

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент

_____ Д.В. Ульрих
_____ 2020 г.

Вентиляция и отопление торгового комплекса в г. Сибай

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 08.03.01.2020.305.33. ПЗ ВКР

Консультанты:

Раздел «Автоматизация»
доцент, к.т.н.

_____ С.В. Панферов
_____ 2020 г.

Руководитель проекта:
преподаватель

_____ Н.Г. Сорокина
_____ 2020 г.

Автор проекта:
студент группы АС-425

_____ Е.Д. Мирошниченко
_____ 2020 г.

Нормоконтролер:
преподаватель

_____ Н.Г. Сорокина
_____ 2020 г.

Челябинск 2020

АННОТАЦИЯ

Мирошниченко Е.Д. Вентиляция и отопление торгового комплекса в г. Сибай: ЮУрГУ, АС-425, 58 с., библиографический список – 9 наим., 3 прил., 7 лист граф. части ф. А1.

Тема выпускной квалификационной работы – Вентиляция и отопление торгового комплекса в г. Сибай.

В выпускной квалификационной работе разработана система вентиляции и воздушного отопления для торгового комплекса в г. Сибай, республика Башкортостан. Проект сделан в соответствии с требованиями действующих сводов правил, а также государственных стандартов, предъявляемых к вентиляции и воздушному отоплению в общественных зданиях.

В специальной части были определены основные конструктивные решения по системам вентиляции и отопления, выполнены следующие расчеты:

- определение тепловыделений и расчет количества выделяющихся вредных веществ (влаги, со₂). составление таблицы вредных выделений.;
- определение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций;
- определение тепловых потерь здания;
- расчет воздухообменов.
- аэродинамический расчет систем воздуховодов вытяжных и приточных вентиляционных установок;
- расчет и подбор вентиляционного оборудования;

В графической части выполнены чертежи и схемы:

- план-схема;
- план (М1:100);
- аксонометрическая схема системы П1;
- аксонометрическая схема системы П2;
- план теплогенераторной;
- разрезы теплогенераторной;
- автоматизация П1;

| | | | | | | | | |
|------------|------|--------------|-------|------|--|-----------------------------|------|--------|
| | | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | | |
| Н.контр. | | Сорокина | | | Вентиляция и отопление торгового комплекса в г. Сибай | Стадия | Лист | Листов |
| Руководит. | | Сорокина | | | | ДП | 2 | 58 |
| Студент | | Мирошниченко | | | | ЮУрГУ Кафедра ГИСиС | | |

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ОГЛАВЛЕНИЕ | 3 |
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| 1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И РАЙОН СТРОИТЕЛЬСТВА, ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ В НИХ ВРЕДНОСТЕЙ | 6 |
| 1.1 ОБЪЕКТ И РАЙОН СТРОИТЕЛЬСТВА | 6 |
| 1.2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ В НИХ ВРЕДНОСТЕЙ | 6 |
| 2 РАСЧЕТНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ НАРУЖНОГО И ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА, А ТАКЖЕ ДОПУСТИМЫЕ САНИТАРНО- ГИГИЕНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ ПРОЕКТИРУЕМОГО ОБЪЕКТА..... | 7 |
| 2.1 РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА..... | 7 |
| 2.2 РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА И ДОПУСТИМЫЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ ПРОЕКТИРУЕМОГО ОБЪЕКТА | 8 |
| 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛО ВЫДЕЛЕНИЙ И РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ ВРЕДНОСТЕЙ (ВЛАГИ, СО ₂). СОСТАВЛЕНИЕ ТАБЛИЦЫ ВРЕДНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ. | 10 |
| 3.1 РАСЧЕТ ВРЕДНОСТЕЙ ОТ ЛЮДЕЙ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД | 10 |
| 3.2 РАСЧЕТ ВРЕДНОСТЕЙ ОТ ЛЮДЕЙ В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД..... | 11 |
| 3.3 ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ ОТ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ..... | 12 |
| 3.4 ПОСТУПЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ ОТ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ | 12 |
| 3.5 ОБЩЕЕ ПОСТУПЛЕНИЕ ЯВНОГО И ПОЛНОГО ТЕПЛА..... | 14 |
| 4 СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ..... | 15 |
| 4.1 РАСЧЕТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ НАРУЖНОЙ СТЕНЫ..... | 16 |
| 4.2 РАСЧЕТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ БЕСЧЕРДАЧНОГО ПОКРЫТИЯ..... | 18 |
| 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЗДАНИЯ..... | 21 |
| 5.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЗДАНИЯ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ | 21 |
| 5.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ НА НАГРЕВАНИЕ ВОЗДУХА, ИНФИЛЬТРУЮЩЕГОСЯ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЛЕСТНИЧНОЙ КЛЕТКИ | 23 |
| 5.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ДЛЯ ТОРГОВОГО ЗАЛА | 27 |

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 3 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | | | | |

| | |
|---|----|
| 6 РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНОВ | 28 |
| 6.1 РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА ПО КРАТНОСТИ ДЛЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ | 28 |
| 6.2 ПОСТРОЕНИЕ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА I-D ДИАГРАММЕ ДЛЯ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА ГОДА | 29 |
| 6.3 ПОСТРОЕНИЕ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА I-D ДИАГРАММЕ ДЛЯ ТЕПЛОГО ПЕРИОДА ГОДА..... | 31 |
| 6.4 РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА ПО САНИТАРНЫМ НОРМАМ | 34 |
| 7 КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СИСТЕМАМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ..... | 35 |
| 7.1 РАСЧЕТ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ..... | 36 |
| 8 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ВОЗДУХОВОДОВ ВЫТЯЖНЫХ И ПРИТОЧНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК..... | 38 |
| 8.1 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРИТОЧНОЙ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ О1 | 38 |
| 8.2 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВЫТЯЖНОЙ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ | 40 |
| 9 РАСЧЕТ И ПОДБОР ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ | 42 |
| 9.1 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРИТОЧНОЙ СИСТЕМЫ О1 | 42 |
| 9.1.1 ПОДБОР ВОЗДУХОЗАБОРНОЙ РЕШЕТКИ | 42 |
| 9.1.2 ПОДБОР ФИЛЬТРА..... | 42 |
| 9.1.3 ПОДБОР ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЯ..... | 42 |
| 9.1.4 ПОДБОР ВЕНТИЛЯТОРА | 46 |
| 9.2 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВЫТЯЖНОЙ СИСТЕМЫ В1 | 47 |
| 9.3 РАСЧЕТ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ..... | 47 |
| 10 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИТОЧНОЙ УСТАНОВКИ..... | 49 |
| 10.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА РЕГУЛИРОВАНИЯ | 49 |
| 10.2 КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ | 49 |
| 10.3 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ | 50 |
| 10.4 БЛОКИРОВКИ И ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ..... | 50 |
| 10.5 СИГНАЛИЗАЦИЯ..... | 51 |
| 10.6 ЗАЩИТА КАЛОРИФЕРА ОТ ЗАМОРАЖИВАНИЯ..... | 51 |
| 10.7 ВЫВОД..... | 52 |
| 11 ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 53 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... | 54 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А | 55 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б | 56 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В..... | 57 |

ВВЕДЕНИЕ

Для того чтобы в холодный и теплый период обеспечить комфортные условия работы и пребывания во всех помещениях общественного здания, необходимо обеспечить здание необходимыми системами. К таким системам относятся системы вентиляции, и отопления.

Система отопления компенсирует потери тепла помещениями и создаст благоприятный температурный фон. Система вентиляции удалит из воздуха помещения вредные вещества, такие как: излишние влажность и теплота, выделяющиеся в процессе пребывания людей в помещении. Также вентиляция создаст приток свежего воздуха, необходимого для хорошего самочувствия человека. Расчет системы отопления здания включает в себя определение теплового режима здания, конструирование и теплогидравлический расчет системы отопления. Для расчета тепловой нагрузки на систему отопления необходимо провести теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций, определить теплопотери для каждого помещения, требуемое количество тепла для подогрева инфильтрующегося воздуха, а также определение тепловых поступление от различных бытовых источников.

Расчёт системы вентиляции заключается в определении скорости движения воздуха в воздуховодах, объём перемещаемого воздуха, необходимых размеров решёток и самого воздуховода, конструктивных особенностей вентиляции. Целью данной работы является проектирование системы воздушного отопления и вентиляции одноэтажного общественного здания – магазина в г. Сибай, республика Башкортостан.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 5 |

1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И РАЙОН СТРОИТЕЛЬСТВА, ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ В НИХ ВРЕДНОСТЕЙ

1.1 Объект и район строительства

Объектом проектирования является система вентиляции и воздушного отопления одноэтажного общественного здания в городе Сибай. Основное назначение — торговый зал площадью 815 м². В здании так же расположены два складских помещения площадью 183,9 м² и 210,54 м² соответственно, а также, тепло-генераторная на 45,5 м². В здании отсутствует подвал и чердак.

Район строительства город Сибай, республика Башкортостан, расположен на 52,4° северной широты и 58,6° восточной долготы. Высота над уровнем моря 376 метров. Концентрация CO₂ в наружном воздухе 0,4 $\frac{\text{л}}{\text{м}^3}$. Запыленность наружного воздуха 0,6 $\frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$. Главный фасад ориентирован на запад. Температурный градиент 0,6 $\frac{\text{град}}{\text{м}\cdot\text{высоты}}$.

1.2 Характеристика основных помещений и выделяющихся в них вредностей

Основные помещения:

- 1) Торговый зал.
- 2) Склад №1 .
- 3) Склад №2.
- 4) Теплогенераторная отопительного назначения.

В помещениях 1-3 выделяются вредности: углекислый газ CO₂, водяные пары H₂O, явная и полная теплота Q.

В помещении 4 вредности – тепловыделения от оборудования.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 6 |

2 РАСЧЕТНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ НАРУЖНОГО И ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА, А ТАКЖЕ ДОПУСТИМЫЕ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ ПРОЕКТИРУЕМОГО ОБЪЕКТА

Так как для г. Сибай, респ. Башкортостан в нормативной литературе отсутствуют данные, принимаем все параметры для географически ближайшему к нему объекту – г. Белорецк, респ. Башкортостан.

2.1 Расчетные параметры наружного воздуха

Расчеты производят для летнего и зимнего периода. Параметры для теплого периода берутся по параметрам А согласно п. 5.13 СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

- 1) Температура наружного воздуха $t_n = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ [1, табл. 4.1, графа 3]
- 2) Энтальпия наружного воздуха $I_n = 48,4 \text{ кДж кг}$ [1, прил. А]
- 3) Скорость наружного воздуха $v_n = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ [1, табл. 10.1, графа 5]
- 4) Барометрическое давление наружного воздуха $P_0 = 950 \text{ гПа}$ [1, табл. 4.1, графа 2]

Вредные вещества даны в исходных данных и указаны в п. 1.1 пояснительной записки:

- 5) Концентрация углекислого газа в наружном воздухе $C_{\text{CO}_2} = 0,4 \frac{\text{л}}{\text{м}^3}$
- 6) Запыленность наружного воздуха $K_n = 0,6 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$

Параметры для холодного периода берутся по параметрам Б согласно п. 5.13 СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

- 1) $t_n = -31 \text{ }^\circ\text{C}$ [1, табл. 3.1, графа 5]

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 7 |

2) Энтальпию I_n принимаем по расчету, так как ее невозможно определить графически:

$$I_n = c \cdot t_n + \frac{r \cdot d}{1000} + \frac{c \cdot t_n \cdot d}{1000}, \text{ где} \quad (2.1)$$

c — теплоемкость сухого воздуха ($c = 1,005 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$)

r — удельная теплота парообразования ($r = 2500 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$)

d — влагосодержание наружного воздуха при t_n ($d \approx 0,2 \frac{\text{г}}{\text{кг}}$)

$$I_n = 1,005 \cdot (-31) + \frac{2500 \cdot 0,2}{1000} + \frac{1,005 \cdot (-31) \cdot 0,2}{1000} = -30,6 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

3) $v_n = 5,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ [1, табл. 3.1, графа 19]

4) $P_6 = 950 \text{ гПа}$ [1, табл. 4.1, графа 2]

Вредные вещества для холодного периода принимаются, как и для теплого:

5) Концентрация углекислого газа в наружном воздухе $C_{\text{CO}_2} = 0,4 \frac{\text{л}}{\text{м}^3}$

6) Запыленность наружного воздуха $K_n = 0,6 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$

Таблица 2.1 — Расчетные параметры наружного воздуха

| Период года | $t_n, ^\circ\text{C}$ | $I_n,$ кДж/кг | $V_n,$ м/с | $P_6, \text{гПа}$ | Вредные вещества |
|-------------|-----------------------|------------------|---------------|-------------------|---------------------|
| Теплый | 22 | 48,4 | 1 | 950 | $\text{CO}_2 = 0,4$ |
| Холодный | -31 | -30,6 | 5,1 | | $K_n = 0,6$ |

2.2 Расчетные параметры внутреннего воздуха и допустимые санитарно-гигиенические условия для помещений проектируемого объекта

Расчетные параметры и санитарно-гигиенические условия для теплого периода:

1) Температуру внутреннего воздуха t_b принимаем на 3 °С выше расчетной температуры наружного воздуха t_n [2, прил. А]

$$t_b = t_n + 3 \quad (2.2)$$

$$t_b = 22 + 3 = 25 \text{ °С}$$

2) Относительная влажность внутреннего воздуха $\phi_b \leq 65 \%$ [2, прил. А]

3) Скорость движения внутреннего воздуха $v_b \leq 0,5 \frac{м}{с}$ [2, прил. А]

$$4) C_{co2} \leq 1,25 \frac{л}{м^3}$$

Расчетные параметры и санитарно-гигиенические условия для холодного периода:

1) t_b принимается в зависимости от назначения помещения [3, табл. 3], принимаем минимальную из оптимальных.

Для торгового зала: $t_b = 18 \text{ °С}$

Для складских помещений: $t_b = 16 \text{ °С}$

Для теплогенераторной: $t_b = 16 \text{ °С}$

2) Относительная влажность внутреннего воздуха $\phi_b \leq 60 \%$ [3, табл. 3]

3) Скорость движения внутреннего воздуха $v_b \leq 0,3 \frac{м}{с}$ [3, табл. 3]

$$4) C_{co2} \leq 1,25 \frac{л}{м^3}$$

Таблица 2.2 — Расчетные параметры и допустимые санитарно-гигиенические требования внутреннего воздуха

| Период года | t_b , С | ϕ_b , % | V_b , м/с | Вредн. вещ-ва |
|-------------|-----------|--------------|-------------|--------------------------------------|
| Теплый | 25 | ≤ 65 | $\leq 0,5$ | $C_{co2} = 1,25$ л/м ³ |
| Холодный | 18 | ≤ 60 | $\leq 0,3$ | |

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ И РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ ВРЕДНОСТЕЙ (ВЛАГИ, СО₂). СОСТАВЛЕНИЕ ТАБЛИЦЫ ВРЕДНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ.

Торговый зал рассчитан на 160 человек. Из них, 80 мужчин и 80 женщин. Покупатели находятся в состоянии покоя, находятся в верхней одежде.

3.1 Расчет вредностей от людей в холодный период

1) Явная теплота от людей в холодный период $Q_{я}^{л.х.п}$ находится по формуле:

$$Q_{я}^{л.х.п} = n \cdot q_{я}^{л.х.п}, \text{ где} \quad (3.1)$$

n — количество людей, чел

$q_{я}^{л.х.п}$ — количество явного тепла, выделяемого людьми. Для женщин вводится коэффициент 0,85.

$$q_{я}^{л.х.п} = 90 \text{ Вт [4, табл. 20]}$$

$$Q_{я}^{л.х.п} = 250 \cdot 90 + 250 \cdot 0,85 \cdot 90 = 41625 \text{ Вт.}$$

2) Полная теплота от людей в холодный период $Q_{п}^{л.х.п}$ находится по формуле:

$$Q_{п}^{л.х.п} = n \cdot q_{п}^{л.х.п}, \text{ где} \quad (3.2)$$

$q_{п}^{л.х.п}$ — количество полного тепла, выделяемого людьми

$$q_{п}^{л.х.п} = 120 \text{ Вт [4, табл. 20]}$$

$$Q_{п}^{л.х.п} = 250 \cdot 120 + 250 \cdot 0,85 \cdot 120 = 55500 \text{ Вт.}$$

3) Количество влаги от людей в холодный период M_w находится по формуле:

$$M_w^{л.х.п} = n \cdot m_w^{л.х.п}, \text{ где} \quad (3.3)$$

$m_w^{л.х.п}$ — количество влаги, выделяемого людьми

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| | | | | | | 10 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$m_w^{\text{л.х.п}} = 40 \frac{\text{г}}{\text{ч}} [4, \text{табл. 20}]$$

$$M_w^{\text{л.х.п}} = 250 \cdot 40 + 250 \cdot 0,85 \cdot 40 = 18500 \frac{\text{г}}{\text{ч}}$$

4) Количество углекислого газа CO_2 от людей M_{co_2} находится по формуле:

$$M_{\text{co}_2} = n \cdot m_{\text{co}_2}, \text{ где} \quad (3.4)$$

$$m_{\text{co}_2} = 23 \frac{\text{л}}{\text{ч}} [4, \text{табл. 23}]$$

$$M_{\text{co}_2} = 250 \cdot 23 + 250 \cdot 23 \cdot 0,85 = 10637,5 \frac{\text{л}}{\text{ч}}$$

Однако расчет обычно заменяется нормативным количеством свежего воздуха $L_p = 20 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} [4, \text{табл. 24}]$. В торговый зал на 500 человек должно подаваться не менее $L_{\text{п}} = L_p \cdot N$.

$$L_{\text{п}} = 20 \cdot 500 = 10000 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

3.2 Расчет вредностей от людей в теплый период

1) Явная теплота от людей в теплый период $Q_{\text{я}}^{\text{л.т.п}}$

$$q_{\text{я}}^{\text{л.т.п}} = 52 \text{ Вт} [4, \text{табл. 20}]$$

$$Q_{\text{я}}^{\text{л.т.п}} = 250 \cdot 52 + 250 \cdot 0,85 \cdot 52 = 24050 \text{ Вт.}$$

2) Полная теплота от людей в теплый период $Q_{\text{п}}^{\text{л.т.п}}$

$$q_{\text{п}}^{\text{л.т.п}} = 95 \text{ Вт} [4, \text{табл. 20}]$$

$$Q_{\text{п}}^{\text{л.т.п}} = 250 \cdot 95 + 250 \cdot 0,85 \cdot 95 = 43937,5 \text{ Вт.}$$

3) Количество влаги от людей в теплый период M_w

$$m_w^{\text{л.т.п}} = 60 \frac{\text{г}}{\text{ч}} [4, \text{табл. 20}]$$

$$M_{w}^{\text{л.т.п}} = 250 \cdot 60 + 250 \cdot 0,85 \cdot 60 = 27750 \frac{\text{г}}{\text{ч}}$$

4) Количество углекислого газа CO_2 от людей в зимний и летний период одинаковый.

$$M_{\text{co}_2} = 8090 \frac{\text{л}}{\text{ч}}$$

3.3 Теплопоступления от искусственного освещения

Площадь пола зрительного зала $F = 815 \text{ м}^2$, а его высота $h = 6 \text{ м}$. Светильники в зале люминесцентные, прямого освещения, без подшивного потолка.

Теплопоступления от искусственного освещения определяется по формуле:

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \text{ где} \quad (3.5)$$

E – освещенность пола

$$E = 75 \text{ лк} [4, \text{табл. 17}]$$

$q_{\text{осв}}$ – удельные тепловыделения от ламп

$$q_{\text{осв}} = 0,067 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{лк}} [4, \text{табл. 18}]$$

$\eta_{\text{осв}}$ – коэффициент, учитывающий долю тепла, поступающего в помещение

Так как подшивной потолок отсутствует $\eta_{\text{осв}} = 1$

$$Q_{\text{осв}} = 75 \cdot 815 \cdot 0,067 \cdot 1 = 4095 \text{ Вт.}$$

3.4 Поступление теплоты от солнечной радиации

При расчете поступления теплоты от солнечной радиации $Q_{\text{с.р.}}$ будет использоваться программа «Sunny Radiation».

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 12 |

Расчёт теплоступлений от солнечной радиации

Исходные данные | Окна | Итого :

Окна

Высота окна : $H = 3$ м С СВ В ЮВ Ю ЮЗ З СЗ

Ширина окна : $V = 3$ м

Длина горизонт. эл-тов затенения : $L_g = 0,3$ м

Длина вертикал. эл-тов затенения : $L_v = 0,3$ м

Расстояние от горизонтального : $a = 0$ м

и вертикального : $c = 0$ м

элементов затенения до откоса светового проёма

Количество однотипных одинаково направленных окон : 2 шт.

Площадь световых проёмов : $F_{\text{п}} = 18$ м²

Приведённый коэф. поглощения солнечной радиации : $\rho_{\text{п}} = 0,25$

Сопротивление теплопередаче заполнения светового проёма : $R_{\text{п}} = 0,34$ м²·°С/Вт

Коэф. затенения светового проёма переплётками : $\tau_{2} = 0,9$

Коэф. относ. проникания солн. радиации : $K_{\text{отн}} = 0,9$

Ориентация окна : Вертикальная Наклонная (близко к вертикальной) Горизонтальная

Северная широта района : 52 °

Средняя температура наружного воздуха : $t_{\text{н. ср}} = 23,9$ °С

Температура внутреннего воздуха : $t_{\text{в}} = 20$ °С

Скорость ветра : $V = 1$ м/с

Суточная амплитуда температуры нар. в-ха: $\Delta t_{\text{н}} = 12,7$ °С

Стены

Площадь стены : $F = 0$ м² С СВ В ЮВ Ю ЮЗ З СЗ

Коэффициент теплопередачи : $K = 0$ м²·°С/Вт

Коэффициент сопротивления теплопередаче : $R = 0$ м²·°С/Вт

Коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью стены : $\rho_{\text{ст}} = 0$ С СВ В ЮВ Ю ЮЗ З СЗ

Количество слоёв в стене : 3

№ слоя

Ввод

| № | Материал | Усвоение, Вт/(м ² ·°С) | Коеф-т теплопр-ти, Вт/м ² ·°С | Толщина, м |
|---|----------|-----------------------------------|--|------------|
| 1 | | | | |

Покрытие

Площадь покрытия : $F = 0$ м²

Температура воздуха под покрытием : $t_{\text{покр}} = 22$ °С

Коэффициент теплопередачи : $K_{\text{покр}} = 0$ м²·°С/Вт

Коэффициент сопротивления теплопередаче : $R_{\text{покр}} = 0$ м²·°С/Вт

Коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью покрытия : $\rho_{\text{п}} = 0$ С СВ В ЮВ Ю ЮЗ З СЗ

Коэффициент теплоотдачи наружной поверхностью покрытия : $\alpha_{\text{н}} = 13,42$

Количество слоёв в покрытии : 3

№ слоя

Ввод

| № | Материал | Усвоение, Вт/(м ² ·°С) | Коеф-т теплопр-ти, Вт/м ² ·°С | Толщина, м |
|---|----------|-----------------------------------|--|------------|
| 1 | | | | |

Рис. 3.4.1 — Исходные данные в программе «Sunny Radiation»

Расчёт теплоступлений от солнечной радиации

Исходные данные | Окна | Итого :

| | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 |
|--|------|------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | Окна | | | | | |
| | 8763 | 6366 | 3527 | 1558 | 1430 | 1406 | 1389 | 1391 | 1301 | 1113 |
| | MAX | | | | | | | | | |
| | | | | | Стены | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | Покрытие | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | ВСЕГО | | | | | |
| | 8763 | 6366 | 3527 | 1558 | 1430 | 1406 | 1389 | 1391 | 1301 | 1113 |
| | MAX | | | | | | | | | |

Рис. 3.4.2 — Результат вычисления теплоступлений в помещение торгового зала в программе «Sunny Radiation»

В торговом зале 2 окна высотой 3м, шириной 3м. Площадь одного окна 9 м². При этом используется солнцезащитное устройство – жалюзи. Заполнение

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 13 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | | | | |

светового проема – двойной стеклопакет в металлических переплетах.
Ориентация стекол и стены – восток.

$$Q_{с.р.} = 8763 \text{ Вт.}$$

3.5 Общее поступление явного и полного тепла

Полное поступление явного и полного тепла находится по формулам:

$$\sum Q_{я} = Q_{я} + \max \{Q_{осв} ; Q_{с.р.}\}$$

$$\sum Q_{п} = Q_{п} + \max \{Q_{осв} ; Q_{с.р.}\}$$

Для теплого периода:

$$\sum Q_{я}^T = 24050 + 8763 = 32813 \text{ Вт.}$$

$$\sum Q_{п}^T = 43937 + 8763 = 52700 \text{ Вт.}$$

Для холодного периода:

$$\sum Q_{я}^X = 41625 + 4095 = 45720 \text{ Вт.}$$

$$\sum Q_{п}^X = 55500 + 4095 = 59595 \text{ Вт.}$$

Таблица 3.1 — Вредные выделения в торговом зале

| Период года | Теплопоступления | | | | Итого, Вт | | Влага, г/ч | слый газ CO ₂ , л/ч |
|-------------|------------------|--------|-----------|-------------------|-----------|--------|------------|--------------------------------|
| | Люди | | Иск. осв. | Солнеч. радиац ия | явное | полное | | |
| | Явное | Полное | | | | | | |
| Теплый | 24050 | 43937 | 4095 | 8763 | 32813 | 52700 | 27750 | |
| Холодный | 41625 | 55500 | | - | 45720 | 59595 | 18500 | |

4 СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций для однослойной ограждающей конструкции определяется по следующей формуле:

$$R_0^{усл} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_H} \quad (4.1)$$

Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций для многослойной ограждающей конструкции определяется по следующей формуле:

$$R_0^{усл} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_H} \quad (4.2)$$

Необходимо, чтобы сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции было не менее нормированного значения.

Нормированное значение приведенного сопротивления теплопередачи ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_0^{норм} = R_0^{тр} \cdot m_p \quad (4.3)$$

Где $R_0^{тр}$ выбирается согласно СП 50.13330.2012

m_p – коэффициент, учитывающий регион строительства. В расчет принимается равным 1. Допускается снижение коэффициента в случае, если при выполнении расчета удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по методике приложения Г СП 50.13330.2012 выполняются требования пункта 10.1 к данной удельной характеристике.

Значение коэффициента m_p при этом должно быть не менее 0,63 для стен.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 15 |

R_0^{TP} – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции. Следует принимать в зависимости от ГСОП региона строительства по таблице 3 СП50.13330.2012

4.1 Расчет сопротивления теплопередаче наружной стены

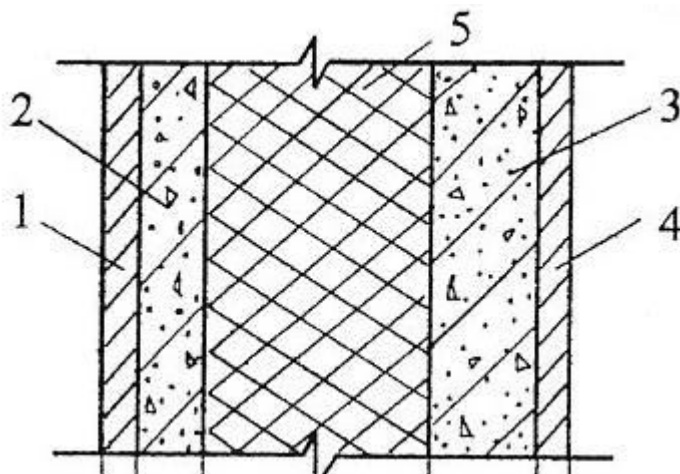


Таблица 2.1 - Характеристика слоев наружной стены

| N слоя | Наименов. Слоя | $\delta, \text{м}$ | $\rho, \text{кг/м}^3$ | $\lambda, \text{Вт/м}^\circ\text{C}$ |
|-----------|------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 1 | цементно-песчаный раствор | 0,03 | 1800 | 0,76 |
| 2 | железобетон | 0,05 | 2500 | 1,92 |
| 3 | железобетон | 0,15 | 2500 | 1,92 |
| 4 | цементно-песчаный раствор | 0,02 | 1800 | 0,76 |
| 5 | слой утеплит. Из ППС | 0,15 | 20 | 0,038 |

Из таблицы 4 СП 50.13330.2012 $\alpha_v = 8,7 \text{ Вт/м}^2\text{C}$

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР

Лист

16

Из таблицы 6 СП 50.13330.2012 $\alpha_n = 23 \text{ Вт/м}^2\text{°С}$

Внутренняя температура для зимнего времени года

$$t_b = 18^\circ\text{С} \quad (2.4)$$

Относительная влажность воздуха определяется по пункту 5.7 СП 50.13330.2012. Для помещения общественных зданий принимается $\varphi_b = 60\%$
(2.5)

Из (2.4) и (2.5), по таблице 1 СП 50.13330.2012, следует, что влажностный режим – Нормальный.

Из приложения В СП 50.13330.2012 находим зону эксплуатации – Сухая.

По таблице 2 СП 50.13330.2012 условия эксплуатации – А.

Исходя из перечисленных условий находим коэффициент теплопроводности по приложению Т СП 50.13330.2012

Находим ГСОП по формуле:

$$\text{ГСОП} = Z_{от} \cdot (t_b - t_{от}) \quad (4.4)$$

$$\text{ГСОП} = 5540,4$$

Находим $R_0^{\text{ТР}}$ из СП 50.13330.2012 табл.3.

$$R_0^{\text{ТР}} = 2,85 \frac{\text{м}^2\text{°С}}{\text{Вт}}$$

Найдем толщину слоя утеплителя из ППС:

Так как в данной ограждающей конструкции слоев пять, то расчет сопротивления теплопередаче для наружной стены будет высчитывать по формуле (2.2)

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,76} + \frac{0,05}{1,92} + \frac{0,15}{1,92} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,15}{0,038} + \frac{1}{23} = 4,274 \frac{\text{м}^2\text{°С}}{\text{Вт}}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 17 |

Следовательно, $R_0^{усл} > R_0^{тр}$, требование выполнено.

4.2 Расчет сопротивления теплопередаче бесчердачного покрытия

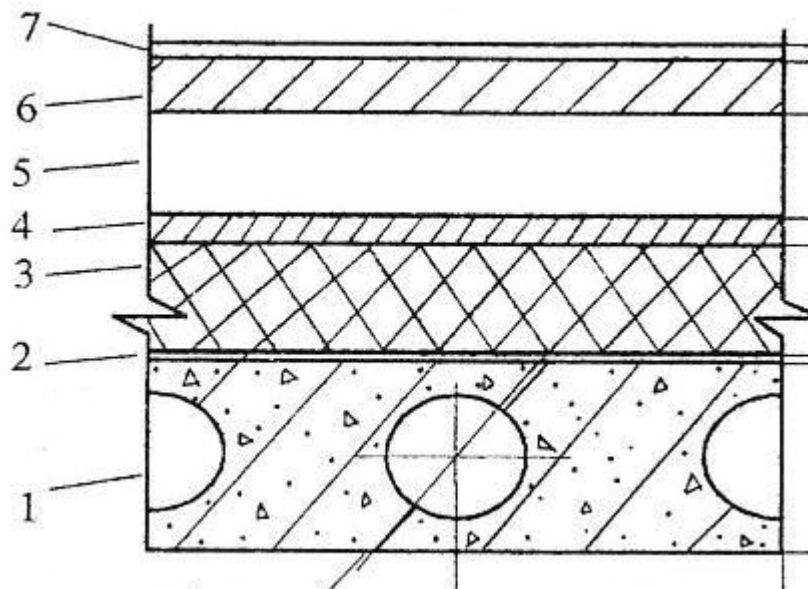


Таблица 2.2 - Характеристика слоев бесчердачного покрытия

| N слоя | Наименование слоя | $\delta, м$ | $\rho,$ кг/м ³ | $\lambda, Вт/м^{\circ}C$ |
|-----------|--|-------------|------------------------------|--------------------------|
| 1 | Железобетонная пустотн. Плита | 0,22 | 2500 | 1,92 |
| 2 | Один слой руберойда | 0,002 | 600 | 0,17 |
| 3 | Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880) | 0,25 | 125 | 0,064 |
| 4 | Известково-песчаная стяжка | 0,03 | 1600 | 0,7 |

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР

Лист

18

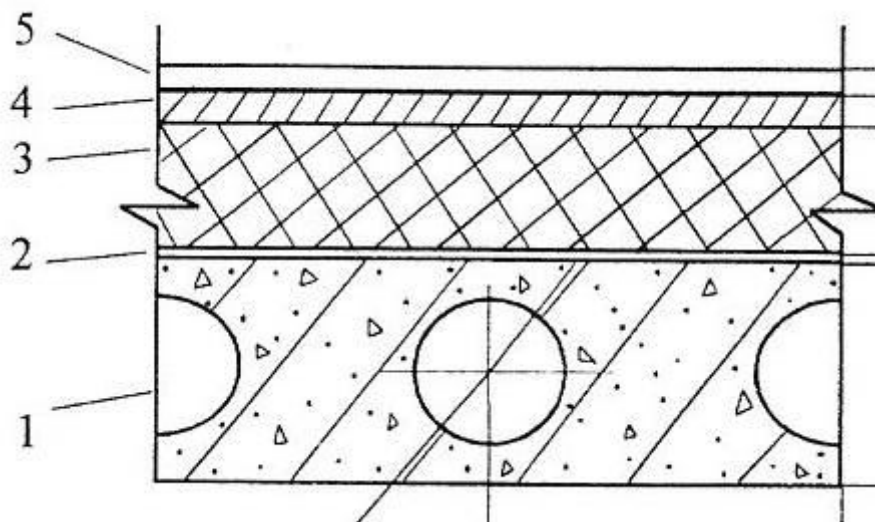
| | | | | |
|---|------------------------------|-----|--|--|
| 5 | Воздушная прослойка вент. | 0,1 | | |
| 6 | Железобетон. | | | |
| 7 | Три слоя руберойда | | | |

$R_0^{тр} = 3,8 \frac{м^2 \cdot \text{°С}}{Вт}$ - Находим $R_0^{тр}$ из СП 50.13330.2012 табл.3.

$$R_0^{усл} = 0,115 + 0,043 + 0,114 + 0,011 + 0,042 + 3,9 = 4,225 \frac{м^2 \cdot \text{°С}}{Вт}$$

Следовательно, $R_0^{усл} > R_0^{тр}$, требование выполнено.

4.3 Расчет сопротивления теплопередаче перекрытия над холодным неотапливаемым подвалом



| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР

Лист

19

Таблица 2.3 – Характеристика слоев перекрытия над неотапливаемым подвалом

| N слоя | Наименование слоя | $\delta, \text{м}$ | $\rho, \text{кг/м}^3$ | $\lambda, \text{Вт/м}^\circ\text{C}$ |
|-----------|---|--------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 1 | Железобетонная пустотная плита | 0,22 | 2500 | 1,92 |
| 2 | Один слой рубероида | 0,002 | 600 | 0,17 |
| 3 | Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880) | 0,15 | 125 | 0,064 |
| 4 | Цементно-песчаная стяжка | 0,03 | 1800 | 0,76 |
| 5 | Покрытие: линолеум поливинилхлоридный на теплоизолирующей подоснове (ГОСТ 18108) | 0,005 | 1800 | 0,38 |

Коэффициент теплоотдачи для зимних условий для перекрытий над холодными подвалами $\alpha_n = 17 \text{ Вт/м}^2\text{}^\circ\text{C}$

Находим $R_0^{\text{тр}}$ из СП 50.13330.2012 табл.3.

$$R_0^{\text{тр}} = 3,8 \frac{\text{м}^2\text{}^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$$

$$R_0^{\text{усл}} = 3,9 + 0,115 + 0,115 + 0,012 + 0,04 + 0,013 + 0,059 = 4,52$$

Следовательно, $R_0^{\text{усл}} > R_0^{\text{тр}}$, требование выполнено.

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЗДАНИЯ

5.1 определение тепловых потерь здания через наружные ограждающие конструкции

Далее приведен пример расчета тепловых потерь через наружные ограждающие конструкции для помещения №1 - торговый зал. Остальные помещения рассчитываются аналогично, результаты расчёта приведены в таблице приложения А.

$$A_{\text{НС}} = l \cdot h \quad (5.1)$$

$$A_{\text{НС1}} = 33 \cdot 6 = 198 \text{ м}^2$$

$$Q = A \cdot K(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})n(1 + \sum\beta) \quad (5.1)$$

где A – расчётная площадь ограждения, м^2 ;

K - Коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;

n – коэффициент, учитывающий фактическое понижение расчётной разности температур, которое отделяет отапливаемое помещение от неотапливаемого;

β_i – коэффициент учитывающий дополнительные потери через ограждение.

$$Q_{\text{НС1}} = 198 \cdot 0,23(18 - (-31))1(1 + 0,1 + 0,05) = 2454 \text{ Вт}$$

n – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, для наружных стен равен 1.

0,1 – надбавка на ориентацию ограждения по сторонам света, т.к. стена обращена на север.

0,05 – надбавка, так как помещение имеет 2 и более наружных стен.

$$A_{\text{НС2}} = 24,6 \cdot 6 = 147,6 \text{ м}^2$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 21 |

$$Q_{\text{нс}_2} = 147,6 \cdot 0,23(18 + -(-31))1(1 + 0,1 + 0,05 + 2,04) = 5306 \text{ Вт}$$

Где 0,1 – надбавка на ориентацию ограждения по сторонам света, т.к. стена обращена на восток, надбавка равна 0,1.

0,05 – надбавка, так как помещение имеет 2 и более наружных стен.

2,04 – надбавка на врывание холодного воздуха через наружные двери в здание, не оборудованное воздушно-тепловой завесой.

$$A_{\text{нс}_3} = 24,6 \cdot 6 = 147,6 \text{ м}^2$$

$$Q_{\text{нс}_3} = 147,6 \cdot 0,23(18 + -(-31))1(1 + 0,1 + 0,05 + 2,04) = 5306 \text{ Вт}$$

Где 0,1 – надбавка на ориентацию ограждения по сторонам света, т.к. стена обращена на запад, надбавка равна 0,1.

0,05 – надбавка, так как помещение имеет 2 и более наружных стен.

2,04 – надбавка на врывание холодного воздуха через наружные двери в здание, не оборудованное воздушно-тепловой завесой.

$$A_{\text{ок}_1} = 3 \cdot 3 = 9 \text{ м}^2$$

$$Q_{\text{ок}_1} = A_{\text{ок}_1} k_{\text{ок}}^{\text{расч}} (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) n (1 + \sum \beta) \quad (5.3)$$

$$k_{\text{ок}}^{\text{расч}} = k_{\text{ок}} - k_{\text{нс}} \quad (4.1)$$

$$k_{\text{ок}}^{\text{расч}} = 1,37 - 0,23 = 1,14 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$$

$$Q_{\text{ок}_1} = 9 \cdot 1,14(18 - (-31))1(1 + 0,1 + 0,05) = 578,1 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{ок}_2} = 9 \cdot 1,14(18 - (-31))1(1 + 0,1 + 0,05) = 578,1 \text{ Вт}$$

$$A_{\text{пл}} = 815 \text{ м}^2$$

$$Q_{\text{пт}} = 815 \cdot 0,22(18 + -(-31))0,6 = 5271,42 \text{ Вт}$$

0,6 - коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, для пола равен 0,6.

$$A_{\text{пт}} = 815 \text{ м}^2$$

$$Q_{\text{пт}} = 815 \cdot 0,24(18 + -(-31))0,9(1 + 0,1 + 0,05) = 9919 \text{ Вт}$$

Где 0,1 – надбавка на ориентацию ограждения по сторонам света, т.к. стена обращена на восток, надбавка равна 0,1.

0,05 – надбавка, так как помещение имеет 2 и более наружных стен.

Итого теплотери через НОК помещения №1 - торговый зал составляют:

$$Q = 2454 + 5306 + 5306 + 578,1 + 578,1 + 5271,42 + 9919 = 29412 \text{ Вт}$$

Теплотери для других помещений здания сведены в приложение Б.

5.2 Определение тепловых потерь на нагревание воздуха, инфильтрующегося через наружные ограждающие конструкции лестничной клетки

$$Q_{\text{инф}} = cG_{\text{инф}}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})0,28 \quad (5.4)$$

Где $G_{\text{инф}}$ – расход инфильтрующегося воздуха, находится по следующей формуле:

$$\sum G_{\text{инф}} = \sum \frac{\left(\Delta P_1^{\frac{1}{2}} A_1\right)}{R_{u1}} + 0,216 \sum \frac{\left(\Delta P_2^{\frac{2}{3}} A_2\right)}{R_{u2}} + \sum \frac{(\Delta P_3 l_3)}{R_{u3}} \quad (5.5)$$

Где индикатор 1 относится к окнам, фонарям, балконам, дверям;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 23 |

Индикатор 2 относится к дверям, воротам, открытым проемам;

Индикатор 3 относится к стыкам стеновых панелей;

A – площадь воздухопроницаемого элемента;

R_u – сопротивление воздухопроницанию;

l – длина стыков панелей, а ΔP в свою очередь это перепад давлений на поверхности рассматриваемого ограждения на уровне расположения воздухопроницаемого элемента, который находится по следующей формуле:

$$\Delta P = P_H - P_B$$

Показатели степени ΔP характеризуют различные аэродинамические режимы фильтрации воздуха:

$n=1$ – характеризует ламинарный режим, который наблюдается на стыках панелей;

$n=\frac{1}{2}$ – характеризует турбулентный режим, который наблюдается в дверях и открытых проемах;

$n=\frac{2}{3}$ – характеризует смешанный режим.

P_H и P_B находятся по следующим формулам:

$$P_B = 0,5Hg(\rho_H - \rho_B) + 0,25U_H^2\rho_H(c_H - c_3)k \quad (5.6)$$

$$P_H = (H - h_i)g(\rho_H - \rho_B) + 0,5U_H^2\rho_H(c_H - c_3)k \quad (5.7)$$

Где H – высота здания от поверхности земли до верха вытяжной шахты;

ρ_H и ρ_B – плотность наружного и внутреннего воздуха соответственно;

c_H и c_3 – аэродинамический коэффициент с наветренной и заветренной сторон здания, определяется по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»[3];

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 24 |

k – аэродинамический коэффициент, учитывающий изменение скоростного давления ветра по высоте здания, определяется по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»[3];

h_i – расстояние от поверхности земли до верха окон, дверей, проемов или до середины стыка панелей;

U_H – расчетная скорость ветра для холодного периода, принимается по СП 131.30.2012 «Максимальная скорость ветра по румбам за Январь»[1].

$$\rho_H = \frac{353}{273+t_H} \quad (5.8)$$

$$\rho_B = \frac{353}{273+t_B} \quad (5.9)$$

$$\rho_H = \frac{353}{273 + (-31)} = 1,46 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_B = \frac{353}{273 + 18} = 1,21 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$H = 10 \text{ м}$$

Определим аэродинамический коэффициент k по СП 20.13330.2016, для высоты здания $H=10$ м $k = 0,65$.

c_H и c_3 равны соответственно 0,75 и -0,55.

Находим давление внутреннего воздуха:

$$P_B = 0,5 \cdot 10 \cdot 9,81 \cdot (1,6 - 1,21) + 0,25 \cdot 5,1^2 \cdot 1,6 \cdot (0,75 + 0,55) \cdot 0,65 \\ = 27,9 \text{ Па}$$

Находим давление наружного воздуха на уровне входной двери:

$$P_{H_1} = (10 - 2,2) \cdot 9,81 \cdot (1,6 - 1,21) + 0,5 \cdot 5,1^2 \cdot 1,6 \cdot (0,75 + 0,55) \cdot 0,65 \\ = 47,42 \text{ Па}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 25 |

Находим давление наружного воздуха на уровне окна:

$$P_{н2} = (10 - 3,6) \cdot 9,81 \cdot (1,6 - 1,21) + 0,5 \cdot 5,1^2 \cdot 1,6 \cdot (0,75 + 0,55) \cdot 0,65 \\ = 42 \text{ Па}$$

Подставим найденные значения ΔP в формулу для нахождения расхода инфильтрующегося воздуха:

$$\text{Для двери: } G_{\text{инф}} = \frac{\left(47,42^{\frac{1}{2}} \cdot 6,6\right)}{0,15} = 301 \text{ кг/ч}$$

$$\text{Для окон: } G_{\text{инф}} = 0,216 \cdot \frac{\left(42^{\frac{2}{3}} \cdot 8,75\right)}{0,29} = 76,8 \text{ кг/ч}$$

Подставим найденное значение расхода инфильтрующегося воздуха в формулу для нахождения потерь тепла на инфильтрацию воздуха

Потери тепла на инфильтрацию воздуха через дверь:

$$Q_{\text{инф}1} = 1 * 301 * (18 + 31)0,28 = 4129 \text{ Вт}$$

Потери тепла на инфильтрацию воздуха через окно лестничной клетки между первым и вторым этажом:

$$Q_{\text{инф}2} = 1 * 76,8 * (18 + 31)0,28 = 1053,7 \text{ Вт}$$

С учетом того, что в торговом зале два окна и две входных двери суммарные потери тепла на инфильтрацию воздуха равны:

$$Q_{\text{инф}} = 10365,4 \text{ Вт}$$

Теплопотери для других помещений здания сведены в приложение Б.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 26 |

5.3 Определение тепловой мощности системы отопления для торгового зала

Найдем суммарные теплопотери помещения №1 - торговый зал:

$$Q_{\text{торг.зал}} = Q_{\text{инф}} + Q_{\text{нок}} = 10365,4 + 29412 = 39777,4 \text{ Вт.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 27 |

6 РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНОВ

6.1 расчет воздухообмена по кратности для вспомогательных помещений

Расчет воздухообмена по кратности производится для вспомогательных помещений. Приведен пример расчета для одного помещения, остальные сведены в таблицу 4.1.1.

Пример расчета:

Наименование помещения: Склад №1.

Объем воздуха в помещении $V = 1188 \text{ м}^3$

Кратность воздухообмена k

А) Для притока – 1,5 ч

Б) Для вытяжки – 1,5 ч

Расход воздуха L определяется по формуле:

$$L_v = k \cdot V \quad (6.1)$$
$$L_v = 1,5 \cdot 1188 = 1783 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Таблица 6.1.1 — Воздухообмен по кратности для вспомогательных помещений

| № помещения | Наименование помещения | V, м ³ | Кратность | | Расход воздуха | |
|-------------|------------------------|-------------------|------------|---------|----------------|---------|
| | | | приток | вытяжка | приток | вытяжка |
| Первый этаж | | | | | | |
| 1 | Торг.зал | 4890 | По расчету | | - | - |
| 2 | Склад №1 | 1188 | 1,5 | 1,5 | 1783 | 1783 |
| 3 | Склад №2 | 835 | 2 | 2 | 1670 | 1670 |
| 4 | Теплогенераторная | 278 | 1 | 1 | 278 | 278 |

6.2 Построение вентиляционных процессов на i-d диаграмме для холодного периода года

Построение производят для теплого и холодного периода года.

Определение углового коэффициента луча процесса.

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot \sum Q_x^{\text{п}}}{M_W} \quad (6.2)$$

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot 59595}{18500} = 11596 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

На i-d диаграмме (рисунок 6.2.2) находят точку Н (№1) – наружный воздух с температурой $t_n = -31 \text{ }^\circ\text{C}$.

По $d = \text{const}$ производят нагрев в теплогенераторе до точки К(№2) с температурой t_k .

$$t_k = t_n - 2 \quad (6.3)$$

Так как у нас система вентиляции совмещена с системой воздушного отопления, температура приточного воздуха должна быть такой, чтобы возместить теплопотери помещения, она находится по формуле:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{в}} + \frac{Q_{\text{п}}}{c * G_{\text{вент}}} \quad (6.4)$$
$$t_{\text{п}} = 18 + \frac{39777,4}{1,005 * 7462} = 23,5$$

$$t_k = 23,5 - 2 = 21,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

По $d = \text{const}$ производят нагрев от вентилятора и воздуховодов до точки П(№3) с температурой $t_{\text{п}} = 23,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

По $\varepsilon = \text{const}$ происходит ассимиляция тепла и влаги до точки В(№4) с температурой внутреннего воздуха $t_{\text{в}} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$.

По $\varepsilon = \text{const}$ происходит ассимиляция тепла и влаги до точки У(№5) с температурой t_y . Так как вытяжка удаляется из верхней зоны, то t_y находится по формуле:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 29 |

$$t_y = t_b + \text{grad}(t) \cdot (H - h_{pz}), \text{ где} \quad (6.5)$$

$\text{grad}(t)$ – градиент температур, определяется по теплonaпряжённости помещения q

H – высота помещения

h_{pz} – высота рабочей зоны, для торгового зала $h_{pz} = 2$ м.

$$q = \frac{\sum Q_x^y}{V_{\text{пом}}} \quad (6.6)$$

$$V_{\text{пом}} = 4890 \text{ м}^3$$

$$q = \frac{45720}{4890} = 9,35 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$$

Методом интерполяции определяем $\text{grad}(t) = 0,37 \frac{\text{°C}}{\text{м}}$

$$t_y = 18 + 0,37 \cdot (4 - 2) = 18,8 \text{ °C}$$

Так как угловой коэффициент луча процесса $3000 < \varepsilon < 40000$, то расход воздуха производят по избыткам полного тепла (энтальпии i).

$$G_o^п = \frac{3,6 \cdot \sum Q_x^п}{I_y - I_п}, \text{ где} \quad (6.7)$$

I_y – энтальпия удаляемого воздуха (при $t_y = 18,8$, $I_y = 36 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$)

$I_п$ – энтальпия приточного воздуха (при $t_п = 21,5$, $I_y = 44 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$)

$$G_x = \frac{3,6 \cdot 59595}{36 - 44} = 12200 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

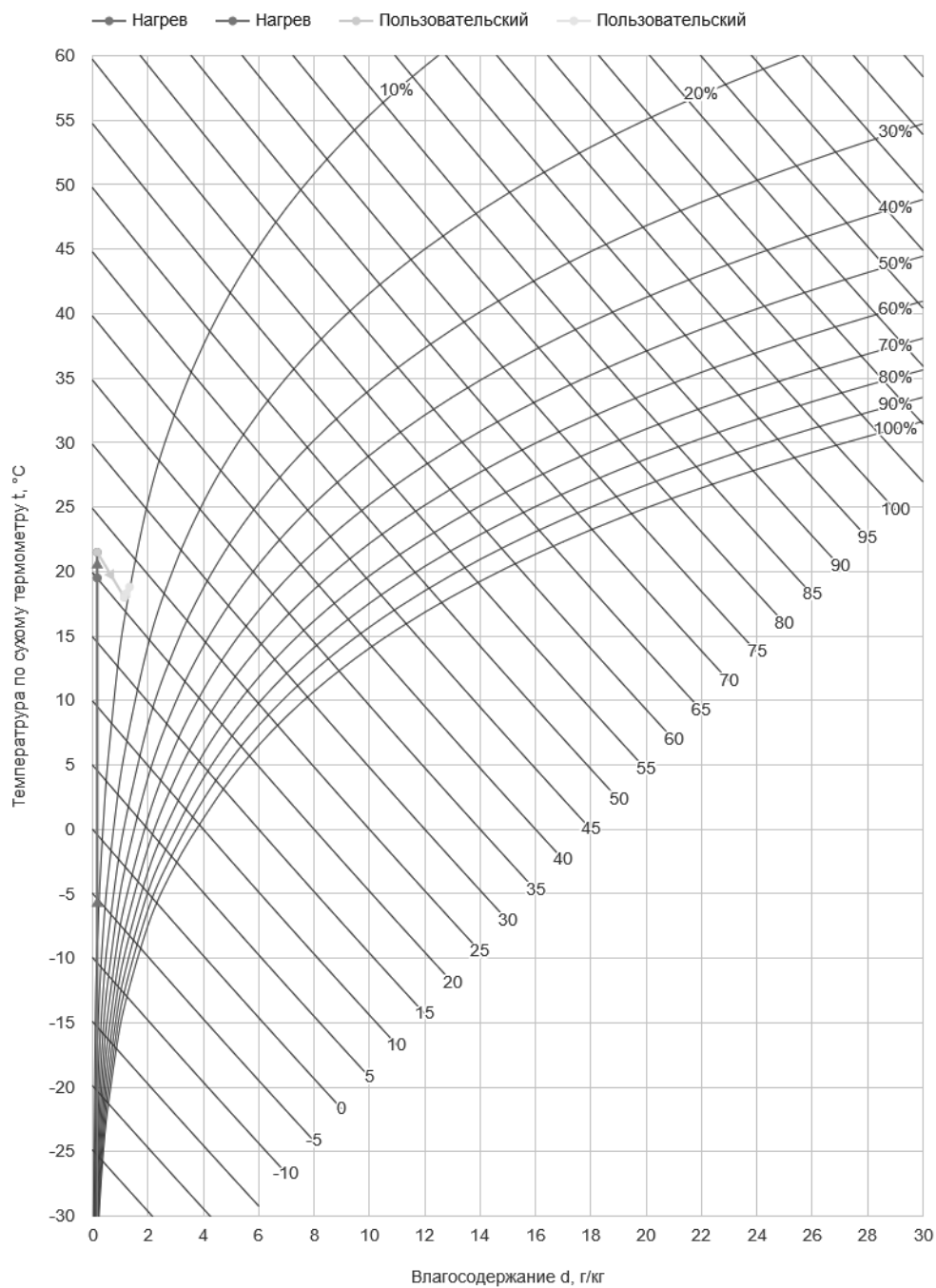


Рис. 6.2.2 — вентиляционный приточный процесс на i-d диаграмме для холодного периода

6.3 Построение вентиляционных процессов на i-d диаграмме для теплого периода года

1) Определение углового коэффициента луча процесса.

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot 52700}{27750} = 6836 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

2) На $i-d$ диаграмме (рисунок 6.3.2) находят точку Н (№1) – наружный воздух с температурой $t_H = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ и $I_H = 48,4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

3) По $d = \text{const}$ производят вынужденный нагрев от вентилятора до точки П(№2) с температурой t_P .

$$t_P = t_H + 0,5 \quad (6.8)$$

$$t_P = 22 + 0,5 = 22,5$$

4) По $\varepsilon = \text{const}$ происходит ассимиляция тепла и влаги до точки В(№3) с температурой внутреннего воздуха $t_B = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

5) По $\varepsilon = \text{const}$ происходит ассимиляция тепла и влаги до точки У(№4) с температурой t_Y . Воздух удаляется из верхней зоны.

$$q = \frac{32813}{4890} = 6,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3}$$

Методом интерполяции определяем $\text{grad}(t) = 0,28 \frac{^\circ\text{C}}{\text{м}}$

$$t_Y = 25 + 0,28 \cdot (6 - 2) = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

Так как угловой коэффициент луча процесса $3000 < \varepsilon < 40000$, то расход воздуха производят по избыткам полного тепла (энтальпии i).

$$G_T = \frac{3,6 \cdot 43937}{59 - 42} = 7462 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

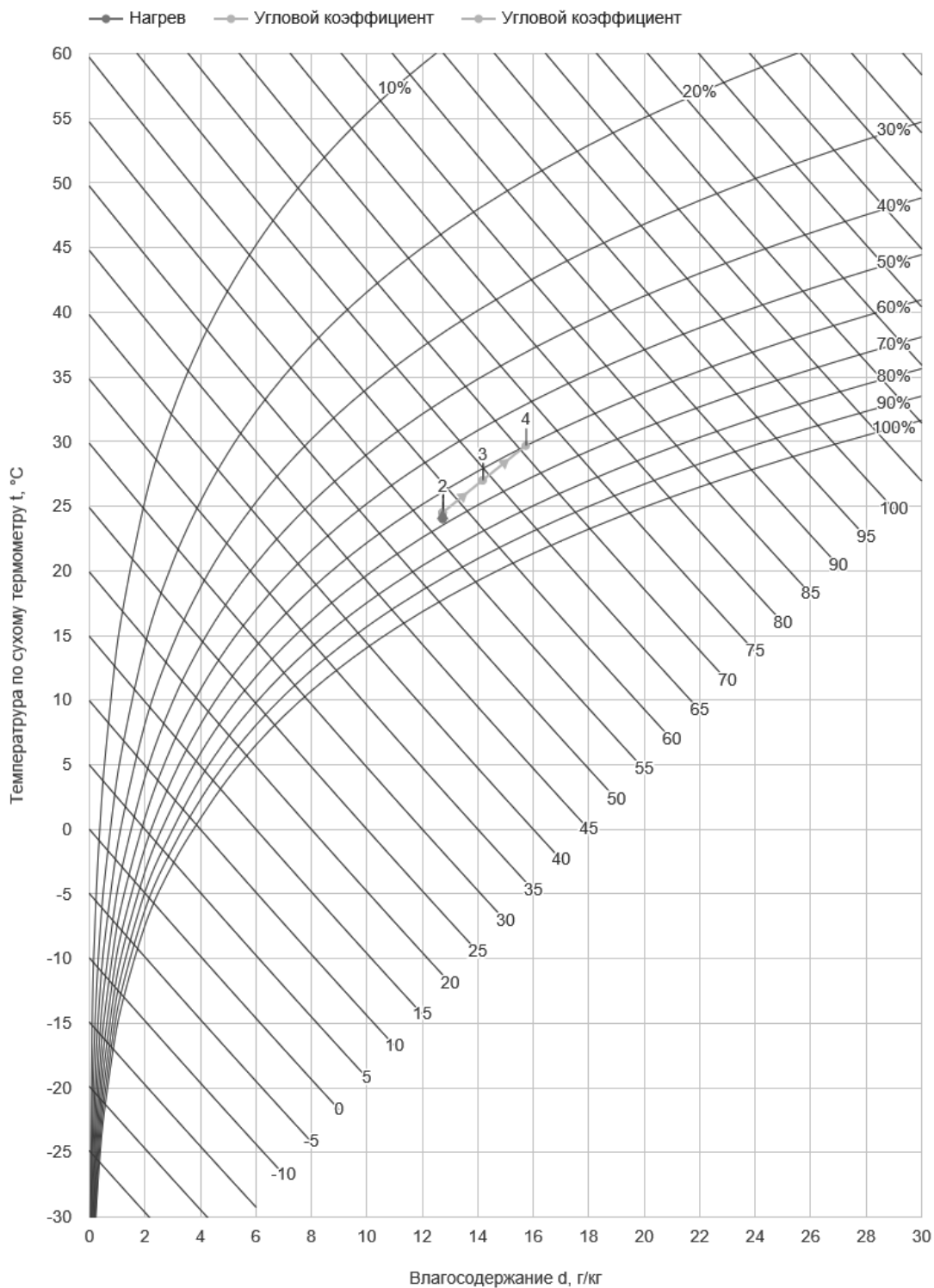


Рис. 6.3.2 — вентиляционный прямоточный процесс на i - d диаграмме для теплого периода

Расход воздуха в холодный период больше расхода воздуха в теплый период.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР

Лист

33

$$G_x = 26817 \frac{\text{кг}}{\text{ч}} > G_T = 9327 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

Однако в курсовой работе принимаем, что система отопления автоматизированная, поэтому за расчетный расход G можно принять G_T .

$$G_x = G_T = G = 9327 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

6.4 Расчет воздухообмена по санитарным нормам

Расчет воздухообмена по санитарным нормам производится по формуле:

$$G_o = L_{\text{уд}} \cdot \rho_n \cdot N \quad (6.9)$$

$L_{\text{уд}}$ – удельная величина минимального расхода наружного воздуха на человека

$$L_{\text{уд}} = 20 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} [2, \text{ прил. К}]$$

ρ_n – плотность воздуха

N – количество человек в помещении

$$\rho_n = \frac{353}{273+t_B} \quad (6.10)$$

$$\rho_n = \frac{353}{273+18} = 1,21 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$G_o = 20 \cdot 1,21 \cdot 500 = 9157 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

7 КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СИСТЕМАМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Для поддержания допустимых параметров микроклимата в торговом зале, обслуживаемом системой О1, складах, обслуживаемых системой О2, проектом предусмотрено воздушное отопление.

Воздушное отопление торгового зала осуществляется системой О1 с газовым воздухонагревателем "Тепловой Т-100i Вент+" внутреннего исполнения, воздушное отопление складов - системой О2 с газовым воздухонагревателем "Тепловой Т-50i Вент+" внутреннего исполнения. Воздухонагреватели расположены в помещении теплогенераторной и имеют возможность резервировать друг друга. Так же имеется возможность к рециркуляционному подмешивать наружный воздух, использовать установки в качестве приточных в теплый период года с отключением горелок. Воздухораспределители системы О1 предусмотрены сопловые типа AIRMAX 3D 250 (на притоке) в количестве 21 штуки с возможностью регулирования расхода воздуха и АМН 1000x500 (на рециркуляции) в количестве 2 штук. Воздухораспределители системы О2 предусмотрены сопловые типа AIRMAX 3D 200 (на притоке) в количестве 6 штук, типа AIRMAX 3D 250 (на притоке) в количестве 1 штуки, типа АМР-М 200x200 (на притоке) в количестве 6 штук, типа АМР-М 400x300 (на рециркуляции) в количестве 4 штук. Все воздухораспределители системы О2 имеют возможность регулирования расхода воздуха. Подача воздуха в системе О1 осуществляется сверху вниз компактными струями (через воздухораспределители типа AIRMAX 3D 250), в системе О2 - сверху вниз компактными, компактными наклонными, компактными коническими и настилающимися на стены струями (в зависимости от типа и месторасположения воздухораспределителя). Воздуховоды системы О1 прокладываются на отметках +3,000, +4,000 и +6,000, воздуховоды системы О2 - на отметках +3,000 и +3,900. В помещении теплогенераторной предусмотрен 3-х кратный воздухообмен. Приток частично возмещается рециркуляцией механическим способом, а частично -

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 35 |

естественной вентиляцией, вытяжка - естественная. Для усиления естественной вытяжки из помещения теплогенераторной в системе ВЕ1 устанавливается дефлектор. Для шумо-и-виброизоляции установок применяются шумоглушители и гибкие вставки. Для автоматической регулировки расхода воздуха, подаваемого теплогенераторами в помещения, на вентиляторы устанавливаются частотные регуляторы. Управление воздушными клапанами, дроссель-клапанами плавное, осуществляется дистанционно при помощи электроприводов. Необходимо исключить возможность работы воздухонагревателя при закрытых воздушных клапанах данного теплогенератора. В помещении теплогенераторной предусматриваются легкобрасываемые конструкции в соответствии с СП 89.13330.2012.

7.1 Расчет воздухораспределителей

Максимальная скорость на воздухораспределителе $v_{вр} = 3 \frac{м}{с}$. Один воздухораспределитель обслуживает площадь не более 36 м².

Определим суммарную площадь воздухораспределителей F:

$$F = \frac{L_p}{3600 \cdot v_{вр}}, \text{ где} \quad (7.1)$$

L_p – расчетный расход воздуха

$$L_p = \frac{G}{\rho} \quad (7.2)$$

$$L_p = \frac{9327}{1,25} = 7462 \frac{м^3}{ч}$$

$$F = \frac{7462}{3600 \cdot 3} = 0,69 \text{ м}^2$$

Определим расчетное количество воздухораспределителей:

$$N = \frac{F}{36} \quad (7.3)$$

$$N = \frac{815}{36} = 21 \text{ шт.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 36 |

Определим расчетную площадь воздухораспределителя:

$$f_p = \frac{F}{N} \quad (7.4)$$

$$f_p = \frac{0,69}{21} = 0,032 \text{ м}^2$$

К установке принимаем воздухораспределители системы О1
предусмотрены сопловые типа AIRMAX 3D 250 в количестве 21 шт.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 37 |

8 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ВОЗДУХОВОДОВ ВЫТЯЖНЫХ И ПРИТОЧНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК

В данную работу включен расчет одной приточной и одной вытяжной системы вентиляции.

8.1 Аэродинамический расчет приточной системы вентиляции и воздушного отопления О1

Пример расчета:

Рассчитаем участок №1 (рис. 8.1.1). Расход воздуха на участке $L = 355 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$. Длина участка $l = 4$ м. Принимаем воздуховод 250x250, площадь сечения $F = 0,0625 \text{ м}^2$. Эквивалентный диаметр находится по формуле:

$$d_3 = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a+b} \quad (8.1)$$

$$d_3 = \frac{2 \cdot 250 \cdot 250}{250+250} = 250 \text{ мм}$$

Фактическая скорость определяется по формуле:

$$v_{\phi} = \frac{L_{\text{уч}}}{3600 \cdot a \cdot b} \quad (8.2)$$

$$v_{\phi} = \frac{4}{3600 \cdot 0,25 \cdot 0,25} = 1,579 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Определяем динамическое давление:

$$P_d = \frac{\rho \cdot v_{\phi}^2}{2} \quad (8.3)$$

$$P_d = \frac{1,25 \cdot 1,579^2}{2} = 1,5 \text{ Па}$$

По справочным таблицам находим удельное сопротивление на трение $R = 0,22 \frac{\text{Па}}{\text{м}}$.

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \cdot l \cdot n, \text{ где} \quad (8.4)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| | | | | | | 38 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

n – поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость, для стальных воздуховодов $n = 1$

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,22 \cdot 4 \cdot 1 = 0,88 \text{ Па}$$

Для всех фасонных элементов находят значение потерь давления на местные сопротивления:

$$Z = P_d \cdot \sum \xi, \text{ где} \quad (8.5)$$

ξ – коэффициент местного сопротивления

На участке 1 присутствует тройник на проход ($\frac{f_n}{f_c} = 1; \frac{L_n}{L_c} = 0,5$) $\xi = 0,35$ [4, табл. 25.8] и решетка AIRMAX 3D 250, $\xi = 1$ [5].

$$Z = 1,5 \cdot (0,35 + 1) = 2 \text{ Па}$$

Остальные расчеты сведены в табл. 8.1.1.

Невязка ответвления:

$$H = \frac{\Delta P_M - \Delta P_{\text{от}}}{\Delta P_M} \cdot 100\%, \text{ где} \quad (8.6)$$

ΔP_M – потери давления на магистральном участке

$\Delta P_{\text{от}}$ – потери давления на ответвлении

$$H = \frac{360 - 120}{360} \cdot 100\% = 15 \%$$

$H \leq 15 \%$, расчет удовлетворительный. Дополнительное сопротивление на ответвлении составит дроссель-клапан.

Таблица 8.1.1 — Аэродинамический расчет системы П1

| Аэродинамический расчет прямоугольных воздуховодов | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|---------------------|--------|-------|---------------------|----------------------|------|---------|--------|-------|--------|----------|----------|
| Объект: _____ | | | | | | | | | | | | | |
| № | L, м ³ /ч | V ₀ , мм | Ax, мм | B, мм | D _э , мм | V _д , м/с | l, м | R, Па/м | RI, Па | Коефф | Z, Па | RI+Z, Па | P, Па |
| 1 | 355,3 | 5 | 250 | x 250 | 250 | 1,579 | 4 | 0,22748 | 0,9099 | 1 | 1,4962 | 2,406068 | 32,40607 |
| 2 | 710,6 | 6 | 250 | x 250 | 250 | 3,158 | 4 | 0,79764 | 3,1905 | 1 | 5,9846 | 9,175161 | 41,58123 |
| 3 | 1065,9 | 6 | 250 | x 250 | 250 | 4,737 | 4 | 1,66161 | 6,6464 | 1 | 13,465 | 20,11184 | 61,69307 |
| 4 | 1421,2 | 6 | 400 | x 250 | 307,7 | 3,948 | 4 | 1,08003 | 4,3201 | 1 | 9,351 | 13,67109 | 75,36416 |
| 5 | 1776,5 | 7 | 400 | x 250 | 307,7 | 4,935 | 4 | 1,61592 | 6,4637 | 1 | 14,611 | 21,07457 | 96,43873 |
| 6 | 2131,8 | 7 | 400 | x 250 | 307,7 | 5,922 | 4,3 | 2,24591 | 9,6574 | 2 | 42,079 | 51,73677 | 148,1755 |
| 7 | 2487,1 | 8 | 400 | x 400 | 400 | 4,318 | 4 | 0,82785 | 3,3114 | 1 | 11,186 | 14,49786 | 162,6734 |
| 8 | 2842,4 | 8 | 400 | x 400 | 400 | 4,935 | 4 | 1,05362 | 4,2145 | 1 | 14,611 | 18,82538 | 181,4988 |
| 9 | 3197,7 | 8 | 400 | x 400 | 400 | 5,552 | 4 | 1,30337 | 5,2135 | 1 | 18,492 | 23,70538 | 205,2041 |
| 10 | 3553 | 8 | 400 | x 400 | 400 | 6,168 | 4 | 1,57654 | 6,3062 | 1 | 22,83 | 29,13567 | 234,3398 |
| 11 | 3908,3 | 8 | 500 | x 400 | 444,4 | 5,428 | 4 | 1,1475 | 4,59 | 1 | 17,679 | 22,26917 | 256,609 |
| 12 | 4263,6 | 8 | 500 | x 400 | 444,4 | 5,922 | 4 | 1,34257 | 5,3703 | 1 | 21,04 | 26,40995 | 283,0189 |
| 13 | 4618,9 | 8 | 500 | x 400 | 444,4 | 6,415 | 4 | 1,55117 | 6,2047 | 1 | 24,692 | 30,89709 | 313,916 |
| 14 | 4974,2 | 8 | 500 | x 500 | 500 | 5,527 | 4 | 0,97973 | 3,9189 | 1 | 18,328 | 22,24684 | 336,1628 |
| 15 | 5329,5 | 8 | 500 | x 500 | 500 | 5,922 | 3 | 1,10959 | 3,3288 | 1 | 21,04 | 24,36845 | 360,5313 |
| 16 | 7462 | 8 | 600 | x 500 | 545,5 | 6,909 | 43 | 1,39791 | 60,11 | 7 | 200,5 | 260,6092 | 621,1405 |
| 17 | 355 | 8 | 250 | x 250 | 250 | 1,578 | 4 | 0,22713 | 0,9085 | 1 | 1,4936 | 2,402153 | 32,40215 |
| 18 | 711 | 8 | 250 | x 250 | 250 | 3,16 | 4 | 0,79845 | 3,1938 | 1 | 5,9914 | 9,185152 | 41,5873 |
| 19 | 1066 | 8 | 250 | x 250 | 250 | 4,738 | 4 | 1,66189 | 6,6476 | 1 | 13,468 | 20,1155 | 61,7028 |
| 20 | 1421 | 8 | 400 | x 250 | 307,7 | 3,947 | 4 | 1,07976 | 4,319 | 1 | 9,3483 | 13,66736 | 75,37016 |
| 21 | 1777 | 8 | 400 | x 250 | 307,7 | 4,936 | 4 | 1,61674 | 6,467 | 1 | 14,619 | 21,08608 | 96,45624 |
| 22 | 2132 | 8 | 400 | x 250 | 307,7 | 5,922 | 2,5 | 2,24629 | 5,6157 | 0,5 | 10,522 | 16,13754 | 112,5938 |

Расчетная схема приточной системы воздушного отопления и вентиляции приведена в приложении В.

8.2 Аэродинамический расчет вытяжной системы вентиляции

Пример расчета:

Рассчитаем участок №1 (рис. 8.2.1). Расход воздуха на участке $L = 7462 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.

Длина участка $l = 45$ м. Принимаем воздуховод 500x600, площадь сечения $F = 0,3 \text{ м}^2$. Эквивалентный диаметр d :

$$d_3 = \frac{2 \cdot 500 \cdot 600}{500 + 600} = 545 \text{ мм}$$

$$P_d = \frac{1,25 \cdot 3,086^2}{2} = 6 \text{ Па}$$

По справочным таблицам находим удельное сопротивление на трение
 $R = 0,23 \frac{\text{Па}}{\text{м}}$.

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,23 \cdot 45 \cdot 1 = 10,35 \text{ Па}$$

На участке 1 присутствует две решетки АМН 1000х500, $\xi = 1 \cdot 2 = 2$ [5],
 шумоглушитель ГТПи 100-50-90, $\xi = 1$

$$Z = 6 \cdot 3 = 18 \text{ Па}$$

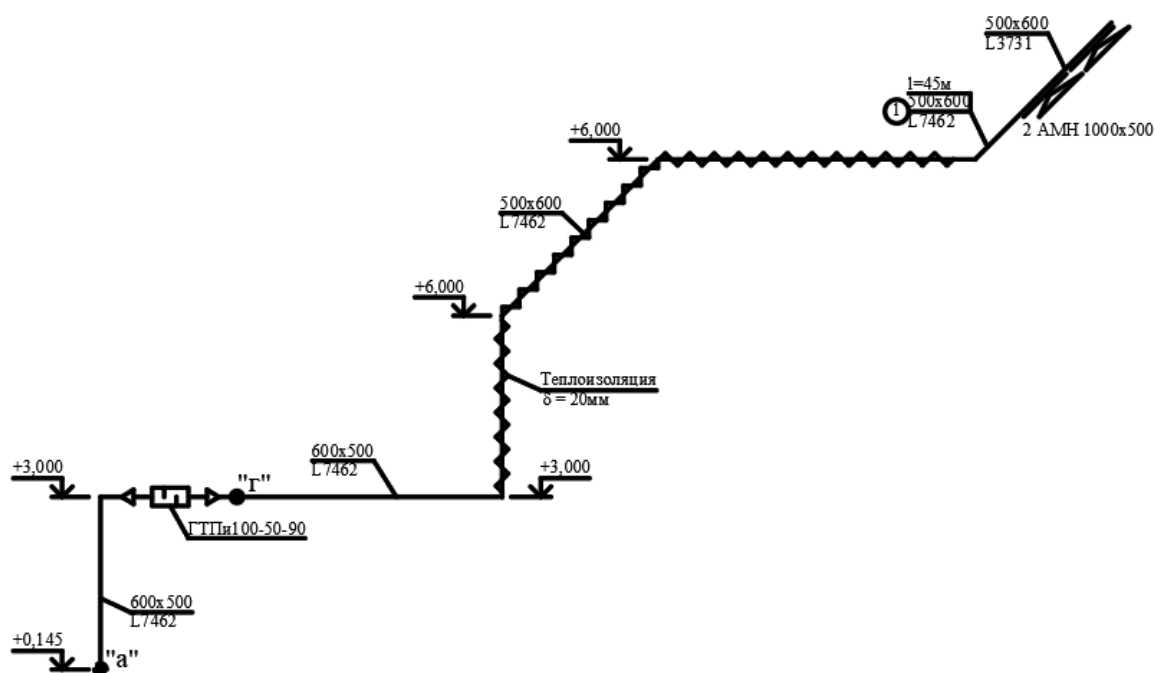


Рис. 8.2.1 — Расчетная схема вытяжной вентиляционной системы В1.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

9 РАСЧЕТ И ПОДБОР ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

9.1 Подбор оборудования для приточной системы О1

9.1.1 Подбор воздухозаборной решетки

Требуемая скорость воздуха на входе в воздухозаборную шахту $v \leq 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Так как воздухозаборная шахта отдельная для системы О1, то расчетный расход $L = 7462 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$.

$$F = \frac{7462}{3600 \cdot 4} = 0,518 \text{ м}^2$$

Выбираем решетку фирмы «Арктос» АРН 1500х600.

$$F_{\text{жс}} = 0,536 \text{ м}^2 [5]$$

$$\Delta P = 108 \text{ Па}$$

9.1.2 Подбор фильтра

$$E_{\text{тр}} = \frac{Z_{\text{н}} - Z_{\text{в}}}{Z_{\text{н}}} \cdot 100\%, \text{ где} \quad (9.1)$$

$Z_{\text{н}}$ – запыленность наружного воздуха

$Z_{\text{в}}$ – запыленность внутреннего воздуха, $z = 0,5 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$ [6, прил. 7]

$$E_{\text{тр}} = \frac{0,6 - 0,5}{0,6} \cdot 100\% = 16\%$$

К установке принимаем фильтр панельный Т-100Ф 915х775 (L=300мм), класс G4.

9.1.3 Подбор воздухонагревателя

Чтобы определить необходимую мощность воздухонагревателя, необходимо найти температуру подаваемого воздуха такую, чтобы в помещении торгового зала поддерживалась необходимая температура внутреннего воздуха $t_{\text{в}} = 18 \text{ }^\circ\text{С}$, а также приточный воздух покрывал теплопотери помещения.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 42 |

Вспользуемся формулой:

$$t_{п} = t_{в} + \frac{Q_{п}}{c * G_{вент}} \quad (9.2)$$

$$t_{п} = 18 + \frac{39777,4}{1,005 * 7462} = 23,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Найдем необходимую мощность воздухонагревательной установке, чтобы она могла нагреть $t_{н} = -31^{\circ}\text{C}$ до $t_{п} = 23,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$Q = G_{вент} * c(t_{п} - t_{н}), \text{ Вт} \quad (9.3)$$

$$Q = 7462 * 1,005(23,5 + 31) = 95732 \text{ Вт}$$

К установке принимаем:

| | | | |
|--------------------|---|---------------|-------------------|
| Назначение систем: | Приточная вентиляция, совмещенная с воздушным отоплением | | |
| Исходные данные: | Общая тепловая мощность - | 100 | кВт |
| | Расход воздуха одного агрегата - | 7440,5 | м ³ /ч |
| | Свободный напор на выходе из воздухонагревателя - | 890 | Па |
| | Разность температур на входе и выходе - | 40 | °C |

Выбранный воздухонагреватель: T-100 i Вент+ в количестве 1 шт.

Технические характеристики воздухонагревателя T-100 i Вент+

Установленная мощность горелки: 111,1 кВт (КПД не менее 90 %)

Горелка: Riello (Италия) $P_{min}=16$ мБар; $P_{max}=360$ мБар; $L_g = 11,9$ м³/ч

| | | | |
|------------|---------------------------|------------|--------------|
| Типоразмер | Газовая арматура | прессостат | а/в. вставка |
| BS 3 | MB DLE 407 (3970548) +БКГ | | GA 20 |

Вентилятор: Nicotra (Италия) - 1 шт. $L = 7441$ м³/ч; $P = 2015$ Па

| | | |
|--|-----------------------------|------|
| Типоразмер | Марка двигателя | Исп. |
| Nicotra ADH E4-0315 (7,5 кВт, 2400 об/мин) | AIP132S4 (1500 об.) - 1 шт. | 7 |

Теплообменник: материал - сталь 08X17T(AISI 439), 12X18H10T(AISI 321)

Смесительная камера: совмещена с вентиляторной секцией

Приток

Фильтр: панельный T-100Ф 915x775 (L=300 мм.), класс G4

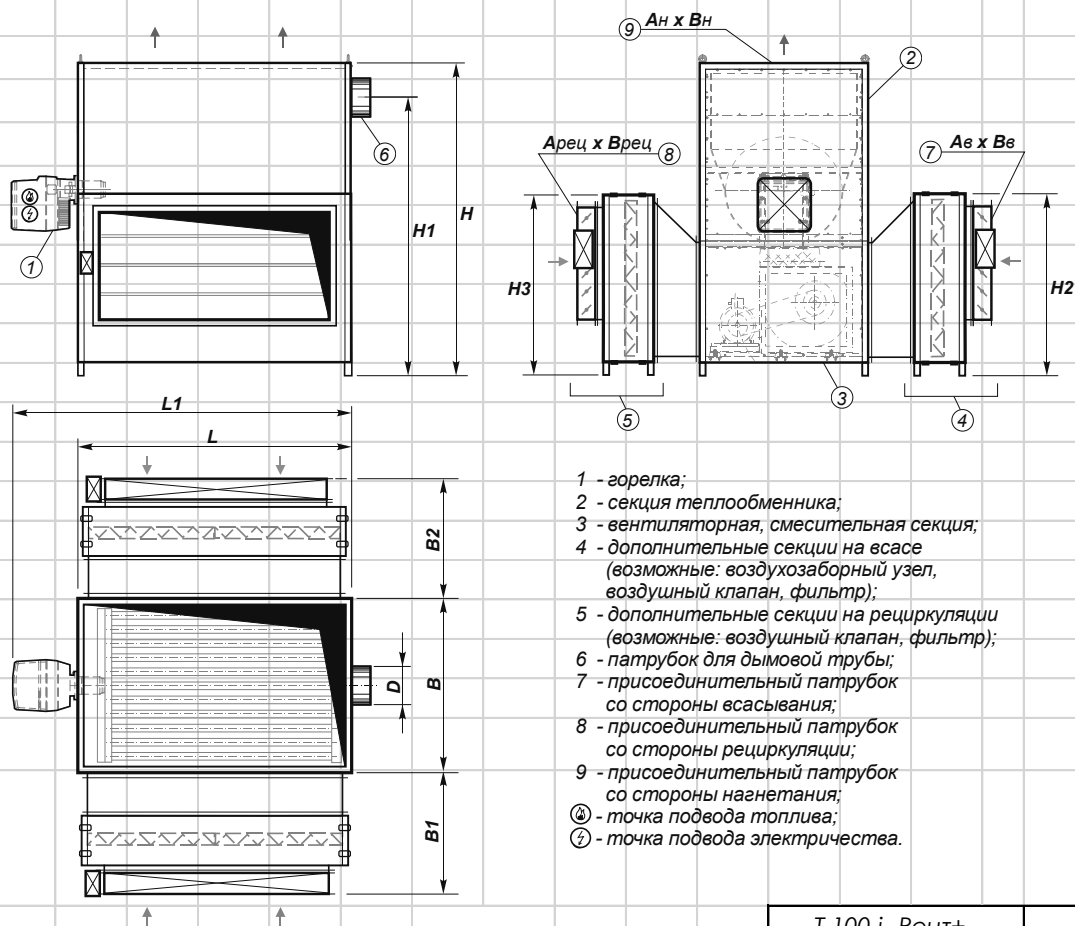
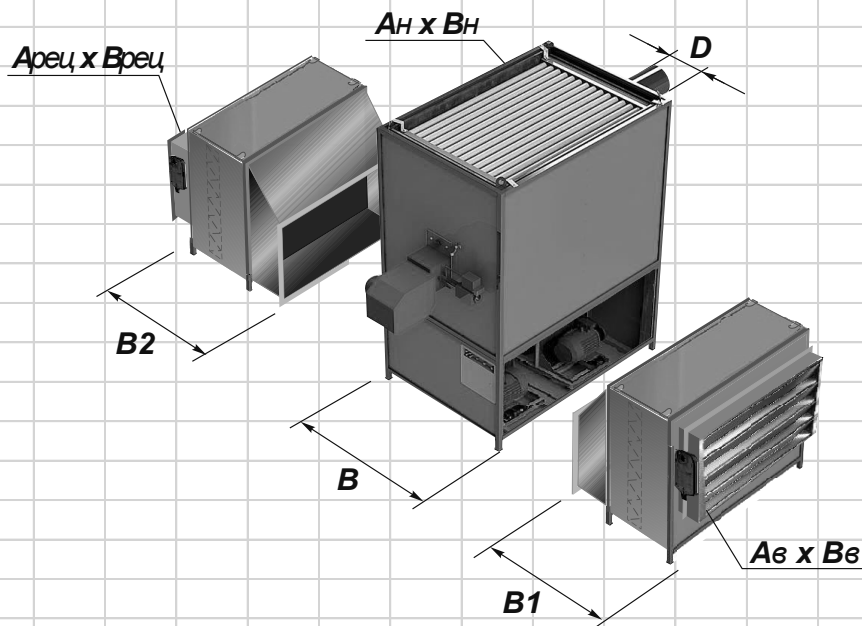
Возд. клапан: КВУ-Д 800x600, простой электропривод

Рециркуляция

Фильтр: панельный T-100Ф 915x775 (L=300 мм.), класс G4

Возд. клапан: КВ 800x600, простой электропривод

Габаритные размеры



- 1 - горелка;
- 2 - секция теплообменника;
- 3 - вентиляторная, смесительная секция;
- 4 - дополнительные секции на всасе (возможные: воздухозаборный узел, воздушный клапан, фильтр);
- 5 - дополнительные секции на рециркуляции (возможные: воздушный клапан, фильтр);
- 6 - патрубок для дымовой трубы;
- 7 - присоединительный патрубок со стороны всасывания;
- 8 - присоединительный патрубок со стороны рециркуляции;
- 9 - присоединительный патрубок со стороны нагнетания;
- Ⓜ - точка подвода топлива;
- Ⓩ - точка подвода электричества.

T-100 i Vent+

Размеры, мм

| B | B1 | B2 | L | L1 | H | H1 | H2 | H3 | D | Aв x Bв | Арец x Bрец | Ан x Bн | Вес, кг: |
|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|---------|-------------|---------|----------|
| 850 | 760 | 760 | 965 | 1245 | 2040 | 1865 | 915 | 915 | 180 | 800x600 | 800x600 | 915x800 | 650 |

Лист

08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР

44

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Также, в комплекте с данным воздухонагревателем идут:

1) Горелка газовая одноступенчатая Riello BS 3

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Технические характеристики

| | | BS 1 | BS 2 | BS 3 | BS 4 |
|---------------------------------|---|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Мощность горелки ⁽¹⁾ | кВт | 16 - 52 | 35 - 91 | 65 - 189 | 110 - 246 |
| | Мкал/ч | 13,8 – 44,7 | 30,1 – 78,2 | 55,9 – 162,5 | 94,6 – 211,6 |
| Природный газ | Теплотворная способность (низшая) 7000 – 10340 ккал/нм ³ | | | | |
| Эл. питание | 230 В ±10% ~ 50 Гц | | | | |
| Эл. двигатель | | 0,8А | 0,8А | 1,8А | 1,9А |
| | | 2750 об/мин | | 2800 об/мин | 2720 об/мин |
| Конденсатор | | 4 мкФ | | 6,3мкФ | 8мкФ |
| Трансформатор | Первичная 230В – 0,2А --- вторичная 8кВ – 12мА | | | | |
| Максимальная мощность | | 0,15 кВт | 0,18 кВт | 0,35 кВт | 0,53 кВт |

⁽¹⁾ при температуре 20⁰ С, Атмосферном давлении 1013 мбар.

2.2. Размеры

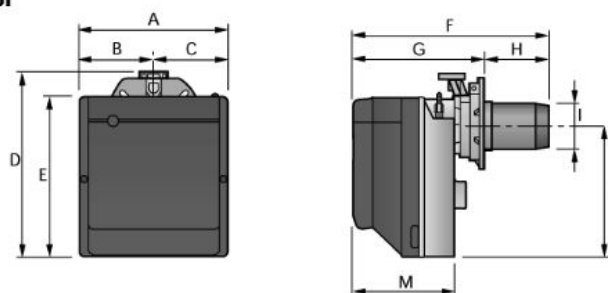


Рис. 2

| Модель | A | B | C | D | E | F | G | H | I | L | M |
|--------|-----|-------|-------|-----|-----|-----|---------|---------|-----|-----|-----|
| BS1 | 234 | 122 | 112 | 295 | 254 | 346 | 230-276 | 116-70 | 89 | 210 | 174 |
| BS2 | 255 | 125,5 | 125,5 | 325 | 280 | 352 | 238-252 | 114-100 | 106 | 230 | 174 |
| BS3 | 300 | 150 | 150 | 391 | 345 | 390 | 262-280 | 128-110 | 129 | 285 | 196 |
| BS4 | 300 | 150 | 150 | 392 | 345 | 446 | 278-301 | 168-145 | 137 | 286 | 216 |

2) Газовый мультиблок MB DLE 407 Riello

3) Антивибрационная вставка GA 20 Riello

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР

Лист

45

9.1.4 Подбор вентилятора

$$\Delta P_{\text{в}} = [\sum(R \cdot l + Z) + \Delta P_{\text{пк}}] \cdot 1,1 \quad (9.4)$$

$$\Delta P_{\text{пк}} = \Delta P_{\text{реш}} + \Delta P_{\text{шахты}} + \Delta P_{\text{приемной секции}} + \Delta P_{\text{к}} \quad (9.5)$$

$$\Delta P_{\text{реш}} = 108 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{шахты}} = 20 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{приемной секции}} = 30 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{к}} = 191 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{пк}} = 108 + 20 + 30 + 191 = 349 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{в}} = [650 + 349] \cdot 1,1 = 999 \text{ Па}$$

К установке принимаем вентилятор Nicotra ADH E4-0315.

Технические характеристики вентилятора, электродвигателя и график приведены в приложении А.

Также, в приточной системе О1 используются:

Клапан воздушный утеплённый КВУ-Д 800х600

Клапан воздушный КВ 800х600

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 46 |

9.2 Подбор оборудования для вытяжной системы В1

Подбор для системы В1:

Решетка была учтена в аэродинамическом расчете.

Применим шумоглушитель ГТПи100-50-90.

9.3 Расчет дымовой трубы

| Аэродинамический расчет дымовой трубы | | | | |
|---|---|---|-------------------------|----------|
| 1. Исходные данные: | | | | |
| № | Наименование показателя | Обозн. | Ед. изм. | Значение |
| 1 | Мощность воздухонагревателя | Q | кВт | 100 |
| 2 | Расчетная температура наружного воздуха | T _в | °С | 8 |
| 3 | Температура отводимых газов тах (паспорт) | T _г | °С | 180 |
| 4 | Температура воздуха, окружающего дымоход | T _{ов} | °С | 8 |
| 5 | Козф. теплопередачи стенок дымохода | K _{ст} | квт/м ² гр.С | 2,9 |
| 6 | Высота трубы | H | м | 7,983 |
| 7 | Длина горизонтального участка | L | м | 0,25 |
| 8 | Скорость ветра в теплый период | W _в | м/с | 0 |
| 9 | Козф. Трения для газохода | λ | | 0,02 |
| 10 | Аэродинамический коэф. Помещения | a | | 0,1 |
| 11 | КПД воздухонагревателя | η | | 0,9 |
| 12 | Диаметр горизонтального участка | D _г | м | 0,18 |
| 13 | Диаметр вертикальной трубы | D _т | м | 0,18 |
| 14 | Козфициент избытка воздуха горелки | α | | 1,2 |
| 15 | Объемная теплоемкость дымовых газов | C _г | кВт/м ³ грС | 5,018 |
| 16 | Низшая теплота сгорания топлива | Q _н | ккал/нм ³ | 7600 |
| 2. Расход топлива: | | | | |
| 3. Удельная потребность в воздухе для горения: | | | | |
| $G = \frac{Q}{Q_n \cdot \eta} = 12,54386$ нм ³ /час | | $V_g = \frac{1,12 \cdot Q_n}{1000} = 8,512$ м ³ /нм ³ | | |
| 3. Удельный объем продуктов сгорания: | | | | |
| 4. Нормативный объем продуктов сгорания: | | | | |
| $V_{nc} = \alpha \cdot V_g = 10,2144$ м ³ /нм ³ | | $V_{н.нс} = G \cdot V_{nc} = 128,128$ нм ³ /ч | | |
| 5. Остывание дымовых газов: | | | | |
| 6. Средняя температура дымовых газов | | | | |
| $\Delta t = \frac{(T_g - T_{ов})}{C_g \cdot V_{н.нс} / (K_{ст} \cdot F) + 0,5} = 12,29050263$ грС/м | | $T_{cp} = T_g - \frac{(L + H) \cdot \Delta t}{2} = 129,41$ °С | | |
| 7. Фактический секундный объем продуктов сгорания: | | | | |
| $V = V_{nc} \cdot \frac{G}{3600} \cdot \left(\frac{273 + T_{cp}}{273} \right) = 0,052461838$ м ³ /сек | | | | |
| 8. Скорость газов на горизонтальном участке: | | | | |
| 9. То же, на вертикальном участке | | | | |
| $W_{гор} = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D_g^2} = 1,0313$ м/с | | $W_{врт} = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D_t^2} = 2,0626657$ м/с | | |

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР

Лист

47

10. Удельный вес газов на горизонтальном участке: 11. То же на вертикальном участке:

$$\gamma_{гор} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_z + 273} = 0,8075 \text{ кг/м}^3 \quad \gamma_{верт} = \frac{\gamma_0 \cdot 273}{T_{cp} + 273} = 0,9090815 \text{ кг/м}^3$$

12. Коэффициенты местных сопротивлений:

| Вид | внезапн. сужен. | внезапн. расш. | повор. 90гр | расшир. с повор. 90гр | тяго прерыв | тройник | | выход из трубы |
|---------------------|-----------------|----------------|-------------|-----------------------|-------------|---------|--------|----------------|
| | | | | | | проход | повор. | |
| КМС | 0,3 | 0,43 | 0,9 | 1,2 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 1,5 |
| к-во на гор. уч-ке | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| к-во на верт. уч-ке | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

13. Потери давления на горизонтальном участке:

$$\Delta p_{гор} = \left(\lambda \cdot \frac{L}{D_z} + \sum \xi \right) \cdot \frac{W_{гор}^2}{2g} \cdot \gamma_{гор} = 0,067 \text{ мм.в.ст.}$$

14. Потери давления на вертикальном участке:

$$\Delta p_{верт} = \left(\lambda \cdot \frac{H}{D_m} + \sum \xi \right) \cdot \frac{W_{верт}^2}{2g} \cdot \gamma_{cp} = 0,471 \text{ мм.в.ст.}$$

15. Полное аэродинамическое сопротивление газового тракта: 0,5374437 мм.в.ст.

16. Самотяга дымовой трубы:

$$H_c = H \cdot \left(\gamma_s \cdot \frac{273}{273+T_s} - \gamma_0 \cdot \frac{273}{273+T_{cp}} \right) \cdot \frac{g}{9,81} = 2,771 \text{ кг/м}^2$$

17. Вывод: самотяга газового тракта превышает аэродинамическое сопротивление на:

2,233512 мм.в.ст.

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|------|------|----------|---------|------|

08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР

Лист

48

10 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИТОЧНОЙ УСТАНОВКИ

В настоящем разделе выполняется автоматизация приточной установки в соответствии с рекомендациями пособия «Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования» А.В. Волошенко [14], обслуживающей помещения торгового зала.

10.1 Характеристика объекта регулирования

Приточная установка включает в себя следующие элементы:

- воздухоприемный клапан;
- секция очистки (фильтрации) воздуха;
- водяной воздухонагреватель (калорифер);
- вентиляторная секция;
- секция шумоглушения до калорифера и после вентилятора;

Целью автоматизации объекта является выполнение следующих задач:

- автоматическое регулирование технологических параметров;
- контроль параметров воздуха;
- блокировка и защита оборудования;
- технологическая и аварийная сигнализация;

10.2 Контроль параметров

Предусмотрен контроль следующих параметров:

- температура приточного воздуха;
- температура воздуха за калорифером;
- температура обратной воды;
- загрязнение воздушного фильтра (перепад давления на фильтре);
- работа воздушного клапана;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 49 |

- работа вентилятора (перепад давления на вентиляторе).

Контроль производится следующими элементами системы:

Температурные датчики:

- канальный датчик температуры (9-1);
- датчик температуры воздуха внутри помещения (10-1);
- датчик температуры обратной воды (5-1);

Местные приборы:

- дифференциальный манометр (2-1) для контроля загрязнения фильтра;
- дифференциальный манометр (7-1) для контроля работы вентилятора.

10.3 Описание работы системы автоматизации

Контроллер считывает показания с датчиков температуры приточного воздуха и воздуха внутри помещения (TE 9-1, TE 10-1), установленных на выходе приточной установки и в помещении соответственно, и корректирует при помощи трехходового регулирующего клапана, который контролирует размер проходного сечения смесительного участка, подмешивая теплоноситель из обратного трубопровода, обеспечивая тем самым качественное регулирование температуры воздуха на выходе из приточной установки.

Кроме того, на вентиляторе установлен датчик перепада давления (PDS 7-1), при помощи которого контроллер следит за поддержанием постоянного перепада давления в воздуховодах.

10.4 Блокировки и защита оборудования

Защита в системе выполняется от замораживания калорифера. Защита производится путем контроля минимальной допустимой температуры

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 50 |

воздуха за калорифером (10°C) (TS 6-1) и температуры обратной воды (5°C) (TE 5-1). При достижении установленной минимальной температуры воздуха сигнал поступает на контроллер, который в свою очередь отдает команду закрытия воздушного клапана на входе в агрегат (HSA 1-3), остановку двигателя вентилятора и максимальное открытие водяного клапана по подающему трубопроводу (HSA 3-3).

Блокировка в системе выполняется от следующих ситуаций:

При запуске системы в случае отрицательной наружной температуры происходит задержка запуска приточного вентилятора на 15 мин, в течение которых работает подогрев воздушного клапана. В последние 120 секунд производится прогрев калорифера пропуском горячей воды при полном открытии клапана и пуске циркуляционного насоса.

10.5 Сигнализация

В блоке управления и автоматизации системы предусматривается технологическая и аварийная сигнализация.

Технологическая сигнализация предназначена для отображения состояния объекта и позволяет вести наблюдение за параметрами регулирования. Аварийная сигнализация необходима в случаях, которые могут привести к аварии оборудования, и снабжена световым источником. Внешний пульт дистанционного управления вырабатывает следующие сигналы:

Защита от замораживания. При угрозе замораживания загорается индикатор «Угроза замораживания». Включается защита от замораживания.

Аварийный сигнал загрязнения фильтра. При загрязнении фильтра датчик перепада давления (PDS 2-1) отправляет сигнал на контроллер о превышении допустимого значения, после чего загорается индикатор «Фильтр».

10.6 Защита калорифера от замораживания

При изменении потребности в нагревании с помощью регулирующего клапана изменяется количество проходящего теплоносителя через калорифер, что вызывает изменение теплоотдачи воздухонагревателя. Во время работы

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 51 |

установки непрерывно отслеживается температура обратного теплоносителя при помощи датчик температуры (TE 5-1).

Показания с датчика температуры поступают на контроллер. В случае понижения температуры до минимальной контроллер подает воздействие на исполнительный механизм воздушного клапана (HSA 1-3), который в свою очередь закрывает воздушный клапан. Также контроллер подает сигнал на трехходовой регулятор (HSA 3-3) для полного открытия подачи и на насос, который включается на максимальную скорость. Все эти мероприятия позволяют разогреть калорифер до рабочих параметров. После отогрева калорифера приточная установка переходит в рабочий режим.

Также в системе установлен противозамерзающий термостат (TS 3-1), который при угрозе замораживания системы срабатывает и отключает вентилятор.

Реле противозамерзающего термостата срабатывает, когда температура воздуха в системе падает ниже +5.

10.7 Вывод

С помощью проектирования системы автоматизации приточной установки достигается автоматическое регулирование технологических параметров, контроль параметров воздуха, что позволяет снижать энергозатраты при эксплуатации оборудования. Также система автоматизации осуществляет блокировку и защиту оборудования в случае аварии, предусмотрена технологическая и аварийная сигнализация.

Автоматика позволяет поддерживать комфортные параметры воздуха в помещении с помощью контроля температуры и расхода воздуха.

Функциональная схема автоматизации приточной установки представлена в графической части.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 52 |

11 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполненной квалификационной работы можно сделать следующие выводы и обобщения:

. В ВКР в соответствии с требованиями заказчика запроектированы системы: воздушного отопления и вентиляции.

. В ВКР запроектирована система воздушного отопления. Источником теплоснабжения является воздухонагреватель рекуперативный.

. В ВКР запроектирована приточно-вытяжная система вентиляции с механическим побуждением.

. В ВКР представлены спецификации материалов инженерных систем.

. В ВКР разработаны вопросы техники безопасности.

. В ВКР разработан раздел по автоматизации автономного источника тепловой энергии.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 53 |

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология»
2. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»
3. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные»
4. Системы вентиляции и кондиционирования – рекомендации по проектированию пуска и наладке / Краснов Ю.С., Борисоглебская А.П., Антипов А.В. — М : Изд-во ТЕРМОКУЛ, 2004 – 373 с.
5. Каталог воздухораспределителей «Арктос»
6. ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»
7. СП 89.13330.2016 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | 08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 54 |

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Характеристики АДН ..-0315

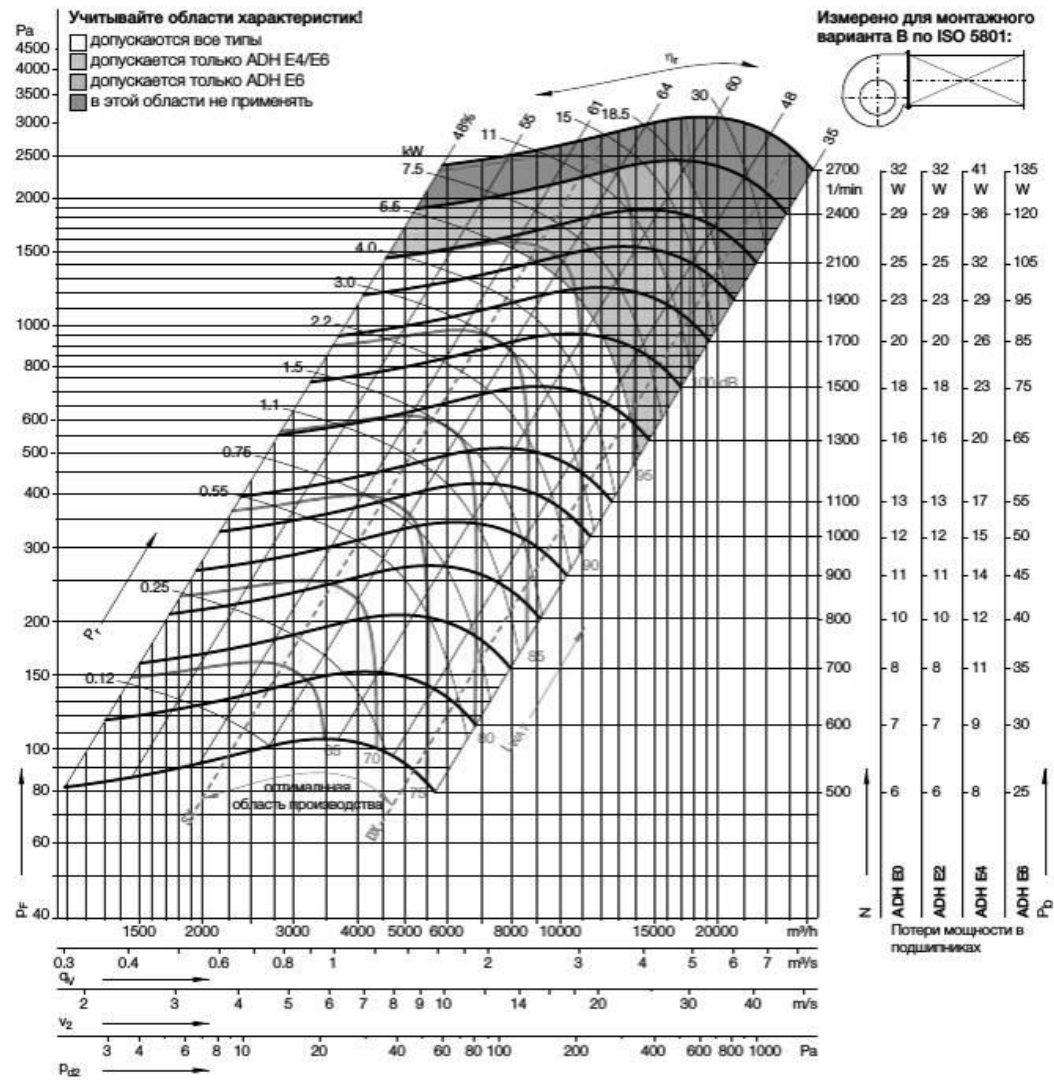
Технические характеристики

Характеристики рабочего колеса

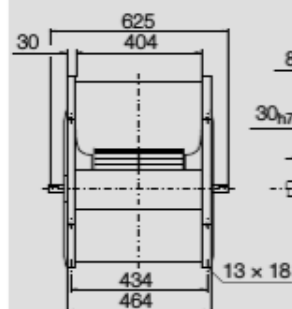
| | | |
|-------------------------|-------|------------------------|
| Диаметр рабочего колеса | D_1 | 315 mm |
| Количество лопаток | z | 38 |
| Момент инерции масс | J | 0,100 kgm ² |

Характеристики рабочего колеса

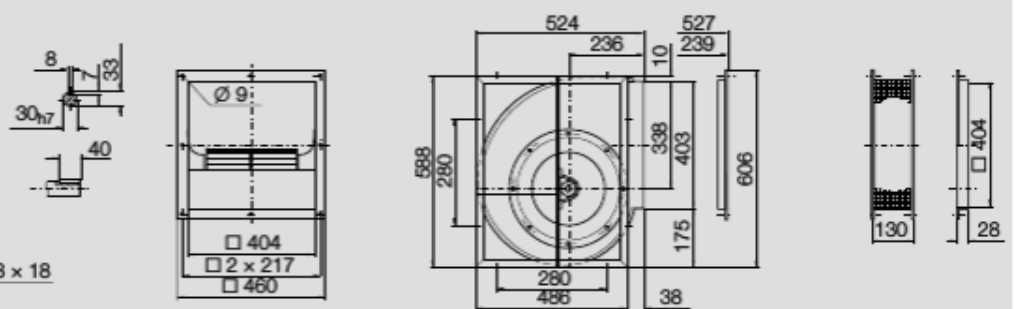
| | | |
|----------------------------|----------|-----------------------|
| Масса рабочего колеса | m | 4,6 kg |
| Плотность среды | ρ_1 | 1,2 kg/m ³ |
| Класс точности (DIN 24166) | | 2 |



АДН E4-0315 29 kg



АДН E6-0315 30 kg

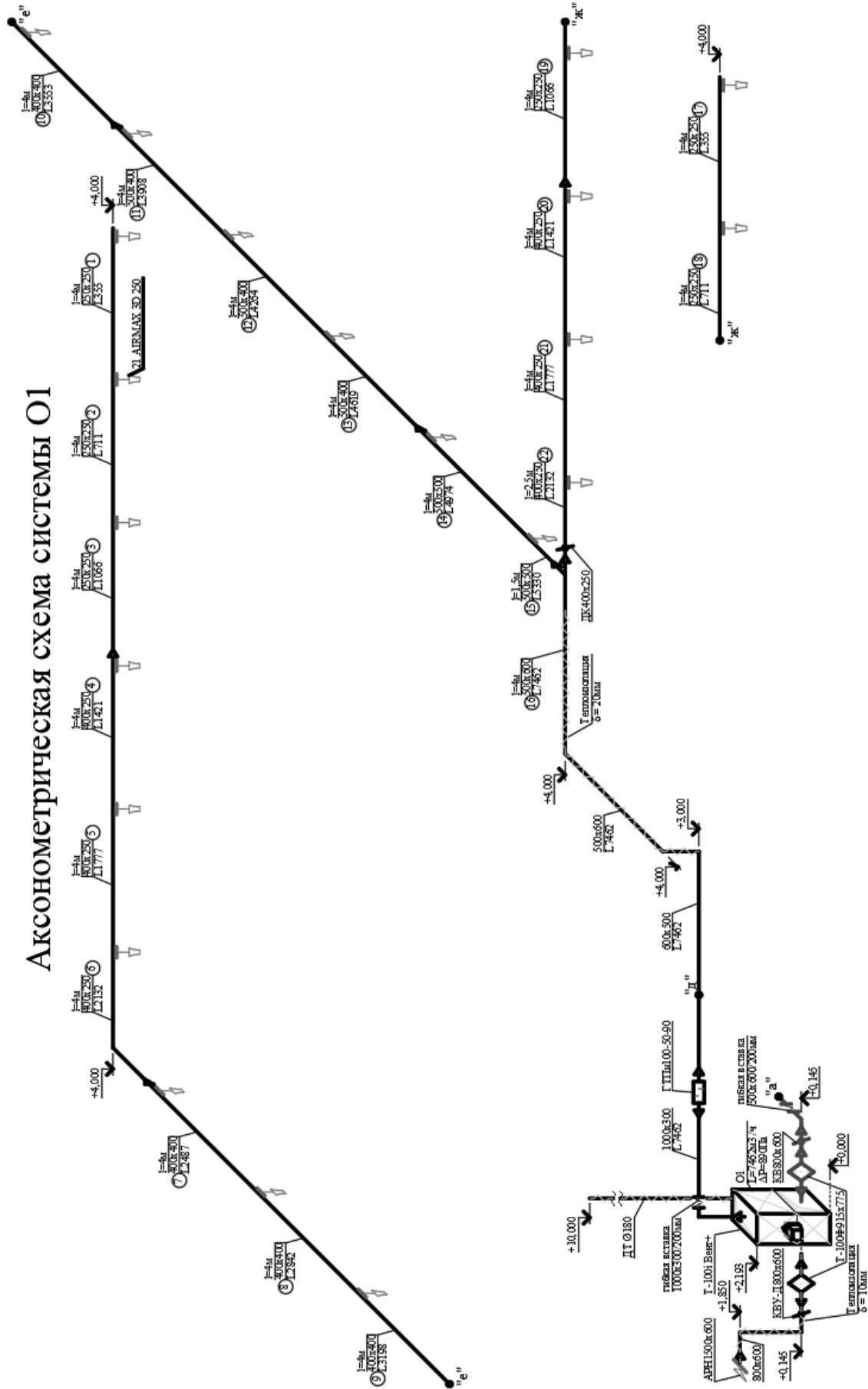


ПРИЛОЖЕНИЕ Б

| Наименование помещения | Теплопотери, Вт |
|------------------------|-----------------|
| Торговый зал | 39777 |
| Склад №1 | 12834 |
| Склад №2 | 8722 |
| Тепогенераторная | 5789 |

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Аксонметрическая схема системы О1



| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

08.03.01.2020.305.33 ПЗ ВКР