

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
_____ 2021 г.

Вентиляция бизнес-центра в г. Махачкала

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 08.03.01.2021.305.76. ПЗ ВКР

Консультанты:

Раздел «Автоматизация»
доцент, к.т.н.
_____ С.В. Панферов
_____ 2021 г.

Руководитель проекта:
преподаватель
_____ Д.А. Иванов
_____ 2021 г.

Автор проекта:
студент группы АС-425
_____ В.Р. Ковтунова
_____ 2021 г.

Нормоконтролер:
преподаватель
_____ Д.А. Иванов
_____ 2021 г.

Челябинск 2021

АННОТАЦИЯ

Ковтунова В.Р. Вентиляция бизнес-центра в
г. Махачкала – Челябинск: ЮУрГУ, АС-425; кафедра
ГИСиС 2021, 93 стр., библиогр. список – 13 наим., 7 прил.,
4 листа чертежей ф.А0, 1 лист чертежа ф.А1., 2 листа ф.А3.

Дипломный проект выполнен с целью проектирования системы вентиляции бизнес-центра в городе Махачкала. Состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка включает в себя такие разделы, как: краткая характеристика объекта и района строительства, расчетные метеорологические параметры наружного и внутреннего воздуха, определение воздухообмена, определение тепловыделений и расчет количества выделяющихся вредностей, компоновочные решения по системам вентиляции, аэродинамический расчет систем вентиляции, подбор оборудования, автоматизация приточной установки.

Графическая часть включает в себя: план этажей с нанесением систем вентиляции, аксонометрические схемы системы вентиляции, схема автоматизации.

						08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Зав. каф.	Ульрих				Вентиляция бизнес-центра в г. Махачкала	Стадия	Лист	Листов
Н.контр.	Иванов					ДП	6	93
Руководит.	Иванов					ЮУрГУ Кафедра ГИСиС		
Консульт.	Панферов							
Дипломник	Ковтунова							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	10
1.1 Описание объекта проектирования	10
1.2 Расчетные параметры наружного воздуха	11
1.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха	11
1.4 Характеристика наружных ограждающих конструкций	12
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДУХООБМЕНА	13
2.1 Расчет воздухообмена бассейна	13
2.1.1 Расчет воздухообмена для летнего периода	14
2.1.2 Расчет воздухообмена для зимнего периода	25
2.2 Расчет воздухообмена для помещений.....	27
3 КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СИСТЕМАМ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	31
4 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ	35
4.1 Подбор воздухораспределителей	35
4.2 Аэродинамический расчет системы П2.....	36
4.3 Невязка основного направления системы П2	38
4.4 Аэродинамический расчет системы В2.....	41
4.3 Невязка основного направления системы В2	42
5 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ	44
5.1 Подбор приточной установки П1	44
5.2 Подбор вытяжной установки В1	26
6 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИТОЧНОЙ УСТАНОВКИ	47
6.1 Характеристика объекта регулирования	47
6.2 Контроль параметров	48
6.3 Описание работы системы автоматизации	48
6.4 Блокировки и защита оборудования	49
6.5 Сигнализация системы.....	49
6.6 Защита калорифера от замораживания	50

									Лист.
									2
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата	08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР				

6.7 Вывод	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	51
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	53
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А	54
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	55
ПРИЛОЖЕНИЕ В	56
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	58
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	59
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	60
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	63

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						3
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Объектом дипломного проектирования является одноэтажное общественное здание, предметом исследования – разветвленная система вентиляции, и в частности подробно рассмотрена вентиляция бассейна.

Целью данного проекта является организация необходимых мероприятий и подбор технических устройств для поддержания в помещениях расчетного воздухообмена, обеспечивающего комфортные условия для пребывания в нем гостей центра и обслуживающего персонала.

Проектируя систему вентиляции следует рассчитать воздухообмены всех помещений в соответствии с нормативными документами, произвести аэродинамический расчет для корректной работы системы и последующего подбора воздуховодов, и выбрать оборудование для всех приточных и вытяжных систем.

С целью снижения затрат на обслуживание установленной техники и увеличения срока эксплуатации объекта строительства применяются энергосберегающие материалы и энергоэффективные установки. Также в проекте предусмотрена система автоматизации для облегчения настройки необходимых параметров, быстрого реагирования на различные сбои и устранение аварий и ускорения работ по наладке.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						9
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Описание объекта проектирования

Для проектирования выбрано одноэтажное здание без подвала и чердака расположенное в городе Махачкала, республика Дагестан.

Помещения бизнес-центра делятся условно на несколько групп: входная, помещения технические, ресторанная зона, общественно-деловая, прачечная, физкультурно-оздоровительная.

Каждая из групп включает в себя:

- помещения технические: электрощитовая и венткамеры;
- ресторанная зона: ресторан на 80 мест, кухня, помещения для обслуживающего персонала и хоз. назначения, санузел;
- общественно-деловая группа: залы для проведения конференций и обеденной зоной, переговорные, помещения хоз. назначения;
- входная группа: вестибюль, сейфовая, гардероб, пункт диспетчерской, санузлы, пост охраны;
- физкультурно-оздоровительный комплекс: зал для занятия спортом, душевая, помещения раздевалок, сауна, помещение для проведения массажа, помещения для проведения процедур, бассейн, хамам, помещение хоз. назначения, помещения для персонала, парикмахерская, медпункт;
- прачечная включает: помещения кладовых, комнаты для сортировки белья, отделения сушки и стирки белья, помещение хоз. назначения, санузел, помещения хоз.назначения.

Здание по проекту в высоту составляет 6,8 метра. Типовой этаж 4,5 м от пола одного по пола следующего этажа. Подвесной потолок в проектируемом здании составляет 0,7 м. Для установки приточно-вытяжного оборудования и удобства его обслуживания предусматривается отдельное помещение на крыше здания высотой в 2 метра.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						10
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

1.2 Расчетные параметры наружного воздуха

Район строительства республика Дагестан, город Махачкала, расчетная географическая широта 44° с.ш.

При проектировании вентиляции в общественных зданиях для расчета принимаются параметры по СП 131.13330.2018 «Строительная климатология» [1]:

- в теплый период $t_{н}^A = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, $I_{н}^A = 63 \text{ кДж/кг}$;
- в холодный период: $t_{н}^B = -13 \text{ }^\circ\text{C}$, $I_{н}^B = -10,8 \text{ кДж/кг}$.

Максимальная из средних скоростей по румбам за январь принимается по [1] и равна $v_{н} = 5,1 \text{ м/с}$.

Максимальная из средних скоростей по румбам за июль принимается по [1] и равна $v_{н} = 3,7 \text{ м/с}$.

1.3 Расчетные параметры внутреннего воздуха

Расчетные параметры внутреннего воздуха для помещения бассейнов принимаются по СП 31-113-2004 «Бассейны для плавания» [2]:

- температура воды принимается в диапазоне 26-29 °С;
- температура воздуха в рабочей зоне на 1-2 °С выше температуры воды;
- относительная влажность в помещении бассейна 50-65 %;
- скорость движения воздуха не выше 0,2 м/с.

В следующих помещениях должны быть приняты параметры по [3] и [4].

Таблица 1.1 – Температуры и относительные влажности помещений с большим пребыванием людей

Наименование помещения	Теплый период		Холодный период	
	Температура воздуха, тв, °С	Относительная влажность воздуха, ф, %	Температура воздуха, тв, °С	Относительная влажность воздуха, ф, %
Зал для переговоров с обеденной зоной	23-25	30-60	18-20	30-45
Зал для конференций	23-25	30-60	20-21	30-45
Зал спортивный	23-25	30-60	17-19	30-45
Пом. персонала	23-25	30-60	20-22	30-45
Зал ресторана	23-25	30-60	20-21	30-60

1.4 Характеристика наружных ограждающих конструкций

Каркас здания составляют монолитные несущие стены, безбалочные плиты перекрытия, диафрагмы жесткости и рамно-связевая система.

Наружные стены состоят из нескольких слоев: железобетонный 250 мм, теплоизоляционный 150 мм и облицовочная штукатурка 15 мм. Для утеплителя выбраны плиты минераловатные от Rockwool.

Внутренние несущие стены состоят из железобетона 200 мм толщиной, перегородки между помещениями бетонные двух видов – 100 и 150 мм.

Перекрытия межэтажные – монолитные плиты толщиной 280 мм.

Оконные проемы расположены на высоте 0,8 метров от уровня пола. Окна габаритами 1,8 м на 2,1 м с тройным остеклением, жалюзи внутренние светлые, ширина маркизов 1,5 метров.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						12
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДУХООБМЕНА

2.1 Расчет воздухообмена бассейна

Бассейны, как правило, эксплуатируются круглый год и не имеют в своей работе длительных перерывов. В таких помещениях идет выделение большого количества влаги. Обычно основными источниками являются открытая поверхность воды, обходные дорожки вокруг бассейна, оснащенные электро- или теплоподогревом, и посетители бассейна. Так же, в летний период года, идет большое поступление солнечной радиации через большие окна помещения, всего их 9 штук, выходящих на северо-запад, юго-запад и юго-восток.

Все эти факторы в сумме с тепlopоступлениями будут учтены в расчете воздухообмена помещения.

Расчет проводится для двух периодов года – теплого и холодного по параметрам Б в обоих случаях в соответствии с [2]. Расчет выполнен в соответствии с [5].

В холодный период года относительная влажность в помещении бассейна составляет $\varphi=50\%$, в теплый период $\varphi=65\%$.

Данные для проектирования:

-район строительства: город Махачкала, республика Дагестан;

- площадь бассейна $F_{\Pi} = 116 \text{ м}^2$;

- площадь поверхности зеркала воды $F_{\text{пов}} = 51 \text{ м}^2$;

-площадь обходных дорожек $F_{\text{об.д}} = 61 \text{ м}^2$;

-число посетителей бассейна $N = 12$ чел;

-высота помещения бассейна 4,2 м;

-температура воды – $t_w = 26 \text{ }^\circ\text{C}$ [2];

-температура воздуха рабочей зоны – $t_{\text{рз}} = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ [5];

-температура удаляемого из рабочей зоны воздуха в помещении $t_{wz} = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, [5];

-вокруг бассейна должны быть установлены дорожки для обхода с подогревом с температурой поверхности $t_{\text{од}} = 31 \text{ }^\circ\text{C}$, согласно [5].

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						13
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

2.1.1 Расчет воздухообмена в теплый период года

Для определения воздухообмена в помещении бассейна необходимо рассчитать:

- избытки явного тепла суммарные:

$$\Sigma Q_{\text{я}} = Q_{\text{ср}} + Q_{\text{пл}}^{\text{я}} + Q_{\text{од}}^{\text{я}} - Q_{\text{w}}, \quad (2.1)$$

где $Q_{\text{ср}}$ – теплопоступления от солнечной радиации, Вт;

$Q_{\text{пл}}^{\text{я}}$ – явные теплопоступления от посетителей, Вт;

$Q_{\text{од}}^{\text{я}}$ – явные теплопоступления от подогреваемых обходных дорожек, Вт;

Q_{w} – теплопотери на нагрев воды в ванне бассейна, Вт.

- теплопоступления от освещения:

$$Q_{\text{осв}} = F_{\text{пом}} \cdot E \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \quad (2.2)$$

где $F_{\text{пом}}$ – площадь помещения, м²;

E – коэффициент освещенности в помещениях, лк. Принимается по [8] для закрытых бассейнов равным 150 лк;

$q_{\text{осв}}$ – удельные тепловыделения, Вт/(м²·лк). Определяется по [9] и равна 0,076 Вт/(м²·лк);

$\eta_{\text{осв}}$ – доля поступающего тепла с освещением, для освещения непосредственно в помещении принимается равным 1.

- теплопоступления от солнечной радиации;

- явные теплопоступления от посетителей плавательного бассейна:

$$Q_{\text{пл}}^{\text{я}} = q_{\text{я}} \cdot N, \quad (2.3)$$

где $q_{\text{я}}$ – количество явной теплоты, выделяемое одним взрослым мужчиной;

N – количество пловцов в помещении бассейна.

- теплопоступления от обходных дорожек вокруг бассейна:

$$Q_{\text{од}}^{\text{я}} = \alpha_{\text{од}} \cdot F_{\text{од}} \cdot (t_{\text{од}} - t_{\text{рз}}), \quad (2.5)$$

где $\alpha_{\text{од}}$ – коэффициент теплоотдачи от обходных дорожек, принимается по [5];

$F_{\text{од}}$ – площадь дорожек, оснащенных подогревом, расположенных вокруг бассейна, м²;

$t_{\text{од}}$ – температура подогреваемых обходных дорожек на их поверхности;

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						14
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

t_{pz} – температура рабочей зоны.

- теплопотери на нагрев воды в ванне бассейна:

$$Q_w = \alpha \cdot F_w \cdot (t_{pz} - t_{пов}), \quad (2.6)$$

где α – коэффициент теплоотдачи, принимается равным $4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$;

F_w – площадь зеркала воды, м^2 ;

$t_{пов}$ – температура воды на ее поверхности при соприкосновении с воздухом.

- суммарные влаговыделения в помещении бассейна:

$$\Sigma M_W^{т.п.} = M_W^б + M_W^{пл} + M_W^{од}, \quad (2.7)$$

где $M_W^б$ – поступление влаги с поверхности бассейна, $\text{г}/\text{ч}$;

$M_W^{пл}$ – влаговыделения от посетителей бассейна, $\text{г}/\text{ч}$;

$M_W^{од}$ – выделение влаги от обходных дорожек с подогревом, $\text{г}/\text{ч}$.

- влаговыделения от пловцов:

$$M_W^{пл} = q_w \cdot N, \quad (2.8)$$

где q_w – влаговыделения от пловцов, с учетом коэффициента равного $0,33$ – доля проводимого ими времени в бассейне.

- поступление влаги с поверхности бассейна:

$$M_W^б = \frac{A \cdot F_{пов} \cdot \sigma_{исп} (d_{пов} - d_{pz})}{1000}, \quad (2.9)$$

где A – коэффициент связанный с интенсивностью испарения с учетом пребывания в воде людей, принимается по [2];

$\sigma_{исп}$ – коэффициент испарения воды, $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$, определяемый по формуле:

$$\sigma_{исп} = 25 + 19 \cdot v, \quad (2.10)$$

где v – нормируемая подвижность воздуха в помещении бассейна, $0,2 \text{ м}/\text{с}$.

- поступление влаги с обходных дорожек:

$$M_W^{од} = 6,1 \cdot (t_{pz} - t_{мт}) \cdot F_{од} \cdot 0,45, \quad (2.11)$$

- полное тепло:

$$\Sigma Q_{п} = Q_{б} + Q_{од} + Q_{пл} + 3,6 \cdot \Sigma Q_{я}, \quad (2.12)$$

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						15
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

где Q_6 – скрытые теплопоступления от бассейна, кДж/ч;

$Q_{од}$ – скрытые теплопоступления от дорожек с подогревом, кДж/ч;

$Q_{пл}$ – скрытые теплопоступления от посетителей бассейна, кДж/ч;

- скрытые теплопоступления от бассейна:

$$Q_6 = M_W^6 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot t_{пов}), \quad (2.13)$$

- скрытые теплопоступления от дорожек с подогревом:

$$Q_{од} = M_W^{од} \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot t_{од}), \quad (2.14)$$

- скрытые теплопоступления от посетителей бассейна:

$$Q_{пл} = N \cdot (q_{п} - q_{я}) \cdot 3,6, \quad (2.15)$$

- отношение тепла и влаги для определения луча процесса:

$$\varepsilon = \frac{\Sigma Q_{п}}{\Sigma M_W^{т.п.}}, \quad (2.16)$$

- влагосодержание наружного воздуха:

$$d_{тп} = 0,622 \cdot \frac{P_{вп} \cdot 1000}{(P_6 - P_{вп})}, \quad (2.17)$$

где $P_{вп}$ – парциальное давление водяного пара в наружном, принимаемое по [1], Па;

P_6 – барометрическое давление, принимаемое по [1], Па.

- воздухообмен по влаге:

$$G_w = \frac{\Sigma M_W^{т.п.}}{d_y - d_{п}}, \quad (2.18)$$

где d_y – влагосодержание удаляемого воздуха, находится по диаграмме, г/кг;

$d_{п}$ – влагосодержание приточного воздуха, находится по диаграмме, г/кг.

- воздухообмен по полному теплу:

$$G = \frac{\Sigma Q_{п}}{I_y - I_{п}}, \quad (2.19)$$

где I_y – энтальпия удаляемого воздуха, находится по диаграмме, кДж/кг;

$I_{п}$ – энтальпия приточного воздуха, находится по диаграмме, кДж/кг.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						16
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

По данным формулам выполним расчет для летнего периода, чтобы определить необходимый воздухообмен.

Определяем теплопоступления от освещения по (2.2):

$$Q_{\text{осв}} = 116 \cdot 1 \cdot 150 \cdot 0,076 = 1322 \text{ Вт.}$$

Найдем теплопоступления от солнечной радиации. Солнечная радиация, поступающая через оконные проемы, будет рассчитана в программе «SunnyRadiation».

Рисунок 3.1 – Исходные данные для расчета теплопоступлений от солнечной радиации через окна на юго-востоке

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						17
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

Рисунок 3.2 – Промежуточный результат для заполнения световых проемов юго-восточного направления

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		18

Рисунок 3.3 – Исходные данные для расчета тепlopоступлений от солнечной радиации через окна на юго-западе

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		19

Рисунок 3.4 – Промежуточный результат для заполнения световых проемов
юго-западного направления

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		20

Рисунок 3.5 – Исходные данные для расчета тепlopоступлений от
солнечной радиации через окна на северо-западе

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		21

Рисунок 3.6 – Промежуточный результат для заполнения световых проемов
северо-западного направления

Для расчета теплоступлений от солнечной радиации, поступающей в
помещение из-за отсутствия чердака, используем формулу:

$$Q_{\text{ср}}^{\text{пок}} = \frac{(t_{\text{ну}} - t_{\text{в}}) \cdot F_{\text{п}}}{R}, \quad (2.20)$$

где R –сопротивление теплопередачи покрытия, $\text{м}^2/\text{°С} \cdot \text{Вт}$;

$t_{\text{в}}$ – температура внутреннего воздуха в верхней зоне помещения, °С ;

$t_{\text{ну}}$ – условная температура наружного воздуха над покрытием, °С ,

вычисляемая по формуле:

$$t_{\text{ну}} = t_{\text{н}} + q_{\text{ср}} \cdot \frac{\rho_{\text{п}}}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (2.21)$$

где $t_{\text{н}}$ – температура наружного воздуха, принимаемая по параметрам Б;

$q_{\text{ср}}$ – среднесуточный тепловой поток на горизонтальную поверхность, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

$\rho_{\text{п}}$ – коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью покрытия,
зависит от материала покрытия;

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		22

α_n – коэффициент теплоотдачи воздуха на наружной поверхности покрытия, определяется по формуле:

$$\alpha_n = 8,7 + 2,6\sqrt{v_n}, \quad (2.23)$$

где v_n – расчетная скорость ветра по параметрам Б.

Таким образом:

$$\begin{aligned} \alpha_n &= 8,7 + 2,6\sqrt{3,7} = 13,7, \\ t_{ny} &= 29 + 330 \cdot \frac{0,65}{13,7} = 45^\circ\text{C}, \\ Q_{\text{ср}}^{\text{пок}} &= \frac{(48 - 28) \cdot 132}{4,3} = 521 \text{ Вт}. \end{aligned}$$

Общая сумма теплопоступлений от солнечной радиации равна 3923 Вт.

Рассчитаем явные теплопоступления от посетителей плавательного бассейна по (2.3):

$$Q_{\text{пл}}^{\text{я}} = 60 \cdot 12 \cdot (1 - 0,33) = 482 \text{ Вт}.$$

Определим теплопоступления от обходных дорожек вокруг бассейна по (2.4):

$$Q_{\text{од}}^{\text{я}} = 10 \cdot 61 \cdot (31 - 27) = 2440 \text{ Вт}.$$

Далее находим теплопотери на нагрев воды в ванне бассейна по (2.5):

$$Q_w = 4 \cdot 51 \cdot (27 - 25) = 408 \text{ Вт}.$$

Таким образом, избытки явного тепла равны по (2.1):

$$\Sigma Q_{\text{я}} = 3923 + 482 + 2440 - 408 = 6437 \text{ Вт}.$$

Влаговыделения от пловцов по формуле (2.8):

$$M_W^{\text{пл}} = 200 \cdot 12 \cdot (1 - 0,33)/1000 = 1,6 \text{ кг/ч}.$$

Находим поступление влаги с поверхности бассейна по (2.10) и (2.9):

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{исп}} &= 19 \cdot 0,2 + 25 = 28,8, \\ M_W^{\text{б}} &= \frac{1,5 \cdot (20 - 14,5) \cdot 51 \cdot 28,8}{1000} = 12 \text{ кг/ч}. \end{aligned}$$

Далее поступление влаги с обходных дорожек по (2.10) равно:

$$M_W^{\text{од}} = 6,1 \cdot (27 - 22) \cdot 61 \cdot \frac{0,45}{1000} = 0,84 \text{ кг/ч}.$$

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		23

Таким образом суммарные поступления влаги по (2.7):

$$\Sigma M_{W}^{т.п.} = 12 + 0,84 + 1,6 = 14,44 \text{ кг/ч.}$$

Скрытые теплопоступления от бассейна по (2.13):

$$Q_{б} = (2501,3 - 2,39 \cdot 25) \cdot 12 = 29\,299 \text{ Дж/ч.}$$

Находим скрытые теплопоступления от дорожек с подогревом по (2.14):

$$Q_{од} = (2501,3 - 2,39 \cdot 31) \cdot 0,84 = 2039 \text{ Дж/ч.}$$

Скрытые теплопоступления от посетителей бассейна по (2.15):

$$Q_{пл}^{скр} = (145 - 55) \cdot 3,6 \cdot 12 = 3\,888 \text{ Дж/ч.}$$

Таким образом по (2.12) полное тепло:

$$\Sigma Q_{п} = 29\,299 + 2039 + 3\,888 + 3,6 \cdot 6437 = 58\,399 \text{ кДж/ч.}$$

Далее для расчетов будет необходимо построить процесс на id диаграмме. Для этого нужно будет вычислить отношение тепла и влаги для построения луча процесса. Нанести на диаграмму точку В (параметры внутреннего воздуха) по температуре и относительной влажности и провести через нее найденный показатель энтальпии.

Вычисляется влагосодержание наружного воздуха. Ставится точка Н (параметры наружного воздуха) на пересечении найденного влагосодержания и температуры наружного воздуха в теплый период.

На луче процесса, проведенного через точку В и пересеченного постоянной влагосодержания наружного воздуха, ставится точка П (параметры приточного воздуха).

Луч процесса и пересечение постоянной, показателя температуры удаляемого воздуха, дадут точку У (параметры удаляемого воздуха).

Находим отношение тепла и влаги для определения луча процесса по (2.16):

$$\varepsilon = \frac{58\,399}{14,44} = 4044 \text{ Дж/кг.}$$

Далее влагосодержание наружного воздуха (2.17):

$$d_{тп} = \frac{0,622 \cdot 1980 \cdot 1000}{(101700 - 1980)} = 12,38 \text{ г/кг.}$$

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						24
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

Воздухообмен по влаге найдется (2.18) как:

$$G_w = \frac{14440}{15,2 - 12,4} = 5157 \text{ кг/ч.}$$

Таким образом воздухообмен по полному теплу будет равен:

$$G_{ТП} = \frac{58399}{66,8 - 56} = 5407 \text{ кг/ч,}$$

$$G_{ТП} = 5407 \text{ кг/ч} = L = 4506 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Нормативный воздухообмен на человека рассчитывается как:

$$L_n = 12 \cdot 80 = 960 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

За расчетное количество воздуха принимается $L = 4506 \text{ м}^3/\text{ч}$. Наружный воздух необходимо будет охладить в секции приточной установки до температуры 24,2. Диаграмма в приложении А для теплого периода.

2.1.2 Расчет воздухообмена в холодный период

Расчет воздухообмена в теплый период для помещения бассейна проводится по параметрам Б и по представленным в летнем периоде формулам.

Найдем избытки явного тепла суммарные по формуле (2.1). Так как в холодный период теплоступлений от солнечной радиации нет, то в расчет берем теплоступления от освещения в помещении бассейна, равные теплоступлениям от освещения в летний период:

$$\Sigma Q_{я} = 1332 + 482 + 2440 - 408 = 3846 \text{ Вт.}$$

Поступления влаги с поверхности бассейна в холодный период находятся по формуле (2.9):

$$M_w^6 = \frac{1,5 \cdot 28,8 \cdot (20 - 11,3) \cdot 51}{1000} = 19,2 \text{ кг/ч.}$$

Далее находим количество влаги с подогреваемых дорожек по формуле (2.11):

$$M_w^{од} = 6,1 \cdot (27 - 19,3) \cdot 61 \cdot 0,45 = 1,3 \text{ кг/ч.}$$

Так как влаговыделения от пловцов в холодный и теплый период можно считать одинаковым, то суммарные влагопоступления по формуле (2.7) будут равны:

$$\Sigma M_w^{х.п.} = 1,3 + 19,2 + 1,6 = 22,1 \text{ кг/ч.}$$

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		25

Скрытые теплопоступления от бассейна в зимний период по (2.13):

$$Q_{\text{б}} = (2501,3 - 2,39 \cdot 25) \cdot 19,2 = 46\,878 \text{ Дж/ч.}$$

Найдем теплопоступления от подогреваемых дорожек по (2.14):

$$Q_{\text{од}} = (2501,3 - 2,39 \cdot 31) \cdot 1,3 = 3155 \text{ Дж/ч.}$$

Тогда полное скрытое тепло по формуле (2.15):

$$\Sigma Q_{\text{п}} = 46\,878 + 3155 + 3888 + 3,6 \cdot 3846 = 66767 \text{ кДж/ч.}$$

Как и в теплый период, для холодного строится процесс на *id* диаграмме. Для этого ставится точка В (параметр внутреннего воздуха) по относительной влажности в холодный период внутри помещения и температуре внутреннего воздуха.

По формуле находится значение луча процесса. Он проводится через точку В.

Ставится точка Н (параметр наружного воздуха) по найденному влагосодержанию наружного воздуха и температуре.

На пересечении луча энтальпии и постоянной влагосодержания наружного воздуха ставится точка К (параметр воздуха после калорифера).

Для построения графика определим луч процесса по (2.16):

$$\varepsilon = \frac{66767}{22,1} = 3066 \text{ Дж/кг.}$$

Количество влаги в наружном воздухе в холодный период по (2.17):

$$d_{\text{тп}} = \frac{0,622 \cdot 530 \cdot 1000}{(101700 - 530)} = 3,25 \text{ г/кг.}$$

Строим график процесса на *id* диаграмме, прилагаемый к проекту.

Для экономии в зимний период предусматриваем рециркуляцию воздуха. В холодный период года градиент находится по формуле:

$$\Delta d_{\text{рз}} = d_{\text{рз}} - d_{\text{тп}}, \quad (2.20)$$

Тогда, по (2.20) находим:

$$\Delta d_{\text{рз}} = 14,4 - 12,4 = 2 \text{ г/кг.}$$

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		26

Далее рассчитываем количество влаги, содержащейся в воздухе в холодный период года:

$$d_{\text{см}} = d_{\text{рз}} - \Delta d_{\text{рз}}, \quad (2.21)$$

По (2.21) находим:

$$d_{\text{см}} = 11 - 2 = 9 \text{ г/кг.}$$

По следующей формуле определяем влагосодержание воздуха, удаляемого из помещения бассейна:

$$d_l = \frac{\Sigma M \cdot 1000}{G_{\text{ТП}}} + d_{\text{см}}. \quad (2.22)$$

Находим по (2.22):

$$d_l = \frac{22,1 \cdot 1000}{4506} + 9 = 13,9 \text{ г/кг.}$$

Количество приточного воздуха в зимний период находим по формуле:

$$G^{\text{ХП}} = G^{\text{ТП}} \cdot \frac{d_y - d_{\text{см}}}{d_y - d_{\text{ТП}}}. \quad (2.23)$$

Приточный воздух по (2.32) будет равен:

$$G^{\text{ХП}} = G^{\text{ТП}} \cdot \frac{13,9 - 9}{13,9 - 3,25} = 2073 \text{ кг/ч}$$

В качестве расчетного воздухообмена принимаем воздухообмен в летний период $L = 4506 \text{ м}^3/\text{ч}$. Диаграмма для холодного периода в приложении Б.

2.2 Расчет воздухообмена для помещений

Воздухообмен помещений, в которых нет больших выделений влаги и тепла, рассчитывается исходя из нормативной кратности, прописанной в документах [10], [11], [12] с применением формулы:

$$L = V_{\text{п}} \cdot n \quad (2.24)$$

где $V_{\text{п}}$ – объем помещения, м³;

n – нормируемая кратность воздухообмена, ч⁻¹.

В качестве примера для расчета рассмотрим одно из помещений входной группы бизнес-центра – ресепшн. В этом помещении предусмотрено постоянное пребывание персонала и большая проходимость людей – гостей комплекса.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						27
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

Поэтому нормативная кратность для вытяжки в этом помещении $n=2,5 \text{ ч}^{-1}$, кратность притока $n=3 \text{ ч}^{-1}$.

Объем помещения 76 м^3 .

Тогда воздухообмен по формуле (2.24):

$$L_{\text{выт}} = 76 \cdot 2,5 = 190 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{\text{пр}} = 76 \cdot 3 = 228 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В качестве систем, обслуживающих данные помещения выбраны: вытяжная система – В4, приточная – ПЗ.

Таким же образом рассчитываются все остальные помещения. Все помещения и обслуживающие их системы так же указываются.

В коридоры подается или удаляется количество воздуха, необходимое для баланса между объемами притока и вытяжки, поэтому в таблицу заносится только объем воздуха.

Все расчеты по помещениям сведены и представлены в таблице.

Таблица 2.1 – Воздухообмен помещений

№ пом.	Наименование	V пом., м3/ч	Кратность, n		Воздухообмен L, м3/ч		Обслуж. система
			приток	вытяжка	приток	вытяжка	
1	2	3	4	5	6	7	8
101	Тамбур	16	-	-	-	-	-
102	Вестибюль	295	2	-	590	-	ПЗ
103	Ресепшн	76	3	2,5	228	190	ПЗ/В4
104	Сейфовая	23	-	1,5	-	35	В4
105	Пост охраны	58	2	3	116	174	ПЗ/В4
106	Гардероб	72	-	2	-	144	В4
107	С/у м	20	-	100 на кабину	-	200	В7.2
108	С/у ж	28	-	100 на кабину	-	200	В7.2
109	Коридор	53	-	-	180	-	П5
110	Пом. персонала	15	-	2	-	30	В4
111	Парикмахерская	108	2	3	216	324	ПЗ/В4
112							
113	Процедурная	26	4	5	104	130	П5/В6

Продолжение таблицы 2.1

114	Раздевалка ж	50	2,5	-	125	-	П5
115	Раздевалка м	50	2,5	-	125	-	П5
116	С/у ж	7	-	100 на кабину	-	80	В7.1
117	С/у м	7	-	100 на кабину	-	80	В7.1
118	Сауна	34	-	5	-	170	ВЕ2
119	Хамам	34	-	5	-	170	ВЕ1
120	Комната отдыха	60	3	3	180	180	П5/В6
121	Коридор	66	-	-	450	-	П5
122	Пом. персонала	38	3	2	114	76	П5/В6
123	Медпункт	38	2	1,5	76	57	П5/В6
124	Процедурная	14	4	5	56	70	П5/В6
125	Инвентарная	14	-	1	-	14	В6
126	Душ м	24	5	10	120	240	П5/В7.1
127	Душ ж	24	5	10	120	240	П5/В7.1
128	Зал спортивный	97	80 на чел-ка	80 на чел-ка	640	640	П5/В6
129	Бассейн	486	-	-	-	4506	П4/В5
130	Парогенераторная	21	-	1	-	21	В6
131	Кладовая	12	-	1	-	12	В8
132	Пом.для инвентаря	12	-	1,5	-	18	В8
133	Пом.персонала	34	2	3	68	102	П5/В6
134	Коридор	42	-	-	-	200	В8
135	Склад моющих ср-в	11	-	2	-	22	В8
136	Пом. для гр. белья	38	3,5	4,5	133	171	П5/В8
137	Венткамера	114	2	-	228	-	
138	Пом.для сушки белья	77	4	5	308	385	П5/В8
139	Пом.для стирки белья	116	6	7	696	812	П5/В8
140	Электрощитовая	42	-	1	-	42	ВЕ3
141	Пом. персонала	33	2	3	66	99	П5/В4
142	Пом.для убор.инвент.	11	-	1,5	-	16,5	В8
143	С/у	10	-	80 на кабину	-	80	В7.1
144	Коридор	26	-	-	60	-	П5
145	Коридор	38	-	-	70	-	П5
146	Кладовая	48	-	1,5	-	72	В4
147	Конф.холл и обед.зона	288	30 на чел-ка	30 на чел-ка	3000	3000	П3/В4
148	Кладовая холла	48	-	1,5	-	72	В4
149	Коридор	38	-	-	70	-	П3
150	Зал для переговоров	42	30 на чел-ка	30 на чел-ка	3000	3000	П3/В4
151	Зал для переговоров	42	30 на чел-ка	30 на чел-ка	3000	3000	П3/В4

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата

08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР

Лист.

29

Окончание таблицы 2.1

152	Коридор	30	-	-	-	-	-
153	Зал для конференций	334	30 на чел-ка	30 на чел-ка	3000	3000	П1/В1
154	Пом.охл.продуктов	100	-	-	-	-	-
155	Склад овощей	35	-	2	-	70	В2
156	Пом.обслуж.персон.	17	4	6	68	102	П2/В2
157	Склад сухих продуктов	21	-	1	-	21	В2
158	Склад алкоголя	21	-	1	-	21	В2
159	Коридор	121	-	-	780	-	П2
160	С/у	11	-	80 на кабину	-	80	В7.2
161	Пом.резки хлеба	14	1	1	14	14	П2/В2
162	Пом.склада белья	14	1	2	14	28	П2/В2
163	Буфет	20	30 на чел-ка	30 на чел-ка	150	150	П2/В2
164	Раздаточная	41	-	-	-	-	-
165	Склад посуды	8	1	1	8	8	П2/В2
166	Моечная	27	4	6	108	162	П2/В2
167	Тамбур	8	-	-	-	-	-
168	Горячий цех	61	-	-	2200	2500	П2/В2
169	Цех доготовки	30	3	4	90	120	П2/В2
170	Холодный цех	28	3	4	84	112	П2/В2
171	Моечная	21	4	6	84	126	П2/В2
172	Пом. персонала	25	4	6	100	150	П2/В2
173	Венткамера	40	2	-	80	-	П2
174	Зал ресторана на 80 ч.	483	30 на чел-ка	30 на чел-ка	2400	2400	П2/В3
200	Венткамера	63	2	-	126	-	П3

3 КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СИСТЕМАМ ВЕНТИЛЯЦИИ

В здании по проекту предусмотрены местная вытяжная вентиляция с механическим побуждением, вентиляция естественная и общеобменная приточно-вытяжная.

В помещениях с большим пребываем людей (таких как, например, входная группа) для создания комфортных условий во время раздачи воздуха с верхней зоны, устанавливаются решетки типа DLQ-АК-3. В помещениях меньшей площади устанавливаются решетки ДПУ-М и АМР фирмы «Арктика».

Для данного бизнес-центра было запроектировано 3 естественных вентиляции, 5 приточных и 9 вытяжных систем. Естественные вытяжки обслуживают помещения электрощитовой, сауны и хахама. Вытяжная система с искусственным побуждением предназначена для помещений залов переговорных, для всех помещений кухни, зала ресторана, отдельная система для помещения бассейна, душевых и санузлов:

- П1 – обслуживает зал для проведения конференций;
- П2 – обслуживает помещения для персонала, помещения для резки хлеба, помещение склада белья, буфет, склад посуды, горячий цех, цех доготовки, холодный цех, моечную, зал ресторана;
- П3 – обслуживает вестибюль, ресепшн, пост охраны, парикмахерскую, зал для проведения конференций с обеденной зоной, венткамеру;
- П4 – обслуживает бассейн;
- П5 - обслуживает процедурный кабинет, помещения персонала, медпункт, спортивный зал, помещения для склада и глажки белья;
- В1 – обслуживает помещение для проведения конференций;
- В2 – обслуживает складские помещения посуды, овощей, моечную, цех доготовки, холодный цех, буфет, помещения для резки хлеба, моечную;
- В3 – обслуживает зал ресторана;
- В4 – обслуживает ресепшн, помещение сейфовой, помещения персонала, парикмахерскую, кладовые, зал для проведения конференций с обеденной зоной, залы для проведения переговоров;

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		31

- В5 – обслуживает бассейн;
- В6 – обслуживает помещение процедурной, комнаты отдыха. Помещения персонала, медпункт, процедурный кабинет медпункта, инвентарную, спортивный зал;
- В7.1 – обслуживает санузлы и душевые;
- В7.2 – обслуживает санузлы и душевые;
- В8 – обслуживает кладовые, помещения для инвентаря, склад моющих средств, помещение для сушки белья.
- ВЕ1 – обслуживает помещения хамама;
- ВЕ2 – обслуживает помещения сауны;
- ВЕ3 – обслуживает помещения электрощитовой.

Для организации воздухообмена запроектированы воздуховоды круглого и прямоугольного сечения из оцинкованной стали. Для всех помещений транзитные участки воздуховодов из оцинкованной стали выполняют с классом герметичности В и толщиной стенки 0,8 мм, для всех остальных воздуховодов применим класс А. Для помещения бассейна следует применить воздуховод из коррозионно-стойкого металла с толщиной 0,8 мм и классом герметичности В. Такое применение обосновано повышенной влажностью.

В качестве приточных установок выбраны установки фирмы «ВЕЗА». В их состав подобраны фильтры, гибкие вставки, утепленные клапана, водяные калориферы и вентиляторы.

В состав приточной установки для бассейна П4 устанавливается в комплект воздухоохладитель жидкостный. Это делается для того, чтобы снизить температуру приточного воздуха в летний период до расчетной температуры. Воздухоохладитель устанавливается в общий комплект приточной установки и отключается с помощью пульта автоматики в холодный период года. В зимний период года подключается калорифер, для обслуживания помещения в стандартном режиме.

Приточные и вытяжные установки могут быть источниками шума, несмотря на то, что при проектировании их стараются располагать вдали от помещений с

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						32
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

постоянным пребыванием людей. Это может служить причиной снижения работоспособности людей и ухудшения их самочувствия. Чтобы предотвратить это, для всех установок в приложении подбираются шумоглушители, для исключения шума от вибраций – гибкие вставки между конструктивными частями систем.

В случае если шумоглушителей у оборудования недостаточно, можно применить канальные шумоглушители на воздуховодах большого диаметра около участков разветвления.

Все вытяжное оборудование устанавливается под подшивным потолком и крепится на металлические крепления.

Выброс воздуха организован через кровлю, на 1 метр выше отметки нуля кровли. Для предотвращения замерзания вытяжной системы из-за оледенения конденсата на стенках воздуховодов, их необходимо утеплить. В качестве утеплителя может быть использована теплоизоляция ROCKWOLL, состоящие из каменной ваты с нанесением слоя из алюминиевой армированной фольги. Такой состав теплоизоляции упрощает монтаж и позволит избежать замерзания конденсата.

На кровле на всех выходящих воздуховодах вытяжной естественной и искусственной вентиляции устанавливаются дефлекторы или турбодефлекторы для увеличения эффективности систем и предотвращения попадания внутрь воздуховодов различных помех.

Во избежание опрокидывания систем, которые могут быть связаны с различными факторами, в вытяжных воздуховодах рекомендуется к установке обратные клапана металлического исполнения. Применение данных клапанов позволит минимизировать обратную тягу, которая может нарушить нормативный воздухообмен помещений и повредить части вытяжного оборудования.

Для приточных систем П4 и П5 организована воздухозаборная шахта в помещении венткамеры. Воздухозаборная шахта позволяет подготовить воздух перед его непосредственным забором приточными установками, и уменьшить количество отверстий в фасаде здания. На фасаде здания устанавливается решетка

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						33
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

АРН 900х900 для забора воздуха в шахту. Для предотвращения попадания в систему различных крупных загрязнений, вместе с решеткой монтируется сетка с ячейкой 10х10 мм.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						34
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

4 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

4.1 Подбор воздухораспределителей

При подборе воздухораспределителей должны соблюдаться следующие требования:

- скорость на выходе из воздухораспределителя не должна превышать 3 м/с;
- один воздухораспределитель должен обслуживать не более 36 м² площади данного помещения.

Подбор воздухораспределителей осуществляется следующим образом.

Определяется требуемая площадь воздухораспределителей:

$$F_s = \frac{L_p}{v_p \cdot 3600}, \quad (4.1)$$

где L_p – расчетный воздухообмен в помещении, м³/ч;

v_p – рекомендуемая скорость, принимается равной в диапазоне 1-3 м/с.

Следующим действием является определение минимального количества воздухораспределителей по формуле:

$$N = \frac{F_{\text{пом}}}{36}, \quad (4.2)$$

где $F_{\text{пом}}$ – площадь помещения, в котором необходимо установить решетки, м².

Находим площадь одного воздухораспределителя:

$$F = \frac{F_s}{N}, \quad (4.3)$$

где F_s – суммарная требуемая площадь решеток, м².

Исходя из полученного значения площади одного воздухораспределителя подбираем наиболее подходящий по площади живого сечения F_0 воздухораспределитель из каталога.

После подбора определяем фактическую скорость в воздухораспределителе, которая не должна превышать 3м/с:

$$v_{\phi} = \frac{L_p}{3600 \cdot N \cdot F_{\text{ж.с}}}, \quad (4.4)$$

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						35
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

где $F_{ж.с}$ – площадь живого сечения решетки, $м^2$.

Для примера подберем воздухораспределительные решетки для помещения бассейна.

Определим общую площадь:

$$F_s = \frac{4506}{3 \cdot 3600} = 0,417 \text{ м}^2.$$

Найдем количество решеток:

$$N = \frac{112}{36} = 3,11 \text{ шт.}$$

Принимаем 4 решетки для установки в помещении.

Требуемая суммарная площадь одной решетки:

$$F = \frac{0,417}{4} = 0,104 \text{ м}^2.$$

По каталогу фирмы Арктика принимаем решетку АМР 500х300 с $F_0 = 0,142 \text{ м}^2$ и $F_{ж.с} = 0,114 \text{ м}^2$.

Рассчитывается фактическая скорость на выходе из решетки:

$$v_\phi = \frac{4506}{3600 \cdot 4 \cdot 0.114} = 2,7 \text{ м/с.}$$

Это соответствует требуемой скорости. Остальные решетки подобраны аналогичным образом.

4.2 Аэродинамический расчет системы вентиляции П2

Фактическая скорость движения воздуха в воздуховоде на расчетном участке:

$$v_\phi = \frac{L}{3600 \cdot a \cdot b}, \quad (4.5)$$

где L – объемный расход приточного или вытяжного воздуха на расчетном участке, $м^3/ч$;

a, b – геометрические размеры воздуховода, $мм$.

По размерам воздуховодов рассчитывается эквивалентный диаметр:

$$d_{\text{экв}} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b}, \quad (4.6)$$

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						36
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

Далее определяются удельные потери давления на трение:

$$R = 0,066 \cdot \left(0,0001 + \frac{0,0010676}{v_{\phi}} \right)^{0,25} \cdot \frac{v_{\phi}^2}{d_{\text{ЭКВ}}^{1,25}} \quad (4.7)$$

где ρ – плотность воздуха при данных параметрах состояния, кг/м³.

Потери давления на трение:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \cdot l, \quad (4.8)$$

где l – длина участка воздуховода, м.

Потери давления на местные сопротивления:

$$\Delta P_{\text{мс}} = \Sigma \zeta \cdot P_{\text{д}}, \quad (4.9)$$

где $P_{\text{д}}$ – динамическое давление воздуха на участке воздуховода, Па. Определяется по формуле (4.10);

$\Sigma \zeta$ – сумма коэффициентов потерь на местные сопротивления на данном участке сети.

Динамическое давления воздуха на участке:

$$P_{\text{д}} = \frac{\rho \cdot v_{\phi}^2}{2}, \quad (4.10)$$

Суммарные потери давления на расчетном участке:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{мс}}. \quad (4.11)$$

В качестве примера рассмотрен расчет систем П2 и В2.

Расход воздуха на первом участке расчетной системы П2 составляет 707 м³/ч.

Длина данного участка 1,2 м.

По формуле (4.5) выполняем расчет фактической скорости движения воздуха в воздуховоде:

$$v_{\phi} = \frac{707}{3600 \cdot 0,4 \cdot 0,4} = 1,2 \text{ м/с.}$$

Определяем диаметр эквивалентный по формуле (4.6):

$$d_{\text{ЭКВ}} = \frac{2 \cdot 0,4 \cdot 0,4}{0,4 + 0,4} = 0,4 \text{ м.}$$

Далее находим удельные потери давления на трение из формулы (4.7):

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						37
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

$$R = 0,066 \cdot \left(0,0001 + \frac{0,0010676}{1,2} \right)^{0,25} \cdot \frac{1,2^2}{0,4^{1,25}} = 0,05 \text{ Па/м.}$$

Линейные потери давления на трение по формуле (4.8):

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,05 \cdot 1,22 = 0,06 \text{ Па}$$

Для расчета необходимо указать все местные сопротивления на первом участке расчетного направления:

- отвод 90° 1 шт, ($\zeta = 0,37$);
- решетка воздухораспределительная АМР 400x300, (потери давления взяты из документации с сайта производителя решеток «Арктика»).

По формуле (4.10) рассчитывается динамическое давление в системе на данном участке воздуховода:

$$P_{\text{д}} = \frac{1,2 \cdot 1,2^2}{2} = 0,87 \text{ Па.}$$

Суммарные потери давления на местные сопротивления найдем по формуле (4.9):

$$\Delta P_{\text{мс}} = 11 + 0,87 \cdot 0,37 = 11,3 \text{ Па}$$

Потери давления суммарные на расчетном участке находятся по формуле (4.11):

$$\Delta P = 0,87 + 11,3 = 12,7 \text{ Па.}$$

Потери давления на основном направлении системы П2 равны 163 Па.

4.3 Невязка основного направления и ответвления системы П2

$$H = \frac{\Delta P_{\text{маг}} - \Delta P_{\text{отв}}}{\Delta P_{\text{маг}}} \cdot 100\% \quad (4.12)$$

где $\Delta P_{\text{маг}}$ – потери давления на основном участке расчетном, Па;

$\Delta P_{\text{отв}}$ – потери давления на ответвленном от основного участке сети воздуховода, рассматриваемый участок, Па.

Для того, чтобы необходимое количество воздуха поступило в помещение, куда ведет ответвленный воздуховод, должна быть выполнена увязка системы, которая в конечном итоге меньше 10 %. По формуле (4.12) рассчитываем невязку:

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						38
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

$$H = \frac{163 - 25}{163} \cdot 100\% = 85\% > 10\%.$$

В случае если увязка больше 10%, то на участке сети устанавливается элемент с дополнительным сопротивлением, например, шибер.

Расчетная схема П2 представлена на рисунке ниже.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						39
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

4.4 Аэродинамический расчет системы вентиляции В2

В качестве примера расчета вытяжной системы рассмотрим В2.

Расход воздуха на первом участке расчетной системы В2 составляет 20 м³/ч.

Длина данного участка 0,4 м.

По формуле (4.5) выполняем расчет фактической скорости движения воздуха в воздуховоде:

$$v_{\phi} = \frac{20}{3600 \cdot 0,1 \cdot 0,1} = 0,5 \text{ м/с.}$$

Определяем диаметр эквивалентный по формуле (4.6):

$$d_{\text{экв}} = \frac{2 \cdot 0,1 \cdot 0,1}{0,1 + 0,1} = 0,1 \text{ м.}$$

Далее находим удельные потери давления на трение из формулы (4.7):

$$R = 0,066 \cdot \left(0,0001 + \frac{0,0010676}{0,5} \right)^{0,25} \cdot \frac{0,5^2}{0,1^{1,25}} = 0,15 \text{ Па/м.}$$

Линейные потери давления на трение по формуле (4.8):

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,15 \cdot 0,4 = 0,06 \text{ Па}$$

Для расчета необходимо указать все местные сопротивления на первом участке расчетного направления:

- отвод 90° 1 шт, ($\zeta = 0,35$);
- диффузор ДПУ-М 100 1,5 Па, (потери давления взяты из документации с сайта производителя решеток «Арктика»);
- дроссель клапан ($\zeta = 0,04$).

По формуле (4.10) рассчитывается динамическое давление в системе на данном участке воздуховода:

$$P_{\text{д}} = \frac{1,2 \cdot 0,5^2}{2} = 0,29 \text{ Па.}$$

Суммарные потери давления на местные сопротивления найдем по формуле (4.9):

$$\Delta P_{\text{мс}} = 1,5 + 0,29 \cdot 0,37 = 1,6 \text{ Па}$$

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		41

Потери давления суммарные на расчетном участке находятся по формуле (4.11):

$$\Delta P = 1,6 + 0,06 = 1,8 \text{ Па.}$$

Потери давления на основном направлении системы В2 равны 75 Па.

4.5 Невязка основного направления и ответвления системы В2

Как и в случае с приточной системой, для того, чтобы необходимое количество воздуха поступило в помещение, куда ведет ответвленный воздуховод, должна быть выполнена увязка системы, которая в конечном итоге меньше 10 %. По формуле (4.12) рассчитываем невязку:

$$H = \frac{75 - 30}{75} \cdot 100\% = 60\% > 10\%.$$

В случае если увязка больше 10%, то на участке сети устанавливается элемент с дополнительным сопротивлением, например, шибер.

Расчетная схема представлена на рисунке ниже.

Суммы коэффициентов потерь на местные сопротивления на участках сети систем приведены в приложении В и Г. Расчет аэродинамический сведен в таблицы и представлен в приложении Д и Е.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						42
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

5 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Подбор оборудования осуществляется в программе от фирмы ВЕЗА - «VESA - canal». После расчета аэродинамики и воздухообмена были определены основные показатели для подбора приточно-вытяжного оборудования. Для удобства подбора воздухообмен округлен до целых.

Таблица 5.1 – Параметры систем для подбора

№	Температура притока, тп, °С		Расход воздуха L, м³/ч	Расход воздуха округленный, L, м³/ч	Потери давления в сети, P, Па
	ТП	ХП			
B1	-	-	2723	3000	100
B2	-	-	3630	3700	75
B3	-	-	2190	2300	100
B4	-	-	4760	4800	200
B5	-	-	3850	3900	100
B6	-	-	1235	1300	100
B7.1	-	-	735	750	100
B7.2	-	-	460	500	50
B8	-	-	1480	1500	100
П1	29	20	2934	3000	100
П2	29	20	5970	6000	170
П3	29	20	4930	5000	200
П4	24,2	20	4506	4500	100
П5	29	20	4235	4300	200

5.1 Подбор приточной установки П1

Произведем подбор приточной установки П1 для вентиляции помещений.

Расход воздуха через данную установку, включая запас, составляет 3000 м³/ч.

Потери давления на этом направлении по расчетам составили 100 Па.

Для подбора требуются следующие элементы: воздушный клапан, фильтр, воздухонагреватель, шумоглушитель и вентилятор.

Подбор данного оборудования будет произведен в приложении «VESA-canal» и составляет:

-клапан утепленный воздушный Канал-Герметик-С;

-фильтр прямоугольный канальный Канал ФКП панельный;

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						44
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

- воздухонагреватель канальный водяной Канал-КВН;
- вентилятор канальный прямоугольный Канал-ПКВ;
- шумоглушитель канальный пластинчатый Канал-ГКП;

Подбор вентилятора осуществляется путем суммирования потерь на всех элементах.

Суммарные потери давления:

$$\Delta P_{\text{сум}} = \Delta P_{\text{сети}} + \Delta P_{\text{кал}} + \Delta P_{\text{кл}} + \Delta P_{\text{ш}} + \Delta P_{\text{ф}}, \quad (5.1)$$

где $\Delta P_{\text{сети}}$ – потери давления в воздуховодах, Па;

$\Delta P_{\text{кал}}$ – потери давления на калорифере, Па

$\Delta P_{\text{кл}}$ – потери давления на клапане воздушном, Па;

$\Delta P_{\text{ш}}$ – потери давления на шумоглушителе, Па;

$\Delta P_{\text{ф}}$ – потери давления на фильтре, Па.

$$\Delta P_{\text{сум}} = 100 + 7,9 + 136,4 + 114,1 + 33 = 391,4 \text{ Па}$$

Подобран вентилятор Канал-ПКВ-60-35-4-380.

5.2 Подбор вытяжной установки В1

Подбор вытяжной установки В1.

Произведем подбор приточной установки В1 для вентиляции помещений.

Расход воздуха через данную установку, включая запас, составляет 3000 м³/ч.

Потери давления на этом направлении по расчетам составили 100 Па.

Для подбора требуются следующие элементы: клапан, шумоглушитель и вентилятор.

Подбор данного оборудования будет произведен в приложении «VESA-canal» и составляет:

- клапан воздушный Канал-Герметик-П;
- вентилятор канальный прямоугольный Канал-ПКВ;
- шумоглушитель канальный пластинчатый Канал-ГКП;

Подбор вентилятора осуществляется путем суммирования потерь на всех элементах по (5.1).

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						45
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

$$\Delta P_{\text{сум}} = 100 + 42,3 + 9,4 = 151,7 \text{ Па}$$

Подобран вентилятор Канал-ПКВ-60-30-4-380.

Подобранное оборудование указано в приложении Ж.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		46

6 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИТОЧНОЙ УСТАНОВКИ

В данном разделе будет разрабатываться схема автоматизации для оборудования, обслуживающего бизнес-центр, и решаться сразу несколько задач:

- для проекта будет проанализирована схема автоматизации;
- составлен список параметров, которые должны находиться под постоянным контролем обслуживающего персонала;
- на схеме автоматизации необходимо разместить все приборы и датчики в соответствии с нормативными требованиями;
- для всех приборов установить диапазон контролируемых параметров для отслеживания нарушений работы в системе;
- установка средств оповещения о критических неполадках в системе и комплекс средств по предупреждению аварийных ситуаций.

Данный раздел подготовлен на основе пособия «Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования» А.В. Волошенко [7] для приточной установки П1.

6.1 Характеристика регулируемого объекта

Автоматизация приточной установки включает в себя:

- клапан для приема воздуха;
- фильтр канальный прямоугольный (секция для очистки забранного наружного воздуха;
- водяной калорифер для нагрева воздуха;
- вентилятор канальный прямоугольный;
- шумоглушитель канальный пластинчатый.

Целью автоматизации приточной установки является решение следующих задач:

- контроль всех параметров среды;
- сигнализация для предупреждения аварийных ситуаций;
- настройка всех параметров;
- система блокировки.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		47

6.2 Контролируемые параметры

В системе установлены датчики для контроля за следующими показателями:

- работой приемного клапана;
- температурой обратной воды в трубопроводе;
- перепадом давления на фильтре для отслеживания загрязнения;
- работой вентилятора;
- перепадом давления на вентиляторе;
- температурой подаваемого воздуха;
- температурой воздуха после секции калорифера.

Контроль за работой приточной системы осуществляется при помощи следующих элементов системы автоматизации:

Датчики температуры:

- датчик температуры обратной воды (5-1);
- канальный датчик температуры (8-1);
- датчик за контролем температуры после калорифера (6-1).

Приборы, устанавливаемые по месту:

- манометр дифференциальный для слежением за уровнем загрязнения фильтра (2-1);
- манометр дифференциальный для слежения за работой вентилятора.

6.3 Описание работы системы автоматизации

Приборами считывается температура подаваемого в помещения воздуха при помощи (TE 8-1) и на смесительном участке обратного трубопровода настраивается подмес теплоносителя уменьшением или увеличением входного сечения. Настройку производят до тех пор, пока на выходе из системы не будет достигнута нужная температура.

Установка (PDS 7-3) обеспечивает контроль за разностью давлений воздуха до и после вентилятора. Снижение давления в вентиляторе будет означать неполадки внутри системы, что может привести к нарушению воздухообмена в помещениях.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		48

6.4 Защита и блокировка оборудования

В случае, если температура воздуха в воздуховоде после калорифера опустится ниже 10°C, то сработает датчик (TS 6-1), затем (TE 5-1) на обратном трубопроводе теплоносителя. Это приведет к закрытию клапана при срабатывании (HSA 1-3) – приточный воздух перестанет забираться через приемный клапан системы. Далее произойдет максимальное открытие клапана с теплоносителем при помощи датчика (HSA 3-3) и отключение работающего вентилятора от сигнала (HSA 3-3). Температура воды, для срабатывания системы, должна опуститься до 5 °С.

Система автоматически заблокируется если приточный вентилятор не сработал в течении 15 минут, когда из-за отрицательных температур идет подогревание наружного клапана воздухозабора. В системе заложены 2 минуты для прогрева водяного калорифера, при пуске циркуляционного насоса, за счет прогона теплоносителя.

6.5 Сигнализация системы

В системе автоматизации предусмотрен блок сигнализации. Аварийная сигнализация предупреждает о проблемах внутри системы и выводит сигнал на панель управления. Сигнализация технологическая позволяет отслеживать параметры системы и визуализировать их в случае изменения показателей.

Система выведет на панель оповещение если:

- в случае падения температуры включится датчик оповещающий о замораживании системы;
- произойдет закрытие заслонки на приточном клапане;
- упадет давление на вентиляторе (PDS 7-3);
- система считает сигнал о загрязнении фильтра (PDS 2-1);
- произойдет отключение насоса на обратном трубопроводе.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		49

6.6 Защита калорифера от замораживания

Чтобы предотвратить замораживание калорифера, предусмотрен ряд мероприятий.

Через калорифер непрерывно движется теплоноситель, количество которого регулируется при помощи балансировочного клапана, установленного на обратном трубопроводе.

Датчик, устанавливаемый на обратном трубопроводе, (ТЕ 5-1), постоянно считывает температуру проходящего от калорифера теплоносителя. В случае, когда эта температура окажется ниже нормируемой, уйдет сигнал на (HSA 1-3), перекроется подача воздуха. Сигнал запустит насос на полную мощность для увеличения циркуляции теплоносителя в калорифере и (HSA 3-3) увеличит объем подмеса воды до максимума.

6.7 Вывод

Правильно спроектированная система автоматизации позволяет облегчить настройку и работу всей системы. Автоматическое регулирование снижает энергозатраты при эксплуатации оборудования и позволяет увеличить срок его работы.

Таким образом достигается поддержание необходимых параметров воздуха для создания комфортных условий, предупреждение аварийных ситуаций, и блокировку в случае аварии.

Схема автоматизации и спецификация примененного оборудования представлены в графической части проекта.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
						50
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выпускной квалификационной работы является полностью спроектированная приточно-вытяжная система вентиляции бизнес-центра в г. Махачкала.

Целью данной работы была организация необходимых мероприятий и подбор технических устройств для поддержания в помещениях расчетного воздухообмена и создания комфортных условий для посетителей и работников центра. Отдельным пунктом была рассмотрена вентиляция бассейна.

Чтобы решить поставленную задачу:

- были расписаны требования к воздухообмену всех помещений;
- рассчитан воздухообмен объекта внутри бизнес центра с большим выделением тепла и влаги – бассейна, 4500 м³/ч;
- подобраны материалы для воздуховодов приточно-вытяжных установок для бассейна;
- построены графики обработки воздуха внутри приточных установок для теплого и холодного периодов;
- подобраны материалы для воздуховодов приточно-вытяжной вентиляции помещений общего пользования;
- подробно описан конструктив для сбора приточных и вытяжных систем;
- рассчитаны аэродинамические потери в системах вентиляции:
- для помещений, обслуживающих зал ресторана система П2 – 170 Па;
- для помещений, обслуживающих помещения кухни В2 – 75 Па;
- подобраны воздухораспределители нескольких видов для разных типов помещений: АМР, ДПУ-М, АРН, DLQ-АК;
- по результатам расчета проставлены все дроссель-клапаны на планах всех систем вентиляций;
- подобраны все элементы приточно-вытяжных модульных систем вентиляции;
- предложено конструктивное решение по предотвращению опрокидывания систем и недопущения обмерзания системы.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		51

Энергоэффективность в данном проекте достигается за счет использования современных установок, энергосберегающих материалов и применения систем автоматизации.

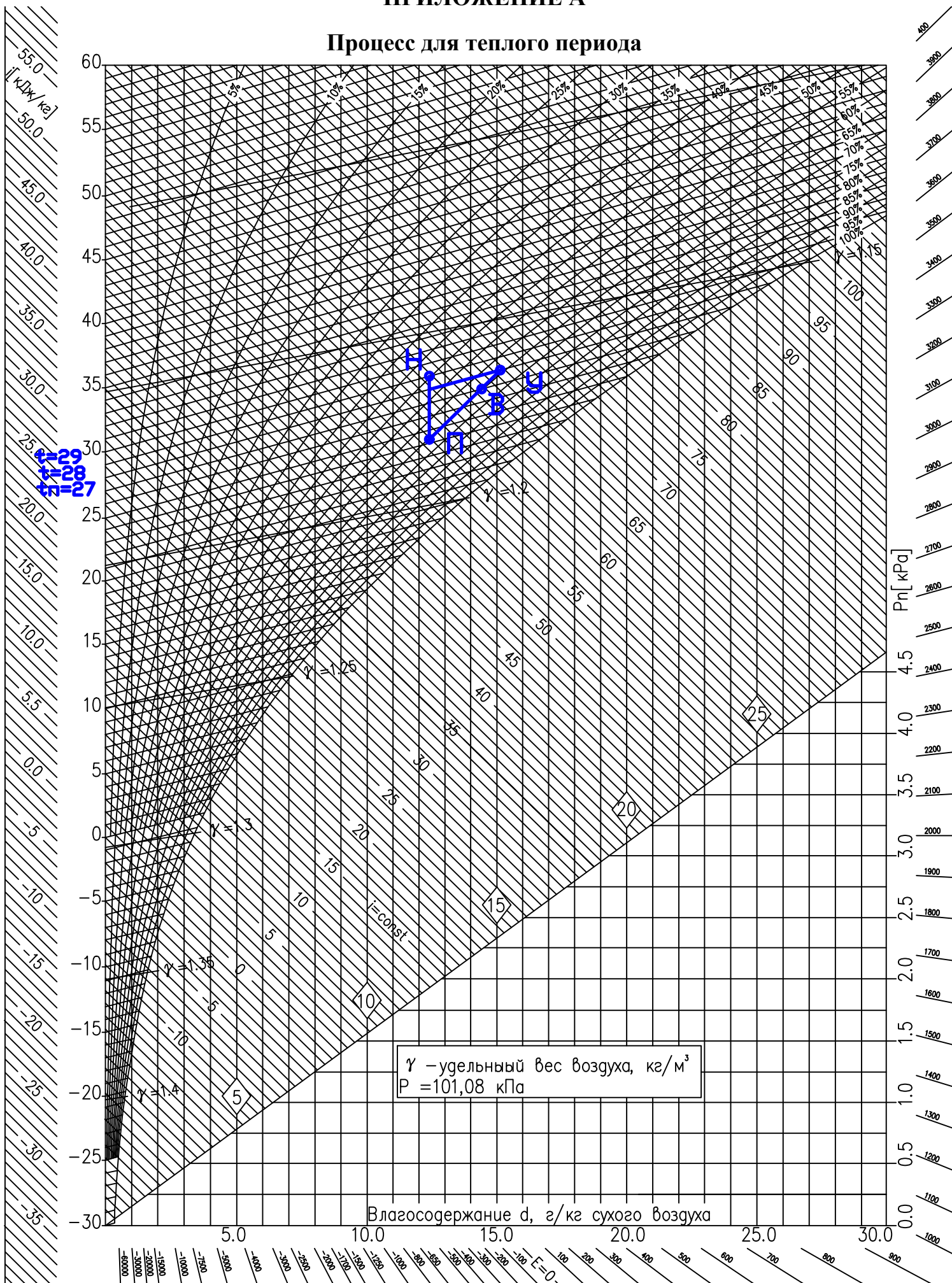
Описанная система автоматизации позволяет регулировать параметры приточных систем в зависимости от изменения наружного воздуха, следить за всеми параметрами, быстро реагировать и устранять различные аварии и неполадки, исключая длительный перерывов в работе установок.

На основе подобранных в данной работе решений возможен монтаж и дальнейшая эксплуатация системы вентиляции в одноэтажном бизнес-центре г. Махачкала.

					08.03.01.2021.305.76 ПЗ ВКР	Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп	Дата		52

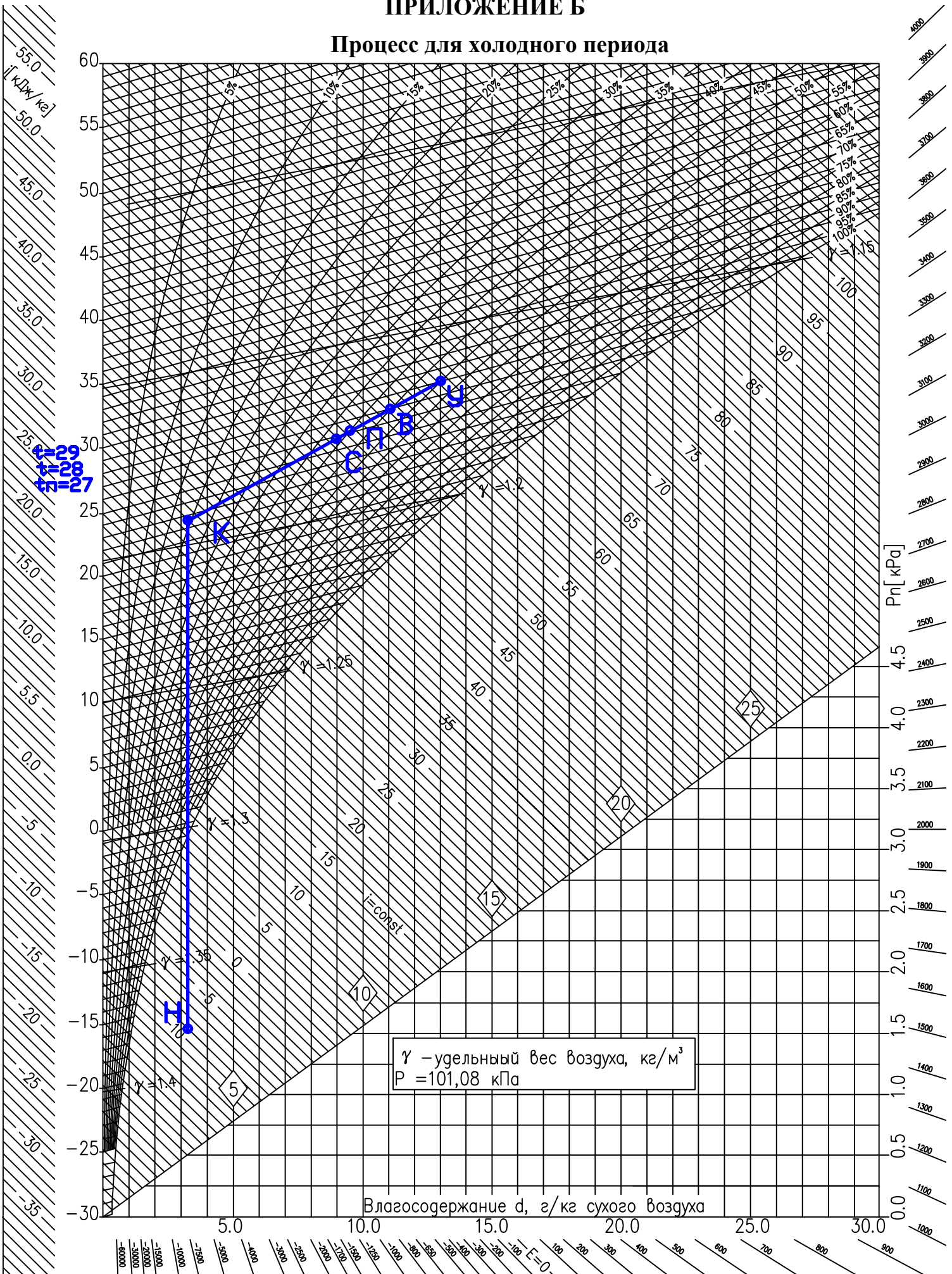
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Процесс для теплого периода



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Процесс для холодного периода



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Результаты расчета сопротивлений системы П2

№ участка	Тип местного сопротивления	Кол-во	ζ	$\Sigma\zeta$
1	2	3	4	5
Магистральная ветвь 1 – 17				
1	Решетка АМР 400х300	1	11*	0,37
	Отвод 90°	1	0,37	
2	Тройник на проход	1	0,34	0,34
3	Тройник на проход	1	0,16	0,16
4	Тройник на проход	1	0,13	0,13
5	Тройник на проход	1	0,19	0,19
6	Тройник на проход	1	0,17	0,17
7	Тройник на проход	1	0,15	0,15
8	Тройник на проход	1	0,18	0,18
9	Тройник на проход	1	0,18	0,59
	Конфузор	1	0,41	
10	Тройник на проход	1	0,26	0,26
11	Тройник на проход	1	0,18	0,18
12	Тройник на проход	1	0,19	0,19
13	Тройник на проход	1	0,18	0,18
14	Тройник на проход	1	0,19	0,19
15	Тройник на разветвление потока	1	1,25	2,02
	Диффузор	1	0,09	
	Конфузор	1	0,19	
	Отвод 90°	1	0,49	
16	Тройник на проход	1	0,19	0,6
	Конфузор	1	0,41	
17	Диффузор	1	0,25	1,41
	Отвод 90°	2	1,16	
	Наружная решетка АРН 900х900	1	28*	28*
Ответвление 18' – 21				
18'	Потолочный диффузор DLQ-АК-3 600х600	1	1,89*	1,89*

Продолжение приложения В

1	2	3	4	5
18	Отвод 90°	1	0,35	0,56
	Переход на круглое сечение меньшего размера	1	0,17	
	Дроссель клапан	1	0,04	
19	Тройник на проход	1	0,34	0,34
20	Тройник на проход	1	0,14	0,14
21	Тройник на ответвление	1	2,23	2,27
	Дроссель клапан	1	0,04	
Ответвление 22' – 23				
22'	Диффузор ДПУ-М 250	1	4*	4*
22	Отвод 90°	1	0,35	0,35
23	Тройник на проход	1	0,34	0,56
	Дроссель клапан	1	0,04	
	Переход на круглое сечение меньшего размера	1	0,18	

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Результаты расчета сопротивлений системы В2

№ участка	Тип местного сопротивления	Кол-во	ζ	$\Sigma\zeta$
1	2	3	4	5
Магистральная ветвь 1' – 11				
1'	Диффузор ДПУ-М 100	1	1,5*	1,5*
1	Отвод 90°	1	0,35	0,39
	Дроссель клапан	1	0,04	
2	Тройник на проход	1	0,43	0,43
3	Тройник на проход	1	0,56	0,56
4	Тройник на проход	1	0,52	0,94
	Переход на прямоугольное сечение большего размера	1	0,42	
5	Тройник на проход	1	1,87	3,5
	Переход на круглое сечение меньшего размера	1	0,23	
	Отвод 90°	4	1,4	
6	Тройник на проход	1	0,67	0,98
	Переход на прямоугольное сечение большего сечения	1	0,31	
7	Тройник на проход	1	0,08	0,08
8	Тройник на проход	1	0,19	0,19
9	Тройник на проход	1	0,17	0,21
	Дроссель клапан	1	0,04	
10	Тройник на слияние	1	1,39	1,64
	Диффузор	1	0,25	
11	Отвод 90°	1	0,62	2,92
	Зонт	1	2,3	
Ответвление 12' – 19				
12'	Диффузор ДПУ-М 160	1	2,5*	2,5*
12	Отвод 90°	1	0,35	0,85
	Дроссель клапан	1	0,04	
	Переход на прямоугольное сечение	1	0,46	
13	Тройник на проход	1	0,76	0,76

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Результаты аэродинамического расчета системы П2

Таблица Д.1 - Расчет системы П2

№ участка	Расход воздуха $L, \text{м}^3/\text{ч}$	Длина участка $l, \text{м}$	Скорость воздуха $v, \text{м/с}$	Размеры сечений воздуховодов					Потери давления на трение		Динамическое давление $P_d, \text{Па}$	Сумма коэф. местных сопротивлений $\Sigma \zeta$	Потери давления, Па		
				$A, \text{м}$	$B, \text{м}$	$d, \text{м}$	$F, \text{м}^2$	$d_{\text{экв}}, \text{м}$	$R, \text{Па/м}$	$\Delta P_{\text{тр}}, \text{Па}$			ΔP_M	Σ	$\Sigma \Delta P$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магистральная ветвь 1 – 17															
1	706,7	1,22	1,2	0,4	0,4	-	0,16	0,4	0,05	0,06	0,87	0,37	11,32	11	11
2	1413,3	0,73	2,5	0,4	0,4	-	0,16	0,4	0,2	0,15	3,79	0,34	1,29	1	12
3	1523,3	0,48	2,6	0,4	0,4	-	0,16	0,4	0,22	0,11	4,10	0,16	0,66	1	13
4	2230	1,68	3,9	0,4	0,4	-	0,16	0,4	0,44	0,74	9,22	0,13	1,2	2	15
5	2240	2,13	3,9	0,4	0,4	-	0,16	0,4	0,44	0,94	9,22	0,19	1,75	3	18
6	2330	1,66	4,0	0,4	0,4	-	0,16	0,4	0,46	0,76	9,70	0,17	1,65	2	20
7	2590	1,67	4,5	0,4	0,4	-	0,16	0,4	0,58	0,97	12,28	0,15	1,84	3	23
8	2670	0,88	4,6	0,4	0,4	-	0,16	0,4	0,58	0,51	12,83	0,18	2,31	3	26
9	2750	1,8	4,8	0,4	0,4	-	0,16	0,4	0,63	1,13	13,97	0,59	8,24	9	35

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10	5070	0,85	3,9	0,6	0,6	-	0,36	0,6	0,26	0,22	9,22	0,26	2,4	3	38
11	5220	0,95	4,0	0,6	0,6	-	0,36	0,6	0,27	0,26	9,70	0,18	1,75	2	40
12	5230	0,33	4,0	0,6	0,6	-	0,36	0,6	0,27	0,09	9,70	0,19	1,84	2	42
13	5330	1,75	4,1	0,6	0,6	-	0,36	0,6	0,29	0,51	10,20	0,18	1,84	2	44
14	5340	0,8	4,1	0,6	0,6	-	0,36	0,6	0,29	0,23	10,20	0,19	1,94	2	46
15	5860	3,25	4,5	0,6	0,6	-	0,36	0,6	0,35	1,14	12,28	2,02	24,81	26	72
16	5940	2,4	4,6	0,6	0,6	-	0,36	0,6	0,36	0,86	12,83	0,6	7,7	9	81
17	5940	4,78	2,0	0,9	0,9	-	0,81	0,9	0,05	0,24	2,72	1,41	31,83	32	113
С учетом запаса в 10% потери давления системы П2 составят															
Ответвление 18' – 21															
18'	750	1,12	2,9	-	-	0,3	0,071	0,3	1,3	1,46	5,10	-	1,89	3	3
18	750	3,71	2,9	-	-	0,3	0,071	0,3	0,37	1,37	5,10	0,56	2,86	4	7
19	1500	3,36	2,1	0,5	0,4	-	0,2	0,44	0,13	0,44	2,67	0,34	0,91	1	8
20	2250	3,06	3,1	0,5	0,4	-	0,2	0,44	0,25	0,77	5,83	0,14	0,82	2	10
21	2320	2,84	3,2	0,5	0,4	-	0,2	0,44	0,27	0,77	6,21	2,27	14,1	15	25
Ответвление 22' – 23															
22'	260	0,7	1,5	-	-	0,25	0,049	0,25	0,2	0,14	1,36	-	4	4	4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
22	260	3,62	1,5	-	-	0,25	0,049	0,25	0,14	0,51	1,36	0,35	0,48	1	5
23	520	1,45	2,9	-	-	0,25	0,049	0,25	0,47	0,68	5,10	0,56	2,86	4	9

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Результаты аэродинамического расчета системы В2

Таблица Е.1 - Расчет системы В2

№ участка	Расход воздуха $L, \text{ м}^3/\text{ч}$	Длина участка $l, \text{ м}$	Скорость воздуха $v, \text{ м/с}$	Размеры сечений воздуховодов				Потери давления на трение		Динамическое давление $P_d, \text{ Па}$	Сумма коэф. местных сопротивлений $\Sigma \zeta$	Потери давления, Па			
				$A, \text{ м}$	$B, \text{ м}$	$d, \text{ м}$	$F, \text{ м}^2$	$d_{\text{экв}}, \text{ м}$	$R, \text{ Па/м}$			$\Delta P_{\text{тр}}, \text{ Па}$	ΔP_M	Σ	$\Sigma \Delta P$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магистральная ветвь 1' – 11															
1'	20	0,4	0,7	-	-	0,1	0,008	0,1	0,15	0,06	0,29	-	1,5	2	2
1	20	1,49	0,7	-	-	0,1	0,008	0,1	0,11	0,16	0,29	0,39	0,11	0	2
2	30	1,35	1	-	-	0,1	0,008	0,1	0,21	0,28	0,59	0,43	0,25	1	3
3	50	0,73	1,7	-	-	0,1	0,008	0,1	0,55	0,4	1,71	0,56	0,96	1	4
4	80	0,6	2,8	-	-	0,1	0,008	0,1	1,34	0,8	4,63	0,94	4,35	5	9
5	250	4,4	2,2	-	-	0,2	0,031	0,2	0,37	1,63	2,86	3,5	10	12	21
6	400	6,74	3,6	-	-	0,2	0,031	0,2	0,88	5,93	7,65	0,98	7,5	13	34
7	410	1,47	2,8	0,2	0,2	-	0,04	0,2	0,56	0,82	4,63	0,08	0,37	1	35
8	490	2,38	3,4	0,2	0,2	-	0,04	0,2	0,79	1,88	6,83	0,19	1,3	3	38

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
9	570	1,36	4	0,2	0,2	-	0,04	0,2	1,09	1,48	9,45	0,21	1,98	3	41
10	3610	0,7	4	0,5	0,5	-	0,25	0,5	0,34	0,24	9,45	1,64	15,49	16	57
11	3610	2,93	2,5	0,8	0,5	-	0,4	0,62	0,11	0,32	3,69	2,92	10,78	11	68
С учетом запаса в 10% потери давления системы В2 составят															
75															
Ответвление 12' – 19															
12'	75	0,4	1	-	-	0,16	0,02	0,16	0,2	0,08	0,59	-	2,5	3	3
12	75	2,73	1	-	-	0,16	0,02	0,16	0,12	0,33	0,59	0,85	0,5	1	4
13	150	1,09	1	0,2	0,2	-	0,04	0,2	0,09	0,1	0,59	0,76	0,45	1	5
14	270	5,09	1,9	0,2	0,2	-	0,04	0,2	0,28	1,43	2,13	0,59	1,26	3	8
15	380	3,5	2,6	0,2	0,2	-	0,04	0,2	0,5	1,75	3,99	0,33	1,32	3	11
16	490	1,17	3,4	0,2	0,2	-	0,04	0,2	0,79	0,92	6,83	0,27	1,84	3	14
17	1510	1,05	1,7	0,5	0,5	-	0,25	0,5	0,07	0,07	1,71	3,56	6,08	6	20
18	2490	1,02	2,8	0,5	0,5	-	0,25	0,5	0,18	0,18	4,63	0,72	3,33	4	24
19	3040	6,11	3,4	0,5	0,5	-	0,25	0,5	0,26	1,59	6,83	0,7	4,78	6	30
Ответвление 20 – 21															
20	70	2,52	0,5	0,2	0,2		0,04	0,2	0,03	0,08	0,15	-	1,2	1	1
21	170	0,83	1,2	0,2	0,2		0,04	0,2	0,12	0,1	0,85	1,19	1,2	1	2

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Результаты подбора оборудования

Ίαυάεò: ã. Ìàðà-êàèà	Ίαçàáíεà: Ί1
Çàεαç-εè: -	Ίòíεçáíεòáευúññòυ: 3000 ι3/±
Èññéíεòáευ: Èíáðòñíáá Á. Ð.	Ñáíáíáíúé íáñð: 100 Ίá

Õàðáεòáðεñòεèè áòíáγυááí íáíðòáíááíεγ

<p>1. Èεàíáí óðáíεáíúé áíçáóóíúé Èáíáε-Ãáðíεè-Ñ. Èíááεñ: Èáíáε-Ãáðíεè-Ñ-60-35-F220; Ίðεáíá: F220; dPá=7,9 Ίá; Íáãðáá=0,0741 εÁò; L=160 ì; í=11,5 εã</p>	
<p>2. Õεευðð εáíáευúé òγññóáíευúé Èáíáε-ÕÈΊ íáíáευúé Èíááεñ: Èáíáε-ÕÈΊ-60-35-G4; Èεáññ: G4; dPá=136,4 Ίá; L=240 ì; í=8,0 εã</p>	
<p>3. Áíçáóóíááðááðáευ εáíáευúé áíáγúé Èáíáε-ÈÁΊ Èíááεñ: Èáíáε-ÈÁΊ-60-35-3; Qt=33,0 εÁò; táí=-13 °C; táê=20 °C; Gα=1131,4 εã/±; τáí=95 °C; τáê=70 °C; dPá=6,8 εΊá; dPá=114,1 Ίá; L=180 ì; í=10,4 εã</p>	
<p>4. Ááíðεεγòíð εáíáευúé òγññóáíευúé Èáíáε-ÌÈÁ Èíááεñ: Èáíáε-ÌÈÁ-60-35-4-380 Lá=3000 εóá.ι./±; Pñéí=391 Ίá; Pñáðυ=100 Ίá Ìðááυòáíεá íáñðá ááíðεεγòíðí: dD=92 Ίá Ýε.ááεá: Ny=2,5 εÁò; Uíεò~380 Á; Ííð=4,1 A L=717 ì; í=38,0 εã</p>	
<p>5. Õóíáεóòεòáευ εáíáευúé íεáñðéí-áðúé Èáíáε-ÃÈΊ Èíááεñ: Èáíáε-ÃÈΊ-60-35; dPá=33,0 Ίá; L=1060 ì; í=37,0 εã</p>	

Ñíáεòðáευúá (ãÁ) è ñóíáðóíúá (ãÁÁ) óðíáíε çáóéíáíε ñυúñòè

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Ñóíι, áÁÁ
Ίá áðíáá	72	77	68	69	73	72	69	65	78
Ίá áυðíáá	62	68	64	58	44	41	52	59	62
È íεðóáεáíεð	49	62	62	60	60	55	52	48	64

Ãññéíεòáευúá íáíðòáíááíεá:

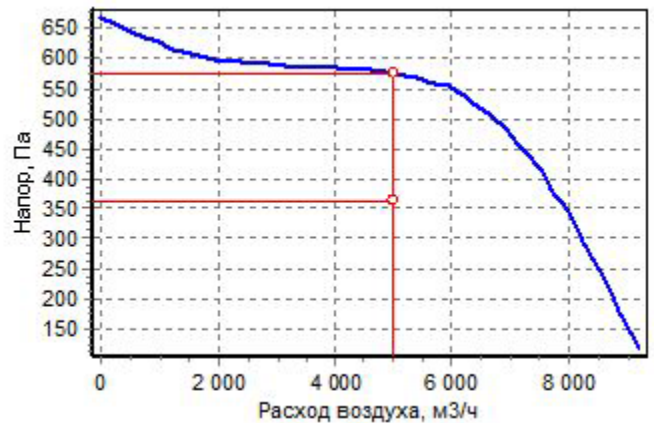
Ãεáεðá áñðááεè íðεðí-ííáí ááíðεεγòíðá: Èáíáε-ÃÈÁ-60-35 - 2 σð.

Ðááóεγòíð íáíðíðíá ááεááðáεγ íðεðí-ííáí ááíðεεγòíðá: VLT Micro FC 51 Ð2È2

Íáúáèò:	ã. Ìàðà-èàèà	Íàçáàíèà:	Ï3
Çàèàç-èè:	-	Ïðéçáíàèðàèüíííðù:	5000 ì3/±
Èííèíèðàèü:	Èíàðùíàà Á. Ð.	Ñáíáíáíüé íáíð:	200 Ìà

Õàðàèðàðèíðèèè àðíáíüááí íáíððáíááíèü

<p>1. Èèàíáí òðáíèáíüé áíçáòóíüé Èáíàè-Ãáðíèè-Ñ. Èíááèñ: Èáíàè-Ãáðíèè-Ñ-90-50-F220; Ïðèáíá: F220; dPá=6,5 Ìà; Íáãðáá=0,1092 éÁò; L=160 ì; ì=19,0 èã</p>
<p>2. Õèèüð èáíàèüíüé òííðáíèüíüé Èáíàè-ÕÈÏ íáíàèüíüé Èíááèñ: Èáíàè-ÕÈÏ-90-50-G4; Èèàññ: G4; dPá=77,9 Ìà; L=240 ì; ì=11,1 èã</p>
<p>3. Áíçáòóíáãðáàðàèü èáíàèüíüé áíáííüé Èáíàè-ÈÁÍ Èíááèñ: Èáíàè-ÈÁÍ-90-50-2; Qt=54,9 éÁò; táí=-13 °C; tâè=20 °C; Gæ=1885,6 èã/±; tàí=95 °C; tàè=70 °C; dPæ=6,7 éÏà; dPá=44,4 Ìà; L=180 ì; ì=15,5 èã</p>
<p>4. Ááíðèèüðð èáíàèüíüé òííðáíèüíüé Èáíàè-ÌÈÁ Èíááèñ: Èáíàè-ÌÈÁ-90-50-6-380 Lá=5000 éóá.ì./±; Pñèí=364 Ìà; Pñàðü=200 Ìà Ïðááüðáíèà íáíðà ááíðèèüððð: dD=212 Ìà Ýè.áàèè: Ny=3,8 éÁò; Uíèð~380 Á; Ìíð=6,8 A L=980 ì; ì=90,0 èã</p>
<p>5. Õóíáèóðèðàèü èáíàèüíüé òèáíðèí-àðüé Èáíàè-ÃÈÏ Èíááèñ: Èáíàè-ÃÈÏ-90-50; dPá=35,4 Ìà; L=1060 ì; ì=64,0 èã</p>



Ñíàèððàèüíüá (ãÁ) è ñóíàððíüá (ãÁÀ) óðíáíè çáòèíáíè ìüííðè

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Ñóí, áÁÀ
Ìà áðíáá	76	77	79	78	82	77	69	61	84
Ìà áüðíáá	70	74	72	65	50	44	49	46	67
È íèððáíèèð	58	59	60	74	72	64	54	47	75

Ãííèèðàèüíüá íáíððáíáíèà:

Ãèáèèà áíðáàèè ìèððí-ííáí ááíðèèüððð: Èáíàè-ÃÈÁ-90-50 - 2 øð.

Ðááèèüðð ìáíððíáí áàèáàðàèü ìèððí-ííáí ááíðèèüððð: VLT Micro FC 51 Ð3È0

Установка П4

параметры	характеристики
поток: приток	$L_v=4500\text{м}^3/\text{ч}$
типоразмер: ВЕРОСА-500-039-03-00-У3	$dp_{\text{сеть}0}=100\text{Па}$
сторона: справа	$p_v=679\text{Па}$
исполнение	блоков=8шт
признак: стандартная установка	моноблоков=2шт
назначение: улучшенное для "стандартных помещений"	$M_{\text{сум}}=342\text{кг}$
климат_исп: У3	$P_{\text{сумм}}=2.55\text{кВА}$
опции: свободный моноблок	основание
	$h_{\text{осн}}=150\text{мм}$

Наименование блоков с индексами и характеристиками входящего оборудования

1. моноблок

моноблок; поз: 1; блоков=7шт; $dp_v=209.2\text{Па}$; $b_{\text{фр}}=750\text{мм}$; $h_{\text{фр}}=810\text{мм}$; $L=2490\text{мм}$; $M=245\text{кг}$

1.1. Передняя панель с клапаном. вертикальный внешний клапан

блок; сторона: справа; $M=28\text{кг}$; $P_{\text{сумм}}=0.655\text{кВА}$; **клапан воздушный**; положение: клапан вертикальный; назв: ГЕР-МИК-С-0685-0625-Н-П-11-01-00-У2; привод: LF230; $N_{\text{тэн}}=0.11\text{кВт}$; $N_{\text{тэн}}^{\text{макс}}=0.64\text{кВт}$; $I_{\text{тэн}}=0.5\text{А}$; $I_{\text{тэн}}^{\text{макс}}=2.9\text{А}$; нагрев=300сек; вставка: ТВГ140-0645-0705-0140-20-2-1

1.2. Фильтр панельный

блок; сторона: справа; $dp_v=68.7\text{Па}$; $L=310\text{мм}$; $M=36\text{кг}$; **фильтр**; индекс: ФВП-И-66-48-Г3/С; класс: G3; эффект=80%; материал: стекловолокно; $v_{\text{ф}}=3.2\text{м/с}$; запыленность: рекомендуемая; $dp_v^p=65\text{Па}$

1.3. Воздухонагреватель жидкостный

блок; сторона: справа; $dp_v=54.7\text{Па}$; $L=360\text{мм}$; $M=42\text{кг}$; **теплообменник**; назв: ВНВ243.3-043-060-02-22-06-2-111-1; колич=1шт; трубный пучок: 5012; трубки: медь гладкая; оребрение: алюминий без покрытия; коллекторы: углеродистая сталь с грунт.; патрубки: с резьбой; корпус: ОЦ сталь без покрытия; $N_p=2\text{шт}$; $S_p=2.2\text{мм}$; $N_x=6\text{шт}$; трубн_формула: 4х6; течение: прямоток; $F_{\text{фр}}=0.26\text{м}^2$; $F_{\text{то}}=11.7\text{м}^2$; $F_{\text{ж}}=0.000449\text{м}^2$; $M=15\text{кг}$; $V=3\text{л}$; **коллектор_вх**; $D_k=G1"$; колич=1шт; фланцы: нет; **коллектор_вых**; $D_k=G1"$; колич=1шт; фланцы: нет; **решение**; задача: прямая; регулир: Гж; $Q_r=44\text{кВт}$; $k_f=1\%$; **воздух**; $L_{v0}=4000\text{м}^3/\text{ч}$; $L_{\text{вн}}=3552\text{м}^3/\text{ч}$; $L_{\text{вк}}=4002\text{м}^3/\text{ч}$; $t_{\text{вн}}=-13^\circ\text{C}$; $t_{\text{вк}}^*=20^\circ\text{C}$; $t_{\text{вк}}=20^\circ\text{C}$; $\nu_{\text{ro}}=5.2\text{кг/м}^2/\text{с}$; $dp_v^0=51\text{Па}$; **вода**; $G_{\text{ж}}^{\text{макс}}=2752\text{кг/ч}$; $G_{\text{ж}}=1856\text{кг/ч}$; $L_{\text{ж}}=1.909\text{м}^3/\text{ч}$; $t_{\text{жн}}^*=90^\circ\text{C}$; $t_{\text{жк}}^*=70^\circ\text{C}$; $t_{\text{жн}}=90^\circ\text{C}$; $t_{\text{жк}}=69.5^\circ\text{C}$; $w=1.2\text{м/с}$; $dp_{\text{ж}}^*=30\text{Па}$; $dp_{\text{ж}}=5.3\text{кПа}$

1.4. Камера промежуточная

блок; сторона: справа; $dp_v=4.7\text{Па}$; $L=310\text{мм}$; $M=30\text{кг}$; **оборудование**; модель: базовое

1.5. Воздухоохладитель жидкостный

блок; сифон: соединитель; сторона: справа; $dp_v=67.1\text{Па}$; $L=680\text{мм}$; $M=59\text{кг}$; **теплообменник**; назв: ВОВ243.3-043-060-02-30-04-1-111-1; колич=1шт; трубный пучок: 5012; трубки: медь гладкая; оребрение: алюминий без покрытия; коллекторы: углеродистая сталь с грунт.; патрубки: с резьбой; корпус: ОЦ сталь без покрытия; $N_p=2\text{шт}$; $S_p=3\text{мм}$; $N_x=4\text{шт}$; трубн_формула: 6х4; течение: противоток; $F_{\text{фр}}=0.26\text{м}^2$; $F_{\text{то}}=8.7\text{м}^2$; $F_{\text{ж}}=0.000674\text{м}^2$; $M=15\text{кг}$; $V=3\text{л}$; **коллектор_вх**; $D_k=G1"$; колич=1шт; фланцы: нет; **коллектор_вых**; $D_k=G1"$; колич=1шт; фланцы: нет; **решение**; задача: прямая; $Q_x=8.7\text{кВт}$; $Q_x^a=6\text{кВт}$; $Q_x^c=2.8\text{кВт}$; $G_k=3.7\text{кг/ч}$; **воздух**; $p_0=1017\text{мм.рт.ст}$; $L_{v0}=4000\text{м}^3/\text{ч}$; $L_{\text{вн}}=4125\text{м}^3/\text{ч}$; $L_{\text{вк}}=4064\text{м}^3/\text{ч}$; $t_{\text{вн}}=29^\circ\text{C}$; $i_{\text{вн}}=61.8\text{кДж/кг}$; $d_{\text{вн}}=12.8\text{г/кг}$; $f_{\text{вн}}=68\%$; $t_{\text{вк}}^*=24.2^\circ\text{C}$; $i_{\text{вк}}^*=55\text{кДж/кг}$; $d_{\text{вк}}^*=12\text{г/кг}$; $f_{\text{вк}}^*=85\%$; $t_{\text{вк}}=24.6^\circ\text{C}$; $i_{\text{вк}}=55.2\text{кДж/кг}$; $d_{\text{вк}}=12\text{г/кг}$; $f_{\text{вк}}=83.1\%$; $\nu_{\text{ro}}=5.2\text{кг/м}^2/\text{с}$; $dp_v^0=63.4\text{Па}$; **вода**; $G_{\text{ж}}=2575\text{кг/ч}$; $L_{\text{ж}}=2.576\text{м}^3/\text{ч}$; $t_{\text{жн}}^*=7^\circ\text{C}$; $t_{\text{жн}}=7^\circ\text{C}$; $t_{\text{жк}}=9.9^\circ\text{C}$; $w=1.1\text{м/с}$; $dp_{\text{ж}}^*=30\text{Па}$; $dp_{\text{ж}}=5.4\text{кПа}$

1.6. Камера промежуточная

блок; сторона: справа; $dp_v=4.7$ Па; $L=480$ мм; $M=38$ кг; **оборудование;** модель: базовое

1.7. Вентилятор ВСК

блок; сторона: справа; $L=700$ мм; $M=88$ кг; $P_{сумм}=1.9$ кВА; **параметры;** $H=0$ мм; $t_b=19.9$ °C; $Q^*=4000$ м³/ч; $dp_{конд0}=217$ Па; $dp_{сетью}^{bc}=0$ Па; $dp_{сетью}^{HF}=100$ Па; **вентилятор;** индекс: ВОСК92-032-00150-02-0-О-У3; колич=1шт; выхлоп: по оси; выхлоп по периметру: да; $b_{вых}=650$ мм; $h_{вых}=710$ мм; $n_{вых}=1$ шт; **двигатель;** назв: А80А2; колич=1шт; $N_y=1.5$ кВт; $n_{дв}=2820$ мин⁻¹; $2p=2$ шт; $M=13$ кг; $K_{заг}=79\%$; выбор: оптимальный; **частотн_рег;** ЧР: нет; **рабочая точка;** $\rho_{ог}=1.2$ кг/м³; $Q=4000$ м³/ч; $p_v=679$ Па; $p_{sv}=676$ Па; $v_{вых}=2.4$ м/с; $n_{рк}=2820$ мин⁻¹; $N_{п}=1.19$ кВт; $\eta_{кпд}=64\%$; **шум;** $L_w^{вх}=84.7$ дБ; $L_w^{вых}=88.2$ дБ; $L_{wA}^{вх}=81.6$ дБА; $L_{wA}^{вых}=83.4$ дБА

2. Шумоглушитель

блок; сторона: справа; $dp_v=11.8$ Па; $b_{фр}=750$ мм; $h_{фр}=810$ мм; $L=1160$ мм; $M=98$ кг; **оборудование;** пластины: 3 x 100 мм; $L_{пл}=1000$ мм

Автоматика

К-Ф-ТО-ХО-В

1. реле перепада давления для контроля запыленности фильтра
2. канальный датчик температуры приточного воздуха с подсоединительным фланцем
3. датчик защиты от замораживания теплообменника по воде
4. датчик защиты от замораживания теплообменника по воздуху
5. 2-х ходовой регулирующий клапан по теплоносителю
6. электропривод регулирующего водяного клапана
7. циркуляционный насос для подмешивания теплоносителя
8. 3-х ходовой регулирующий клапан по холодоносителю
9. электропривод регулирующего водяного клапана
10. реле перепада давления для контроля работы вентилятора
11. шкаф приборов автоматики
12. контроллер

Спектральные (дБ) и суммарные (дБА) уровни звуковой мощности

		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Сумм,дБА
приток	на входе	73	61	54	67	51	48	40	38	64
	на выходе	84	71	61	64	60	63	59	58	69
	вовне	69	55	49	49	45	42	35	33	52

1.7. Вентилятор ВСК

вентилятор

индекс:

ВОСК92 03 2 00150 02 0 0 У3

колич=1шт	$Q=4000\text{м}^3/\text{ч}$	$N_{\text{п}}=1.19\text{кВт}$	$L_{\text{w}}^{\text{ВЫХ}}=88.2\text{дБ}$
$N_{\text{y}}=1.5\text{кВт}$	$p_{\text{v}}=679\text{Па}$	кпд=64	
$n_{\text{дв}}=2820\text{мин}^{-1}$	$p_{\text{sv}}=676\text{Па}$	$\hat{\eta}_{\text{ш}}$	
рабочая точка	$v_{\text{ВЫХ}}=2.4\text{м/с}$	$L_{\text{w}}^{\text{СУММ}}=88.2\text{дБ}$	
$\rho_{\text{о}}=1.2\text{кг/м}^3$	$n_{\text{рк}}=2820\text{мин}^{-1}$	$L_{\text{w}}^{\text{ВХ}}=84.7\text{дБ}$	

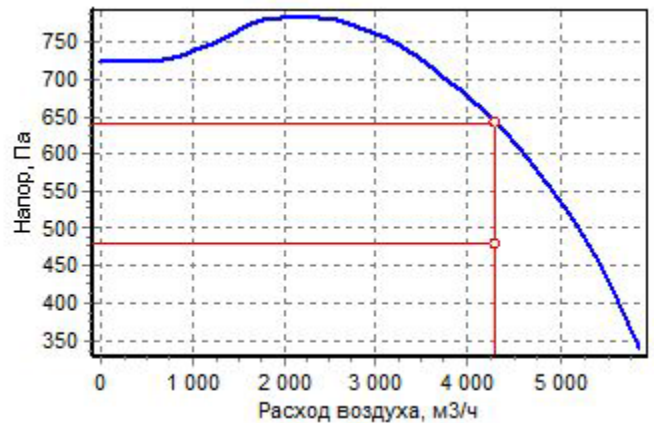
1.5. Воздухоохладитель жидкостный

теплообменник	$Q_x^a=6\text{кВт}$	$L_{B0}=4000\text{м}^3/\text{ч}$	$d_{BH}=12.8\text{г/кг}$	$f_{BK}=83.1\%$
назв: ВОВ243.3-043-060-02-30-04-1-111-1	$Q_x^c=2.8\text{кВт}$	$L_{BH}=4125\text{м}^3/\text{ч}$	$f_{BH}=68\%$	вода
ко-	$G_k=3.7\text{кг/ч}$	$L_{BK}=4064\text{м}^3/\text{ч}$	$t_{BK}=24.6^\circ\text{C}$	$t_{KH}=7^\circ\text{C}$
реше-	воз-	$t_{BH}=29^\circ\text{C}$	$i_{BK}=55.2\text{кДж/кг}$	$t_{JK}=9.9^\circ\text{C}$
$Q_x=8.7\text{кВт}$	$p_6=1017\text{мм.рт.ст}$	$i_{BH}=61.8\text{кДж/кг}$	$d_{BK}=12\text{г/кг}$	

Ίαυάεò:	ã. Ìàðà-êàèà	Ίάçááíεά:	Ί5
Çáεαç-εè:	-	Ίòíεçáíáεòáεüííííòù:	4300 í3/±
Èííεíεòáεü:	Èíáðòíáá Á. Ð.	Ñáíáíáíúé íáíð:	200 Ìá

Õàðáεòáðεííòεèè áòíáγùááí íáíðòáíááíεý

<p>1. Èεáíáí óðáíεáíúé áíçáóóíúé Èáíáε-Ãáðíεè-Ñ. Èíáááèí: Èáíáε-Ãáðíεè-Ñ-70-40-F220; Ίðεáíá: F220; dPá=8,6 Ìá; Íáãðáá=0,0858 εÁò; L=160 ì; í=13,0 εã</p>
<p>2. Õεεüð εáíáεüíúé òγííòáíεüíúé Èáíáε-ÕÈÌ íáíáεüíúé Èíáááèí: Èáíáε-ÕÈÌ-70-40-G4; Èεáííí: G4; dPá=137,9 Ìá; L=240 ì; í=9,1 εã</p>
<p>3. Áíçáóóíáãðááðáεü εáíáεüíúé áíáγúé Èáíáε-ÈÁÍ Èíáááèí: Èáíáε-ÈÁÍ-70-40-2; Qt=47,3 εÁò; táí=-13 °C; tâε=20 °C; Gα=1621,6 εã/±; τáí=95 °C; τáε=70 °C; dPá=11,8 εÌá; dPá=74,2 Ìá; L=180 ì; í=11,5 εã</p>
<p>4. Ááíðεýðíð εáíáεüíúé òγííòáíεüíúé Èáíáε-ÌÈÁ Èíáááèí: Èáíáε-ÌÈÁ-70-40-4-380 Lá=4300 εóá.í./±; Píçí=481 Ìá; Píáðü=200 Ìá Ìðááüòáíεá íáíðá ááíðεýðíðí: dD=160 Ìá Ýε.ááεá: Ny=3,7 εÁò; Uíεð~380 Á; Ííð=6 A L=787 ì; í=60,0 εã</p>
<p>5. Õóííáεóòεðáεü εáíáεüíúé íεáíðεí-áðúé Èáíáε-ÃÈÌ Èíáááèí: Èáíáε-ÃÈÌ-70-40; dPá=60,3 Ìá; L=1060 ì; í=48,0 εã</p>



Ñíáεòðáεüíúá (ãÁ) è ñóíáðíúá (ãÁÀ) óðíáíε çáóéíáíε ìüíííðè

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Ñóíí, áÁÀ
Ìá áðíáá	79	78	70	70	75	74	71	68	80
Ìá áúðíáá	69	70	62	58	44	39	49	52	60
È íεðóáεáíεð	56	65	67	65	68	63	63	59	72

Ãííεíεòáεüíúá íáíðòáíááíεá:

Ãεáεèá áíðááεè íðεðí-ííáí ááíðεýðíðá: Èáíáε-ÃÈÁ-70-40 - 2 øð.

Ðááóεýðíð íáíðíðíá ááεááðáεý íðεðí-ííáí ááíðεýðíðá: VLT Micro FC 51 Ð3È0

Íáúáèò:	-	Íáçááíèá:	Â7.2
Çáèç÷èè:	-	Ïðíεçáíáεðáεúññòù:	500 l3/÷
Ëññíεðááεú:	Ëíáðóñíáá Á. Ð.	Ñáíáíáíúé íáñð:	50 Ìá

Õáðáεðáðèñðèèè áóíáÿùááí íáíðóáíááíεÿ

1. Õóíñáεóððááεú εáíáεúíúé ïεáñðèí÷áðúé Ëáíáε-ÃËÏ

Ëíáááèñ: Ëáíáε-ÃËÏ-40-20; dPa=9,6 Ìá; L=1060 ïí; ï=26,0 èá

2. Ááíðεÿðíð εáíáεúíúé ïçÿñíðáíεúíúé Ëáíáε-ÏËÃ

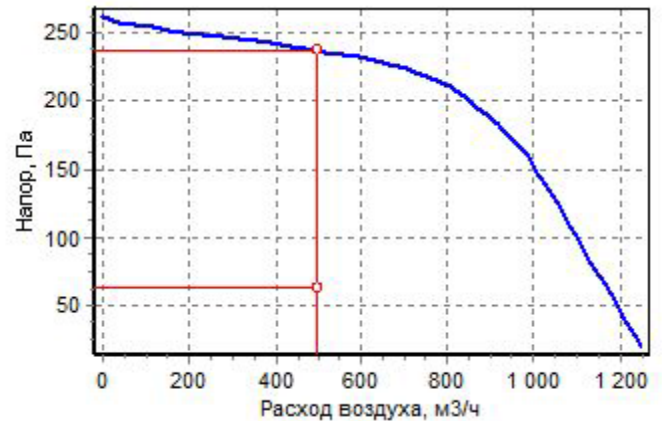
Ëíáááèñ: Ëáíáε-ÏËÃ-40-20-4-380

Lá=500 εóá.l./÷; Pñíéí=64 Ìá; Pñáðù=50 Ìá

Ïðááúðáíéá íáñðá ááíðεÿðíðí: dD=172 Ìá

Ýè.ááèá: Ny=0,3 èÁò; Uíèð~380 Á; Iíñð=0,63 A

L=502 ïí; ï=12,0 èá



3. Ëεáíáí áíçáóóíúé Ëáíáε-Ãáðíεè-Ï.

Ëíáááèñ: Ëáíáε-Ãáðíεè-Ï-40-20-Í-F220; Ïðèáíá: F220; dPa=4,3 Ìá; L=160 ïí; ï=7,0 èá

Ñíáèððááεúíúá (áÁ) è ñóíáðíúá (áÁÁ) óðíáíè çáóèíáíé ñúññðè

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Ñóíí, áÁÁ
Íá áðíáá	52	64	56	41	23	22	32	28	51
Íá áúðíáá	54	64	69	64	65	62	59	52	69
Ë íεðóáéíεð	33	41	58	51	59	44	40	33	60

Ãññíεðááεúíúá íáíðóáíááíéá:

Ãéáéçá áñðááèè ïðèðí÷íáí ááíðεÿðíðá: Ëáíáε-ÃËÃ-40-20 - 2 ðð.

Ðááóÿðíð íáíðíðíá ááèááðáεÿ ïðèðí÷íáí ááíðεÿðíðá: VLT Micro FC 51 ÐË37

