расход воздуха, $Z_{в}$ |      |      |      |      |      |      |      |         |      |      |      |      |      |      |      |      |
|   |                                    | 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 |
| 31,5  | 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 | 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 | 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 | 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 | 0,58 | 0,58 | 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 | 0,88 | 0,88 | 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 | 1,17 | 1,17 | 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 | 0,54 | 0,54 | 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  | 0,8  | 0,8  | 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 | 1,08 | 1,08 | 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 | 0,58 | 0,58 | 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 | 0,88 | 0,88 | 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 | 1,17 | 1,17 | 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 | 0,65 | 0,65 | 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 | 0,97 | 0,97 | 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  | 1,3  | 1,3  | 1,3  |

904-02-26.86

21855-01

122

107

107

122

|              |                 |               |
|--------------|-----------------|---------------|
| Шкв. № подл. | Подпись и дата. | Взямен шкв. № |
|              |                 |               |

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, $L_{ном}$ | Число рядов трубок по ходу воздуха | 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                                       | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 0,5                                       | 1,0 | 1,5     | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

## ТУБ на базе 2ПК с КСк 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

21855-01

123

108

117

123

Продолжение табл. II

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, $Z_{\text{ном}}$ | Число рядов трубок по ходу воздуха | Тип обвязки ТУБ по теплоносителю             |      |     |      |     |      |     |  |      |     |      |     |      |     |
|--|------------------------------------|--|------|-----|------|-----|------|-----|--|------|-----|------|-----|------|-----|
|  |                                    | 2,4  |      |     |      |     |      |     | I  |      |     |      |     |      |     |
|  |                                    | Относительный расход воздуха, $Z_{\text{в}}$ |      |     |      |     |      |     | Относительный расход воздуха, $Z_{\text{в}}$ |      |     |      |     |      |     |
|  |                                    | 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

21855-01  
124

109  
124

124

Продолжение табл. II

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, $Z_{\text{воз}}$ | Число рядов трубок по ходу воздуха | Тип обвязки ТУБ по теплоносителю             |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |         |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |
|--|------------------------------------|--|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|---------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
|  |                                    | 2,4  |       |      |      |      |      |      | I    |      |      |      |       |      |      | I, 3, 5 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |
|  |                                    | Относительный расход воздуха, $Z_{\text{в}}$ |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |         |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |
|  |                                    | 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  |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |
| 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 | 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  | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 | 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  | 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 | 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 | 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 | 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 | 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 |
| <u>ТУБ на базе 2ПК с КВСБ-ПУЗ</u>                        |                                    |  |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |         |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |
| 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 | 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 | 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 | 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

10

125

110

110

125

Продолжение табл. II

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, $Z_{ном}$ | Число рядов трубок по ходу воздуха | Тип обвязки ТУБ по теплоносителю    |      |      |      |      |      |      |         |      |      |      |      |      |      |
|---|------------------------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|---------|------|------|------|------|------|------|
|   |                                    | 2,4                                 |      |      |      |      |      |      | I, 3, 5 |      |      |      |      |      |      |
|   |                                    | Относительный расход воздуха, $Z_v$ |      |      |      |      |      |      |         |      |      |      |      |      |      |
|   |                                    | 0,5                                 | 1,0  | 1,25 | 1,5  | 1,75 | 2,0  | 0,5  | 1,0     | 1,25 | 1,5  | 1,75 | 2,0  |      |      |
| 20  | 6                                  | 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

111

126

Продолжение табл. II

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, $L_{\text{ном}}$ | Число рядов трубок по ходу воздуха | Тип обвязки ТУБ по теплоносителю          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |     |     |     |     |     |
|--|------------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
|  |                                    | 2, 4                                      |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     | 1, 3, 5 |     |     |     |     |     |
|  |                                    | Относительный расход воздуха, $\bar{L}_B$ |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |     |     |     |     |     |
|  |                                    | 0,5                                       | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5     | 2,0 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 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 | 1,05 | 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 2ПК с КВББ-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

21855-01

127

112

Лист

127



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

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

| Расход<br>воз-<br>духа,<br>тыс.<br>м <sup>3</sup> /ч,<br><i>L<sub>ном</sub></i> | Число<br>рядов<br>трубок<br>по хо-<br>ду воз-<br>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  | 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 КПЦ 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

107

128

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

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, $L_{ном}$ | Число рядов трубок по ходу воздуха | 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                                       | 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

129

111

1105

129

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

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, $L_{ном}$ | Число рядов трубок по ходу воздуха | 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 |

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

115

115

130

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

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч | Число рядов труб по ходу воздуха | Тип обвязки ТУБ по теплоносителю          |      |     |      |     |      |   |     |         |     |      |     |
|--|----------------------------------|---|------|-----|------|-----|------|---|-----|---------|-----|------|-----|
|  |                                  | 2,4                                       |      |     |      | 1   |      |   |     | 1, 3, 5 |     |      |     |
| $L_{ном}$                              |                                  | 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 |

|    |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 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 КИЦ 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

116

116

131

Продолжение табл. II

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, $L_{возд}$ | Число рядов труб по ходу воздуха | Тип обвязки ТУБ по теплоносителю      |     |      |     |      |     |                                       |     |      |     |      |     |
|--|----------------------------------|---------------------------------------|-----|------|-----|------|-----|---------------------------------------|-----|------|-----|------|-----|
|  |                                  | 2,4                                   |     |      |     |      |     | I                                     |     |      |     |      |     |
|  |                                  | Относительный расход воздуха, $Z_{в}$ |     |      |     |      |     | Относительный расход воздуха, $Z_{в}$ |     |      |     |      |     |
|  |                                  | 0,5                                   | 1,0 | 1,25 | 1,5 | 1,75 | 2,0 | 0,5                                   | 1,0 | 1,25 | 1,5 | 1,75 | 2,0 |

|     |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 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 КТЦ 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

132

|              |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| Инд. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|              |                |              |

904-02.26-86

Альбом I

Продолжение табл. II

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, $L_{ном}$ | Число рядов трубок по ходу воздуха | Тип обвязки ТУБ по теплоносителю          |      |      |      |      |      |      |   |      |      |      |      |      |      |
|---|------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|------|
|   |                                    | 2,4                                       |      |      |      |      |      |      | 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

133

Продолжение табл. II

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, $L_{ном}$ | Число рядов трубок по ходу воздуха | Тип обвязки ТУБ по теплоносителю    |      |      |      |      |      |      |                                     |      |      |      |      |      |      |
|---|------------------------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|   |                                    | 2,4                                 |      |      |      |      |      |      | I                                   |      |      |      |      |      |      |
|   |                                    | Относительный расход воздуха, $L_v$ |      |      |      |      |      |      | Относительный расход воздуха, $L_v$ |      |      |      |      |      |      |
|   |                                    | 0,5                                 | 1,0  | 1,25 | 1,5  | 1,75 | 2,0  | 2,5  | 0,5                                 | 1,0  | 1,25 | 1,5  | 1,75 | 2,0  | 2,5  |
| I25   | 6                                  | 1,04                                | 0,92 | 0,92 | 0,85 | 0,82 | 0,79 | 0,73 | 1,5                                 | 1,32 | 1,17 | 1,08 | 1,0  | 0,94 | 0,88 |
|   | 9                                  | 1,56                                | 1,38 | 1,38 | 1,28 | 1,23 | 1,16 | 1,09 | 1,12                                | 1,99 | 1,76 | 1,62 | 1,5  | 1,41 | 1,32 |
|   | 12                                 | 2,08                                | 1,84 | 1,84 | 1,7  | 1,64 | 1,55 | 1,46 | 3,0                                 | 2,65 | 2,34 | 2,17 | 2,0  | 1,88 | 1,76 |
| <u>ТУБ на базе КТЦ 2А с КСк4</u>                  |                                    |                                     |      |      |      |      |      |      |                                     |      |      |      |      |      |      |
| I10   | 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  |
| I20   | 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 |
| I31,5   | 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 |
| I40   | 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

119

119

134

134

Продолжение табл. II

| Расход воздуха, тыс. м <sup>3</sup> /ч, $L_{ном}$ | Число рядов трубок по ходу воздуха | Тип обвязки ТУБ по теплоносителю      |     |      |     |      |     |                                       |     |         |     |      |     |
|---|------------------------------------|---------------------------------------|-----|------|-----|------|-----|---------------------------------------|-----|---------|-----|------|-----|
|   |                                    | 2,4                                   |     |      |     | I    |     |                                       |     | I, 3, 5 |     |      |     |
|   |                                    | Относительный расход воздуха, $L_{в}$ |     |      |     |      |     | Относительный расход воздуха, $L_{в}$ |     |         |     |      |     |
|   |                                    | 0,5                                   | 1,0 | 1,25 | 1,5 | 1,75 | 2,0 | 0,5                                   | 1,0 | 1,25    | 1,5 | 1,75 | 2,0 |

|              |     |    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------|-----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 904-02-26.86 | 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.

21855-01  
135



Альбом I

Таблица I2

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  $\theta$  ДЛЯ  
ГРУППЫ ТЕПЛООБМЕННИКОВ (ПО ХОДУ ВОЗДУХА)

| Пара-<br>метр<br>$\theta$ | 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  | 0,225 | 0,222 |
| 0,4                       | 0,323                          | 0,314 | 0,306 | 0,299 | 0,292 | 0,286 | 0,28  | 0,274 |
| 0,5                       | 0,381                          | 0,369 | 0,359 | 0,35  | 0,341 | 0,333 | 0,326 | 0,319 |
| 0,6                       | 0,431                          | 0,418 | 0,406 | 0,395 | 0,385 | 0,375 | 0,366 | 0,357 |
| 0,7                       | 0,476                          | 0,461 | 0,448 | 0,435 | 0,423 | 0,412 | 0,401 | 0,391 |
| 0,8                       | 0,517                          | 0,5   | 0,485 | 0,47  | 0,457 | 0,445 | 0,432 | 0,421 |
| 0,9                       | 0,553                          | 0,535 | 0,518 | 0,503 | 0,488 | 0,472 | 0,46  | 0,448 |
| 1,0                       | 0,586                          | 0,567 | 0,549 | 0,532 | 0,515 | 0,5   | 0,485 | 0,471 |
| 1,1                       | 0,617                          | 0,596 | 0,576 | 0,558 | 0,541 | 0,524 | 0,507 | 0,492 |
| 1,2                       | 0,644                          | 0,623 | 0,601 | 0,582 | 0,564 | 0,545 | 0,527 | 0,512 |
| 1,3                       | 0,668                          | 0,645 | 0,625 | 0,602 | 0,585 | 0,565 | 0,546 | 0,529 |
| 1,4                       | 0,691                          | 0,668 | 0,644 | 0,625 | 0,604 | 0,583 | 0,564 | 0,545 |
| 1,5                       | 0,712                          | 0,688 | 0,665 | 0,643 | 0,623 | 0,6   | 0,58  | 0,56  |
| 1,6                       | 0,731                          | 0,706 | 0,682 | 0,658 | 0,638 | 0,615 | 0,593 | 0,574 |
| 1,7                       | 0,748                          | 0,723 | 0,699 | 0,674 | 0,652 | 0,63  | 0,607 | 0,586 |
| 1,8                       | 0,764                          | 0,739 | 0,714 | 0,689 | 0,665 | 0,643 | 0,62  | 0,598 |
| 1,9                       | 0,779                          | 0,754 | 0,729 | 0,704 | 0,677 | 0,655 | 0,632 | 0,609 |
| 2,0                       | 0,793                          | 0,769 | 0,742 | 0,716 | 0,69  | 0,667 | 0,643 | 0,618 |
| 2,1                       | 0,806                          | 0,78  | 0,755 | 0,729 | 0,703 | 0,677 | 0,652 | 0,628 |
| 2,2                       | 0,818                          | 0,792 | 0,765 | 0,739 | 0,714 | 0,688 | 0,66  | 0,636 |
| 2,3                       | 0,829                          | 0,803 | 0,776 | 0,75  | 0,722 | 0,697 | 0,67  | 0,644 |
| 2,4                       | 0,839                          | 0,814 | 0,788 | 0,759 | 0,732 | 0,706 | 0,678 | 0,652 |
| 2,5                       | 0,849                          | 0,824 | 0,797 | 0,77  | 0,742 | 0,714 | 0,685 | 0,659 |
| 2,6                       | 0,858                          | 0,832 | 0,806 | 0,778 | 0,751 | 0,722 | 0,693 | 0,666 |
| 2,7                       | 0,866                          | 0,841 | 0,814 | 0,787 | 0,756 | 0,73  | 0,701 | 0,673 |
| 2,8                       | 0,875                          | 0,849 | 0,822 | 0,794 | 0,765 | 0,737 | 0,708 | 0,679 |
| 2,9                       | 0,881                          | 0,856 | 0,83  | 0,801 | 0,772 | 0,744 | 0,713 | 0,684 |
| 3,0                       | 0,888                          | 0,864 | 0,837 | 0,808 | 0,78  | 0,75  | 0,72  | 0,69  |
| 3,1                       | 0,895                          | 0,87  | 0,844 | 0,816 | 0,786 | 0,756 | 0,726 | 0,695 |
| 3,2                       | 0,901                          | 0,877 | 0,85  | 0,822 | 0,792 | 0,762 | 0,731 | 0,7   |
| 3,3                       | 0,907                          | 0,883 | 0,856 | 0,828 | 0,798 | 0,767 | 0,736 | 0,705 |
| 3,4                       | 0,912                          | 0,888 | 0,862 | 0,834 | 0,804 | 0,772 | 0,741 | 0,709 |
| 3,5                       | 0,917                          | 0,834 | 0,868 | 0,839 | 0,809 | 0,777 | 0,746 | 0,713 |

ИДВ №-пази  
Подпись и дата  
Взам. инв. №

904-02-26.86

Лист

I2I

21055-01

136

Альбом I

Продолжение табл. I2

| Пара-<br>метр<br><i>h</i> | 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).

137

21855-01

904-02-26.86

Лист  
I22

Имя и под  
Паспорт и дата  
Возм. инв. N.

Таблица 13

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  $\theta$  ДЛЯ  
ОДНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

| Параметр $\beta_0$ | 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 |

904-02.26-86 А.П. М.Т.

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

138

21855-01

904-02-26.86

Лист  
163

Продолжение табл. 13

904-02-26.86 Альбом I

| Параметр<br>$F_0$ | Отношение водяных эквивалентов |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 1,3                            | 1,4   | 1,5   | 2,0   | 2,5   | 3,0   | 3,5   | 4,0   |
| 0,3               | 0,221                          | 0,219 | 0,215 | 0,203 | 0,191 | 0,180 | 0,170 | 0,162 |
| 0,4               | 0,268                          | 0,264 | 0,261 | 0,242 | 0,225 | 0,210 | 0,195 | 0,183 |
| 0,5               | 0,308                          | 0,303 | 0,298 | 0,273 | 0,251 | 0,231 | 0,214 | 0,199 |
| 0,6               | 0,342                          | 0,335 | 0,328 | 0,298 | 0,271 | 0,248 | 0,227 | 0,209 |
| 0,7               | 0,370                          | 0,362 | 0,354 | 0,318 | 0,287 | 0,260 | 0,236 | 0,217 |
| 0,8               | 0,394                          | 0,384 | 0,375 | 0,334 | 0,299 | 0,269 | 0,244 | 0,223 |
| 0,9               | 0,415                          | 0,404 | 0,393 | 0,348 | 0,310 | 0,277 | 0,249 | 0,227 |
| 1,0               | 0,431                          | 0,420 | 0,409 | 0,360 | 0,318 | 0,283 | 0,254 | 0,230 |
| 1,1               | 0,447                          | 0,434 | 0,422 | 0,369 | 0,325 | 0,288 | 0,257 | 0,233 |
| 1,2               | 0,460                          | 0,446 | 0,433 | 0,377 | 0,330 | 0,292 | 0,260 | 0,235 |
| 1,3               | 0,471                          | 0,457 | 0,443 | 0,384 | 0,335 | 0,296 | 0,263 | 0,237 |
| 1,4               | 0,481                          | 0,466 | 0,452 | 0,390 | 0,340 | 0,298 | 0,265 | 0,238 |
| 1,5               | 0,489                          | 0,474 | 0,459 | 0,395 | 0,343 | 0,300 | 0,267 | 0,239 |
| 1,6               | 0,497                          | 0,481 | 0,466 | 0,400 | 0,346 | 0,303 | 0,268 | 0,240 |
| 1,7               | 0,503                          | 0,488 | 0,471 | 0,403 | 0,348 | 0,305 | 0,269 | 0,241 |
| 1,8               | 0,510                          | 0,493 | 0,476 | 0,406 | 0,351 | 0,306 | 0,270 | 0,241 |
| 1,9               | 0,515                          | 0,500 | 0,481 | 0,409 | 0,352 | 0,307 | 0,271 | 0,242 |
| 2,0               | 0,520                          | 0,502 | 0,484 | 0,412 | 0,354 | 0,308 | 0,271 | 0,242 |
| 2,1               | 0,523                          | 0,506 | 0,488 | 0,414 | 0,356 | 0,309 | 0,272 | 0,243 |
| 2,2               | 0,528                          | 0,509 | 0,491 | 0,416 | 0,357 | 0,310 | 0,273 | 0,243 |
| 2,3               | 0,531                          | 0,512 | 0,494 | 0,418 | 0,358 | 0,311 | 0,273 | 0,243 |
| 2,4               | 0,533                          | 0,514 | 0,496 | 0,419 | 0,359 | 0,311 | 0,273 | 0,244 |
| 2,5               | 0,536                          | 0,517 | 0,498 | 0,421 | 0,360 | 0,312 | 0,274 | 0,244 |
| 2,6               | 0,538                          | 0,519 | 0,500 | 0,422 | 0,360 | 0,312 | 0,274 | 0,244 |
| 2,7               | 0,541                          | 0,521 | 0,502 | 0,423 | 0,361 | 0,313 | 0,274 | 0,244 |
| 2,8               | 0,543                          | 0,523 | 0,504 | 0,424 | 0,362 | 0,313 | 0,275 | 0,244 |
| 2,9               | 0,544                          | 0,524 | 0,505 | 0,425 | 0,362 | 0,314 | 0,275 | 0,245 |
| 3,0               | 0,546                          | 0,526 | 0,506 | 0,426 | 0,363 | 0,314 | 0,275 | 0,245 |
| 3,1               | 0,547                          | 0,527 | 0,508 | 0,426 | 0,363 | 0,314 | 0,275 | 0,245 |
| 3,2               | 0,548                          | 0,528 | 0,509 | 0,427 | 0,364 | 0,314 | 0,275 | 0,245 |
| 3,3               | 0,550                          | 0,529 | 0,510 | 0,428 | 0,364 | 0,315 | 0,275 | 0,245 |
| 3,4               | 0,551                          | 0,530 | 0,510 | 0,428 | 0,364 | 0,315 | 0,276 | 0,245 |
| 3,5               | 0,551                          | 0,531 | 0,511 | 0,429 | 0,365 | 0,315 | 0,276 | 0,245 |

Примечание. Данные табл. 13 используются при установке в ТУБ одного или группы теплообменников по фронту и только одного теплообменника по глубине (по ходу воздуха).

139

21855-01

ИВВ М. подл. Подпись и дата. Выходимый №

Таблица I4

ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\xi_k, \xi_\theta, \xi_{005}$   
ПРИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ ВОДЕ

| $\omega, \text{ м/сек}$ | Поправочный коэффициент, $\xi$ | $(\nu\rho)_{\text{пр}} = 2 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ |      |      |      |      | $(\nu\rho)_{\text{пр}} = 4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ |      |      |      |
|-------------------------|--------------------------------|--|------|------|------|------|--|------|------|------|
|                         |                                | средняя температура воздуха, $t_s^\circ, \text{ }^\circ\text{C}$   |      |      |      |      |  |      |      |      |
|                         |                                | 7  | 20   | 40   | 60   | 80   | 100  | 7    | 20   | 40   |
| 0,2                     | $\xi_k$                        | 1,36   | 1,48 | 1,57 | 1,62 | 1,66 | 1,69   | 1,64 | 1,78 | 1,88 |
|                         | $\xi_\theta$                   | 1,11   | 1,15 | 1,17 | 1,18 | 1,19 | 1,2  | 1,19 | 1,22 | 1,25 |
|                         | $\xi_{005}$                    | 1,15   | 1,21 | 1,24 | 1,26 | 1,27 | 1,29   | 1,27 | 1,32 | 1,36 |
| 0,5                     | $\xi_k$                        | 1,36   | 1,48 | 1,57 | 1,62 | 1,66 | 1,69   | 1,56 | 1,69 | 1,8  |
|                         | $\xi_\theta$                   | 1,11   | 1,15 | 1,17 | 1,18 | 1,19 | 1,2  | 1,17 | 1,2  | 1,23 |
|                         | $\xi_{005}$                    | 1,15   | 1,21 | 1,24 | 1,26 | 1,27 | 1,29   | 1,24 | 1,29 | 1,33 |
| 1,0                     | $\xi_k$                        | 1,05   | 1,14 | 1,21 | 1,25 | 1,28 | 1,31   | 1,12 | 1,22 | 1,29 |
|                         | $\xi_\theta$                   | 1,02   | 1,05 | 1,07 | 1,08 | 1,09 | 1,1  | 1,04 | 1,07 | 1,09 |
|                         | $\xi_{005}$                    | 1,02   | 1,07 | 1,1  | 1,11 | 1,12 | 1,14   | 1,05 | 1,1  | 1,13 |
| 1,5                     | $\xi_k$                        | 1,01   | 1,1  | 1,17 | 1,2  | 1,23 | 1,26   | 1,05 | 1,14 | 1,21 |
|                         | $\xi_\theta$                   | 1,0  | 1,03 | 1,06 | 1,07 | 1,08 | 1,08   | 1,02 | 1,05 | 1,07 |
|                         | $\xi_{005}$                    | 1,01   | 1,05 | 1,08 | 1,09 | 1,1  | 1,11   | 1,03 | 1,07 | 1,09 |
| 2,0                     | $\xi_k$                        | 1,0  | 1,09 | 1,16 | 1,19 | 1,22 | 1,25   | 1,03 | 1,12 | 1,18 |
|                         | $\xi_\theta$                   | 1,0  | 1,03 | 1,05 | 1,06 | 1,07 | 1,08   | 1,01 | 1,04 | 1,06 |
|                         | $\xi_{005}$                    | 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 Альбом I

ВНЕШНЕ-СРЕДНЕ-ТЕПЛОТОВАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

Продолжение табл. I4

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

Примечание:  $t_a^{\circ}$  определяется по формуле (8.6)

141

21855-01

904-02-26.86

120

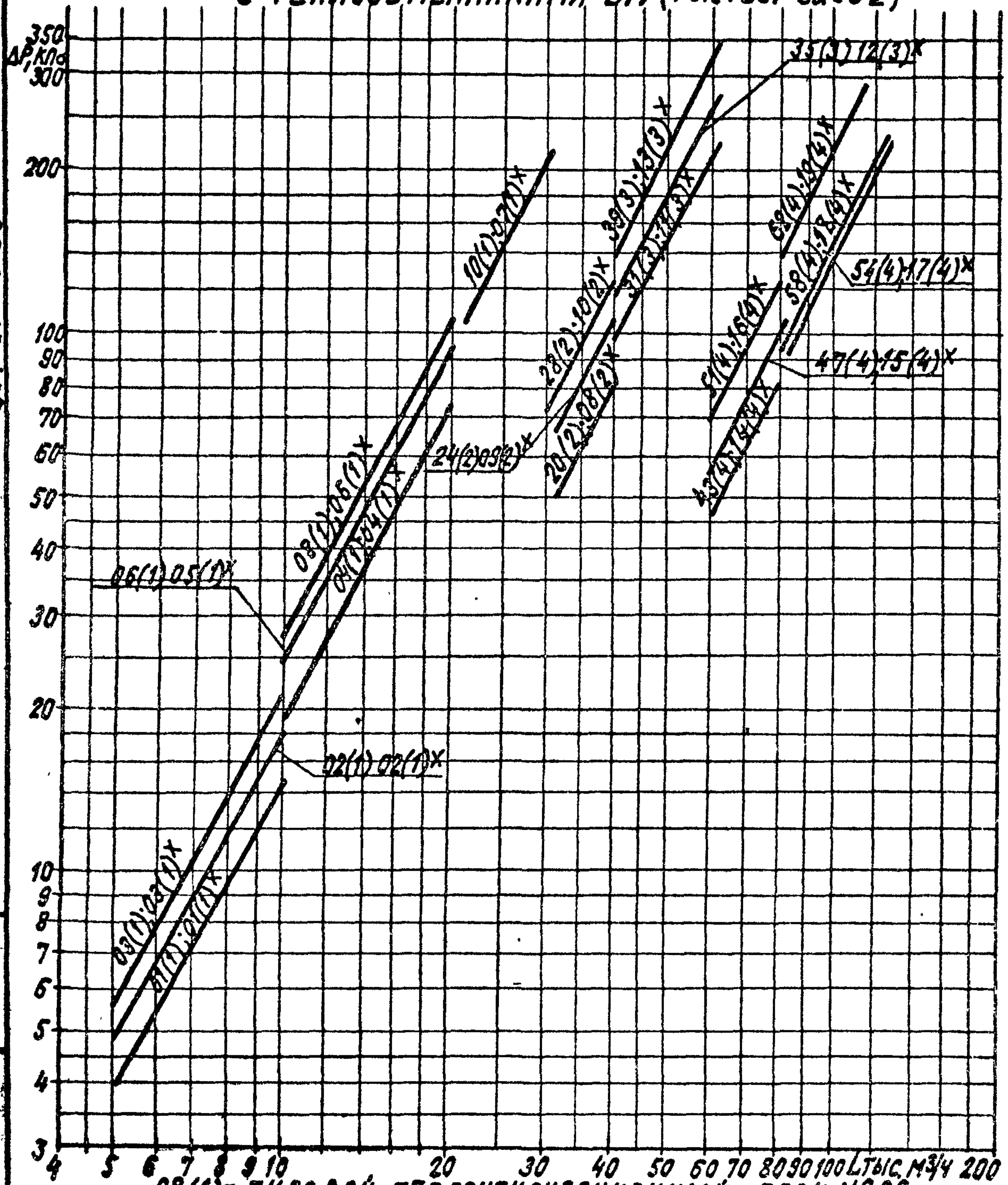
904-02.26-86 АЛБООМ I

И.В.А. - дата подписи и дата ввоза в А.К.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3  
ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ  
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А  
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ВН (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)

Альбом 1

904-02-26.86



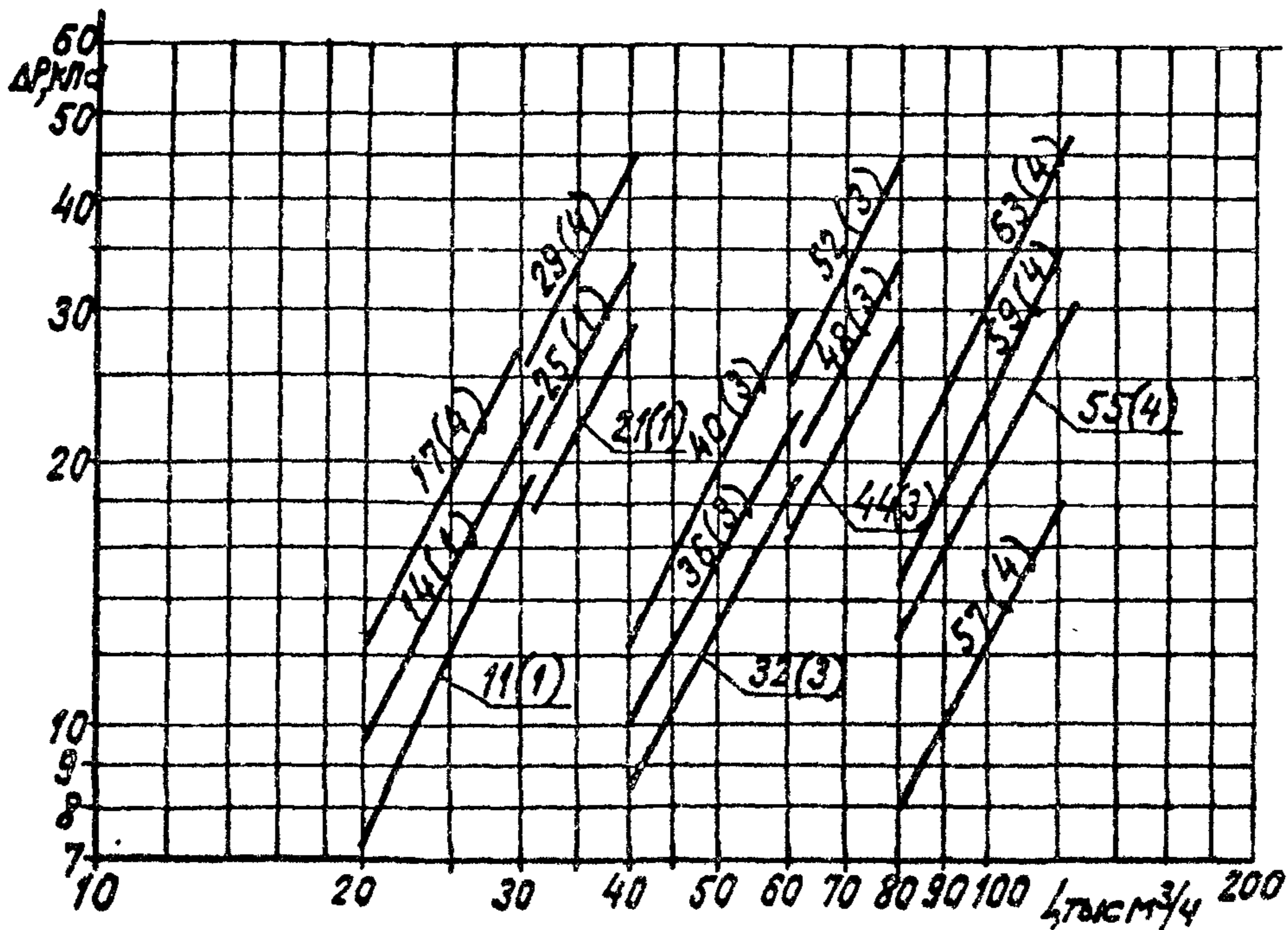
Имя, № докум. Подпись и дата Взам. инв. №

08(1) - ТЕПЛОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК № 08,  
СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1.  
06(1) - ОБОЗНАЧЕНИЕ НОМЕРА ТУБ НА БАЗЕ КОНДИЦИОНЕРА-УТИЛИЗАТОРА  
Рис. 1 21855-01

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А  
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-03 И ТП-04  
 (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)

Альбом 1

904-02-26.86



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

Рис. 2

143

21855-01

Имя, Подпись и Дата

ВЗАМ. ИИВ.Н

904-02-26.86

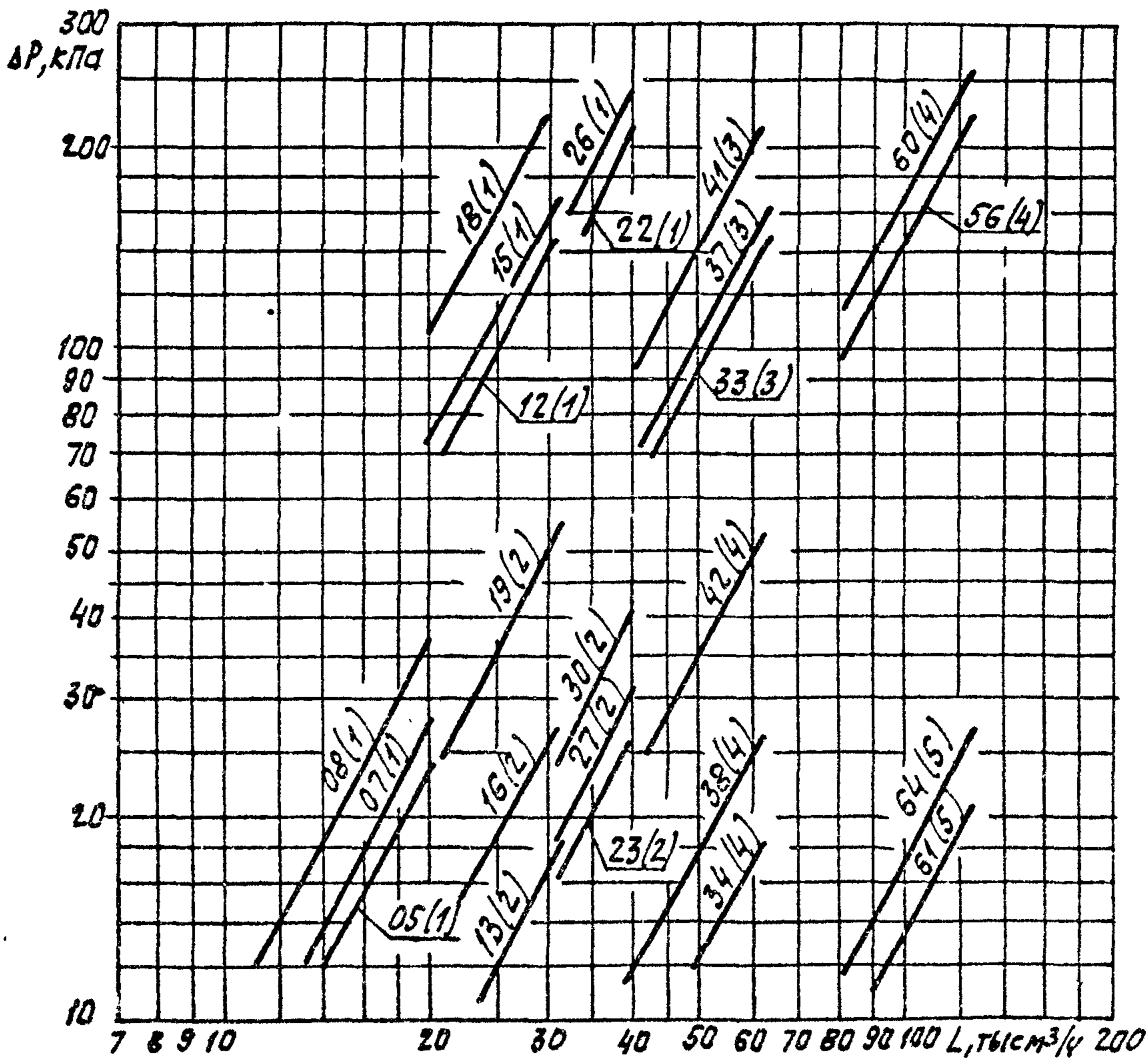
Лист  
128



ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТУ, 2А  
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСК 3 И КСК 4  
 (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)

АЛБСМ

904-02-26.86



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

Рис. 3

144

21855-01

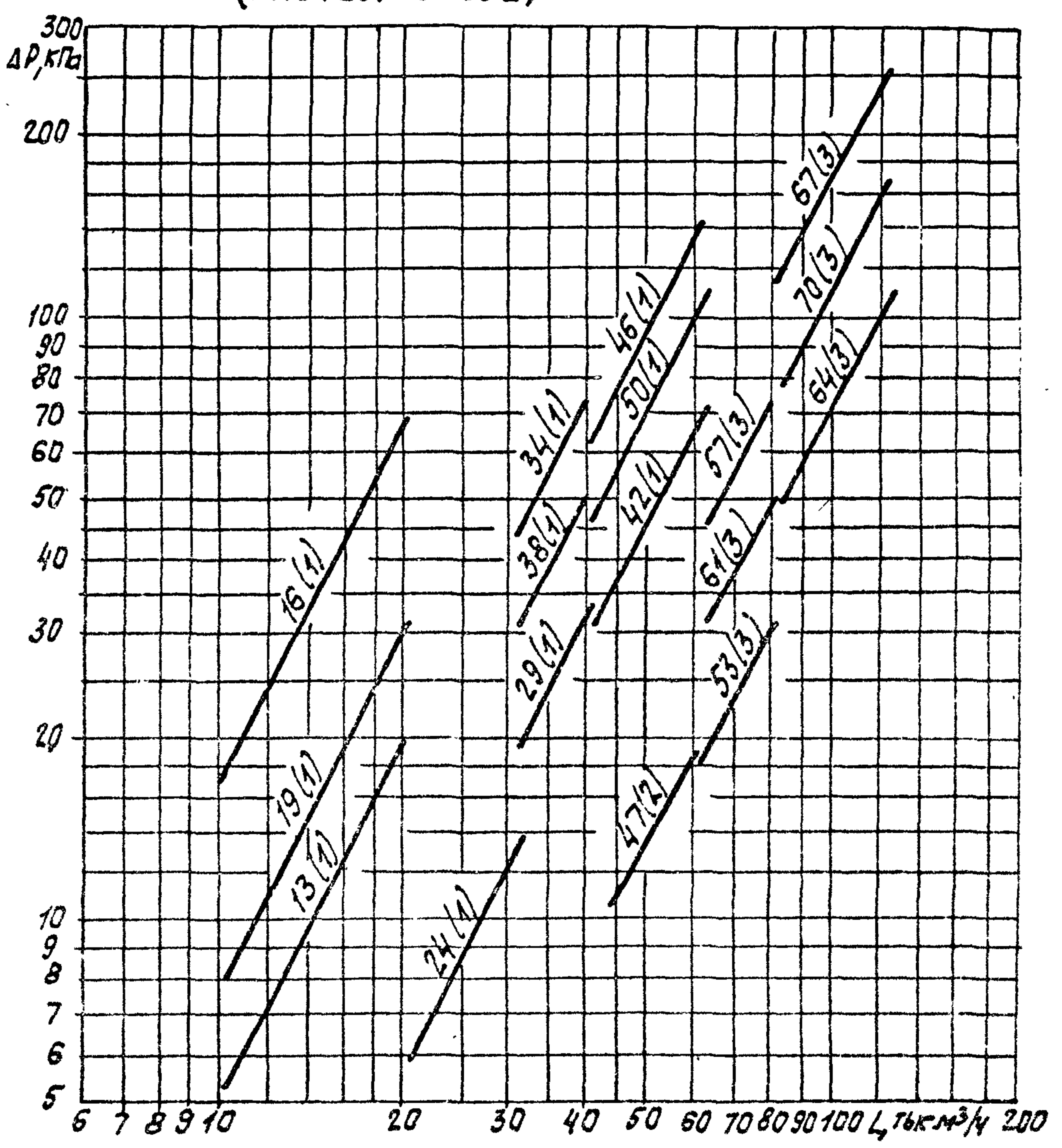
|             |                |                   |
|-------------|----------------|-------------------|
| ИМЬ И ПОДП. | ПОДПИСЬ И ДАТА | ВЗАМ. ИМЬ И ПОДП. |
|             |                |                   |

904-02-26.86

Лист 129

### ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ГК С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-03 И ТП-04 (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)

904-02-26.86 Дядьком 1



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

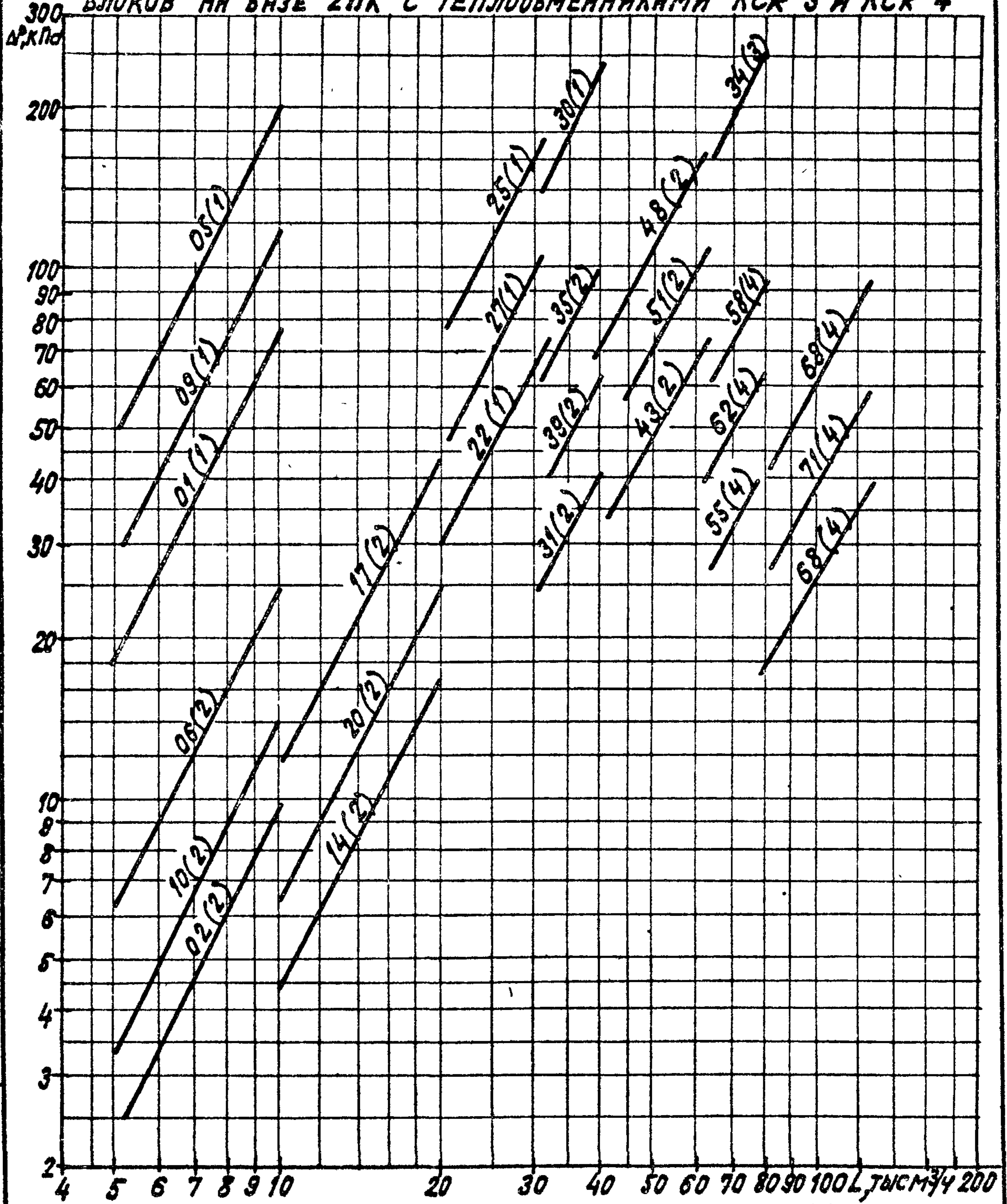
Рис. 4

21855-01

Имя, инициалы, подпись и дата  
ВЗАН. ИИЭ.М.

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

904-02-26.86 Альбом



05(1)- ТЕПЛОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК N 05, СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1 (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)

Рис. 5

21855-01 146

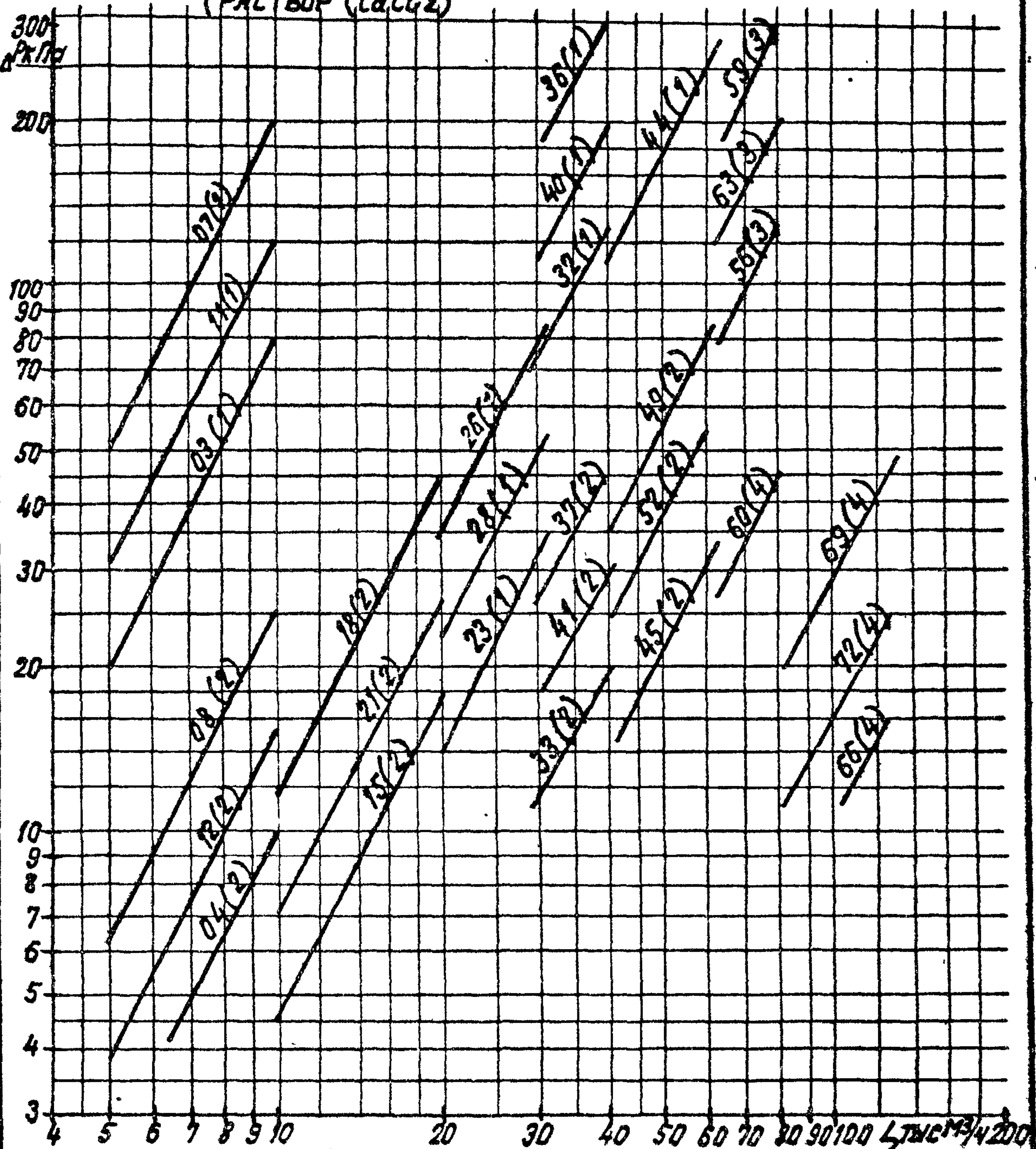
ИМ. НАСЛ. ПОДПИСЬ И ДАТА ВЗАМ. ИЛИ

904-02-26.86

Лист 131

904-02-26.86 Альбом I

### ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ЛК С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КВСБ-ЛУЗ И КВББ-ЛУЗ (РАСТВОР (CaCl<sub>2</sub>))



И.В. Подольский и Д.А. Вязьмин

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

147

Рис. 6

21855-01

904-02-26.86

Лист 132

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ПО ВОЗДУХУ В ОДНОМ ТЕПЛОБМЕННИКЕ

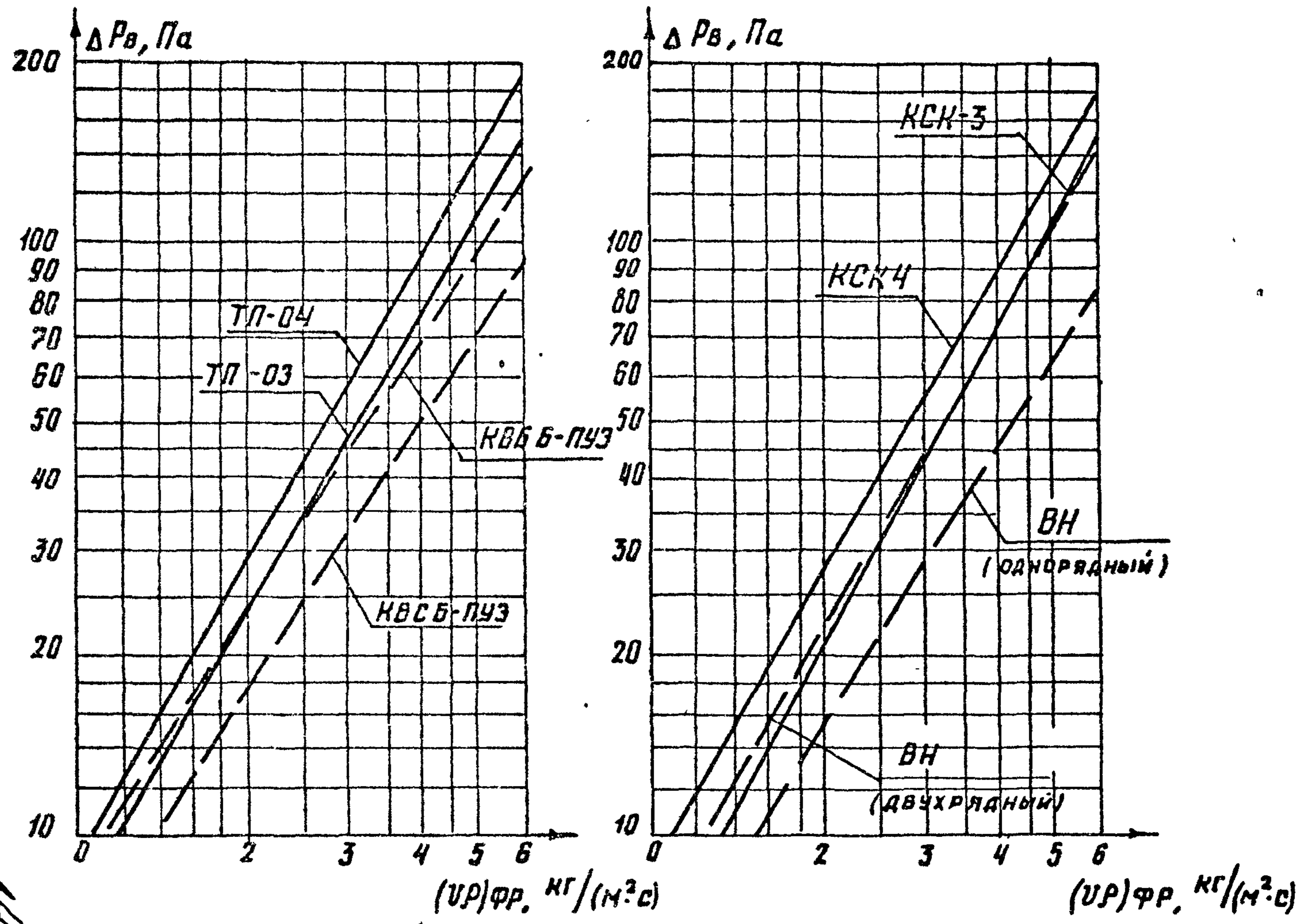


Рис. 7

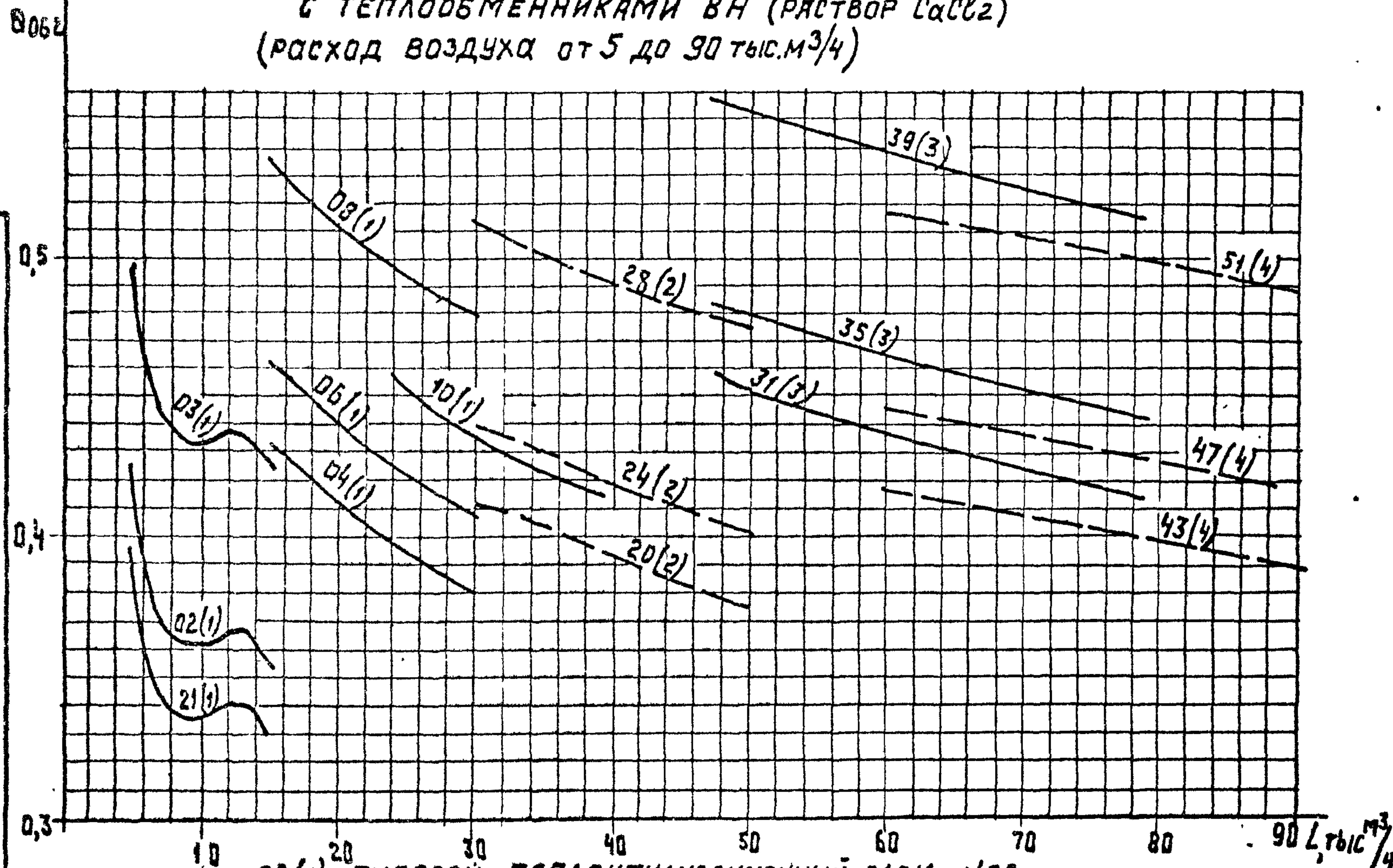
904-02-26.86

Э1855-01

14B

Лист 133

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А  
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ВН (РАСТВОР  $CaCl_2$ )  
 (РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 5 ДО 90 ТЫС.М<sup>3</sup>/Ч)



904-02-26.86

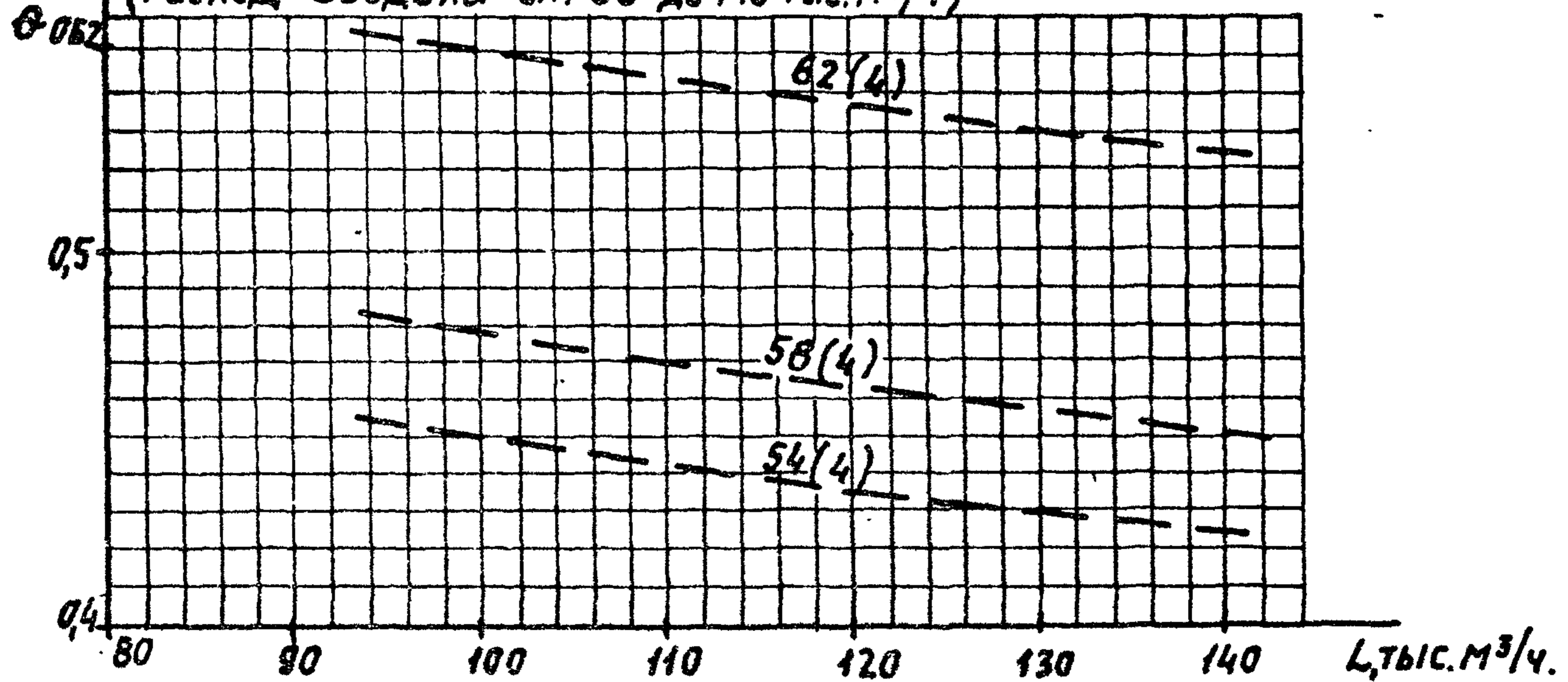
02(1) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК NO2,  
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1  
 РИС. 8

Лист 134

21.855-01  
 149

149

**ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А  
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ВН (РАСТВОР СаС<sub>2</sub>)  
 (РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 90 ДО 140 ТЫС. М<sup>3</sup>/Ч)**



43(4) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК №43,  
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ. ТИП 4

Рис. 9

904-02-26.86

21855-01

150

135

Лист

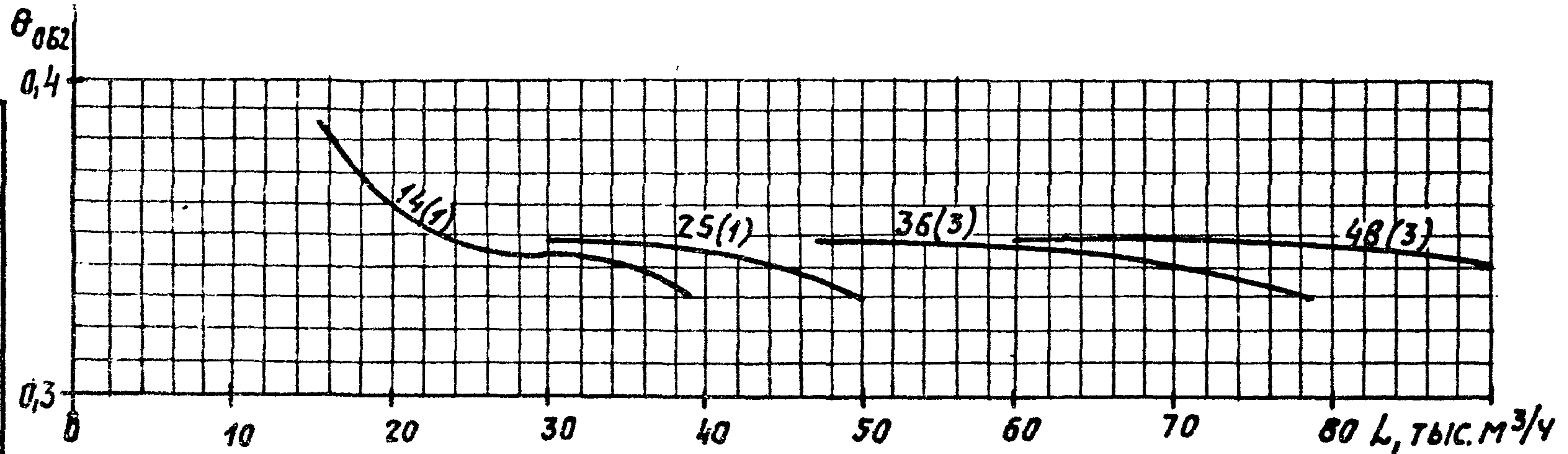
150

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

904-02-26.86

Альбом 1

**ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А  
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-03 (раствор CaCl<sub>2</sub>)  
 (расход воздуха от 20 до 90 тыс. м<sup>3</sup>/ч)**



14(1) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК №14,  
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП I

904-02-26.86

21855-01

151

Рис. 10

Лист  
136

151



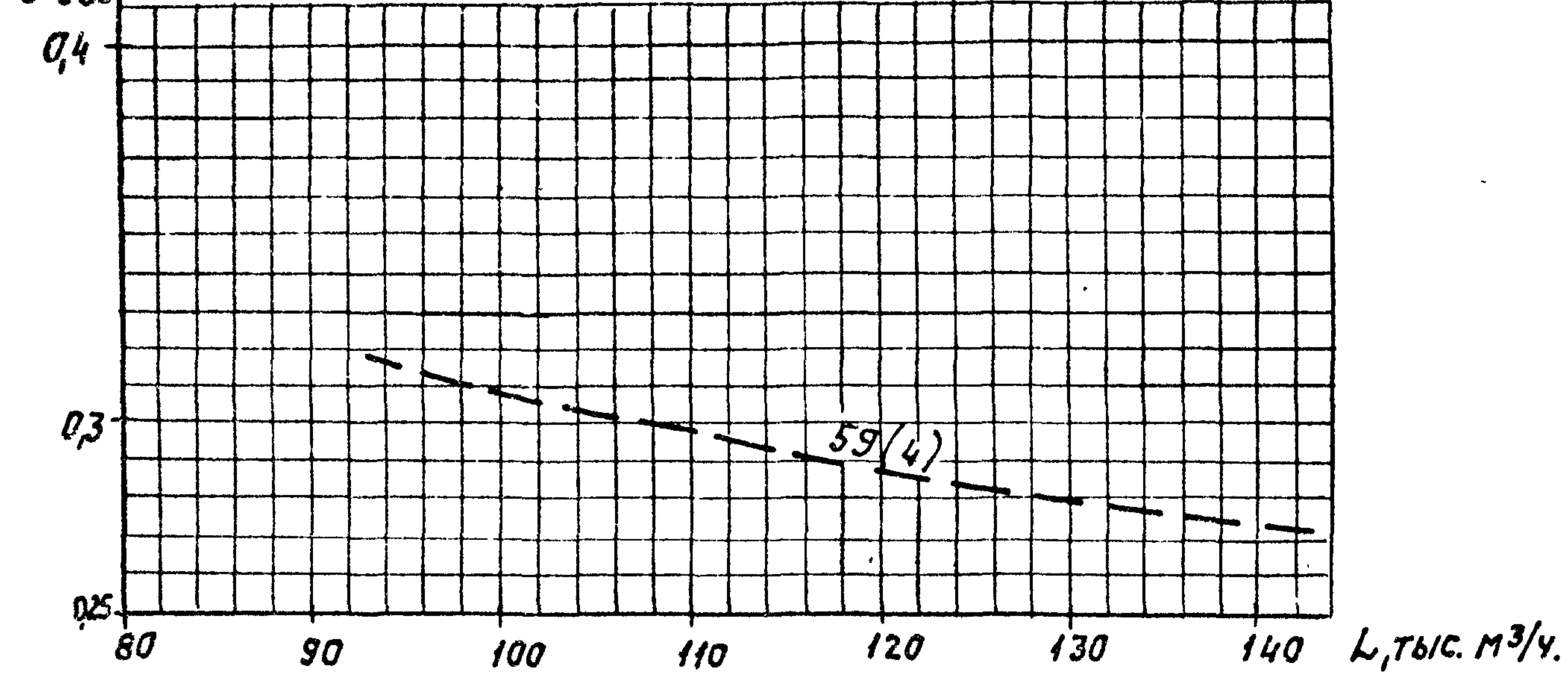
|              |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|              |                |              |

904-02-26.86

Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ ЗА  
 С ТЕПЛОБМЕННИКАМИ ТП-03 (раствор  $\text{CaCl}_2$ )

$\theta_{062}$  (расход воздуха от 90 до 140 тыс. м<sup>3</sup>/ч)



59(4) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК №59,  
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 4.

Рис. 11

904-02-26.86

21855-01

152

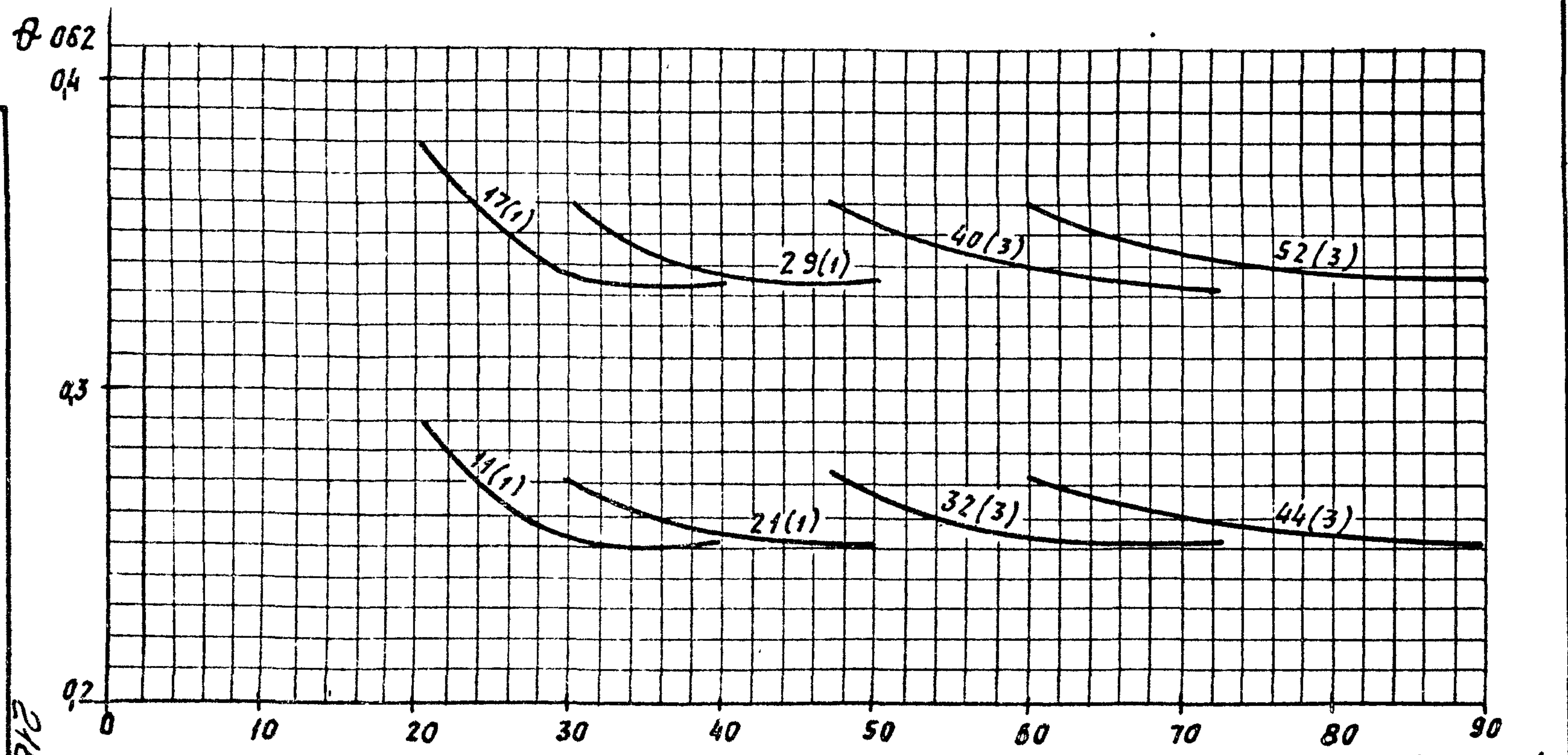
137

|              |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| Инд. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|              |                |              |

904-02-26.86

Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ ЗА  
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-04 (РАСТВОР  $CaCl_2$ )  
 (РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 20 ДО 90 ТЫС. М<sup>3</sup>/Ч)



17(1)- ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК №17,  
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП I

Рис. 12

904-02-26.86

21855-01

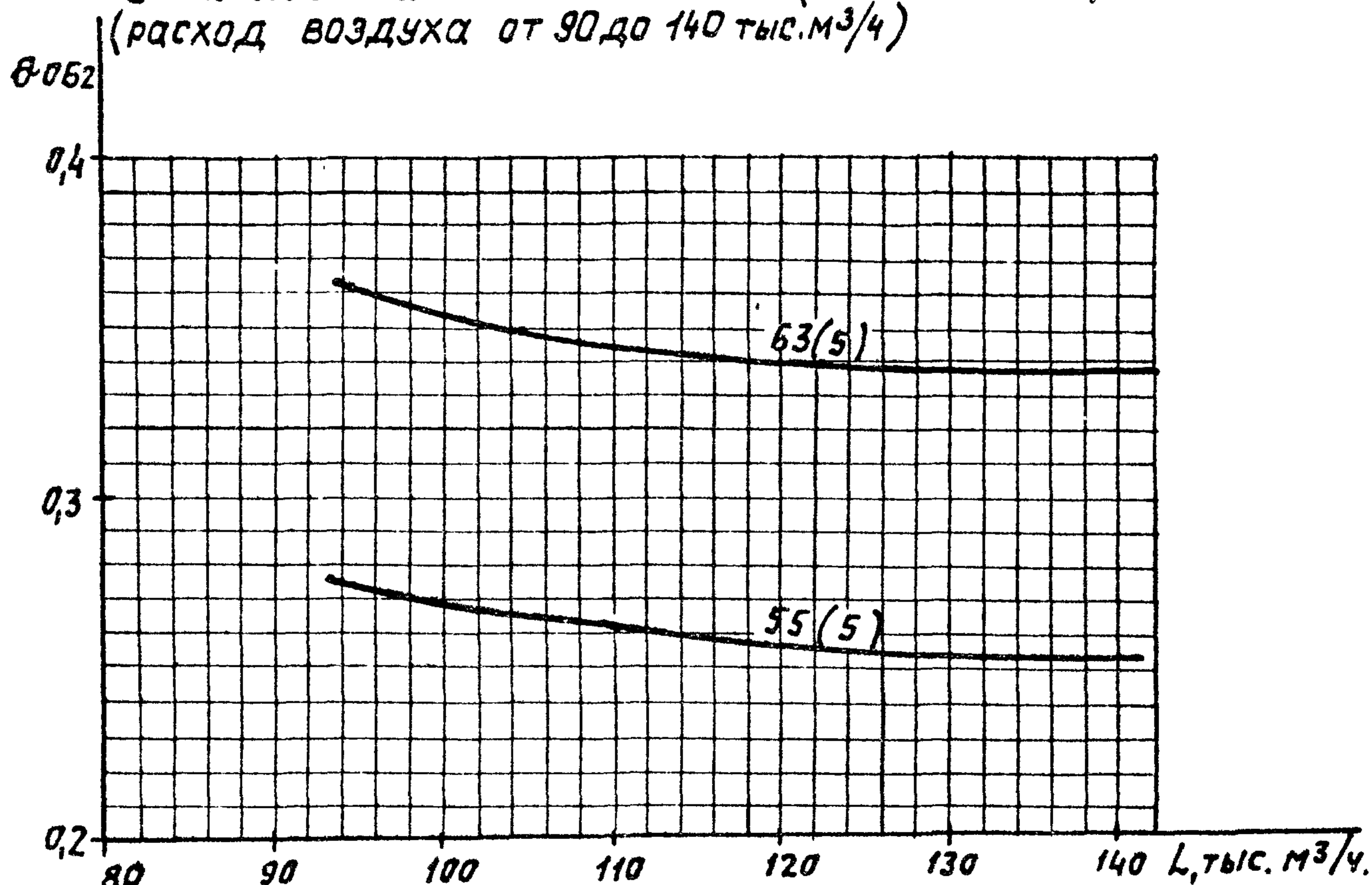
153

138

Лист

153

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ ЗА  
 С ТЕПЛОБМЕННИКАМИ ТП-04 (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)  
 (РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 90 ДО 140 ТЫС. М<sup>3</sup>/Ч)



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

Рис. 13

904-02-26.86

21855-01

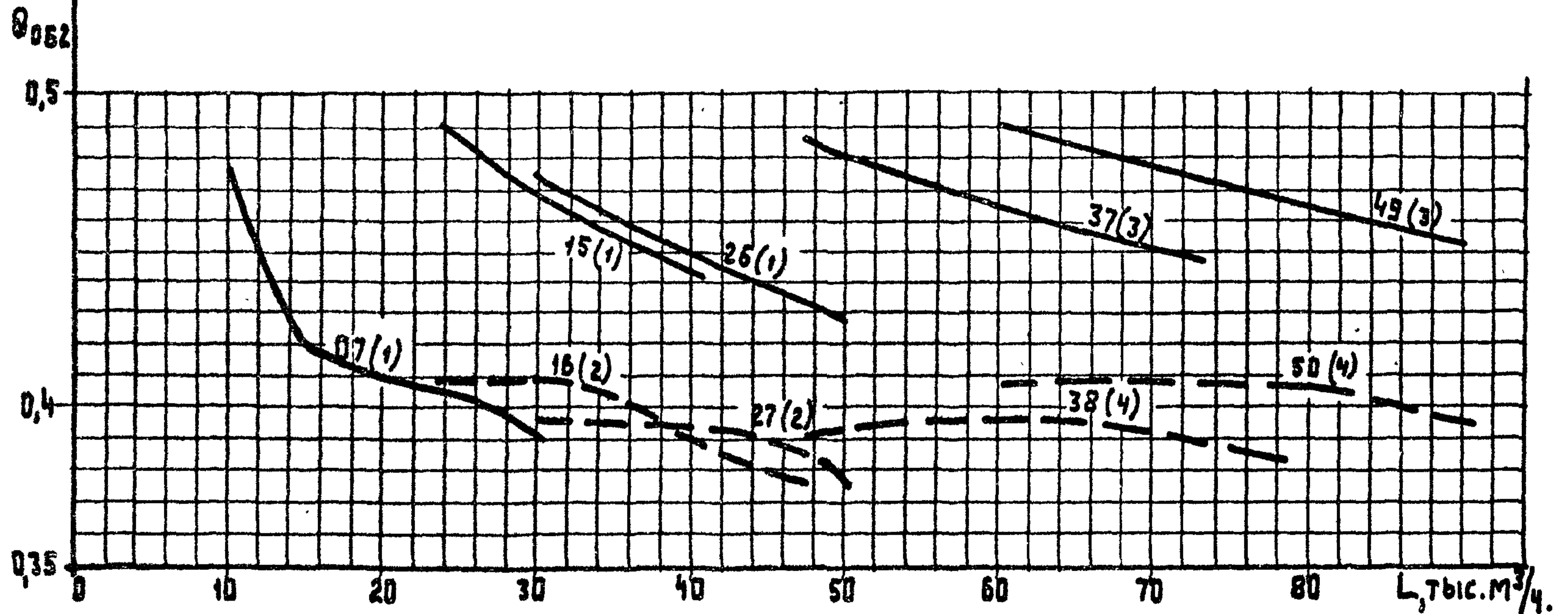
154

| №№ и подл. | Подпись и дата | Взят. инв. № |
|------------|----------------|--------------|
|            |                |              |

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. М<sup>3</sup>/Ч)



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

Рис. 14

904-02-26.86

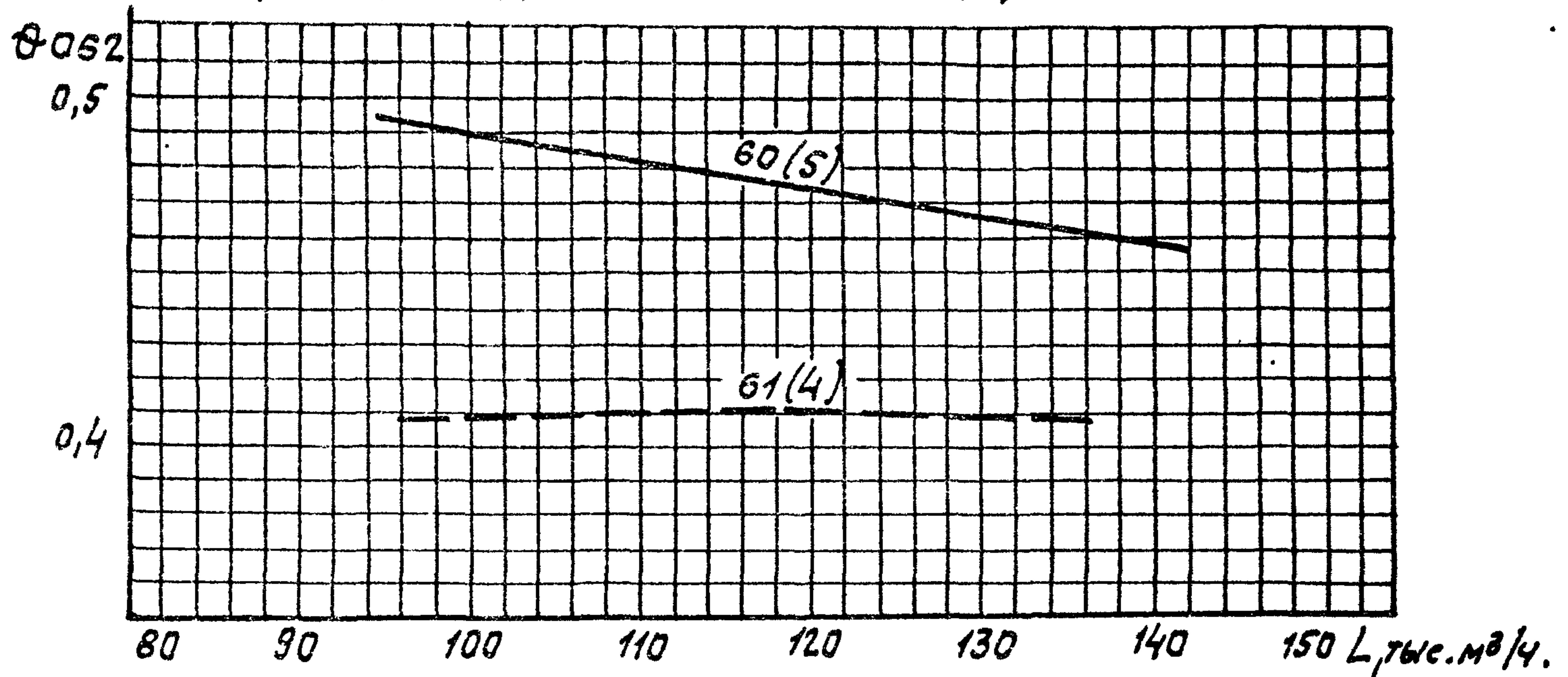
21855-01

155

140  
 лист

155

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ 2А  
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСК 3 (РАСТВОР  $CaCl_2$ )  
(РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 90 ДО 140 ТЫС.  $m^3/ч$ )



38(4) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК № 38,  
СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 4

Рис. 15

904-02-26.86

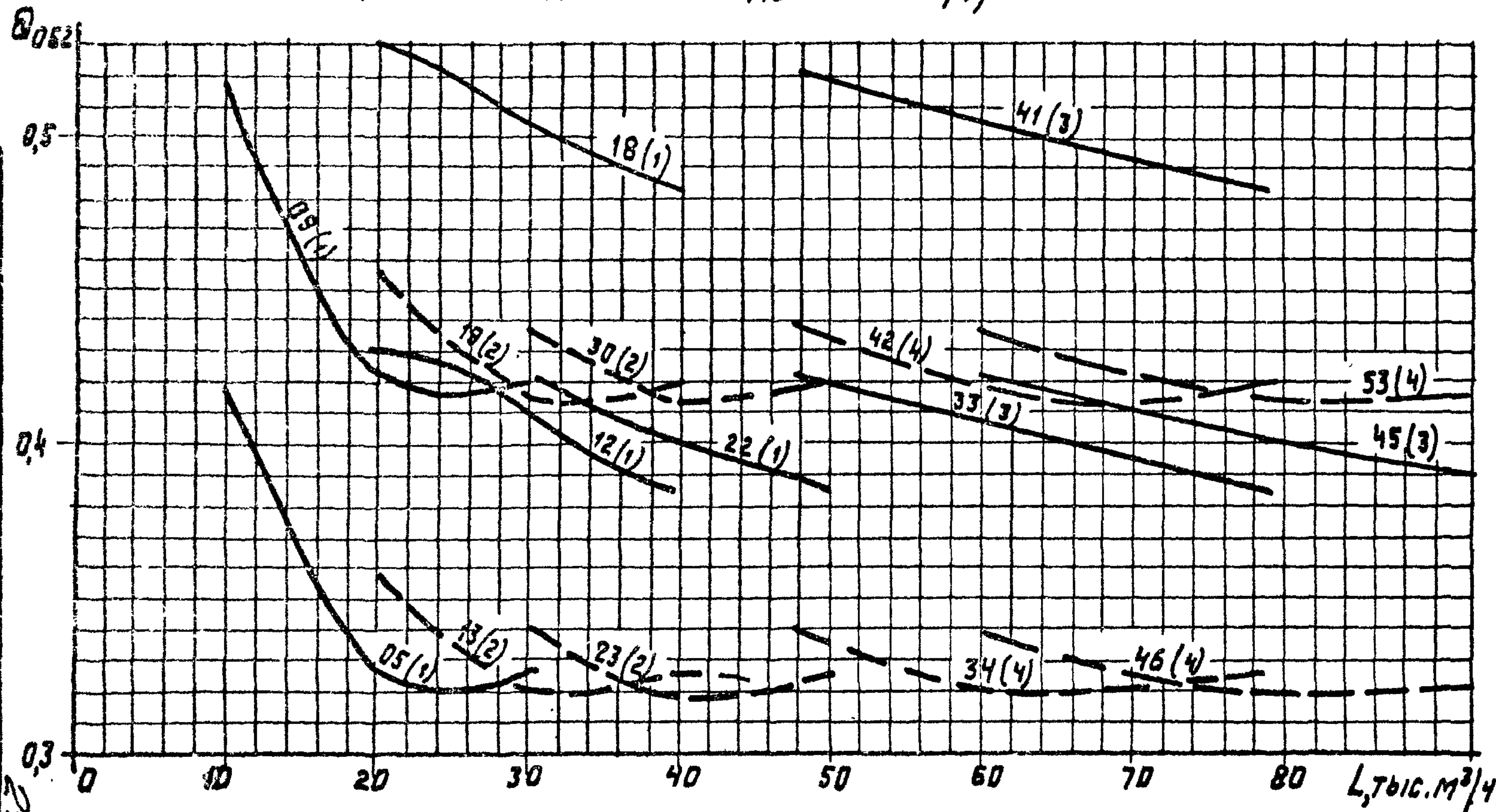
21855-01

156

141

Лист

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.  $M^3/Ч$ )



05 (1) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК N 5,  
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 1

Рис. 16

904-02-26.86

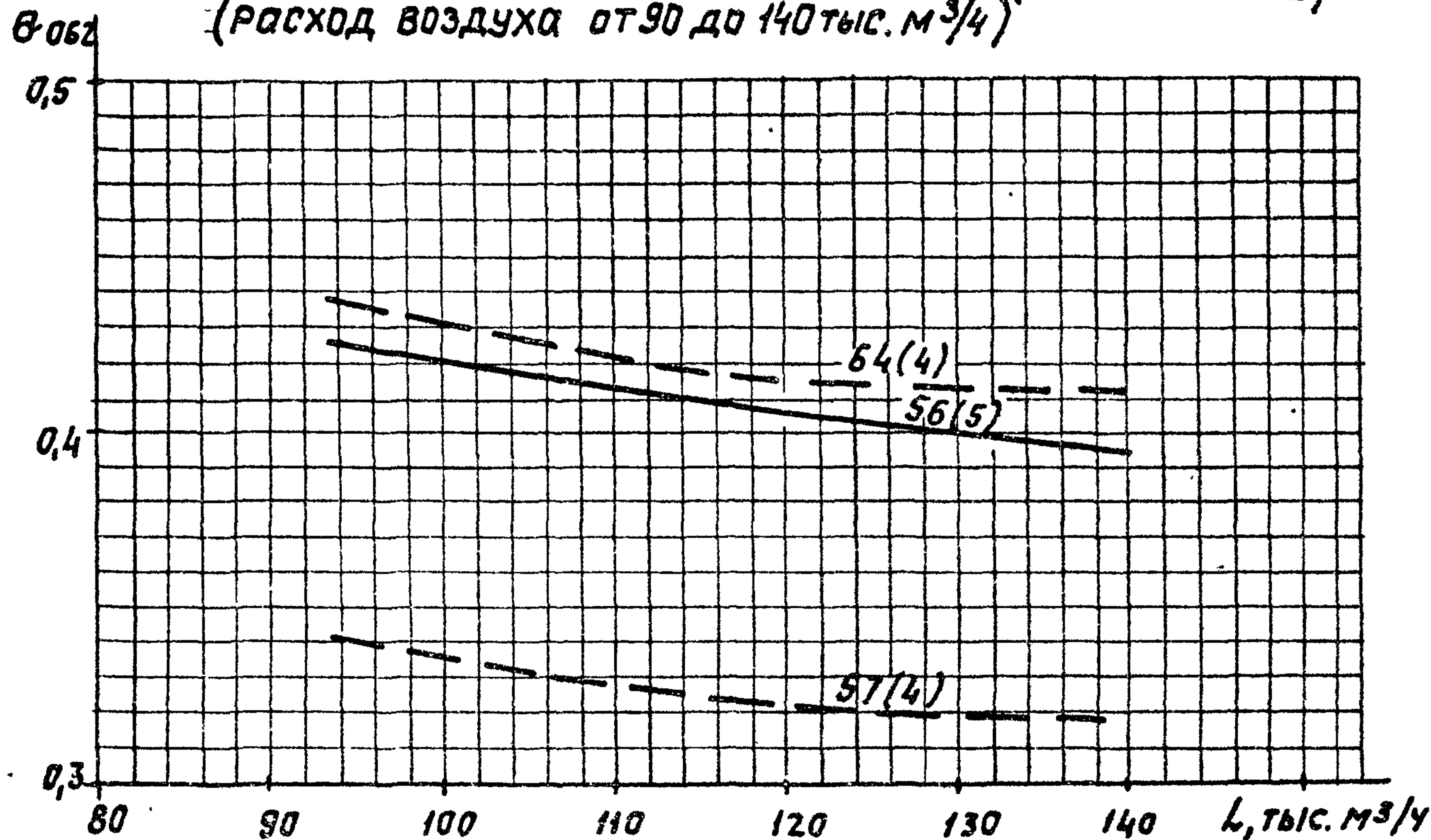
21855.01

157

ИИСТ  
 142

157

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ КТЦ ЗА  
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСК 4 (раствор  $\text{CaCl}_2$ )  
 (расход воздуха от 90 до 140 тыс.  $\text{м}^3/\text{ч}$ )



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

Рис. 17

904-02-26.86

21855-01

Лист 143

158

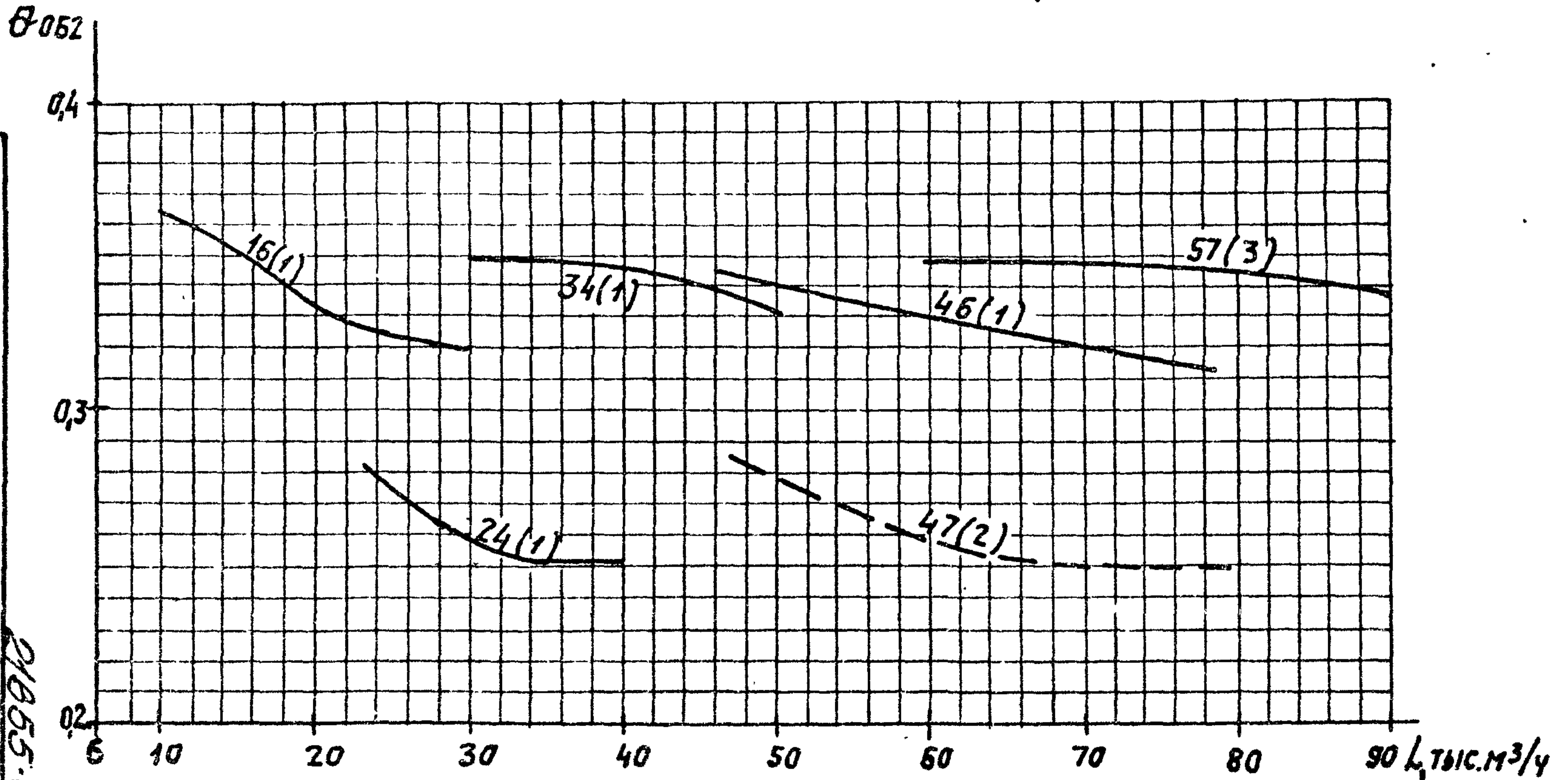
158

|              |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| 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 ТП-03 (РАСТВОР  $CaCl_2$ )  
 (расход воздуха от 10 до 90 тыс. м<sup>3</sup>/ч)**



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

904-02-26.86

21855.01

159

144 лист

159

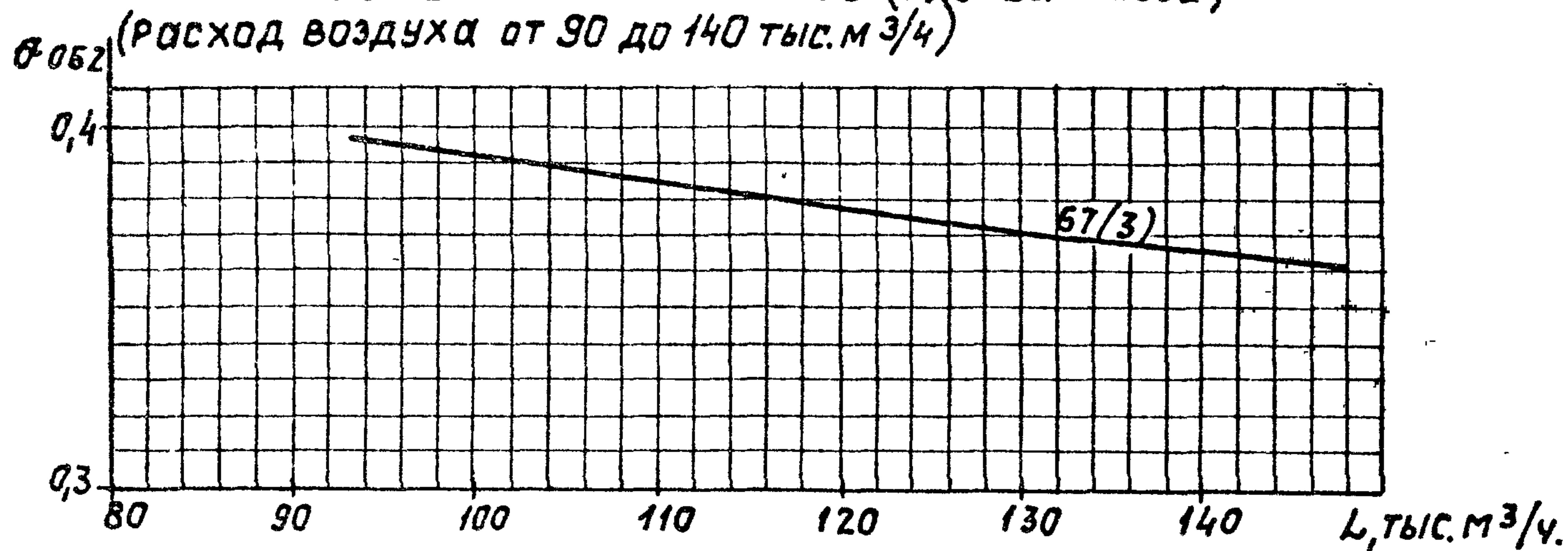


|            |                |              |
|------------|----------------|--------------|
| № В. Подл. | Подпись и дата | Взял. инв. № |
|            |                |              |

904-02-26.86

Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ ЗПК  
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-03 (раствор CaCl<sub>2</sub>)  
 (расход воздуха от 90 до 140 тыс. м<sup>3</sup>/ч)



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

Рис. 19

904-02-26.86

21855-01

160

Лист

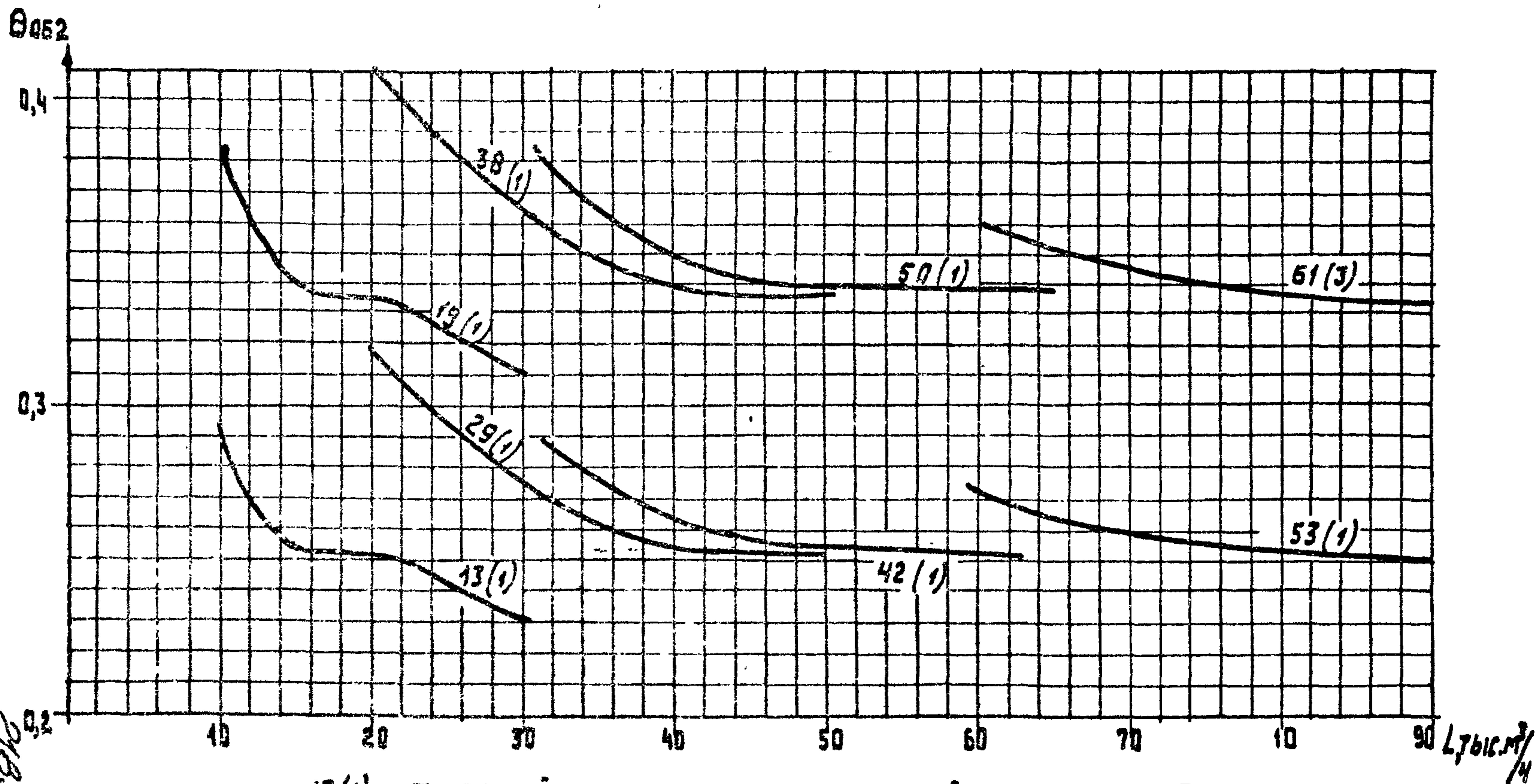
145

160

|           |                |              |
|-----------|----------------|--------------|
| ИНВ НОДДА | Подпись и дата | ВРАМЕН ИНВ.Н |
|           |                |              |

904-02-26.86 Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК  
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-04 (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)  
 (РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 10 ДО 90 ТЫС. М<sup>3</sup>/Ч)



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

Рис. 20

904-02-26.86

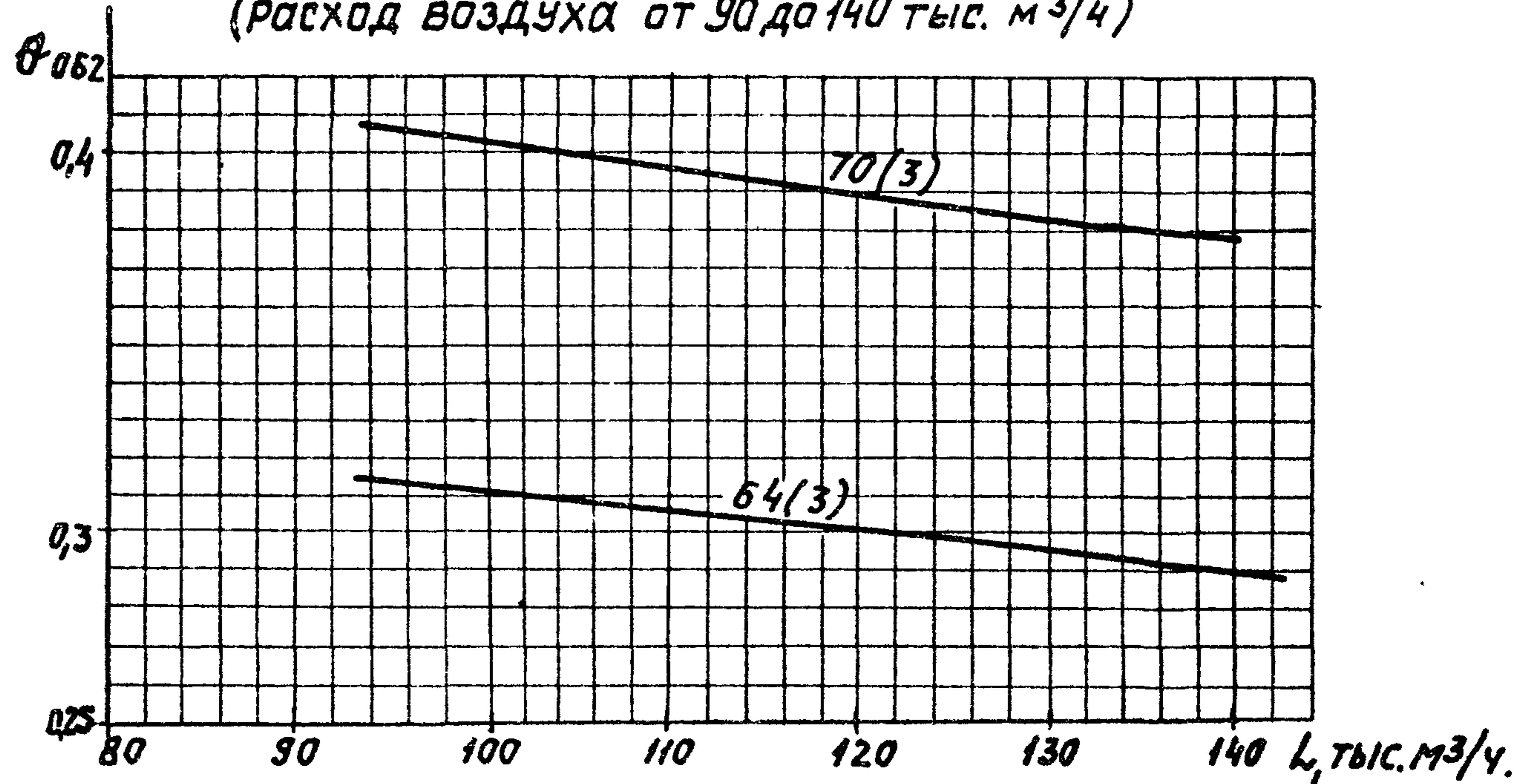
21855-01

161

146 АИСТ

161

**ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК  
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ ТП-04 (РАСТВОР  $CaCl_2$ )  
 (РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 90 ДО 140 ТЫС.  $m^3/ч$ )**



70(3) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК №10,  
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 3.

Рис. 21

904-02-26.86

21855-01

162

Лист  
149

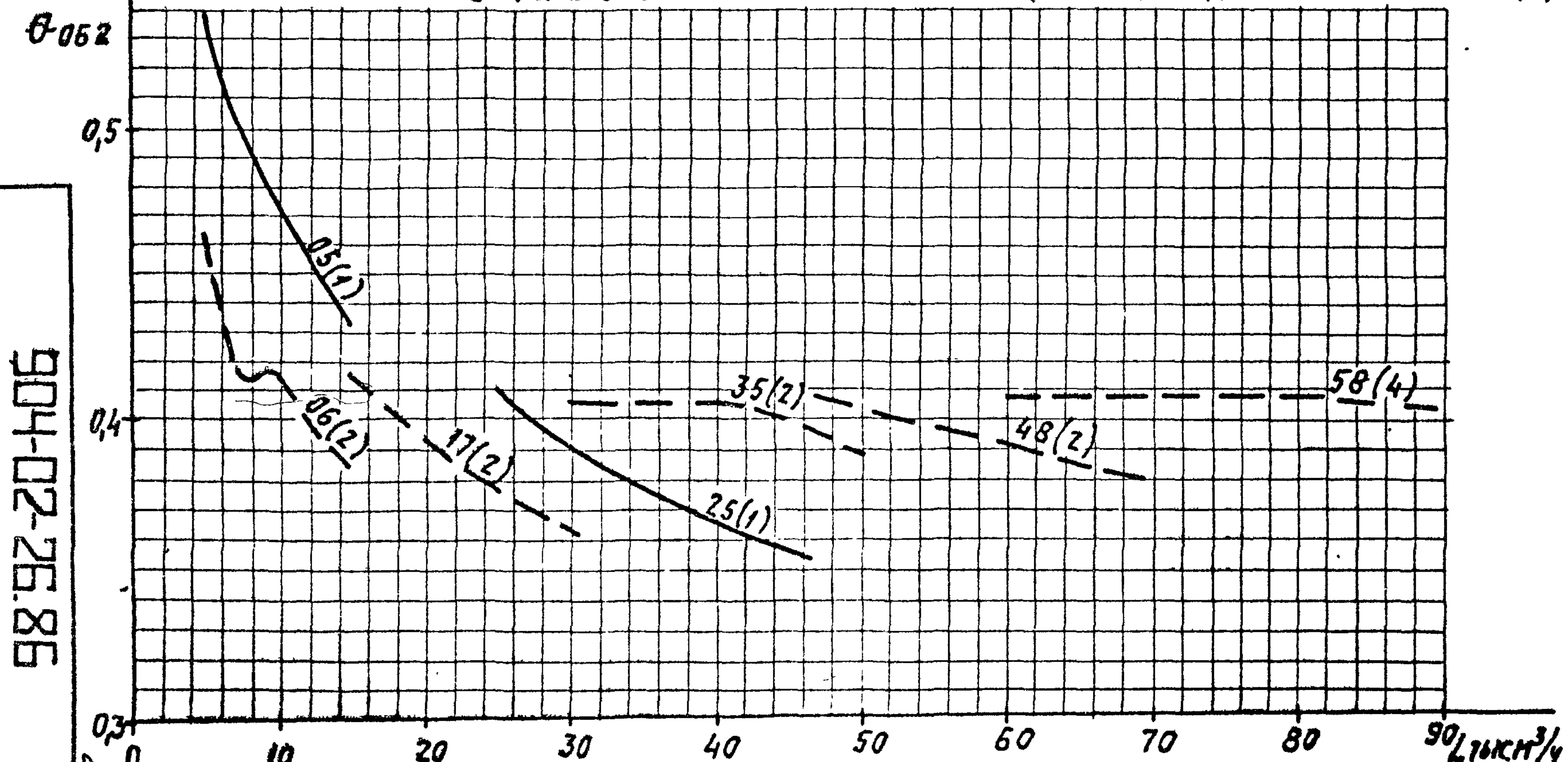
162

|             |                |              |
|-------------|----------------|--------------|
| Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взял. инв. № |
|             |                |              |

904-02-26.86

Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК  
 С ТЕПЛОБМЕННИКАМИ КСК 3 (расход воздуха от 5 до 90 тыс. м<sup>3</sup>/ч)



06(2) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК №06,  
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП. 2  
 (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)

Рис. 22

904-02-26.86

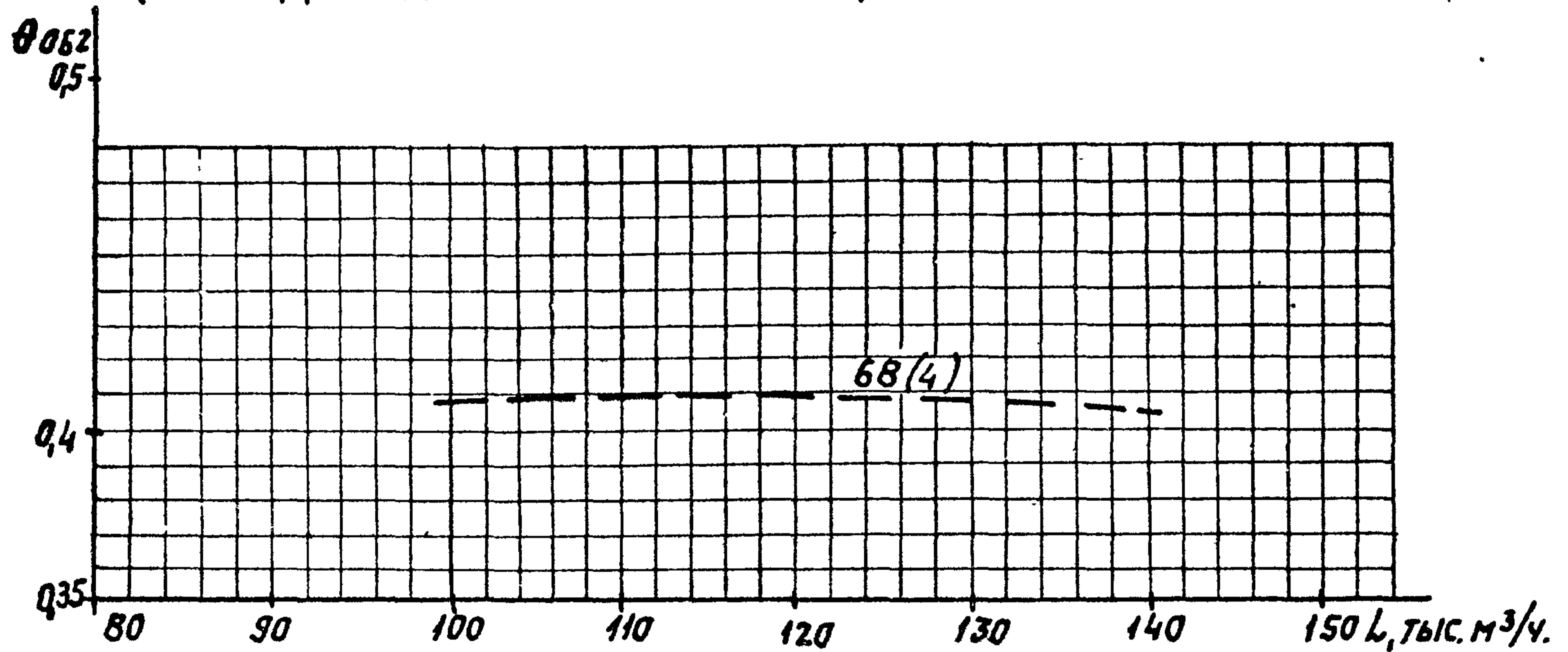
21855-01

163

148

163

**ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ЛК  
С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСКЗ (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)  
(РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 90 ДО 140 ТЫС. М<sup>3</sup>/Ч)**



**58(4) – ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК N 58,  
СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ . ТИП 4**

**Рис. 23**

904-02-26.86

21855-01

164

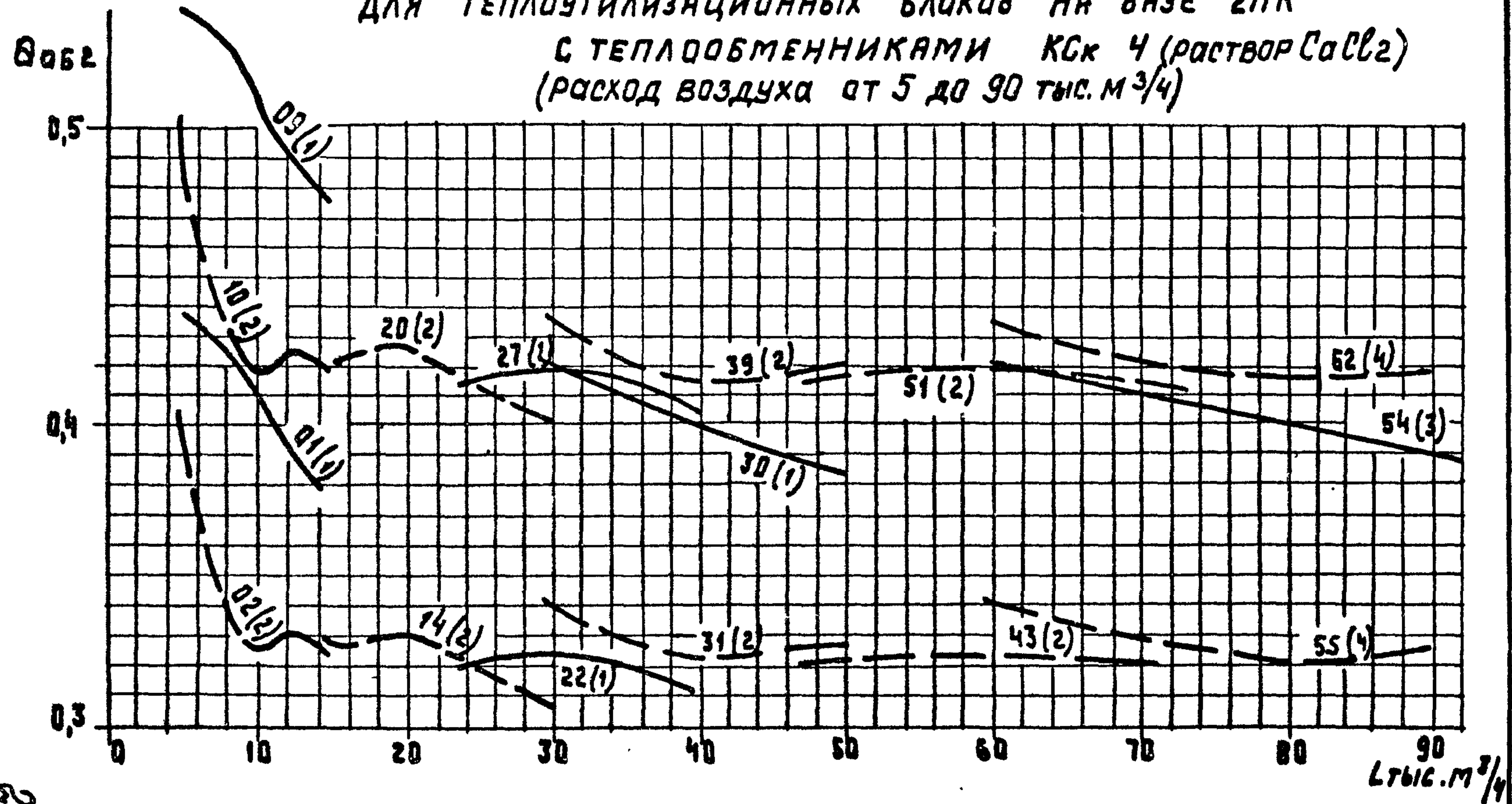
Лист  
149

164

|              |              |             |
|--------------|--------------|-------------|
| ИНВ. № подл. | ПОДП. И ДАТА | ВЗЯТ ИНВ. № |
|              |              |             |

904-02-26.86 Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК  
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСк 4 (раствор CaCl<sub>2</sub>)  
 (РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 5 ДО 90 ТЫС. М<sup>3</sup>/Ч)



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

Рис. 24

904-02-26.86

21855-01

165

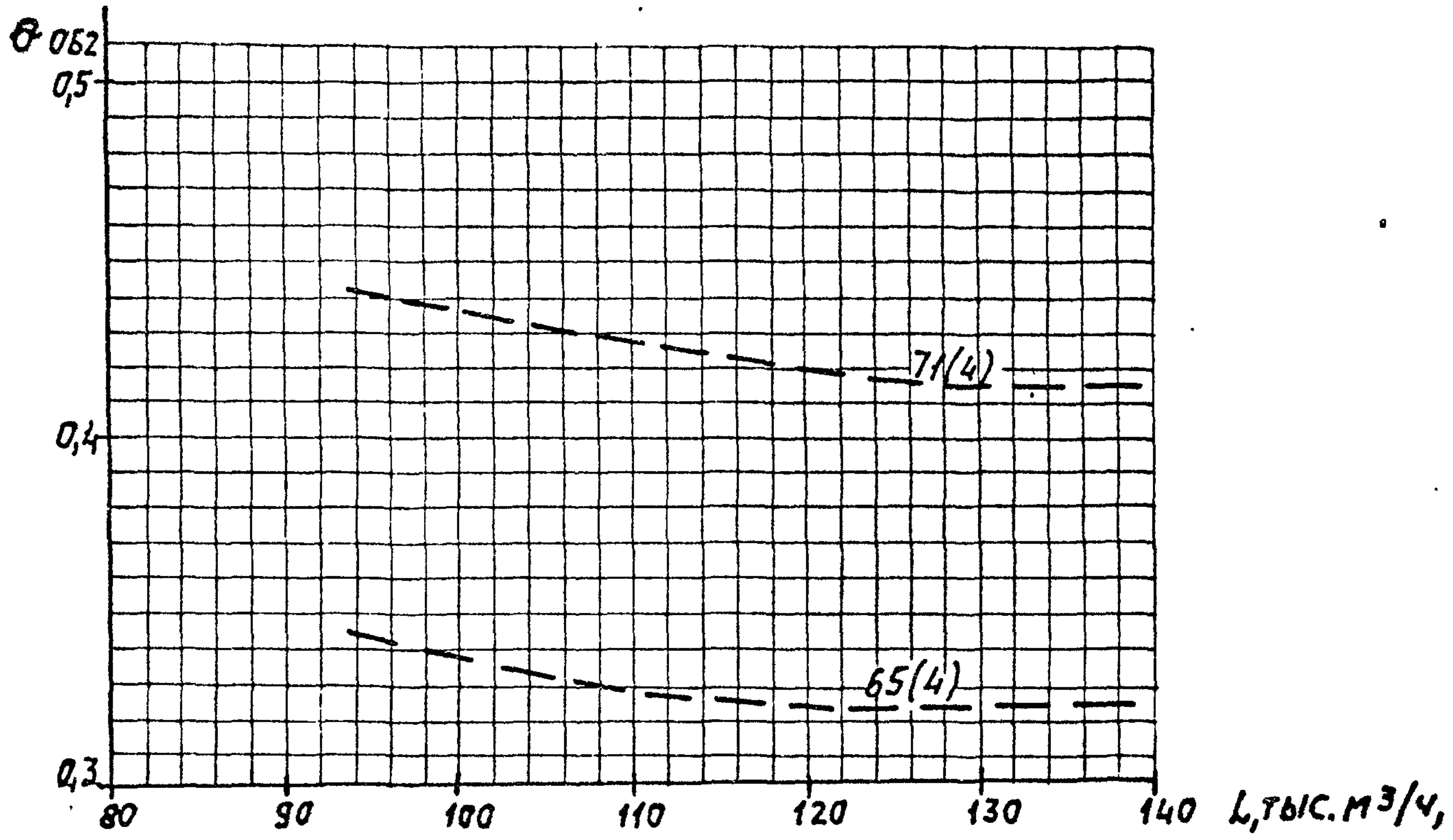
ЛИСТ  
150

165

|              |                |               |
|--------------|----------------|---------------|
| Инд. и подл. | Подпись и дата | Взам. инв. н. |
|--------------|----------------|---------------|

904-02-26.86 Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ ЗПК  
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КСК 4 (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)  
 (РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 90 ДО 140 ТЫС. М<sup>3</sup>/Ч)



51(2) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК №51,  
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 2

Рис. 25

904-02-26.86

21855-01

166

Лист 151

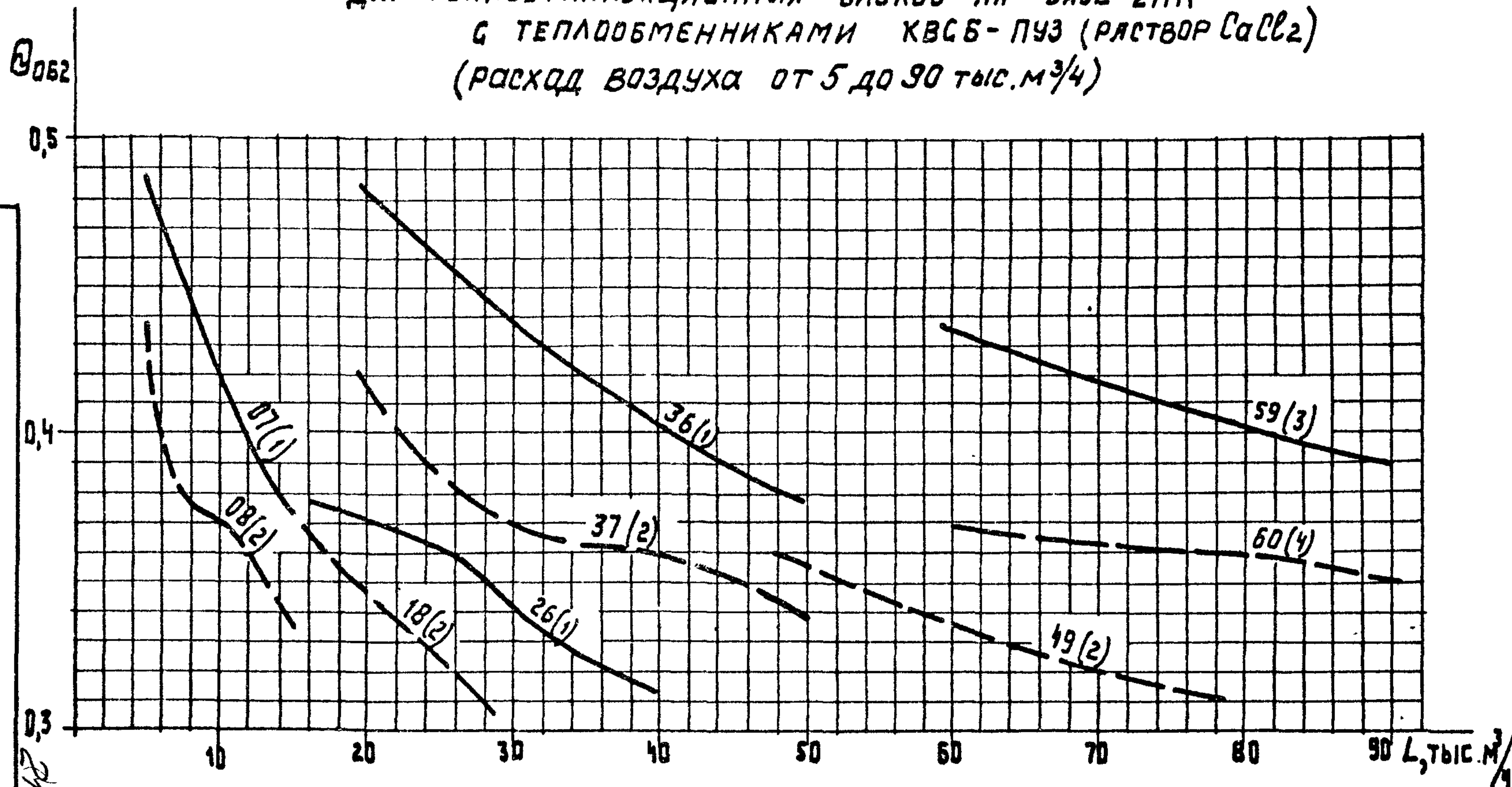
166

|             |                |            |
|-------------|----------------|------------|
| ИНВ.№ ПОДЛ. | ПОДПИСЬ И ДАТА | ВЗЯТ.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 5 ДО 90 ТЫС.М<sup>3</sup>/Ч)



08(2) - ТИПОВОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫЙ БЛОК НОВ,  
 СХЕМА ОБВЯЗКИ ПО ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ ТИП 2

Рис. 26

904-02-26.86

ИНВ.№ 21855-01

167

152 АИСТ

167

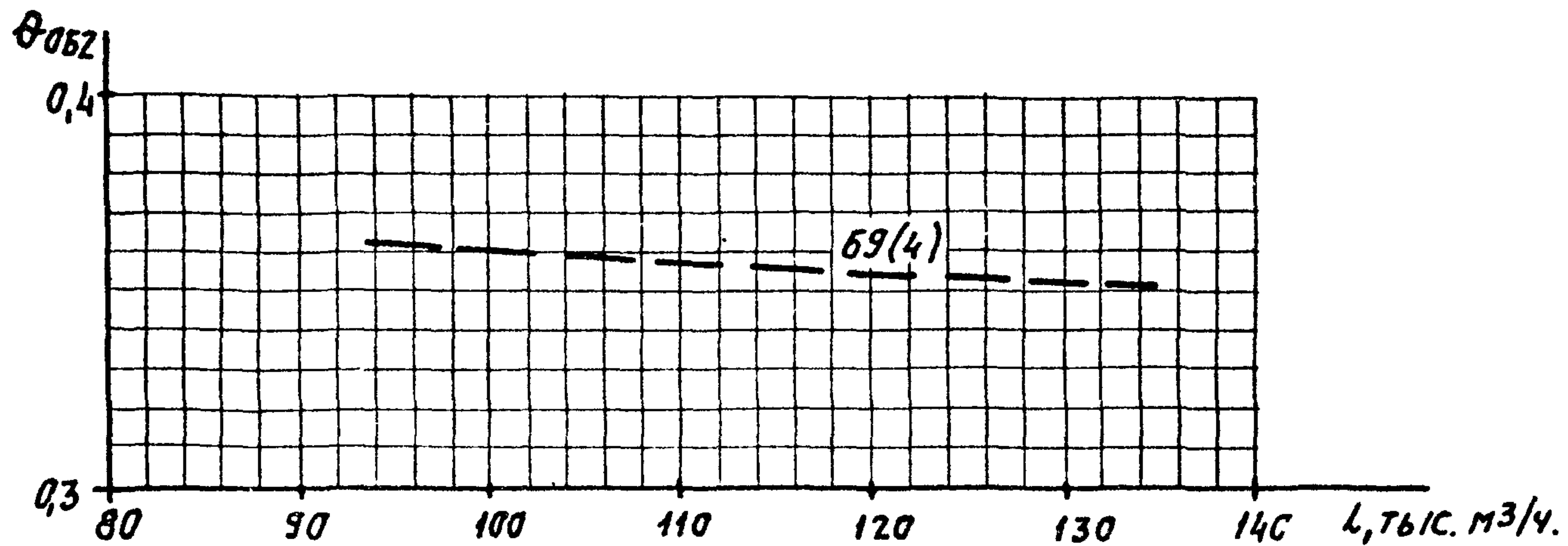


ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК  
 С ТЕПЛООБМЕННИКАМИ КВСБ-ПУЗ (РАСТВОР  $CaCl_2$ )  
 (РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 90 ДО 140 ТЫС.  $m^3/ч$ )

904-02-26.86

21855-01

168



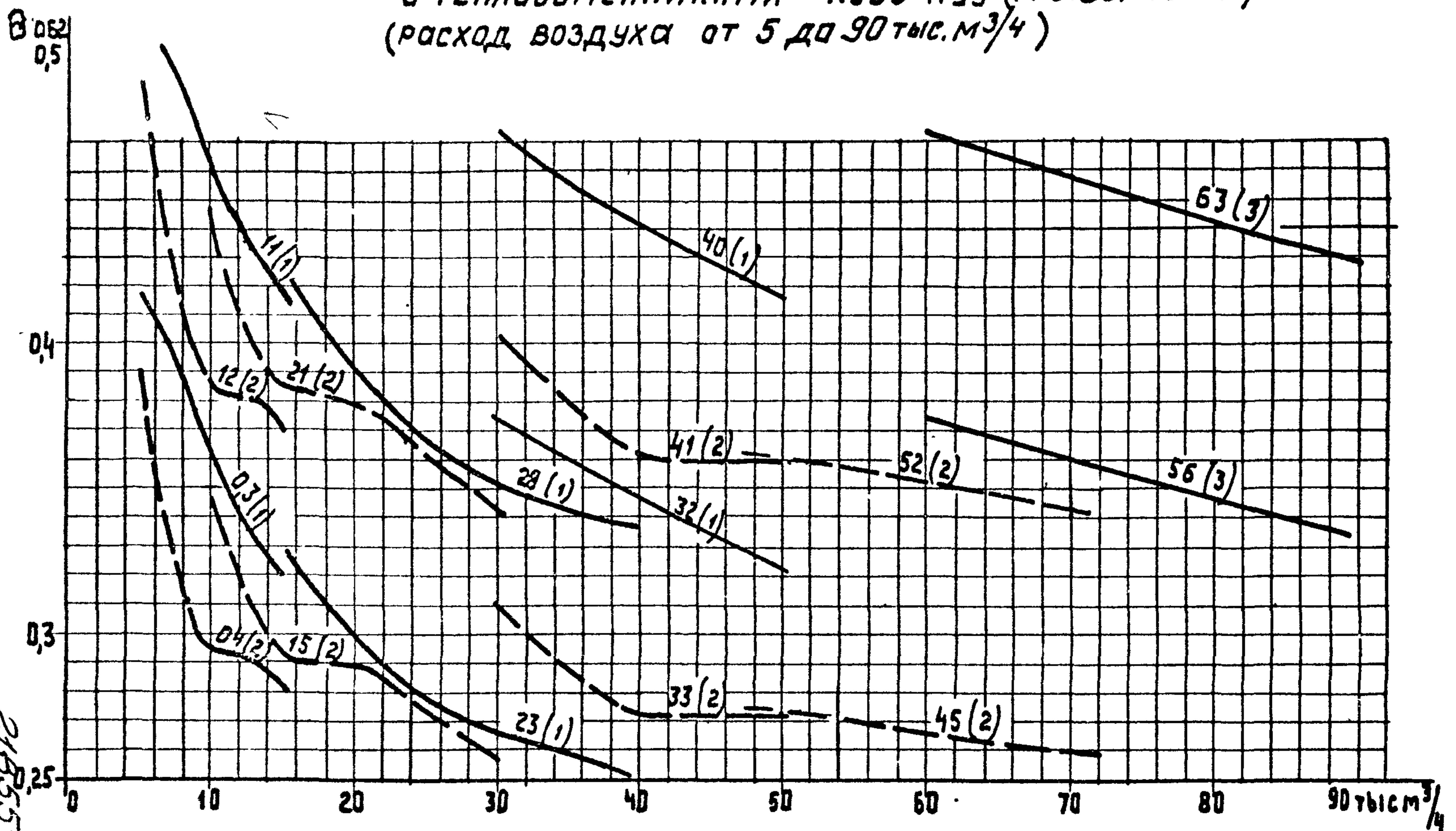
60(4)-типовой теплоутилизационный блок № 60,  
 схема обвязки по теплоносителю тип 4

Рис. 27

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

904-02-26.86 Альбом 1

ОБЩИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР  
 ДЛЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ 2ПК  
 С ТЕПЛОБМЕННИКАМИ КВББ-ПУЗ (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)  
 (РАСХОД ВОЗДУХА ОТ 5 ДО 90 ТЫС. М<sup>3</sup>/Ч)



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

904-02-26.86

21855-01

154

Лист

169

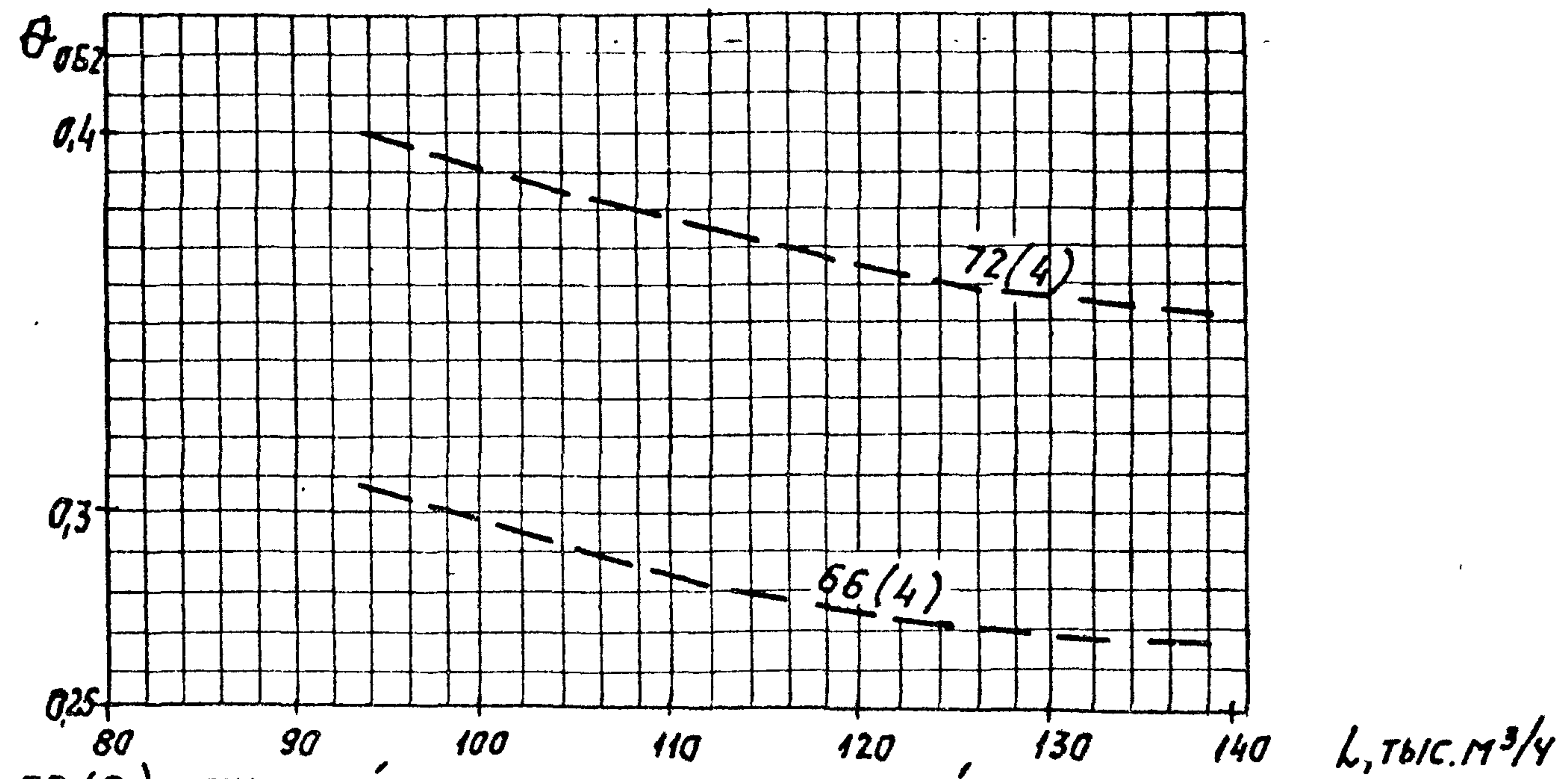
169

|              |                |             |
|--------------|----------------|-------------|
| Инв. и подл. | подпись и дата | взам. инв.м |
|              |                |             |

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. М<sup>3</sup>/Ч)

904-02-26.86  
 21855-01  
 155



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

Рис. 29

170

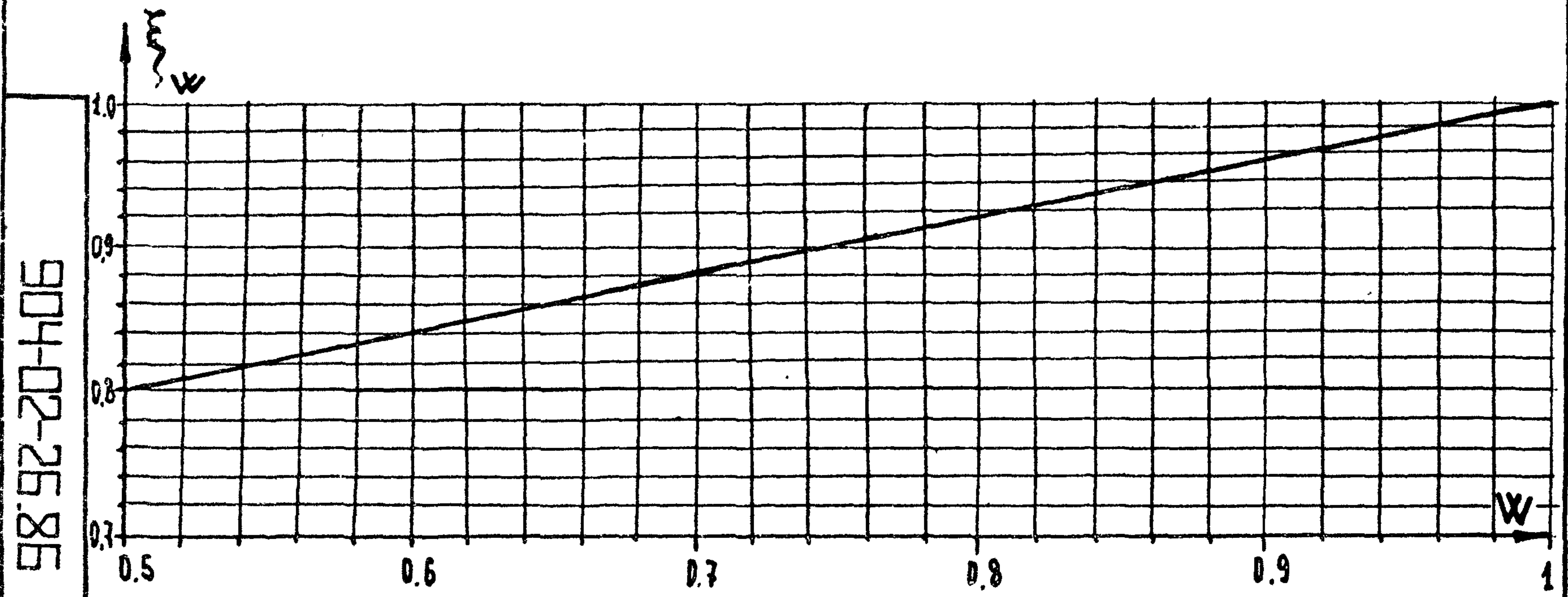
170

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

904-02-26.86

Альбом 1

# Поправочный коэффициент $\xi_w$



904-02-26.86

Рис. 30

21855-01

171

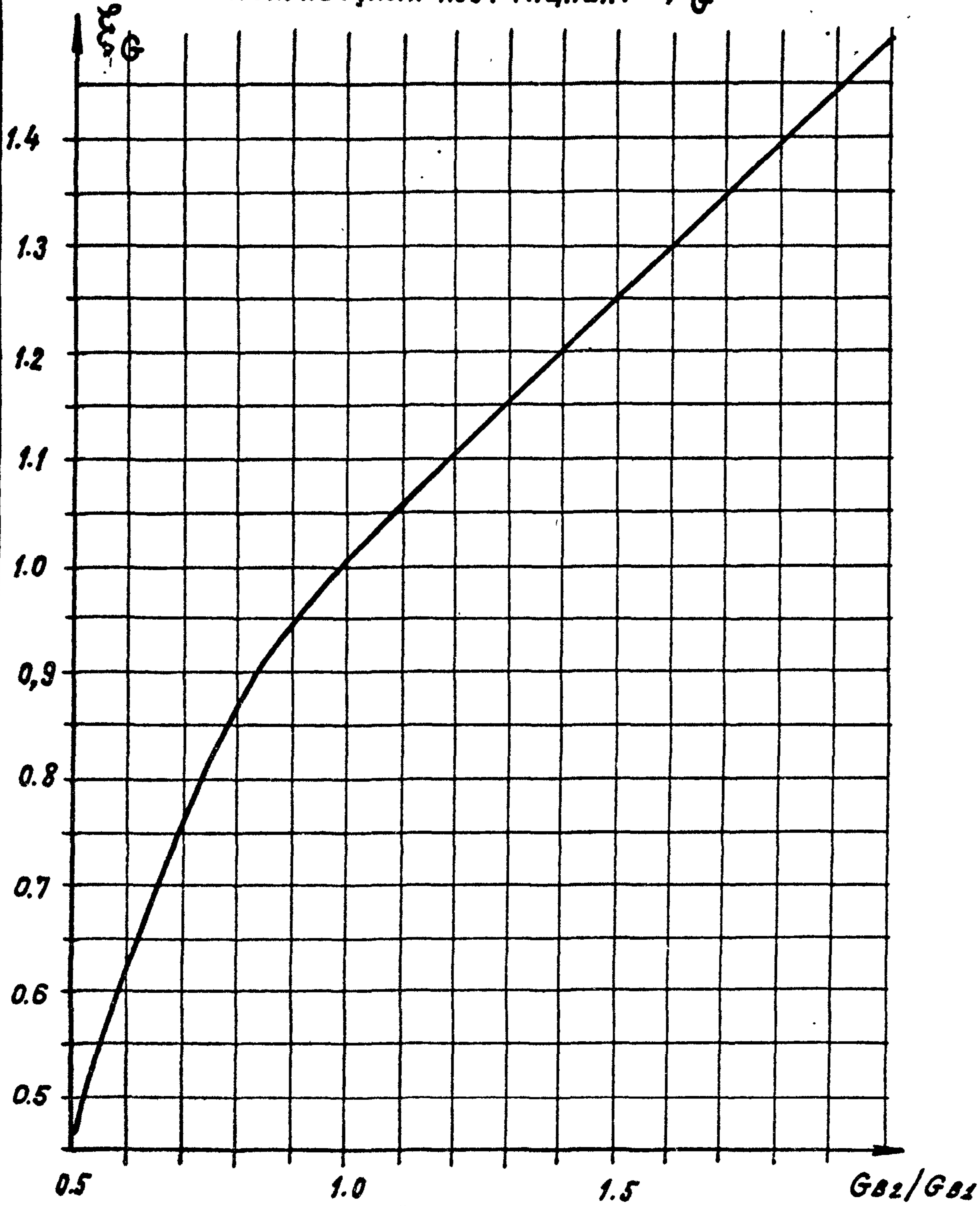
Лист 156

171

АЛББОМ 1

904-02-26.86

### ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ $\xi_G$



ИНВ. № подл. ПОДАМСЪ И ДАТА ВЗЯМ. ИНВ. №

Рис. 31

21855-01

172

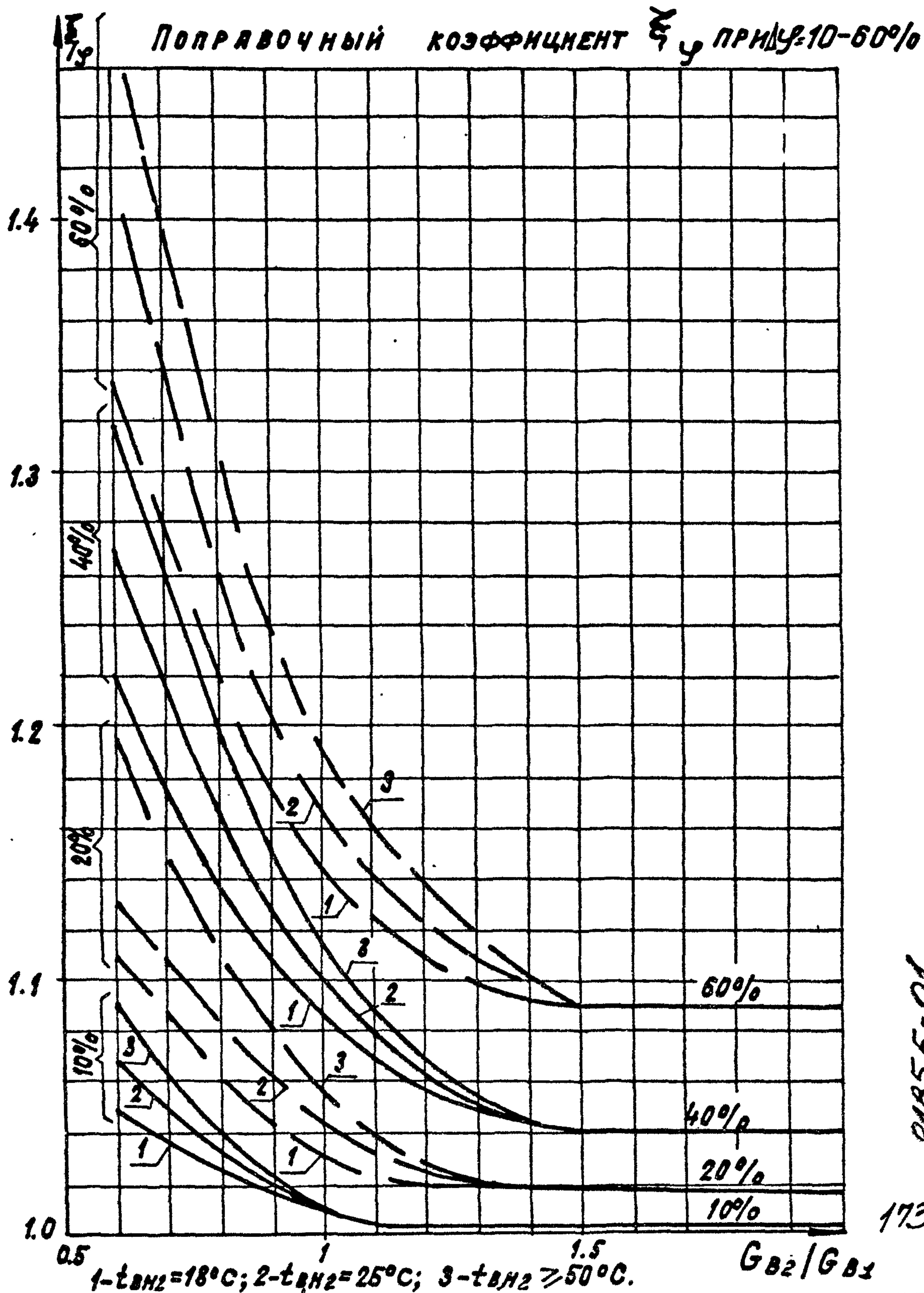
904-02-26.86

ЛИСТ

157

Альбом 1

904-02-26.86



Имя, Подпись, Дата, Взял, Имя, Подпись

Рис. 32

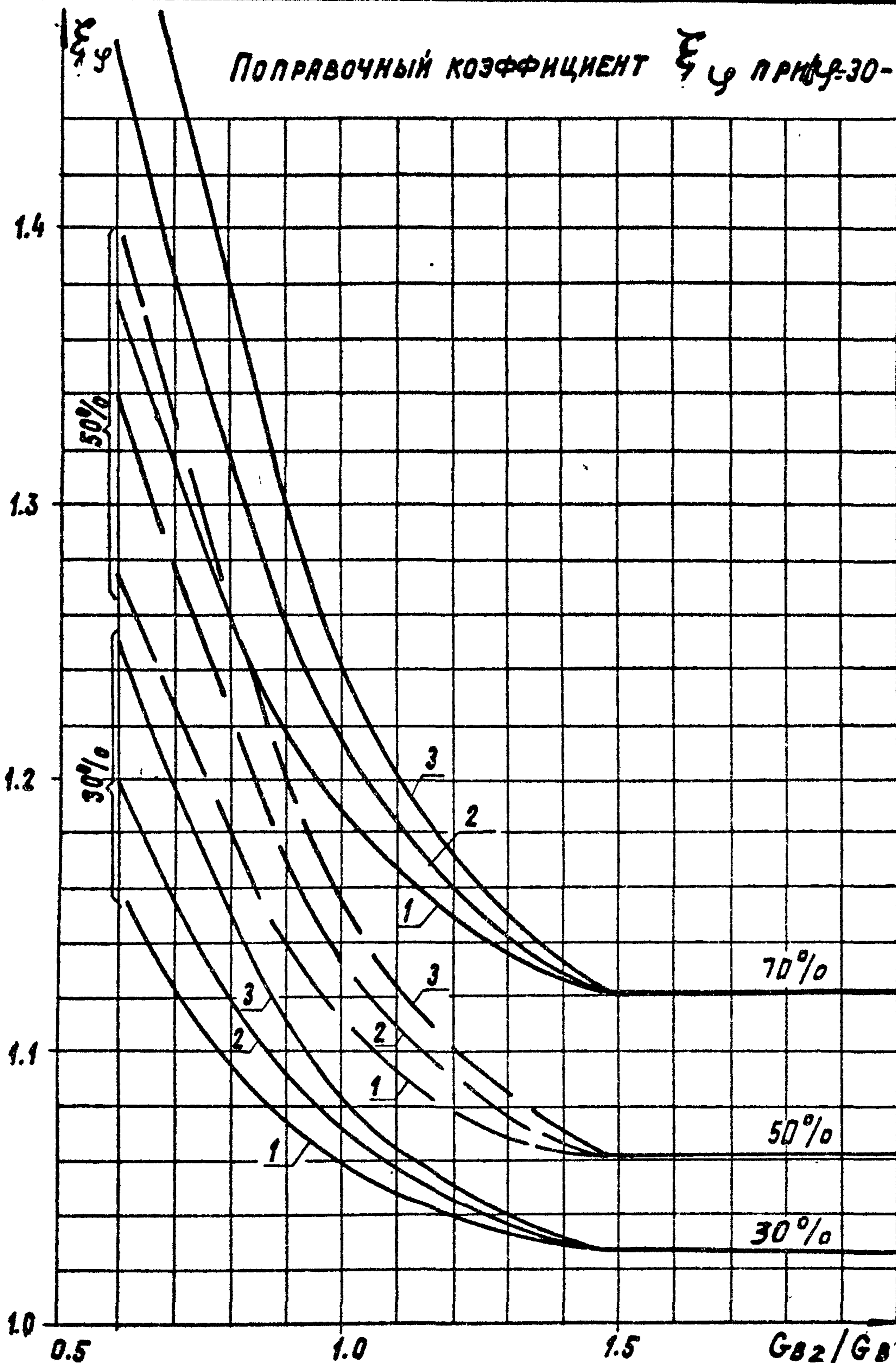
904-02-26.86

Лист 158

21855-01

173

ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ  $\xi_{\sigma}$  ПРИ  $\sigma = 30-70\%$



ИНВ. НЕ ПОДАЕТСЯ ПОДПИСЬ И ДАТА ВЗЯТ. ИИИАН

904-02-26.86

1 -  $t_{вн2} = 18^{\circ}\text{C}$ ; 2 -  $t_{вн2} = 25^{\circ}\text{C}$ ; 3 -  $t_{вн2} \geq 50^{\circ}\text{C}$

$G_{b2}/G_{b1}$  174  
21855-01

Рис. 33

904-02-26.86

Альбом 1

904-02-26.86

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

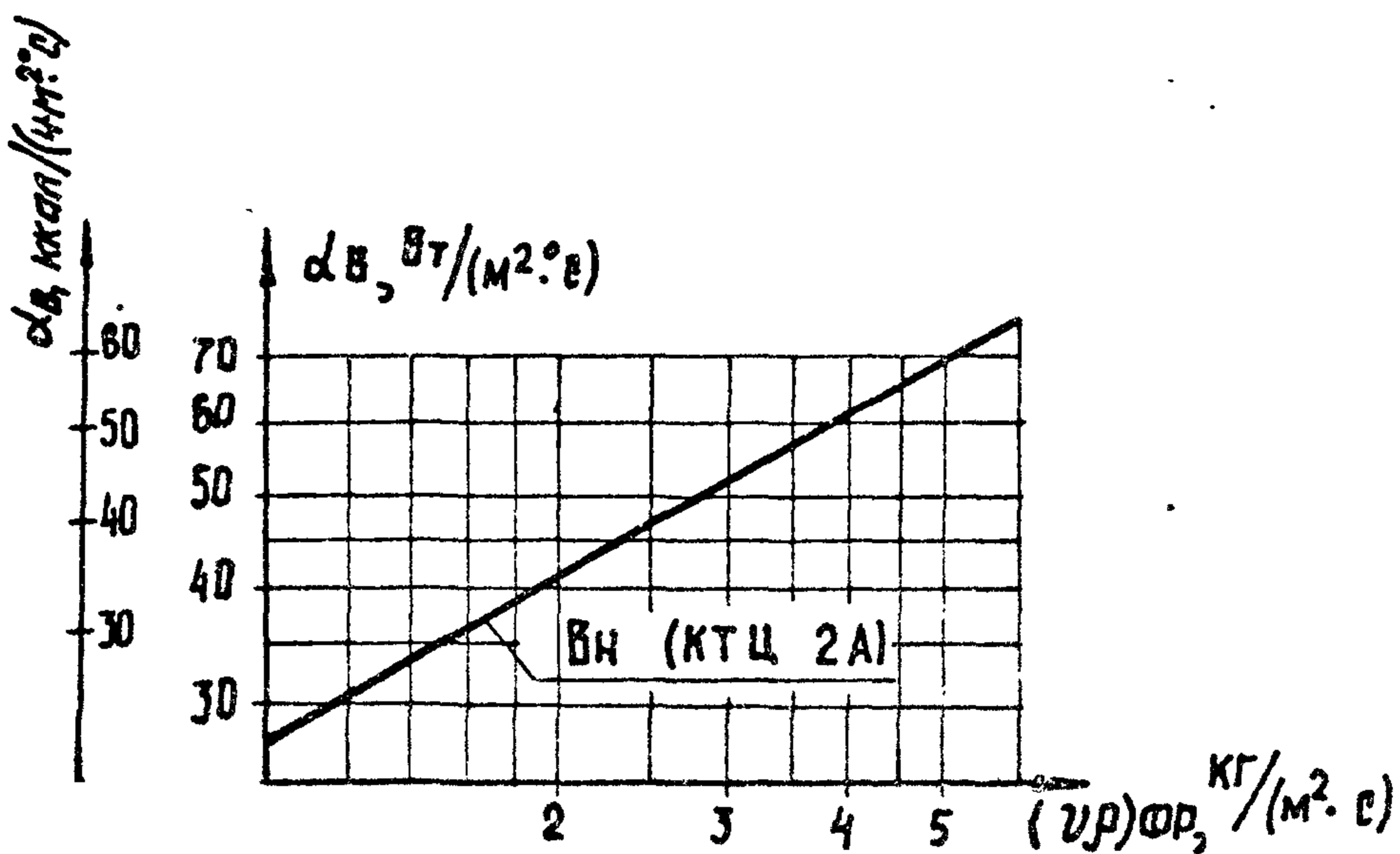
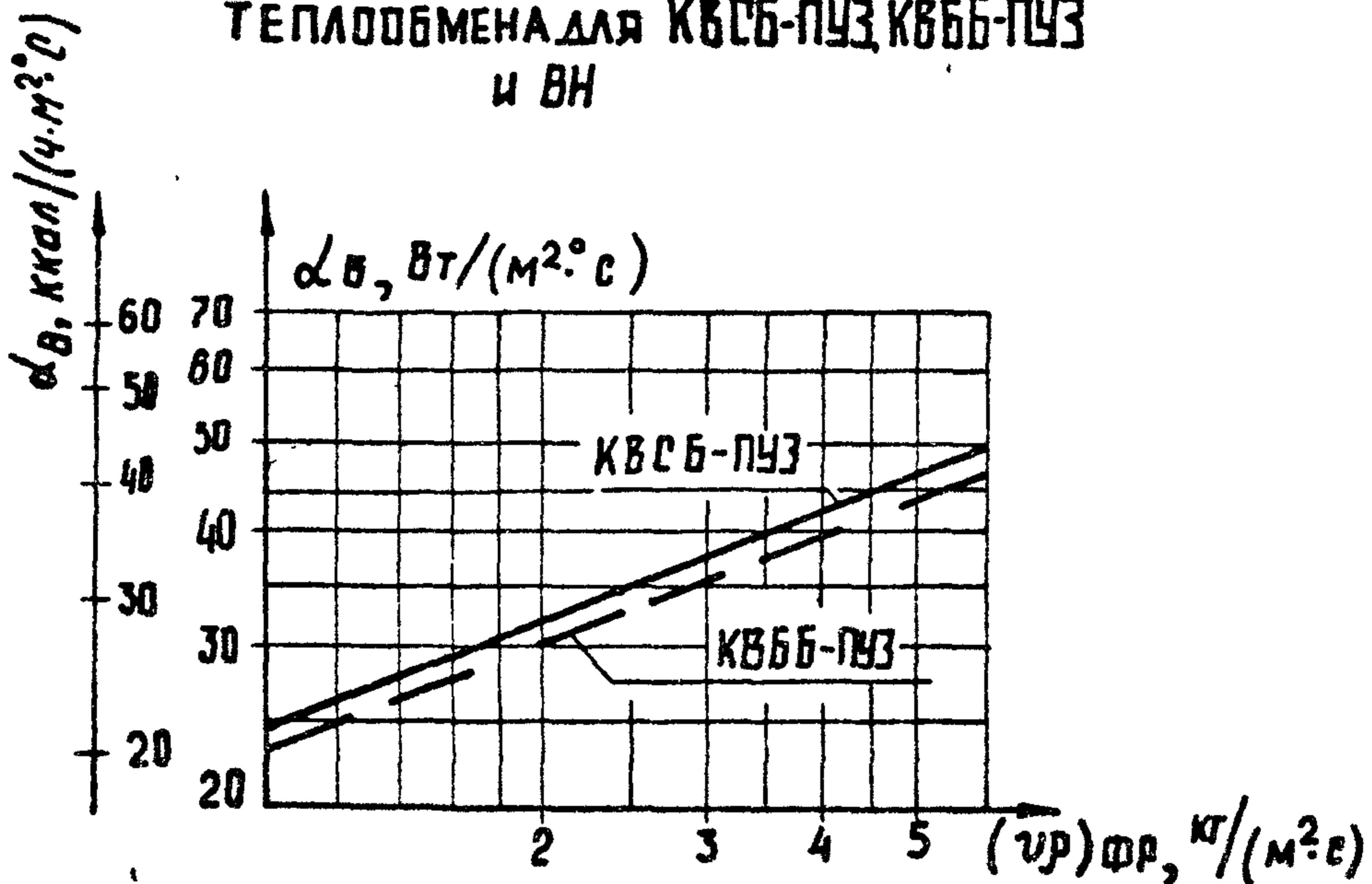


Рис. 34

175

21855-01

|            |                |          |
|------------|----------------|----------|
| Шиль подл. | Подпись и дата | ВЗМ ШИЛЬ |
|            |                |          |

904-02-26.86

Лист  
160



КОЭФФИЦИЕНТЫ НАРУЖНОГО ТЕПЛООБМЕНА  
 ДЛЯ ТП-03, ТП-04, КСк3 и КСк4

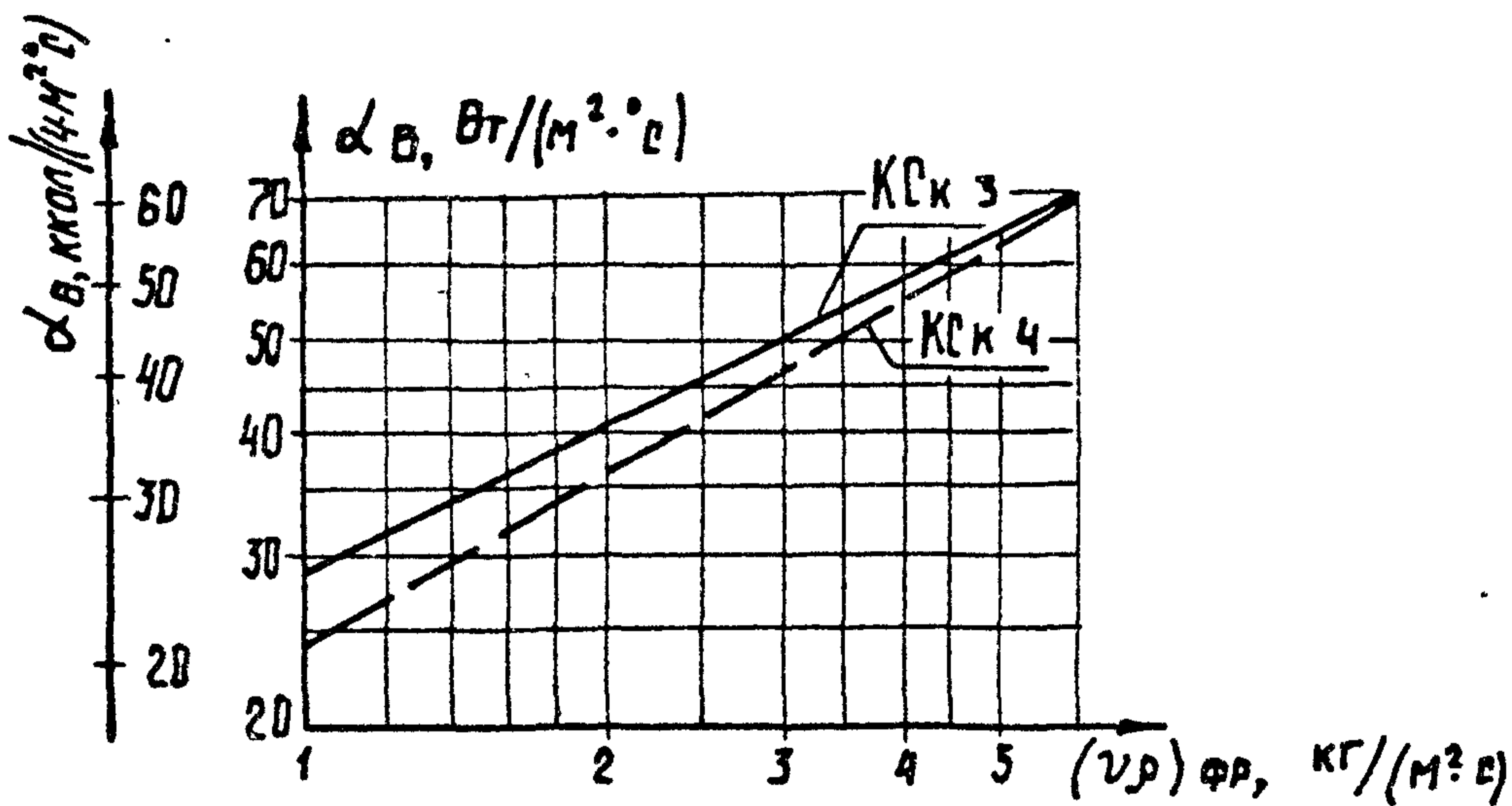
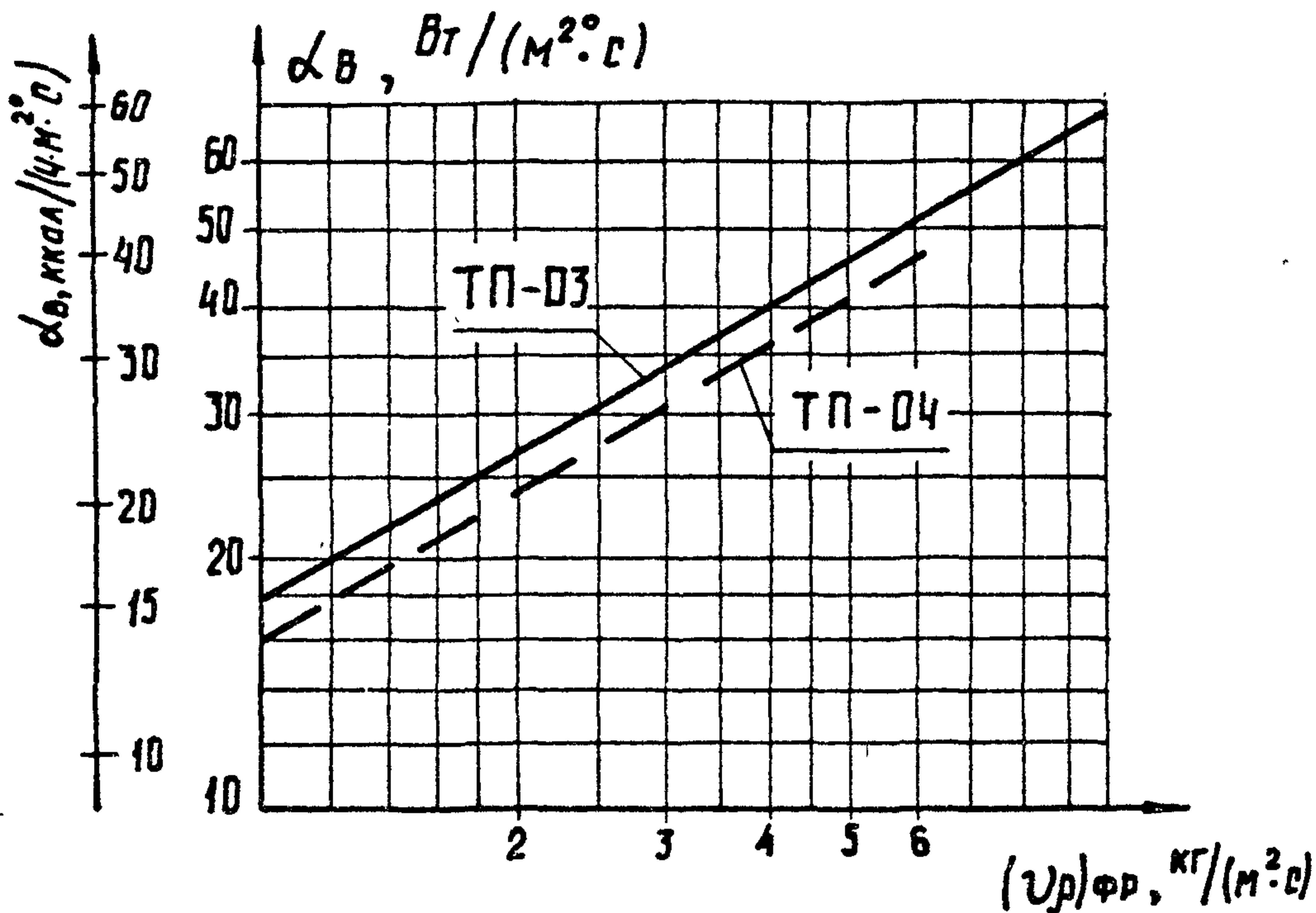


Рис. 35

176

21855-01

904-02-26.86

лист

161

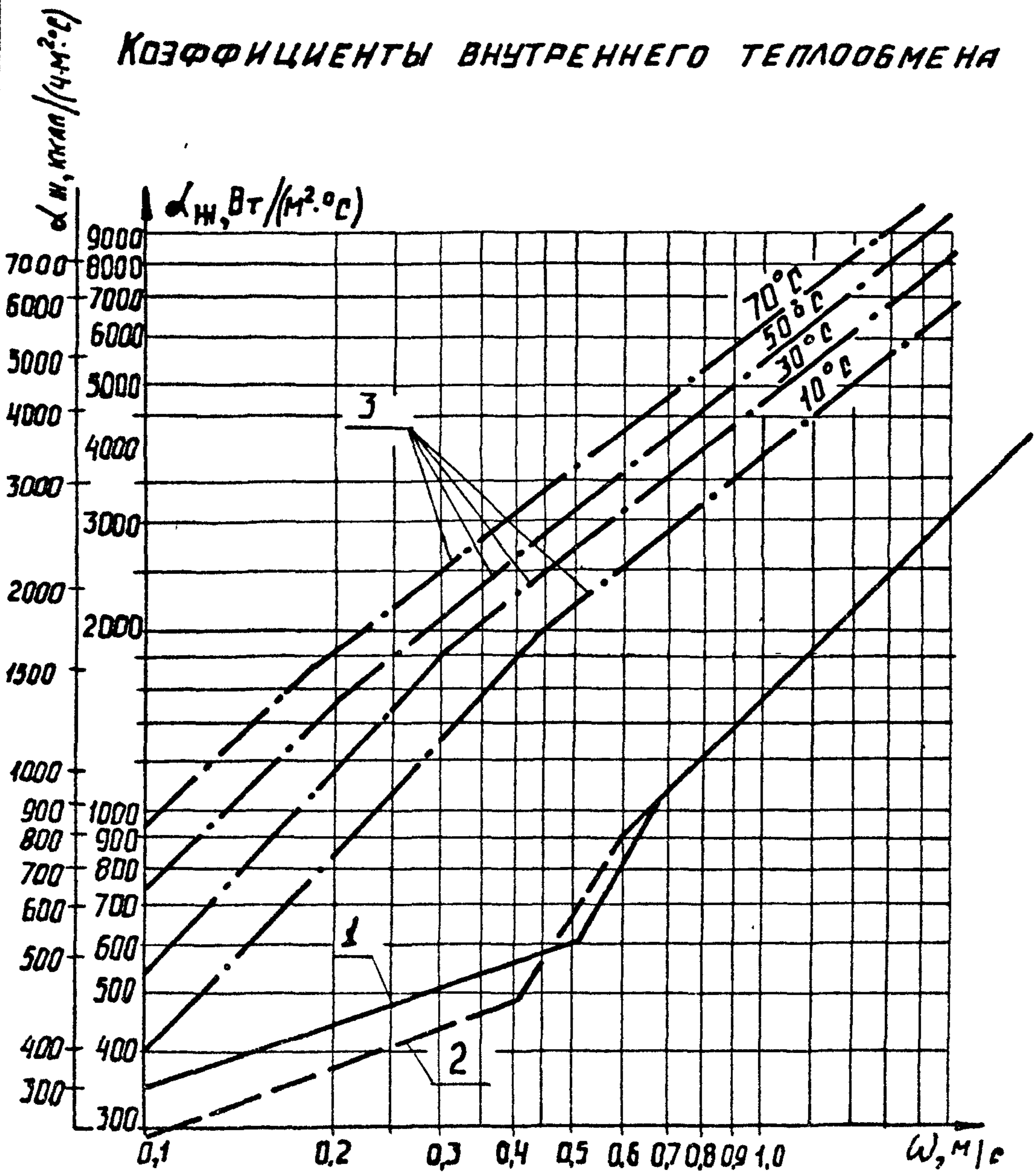
904-02-26.86

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

Альбом 1

904-02-26.86

### 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

177

21855-01

Имя, инициалы, подпись и дата

ВЗАМ. ИИВ.Л.

904-02-26.86

Лист 162

### КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ КТЦ 2А ОДНОРЯДНЫХ (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)

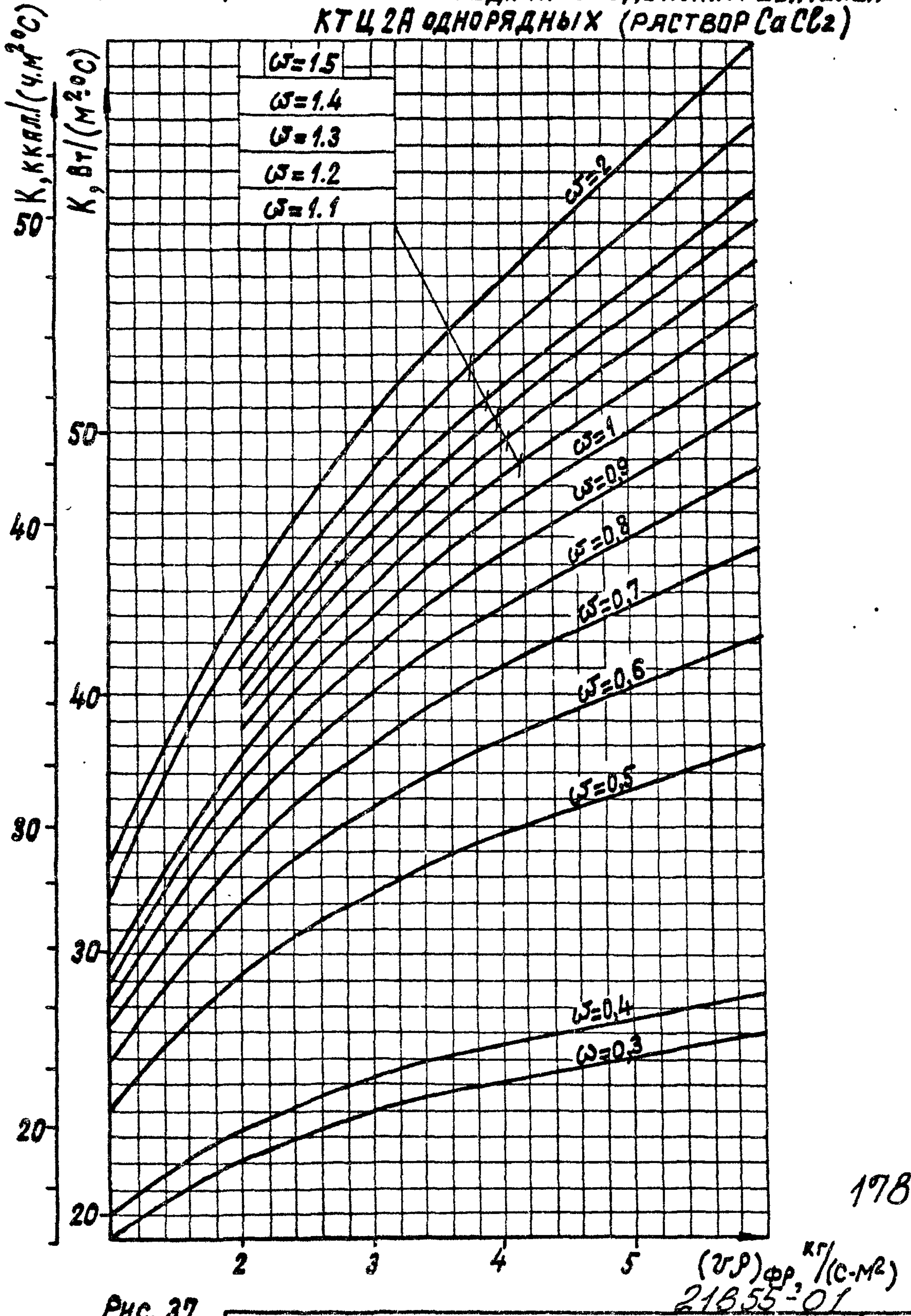


Рис. 37

904-02-26.86

ЛНСТ  
163

МИС. НА ПОДС. ПОДАНЫ И ДАТА ВЗРМ. ИМВ. ИЯ

904-02-26.86 АЛБОН 1

178

Альбом 1

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ КТЦ-2А ДВУХРЯДНЫХ  
(РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)

904-02-26.86

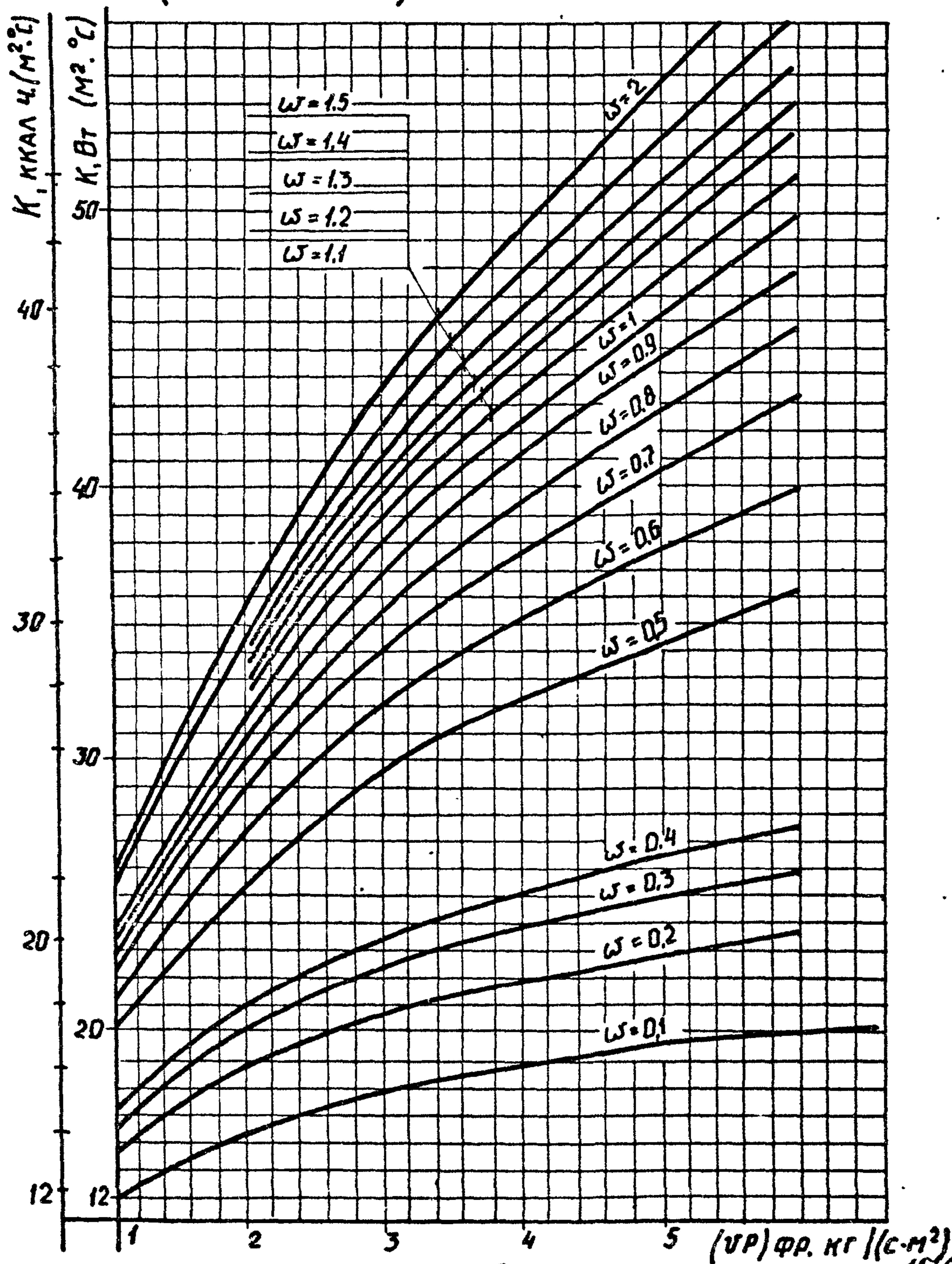


Рис. 38

21855-01

179

|           |                |              |
|-----------|----------------|--------------|
| Имя подп. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|           |                |              |

904-02-26.86

Лист

164

Альбом 1

904-02-26.86

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ  
 ТП.05-Т1РК.03; ТП.16-Т1РК.03; ТП.25-Т1РК.03  
 (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)

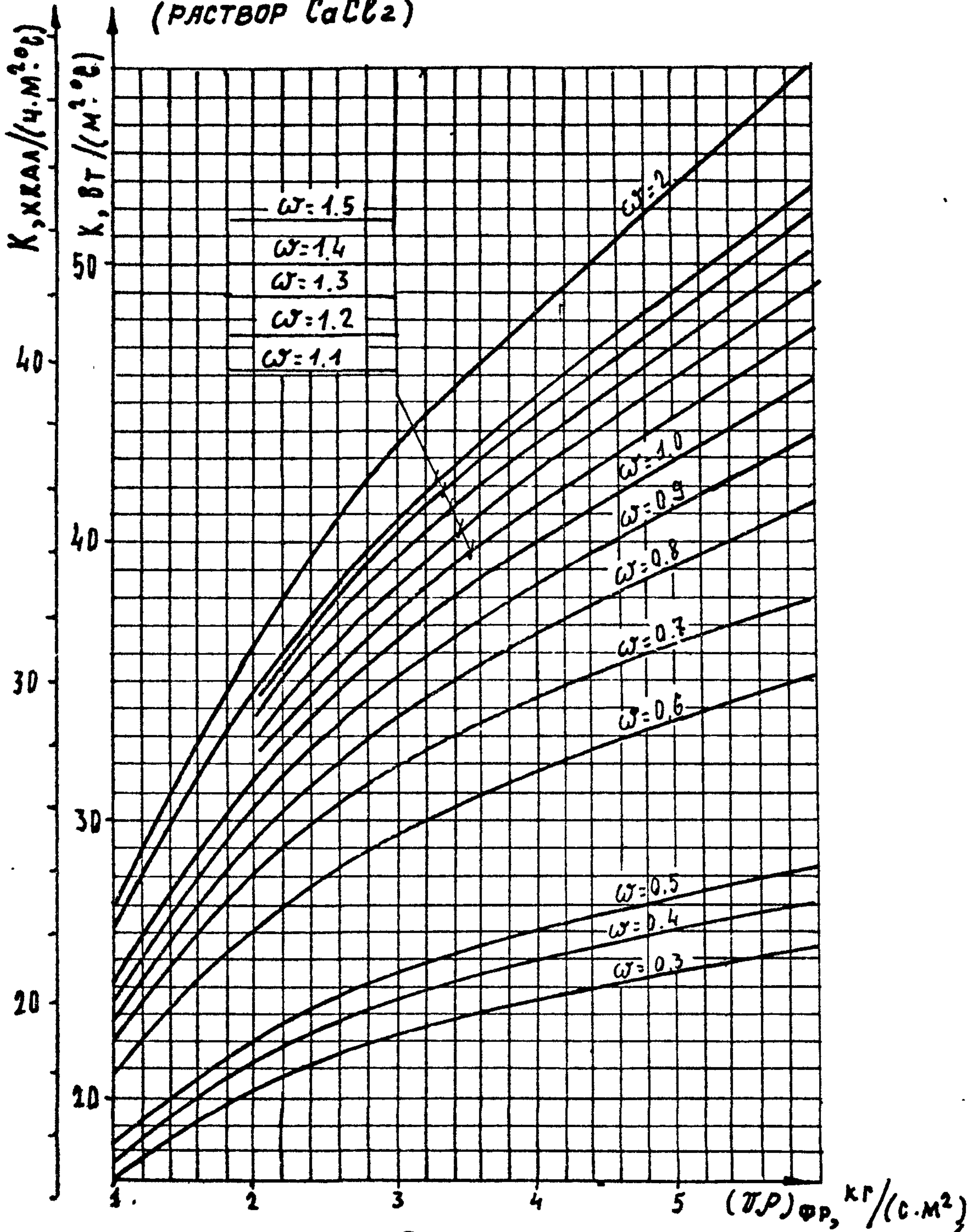


Рис. 39

21855-01

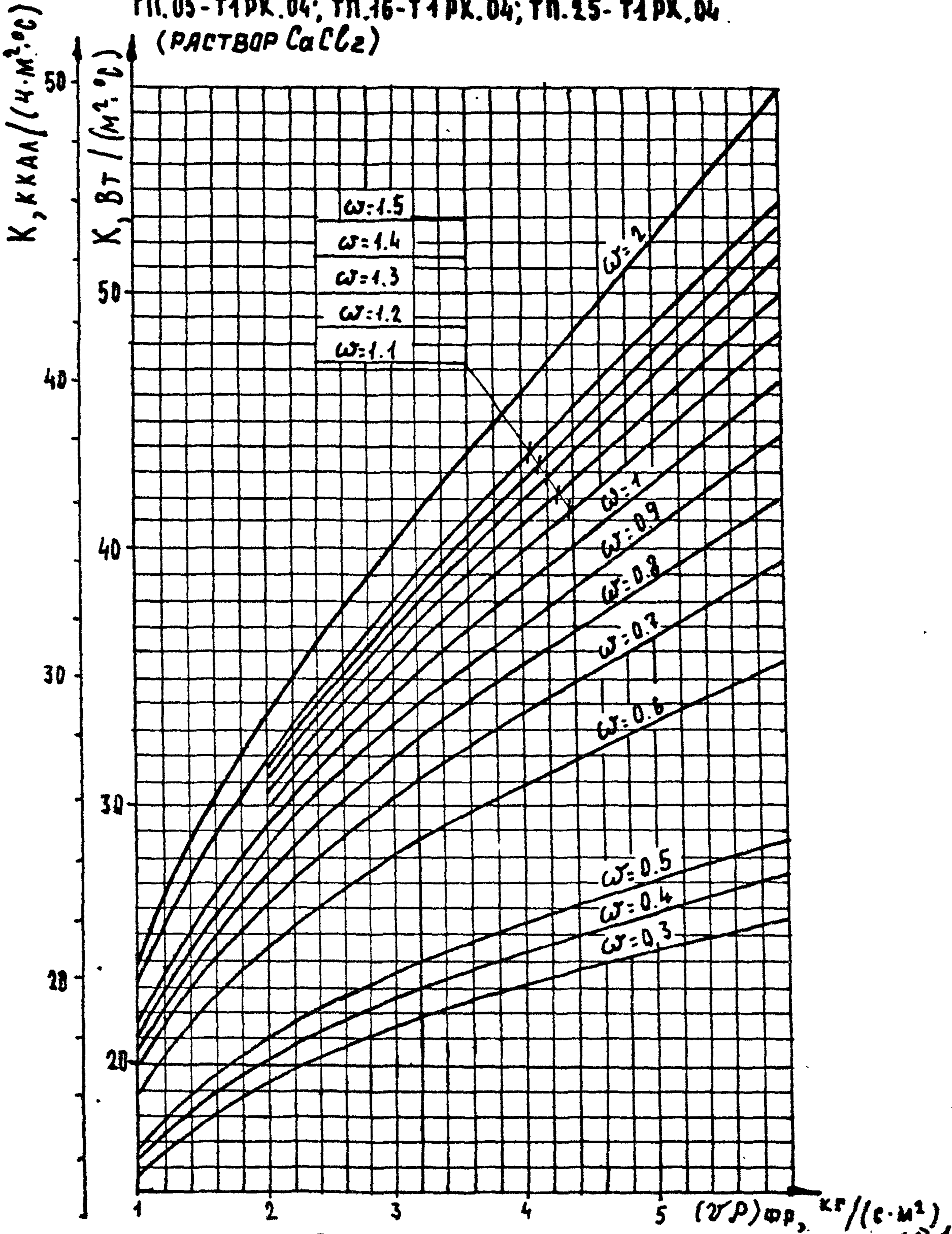
180

904-02-26.86

904-02-26.86

Альбом I

КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ  
ТН.05-Т1РК.04; ТН.16-Т1РК.04; ТН.25-Т1РК.04  
(РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)



|              |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| Шиб. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N |
|              |                |              |

Рис. 40

21855-01

181

904-02-26.86

904-02-26.86 Альбом I

### КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ КАЛОРИФЕРОВ КС х 3 (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)

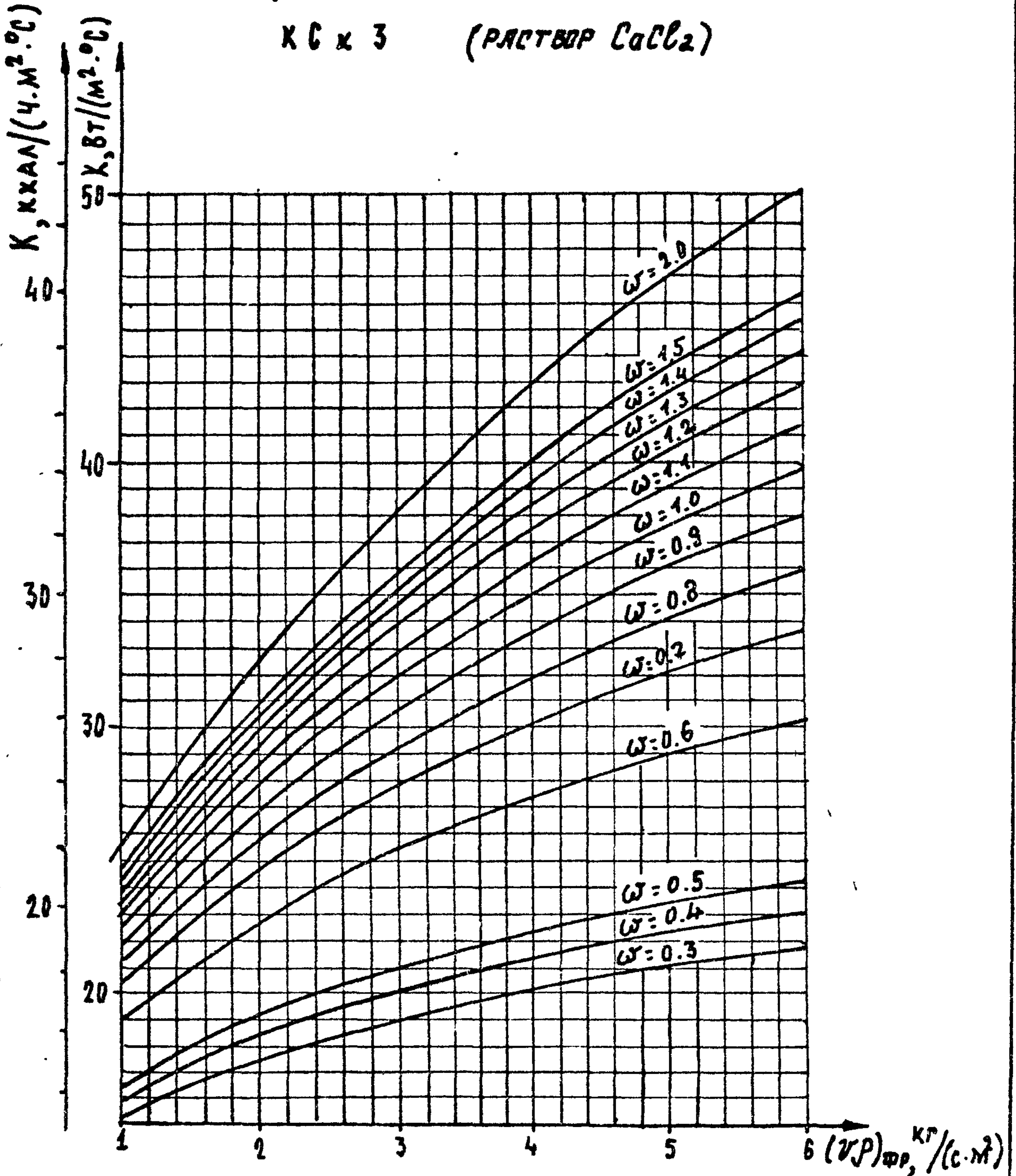


Рис. 41

21855-01

904-02-26.86

Лист  
167

ЧУВСТВИТЕЛЬНО К ИЗМЕНЕНИЯМ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Альбом I

904-02-26.86

### КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ КАЛОРИФЕРОВ К С К Ч (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)

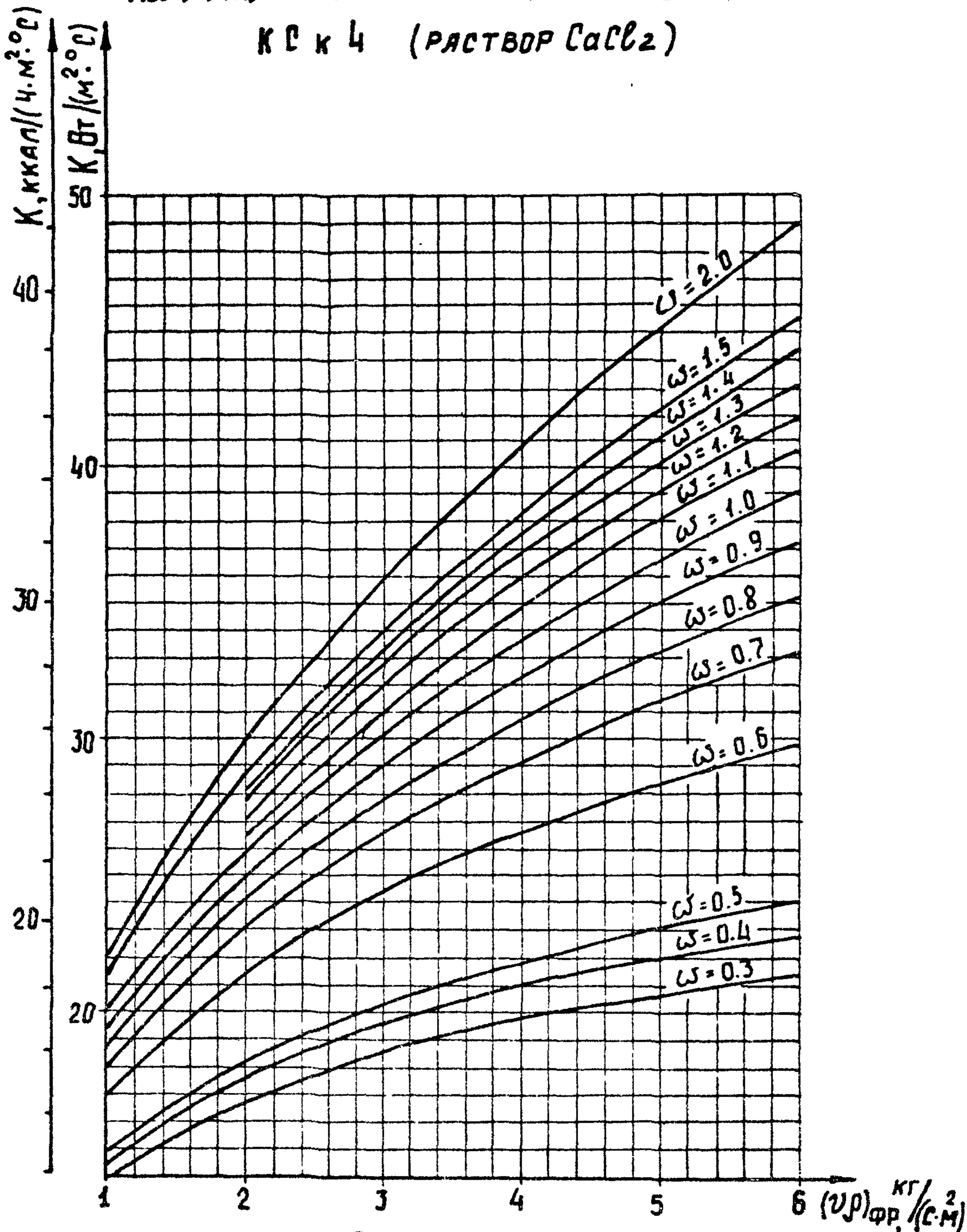


Рис. 42

21855-01

183

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

904-02-26.86

Лист

168



Алюминий

904-02-26.86

### КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ КАЛОРИФЕРОВ КВСБ-ПУЗ (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)

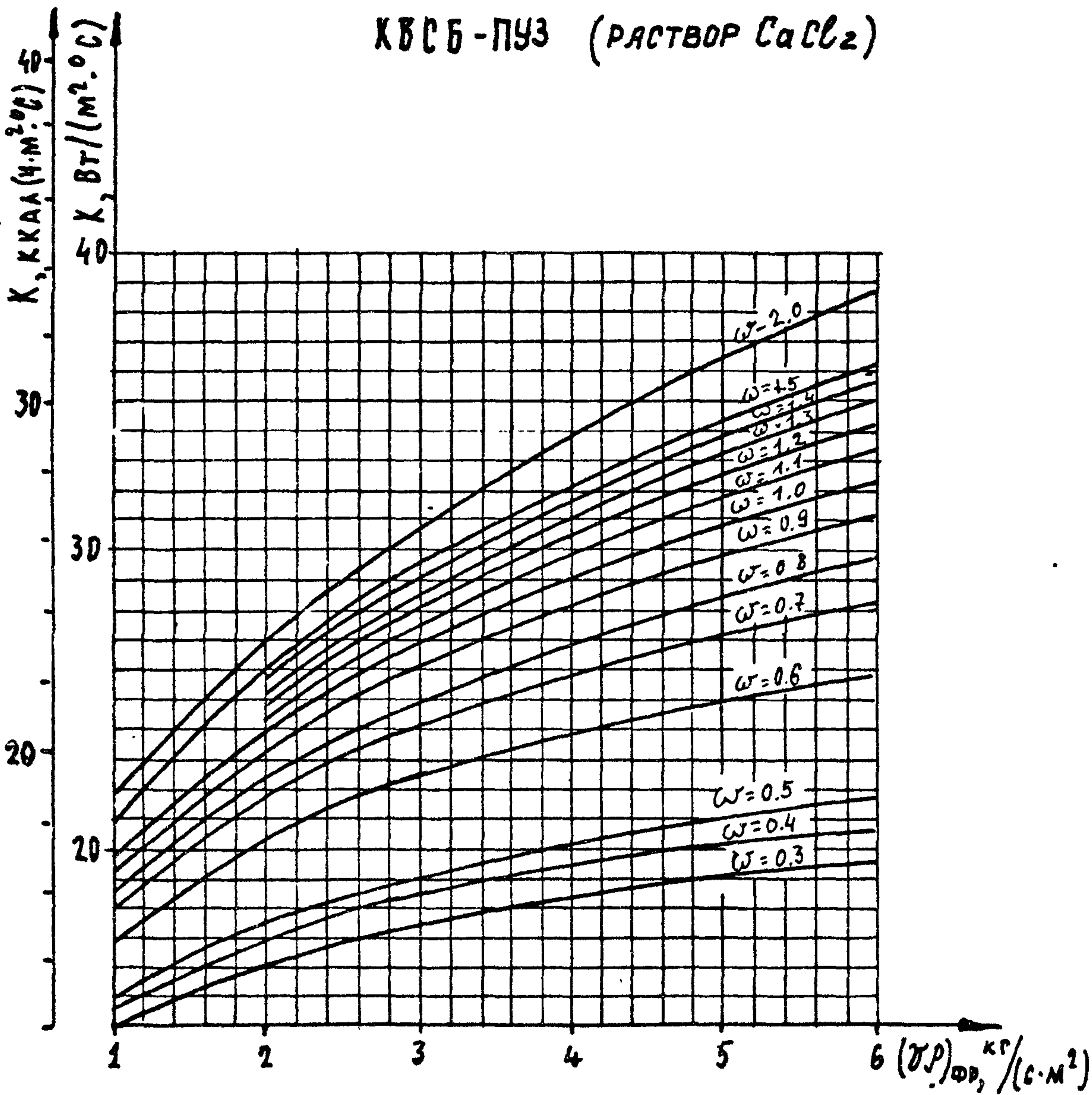


Рис. 43

|              |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| Инд. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N |
|              |                |              |

184

2185501

Альбом 1

### КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ КАЛОРИФЕРОВ КВББ-ПУЗ (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)

904-02-26.86

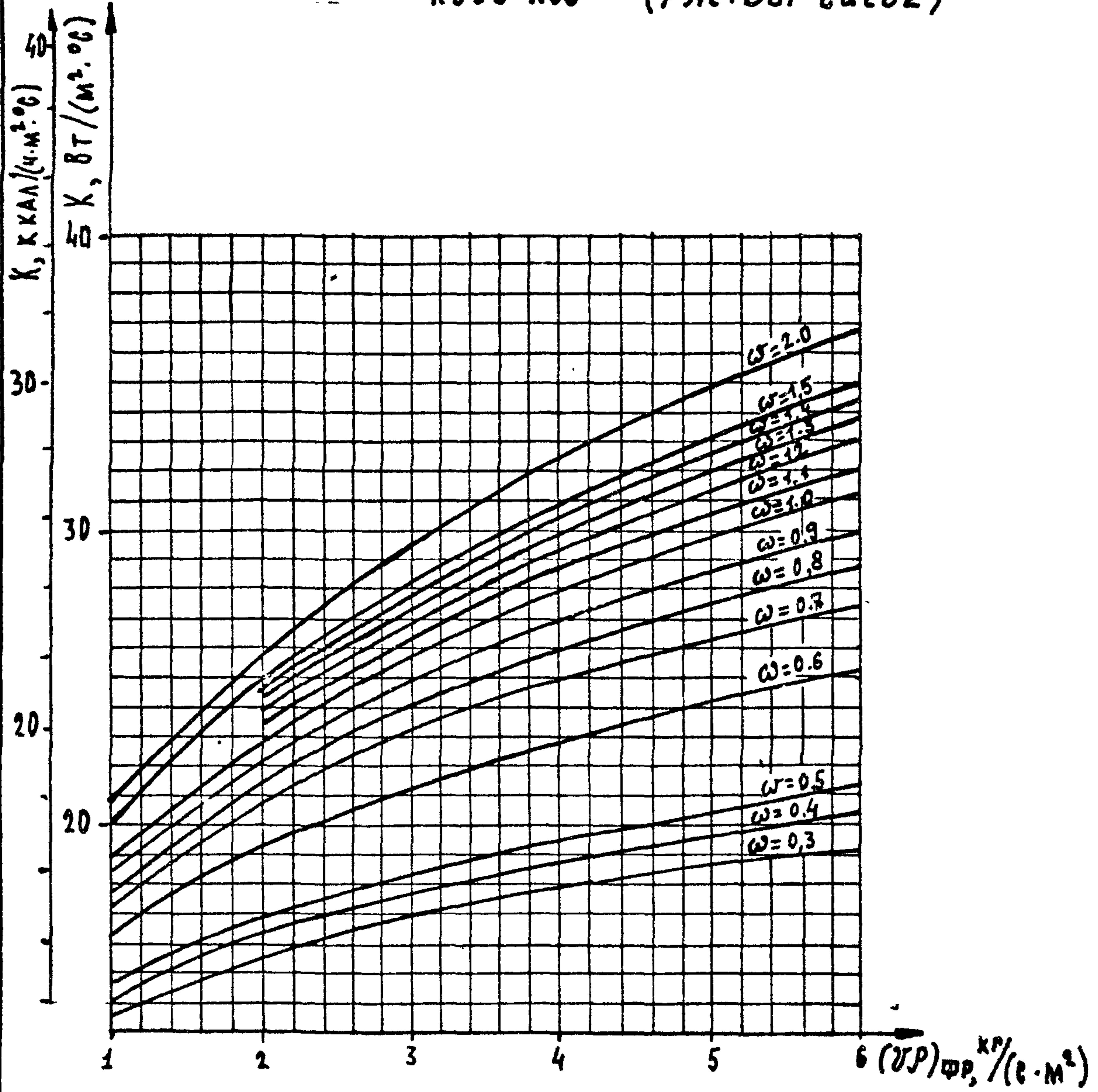


Рис. 44

185

21855-01

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

# ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОБМЕННИКОВ (РАСТВОР CaCl<sub>2</sub>)

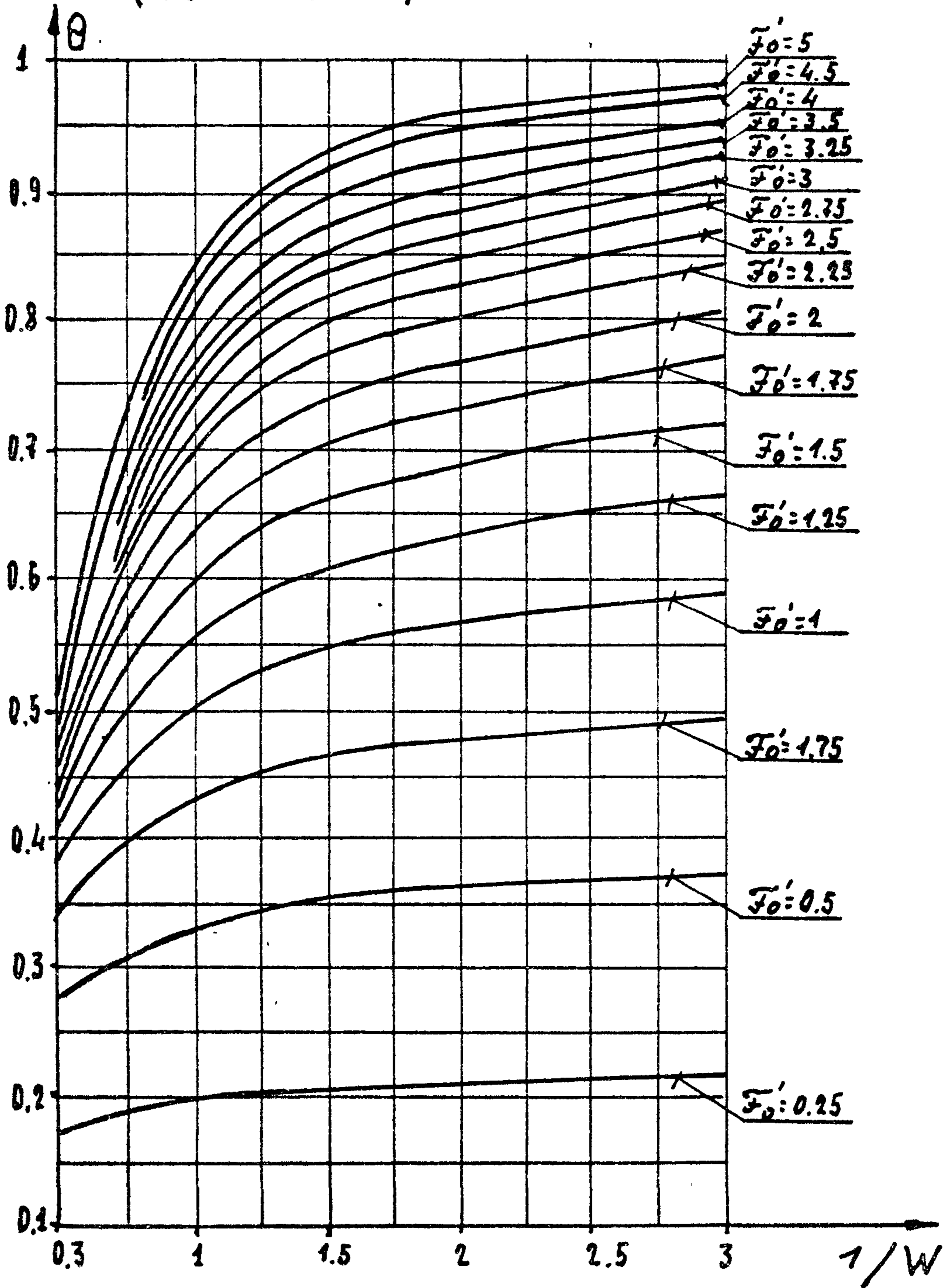


Рис. 45

186

21855-01

904-02-26.86

|              |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| Инв. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N |
|              |                |              |

904-02-26.86

Лист  
171

Альбом 1

904-02-26.86

### ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ $\sigma_{рс}$ И ПАРАМЕТРОМ А

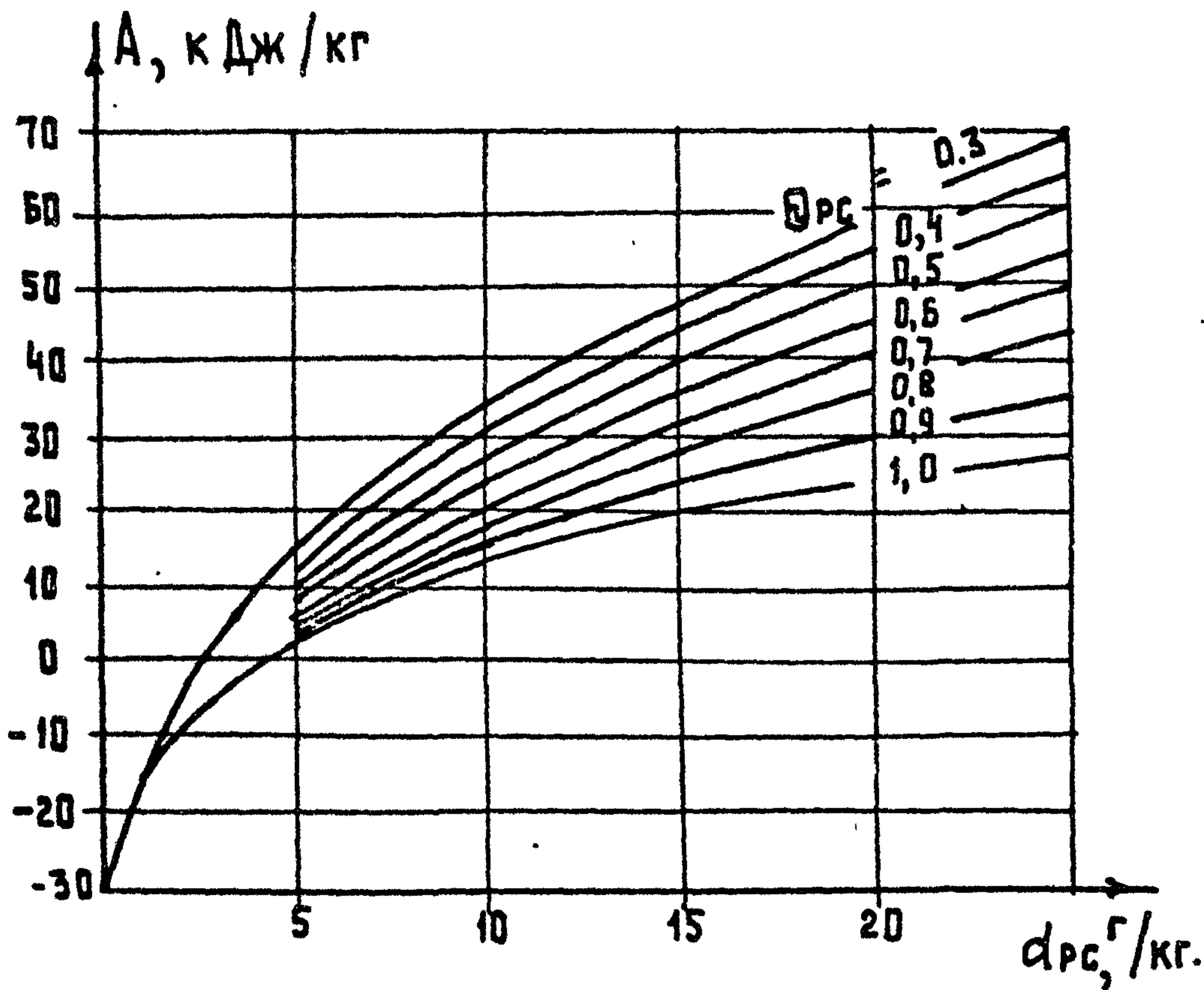


Рис. 46

ЦНВ. Н. Подп. и дата ВЗЯТ. ИВ. М.

187

21855-01

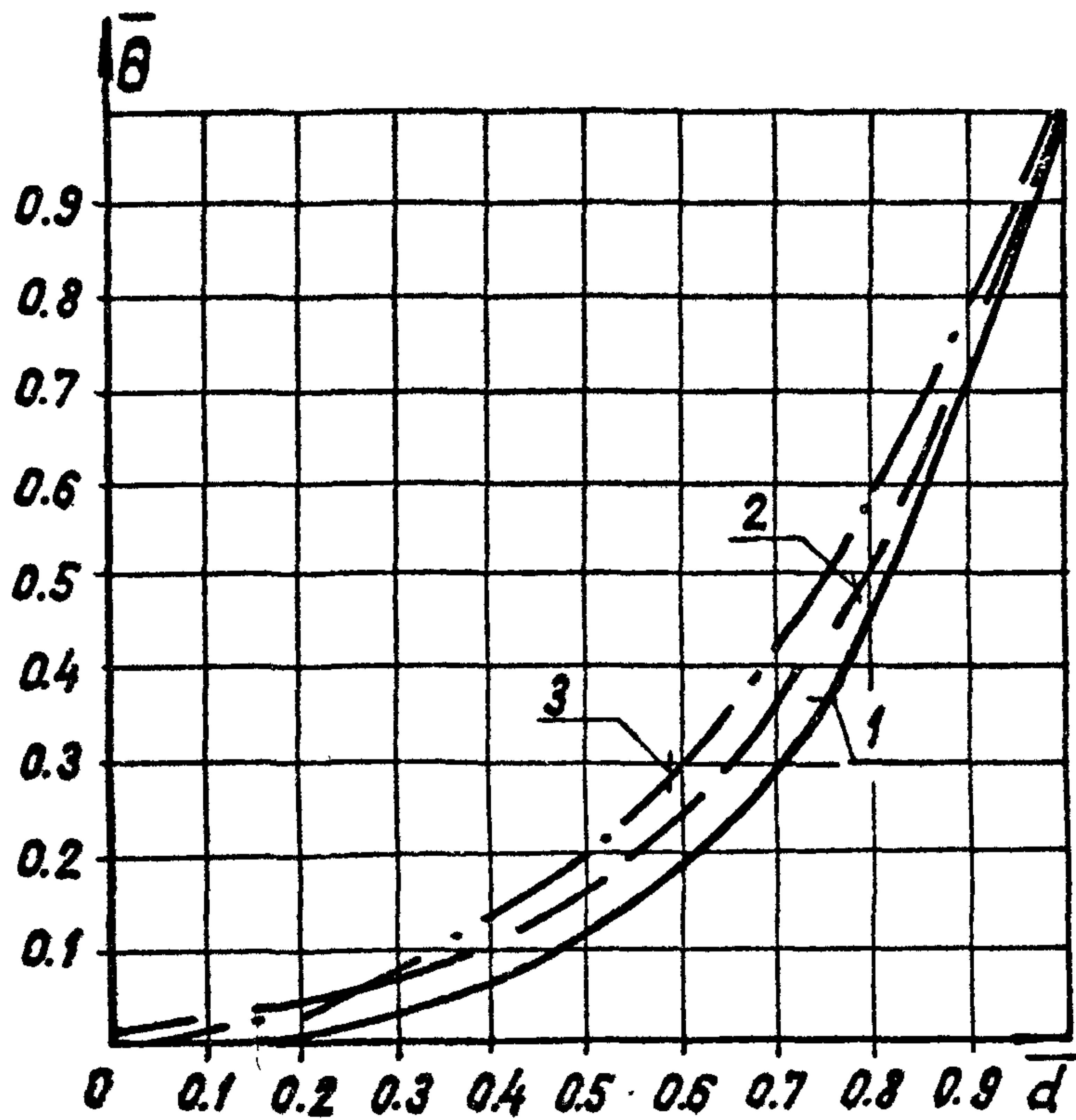
904-02-26.86

Лист  
172

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

|             |                |             |
|-------------|----------------|-------------|
| ИВ.Н.ПСА.А. | Подпись и дата | ВЭМ.ИВ.Н.С. |
|-------------|----------------|-------------|

Относительный перепад температур для группы теплообменников

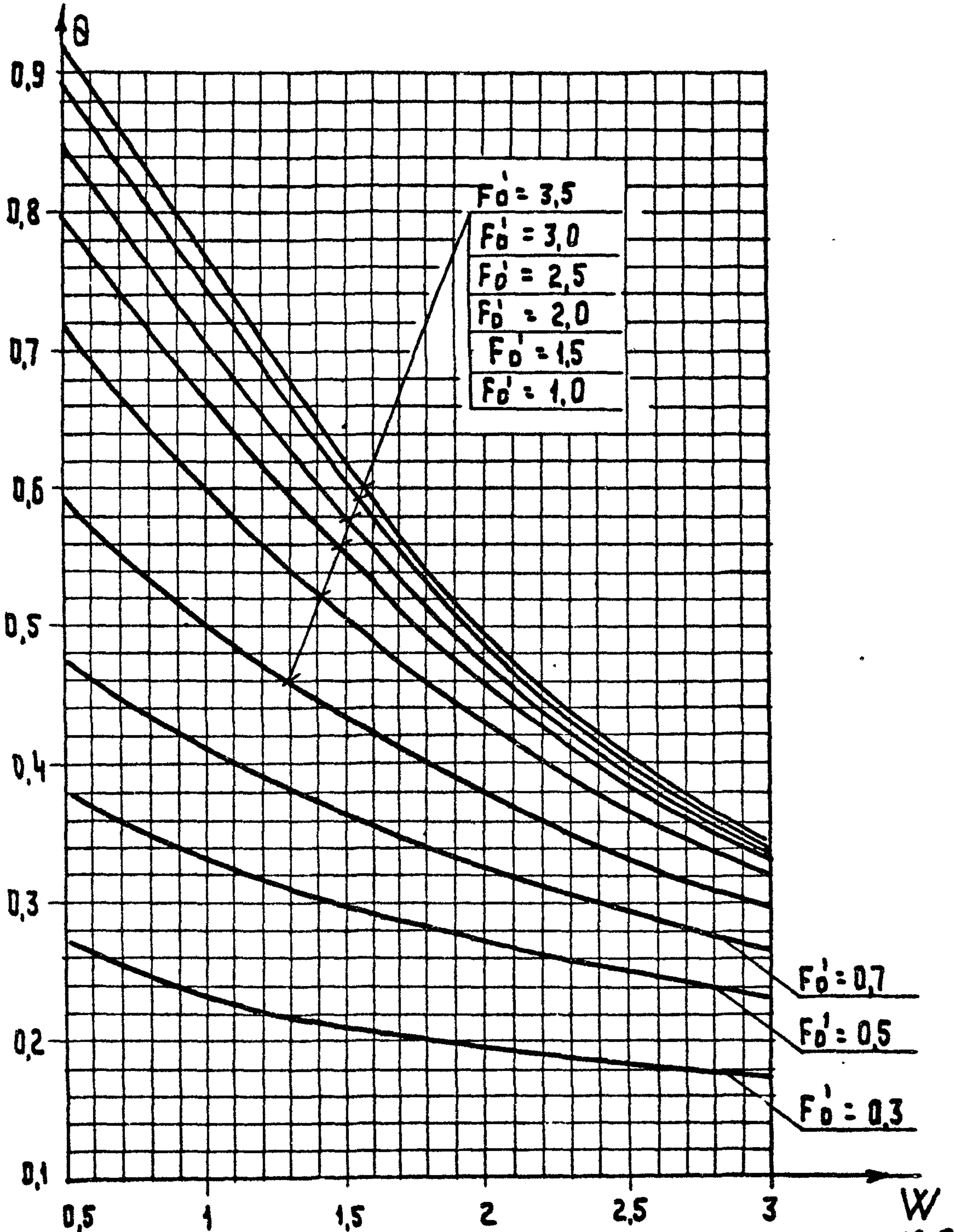


Рис. 48

189

21855-01

904-02-26.86 Альбом 1

ИНВ. N подл. подл. ч. дата вкл. вкл.

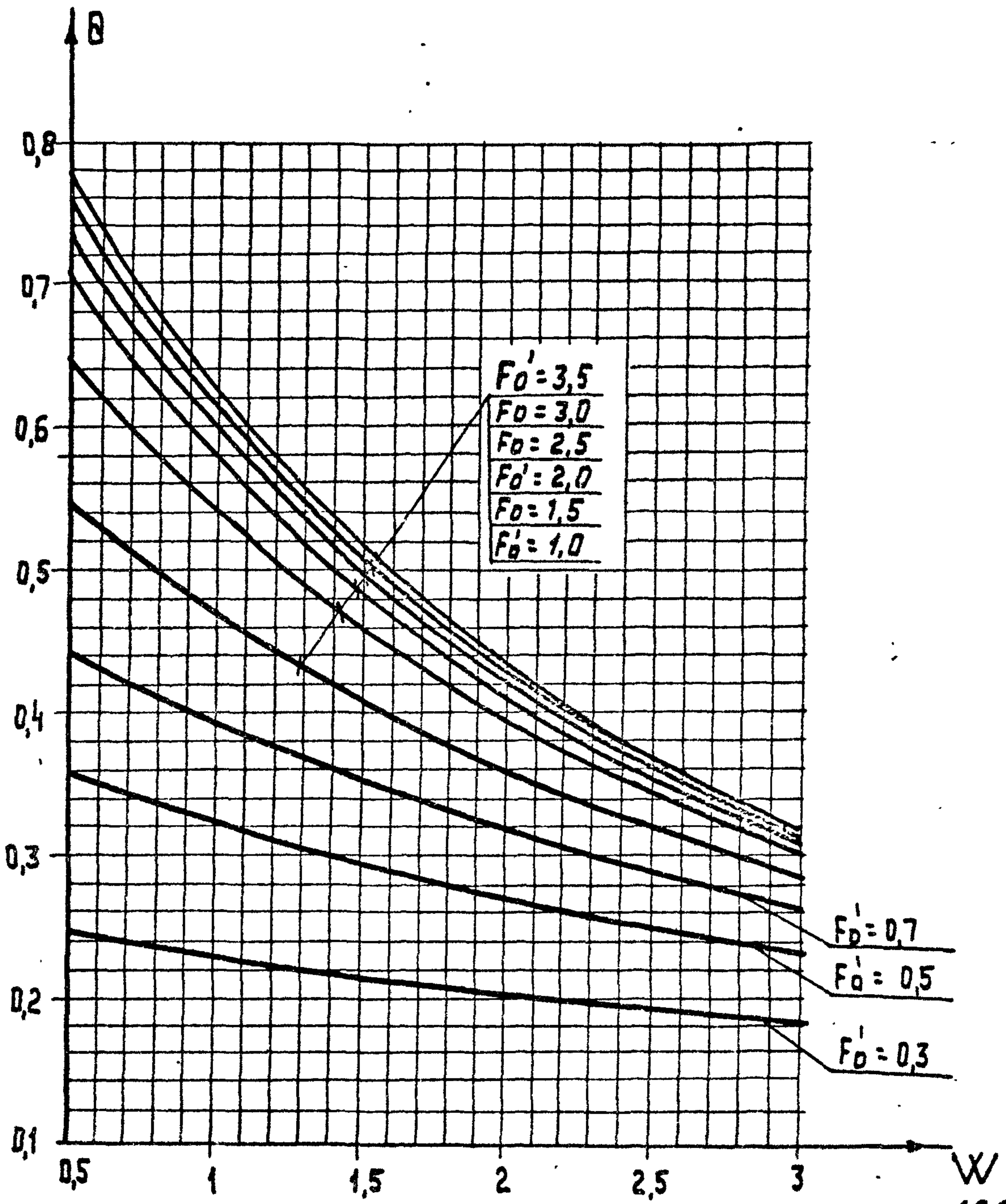
904-02-26.86

Лист

174

Альбом I  
904-02-26.86

### Относительный перепад температур для одного теплообменника



|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| Инв. N подл. | Подп. и дата | Взам. инв. N |
|              |              |              |

Рис. 49

21855.01

190

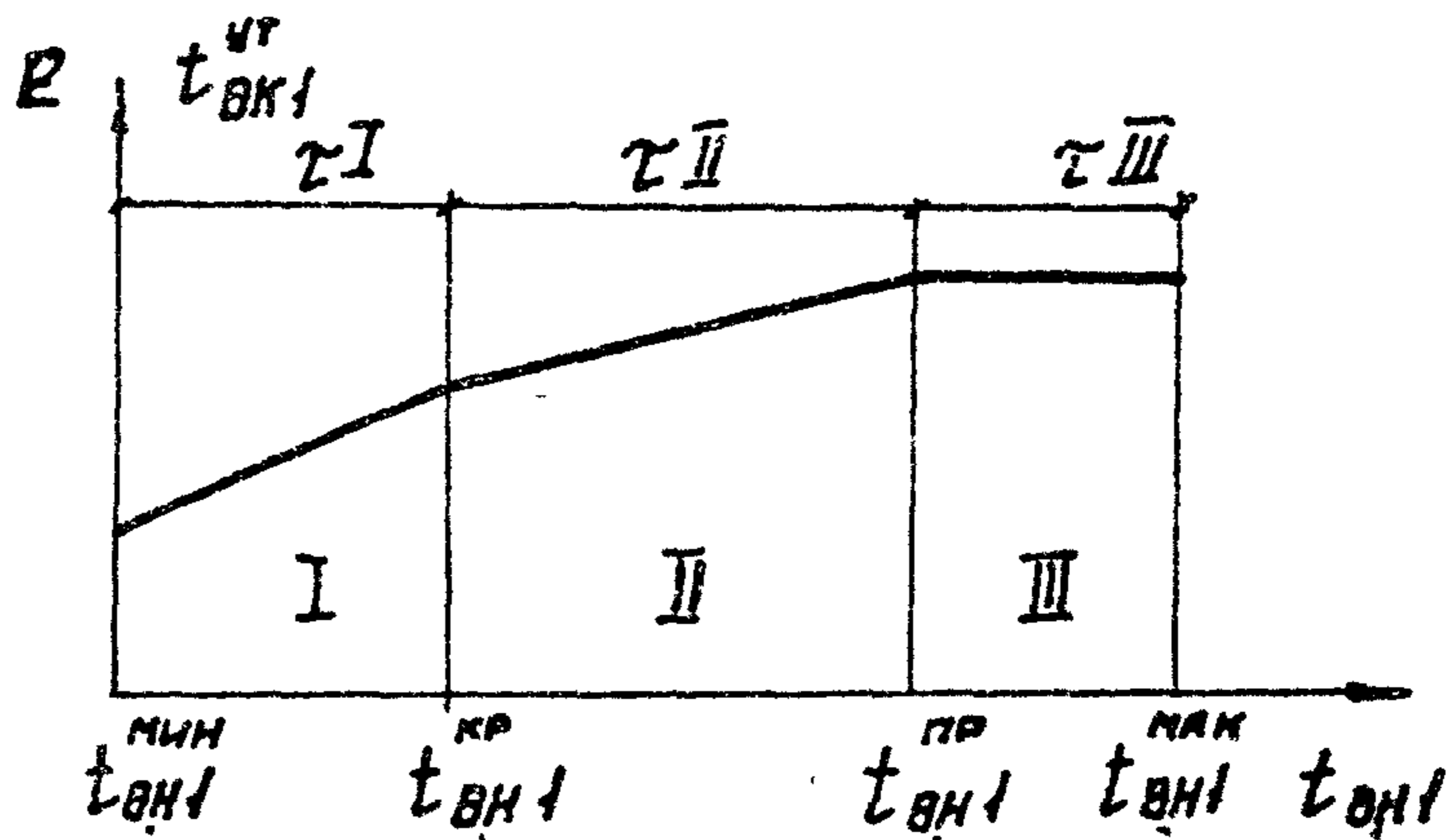
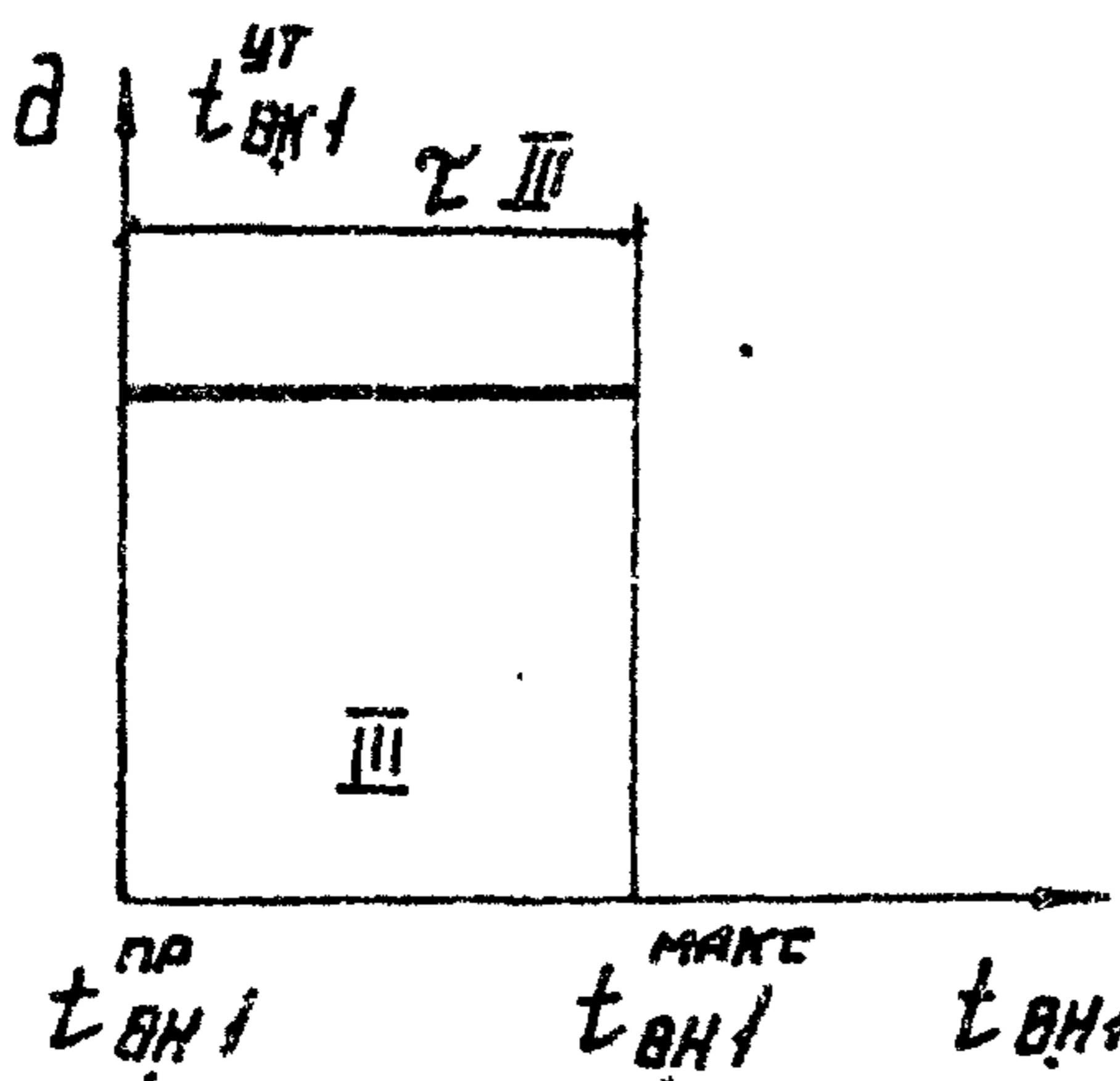
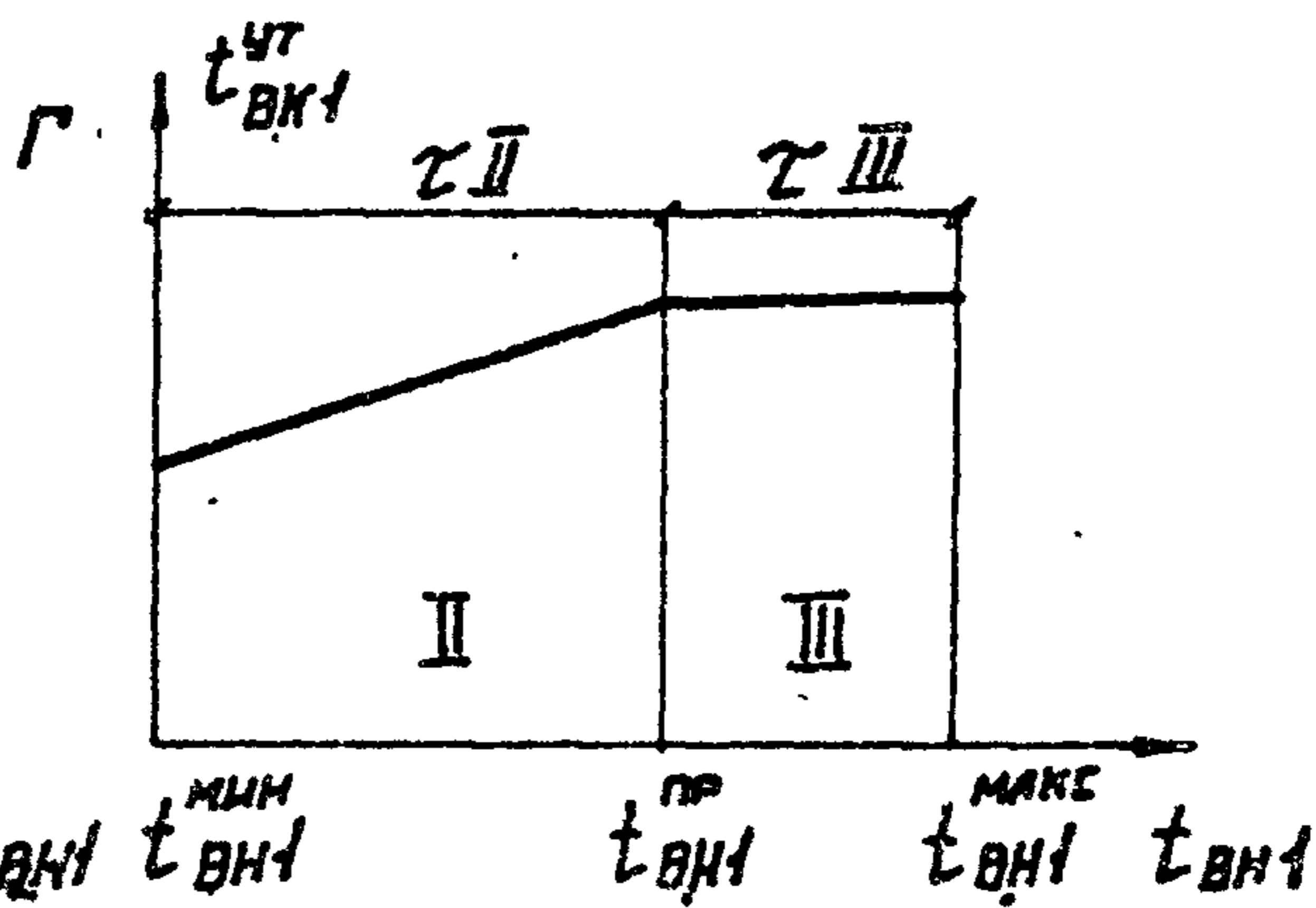
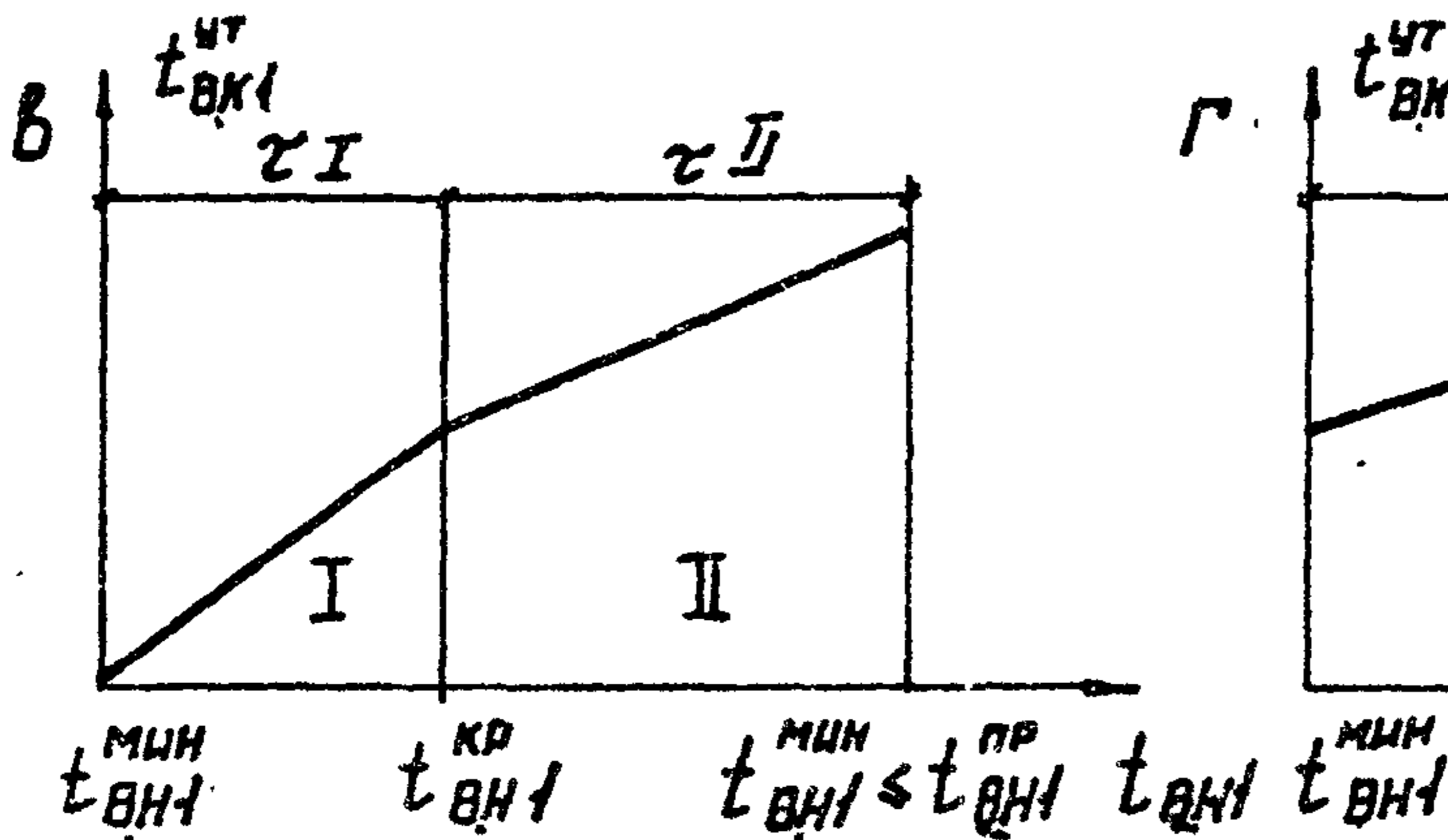
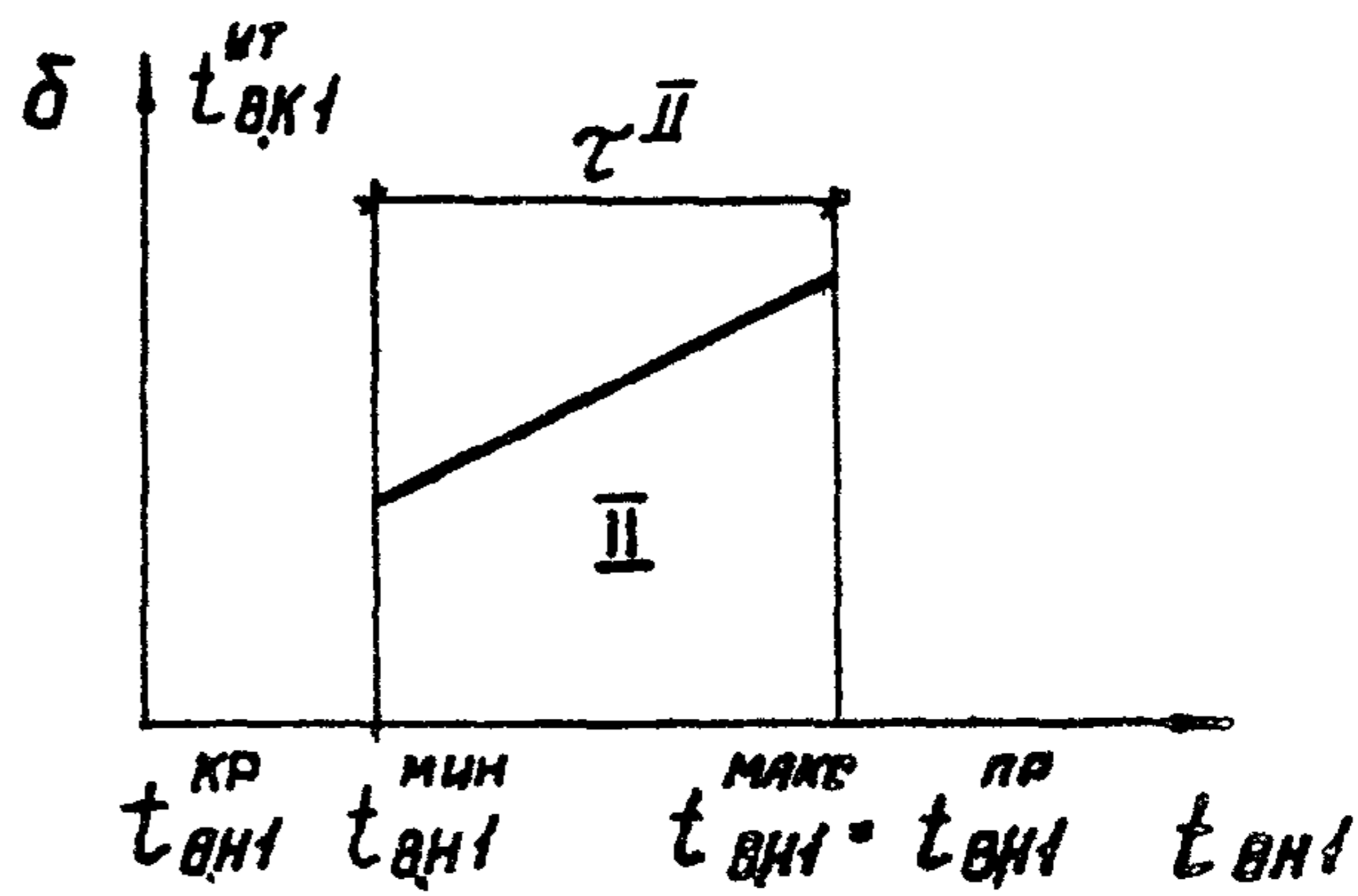
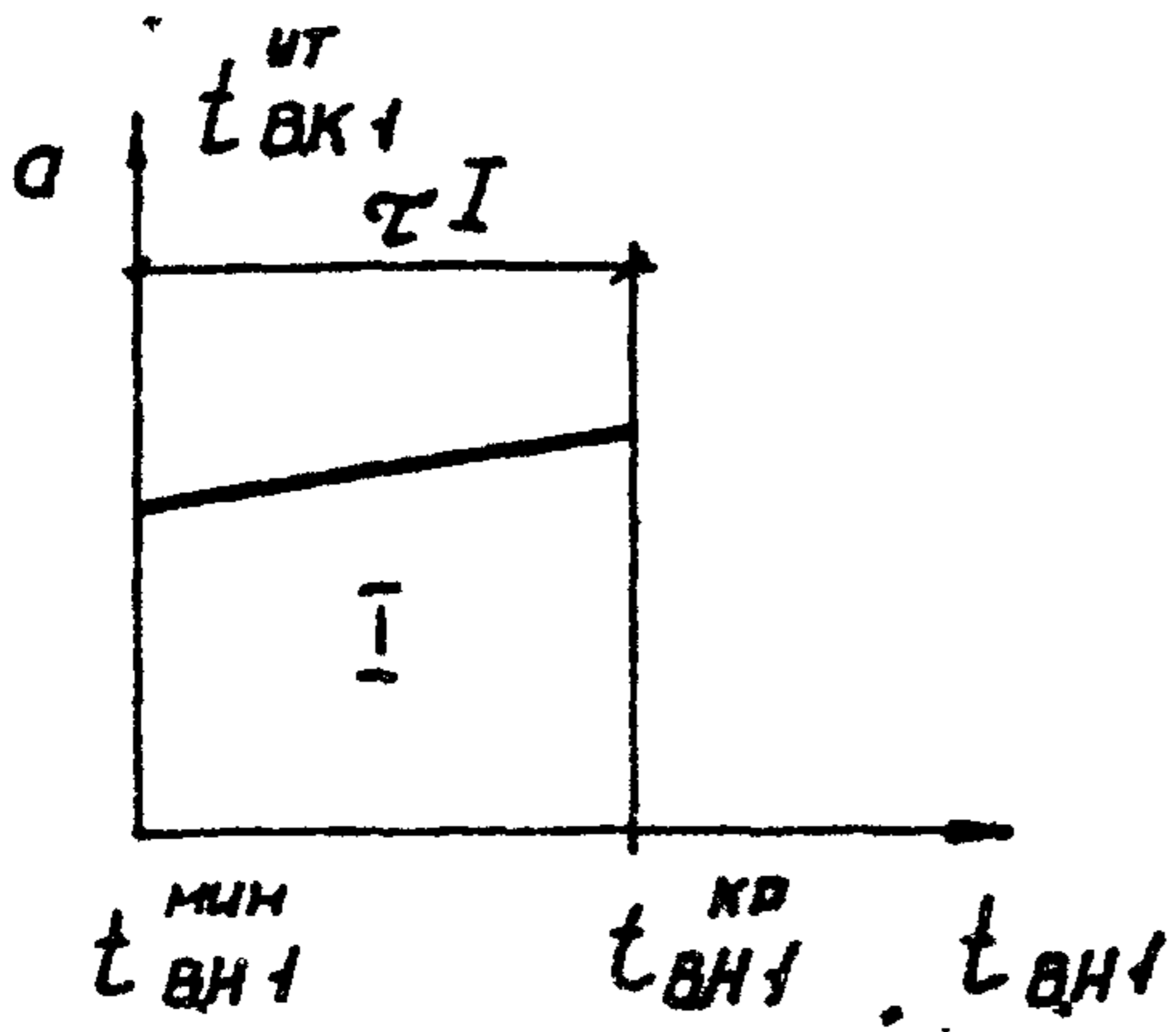
904-02-26.86

|      |
|------|
| Лист |
| 175  |

Периоды работы СУПТ без подогрева в годовом режиме

Альбом 1

904-02-26-86



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

191

Рис. 50

21855-01

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

904-02-26-86

Лист

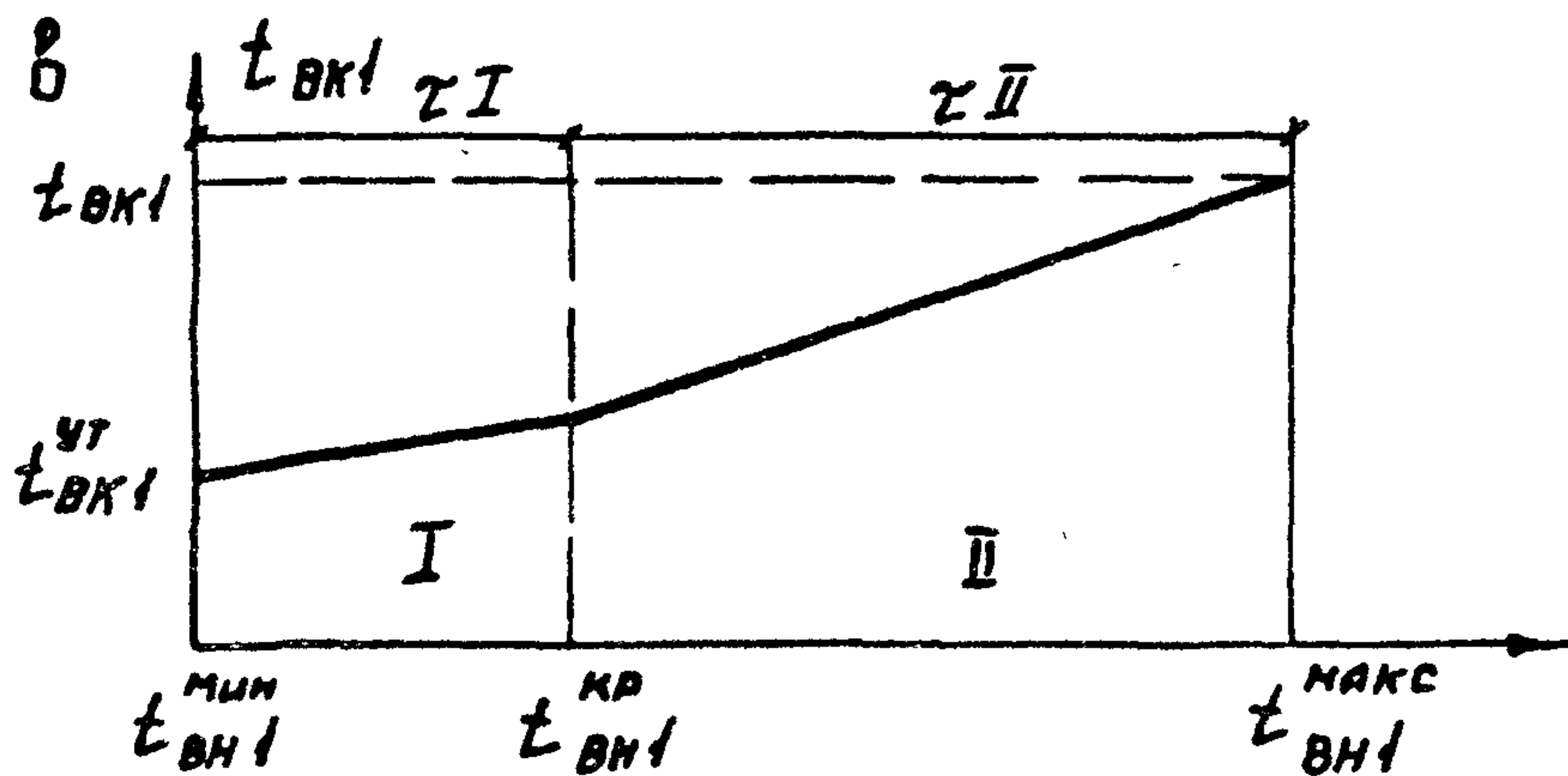
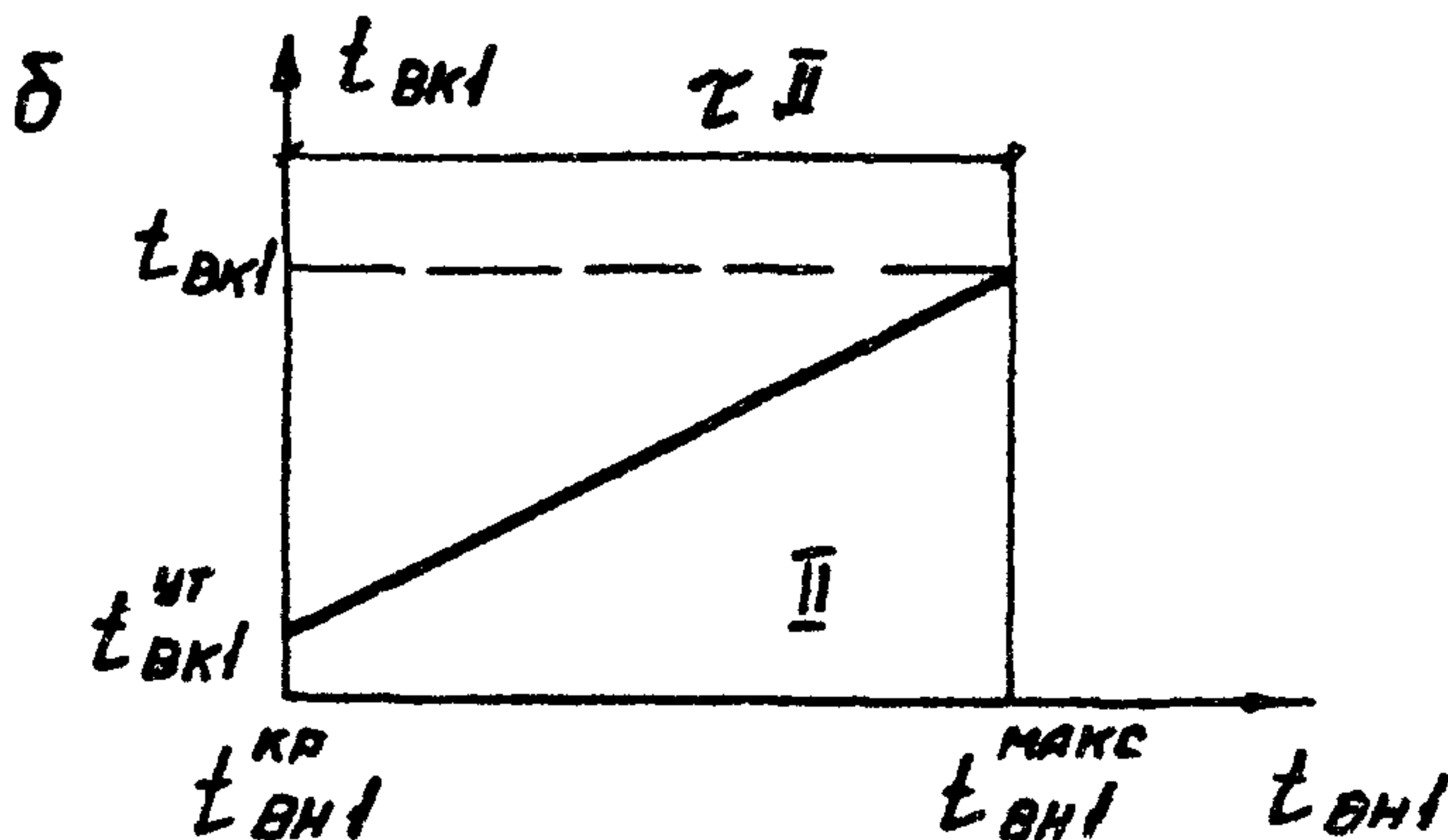
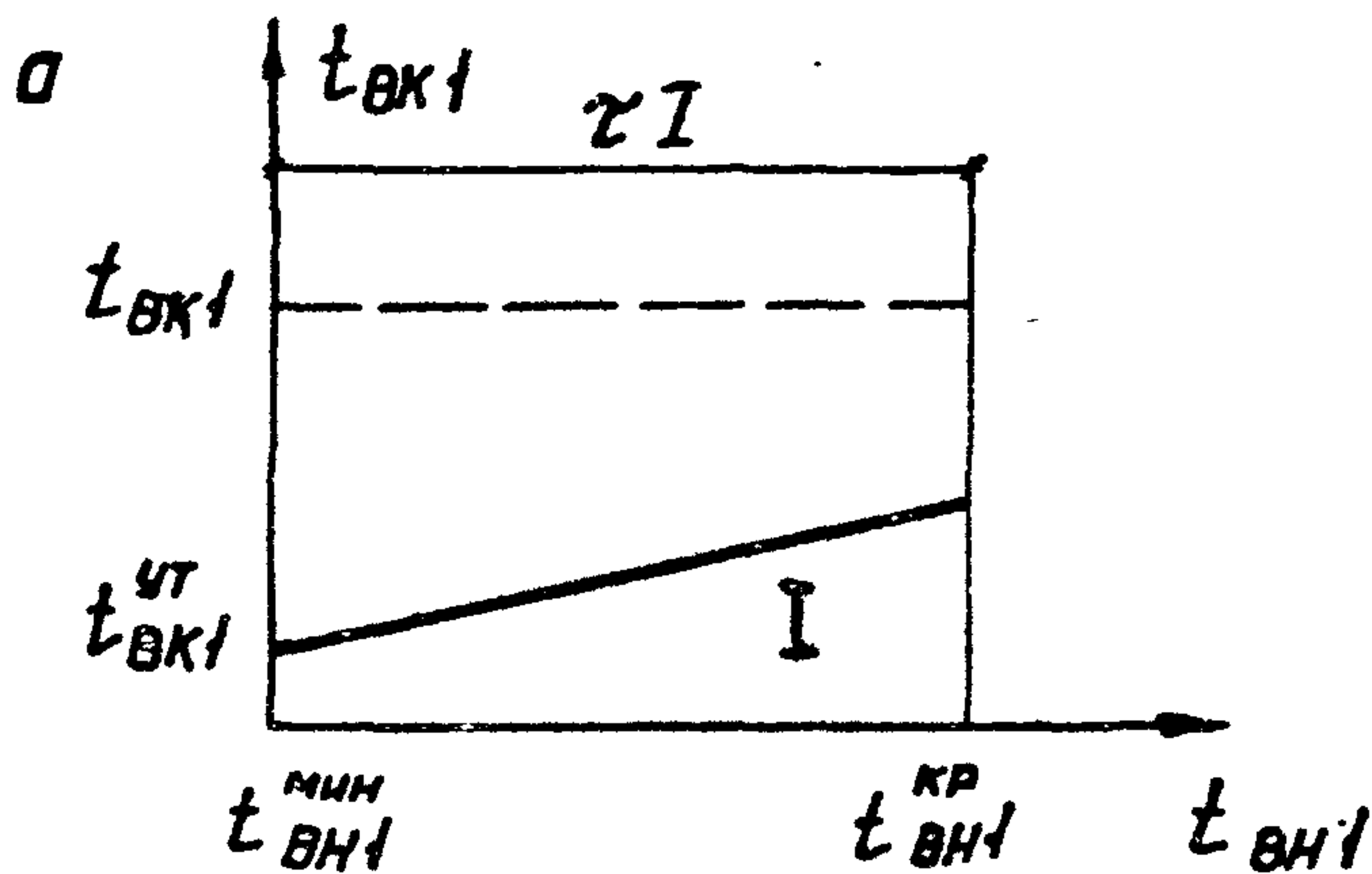
176



Периоды работы СУПТ с подогревом в годовом режиме

Альбом 1

904-02.26-86



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

Рис. 51

192

21855-01

|              |                |                  |
|--------------|----------------|------------------|
| И.В.Н. подл. | Подпись и дата | ВЗАМ. И.В.Н.В.С. |
|--------------|----------------|------------------|

904-02-26.86

Лист

177

## 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:  $Z_{вв} = 22000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $G_{вв} = 26400 \text{ кг/ч}$ ;  
 $t_{в.вв} = 26^\circ\text{C}$ ;  $\varphi_{в.вв} = 50\%$ ;  $i_{в.вв} = 12,8 \text{ ккал/кг}$ ;  
 $Z_{вн} = 22000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $G_{вн} = 26400 \text{ кг/ч}$ ;  $t_{в.н} = -55^\circ\text{C}$ ;  
 $t_{в.кн} = 26^\circ\text{C}$   $t_{в.кн}^{(ср)}$   $= -19,5^\circ\text{C}$ ; отопительный период -  
 - 254 дня; режим работы - двухсменный;  $Z^{от} = 2804 \text{ ч}$ .

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,  $t_{в.кн}^{(ср)}$ ,  $Q_v^{от}$ ,  $Q_v^*$ .

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

|        |                  |             |
|--------|------------------|-------------|
| Изм. № | Пояснение и дата | Взм. инв. № |
|        |                  |             |

Таблица I

| Уста-<br>новка | Т У Б     |           |                                 |                               |                             |   |   |  |
|----------------|-----------|-----------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---|---|--|
|                | Но<br>мер | Индекс    | Схе-<br>мы<br>об-<br>вяз-<br>ки | Т е п л о у т и л и з а т о р |                             |   |   |  |
|                |           |           |                                 | Тип (индекс)                  | Коли-<br>чест-<br>во,<br>шт | Чис-<br>ло<br>ря-<br>дов<br>тру-<br>бок | $f_{\text{фр}}^{(i)}$<br>м <sup>2</sup> | $f_{\text{ж}}^{(i)}$<br>м <sup>2</sup> |
| 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  $t_{\text{с}}^{\text{ср}}$  по формуле (8.6)

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

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

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

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

$$W_1 = W_2 = I, \quad \text{так как} \quad G_{\text{с1}} = G_{\text{с2}}.$$

4. Определяем  $\omega_1$  и  $\omega_2$  по формуле (8.10)

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

194

21855-01

904-02-26.86

Лист  
179

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  $(V\rho)_{фр1}$  и  $(V\rho)_{фр2}$  по формуле (8.12)

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

7. Находим  $\Delta P_{в1} = \Delta P_{в2} = 53,3 = 159 \text{ Па} = 15,9 \text{ кгс/м}^2$ , где  
53 Па - потери давления в одном теплообменнике по рис.7 приложения 3.

8. Определяем  $Q_{об1}$  по рис. 24 приложения 3 (см. п.8.13).  
На оси абсцисс откладываем значение  $Z_g = 22000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , проводим  
вертикальную линию до пересечения с характеристикой 27 (I).

Ордината точки пересечения определяет значение  $Q_{об1} = 0,415$ .

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

$$\psi_{сух} = 4\%$$

10. Определяем режим работы вытяжной установки ( $\psi_{сух} + 5$ ) =  
= 9%. ТУБ вытяжной установки работает в режиме выпадения конден-  
сата, так как  $\psi_{в.н2} > (\psi_{сух} + 5)$ .

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

Определяем  $\xi_\psi = 1,1$  по графику рис. 32 приложения 3.

11. Уточняем  $Q_{об1}^{(ф)}$  по формуле (8.22)

$$Q_{об1}^{(ф)} = 0,415 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 = 0,456, \quad \text{где}$$

$$\xi_c = 1; \quad \xi_w = 1, \quad \text{так как } G_{в1} = G_{в2}.$$

195

21855-01

904-02-26.86

Лист  
180

Шиб №-поиз. Подпись и дата  
 Шиб инв №

АЛБООМ I

904-02-26.86

12. Определяем  $t_{в.к1}^{yt}$  по формуле (8.23)

$$t_{в.к1}^{yt} = -55 + 0,456 [26 - (-55)] = -18^{\circ}\text{C}.$$

13. Определяем  $\bar{Q}_1$  по формуле (8.24)

$$\bar{Q}_1 = \frac{I + I}{I + I/0,456} = 0,627,$$

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

14. Определяем  $t_{ж.к2}$  по формуле (8.25)

$$t_{ж.к2} = -55 + \frac{-18 - (-55)}{0,627} = 4^{\circ}\text{C}.$$

15. Определяем  $t_{ж.к1}$  по формуле (8.26)

$$t_{ж.к1} = 4 - I \cdot (-18 - (-55)) = -33^{\circ}\text{C}.$$

$t_{ж.к1} < 7^{\circ}\text{C}$ , в качестве теплоносителя сохраняем 30% раствор хлористого кальция с  $t_{ж}^{сам} = -55^{\circ}\text{C} = t_{в.к1}$ .

16. Определяем  $Q_y^{yt}$  по формуле (8.27)

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

17. Определяем  $Q_y^T$  по формуле (8.28)

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

196

21855-01

904-02-26.86

Лист

181

ЦНБ А.И.И.И. Поступил в архив 20.01.2012

АЛЬБОМ 1

904-02-26.86

ПРИМЕР 2. Расчет по упрощенному графо-аналитическому методу СУПТ без подогрева с группами установок. Расчет годового потребления теплоты.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

I. В СУПТ без подогрева промежуточного теплоносителя утилизируется теплота воздуха 10 вытяжных установок для нагрева воздуха в двух приточных установках. Расчетные данные приведены в табл. I

Таблица I

| Установка | Расход воздуха                       |                         | Параметры воздуха        |                               |                               |                          |                          |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|           | $L_{в}^{(i)}$ ,<br>м <sup>3</sup> /ч | $G_{в}^{(i)}$ ,<br>кг/ч | $t_{в.нз}^{(i)}$ ,<br>°C | $\varphi_{в.нз}^{(i)}$ ,<br>% | $i_{в.нз}^{(i)}$ ,<br>ккал/кг | $t_{в.пр}^{(i)}$ ,<br>°C | $t_{в.кп}^{(i)}$ ,<br>°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                       |

$t_{в.пр}^{ср} = -3,6^{\circ}\text{C}; \quad t_{в.пр}^{мин} = -40^{\circ}\text{C}.$

Место строительства - Москва.

Отопительный период 213 дней = 5112 ч, режим работы двухсменный ( $\lambda=0,46$ ),  $t_{от} = 5112 \cdot 0,46 = 2352$  ч.

197

21855-01

Инв. №: инв. Проект и дата: 1977 г.

2. В качестве основного оборудования приточных установок используются типовые приточные камеры 2ПК-63.

3. ТУБ приточных и вытяжных установок присоединяются к циркуляционному контуру по параллельной схеме (см. рис. 8 приложения I).

4. Расчет СУПТ выполняется по упрощенному графо-аналитическому методу (раздел 8) в системе единиц МКГСС.

Требуется определить:

технические характеристики ТУБ (тип и количество теплоутилизаторов, число рядов трубок, схемы обвязки),

$$t_{в.к.1}^{пр}, Q_{в.к.1}^{пр}, Q_{в.к.2}^{пр}, t_{в.к.2}^{пр}, Q_{гр.1}^{пр}, Q_{гр.2}^{пр}.$$

Порядок расчета:

I. В качестве теплоутилизаторов для ТУБ вытяжных и приточных установок принимаем воздухонагреватели КСк 4.

Для каждого ТУБ определяем количество теплоутилизаторов во фронтальном сечении по табл. 5 альбом 4 (см. схему по фронту) при номинальных расходах приточных камер 2ПК, ближайших по значению к заданным  $L_{01}^{(i)}$  и  $L_{02}^{(i)}$ .

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

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

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

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

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

Данные по п. I-3 приведены в табл. 2.

19B

21855-01

Таблица 2

904-02-26.86 Альбом I

| Уста-<br>новка | Т У Б      |             |  |                               |                              |   |                                  |                                 |
|----------------|------------|-------------|--|-------------------------------|------------------------------|---|----------------------------------|---------------------------------|
|                | Но-<br>мер | И н д е к с | Тип<br>схе-<br>мы<br>об-<br>вяз-<br>ки | Т е п л о у т и л и з а т о р |                              |   |                                  |                                 |
|                |            |             |  | Тип (индекс)                  | Коли-<br>чест-<br>во,<br>шт. | Чис-<br>ло<br>ря-<br>дов<br>тру-<br>бок | $f_{фр}^{(i)}$<br>м <sup>2</sup> | $f_{ж}^{(i)}$<br>м <sup>2</sup> |
| В1             | 20         | 2.02.3.12.2 | 2                                      | КСк4-10-02 ХЛЗА               | 9                            | 12                                      | 1,743                            | 0,0033                          |
| В2             | 20         | 2.02.3.12.2 | 2                                      | КСк4-10-02 ХЛЗА               | 9                            | 12                                      | 1,743                            | 0,0033                          |
| В3             | 20         | 2.02.3.12.2 | 2                                      | КСк4-10-02 ХЛЗА               | 9                            | 12                                      | 1,743                            | 0,0033                          |
| В4             | 27         | 2.03.3.12.1 | 1                                      | КСк4-12-02 ХЛЗА               | 3                            | 12                                      | 2,488                            | 0,0052                          |
| В5             | 20         | 2.02.3.12.2 | 2                                      | КСк4-10-02 ХЛЗА               | 9                            | 12                                      | 1,743                            | 0,0033                          |
| В6             | 10         | 2.01.3.12.2 | 2                                      | КСк4-10-02 ХЛЗА               | 6                            | 12                                      | 1,162                            | 0,0022                          |
| В7             | 20         | 2.02.3.12.2 | 2                                      | КСк4-10-02 ХЛЗА               | 9                            | 12                                      | 1,743                            | 0,0033                          |
| В8             | 20         | 2.02.3.12.2 | 2                                      | КСк4-10-02 ХЛЗА               | 9                            | 12                                      | 1,743                            | 0,0033                          |
| В9             | 20         | 2.02.3.12.2 | 2                                      | КСк4-10-02 ХЛЗА               | 9                            | 12                                      | 1,743                            | 0,0033                          |
| В10            | 20         | 2.02.3.12.2 | 2                                      | КСк4-10-02 ХЛЗА               | 9                            | 12                                      | 1,743                            | 0,0033                          |
| П1             | 51         | 2.06.3.12.2 | 2                                      | КСк4-12-02 ХЛЗА               | 6                            | 12                                      | 4,976                            | 0,0103                          |
| П2             | 51         | 2.06.3.12.2 | 2                                      | КСк4-12-02 ХЛЗА               | 6                            | 12                                      | 4,976                            | 0,0103                          |

4. Определяем  $\sum L_{в2}, \sum G_{в2}$  и  $\sum L_{в1}, \sum G_{в1}$

$$\sum G_{в2} = 190500 \text{ кг/ч}, \sum L_{в2} = 158500 \text{ м}^3/\text{ч}, \sum G_{в1} = 145000 \text{ кг/ч}, \sum L_{в1} = 120830 \text{ м}^3/\text{ч}$$

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

199

21855-01

Инв. № подл. Подпись и дата



904-02-26.86 АЛЬБОМ I

$$t_{вн2}^{cp} = \frac{20 \cdot 14500 + 18 \cdot 17000 + 20 \cdot 17000 + 18 \cdot 30000 + 20 \cdot 16000 + 18 \cdot 11000 + 20 \cdot 19000 + 18 \cdot 25000 + 18 \cdot 24000 + 18 \cdot 17000}{190500} = 19^{\circ}\text{C}; \quad \varphi_{вн2}^{cp} = 60\%;$$

$$i_{вн2}^{cp} = \frac{10,3 \cdot 14500 + 8,2 \cdot 17000 + 9,2 \cdot 17000 + 10,5 \cdot 30000 + 8,4 \cdot 16000 + 8,2 \cdot 11000 + 9,2 \cdot 19000 + 10,5 \cdot 25000 + 9,0 \cdot 24000 + 8,2 \cdot 17000}{190500} = 9,33 \text{ ккал/кг};$$

$$t_{вн1}^{cp} = -25^{\circ}\text{C}.$$

6. Определяем  $t_{с}^{cp}$  по формуле (8.6)

$$t_{с}^{cp} = \frac{19 + (-25)}{2} = -3^{\circ}\text{C}.$$

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

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

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

8. Определяем  $G_{ж2}^{(i)}$  и  $G_{ж1}^{(i)}$  по формулам (8.8) и (8.9)\*

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

\* 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

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

Альбом I

904-02-26.86

9. Определяем  $\omega_1^{(i)}$ ,  $\omega_2^{(i)}$ ,  $\omega_2^\varphi$  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;

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

$\Sigma f_{жг} = 0,0341 \text{ м}^2$  - суммарная площадь живого сечения  
прохода теплоносителя для ТУБ  
установок VI - VI0.

10. Находим  $\Delta P_{жг}^{(i)}$ :

для приточных установок по графикам

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

для вытяжных установок по формуле (5.1)

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

II. Определяем  $(v_p)_{pp2}^{(i)}$ ,  $(v_p)_{pp2}^{(i)}$ ,  $(v_p)_{pp2}^\varphi$  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

904-02-26.86

Лист

186

Альбом 1

904-02-26.86

где  $f_{фр2}^{(i)} = 1,755 \text{ м}^2$  - 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  $\Delta P_{\text{в}}^{(i)}$  по графикам рис.7 приложения 3.

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

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

Таблица 3

| Уста-<br>новка | Номер<br>ТУБ | $G_{ж}^{(i)}$ ,<br>кг/ч | $\omega^{(i)}$ ,<br>м/с | $\Delta P_{ж}^{(i)}$ ,<br>кгс/м <sup>2</sup> | $(\Delta P)_{фр}^{(i)}$ ,<br>кг/м <sup>2</sup> ·с | $\Delta P_{\text{в}}^{(i)}$ ,<br>кгс/м <sup>2</sup> |
|----------------|--------------|-------------------------|-------------------------|--|---|---|
| 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  |
| П1             | 51           | 33870                   | 0,725                   | 10000  | 4,03  | 27,0  |
| П2             | 51           | 33870                   | 0,725                   | 10000  | 4,03  | 27,0  |

202

21855-01

904-02-26.86

Лист  
187

Инв. №, Подпись и дата Вып. №

14. Определяем  $L_{B2}^{cp}$  и  $L_{B1}^{cp}$  по формулам (8.16) и (8.17)

$$L_{B2}^{cp} = \frac{158500}{10} = 15870 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{B1}^{cp} = \frac{120830}{2} = 60415 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для определения значений  $\Theta_{051}^{(m)}$  и  $\Theta_{051}^{(n)}$  выбираем графики рис. 24 приложения 3, на котором нанесены характеристики  $\Theta_{05}$  для систем с ТУБ на базе 2ПК и теплоутилизаторами КСк4.

На оси абсцисс откладываем значение  $L_{B2}^{cp} = 15870 \text{ м}^3/\text{ч}$ , проводим вертикальную линию до пересечения с характеристикой 20 (2). Характеристика 20 (2) построена для ТУБ №20 с теплоутилизаторами КСк4, числом трубок 12 и схемой обвязки тип 2 (см. табл. 2 альбома 4) что соответствует технической характеристике принятых ТУБ вытяжных установок. Ордината точки пересечения определяет значение  $\Theta_{051}^{(m)} = 0,424$ .

На оси абсцисс рис. 24 откладываем значение  $L_{B1}^{cp} = 60415 \text{ м}^3/\text{ч}$ , проводим вертикальную линию до пересечения с характеристикой 51(2), соответствующей числу рядов трубок 12 и схеме обвязки тип 2 (аналогичной типу 2) для принятых ТУБ приточных установок. Ордината точки пересечения определяет значение  $\Theta_{051}^{(n)} = 0,434$ .

15. Определяем  $\Theta_{051}^{cp}$  по формуле (8.14.1)

$$\Theta_{051}^{cp} = \frac{0,424 + 0,434}{2} = 0,429.$$

16. Определяем  $W_M$  при  $\Sigma G_{BM} = \Sigma G_{B1}$  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 | Взамин инв. № |
|              |                |               |

Находим  $\bar{\xi}_w = 0,9$  по рис. 30 приложения 3.

17. Определяем  $\bar{G}_B$  по формуле (8.21)

$$\bar{G}_B = \frac{190500}{145000} = 1,31 .$$

Находим  $\bar{\xi}_g = 1,17$  по рис. 31 приложения 3.

18. Находим  $\varphi_{сух.}$  по табл. 8 приложения 2 при  $t_{вн2}^{\varphi} = 19^{\circ}\text{C}$   
и  $t_{вн1}^{\varphi} = -25^{\circ}\text{C}$

$$\varphi_{сух.} = 22,5\% .$$

19. Определяем режим работы вытяжных ТУБ.

ТУБ вытяжных установок работают в режиме с выпадением конденсата, так как  $\varphi_{вн2}^{\text{ср}} > (\varphi_{сух.} + 5)$ , где  $\varphi_{вн2}^{\text{ср}} = 60\%$ ,  
( $\varphi_{сух.} + 5$ ) = 22,5 + 5 = 27,5%.

Находим  $\Delta\varphi$  по п.8.19  $\Delta\varphi = 60 - (27,5) = 32,5\%$ .

Определяем  $\xi_{\varphi} = 1,204$  по графику рис. 32 приложения 3.

20. Уточняем  $\varphi_{об1}^{\text{ср}(\varphi)}$  по формуле (8.22)

$$\varphi_{об1}^{\text{ср}(\varphi)} = 0,429 \cdot 0,9 \cdot 1,17 \cdot 1,204 = 0,544 .$$

21. Определяем  $t_{вк1}^{\text{ут}(\varphi)}$  по формуле (8.23)

$$t_{вк1}^{\text{ут}(\varphi)} = -25 + 0,544 [19 - (-25)] = 1,1^{\circ}\text{C} .$$

22. Определяем  $\vartheta_1^{\varphi}$  по формуле (8.24)

$$\vartheta_1^{\varphi} = \frac{1 + 1,31}{0,76 + 1/0,544} = 0,889$$

21855-01

204

904-02-26.86

Лист

189

Альбом I

904-02-26.86

Инв. №: подл. Подпись и дата

ВЗАМЕН ИНВ. №

где  $W_1 = W_H$  по п.16, так как  $\Sigma G_{B1} < \Sigma G_{B2}$ .

23. Определяем  $t_{ж.к2}^{\circ}$  по формуле (8.25)

$$t_{ж.к2}^{\circ} = -25 + \frac{1,1 - (-25)}{0,889} = 4,4^{\circ}\text{C}.$$

24. Определяется  $t_{ж.к1}^{\circ}$  по формуле (8.26)

$$t_{ж.к1}^{\circ} = 4,4 - 0,76 (1,1 - (-25)) = -15,4^{\circ}\text{C}.$$

Уточняем вид теплоносителя  $t_{ж.к2}^{\circ} = -15,4^{\circ}\text{C} < 7^{\circ}\text{C}$ ,  
в СУПТ используется незамерзающий теплоноситель 23% раствор  
хлористого кальция с  $t_{ж}^{\circ} = t_{в.к1}^{\circ} = -25^{\circ}\text{C}$ .

25. Определяем  $Q_4^{ут(с)}$  по формуле (8.27)

$$Q_4^{ут(с)} = 145000 \cdot 0,24 \cdot 0,544 [1,1 - (-25)] = 832970 \text{ ккал/ч} = \\ = 0,833 \text{ Гкал/ч}.$$

26. Определяем расход теплоты от первичного источника для  
дополнительного нагрева воздуха в приточных установках  $Q_4^{т(с)}$   
(от  $t_{в.к1}^{\circ} = 1,1^{\circ}\text{C}$  до  $t_{в.к1}^{\circ} = 14^{\circ}\text{C}$ ) по формуле (8.28)

$$Q_4^{т(с)} = 145000 \cdot 0,24 \cdot (14 - 1,1) = 448920 \text{ ккал/ч} = \\ = 0,449 \text{ Гкал/ч}.$$

27. Определяем  $i_{в.к2}^{\circ}$  по формуле (8.29)

$$i_{в.к2}^{\circ} = 9,33 - \frac{145000 \cdot 0,24 (1,1 - (-25))}{190500} =$$

$$= 4,56 \text{ ккал/кг}.$$

По  $i-d$  диаграмме для точки с координатами  $i_{в.к2}^{\circ} =$   
 $= 4,56 \text{ ккал/кг}$  и  $\varphi = 100\%$  находим значение  $t_{в.к2}^{\circ} = 5,3^{\circ}\text{C}$ .

21855-01

205

28. Расчет годового потребления теплоты. ТУБ работают в режиме с выпадением конденсата  $t_{ж.к.1}^{cp} = -15,4^{\circ}\text{C}$ .

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;  $\alpha_{ж2} = 45$  ккал/(ч.м<sup>2</sup>.<sup>0</sup>С) и  $\alpha_{ж1} = 575$  ккал/(ч.м<sup>2</sup>.<sup>0</sup>С) 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  $t_{в.н.1}^{кр}$  по формуле (9.8)

$$t_{в.н.1}^{кр} = \frac{-5,37(9,33-2,3)+19(5,37 \cdot 0,1 - 0,2)}{1+5,37 \cdot 0,1 - 0,2} = -23,5^{\circ}\text{C},$$

где Д = 2,3 для системы МК ГСС.

$$t_{в.н.1}^{кр} = -23,5^{\circ}\text{C} > t_{в.н.1}^p = -25^{\circ}\text{C}, \text{ значит}$$

на теплообменной поверхности ТУБ будет обмерзать конденсат.

Защиту ТУБ вытяжных установок предусматриваем за счет перепуска части теплоносителя.

28.3. Определяем  $t_{в.н.1}^{пр(ср)}$  по формуле (12,2)

$$t_{в.н.1}^{пр(ср)} = \frac{14-0,544 \cdot 19}{1-0,544} = 8,0^{\circ}\text{C}.$$

21855-01 206

28.4. Выявляем характерные периоды работы СУПТ в годовом режиме по п. 12.2.

$$\text{I период} - t_{в.н.1}^{\text{мин}} = -40^{\circ}\text{C} < t_{в.н.1}^{\text{р}} = -25^{\circ}\text{C} < t_{в.н.1}^{\text{кр}} = -23,5^{\circ}\text{C}.$$

$$\text{II период} - t_{в.н.1}^{\text{пр(кр)}} = 8^{\circ}\text{C} > t_{в.н.1}^{\text{р}} = -25^{\circ}\text{C} > t_{в.н.1}^{\text{кр}} = -23,5^{\circ}\text{C}.$$

28.5. Определяем  $t_{в.н.1}^{\text{ср(от)}}$  и  $\tau^{\text{от}}$  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

$$\text{от } t_{в.н.1}^{\text{мин}} = -40^{\circ}\text{C}, \quad \text{до } t_{в.н.1}^{\text{кр}} = -23,5^{\circ}\text{C}.$$

Находим по табл. 4.I

$$t_{в.н.1}^{\text{от(2)}} = -24,7^{\circ}\text{C}, \quad \tau^{\text{от(2)}} = 147 \text{ ч};$$

б) для II периода с интервалом температур наружного воздуха от  $t_{в.н.1}^{\text{кр}} = -23,5^{\circ}\text{C}$  до  $t_{в.н.1}^{\text{пр}} = 8,0^{\circ}\text{C}$ .

Находим по табл.4.I значения  $\tau$  и  $S$ , соответствующие заданным  $t_{в.н.1}$ :

$$\text{при } t_{в.н.1}^{\text{кр}} = -23,5^{\circ}\text{C}, \quad \tau^{\text{н}} = 147 \text{ ч}, \quad S^{\text{н}} = -3629,5 \text{ ч}^{\circ}\text{C};$$

$$\text{при } t_{в.н.1}^{\text{пр}} = 8,0^{\circ}\text{C}, \quad \tau^{\text{б}} = 5112 \text{ ч}, \quad S^{\text{б}} = -14902 \text{ ч}^{\circ}\text{C}.$$

Определяем  $\tau^{\text{от(2)}}$  по формуле (4.2)

$$\tau^{\text{от(2)}} = 5112 - 147 = 4965 \text{ ч}.$$

Определяем  $S^{\text{от(2)}}$  по формуле (4.3)

$$S^{\text{от(2)}} = -14902 - (-3629,5) = -11272,5 \text{ ч}^{\circ}\text{C}.$$

Определяем  $t_{в.н.1}^{\text{ср(от)}}$  по формуле (4.1)

$$t_{в.н.1}^{\text{ср(от)}} = \frac{11272,5}{4965} = -2,3^{\circ}\text{C}.$$

21855-01 207



Альбом I

904-02-26.86

28.6. Определяем  $Q_{год}^{шт(1)}$  и  $Q_{год}^{шт(2)}$  по формуле (I2.8) и (I2.9)

$$Q_{год}^{шт(1)} = 0,833 \cdot 0,9 \frac{19 - (-24,7)}{19 - (-25)} \cdot 147 \cdot 0,46 = 50,35 \text{ Гкал/год,}$$

$$Q_{год}^{шт(2)} = 0,833 \cdot \frac{19 - (-2,3)}{19 - (-25)} \cdot 4965 \cdot 0,46 = 920,98 \text{ Гкал/ч.}$$

28.7. Определяем  $Q_{год}^{шт(1+2)}$  по формуле (I2.12)

$$Q_{год}^{шт(1+2)} = 50,35 + 920,98 = 971,33 \text{ Гкал/год.}$$

28.8. Определяем требуемый расход теплоты  $Q_{ч}^{ср(тп)}$  на нагрев приточного воздуха в расчетном режиме при  $t_{в.нп}^p = -25^{\circ}\text{C}$

$$Q_{ч}^{ср(тп)} = \sum G_{в}^{(i)} \cdot C_{в} (t_{в.нп}^{ср} - t_{в.нп}^p) =$$

$$= 145000 \cdot 0,24 [14 - (-25)] = 1357200 \text{ ккал/ч} = 1,357 \text{ Гкал/ч.}$$

28.9. Определяем  $Q_{год}^r$  по формуле (I2.1)

$$Q_{год}^r = 1,357 \frac{[14 - (-3,6)]}{[14 - (-25)]} 2352 - 971,33 = 469,01 \text{ Гкал/год,}$$

где  $Z^{от} = 2352$  ч при двухменной работе ( $Z^{от} = 5112$ ч;  $\eta = 0,46$ );

$$t_{в.нп}^{ср(от)} = -3,6^{\circ}\text{C.}$$

21855-01 208

904-02-26.86

Лист  
193

Инв. № подл. Проверка и дата. Изм. №

ПРИМЕР 3. РАСЧЕТ ПО ГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКОМУ МЕТОДУ СУПТ  
БЕЗ ПОДОГРЕВА С ГРУППАМИ УСТАНОВОК И  
ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СХЕМОЙ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ПО РИС. 8

Исходные данные:

I. В СУПТ без подогрева промежуточного теплоносителя утилизируется теплота воздуха трех вытяжных установок для нагрева воздуха в трех приточных установках.

Расчетные данные приведены в табл. 1.

Таблица I

| Уста-<br>новка | Расход воздуха                         |                                    |                       | Параметры воздуха       |                              |                              |                         |                         |
|----------------|--|------------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                | $L_{ном}^{(i)}$ ,<br>м <sup>3</sup> /ч | $L_B^{(i)}$ ,<br>м <sup>3</sup> /ч | $G_B^{(i)}$ ,<br>кг/ч | $t_{внз}^{(i)}$ ,<br>°C | $\varphi_{внз}^{(i)}$ ,<br>% | $i_{внз}^{(i)}$ ,<br>ккал/кг | $t_{внт}^{(i)}$ ,<br>°C | $t_{внт}^{(i)}$ ,<br>°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                      |

$$t_{внт}^{(i)} = -6,5^{\circ}\text{C}; \quad \tau_{\text{от}} = 2400 \text{ ч.}$$

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).

21855-01 209

904-02-26.86

Лист

194

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,  $G_{ж}$ ,  $t_{вх}^{(1)}$ ,  $Q_{ч}^{(1)}$ ,  $Q_{ч}^{(2)}$ ,  $t_{вх}^{(2)}$ ,  $t_{кр(ср)}$

Порядок расчета:

I. В качестве теплоутилизаторов для ТУБ вытяжных установок принимаем ПП, 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  $Z_{вх}^{(1)}$ ;

для приточных установок - по табл.4 альбома 4 (см.схему по фронту) при номинальных расходах кондиционеров КТЦ2А, ближайших к заданным  $Z_{вх}^{(2)}$ .

2. Определяем  $Z$  по формуле (8.1)

$$Z = 2400 \cdot (-6,5) = -15600 \text{ ч} \cdot \text{°C}.$$

Принимаем число рядов трубок (по глубине) в ТУБ установок В1, В2, В3, П1, П2 по п.8.2.2 равным 12, так как

$$-5000 \geq Z \geq -26000 \text{ °C ч}.$$

Для ТУБ установки П3 число рядов трубок принимаем равным 8, так как за счет рециркуляции воздуха из помещения  $t_{вх}^{(2)} = -10 \text{ °C}$  и следовательно значение  $Z$  для этой установки будет меньше  $-15600 \text{ °C ч}$ .

21855-01 210

904-02-26.86

Лист

195

Альбом I

904-02-26.86

Инв. № подл. Подпись и дата

Взам. инв. №

Альбом I  
904-02-26.86

3. Выбираем тип обвязки ТУБ в зависимости от типоразмера основного оборудования, типа теплоутилизатора, числа рядов трубок:

по табл. I и 4 альбома 4 для ТУБ приточных установок  
по табл. 3 и 5 альбома 4 для ТУБ вытяжных установок.

Выписываем индекс и номер типовых ТУБ, номер схемы обвязки, значения  $f_{ж}^{(i)}$ ,  $f_{фр}^{(i)}$ .

Данные по п.п. 2-3 приведены в табл. 2.

Таблица 2

| Уста-<br>новка | Т У Б      |             |                              |                 |                              |                               |                                  |                                 |
|----------------|------------|-------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|                | Но-<br>мер | И н д е к с | Тип<br>схемы<br>обвяз-<br>ки | Теплоутилизатор |                              |                               |                                  |                                 |
|                |            |             |                              | Тип (индекс)    | Коли-<br>чест-<br>во,<br>шт. | Число<br>рядов<br>тру-<br>бок | $f_{фр}^{(i)}$<br>м <sup>2</sup> | $f_{ж}^{(i)}$<br>м <sup>2</sup> |
| В1             | 6I         | 2.08.2.I2.3 | 3                            | ТШ6-ТІРК.04     | 6                            | 12                            | 8,334                            | 0,0174                          |
|                |            |             |                              | ТШ25-ТІРК.04    | 6                            |                               |                                  |                                 |
| В2             | 6I         | 2.08.2.I2.3 | 3                            | ТШ6-ТІРК.04     | 6                            | 12                            | 8,334                            | 0,0174                          |
|                |            |             |                              | ТШ25-ТІРК.04    | 6                            |                               |                                  |                                 |
| В3             | 50         | 2.06.2.I2.I | I                            | ТШ25-ТІРК.04    | 6                            | 12                            | 4,998                            | 0,0104                          |
| Ш              | 5I         | I.08.I.I2.4 | 4                            | ВН08.I02I3      | 6                            | 12                            | 8,28                             | 0,0118                          |
| П2             | 5I         | I.08.I.I2.4 | 4                            | ВН08.I02I3      | 6                            | 12                            | 8,28                             | 0,0118                          |
| П3             | 43         | I.08.I.8.4  | 4                            | ВН08.I02I3      | 4                            | 8                             | 8,28                             | 0,0118                          |

4. Определяем  $\Sigma G_{в2}$  и  $\Sigma G_{в1}$ ,  $\Sigma L_{в2}$  и  $\Sigma L_{в1}$ ,  $\Sigma L_{в2}^{ном}$  и  $L_{в1}^{ном}$

$\Sigma G_{в2} = 246000$  кг/ч;  $\Sigma G_{в1} = 259500$  кг/ч;

$\Sigma L_{в2} = 205000$  м<sup>3</sup>/ч;  $\Sigma L_{в1} = 216300$  м<sup>3</sup>/ч;

$\Sigma L_{в2}^{ном} = 223000$  м<sup>3</sup>/ч;  $\Sigma L_{в1}^{ном} = 240000$  м<sup>3</sup>/ч.

211  
21855-01

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

Альбом I

904-02-26.86

5. Определяем средние параметры воздуха по формулам (8.2), (8.3), (8.4), (8.5)

$$t_{вн2}^{\text{ср}} = \frac{35 \cdot 84000 + 35 \cdot 84000 + 30 \cdot 78000}{246000} = 33,4^{\circ}\text{C}; \quad \varphi_{вн2}^{\text{ср}} = 60\%;$$

$$i_{вн2}^{\text{ср}} = \frac{22 \cdot 84000 + 22 \cdot 84000 + 17,2 \cdot 78000}{246000} = 20,5 \text{ ккал/кг};$$

$$t_{вн1}^{\text{ср}} = \frac{(-30,6) \cdot 86500 + (-30,6) \cdot 86500 + (-10) \cdot 76500}{259500} = -23,7^{\circ}\text{C}.$$

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

$$t_{\theta}^{\text{ср}} = \frac{33,4 + (-30,6)}{2} = 1,4^{\circ}\text{C}.$$

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

7. Определяем  $(v\rho)_{\text{фр2}}^{(1)}$ ,  $(v\rho)_{\text{фр2}}^{(2)}$ ,  $(v\rho)_{\text{фр1}}^{\text{ср}}$ ,  $(v\rho)_{\text{фр2}}^{\text{ср}}$  по формулам (8.12) и (8.13)<sup>ж</sup>

$$(v\rho)_{\text{фр2}}^{(1)} = \frac{84000}{3600 \cdot 8,334} = 2,8 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)};$$

$$(v\rho)_{\text{фр2}}^{\text{ср}} = \frac{246000}{3600 \cdot 21,67} = 3,15 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)};$$

$$(v\rho)_{\text{фр1}}^{\text{ср}} = \frac{259500}{3600 \cdot 24,84} = 2,9 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}.$$

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, №, подл., инициалы и дата | Взам. инв. №

где  $f_{фр2}^{(i)} = 8,334 \text{ м}^2$  - площадь фронтального сечения для ТУБ установки В1 по табл.2 примера;  
 $\Sigma f_{фр2} = 21,67 \text{ м}^2$  - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ трех вытяжных установок;

$\Sigma f_{фр1} = 24,84 \text{ м}^2$  - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ трех приточных установок.

8. Находим  $\Delta P_{в1}^{(i)}$  и  $\Delta P_{в2}^{(i)}$  по графикам рис.7 приложения 3. Для ТУБ установки В1 по характеристике 6I(3)  $\Delta P_{в2}^{(i)} = 52 \cdot 3 = 156 \text{ Па} = 15,6 \text{ кгс/м}^2$ , где 52 Па - потери давления в одном теплообменнике.

9. Определяем  $G_{ж}$  по большему суммарному расходу воздуха ( $\Sigma G_{в5} = \Sigma G_{в2} = 259500 \text{ кг/ч}$ ) при  $W_5 = W_1 = 1$  по формуле (8.7)

$$G_{ж} = \frac{259500 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 1} = 92270 \text{ кг/ч.}$$

10. Определяем  $G_{ж2}^{(i)}$  и  $G_{ж1}^{(i)}$  по формулам (8.8) и (8.9)

$$G_{ж2}^{(i)} = \frac{84000 \cdot 92270}{246000} = 31507 \text{ кг/ч.}$$

II. Определяем  $\omega_1^{(i)}$ ,  $\omega_2^{(i)}$ ,  $\omega_1^{\varphi}$ ,  $\omega_2^{\varphi}$  по формулам (8.10), (8.11)

$$\omega_2^{(i)} = \frac{31507}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0174} = 0,4 \text{ м/с;}$$

$$\omega_2^{\varphi} = \frac{92270}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0452} = 0,45 \text{ м/с;}$$

$$\omega_1^{\varphi} = \frac{92270}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0354} = 0,575 \text{ м/с.}$$

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 VI по табл. 2 примера.

$\Sigma f_{ж2} = 0,0452 \text{ м}^2$  - суммарная площадь живого сечения прохода теплоносителя для ТУБ установок VI - ВЗ;  $\Sigma f_{ж1} = 0,0354 \text{ м}^2$

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. I4)

Для ТУБ 6I (3) установки VI, комплектуемого теплоутилизаторами ТП6-ТИРК.04 - 6 шт., ТП25-ТИРК.04 - 6 шт., при схеме обвязки типа 3,  $\omega_1^{(1)} = 0,4 \text{ м/с}$  величина  $C_{ж}$  по табл. 6 приложения 2 равна: для ТП.16-ТИРК.04 -  $2421 \text{ (кг} \cdot \text{с}^2)/\text{м}^2$ ,  
для ТП.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

| Установка | $G_{ж}^{(1)}$ ,<br>кг/ч | $\omega^{(1)}$ ,<br>м/с | $\Delta P_{ж}^{(1)}$ ,<br>кгс/м <sup>2</sup> | $(\omega \rho)^{(1)}$ ,<br>кг/(м <sup>2</sup> с) | $\Delta P_{ж}^{(1)}$ ,<br>кгс/м <sup>2</sup> |
|-----------|-------------------------|-------------------------|--|--|--|
| VI        | 31507                   | 0,40                    | 3868   | 2,80   | 15,6   |
| B2        | 31507                   | 0,40                    | 3868   | 2,80   | 15,6   |
| B3        | 29256                   | 0,62                    | 11878  | 4,34   | 33,0   |
| III       | 30757                   | 0,575                   | 10000  | 2,90   | 25,8   |
| II2       | 30757                   | 0,575                   | 10000  | 2,90   | 25,8   |
| II3       | 30757                   | 0,575                   | 6600   | 2,90   | 17,2   |

214  
21855-01

904-02-26.86

Лист

199

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

904-02-26.86 Альбом I

Альбом I

904-02-26.86

14. Определяем  $W_M, W_M^{(i)}$  для потока с меньшим суммарным расходом воздуха ( $\Sigma G_{01} = \Sigma G_{02} = 246000$  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  $\bar{L}_{02}^{(i)}$  для ТУБ приточных и вытяжных установок по формуле (9.1)

$$\bar{L}_{02}^{(i)} = \frac{70000}{80000} = 0,875.$$

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  $\bar{L}_{02}^{(i)} = 0,875$   $(F_{02}')^{(i)} = 1,065$ .

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

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



Для трех приточных установок при значении  $(F_{01}')^{\varphi} = 1,74$  и  $W_2 = 1$   $Q_1^{\varphi} = 0,635$

Для трех вытяжных установок при значении  $(F_{02}')^{\varphi} = 1,044$  и  $W_2 = 0,95$   $Q_2^{\varphi} = 0,519$ .

19. Результаты расчета по п.п.15 - 18 приведены в табл.4.

20. Находим  $Q_{об1}^{\varphi}$  по формуле (9.4)

$$Q_{об1}^{\varphi} = \frac{I}{\frac{I}{0,635} + \frac{259500}{0,519 \cdot 246000} - I} = 0,385.$$

21. Находим  $K_2^{\varphi}$ ,  $\alpha_{в2}^{\varphi}$  и  $\alpha_{ж2}^{\varphi}$  по графикам рис.35,36,40 приложения 3 при  $\omega_2^{\varphi} = 0,45$  м/с

и  $(V_p)_{пр2}^{\varphi} = 3,15$  кг/(м<sup>2</sup>·с)

$$K_2^{\varphi} = 20,21 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}),$$

$$\alpha_{в2}^{\varphi} = 26,66 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}),$$

$$\alpha_{ж2}^{\varphi} = 499 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

22. Определяем  $Q_{р.с}^{\varphi}$  по формуле (9.5)

$$Q_{р.с}^{\varphi} = 0,385 + \frac{20,21}{26,66} \left( \frac{0,385}{0,519} - 0,385 \right) = 0,655.$$

23. Определяем  $t_{р.с2}^{\varphi}$  по формуле (9.6)

$$t_{р.с2}^{\varphi} = -23,7 + 0,655 \cdot [33,4 - (-23,7)] = 13,7^\circ\text{C}.$$

24. Находим по  $t-d$  диаграмме (см.п.9.3.9)  $\varphi_{сух} = 30\%$ .

25. По условиям п.8.19 определяем

$$(\varphi_{сух} + 5) = 35\% < \varphi_{ж2}^{\varphi} = 60\%, \text{ значит}$$

216

ТУБ вытяжных установок работают с выпадением конденсата на поверх-

21855-01

ности теплоутилизаторов.

Находим  $\Delta \varphi$

$\Delta \varphi = 60 - 35 = 25\%$ , определяем  $\xi \varphi$  по графику рис. 32 приложения 2 при  $t_{вн2} = 35^\circ\text{C}$ .

$$\frac{\sum G_{в2}}{\sum G_{в1}} = \frac{246000}{259500} = 0,95 \quad \xi \varphi = 1,066.$$

26. Уточняем  $\varphi_{об1}^{(ф)}$  по формуле (9.7)

$$\varphi_{об1}^{(ф)} = 0,385 \cdot 1,066 = 0,41.$$

27. Определяем  $t_{вк1}^{(ф)}$  по формуле (8.23)

$$t_{вк1}^{(ф)} = -23,7 + 0,41 \cdot [33,4 - (-23,7)] = 0,3^\circ\text{C}.$$

28. Определяем  $t_{жк2}^{(ф)}$  по формуле (8.25)

$$t_{жк2}^{(ф)} = -23,7 + \frac{0,3 - (-23,7)}{0,635} = 14,1^\circ\text{C}.$$

29. Определяем  $t_{вк1}^{(i)}$  по формуле (9.14)

$$t_{вк1}^{(i)} = -30,6 + 0,662 [14,1 - (-30,6)] = 1^\circ\text{C}.$$

30. Определяем  $t_{жк1}^{(i)}$  по формуле (9.15)

$$t_{жк1}^{(i)} = 14,1 - 1 \cdot [-1 - (-30,6)] = -15,5^\circ\text{C}.$$

31. Уточняем вид теплоносителя по п. 9.4.5

$$t_{жк1}^{(i)} = t_{жк1}^{(мин)} = -15,5^\circ\text{C}$$

217

21855-01

904-02-26.86

Лист

202

Альбом I

904-02-26.86

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

Альбом I

904-02-26.86

так как  $t_{жк1}^{мин} = -15,5^{\circ}\text{C} < 7^{\circ}\text{C}$ , в качестве промежуточного теплоносителя применяется теплоноситель - 26% раствор хлористого кальция,  $t_{жк}^{сам, мин} = t_{вн} = -31^{\circ}\text{C}$ .

32. Определяем  $Q_{ч}^{ут(ч)}$  по формуле (9.16)

$$Q_{ч}^{ут(ч)} = 86500 \cdot 0,24 [-1 - (-30,6)] = 614496 \text{ ккал/ч.}$$

33. Определяем  $Q_{ч}^{т(ч)}$  по формуле (9.17)

$$Q_{ч}^{т(ч)} = 86500 \cdot 0,24 \cdot [18 - (-1)] = 394440 \text{ ккал/ч.}$$

Результаты расчета по п.п.29 - 33 приведены в табл.4

Таблица 4

| Установка | $\bar{L}^{(ч)}$ | $(F_0')^{(ч)}$ | $\Theta^{(ч)}$ | $t_{вк1}^{(ч)}$ ,<br>°C | $t_{жк1}^{(ч)}$ ,<br>°C | $Q_{ч}^{ут(ч)}$<br>ккал/ч | $Q_{ч}^{т(ч)}$<br>ккал/ч |
|-----------|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| В1        | 0,875           | 1,065          | 0,522          | -                       | -                       | -                         | -                        |
| В2        | 0,875           | 1,065          | 0,522          | -                       | -                       | -                         | -                        |
| В3        | 1,03            | 1,0            | 0,508          | -                       | -                       | -                         | -                        |
| Ш         | 0,9             | 1,96           | 0,662          | -1                      | -15,5                   | 614496                    | 394440                   |
| П2        | 0,9             | 1,96           | 0,662          | -1                      | -15,5                   | 614496                    | 394440                   |
| П3        | 0,9             | 1,31           | 0,567          | 3,7                     | 0,4                     | 284412                    | 296868                   |

34. По п.8.27 определяем  $L_{вк2}^{ч}$

Находим значение  $L_{вк2}^{ч}$  по формуле (8.29)

$$L_{вк2}^{ч} = 20,5 \frac{259500 \cdot 0,24 \cdot [03 - (-23,7)]}{246000} = 14,4 \text{ ккал/кг}$$

По  $i-d$  диаграмме для точки с координатами  $L_{вк2}^{ч} = 14,4 \text{ ккал/кг}$  и

904-02-26.86

Лист

203

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

Альбом I

904-02-26.86

$\psi = 100\%$  находим значение  $t_{в.н2}^{cp} = 20,8 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

35. Определяем  $t_{ж.н1}^{cp}$  по формуле (9.18)

$$t_{ж.н1}^{cp} = \frac{(-15,5) \cdot 30757 + (-15,5) \cdot 30757 + 0,4 \cdot 30757}{92270} = -10,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Принимаем  $t_{ж.н1}^{cp} = t_{ж.н2}$ . Так как ТУБ вытяжных установок работают с выпадением конденсата (см. п.25), и

$$t_{ж.н2}^{cp} = -10,5 \text{ } ^\circ\text{C} < 0 \text{ } ^\circ\text{C},$$

находим  $t_{в.н2}^{кр(кр)}$

по формуле (9.8)

$$t_{в.н2}^{кр(кр)} = \frac{-3,006 \cdot (20,5 - 2,3) + 33,4(3,006 \cdot 0,1038 - 0,2357)}{1 + 3,006 \cdot 0,1038 - 0,2357} = -48,5 \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $\psi = 13,5$  для III по примечанию табл.4 альбома 4;

$$A = \frac{13,5 \cdot 31}{580 \cdot 0,24} = 3,006 \text{ - по формуле (9.9);}$$

$$B = \frac{0,41 \cdot 259500 \cdot 0,24}{246000} = 0,1038 \text{ - по формуле (9.10);}$$

$$C = \frac{0,41}{0,635} - 1 \cdot 0,41 = 0,2357 \text{ - по формуле (9.11).}$$

$$t_{в.н2}^{кр(кр)} = -48,5 \text{ } ^\circ\text{C} < t_{в.н2}^{мин} = -30,6 \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ т.е. теплообменная}$$

поверхность ТУБ не обмерзает и защита от обмерзания не требуется.

|        |                |               |
|--------|----------------|---------------|
| Инв. № | Подпись и дата | Сван. инст. № |
|        |                |               |

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:

I. 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, трубок, схемы обвязки), вид теплоносителя,  $G_{ж}$ ,  $t_{вх}^{(i)}$ ,  $Q_4$ ,  $Q_4^{(i)}$ .

Порядок расчета:

I. Выполняем расчет по п.п. I-9, I4 примера 3.

2. Определяем  $G_{ж1}^{(i)}$  по формуле (8.9), так как  $\sum G_{в1} > \sum G_{в2}$   
 $G_{ж1}^{(1)} = G_{ж1}^{(2)} = G_{ж1}^{(3)} = \frac{86500 \cdot 92270}{259500} = 30757 \text{ кг/ч}.$

3. Принимаем по п.п. 9.5.2 а  $G_{ж2}^{(i)} = G_{ж1}^{(i)}$   
 $G_{ж2}^{(1)} = G_{ж1}^{(1)} = 30757 \text{ кг/ч}; G_{ж2}^{(2)} = G_{ж1}^{(2)} = 30757 \text{ кг/ч}; G_{ж2}^{(3)} = G_{ж1}^{(3)} = 30757 \text{ кг/ч}.$

4. Определяем  $\omega_1^{(i)}$ ,  $\omega_2^{(i)}$ ,  $\omega_1^{ср}$ ,  $\omega_2^{ср}$  по формулам (8.10), (8.11)\*

$$\omega_2^{(1)} = \frac{30757}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0174} = 0,39 \text{ м/с};$$

$$\omega_2^{ср} = \frac{92270}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0452} = 0,45 \text{ м/с},$$

\* В п.п. 4, 5, 7-9, II-I5, 20-22 приводится расчет для одного ТУБ; результаты расчета для других ТУБ приведены в таблицах.

220

21855-01

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  $\Delta P_{ж1}^{(i)}$  по графику рис. I, приложения 2;  $\Delta P_{ж2}^{(i)}$  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 | $G_{ж}^{(i)}$ ,<br>кг/ч | $\omega^{(i)}$ ,<br>м/с | $\Delta P_{ж}^{(i)}$ ,<br>кгс/м <sup>2</sup> | $(\Delta P)_{жр}^{(i)}$ ,<br>кг/(м <sup>2</sup> ·с) | $\Delta P_B^{(i)}$ ,<br>кгс/м <sup>2</sup> |
|------------|-------------------------|-------------------------|--|---|--|
| В1         | 30757                   | 0,39                    | 3677   | 2,8   | 15,6                                       |
| В2         | 30757                   | 0,39                    | 3677   | 2,8   | 15,6                                       |
| В3         | 30757                   | 0,652                   | 13136  | 4,34  | 33,0                                       |
| III        | 30757                   | 0,575                   | 10000  | 2,9   | 25,8                                       |
| II2        | 30757                   | 0,575                   | 10000  | 2,9   | 25,8                                       |
| II3        | 30757                   | 0,575                   | 6600   | 2,9   | 17,2                                       |

7. Определяем  $W_2^{(i)} = W_N^{(i)}$  по формуле (9.18), так как ТУБ вытяжных установок находятся в потоке с меньшим суммарным расходом воздуха ( $\Sigma G_{ВМ} = \Sigma G_{В2}$ )

$$W_2^{(1)} = \frac{84000 \cdot 0,24}{30757 \cdot 0,675} = 0,97;$$

$$W_1^{(i)} = W_5^{(i)} = 1; \quad W_N = 0,95 \text{ (см. п. I4 примера 3).}$$

221

21855-01

8. Принимаем значения  $Z_B^{(i)}$ ,  $(F_{O1}')^{(i)}$ ,  $(F_{O2}')^{(i)}$ ,  $\Theta_1^{(i)}$ ,  $\Theta_2^{(i)}$  и  $\Theta_2^{(i)*}$  по п.п. 15-19 примера 3. Находим  $\Theta_2^{(i)*}$ .

9. Определяем  $\Theta_{об1}^{(i)}$  для каждой пары приточной и вытяжной установки по формуле (9.19)

$$\Theta_{об1}^{(i)} = \frac{I}{\frac{I}{0,662} + \frac{86500}{0,522 \cdot 84000} - I} = 0,403 .$$

10. Определяем  $\Theta_{об1}^{(i)}$ , формуле (9.4)

$$\Theta_{об1}^{(i)} = \frac{I}{\frac{I}{0,635} + \frac{259500}{0,519 \cdot 246000} - I} = 0,385 .$$

11. По графикам рис. 35, 36, 40 приложения 3 находим значения  $\alpha_{в2}^{(i)}$ ,  $\alpha_{ж2}^{(i)}$ ,  $K_2^{(i)}$  при соответствующих  $\omega_2^{(i)}$  и  $(U\rho)_{ж2}^{(i)}$ .

$$K_2^{(I)} = 18,92 \text{ ккал}/(\text{ч.м}^2 \cdot ^\circ\text{C}),$$

$$\alpha_{в2}^{(i)} = 24,94 \text{ ккал}/(\text{ч.м}^2 \cdot ^\circ\text{C}),$$

$$\alpha_{ж2}^{(i)} = 481,6 \text{ ккал}/(\text{ч.м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

12. Определяем  $\Theta_{рс}^{(i)}$  по формуле (9.5)

$$\Theta_{рс}^{(i)} = 0,403 + \frac{18,92}{24,94} \left( \frac{0,403}{0,522} - 0,403 \right) = 0,683 .$$

13. Определяем  $t_{рс2}^{(i)}$  по формуле (9.6)

$$t_{рс2}^{(i)} = -30,6 + 0,683 [35 - (-30,6)] = 14,2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

14. Находим по  $i$ - $d$  диаграмме  $\varphi_{сух}^{(i)} = 29\%$

$$(\varphi_{сух}^{(i)} + 5) = 34\% < \varphi_{в.ж2} = 60\%, \quad \text{значит ТУБ}$$

вытяжной установки работает с выпадением конденсата на поверхности теплоутилизатора.

15. Находим  $\Delta\varphi^{(i)}$  и  $\xi_{\varphi}^{(i)}$  по графику рис. 32 приложения 3

$$\Delta\varphi^{(i)} = 60 - 34 = 26\%, \quad \xi_{\varphi}^{(i)} = 1,065 .$$

\*)  $\Theta_2^{(i)}$  определяется по табл. 12 приложения 2 при известных  $(F_{O2}')^{(i)}$ ,  $W_2^{(i)}$ .

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  $Q_{об1}^{\varphi(\varphi)}$  по формуле (9.21)

$$Q_{об1}^{\varphi(\varphi)} = 0,385 \cdot 1,055 = 0,406$$

18. Определяем  $t_{в.к1}^{yt(\varphi)}$  по формуле (8.23)

$$t_{в.к1}^{yt(\varphi)} = -23,7 + 0,406 [33,4 - (-23,7)] = -0,5^\circ\text{C}.$$

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  $t_{в.к1}^{yt(i)}$  по формуле (9.13)

$$t_{в.к1}^{yt(i)} = -30,6 + 0,662 \cdot [12,8 - (-30,6)] = -1,9^\circ\text{C}.$$

21. Определяем  $t_{ж.к1}^{(i)}$  после каждой установки по формуле

$$(9.14) \quad t_{ж.к1}^{(i)} = 12,8 - 1 [-1,9 - (-30,6)] = -15,9^\circ\text{C}.$$

$t_{ж.к1}^{(i)} = -15,9 < 7^\circ\text{C}$ , в качестве теплоносителя сохраняется незамерзающий раствор хлористого кальция.

22. Определяем  $Q_y^{yt(i)}$  по формуле (9.15)

$$Q_y^{yt(i)} = 86500 \cdot [0,24 - 1,9 - (-30,6)] = 595812 \text{ ккал/ч}$$

23. Результаты расчета п.п. 7,9,11-15, 20-22 приведены в табл.2.

24. Определяем  $Q_y^{r(i)}$  по формуле (9.16)

$$Q_y^{r(i)} = 86500 \cdot 0,24 \cdot [18 - (-1,9)] = 413124 \text{ ккал/ч}.$$

223

21855-01

904-02-26.86

Лист

208

Альбом I

904-02-26.86

Инв. №-рег. Листы и дата Ввод. инв. №



Таблица 2

| Установки | $D_2^{(i)}$ | $D_{обг}^{(i)}$ | $K_2^{(i)}$ ,<br>$\frac{ккал}{ч.мг.°C}$ | $d_{вг}^{(i)}$ ,<br>$\frac{ккал}{ч.мг.°C}$ | $d_{жг}^{(i)}$ ,<br>$\frac{ккал}{ч.мг.°C}$ | $D_{рс}^{(i)}$ | $t_{рсв}^{(i)}$ ,<br>°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 | $\varphi_{сух}^{(i)}$ ,<br>% | $\varphi_{сух+5}^{(i)}$ ,<br>% | $D\varphi^{(i)}$ ,<br>% | $\xi_{\varphi}^{(i)}$ | $t_{в.к1}^{(i)}$ ,<br>°C | $t_{ж.к1}^{(i)}$ ,<br>°C | $Q_{ч}^{(i)}$ ,<br>ккал/ч | $Q_{ч}^{т(i)}$ ,<br>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

Инв. № 10001 Промыш и дата вым. № 10001

**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,

$$G_{ж}, t_{в.н1}^{yt(i)}, Q_{ч}^{yt(i)}, Q_{ч}^{r(i)}$$

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  $t_{ж.н1}^{\varphi}$  по формуле (8.26)

$$t_{ж.н1}^{\varphi} = 12,8 - 1 \cdot [(-0,5) - (-23,7)] = -10,4^{\circ}\text{C},$$

принимаем  $t_{ж.н2}^{(i)} = t_{ж.н2}^{\varphi} = t_{ж.н1}^{\varphi} = -10,4^{\circ}\text{C}.$

4. Определяем  $t_{ж.н2}^{(i)}$  по формуле (9.22)\*

$$t_{ж.н2}^{(i)} = -10,4 + 0,552 \cdot 1,065 \cdot [35 - (-10,4)] = 16,3^{\circ}\text{C}.$$

5. Определяем  $t_{в.н1}^{yt(i)}$  по формуле (9.13), где  $t_{ж.н1}^{(i)} = t_{ж.н2}^{(i)}$

$$t_{в.н1}^{yt(i)} = -30,6 + 0,662 \cdot [16,3 - (-30,6)] = 0,45^{\circ}\text{C}.$$

6. Определяем  $t_{ж.н1}^{(i)}$  по формуле (9.14)

$$t_{ж.н1}^{(i)} = 16,3 - 1 \cdot [0,45 - (-30,6)] = -14,8^{\circ}\text{C}, \text{ так как}$$

$t_{ж.н1} = -14,8 < 7^{\circ}\text{C}$  в качестве промежуточного теплоносителя используем раствор хлористого кальция.

7. Находим  $Q_{ч}^{yt(i)}$  по формуле (9.15)

$$Q_{ч}^{yt(i)} = 86500 \cdot 0,24 \cdot [0,45 - (-30,6)] = 644598 \text{ ккал/ч.}$$

\*/ В п.п. 4-7,9 приводится расчет для одного ТУБ. Результаты расчета для других ТУБ приведены в таблице.

225

21855-01

904-02-26.86

Лист

210

904-02-26.86

Инв. № подл. Подпись и дата. Двухконтурный

8. Результаты расчета по п.п.3-7 приводятся в таблице

| Установки | $t_{жкв}^i = t_{жкв}^{\varphi}$ ,<br>°C | $t_{жкв}^{(i)}$ ,<br>°C | $t_{вк1}^{(i)}$ ,<br>°C | $t_{жк1}^{(i)}$ ,<br>°C | $Q_{ч}^{(i)}$ ,<br>ккал/ч | $Q_{ч}^{\tau(i)}$ ,<br>ккал/ч |
|-----------|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 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  $Q_{ч}^{\tau(i)}$  по формуле (9.16)

$$Q_{ч}^{\tau(1)} = Q_{ч}^{\tau(2)} = 86500 \cdot 0,24 (18 - 0,45) = 364338 \text{ ккал/ч.}$$

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

226

21855-01

904-02-26.86

Лист

211

ПРИМЕР 6. Расчет по графо-аналитическому методу СУПТ с подогревом для группы установок при параллельной схеме присоединения. Расчет годового потребления теплоты

Исходные данные:

I. 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         |                                |                                |                           |                           |
|-----------|--|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|
|           | $L_{в.ном}^{(i)}$ ,<br>м <sup>3</sup> /ч | $L_{в.}^{(i)}$ ,<br>м <sup>3</sup> /ч | $G_{в.}^{(i)}$ ,<br>кг/ч | $t_{в.нз.}^{(i)}$ ,<br>°C | $\varphi_{в.нз.}^{(i)}$ ,<br>% | $i_{в.нз.}^{(i)}$ ,<br>ккал/кг | $t_{в.пр.}^{(i)}$ ,<br>°C | $t_{в.кп.}^{(i)}$ ,<br>°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                        |

$t_{в.пр.}^{(i)} = -3,6^{\circ}\text{C}$ ; отопительный период 213 дней = 5112 ч;  
режим работы двухсменный  $\eta = 0,46$ ;  $t_{от.п} = 5112 \cdot 0,46 = 2352$  ч.  
Место строительства - Москва.

2. В качестве основного оборудования для ТУБ приточных и вытяжных установок используются типовые приточные камеры 2ПК.

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.

ЦНБ. №-подл. Подпись и дата. Взам. инв. №.

904-02-26.86

227

21855-01

Лист

212

Требуется определить

Технические характеристики ТУБ, вид теплоносителя,

$$Q_{ч}^{ут}, Q_{ч}^{602}, Q_{год}^{ут}, Q_{год}^{602}.$$

Порядок расчета:

I. В качестве теплоутилизаторов для ТУБ принимаем воздушно-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

| Установка | ТУБ   |             |                   |                 |                 |                    |                                  |                                 |
|-----------|-------|-------------|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------------|
|           | Номер | Индекс      | Тип схемы обвязки | Теплоутилизатор |                 |                    |                                  |                                 |
|           |       |             |                   | Тип (индекс)    | Количество, шт. | Число рядов трубок | $f_{гр}^{(i)}$<br>м <sup>2</sup> | $f_{ж}^{(i)}$<br>м <sup>2</sup> |
| 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  $\Sigma G_{В1}$  и  $\Sigma G_{В2}$

$$\Sigma G_{В1} = 116400 \text{ кг/ч}, \quad \Sigma G_{В2} = 108000 \text{ кг/ч}.$$

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 I

$$t_{вн2}^{cp} = \frac{18 \cdot 28800 + 21 \cdot 36000 + 18 \cdot 31200 + 30 \cdot 12000}{108000} = 20,3^{\circ}\text{C};$$

$$i_{вн2}^{cp} = \frac{5,15 \cdot 28800 + 8,85 \cdot 36000 + 5,15 \cdot 31200 + 17,2 \cdot 12000}{108000} = 7,72 \text{ ккал/кг};$$

$$\varphi_{вн2}^{cp} = \frac{10 \cdot 28800 + 40 \cdot 36000 + 10 \cdot 31200 + 60 \cdot 12000}{108000} = 25,6\%;$$

$$t_{вн1}^{cp} = \frac{(-25) \cdot 30000 + (-10) \cdot 30000 + (-25) \cdot 56400}{116400} = -21,1^{\circ}\text{C};$$

$$t_{вк1}^{cp} = \frac{18 \cdot 30000 + 26 \cdot 30000 + 13 \cdot 56400}{116400} = 17,2^{\circ}\text{C}.$$

4. Определяем  $t_{в}^{cp}$  по формуле (8.6)

$$t_{в}^{cp} = \frac{20,3 + (-25)}{2} = -2,35^{\circ}\text{C}.$$

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

5. Определяем  $(v_p)_{pp2}^{(i)}$ ,  $(v_p)_{pp1}^{(i)}$ ,  $(v_p)_{pp1}^{cp}$ ,  $(v_p)_{pp2}^{cp}$  по формулам (8.12) и (8.13)\*

$$(v_p)_{pp2}^{(i)} = \frac{28800}{3600 \cdot 2,488} = 3,2 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}.$$

$$(v_p)_{pp2}^{cp} = \frac{108000}{3600 \cdot 8,626} = 3,48 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}.$$

$$(v_p)_{pp1}^{cp} = \frac{116400}{3600 \cdot 9,952} = 3,25 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}.$$

229

21855-01

№ подл.    Подпись и дата    Взамен инв. №

\* В ш. 5-8, 10-13, 17 приводится расчет для одного ТУБ

904-02-26.86

Лист  
214

где  $f_{\varphi p2}^{(i)} = 2,488 \text{ м}^2$  - площадь фронтального сечения ТУБ установки VI по табл.2 примера,

$\Sigma f_{\varphi p2} = 8,626 \text{ м}^2$  - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ установок VI-B4,

$\Sigma f_{\varphi p1} = 9,952 \text{ м}^2$  - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ установок III-III.

6. Находим  $\Delta P_{B1}^{(i)}$  и  $\Delta P_{B2}^{(i)}$  по графикам рис.7

приложения 3.

Для ТУБ установки VI по характеристике 27(I)

$\Delta P_{B2}^{(i)} = 62 \cdot 3 = 186 \text{ Па} = 18,6 \text{ кгс/м}^2$ , где 62 Па - потери давления в одном теплообменнике.

7. Определяем  $Z_{B1}^{(i)}$  по формуле (9.1)

$$Z_{B1}^{(i)} = \frac{25000}{31500} = 0,79.$$

8. Определяем  $(F_{O1}')^{(i)}$  по табл. II приложения 2.

Для приточной установки III с ТУБ 27 (I)

при  $Z_{B1}^{(i)} = 0,79$  и  $W = 1$   $(F_{O1}')^{(i)} = 1,44$ .

9. Определяем  $(F_{O2}')^{cp}$  по формуле (9.3)

$$(F_{O2}')^{cp} = \frac{1,44 \cdot 24000 + 1,44 \cdot 30000 + 1,44 \cdot 26000 + 2,03 \cdot 10000}{90000} = 1,5.$$

10. Определяем  $\Delta t_{B1}^{(i)}$  по формуле (10.12)

$$\Delta t_{B1}^{(i)} = 18 - (-25) = 43^\circ \text{C}.$$

230

21855-01

904-02-26.86

Лист

215

II. Для установки III с  $\Delta t_{в.1}^{max} = 43^{\circ}C$  и для установки  
 П2 с  $t_{в.н.1}^{max} = -10^{\circ}C$  определяем:

а) по формуле (10.13)  $G_{ж.с.1}^{(1)} = G_{ж.с.1}^{(2)} = \frac{30000 \cdot 0.24}{0.675 \cdot 1} =$   
 $= 10667 \text{ кг/ч, где } W_1^{(1)} = W_1^{(2)} = 1;$

б) по формуле (8.10)  $\omega_1^{(i)}$

$$\omega_1^{(1)} = \frac{10667}{3600 \cdot 1260 \cdot 0.052} = 0.452 \text{ м/с,}$$

$$\omega_1^{(2)} = \frac{10667}{3600 \cdot 1260 \cdot 0.0039} = 0.603 \text{ м/с;}$$

в) по таблице 12 приложения 2  $\theta_1^{(i)}$

$$\theta_1^{(1)} = 0.59 \text{ при известных } (F_{01}')^{(1)} = 1.44 \text{ и } W = 1,$$

$$\theta_1^{(2)} = 0.576 \text{ при известных } (F_{01}')^{(2)} = 1.36 \text{ и } W = 1;$$

г) по формуле (10.14) -  $t_{ж.н.1}^{(i)тр}$

$$t_{ж.н.1}^{(1)тр} = -25 + \frac{18 - (-25)}{0.59} = 47.9^{\circ}C,$$

$$t_{ж.н.1}^{(2)тр} = -10 + \frac{26 - (-10)}{0.576} = 52.5^{\circ}C.$$

12. Принимаем  $t_{ж.н.1}$  для всех приточных установок,  
 равной большему из всех значений  $t_{ж.н.1}^{(2)} = 52.5^{\circ}C$

$$t_{ж.н.1}^{(1)} = t_{ж.н.1}^{(2)} = t_{ж.н.1}^{(3)}$$

13. Для ТУБ П1, П3 определяем:

а)  $\theta_1^{(i)тр}$  формуле (4.4)

$$\theta_1^{(1)тр} = \frac{18 - (-25)}{52.5 - (-25)} = 0.555;$$

231

21855-01



904-02-26.86 Альбом I

б)  $W_1^{(i)TP}$  по табл. I2 приложения 2 при известных значениях  $(F_{oi})^{(i)}$  и  $\Theta_1^{(i)TP}$

для III  $(F_{oi})^{(i)} = 1,44$  и  $\Theta_1^{(i)TP} = 0,555$  -  $W_1^{(i)TP} = 1,18$ ;

в)  $G_1^{(i)TP}$  по формуле (10.13)

$$G_1^{(i)TP} = \frac{30000 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 1,18} = 9040 \text{ кг/ч};$$

г)  $\omega_1^{(i)}$  по формуле (8.10)

$$\omega_1^{(i)} = \frac{9040}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0052} = 0,383 \text{ м/с};$$

14. Для ТУБ приточных установок определяем:

а)  $\Delta P_{ж1}^{(i)}$  по формуле (5.1)

$$\Delta P_{ж1}^{(i)} = (9440 \times 3) \times 0,383^2 = 4154 \text{ кгс/м}^2,$$

где  $C_{ж}$  = 9440 - коэффициент для расчета потери давления в одном теплообменнике, принимаемый по табл.7 приложения 2;

б)  $t_{ж.к1}^{(i)}$  по формуле (10.15)

$$t_{ж.к1}^{(i)} = 52,5 - 1,18 \cdot [18 - (-25)] = 1,8^\circ\text{C}.$$

15. Результаты расчета по п.п.8-14 в табл.3, по п.п.5-7 в табл.3 и 4.

Таблица 3

21855-01

| Уста-<br>новка | $(\Delta P)_{фр1}^{(i)}$ ,<br>кг/м <sup>2</sup> .с | $\Delta P_{в1}^{(i)}$ ,<br>кгс/м <sup>2</sup> | $Z_{в1}^{(i)}$ | $(F_{oi})^{(i)}$ | $\Delta t_{в1}^{(i)}$ ,<br>°C | $\Theta_1^{(i)TP}$ | $W_1^{(i)}$ | $G_{ж1}^{(i)}$ ,<br>кг/ч | $\omega_1^{(i)}$ ,<br>м/с | $\Delta P_{ж1}^{(i)}$ ,<br>кгс/м <sup>2</sup> | $t_{ж.к1}^{(i)}$ ,<br>°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

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

16. Так как  $t_{ж.к1}^{мин} = t_{ж.к1}^{(1)} = 1,8^{\circ}\text{C} < 7^{\circ}\text{C}$ , то в качестве теплоносителя сохраняем 20% раствор хлористого кальция с  $t_{ж}^{мин} = -18,3^{\circ}\text{C}$ .

17. Определяем  $\Sigma G_{ж1}$

$$\Sigma G_{ж1} = 9040 + 10667 + 12855 = 32562 \text{ кг/ч.}$$

18. Находим  $t_{ж.к1}^{ср}$  по формуле (10.16)

$$t_{ж.к1}^{ср} = \frac{1,8 \cdot 9040 + 16,5 \cdot 10667 + (-6,6) \cdot 12855}{32562} = 3,3^{\circ}\text{C.}$$

$$t_{ж.к2}^{ср} = t_{ж.к1}^{ср} = 3,3^{\circ}\text{C.}$$

19. Для ТУБ вытяжных установок определяем:

а)  $G_{ж2}^{(i)}$  по формуле (8.8)

$$G_{ж2}^{(i)} = \frac{28800 \cdot 32562}{108000} = 8683 \text{ кг/ч;}$$

б)  $\omega_2^{(i)}$ ,  $\omega_2^{ср}$  по формулам (8.10) и (8.11)

$$\omega_2^{(i)} = \frac{8683}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0052} = 0,368 \text{ м/с,}$$

$$\omega_2^{ср} = \frac{32562}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0167} = 0,43 \text{ м/с;}$$

в) определяем  $\Delta P_{ж2}^{(i)}$  по формуле (5.1)

$$\Delta P_{ж2}^{(i)} = [9440 \cdot 3] \cdot 0,368^2 = 3835 \text{ кгс/м}^2,$$

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-<br>новка | $(W_2)^{(i)}$<br>кг/мг.с | $\Delta P_{ж2}^{(i)}$<br>кгс/мг | $Z_2^{(i)}$ | $G_{ж2}^{(i)}$<br>кг/ч | $\omega_2^{(i)}$<br>м/с | $(F_{ог})^{(i)}$ | $\Delta P_{ж2}^{(i)}$<br>кгс/мг | $W_2^{(i)}$ |
|----------------|--------------------------|---------------------------------|-------------|------------------------|-------------------------|------------------|---------------------------------|-------------|
| 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                            | 1           | 3618                   | 0,725                   | 2,03             | 3625                            | 1,179       |

21855-01

233

20. Результаты расчета по п. I9 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  $Q_2^{cp}$  по табл. I2 приложения 2 при известных

$$W_2 = 1,179 \text{ и } (F_{02}')^{cp} = 1,5, \quad Q_2^{cp} = 0,564.$$

23. Определяем  $K_2^{cp}$ ,  $\alpha_{02}^{cp}$ ,  $\alpha_{ж2}^{cp}$  по графикам рис. 35, 36, 42 приложения 3 при известных

$$(v_{\rho})_{0,12}^{cp} = 3,48 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ с})$$

$$\text{и } \omega_2^{cp} = 0,43 \text{ м}/\text{с}.$$

234

21855-01

904-02-26.86

Лист

219

|              |                |                 |
|--------------|----------------|-----------------|
| Инв. N° подл | Подпись и дата | Владелец инв. № |
|              |                |                 |

$$\alpha_{02}^{\varphi} = 43 \text{ ккал}/(\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}),$$

$$\alpha_{ж2}^{\varphi} = 499 \text{ ккал}/(\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}),$$

$$K_2^{\varphi} = 17,26 \text{ ккал}/(\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}).$$

24. Определяем  $\Theta_{рс}^{\varphi}$  по формуле (10.5)

$$\Theta_{рс}^{\varphi} = \frac{17,26}{43,4} \cdot (1 - 0,564) + 0,564 = 0,74.$$

25. Находим  $t_{рс2}^{\varphi}$  по формуле (10.6)

$$t_{рс2}^{\varphi} = 20,3 - 0,74 \cdot (20,3 - 3,3) = 7,7^{\circ}\text{C},$$

где  $t_{в.н2}^{\varphi} = 20,3^{\circ}\text{C},$

$$t_{ж.н2}^{\varphi} = t_{ж.н1}^{\varphi} = 3,3^{\circ}\text{C}.$$

26. По  $i-d$  диаграмме для точки с координатами  $t_{рс2}^{\varphi} = 7,7^{\circ}\text{C}$  и  $\varphi = 100\%$  находим  $\varphi_{сух}$

$$\varphi_{сух} = 41\%.$$

Определяем режим работы ТУБ вытяжных установок

$$(\varphi_{сух} + 5) = (41 + 5)\% > \varphi_{в.н2}^{\varphi} = 25,6\%.$$

ТУБ работают без выпадения конденсата,

$$\xi_{\varphi}^{\varphi} = 1.$$

27. Находим  $\Theta_2^{\varphi(0)}$  по формуле (10.7)

$$\Theta_2^{\varphi(0)} = 0,564 \cdot 1 = 0,564.$$

28. Определяем  $t_{в.н2}^{\varphi}$  по формуле (10.8)

$$t_{в.н2}^{\varphi} = 20,3 - 0,564(20,3 - 3,3) = 10,7^{\circ}\text{C}.$$

235

21855-01

29. Определяем  $t_{ж.кв}^{cp}$  по формуле (10.9)

$$t_{ж.кв}^{cp} = 3,3 + 1,179(20,3 - 10,7) = 14,6^{\circ}\text{C},$$

где  $t_{ж.не}^{cp} = t_{ж.нп}^{cp} = 3,3^{\circ}\text{C}$ .  $t_{ж.кв}^{cp} = 14,6^{\circ}\text{C} < t_{ж.нп}^{cp} = 52,5^{\circ}\text{C}$ .

30. Определяем  $Q_4^{yt}$  в расчетном режиме по формуле (10.10)

$$Q_4^{yt} = 32562 \cdot 0,675 \cdot (14,6 - 3,3) = 248090 \text{ ккал/ч.}$$

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  $Q_4^{вод}$  по формуле (10.11)

$$Q_4^{вод} = 32562 \cdot 0,675 \cdot (52,5 - 14,6) = 833020 \text{ ккал/ч.}$$

где  $t_{ж.к}^{вод} = t_{ж.нп}^{cp} = 52,5^{\circ}\text{C}$ ,

$$t_{ж.н}^{вод} = t_{ж.кв}^{cp} = 14,6^{\circ}\text{C}.$$

32. Годовое потребление теплоты

32.1. Определяем  $t_{ж.не}^{кр(ср)}$  по формуле (12.14)

$$t_{ж.не}^{кр} = \frac{(7,72 - 0,564 \cdot 0,24 \cdot 20,3 - 2,3) \frac{43 \cdot 16,5}{499 \cdot 0,24}}{-1 - 0,564 \cdot 0,24 \frac{43 \cdot 16,5}{499}} = -13,26^{\circ}\text{C},$$

где  $\psi = 1,5$  для теплоутилизаторов типа КСк вытяжных установок принимаем по примечанию табл.5 альбома 4.

32.2. Определяем характерные периоды работы СУПГ.

$$t_{ж.не}^{кр} = -13,26^{\circ}\text{C} < t_{ж.не}^{р} = 3,3^{\circ}\text{C}, \text{ значит система}$$

236

21855-01

904-02-26.86

Лист

221

характеризуется II периодом работы, теплообменная поверхность ТУБ вытяжных установок не обмерзает.

32.3. Определяем  $t_{вн1}^{ср.от(i)}$  для каждой приточной установки. Для установок без рециркуляции воздуха III и ПЗ  $t_{вн1}^{ср.от(i)}$  равна средней температуре наружного воздуха за отопительный период  $-3,6^{\circ}\text{C}$ . Для установки с рециркуляцией воздуха П2  $t_{вн1}^{ср.от(i)} = 4,3^{\circ}\text{C}$ . Находим  $t_{вн1}^{ср.от}$  для III, П2, ПЗ по формуле (8.5)

$$t_{вн1}^{ср.от} = \frac{(-3,6) \cdot 30000 + 4,3 \cdot 30000 + (-3,6) \cdot 56400}{116400} = -1,6^{\circ}\text{C}.$$

32.4. Для установки П2 с  $t_{ж.н1}^{max}$  в расчетном режиме (при  $t_{вн1}^p = 25^{\circ}\text{C}$ ) определяем  $t_{ж.н1}^{(2)от}$  по формуле (10.14) при значении  $Q_1^{(2)} = 0,576$  (см. п. II в примера)

$$t_{ж.н1}^{(2)от} = 4,3 + \frac{26 - 4,3}{0,576} = 42^{\circ}\text{C}.$$

Принимаем  $t_{ж.н1}^{от}$  для всех приточных установок равной  $42^{\circ}\text{C}$

$$t_{ж.н1}^{(1)от} = t_{ж.н1}^{(2)от} = t_{ж.н1}^{(3)от} = 42^{\circ}\text{C}.$$

32.5. Для приточных установок определяем:

а)  $Q_1^{(i)от}$  по формуле (4.4)

$$Q_1^{(1)от} = \frac{18 - (-3,6)}{42 - (-3,6)} = 0,474,$$

$$Q_1^{(2)от} = \frac{13 - (-3,6)}{42 - (-3,6)} = 0,364;$$

б)  $W_1^{(i)от}$  по табл. I2 приложения 2 при известных значениях  $(T_{от}^{(i)})^{(i)}$  и  $Q_1^{(i)от}$

237

21855-01

904-02-26.86 АЛБДОМ I

для III  $(F_{от})^{(1)} = 1,44$  и  $Q_1^{(1)от} = 0,474$   $W_1^{(1)от} = 1,66,$

для ПЗ  $(F_{от})^{(2)} = 1,45$  и  $Q_1^{(2)от} = 0,364$   $W_1^{(2)от} = 2,5;$

в)  $G_{ж1}^{(i)от}$  по формуле (10.13)

$$G_{ж1}^{(1)от} = \frac{30000 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 1,66} = 6426 \text{ кг/ч,}$$

$$G_{ж1}^{(2)от} = \frac{56400 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 2,5} = 8021 \text{ кг/ч.}$$

32.6. Определяем  $t_{ж.к1}^{(i)от}$  по формуле (10.15)

$$t_{ж.к1}^{(1)от} = 42 - 1,66 \cdot [18 - (-3,6)] = 6,1 \text{ } ^\circ\text{C,}$$

$$t_{ж.к1}^{(2)от} = 42 - 1 \cdot (26 - 4,3) = 20,3 \text{ } ^\circ\text{C,}$$

$$t_{ж.к1}^{(3)от} = 42 - 2,5 \cdot [13 - (-3,6)] = 0,5 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

32.7. Определяем  $G_{ж}^{от} = \sum G_{ж1}^{(i)от}$

$$G_{ж}^{от} = 6426 + 10667^{ж)} + 8021 = 25114 \text{ кг/ч.}$$

32.8. Определяем  $t_{ж.к1}^{ср(от)}$  по формуле (10.16)

$$t_{ж.к1}^{ср(от)} = \frac{6,14 \cdot 6426 + 20,3 \cdot 10667 + 0,5 \cdot 8021}{25114} = 10,3 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

$$t_{ж.к1}^{ср(от)} = t_{ж.кв}^{ср(от)} = 10,3 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

ж)  $G_{ж1}^{(2)}$  = 10667 кг/ч по п.11а примера.

2 JB

21855-01

904-02-26.86

Лист

223

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

32.9. Для ТУБ вытяжных установок определяем:

а)  $W_2^{от}$  по формуле (10.17)

$$W_2^{от} = \frac{108000 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 25114} = 1,53;$$

б)  $Q_2^{ср(от)}$  по табл.12 приложения 2 при

$$W_2^{от} = 1,53 \text{ и } (F_{02}')^{ср} = 1,5, \quad Q_2^{ср(от)} = 0,501.$$

$(F_{02}')^{ср} = 1,5$  по п.9 примера.

32.10. Определяем  $t_{в.к2}^{ср(от)}$  по формуле (10.8)

$$t_{в.к2}^{ср} = 20,3 - 0,501(20,3 - 10,3) = 15,3^{\circ}\text{C}.$$

32.11. Определяем  $t_{ж.к2}^{ср(от)}$  по формуле (10.9)

$$t_{ж.к2}^{ср(от)} = 10,3 + 1,53(20,3 - 15,3) = 18^{\circ}\text{C}.$$

32.12. Определяем  $Q_4^{ут(от)}$  по формуле (10.10)

$$Q_4^{ут(от)} = 25114 \cdot 0,675(18 - 10,3) = 129343 \text{ ккал/ч} = 0,13 \text{ Гкал/ч}.$$

32.13. Определяем  $Q_{год}^{ут}$  по формуле (12.17)

$$Q_{год}^{ут} = 0,13 \cdot 5112 \cdot 0,46 = 305,7 \text{ Гкал/ч},$$

где  $\eta = 0,46$  для двухсменной работы принимаем по п.2.4 альбома 5.

32.14. Определяем  $Q_{год}^T$  по формуле (12.1)

$$Q_{год}^T = 1,057 \cdot \frac{[17,2 - (-1,6)]}{[17,2 - (-21,1)]} \cdot 5112 \cdot 0,46 - 305,7 = 914,36 \text{ Гкал/год}.$$

где 1,057 - требуемый расход теплоты в расчетном режиме

$$Q_4^{тп} = Q_4^{ут} + Q_4^T = 0,809 + 0,248 = 1,057 \text{ Гкал/ч}.$$

239

21855.01



ПРИМЕР 7. Расчет по графо-аналитическому методу СУПТ с подогревом для группы установок при последовательно-параллельной схеме присоединения по рис.9.

I. 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        |                               |                               |                          |                          |
|-----------|--|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|           | $L_{в.ном}^{(i)}$ ,<br>м <sup>3</sup> /ч | $L_{в}^{(i)}$ ,<br>м <sup>3</sup> /ч | $G_{в}^{(i)}$ ,<br>кг/ч | $t_{в.нг}^{(i)}$ ,<br>°C | $\varphi_{в.нг}^{(i)}$ ,<br>% | $i_{в.нг}^{(i)}$ ,<br>ккал/кг | $t_{в.п1}^{(i)}$ ,<br>°C | $t_{в.к1}^{(i)}$ ,<br>°C |
| VI        | 31500                                    | 24000                                | 28800                   | 18                       | 10                            | 5,15                          |                          |                          |
| B2        | 31500                                    | 26000                                | 31200                   | 21                       | 40                            | 8,85                          |                          |                          |
| III       | 31500                                    | 25000                                | 30000                   |                          |                               |                               | -25                      | 18                       |
| II2       | 31500                                    | 30000                                | 36000                   |                          |                               |                               | -10                      | 20                       |

$t_{в.п1}^{(i)} = -3,6^{\circ}\text{C}$ ; отопительный период 213 дней;

режим работы двухсменный;  $\tau_{от} = 2352$  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

$Q_{в}^{пр}$ ,  $Q_{в}^{от}$

21855-01

Порядок расчета:

I. В качестве теплоутилизаторов для ТУБ принимаем воздухо-нагреватели КСК4.

По табл.3.4 альбома 5 выбираем ТУБ для вытяжных и приточных установок.

Из табл.2 и 5 альбома 4 выписываем данные технических характеристик ТУБ и записываем их в табл.2.

Таблица 2

| Установка | Т У Б      |             |  |                 |                              |   |   |  |
|-----------|------------|-------------|--|-----------------|------------------------------|---|---|--|
|           | Но-<br>мер | Индекс      | Тип<br>схе-<br>мы<br>об-<br>вяз-<br>ки | Теплоутилизатор |                              |   |   |  |
|           |            |             |  | Тип<br>(индекс) | Коли-<br>чест-<br>во,<br>шт. | Чис-<br>ло<br>ря-<br>дов<br>тру-<br>бок | $f_{\text{пр}}^{(i)}$<br>м <sup>2</sup> | $f_{\text{ж}}^{(i)}$<br>м <sup>2</sup> |
| 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  $\Sigma G_{B1}$  и  $\Sigma G_{B2}$

$$\Sigma G_{B1} = 66000 \text{ кг/ч}, \quad \Sigma G_{B2} = 60000 \text{ кг/ч}.$$

3. Определяем средние параметры воздуха по формулам (8,2) - (8,5), (10.1)

$$t_{B.H2}^{\text{cp}} = \frac{18 \cdot 28800 + 21 \cdot 31200}{60000} = 19,56^{\circ}\text{C},$$

$$L_{B.H2}^{\text{cp}} = \frac{5,15 \cdot 28800 + 8,85 \cdot 31200}{60000} = 7,07 \text{ ккал/кг},$$

241

21855-01

904-02-26.86

Лист

226

904-02.26.86 Альбом I

Инв. N-подл  
Листы и дата  
Вхлм инв. N

904-02-26.86 Альбом I

$$\varphi_{в.нз}^{cp} = \frac{10 \cdot 28800 + 40 \cdot 31200}{60000} = 25,6\%$$

$$t_{в.нз}^{cp} = \frac{(-25) \cdot 30000 + (-10) \cdot 36000}{66000} = -16,8^{\circ}\text{C},$$

$$t_{в.кз}^{cp} = \frac{18 \cdot 30000 + 20 \cdot 36600}{66000} = 19,3^{\circ}\text{C}.$$

4. Определяем  $t_{с}^{cp}$  по формуле (8.6)

$$t_{с}^{cp} = \frac{19,56 + (-25)}{2} = 2,72^{\circ}\text{C}.$$

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

5. Определяем  $(v\rho)_{\phi p 1}^{(i)}$ ,  $(v\rho)_{\phi p 2}^{(i)}$ ,

$(v\rho)_{\phi p 1}^{cp}$ ,  $(v\rho)_{\phi p 2}^{cp}$  по формулам (8.12) и (8.13)\*)

$$(v\rho)_{\phi p 1}^{(i)} = \frac{30000}{3600 \cdot 2,488} = 3,35 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

$$(v\rho)_{\phi p 1}^{(ф)} = \frac{66000}{3600 \cdot 4,976} = 3,68 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

$$(v\rho)_{\phi p 2}^{cp} = \frac{60000}{3600 \cdot 4,976} = 3,35 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

где  $f_{\phi p 1}^{(i)} = 2,488 \text{ м}^2$  - площадь фронтального сечения ТУБ установки III по табл.2 примера;

\*) В п.п.5-8, 14 приводится расчет для одного ТУБ. Результаты расчета для других ТУБ приводятся в таблицах.

904-02-26.86

Лист

227

№ п.п. под. Листы и дата. Форм. инв. А.

242

21855-01

$\Sigma f_{\phi p1} = 4,976 \text{ м}^2$  - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ приточных установок П1 и П2;

$\Sigma f_{\phi p2} = 4,976 \text{ м}^2$  - суммарная площадь фронтального сечения ТУБ вытяжных установок В1 и В2.

6. Определяем  $\Delta P_{B1}^{(i)}$  и  $\Delta P_{B2}^{(i)}$  по графикам рис.7 приложения 3.

Для ТУБ приточной установки П1 по характеристике 27(I)  $\Delta P_{B1}^{(1)} = 62 \cdot 3 = 186 \text{ Па} = 18,6 \text{ кгс/м}^2$ , где 62 Па - потери давления в одном теплообменнике.

7. Определяем  $\bar{L}_B^{(i)}$  по формуле (9.1).

$$\bar{L}_{B1}^{(1)} = \frac{25000}{31500} = 0,79.$$

8. Определяем  $(F_{01}')^{(i)}$  по табл. I1 приложения 2.

Для приточной установки П1 с ТУБ 27 (I)

при  $\bar{L}_{B1}^{(1)} = 0,79$  и  $W = 1$   $(F_{01}')^{(1)} = 1,44$ ,

9. Определяем  $\Delta t_{B1}^{(i)}$  по формуле (10.12)

$$\Delta t_{B1}^{(1)} = 18 - (-25) = 43^\circ \text{C}; \quad \Delta t_{B1}^{(2)} = 20 - (-10) = 30^\circ \text{C}.$$

243

21855-01

10. Для установки III с  $\Delta t_{в1}^{\text{макс}} = 43^\circ\text{C}$  и для П2

с  $t_{вн1}^{\text{макс}} = -10^\circ\text{C}$  определяем:

а)  $G_{ж1}^{(1)}$  по формуле (10.13)

$$G_{ж1}^{(1)} = \frac{30000 \cdot 0,24}{0,65 \cdot 1} = 10667 \text{ кг/ч};$$

$$G_{ж1}^{(2)} = \frac{36000 \cdot 0,24}{0,675 \cdot 1} = 12800 \text{ кг/ч, где}$$

$$W_1^{(1)} = W_1^{(2)} = 1;$$

б)  $\omega_1^{(1)}$  по формуле (8.10)  $\omega_1^{(1)} = \frac{10667}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0052} =$

$$\omega_1^{(2)} = \frac{12800}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,0039} = 0,724 \text{ м/с}; \quad = 0,452 \text{ м/с.}$$

в)  $Q_1^{(i)}$  по табл.12 приложения 2 при известных:

для III -  $(F_{01}^{(1)}) = 1,44$  и  $W_1^{(1)} = 1$  находим  $\theta_1^{(1)} = 0,59$

для П2 -  $(F_{01}^{(2)}) = 1,29$  и  $W_1^{(2)} = 1$  находим  $\theta_1^{(2)} = 0,563$

г)  $t_{ж.н1}^{(1)тр}$  по формуле (10.14)

$$t_{ж.н1}^{(1)тр} = -25 + \frac{18 - (-25)}{0,59} = 47,9^\circ\text{C},$$

$$t_{ж.н1}^{(2)тр} = -10 + \frac{20 - (-10)}{0,563} = 43,3^\circ\text{C}.$$

11. По большему  $t_{ж.н1}^{\text{макс}} = t_{ж.н1}^{(1)тр} = 47,9^\circ\text{C}$  принимаем температуру теплоносителя на входе в ТУБ приточных установок.

12. Для ТУБ П2 определяем:

244

21855-01

а)  $\Theta_1^{(2)TP}$  по формуле (4.4)

$$\Theta_1^{(2)TP} = \frac{20 - (-10)}{47,9 - (-10)} = 0,518;$$

б)  $W_1^{(2)TP}$  по табл. I2 приложения 2 при значениях

$$(F_{01}^{(2)}) = 1,29 \quad \text{и} \quad \Theta_1^{(2)TP} = 0,518$$

$$W_1^{(2)TP} = 1,39;$$

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  $t_{ж.к1}^{(2)}$  по формуле (10.15) для III, II

$$t_{ж.к1}^{(2)} = 47,9 - 1,39 [20 - (-10)] = 6,2^\circ\text{C}.$$

245

21855-01

14. Результаты расчета по п.п.5-13 приведены в табл.3

Таблица 3

| Установка | $(VP)_{\text{пр1}}^1$<br>кг/м <sup>2</sup> .с | $\Delta P_{\text{в1}}^{(i)}$<br>кгс/м <sup>2</sup> | $Z_{\text{в1}}^{(i)}$ | $(F_{\text{в1}})^{(i)}$ | $t_{\text{в1}}^{(i)}$<br>°C | $Q_{\text{в1}}^{(i)}$ | $W_1^{(i)}$ | $G_{\text{ж1}}^{(i)}$<br>кг/ч | $\omega_1^{(i)}$<br>м/с | $\Delta P_{\text{ж1}}^{(i)}$<br>кгс/м <sup>2</sup> | $t_{\text{ж1}}^{(i)}$<br>°C |
|-----------|---|--|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------|--|-----------------------------|
| III       | 3,35  | 18,6   | 0,79                  | 1,44                    | 43                          | 0,59                  | 1,0         | 10667                         | 0,452                   | 6800   | 4,9                         |
| II2       | 4,02  | 21,6   | 0,952                 | 1,29                    | 30                          | 0,518                 | 1,39        | 9209                          | 0,521                   | 6940   | 6,2                         |

$\Delta P_{\text{ж1}}^{(2)} = 16000$  кгс/м<sup>2</sup> 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 | $(VP)_{\text{пр2}}^{(i)}$<br>кг/м <sup>2</sup> .с | $\Delta P_{\text{в2}}^{(i)}$<br>кгс/м <sup>2</sup> | $Z_2^{(i)}$ | $G_{\text{ж2}}^{(i)}$<br>кг/ч | $\omega_2^{(i)}$<br>м/с | $(F_{\text{в2}})^{(i)}$ | $\Delta P_{\text{ж2}}^{(i)}$<br>кгс/м <sup>2</sup> |
|-----------|---|--|-------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| VI        | 3,215   | 6,0  | 0,762       | 10667                         | 0,452                   | 1,44                    | 6400   |
| B2        | 3,48  | 7,0  | 0,825       | 9209                          | 0,39                    | 1,44                    | 4307   |

16. Определяем  $G_{\text{ж}}$  для системы

$$G_{\text{ж}} = 10667 + 9209 = 19876 \text{ кг/ч.}$$

17. Для ТУБ вытяжных установок определяем:

а)  $G_2^{(i)}$ , принимая его равным расходу в ТУБ приточной установки, соединенной последовательно по теплоносителю с данной вытяжной установкой

$$G_{\text{ж2}}^{(i)} = G_{\text{ж1}}^{(i)} = 10667 \text{ кг/ч,}$$

ж/  $\Delta P_{\text{ж2}}^{(i)}$  определяем по формуле (5.1), так как  $W_2^{(i)} \neq 1$ .

246

21355-01

904-02-26.86 АЛЬБОМ I

$$G_{ж2}^{(2)} = G_{ж1}^{(2)} = 9209 \text{ кг/ч};$$

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. I2 приложения 2 по известным

$$(F_{O_2}^{(2)}) \text{ и } W_2^{(2)}.$$

Для VI при  $(F_{O_2}^{(2)}) = 1,44$  и  $W_2^{(2)} = 0,96$   $\Theta_2^{(2)} = 0,599$ .

18. Определяем  $\kappa_2^{(2)}$ ,  $\alpha_{O_2}^{(2)}$ ,  $\alpha_{ж2}^{(2)}$ ,  $\Theta_{рс}^{(2)}$ ,  $t_{рс}^{(2)}$

а)  $\kappa_2^{(2)}$  по графику рис.42 приложения 2

$$\text{для VI } \kappa_2^{(2)} = 21 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C});$$

б)  $\alpha_{O_2}^{(2)}$  по графику рис.35 приложения 2

$$\text{для VI } \alpha_{O_2}^{(2)} = 41 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C});$$

в)  $\alpha_{ж}^{(2)}$  по графику рис.36 приложения 2

$$\alpha_{ж2}^{(2)} = 500 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

19. Определяем  $\Theta_{рс}^{(2)}$  по формуле (10.5)

$$\Theta_{рс}^{(2)} = \frac{21}{41} (1 - 0,599) + 0,599 = 0,804.$$

247

21B55-01

|            |                |              |
|------------|----------------|--------------|
| Инв. подл. | Подпись и дата | Взв. инв. л. |
|            |                |              |



20. Определяем  $t_{pcc}^{(i)}$  по формуле (10.6)

$$t_{pcc}^{(1)} = 18 - 0,804 \cdot (18 - 4,9) = 7,5^{\circ}\text{C}$$

21. Результаты расчетов по п.п.17-20 даны в табл.5.

Таблица 5

| Установка | $W_2^{(i)}$ | $Q_2^{(i)}$ | $K_2^{(i)}$ ,<br>$\frac{\text{ккал}}{(\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})}$ | $\alpha_{вг}^{(i)}$ ,<br>$\frac{\text{ккал}}{(\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})}$ | $\alpha_{жг}^{(i)}$ ,<br>$\frac{\text{ккал}}{(\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})}$ | $\theta_{pc}^{(i)}$ | $t_{pcc}^{(i)}$ ,<br>$^{\circ}\text{C}$ |
|-----------|-------------|-------------|---|---|---|---------------------|---|
| 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 ТУБ вытяжных установок по

п.8.19

для В1 -  $\varphi_{сух}^{(1)} = 50\%$ ,

для В2 -  $\varphi_{сух}^{(2)} = 52\%$ .

$$\varphi_{сух}^{(1)} + 5 = 55\% > 10\% \text{ и } \varphi_{сух}^{(2)} + 5 = 57\% > 40\%$$

установки работают без выпадения конденсата,  $\xi_{\varphi} = 1$ .

23. Определяем  $Q_2^{i(\varphi)}$  по формуле (10.18)

$$Q_2^{i(\varphi)} = 0,553 \cdot 1 = 0,599.$$

24. Определяем  $t_{в.кг}^{(i)}$  по формуле (10.19)

$$t_{в.кг}^{(1)} = 18 - 0,599 \cdot (18 - 4,9) = 10,2^{\circ}\text{C}.$$

25. Определяем  $t_{ж.кг}^{(i)}$  по формуле (10.20)

$$t_{ж.кг}^{(1)} = 4,9 + 0,96(18 - 10,2) = 12,4^{\circ}\text{C}, \text{ где}$$

$$t_{ж.кг}^{(1)} = t_{ж.кг}^{(1)}$$

26. Данные расчета по п.п. 22-25 приведены в табл.6.

248

21855-01

Таблица 6

| Установка | $\varphi_{\text{сух}}$ ,<br>% | $\varphi_{\text{сух}+5}$ ,<br>% | $\varphi_{\text{ноч}}$ ,<br>% | $\xi_{\varphi}$ | $t_{\text{вкл}}$ ,<br>°C | $t_{\text{ж.кв.}}^{(i)}$ ,<br>°C | Уста-<br>новка | $Q_{\varphi}^{(i) \text{УТ}}$ ,<br>ккал/ч |
|-----------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------|--------------------------|----------------------------------|----------------|---|
| В1        | 50                            | 55                              | 10                            | 1               | 10,2                     | 12,4                             | III            | 63362                                     |
| В2        | 52                            | 57                              | 40                            | 1               | 12,4                     | 15,3                             | II2            | 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  $t_{\text{ж.кв.}}^{\text{ср}} = 13,7^{\circ}\text{C} < t_{\text{ж.кв.}}^{(i)} = 47,9^{\circ}\text{C}$ , то требуется дополнительный нагрев теплоносителя в водоподогревателе.

29. Определяем  $Q_{\varphi}^{(i) \text{УТ}}$  по формуле (10.22)

$$Q_{\varphi}^{(i) \text{УТ}} = 10667 \cdot 0,675(13,7 - 4,9) = 63362 \text{ ккал/ч.}$$

Находим  $\sum Q_{\varphi}^{(i) \text{УТ}} = 63362 + 46621 = 109983 \text{ ккал/ч.}$

30. Определяем  $Q_{\varphi}^{\text{вод}}$  по формуле (10.1)

$$Q_{\varphi}^{\text{вод}} = 19876 \cdot 0,675(47,9 - 13,7) = 458837 \text{ ккал/ч.}$$

249

21855-01

904-02-26.86

Лист

234

904-02-26.86 АЛЬБОМ I

|            |               |          |
|------------|---------------|----------|
| Инв. №-п/п | Период и дата | Выпущено |
|            |               |          |

ПРИМЕР 8. Расчет по аналитическому методу СУПТ без подогрева при конденсации влаги на всей поверхности ТУБ вытяжной установки.

Исходные данные:

I. В СУПТ без подогрева промежуточного теплоносителя утилизируется теплота воздуха, удаляемого одной вытяжной установкой VI, для нагрева приточного воздуха установки III. Место строительства г. Киев.

Расчетные данные:

$$L_{в2} = 37800 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad G_{в2} = 45360 \text{ кг/ч}; \quad t_{вн2} = 25^\circ\text{C};$$

$$d_{вн2} = 10 \text{ г/кг}; \quad i_{вн2} = 50,66 \text{ кДж/кг}.$$

$$L_{п1} = 63000 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad G_{п1} = 75600 \text{ кг/ч}; \quad t_{вн1} = -20^\circ\text{C};$$

$$t_{вк1} = 20^\circ\text{C}; \quad t_{вн1}^{\text{ср.от.}} = -2,1^\circ\text{C}; \quad t_{вн1}^{\text{макс}} = 8^\circ\text{C};$$

$$\tau^{\text{от.}} = 3094 \text{ ч/год}.$$

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,  $t_{вк1}^{\text{от.}}$ ,  $t_{вк2}^{\text{от.}}$ ,  $Q_{ч}^{\text{от.}}$ ,  $Q_{ч}^{\text{пр.}}$ .

Порядок расчета.

I. Определяем  $\tau$  по формуле (8.1)

$$\tau = 3094 \cdot (-2,1) = 6497 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{ч}.$$

2. Принимаем число рядов трубок (по глубине) ТУБ вытяжной и

21855-01

904-02-26.86

Лист

235

Инв. № подл. Подпись и дата. В.А.М.К.И.В.И.

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 м<sup>2</sup>, фронтальное сечение прохода по воздуху - 8,296 м<sup>2</sup> и живое сечение по теплоносителю - 0,00856 м<sup>2</sup>.

ТУБ вытяжной установки имеет:

поверхность нагрева - 828,9 м<sup>2</sup>, фронтальное сечение прохода по воздуху - 4,148 м<sup>2</sup> и живое сечение по теплоносителю - 0,00856 м<sup>2</sup>.

4. Определяем  $t_B^{\text{cp}}$  по формуле (8.6)

$$t_B^{\text{cp}} = \frac{25 + (-20)}{2} = 2,5^\circ\text{C. Так как } t_B^{\text{cp}} < 12^\circ\text{C,}$$

в качестве промежуточного теплоносителя принимаем раствор хлористого кальция с  $t_{\text{ж}}^{\text{ном}} = -20^\circ\text{C.}$

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  $\omega_1$  и  $\omega_2$  по формуле (8.10)

$$\omega_1 = \omega_2 = \frac{26761}{3600 \cdot 1260 \cdot 0,00856} = 0,72 \text{ м/с.}$$

7. Определяем  $(v_p)_{\text{pp1}}$  и  $(v_p)_{\text{pp2}}$  по формуле (8.12)

$$(v_p)_{\text{pp1}} = \frac{75600}{3600 \cdot 8,296} = 2,53 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с);}$$

251

21855-01

904-02-26.86

Лист

236

904-02-26.86 Альбом I

|              |                  |              |
|--------------|------------------|--------------|
| Инв. № подл. | Продумано и дано | Взам. инв. № |
|              |                  |              |

$$(V_p)_{pp2} = \frac{45360}{3600 \cdot 4,148} = 3,04 \text{ кг/(м}^2\cdot\text{с)}.$$

8. Определяем  $W_M$  по формуле (8.20)

$$W_M = \frac{45360}{26761 \cdot 2,825} = 0,599.$$

$$W_2 = W_M, \text{ так как } G_{B2} < G_{B1}.$$

9. Определяем  $\alpha_{02}$ ,  $\alpha_{ж2}$ ,  $\kappa_2$ ,  $\kappa_1$  по графикам рис.35, 36, 42 приложения 2

$$\alpha_{02} = 45,5 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}; \quad \alpha_{ж2} = 1156 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)};$$

$$\kappa_2 = 27,2 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}; \quad \kappa_1 = 25,5 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}.$$

10. Определяем  $F'_{01}$  и  $(F'_{02})$  по формуле (4.1)

$$F'_{01} = \frac{25,5 \cdot 1657,8 \cdot 3,6}{75600 \cdot 1} = 2,01;$$

$$F'_{02} = \frac{27,2 \cdot 828,9 \cdot 3,6}{45360 \cdot 1} = 1,78.$$

3,6 - коэффициент при расчете в СИ.

11. Определяем  $\Theta_1$  и  $\Theta_2$  :

для установки III при  $W_1 = 1$  и  $(F'_{01})_1 = 2,01$

по табл.12 приложения 3 -  $\Theta_1 = 0,66;$

для установка VI при  $W_2 = 0,599$  и  $(F'_{02})_2 = 1,78$  по

графикам рис.24 приложения 3 -  $\Theta_2 = 0,735.$

252

21855-01

12. Определяем  $\varrho_{об1}$  и  $\varrho_{об2}$  по формуле (II.1)

$$\varrho_{об1} = \frac{I}{\frac{I}{0,66} + \frac{I}{0,735} \cdot \frac{75600}{45360} - I} = 0,359;$$

$$\varrho_{об2} = \frac{I}{\frac{I}{0,735} + \frac{I}{0,66} \cdot \frac{45360}{75600} - 0,599} = 0,598.$$

13. Определяем  $\varrho_{рс}$  по формуле (II.2)

$$\varrho_{рс} = \frac{13,7 - (-20)}{25 - (-20)} = 0,749, \text{ где } t_{рс2} = 13,7^{\circ}\text{C}$$

находим по  $i-d$  диаграмме.

14. Определяем  $\varrho_{рс}^{мин}$  по формуле (II.3)

$$\varrho_{рс}^{мин} = \frac{I - \frac{0,598}{0,735} + \frac{45,5 \cdot 16,48}{1156} (1 - 0,598)}{I + \frac{45,5 \cdot 16,48}{1156}} = 0,271,$$

где  $\psi = 16,48$  для КСк4 принимаем по альбому 4.

$\varrho_{рс} > \varrho_{рс}^{мин}$ , установка работает с конденсацией влаги на поверхности.

15. Определяем  $K_{из}$  по формуле (II.4)

$$K_{из} = \frac{I}{\frac{16,48}{1156} + \frac{I}{45,5 \cdot 1,737}} = 37,12 \text{ Вт/м}^2\text{C}^{\circ}$$

где  $S_{нас} = 1,737$  принимаем по табл.10 приложения 2 при

$$t_{ж}^{зон} = -20^{\circ}\text{C}, \quad t_{ж}^{ср} = t_{в}^{ср} = 2,5^{\circ}\text{C}.$$

253

21855-01

16. Вычисляем  $(F_0')_{iz}$ ,  $W_{iz}$  по формулам (II.5), (II.6)

$$(F_0')_{iz} = \frac{37,12 \cdot 1657,8 \cdot 3,6}{75600} = 2,93;$$

$$W_{iz} = \frac{75600 \cdot 1,737}{27900 \cdot 2,71} = 1,736.$$

17. Определяем  $D_{iz} = 0,541$  по рис.48 приложения 3 при  $(F_0')_{iz} = 2,93$  и  $W_{iz} = 1,736$ .

18. Определяем  $D_{обс}^{\varphi}$  по формуле (II.7)

$$D_{обс}^{\varphi} = \frac{1}{\frac{1}{0,66} + \frac{1}{0,541 \cdot 1,737} \cdot \frac{75600}{45360} - 1} = 0,437.$$

19. Определяем  $D_{рсi}^{макс}$  по формуле (II.8)

$$D_{рсi}^{макс} = \frac{\frac{1}{1,737} \cdot \frac{0,437}{0,66} + \frac{45,5 \cdot 16,48}{1156}}{\frac{1}{1,737} + \frac{16,48 \cdot 45,5}{1156}} = 0,841.$$

20. Вычисляем  $L_{внi}^{уч}$  и параметр А по формулам (II.9), (II.10)

$$L_{внi}^{уч} = 8,08 + 1,737 \cdot (-20) = 26,66 \text{ кДж/кг},$$

где  $e = 8,08$  по табл.10 приложения 2 при  $t_{ж}^{зон} = -20^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{ж}^{ср} = t_{в}^{ср} = 2,5^{\circ}\text{C}$ .

$$A = 1 \cdot 25 \cdot 0,841 + 26,6 \cdot (1 - 0,841) = 16,76.$$

21. Находим  $d_{рсi}^{макс} = 9,5$  г/кг по графику рис.46 приложения 3 при  $A = 16,76$  и  $D_{рсi}^{макс} = 0,841$ .

22.  $d_{рсi}^{макс} < d_{внi} = 10$  г/кг, теплоутилизатор работает в условиях конденсации влаги на всей поверхности. Определяем по п. II.15:

21855-01 254

по  $i-d$  диаграмме для точки с координатами

$$d_{рс}^{макс} = 9,5 \text{ г/кг} \text{ и } \varphi = 100\% \quad t_{кк2} = 17,5 \text{ }^\circ\text{C};$$

$t_{в.к1}$  по формуле (II.II)

$$t_{в.к1} = [17,5 - (-20)] \cdot 0,437 + (-20) = -3,61 \text{ }^\circ\text{C}.$$

23. Определяем конечную энтальпию вытяжного воздуха по формуле (II.I6)

$$i_{в.к2} = 50,66 - \frac{[-3,61 - (-20)] \cdot 75600 \cdot 1,0}{45360} = 23,35 \text{ кДж/кг};$$

по  $i-d$  диаграмме для точки с координатами

$$i_{в.к2} = 23,35 \text{ кДж/кг} \text{ и } \varphi = 100\% \quad t_{ак2} = 7,3 \text{ }^\circ\text{C}.$$

24. Определяем  $t_{ж.к2}$  по формуле (8.25)

$$t_{ж.к2} = -20 + \frac{-3,61 - (-20)}{0,66} = 4,83 \text{ }^\circ\text{C}.$$

25. Определяем  $t_{ж.к1}$  по формуле (8.26)

$$t_{ж.к1} = 4,83 - 1 \cdot [-3,61 - (-20)] = -11,56 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Уточняем вид теплоносителя.  $t_{ж.к1} < 7 \text{ }^\circ\text{C}$ , поэтому в СУПТ используется незамерзающий теплоноситель - 21% раствор хлористого кальция с температурой замерзания  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ , равной расчетной температуре наружного воздуха.

26. Определяем  $Q_4^{ут}$  по формуле (8.27)

$$Q_4^{ут} = 75600 \cdot 1,0 \cdot 0,437 \cdot [25 - (-20)] \cdot \frac{1}{3600} = 412,965 \text{ кВт}.$$

27. Определяем  $Q_4^r$  по формуле (8.28)

$$Q_4^r = 75600 \cdot 1 \cdot [20 - (-3,61)] \cdot \frac{1}{3600} = 344,127 \text{ кВт},$$

где  $D = \frac{1}{3600}$ .

255

21855-01

904-02-26.86

Лист

240

904-02-26.86 Альбом 1

Инв. № инв. Прочие и вкл. Взам. инв. №



Пример 9. Расчет по аналитическому методу СУПТ без подогрева при конденсации влаги на части поверхности ТУБ вытяжных установок.

1. Исходные данные принимаем по примеру 8, за исключением

$$d_{в.кг} = 5 \text{ г/кг}; \quad i_{в.кг} = 37,7 \text{ кДж/кг.}$$

2. Расчет выполняем по п.п.2-22 примера 8.

3.  $d_{рс}^{max} = 9,5 \text{ г/кг} > d_{в.кг} = 5 \text{ г/кг}$ , теплоутилизаторы работают в условиях конденсации влаги на части поверхности.

Определяем по п. II.16.:

$$t_{рс}^{min} \text{ по формуле (II.12)}$$

$$t_{рс}^{min} = 0,271 \cdot [25 - (-20)] + (-20) = -7,8^\circ\text{C}$$

по  $i-d$  диаграмме для точки с координатами  $t_{рс}^{min} = -7,8^\circ\text{C}$

и  $\varphi = 100\%$  -  $d_{рс}^{min} = 2 \text{ г/кг}$ ;

$\bar{d}$  по формуле (II.13)

$$\bar{d} = \frac{5 - 2}{9,5 - 2} = 0,4;$$

$\bar{\theta}$  по графику рис.47 приложения 3  $\bar{\theta} = 0,11$ ;

$\theta_{обг}^{\bar{\theta}}$  по формуле (II.14)

$$\theta_{обг}^{\bar{\theta}} = 0,359 + 0,11 \cdot (0,437 - 0,359) = 0,3195;$$

$t_{о.кг}$  по формуле (II.11)

$$t_{о.кг} = 0,3195 \cdot [17,5 - (-20)] + (-20) = -8,02^\circ\text{C}.$$

4. Определяем  $i_{о.кг}$  по формуле (II.15)

$$i_{о.кг} = 37,7 - \frac{[-8,02 - (-20)] \cdot 75600 \cdot 1,0}{45360} = 17,73 \text{ кДж/кг.}$$

По  $i-d$  диаграмме находим  $t_{о.кг} = 4,7^\circ\text{C}$

для точки с координатами  $i_{о.кг} = 17,73 \text{ кДж/кг}$  и  $\varphi = 100\%$ .

5. Определяем  $t_{ж.кг}$  по формуле (8.25)

$$t_{ж.кг} = -20 + \frac{8,02 - (-20)}{0,66} = 1,85^\circ\text{C}.$$

256

21855-01

6. Определяем  $t_{ж.к1}$  по формуле (8.26)

$$t_{ж.к1} = -1,85 - 1 \cdot [-8,02 - (-20)] = -13,83^{\circ}\text{C}.$$

Уточняем вид теплоносителя.

$t_{ж.к1} = -13,83^{\circ}\text{C} < 7^{\circ}\text{C}$ , поэтому в СУПТ используется незамерзающий теплоноситель - 21% раствор хлористого кальция

с  $t_{ж}^{30M} = -20^{\circ}\text{C} = t_{вн1}$ .

7. Определяем  $Q_{ч}^{ут}$  по формуле (8.27)

$$Q_{ч}^{ут} = 75600 \cdot 1,0 \cdot 0,3195 \cdot [17,5 - (-20)] \cdot \frac{1}{3600} = 251,606 \text{ кВт},$$

8. Определяем  $Q_{ч}^T$  по формуле (8.28)

$$Q_{ч}^T = 75600 \cdot 1,0 \cdot [20 - (-8,02)] \cdot \frac{1}{3600} = 588,42 \text{ кВт},$$

где  $D = \frac{1}{3600}$ .

257

21855-01

904-02-26.86

Лист

242

904-02-26.86 Альбом I

Инв. н.-порт. Листы и дата Взам.инв.ж.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ТИПОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ГОССТРОЯ СССР  
КИЕВСКИЙ ФИЛИАЛ  
г Киев-57 ул Эжена Потье № 12

<sup>42/9</sup>  
Заказ № 9990 Инв № 21855-01 Тираж 1200  
Сдано в печать 18/кв 1987 Цена 4.92