

## Реферат

Выпускная работа 97 страниц, 12 таблиц, 41 источник литературы, 6 листов графического материала, 3 Приложений.

Универсальный спортивный комплекс, система отопления, система вентиляции, воздухообмен, приточно–вытяжные установки, вентилятор.

Цель работы – проект системы отопления и вентиляции нового спортивно оздоровительного комплекса в г. Новосибирске.

В результате расчета определены тепловые потери помещений, выбран тип отопительных приборов, при выполнении гидравлического расчет составлена пространственная схема системы отопления в аксонометрической проекции. Подобран диаметр труб при равных перепадах температуры воды во всех стояках и ветвях. При проектировании систем вентиляции определен воздухообмен по помещениям спортивного комплекса. Определены размеры поперечного сечения участков сети воздуховодов.

Рассмотрены вопросы КИП и автоматики узла управления. Разработана функциональная схема и составлена заказная спецификация АСР температуры теплоносителя.

В разделе безопасность проекта для обеспечения необходимых условий здорового самочувствия и высокой производительности труда рассмотрены аспекты обеспечения нормативных параметров микроклимата помещений.

Определены затраты на разработку проекта отопления и вентиляции спортивного комплекса г. Новосибирске.

Выпускная работа выполнена в текстовом редакторе MicrosoftWord 2010. Графическая часть выполнена в среде AutoCAD 2013.

## Содержание

Реферат .....	2
Введение .....	4
<b>1 Исходные данные</b> .....	5
<b>2 Расчет тепловой мощности системы отопления</b> .....	8
<b>3 Расчет системы отопления</b> .....	15
3.1 Выбор схемы системы отопления и типа отопительных приборов .....	15
3.2 Размещение отопительных приборов .....	16
3.3 Расчет теплоотдающей поверхности отопительных приборов .....	17
3.4 Гидравлический расчет системы отопления .....	20
Таблица 3.2 – Гидравлический расчет основного циркуляционного кольца T14/T24 .....	24
Таблица 3.3 – Гидравлический расчет основного циркуляционного кольца T115/T215 .....	24
Таблица 3.4 – Гидравлический расчет основного циркуляционного кольца T215/T225 .....	25
<b>4 Тепловой пункт здания</b> .....	27
<b>5 Общеобменная вентиляция</b> .....	31
5.1 Расчет воздухообмена .....	31
Таблица 5.1– Воздухообмен по помещениям .....	33
Таблица 5.2 – Системы общеобменной вентиляции .....	35
5.2 Аэродинамический расчет системы вентиляции .....	36
5.3 Выбор вспомогательного оборудования и вентиляторов .....	38
5.3.1 Выбор зонтов .....	38
Таблица 5.3 – Зонты в системах вытяжной вентиляции .....	39
5.3.2 Запорные и регулирующие устройства .....	40
5.3.3 Выбор воздушного фильтра .....	40
5.3.4 Выбор вентилятора и электродвигателя .....	42
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	43
«Приложение А» .....	45
(обязательное).....	45
Таблица А 1 – расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции здания .....	45
Таблица В 1 – Типы и марки установленных вентиляторов .....	58

## Введение

Необходимые для человека и технологических процессов условия внутренней среды на производстве, в жилых и общественных зданиях, обеспечиваются с помощью систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Защита ограждений от климатических воздействий недостаточна для круглогодичного обеспечения необходимых условий в помещении. Эти вопросы успешно решают системы отопления, кондиционирования воздуха и вентиляции.

Устройство донной инженерной системы, а так же её отдельных элементов характеризуется высокой сложностью, большим количеством схем, в состав которой входит использованием сложных механизмов, приборов для регулирования и контроля данной системы в целом. Главное назначение системы отопления и вентиляции воздуха заключается в обеспечении заданного микроклимата, который отвечает требованиям технологического процесса.

Поддержание определенного параметра микроклимата в помещении на протяжении всего года очень важно. В целях обеспечения долговечности конструкций, которым свойственно работать в условиях высокой влажности воздуха и низкой температуре, что приводит к преждевременному разрушению конструкций лежит в решение отопительно-вентиляционных задач. Срок пользования отоплением и вентиляцией в нашем городе ограничен климатическими условиями. В зимний период требуется непрерывное отопление зданий.

Целью дипломного проекта является проектирование систем отопления и вентиляции спортивно-оздоровительного комплекса с залом 42x24 м в г. Новосибирске.

В проекте произведен расчет тепловых потерь, выбор и расчет нагревательных приборов и гидравлический расчет систем отопления; расчет и выбор элементов узла ввода; расчет воздухообмена по помещениям, калориферов приточных систем; аэродинамический расчет систем вентиляции.

## 1 Исходные данные

Работа предусматривает разработку инженерного обеспечения для строительства спортивно-оздоровительного комплекса в г. Новосибирске.

Район строительства: г. Новосибирск. Расчетные параметры наружного воздуха приняты в соответствии с СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» и составляют:

- температура для проектирования отопления в холодный период: минус 37 °С;
- температура для проектирования вентиляции в теплый период года: плюс 22 °С;
- температура отопительного периода: плюс 8 °С;
- продолжительность отопительного периода: 221 суток;
- параметры внутреннего воздуха  $t = 20$  °С;
- ориентация главного фасада: Запад.

Здание одноэтажное с двухэтажной вставкой, из металлического каркаса, наружная отделка выполнена по системе вентилируемые фасады.

Крыша дугообразная, покрытие кровли - арочный профнастил А-Н60-0,8 ГОСТ 24045-94, покрытие козырьков арочный профнастил С21х1000-А.

Витражи выполнены алюминиевыми по ГОСТ22233-2001\* с двухкамерными стеклопакетами (5М1 х 12 х 5М1 х 12 х 5М1) с сопротивлением теплопередаче = 0,54м<sup>2</sup>×С/Вт.

Стеклопакеты с энергосберегающей светорассеивающей пленкой «Llumar-Silver», блокирующей более 99% УФ - излучении, также убирает до 87% бликов, защищает помещение от перегревов.

Окна выполнены из пятикамерного ПВХ профиля по ГОСТ 30673-99 с двухкамерными стеклопакетами (5М1 х 12 х 5М1 х 12 х 5М1) с сопротивлением теплопередаче = 0,54м<sup>2</sup>×С/Вт;

Декоративные рамные конструкции выполнены стальными по ТУ 36-228780 (применяемые в декоративных целях для имитации витражей).

Внутренние перегородки 4-х типов:

-из монолитного ж/б-120 мм.

-из ГКЛ толщиной 120 мм. Серия 1.031.9-2.00. (тип перегородки - одинарный металлический каркас с заполнением минераловатными утеплителем «Лайнрок Лайт»,  $g=41\text{кг/м}^3$ . Горючесть-НГ (ТУ 5762-002-59536983-06). Толщина звукоизоляции = 100 мм. Выполнение в соответствии с СП 55-101-2000. Крепления ГКЛ перегородок выполнено согласно СП 14.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП II -7-81\*).

- из плит КНАУФ-Файерборд (120 мм). (тип перегородки - одинарный металлический каркас с заполнением минераловатными утеплителем «Лайнрок Лайт»,  $g=41\text{кг/м}^3$ . Горючесть-НГ (ТУ 5762-002-59536983-06). Толщина звукоизоляции = 100 мм. Комплектная система КНАУФ С 131.1 с пределом огнестойкости EI-60.

- перегородка с однослойными обшивками из плиты АКВАПА-НЕЛЬ®Внутренняя (120мм) на одинарном металлическом каркасе С 381с заполнением минераловатным утеплителем «Лайнрок Лайт»,  $g=41\text{кг/м}^3$ ,  $g=41\text{кг/м}^3$ . Горючесть-НГ (ТУ 5762-002-59536983-06). Толщина звукоизоляции = 100 мм. Комплектная система КНАУФ. Выполнить в соответствии с СП 55-101-2000 "Ограждающие конструкции с применением гипсокартонных листов.")

Наружные стены-сэндвич панели поэлементной сборки вентилируемой системы "Металлпрофиль"

В качестве утеплителя наружных стен применены минераловатные плиты "ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ"  $d=100+50=150\text{мм}$ ,  $g=72\text{кг/м}^3$  выполненные по ТУ 5762-002-59536983-06.

Ограждающая стены лестничных клеток выполнены из монолитного ж/б,-350мм, утепление лестничных клеток выполнено минераловатными плитами "ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ"  $d=100\text{мм}$ ,  $g=72\text{кг/м}^3$ , горючесть - НГ,

выполненные по ТУ 5762-002-59536983-06, с применением наружной навесной фасадной системы "Металлпрофиль".

В качестве утеплителя кровли применены минераловатные плиты "ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ",  $d=150+60=210$ мм,  $g=72$ кг/м<sup>3</sup> (плиты укладывать в два слоя с разбежкой швов) и "ТЕХНОРУФ В 60",  $d=150+60=210$ мм,  $g=165$ кг/м<sup>3</sup> (плиты укладывать в два слоя с разбежкой швов). горючесть - НГ, выполненные по ТУ 5762-002-59536983-06.

Стена между игровым залом и помещениями 1 и 2 этажа - выполнена из монолитного ж/б толщиной 200мм.

Источником теплоснабжения являются местные теплосети. Температурный график теплоносителя 95/70.

Внешний вид здания представляет собой объем прямоугольный формой в плане с размерами в осях 42,00 х 46,66 м и дугообразной крышей к которому с торца примыкает открытая лестница, служащая для эвакуации и являющийся акцентом в композиции всего объема т.к. в объеме лестницы находится главный вход в здания.

## 2 Расчет тепловой мощности системы отопления

Во многих зданиях и сооружениях, помещениях в которых требуется постоянное поддержание теплового режима на протяжении всего отопительного сезона, сопоставляют тепло потери к теплопоступлению в установившемся режиме, когда возможен наибольший дефицит теплоты. [3]

Для компенсации дефицита теплоты мощность отопительной установки помещения  $Q_{OT}$  равна

$$Q_{OT} = Q_{OGR} + Q_{И},$$

где  $Q_{OGR}$  – тепло потери через ограждающие конструкции, Вт;

$Q_{И}$  – тепло затраты на нагревание наружного воздуха, поступающего через открываемые ворота, двери и другие проемы и щели в ограждениях, Вт.

Тепло потери через ограждающие поверхности конструкции помещений+  $Q_{OGR}$  складываются из тепло потерь через отдельные ограждения помещения, определяемые по формуле (8.4) [4], Вт:

$$Q_{OGR} = k \cdot A \cdot (t_{int} - t_{ext}) \cdot n \cdot (1 + \Sigma\beta),$$

где  $k$  – коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м<sup>2</sup>·К),  $k = 1/R_o$ ;

$A$  – площадь ограждения, м<sup>2</sup>;

$t_{int}$  – температура внутри помещения, °С;

$t_{ext}$  – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С; для г. Новосибирск  $t_{ext} = - 37^{\circ}\text{C}$ ;

$n$  – коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, принимается по табл. 5.2 [4];

$(1 + \Sigma\beta)$  – коэффициент добавочных тепловых потерь, принимается согласно рекомендациям главы 8 [4];

$R_o$  – приведенное сопротивление теплопередаче ограждения, (К·м<sup>2</sup>)/Вт;

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждения определяется по следующей формуле:

$$R_0 = R_{\text{в}} + R_{\text{к}} + R_{\text{н}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\sum \delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}},$$

где  $R_{\text{в}}, R_{\text{н}}$  – сопротивление теплообмену на внутренней и наружной поверхностях ограждения,  $(\text{К}\cdot\text{м}^2)/\text{Вт}$ ;

$R_{\text{к}}$  – термическое сопротивление слоев материальных ограждающей конструкции,  $(\text{К}\cdot\text{м}^2)/\text{Вт}$ ;

$\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{н}}$  – коэффициенты теплообмена на внутренней и наружной поверхностях ограждения,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ ;

$\delta_i$  – толщина слоя материала в ограждении, м;

$\lambda_i$  – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, принимаемый по прил. 3 СНиП II-3-79\*\* с учетом условий эксплуатации ограждающих конструкций,  $\text{Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ .

Проектные значения теплотехнических показателей ограждающих конструкций приведены в приложение А таблице 1.

Добавочные потери теплоты  $\beta$  через ограждающие конструкции следует принимать в долях от основных потерь:

а) в помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и окна, обращенные на север, восток, северо-восток и северо-запад в размере 0,1; на юго-восток и запад — в размере 0,05; в угловых помещениях (имеющих две и более наружных стен) дополнительно — по 0,05 на каждую стену, дверь и окно;

б) через наружные двери, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами, при высоте зданий  $H$ , м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты в размере 0,2  $H$  — для тройных дверей с двумя тамбурами между ними; 0,27  $H$  — для двойных дверей с тамбурами между ними; 0,34  $H$  — для двойных дверей без тамбура; 0,22  $H$  — для одинарных дверей;

в) через наружные ворота, не оборудованные воздушными и воздушно-тепловыми завесами, — в размере 3  $H$  при отсутствии тамбура.

Сопротивление теплопередаче следует определять



а) для неутепленных полов на грунте и стен, расположенных ниже уровня земли, с коэффициентом теплопроводности  $\lambda \geq 1,2$  Вт/(м·°С) по зонам шириной 2 м, параллельным наружным стенам, принимая  $R_c$ , м<sup>2</sup>·°С /Вт, равным:

2,1 – для I зоны;

4,3 – " II ";

8,6 – " III ";

14,2 – " IV " ; (для оставшейся площади пола);

Расход теплоты  $Q_i$ , Вт, на нагревание инфильтрующегося воздуха следует определять по формуле [10]

$$Q_i = 0,28 \cdot \Sigma G_i \cdot c \cdot (t_p - t_i) \cdot k ,$$

где  $G_i$  – расход инфильтрующегося воздуха, кг/ч, через ограждающие конструкции помещения, определяемый в соответствии с п. 3 приложения 10 СНиП 2.04.05-91;

$c$  – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С);

$t_p$ ,  $t_i$  – расчетные температуры воздуха, °С, соответственно в помещении (средняя с учетом повышения для помещений высотой более 4 м) и наружного воздуха в холодный период года (параметры Б);

$k$  – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный 1 для окон со спаренными переплетами.

Расход инфильтрующегося воздуха в помещении  $G_i$ , кг/ч, через неплотности наружных ограждений следует определять по формуле [10]

$$G_i = 0,216 \cdot \Sigma A_1 \cdot \Delta p_i^{0,67} / R_u + \Sigma A_2 \cdot G_H \cdot (\Delta p_i / \Delta p_1)^{0,67} ,$$

где  $A_1$ ,  $A_2$  – площади наружных ограждающих конструкций, м<sup>2</sup>, соответственно световых проемов (окон, балконных дверей, фонарей) и других ограждений;

$\Delta p_i$ ,  $\Delta p_1$  – расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций соответственно на расчетном этаже при  $\Delta p_1 = 10$  Па;

$R_u$  – сопротивление воздухопроницанию,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{кг}$ , принимаемое по п.5.1 СНиП II-3-79\*\*:

$$R_u = \frac{\Delta p_i}{G_n},$$

где  $G_n$  – нормативная воздухопроницаемость наружных ограждающих конструкций,  $\text{кг} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , принимаемая в соответствии с табл. 12\* СНиП II-3-79\*\*.

Расчетная разность между давлениями на наружной и внутренней поверхностях каждой ограждающей конструкции  $\Delta p_i$ , Па, принимается после определения условно-постоянного давления воздуха в здании  $p_{int}$ , Па (отождествляется с давлениями на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций), на основе равенства расхода воздуха, поступающего в здание  $\Sigma G_i$ ,  $\text{кг} / \text{ч}$ , и удаляемого из него  $\Sigma G_{ext}$ ,  $\text{кг} / \text{ч}$ , за счет теплового и ветрового давлений и дисбаланса расходов между подаваемым и удаляемым воздухом системами вентиляции с искусственным побуждением и расходуемого на технологические нужды.

Расчетная разность давлений  $\Delta p_i$ , определяется по формуле [10]:

$$\Delta p_i = (H - h_i) \cdot g \cdot (\gamma_i - \gamma_p) + 0,5 p_i \cdot v^2 \cdot (c_{e,n} - c_{e,p}) \cdot k_l - p_{int},$$

где  $H$  – высота здания, м, от уровня средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты;

$h_i$  – расчетная высота, м, от уровня земли до верха окон, балконных дверей, дверей, ворот, проемов или до оси горизонтальных и середины вертикальных стыков стеновых панелей;

$\gamma_i, \gamma_p$  – удельный вес,  $\text{Н} / \text{м}^3$ , соответственно наружного воздуха и воздуха в помещении, определяемый по формуле

$$\gamma = \frac{3463}{(273 + t)},$$

где  $p_i$  – плотность наружного воздуха,  $\text{кг} / \text{м}^3$ ;

$v$  – скорость ветра, м/с, принимаемая по приложению 8 и в соответствии с п.3.2 СНиП 2.04.05-91.

Расход инфильтрующегося воздуха следует определять, принимая скорость ветра по параметрам Б.  $v = 3$  м/с.

$c_{e,n}$ ,  $c_{e,p}$  – аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренной и подветренной поверхностей ограждений здания, принимаемые по приложению 4 СНиП 2.01.07-85. Преобладающее направление ветра – южное. Как для отдельно стоящих плоских сплошных конструкций с вертикальными и отклоняющимися от вертикальных не более чем на  $15^\circ$  поверхностями:  $c_{e,n} = 0,8$ ,  $c_{e,p} = -0,6$ ;

$k_1$  – коэффициент учета изменения скоростного давления ветра в зависимости от высоты здания (15,9 м), принимаемый по табл. 6 СНиП 2.01.07-85. Для типа местности А - открытые побережья морей, озер и водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра,  $k_1 = 2$ ;

$p_{int}$  – условно-постоянное давление воздуха в здании, Па.

Условно-постоянное давление воздуха в здании при отсутствии организованной вентиляции принимается равным наибольшему избыточному давлению в верхней точке наветренной стороны здания, обусловленному действием гравитационного и ветрового давления, т.е.

$$p_{int} = 0,5 \cdot H \cdot g \cdot (\gamma_i - \gamma_p) + 0,25 \cdot p_i \cdot v^2 \cdot (c_{e,n} - c_{e,p}) \cdot k_1,$$

Вычисленное значение  $p_{int}$  принимается постоянным для всего здания, в лестничной клетке, в непосредственно соединенных с ней коридорах, а также в отдельных помещениях при свободном перетекании воздуха из помещения в коридоры.

С учетом выражения для  $p_{int}$  формула для определения расчетной разности давлений  $\Delta p_i$  будет иметь вид:

$$\Delta p_i = g \cdot (0,5H - h_i) \cdot (\gamma_i - \gamma_p) + 0,25 \cdot p_i \cdot v^2 \cdot (c_{e,n} - c_{e,p}) \cdot k_1,$$

Результаты расчета сведены в приложении А таблица 1. В таблице приняты следующие условные обозначения ограждений: Нс – наружная стена, Ок – двойное остекление, Дв – наружная дверь, Пл – зоны пола по грунту, П – покрытие.

Рассмотрим пример расчета теплопотерь через ограждающие конструкции для помещения №118,217,302 (лестничной клетки).

Теплопотери рассчитываются через ограждающую стену, окно, перекрытие и пол. Рассчитываем тепловые потери ограждений для стен по формуле

$$Q_{ст} = k \cdot F \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot n = 0,327 \cdot 76,42 \cdot (18 - (-37)) \cdot 1 = 1375 \text{ Вт},$$

$$Q_{ст} = k \cdot F \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot n = 0,327 \cdot 9,65 \cdot (18 - (-37)) \cdot 1 = 175 \text{ Вт},$$

Рассчитываем тепловые потери окна:

$$Q_{ок} = k \cdot F \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot n = 1,923 \cdot 21,26 \cdot (18 - (-37)) \cdot 1 = 2250 \text{ Вт},$$

Тепловые потери для пола:

$$Q_{оп} = \left( \frac{15,16}{2,27} + \frac{10,32}{4,42} \right) \cdot \psi (18 - (-37)) = 495 \text{ Вт},$$

Теплопотери для перекрытия рассчитываем без учета коэффициента  $n=0,9$  (по СНиП II-3-79\*\*), так как потолок сообщается с наружным воздухом:

$$Q_{п} = k \cdot F \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot n = 0,175 \cdot 24,05 \cdot (18 - (-37)) \cdot 1 = 230 \text{ Вт},$$

Находим суммарные тепловые потери для помещения:

$$Q_{отр.общ} = \sum Q_{отр} = 1375 \cdot 1,15 + 175 \cdot 1,05 + 2250 \cdot 1,05 + 495 \cdot 1,05 + 230 \cdot 1,05 = 4865 \text{ Вт},$$

Считаем по вышеуказанной методике условное давление в помещениях и расчетную разность давлений:

$$p_0 = 0,5 H g (\rho_{н} - \rho_{в}) + 0,25 \rho_{н} v_{н}^2 (c_{н} - c_{з}) K$$

$$p_0 = 0,5 \cdot 9,81 \cdot 14,9 \cdot (1,5 - 1,27) + 0,25 \cdot 1,5 \cdot 4,7^2 (0,8 - (-0,6)) \cdot 0,75 = 25,5 \text{ Па};$$

$$\Delta p_i = g (H - h) (\rho_{н} - \rho_{в}) + 0,5 \rho_{н} v_{н}^2 (c_{н} - c_{з}) K - p_0$$

$$\Delta p_i = 9,81 \cdot (14,9 - 8,85) \cdot (1,5 - 1,27) + 0,5 \cdot 1,5 \cdot 4,7^2 \cdot (0,8 - (-0,6)) \cdot 0,75 - 25,5 = 5,55 \text{ Па}.$$

Находим количество воздуха, поступающего за один час по формуле:

$$G_i = 0,21 \sum \frac{(\Delta p_i^{2/3} \cdot A_i)}{R_{и,1}} = 0,21 \cdot \frac{(25,5^{2/3} \cdot 229,39)}{0,934} = 148,98 \text{ кг/ч}.$$

Теплопотери  $Q_{и}$ , Вт, на нагревание наружного воздуха, поступающего путем инфильтрации в помещение №118,217,302 (лестничной клетки):

$$Q_{\text{и.в.}} = 0,28 \sum G_i c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot \beta = 0,28 \cdot 148,98 \cdot 1 \cdot (19 - (-37)) \cdot 0,75 = 1315 \text{ Вт},$$

Для остальных помещений рассчитываем тепловые потери через ограждающие конструкции по указанной методике, результаты расчетов приведены в приложении А таблица 1 «Расчёт тепловых потерь через ограждающие конструкции здания» и таблицу 2 «Расчет теплотерь на нагревание инфильтрующегося воздуха».

### 3 Расчет системы отопления

#### 3.1 Выбор схемы системы отопления и типа отопительных приборов

Система отопления принимается центральная горизонтальная двухтрубная со встречным движением теплоносителя с нижней разводкой магистральных трубопроводов и попутным движением теплоносителя. Теплоноситель – вода с температурой 95/70°С. Удаление воздуха местное.

В качестве нагревательных приборов комплекса приняты стальные напольные отопительные конвекторы типа «Универсал напольный - Ритм» предназначенные для «островной» установки вдоль остеклённых наружных ограждающих конструкций здания. Конвектор состоит из трубчато-пластинчатого нагревательного элемента и стального кожуха на ножках. Наличие ножек позволяет устанавливать отопительные приборы прямо на пол, тем самым не требуется проводить дополнительные мероприятия по креплению приборов к стенам, из-за конструктивных особенностей которых (фасадные системы поэлементной сборки) прямое крепление приборов к ним не возможно.

Гладкая поверхность конвекторов не задерживает пыль и удобна для влажной уборки. Конвекторы имеют современный дизайн, отсутствие острых углов в конструкции кожуха, высокие эстетические и эргономические качества конвекторов позволяют устанавливать их в помещениях с повышенными требованиями к интерьеру и травмобезопасности. Наличие защитного декоративного кожуха позволяет использовать конвекторы в высокотемпературной теплосистеме без превышения регламентированной специалистами по микроклимату температуры наружной поверхности прибора и исключить возможность ожогов при соприкосновении с наружной поверхностью конвектора. Таким образом, отопительные приборы, установленные в универсальном игровом зале и раздевальнях, дополнительно закрывать защитными экранами не требуется.

Регулирование теплоотдачи отопительных приборов осуществляется посредством изменения расхода теплоносителя с помощью терморегуляторов RA-N с автоматическим термостатическим элементом RA 2940, производства датской компании «Danfoss», установленными на подводках у приборов отопления.

### 3.2 Размещение отопительных приборов

Преимущественным является размещение приборов под световыми проёмами у наружных ограждений. Такое расположение способствует повышению температуры в нижней части наружной стены и уменьшает радиационное охлаждение. Потоки тёплого воздуха, поднимающиеся по стене, уменьшают проникновение холодного воздуха в рабочую зону.

При размещении приборов у наружных и внутренних ограждений их длина подбирается с учетом расстояния между несущими колоннами или входными проемами так, чтобы обеспечить удобство монтажа и последующей очистки. Регистры располагаются на расстоянии не менее 300 мм от пола.

### 3.3 Расчет теплоотдающей поверхности отопительных приборов

Для выбора типоразмера прибора находим расход воды через прибор:

$$G_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{потери}} \beta_1 \beta_2}{c(t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})} \cdot 3600, \text{ кг/ч},$$

где  $Q_{\text{потери}}$  – рассчитанные теплотери помещения приведены в приложении А таблица А 2;

$\beta_1$  – коэффициент учитывающий шаг номенклатурного ряда отопительных приборов, выбираем по [1, табл. 9.4];

$\beta_2$  – коэффициент учитывающий место и тип установленного прибора, выбираем по [1, табл. 9.5];

$c$  – удельная массовая теплоемкость воды равная  $4187 \text{ Дж/кг}\cdot^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{вх}}$  – температура воды на входе в прибор  $95^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{вых}}$  – температура воды на выходе из прибора  $70^{\circ}\text{C}$ .

Температурный напор определяем по формуле:

$$\Delta t = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{вн}}, \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$t_{\text{вн}}$  – расчетная температура внутри помещения  $^{\circ}\text{C}$ .

Тепловой поток прибора  $Q_{\text{н.т.}}$ , Вт, при условиях, отличных от нормальных, определяется по формуле:

$$Q_{\text{н.т.}} = \frac{Q_{\text{потери}} \cdot 0,95}{\varphi_k}, \text{ Вт};$$

где  $\varphi_k$  – комплексный коэффициент приведения установленного теплового потока прибора к расчетным условиям, определяется по формуле:

$$\varphi_k = \left( \frac{\Delta t}{70} \right)^{1+n} \left( \frac{G_{\text{пр}}}{360} \right)^p b \psi c,$$

где  $n, p, c$  – коэффициенты зависящие от направления движения теплоносителя, его расхода в приборе и типа отопительного прибора, выбираем по [1, табл. 9.2];

$b$  – коэффициент учета атмосферного давления, выбираем по [1, табл. 9.1];

$\psi$  – коэффициент учета направления движения теплоносителя в приборе, принимаем по [1, табл. 9.11].

Рассмотрим пример выбора отопительных приборов для помещения №104 (помещение “Вестибюль”).

Зная тепловой баланс помещения, расход воды на прибор определяем по формуле:

$$G_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{оп}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})} = \frac{2375 \cdot 1,04 \cdot 1,1}{4187 \cdot (95 - 70)} \cdot 3600 = 93,44 \text{ кг/ч} = 0,03 \text{ кг/с};$$

Температурный напор, определяемый по формуле:

$$\Delta t = \frac{t_{\text{вх}} + t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{вн}} = \frac{95 + 70}{2} - 20 = 62,5^{\circ}\text{C};$$



Определяем номинальный тепловой поток:

$$Q_{\text{н.т.}} = \frac{2375 \cdot 0,95}{0,845} = 2670 \text{ Вт};$$

$$\varphi_{\text{к}} = \left(\frac{62,5}{70}\right)^{1+0,3} \cdot \left(\frac{93,44}{360}\right)^{0,01} \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 0,996 = 0,831 .$$

Используя значение  $Q_{\text{н.т.}}$  определяем ближайший по значению теплового потока конвектор. Выбираем конвектор КПНК-20-2,750 с тепловым потоком 2750 Вт.

Для остальных помещений производим аналогичный расчет, полученные результаты сводим в таблицу 3.1 «Подбор отопительных приборов».

Таблица 3.1 - Подбор отопительных приборов

№ помеще- ния	QпотерьВт	G пр кг/ч	tcp,С'	<i>t внутр.</i> <i>Расч. С'</i>	φк	Qн.т.,Вт	N принимаем
001	5800	228,20	66,5	16	0,92	5980	ГТ5х108х3,5-2,5
002	825	32,46	66,5	16	0,90	865	ГТ4х108х3,5-1,1
004	790	31,08	66,5	16	0,90	830	ГТ4х108х3,5-1,0
101	66395	2612,29	77,5	5	1,11	57045	24хКПНК-20-2,550
103.1	235	9,25	66,5	16	0,89	250	КПНК-20-0,650
104	2375	93,44	66,5	16	0,91	2470	2хКПНК-20-1,230
105	125	4,92	64,5	18	0,86	140	КПНК-20-0,650
106	1075	42,30	62,5	20	0,85	1200	КПНК-20-1,230
107	940	36,98	64,5	18	0,88	1020	КПНК-20-1,140
108	1625	63,94	64,5	18	0,88	1750	2хКПНК-20-1,140
109	605	23,80	62,5	20	0,85	680	КПНК-20-0,720
110	295	11,61	67,5	15	0,91	310	КПНК-20-0,650
111	1545	60,79	66,5	16	0,91	1615	КПНК-20-1,650
112.1	1665	65,51	59,5	23	0,81	1950	КПНК-20-2,100
112.2	530	20,85	59,5	23	0,80	625	КПНК-20-0,650
113.3	1100	43,28	66,5	16	0,91	1155	КПНК-20-1,230
113.4	1175	46,23	66,5	16	0,91	1230	КПНК-20-1,231
115	270	10,62	66,5	16	0,89	285	КПНК-20-0,650
116.1	60	2,36	57,5	25	0,76	75	КПНК-20-0,650
116.2	95	3,74	57,5	25	0,76	120	КПНК-20-0,650
119	445	17,51	64,5	18	0,87	485	КПНК-20-0,650
120	110	4,33	66,5	16	0,89	120	КПНК-20-0,650
201	550	21,64	66,5	16	0,90	580	КПНК-20-0,650
202	1255	49,38	64,5	18	0,88	1355	КПНК-20-1,650
203	1255	49,38	64,5	18	0,88	1355	КПНК-20-1,650
204	1255	49,38	64,5	18	0,88	1355	КПНК-20-1,650
206	1195	47,02	64,5	18	0,88	1290	КПНК-20-1,650
207	4975	195,74	63,5	19	0,88	5385	3хКПНК-20-1,850
208	1470	57,84	63,5	19	0,87	1610	КПНК-20-1,650
209	435	17,11	64,5	18	0,87	475	КПНК-20-0,650
217	3160	124,33	64,5	18	0,89	3380	3хКПНК-20-1,140
219	1205	47,41	66,5	16	0,91	1260	КПНК-20-1,650
117,217,302	5595	220,13	64,5	18	0,89	5955	3хКПНК-20-2,100

### 3.4 Гидравлический расчет системы отопления

Гидравлический расчет проводится в соответствии с законами гидравлики. Расчет основан на следующем принципе: при установившемся движении воды действующая в системе разность давления (насосного и естественного) полностью расходуется на преодоление гидравлического сопротивления движению. Гидравлическое сопротивление системы должно соответствовать действующей разности давления, а в расчетных условиях циркуляции воды расчетному циркуляционному давлению.

Гидравлический расчет выполняют по пространственной схеме системы отопления, вычерчиваемой обычно в аксонометрической проекции. На схеме системы выявляют циркуляционные кольца, делят их на участки и наносят тепловые нагрузки.

Участком называют трубу или трубы с одним и тем же расходом теплоносителя. Последовательно соединенные участки, образующие замкнутый контур циркуляции воды через теплогенератор (теплообменник), составляют циркуляционное кольцо системы.

Тепловая нагрузка участка  $Q_{уч}$  составляется из тепловых нагрузок приборов, обслуживаемых протекающей по участку водой:

$$Q_{уч} = \sum Q_{п}$$

Расход воды на участке  $G_{уч}$  при расчетной разности температуры воды в системе  $t_r - t_o$  с учетом дополнительной теплопередачи в помещения:

$$G_{уч} = Q_{уч} \cdot 3,6 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 / c \cdot (t_r - t_o), \text{ кг/ч}$$

где  $Q_{уч}$  – тепловая нагрузка участка, Вт;

$\beta_1, \beta_2$  – поправочные коэффициенты, учитывающие дополнительную теплопередачу в помещения;

$c$  – удельная массовая теплоемкость воды, равная 4,187 кДж/(кг·°С).

Тепловая нагрузка системы отопления в целом равна сумме тепловых нагрузок всех отопительных приборов (теплопотерь помещений). По общей

теплопотребности для отопления здания определяют расход воды в системе отопления:

$$G_c = Q_c / c \cdot (t_r - t_o) = \Sigma Q_{п} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 / c \cdot (t_r - t_o).$$

Гидравлический расчет двухтрубных систем отопления ведется по удельной линейной потере давления, подбирая диаметр труб при равных (или, как иногда говорят, постоянных) перепадах температуры воды во всех стояках и ветвях  $t_{СТ}$ ' соответствующих расчетному перепаду температуры воды во всей системе  $t_c$ :

$$\Delta t_{СТ} = \Delta t_c.$$

Предварительно вычисляют расход воды на каждом участке. По найденным расходам воды по таблице П.1 приложения II Справочника проектировщика [4] принимаются диаметры обыкновенных газопроводных труб для участков системы отопления. Величиной, ограничивающей возможность снижения диаметров трубопроводов систем отопления, является предельная скорость теплоносителя в них, определяемая из условий бесшумной работы системы. Потери давления на трение и местные сопротивления на участке определяют отдельно по преобразованной формуле:

$$\Delta p_{уч} = \left( \frac{\lambda}{d_B} \right) \cdot \left( \frac{\rho w^2}{2} \right) \cdot l_{уч} + \sum \zeta_{уч} \cdot \left( \frac{\rho w^2}{2} \right) = R l_{уч} + Z,$$

где  $R = \left( \frac{\lambda}{d_B} \right) \cdot \left( \frac{\rho w^2}{2} \right)$  - удельная потеря давления на трение на длине 1 м,

Па/м;

$Z = \sum \zeta_{уч} \left( \frac{\rho w^2}{2} \right)$  - потери давления на местные сопротивления, Па.

В нашем случае величина удельных потерь давления на участках определяется по таблице для гидравлического расчета. Значения коэффициентов местных сопротивлений на участках приняты по табл. П.10 - П.15 Справочника проектировщика [4], причем для смежных участков местное сопротив-

ление тройника отнесено к участку с меньшей тепловой нагрузкой (соответственно, с меньшим расходом теплоносителя).

Потери давления в циркуляционном кольце системы: при последовательном соединении N участков:

$$\Delta p_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^N (Rl_{\text{уч}} + Z)_i$$

т.е. равны сумме потерь давления на участках, составляющих кольцо.

При параллельном соединении двух участков, стояков или ветвей:

$$\Delta p_i = \Delta p_j$$

т.е. потери давления на параллельно соединенных участках, стояках или ветвях равны.

Располагаемое циркуляционное давление  $\Delta p_{\text{р.ст}}$  должно быть равно потерям давления (уже известным) на участках основного кольца, замыкающих рассматриваемый стояк. Таким образом, для двухтрубной системы:

$$\Delta p_{\text{р.ст}} = \Sigma(Rl+Z)_{\text{осн}}$$

В системах с тупиковым движением воды затруднительно при ограниченном сортаменте труб достигнуть выполнения равенства по приведенным выше формулам. Поэтому при определении потерь давления в промежуточных стояках допускают невязку до 15% с располагаемым циркуляционным давлением.

Расчетное циркуляционное давление  $\Delta p_{\text{р}}$  в системе водяного отопления в общем виде можно определить по формуле:

$$\Delta p_{\text{р}} = \Delta p_{\text{н}} + B \Delta p_{\text{е}},$$

где  $\Delta p_{\text{н}}$  - циркуляционное давление, создаваемое насосом, Па;

$\Delta p_{\text{е}}$  - естественное циркуляционное давление, Па;

B - поправочный коэффициент, учитывающий значение естественного циркуляционного давления в период поддержания расчетного гидравлического режима в системе.

Заполняем в расчетной таблице 5 колонки расходов воды на участках, из аксонометрической схемы заносим значения их длин, порасходу воды на

участках выбираем диаметр труб  $D_y$ . Далее, ориентируясь на значение величины  $R_{cp}$ , записываем в таблицу скорость движения воды  $w$  и вычисляем действительные значения удельных линейных потерь давления  $R$ .

Запас циркуляционного давления по системе определяется по формуле:

$$\Delta = \frac{\Delta p_p - \Delta p_1}{\Delta p_p} \cdot 100\% .$$

Давление на вводе в систему отопления здания (исходные данные):

$$P_{\text{под}} = 0,7 \text{ МПа}; P_{\text{обр}} = 0,5 \text{ МПа}.$$

Таким образом, расчетное циркуляционное давление:

$$\Delta p_p = \Delta p_H = P_{\text{под}} - P_{\text{обр}} = 0,7 - 0,5 = 20 \text{ кПа}.$$

В данной системе отопления запроектированы два основных кольца через второй этаж и одно через первый.

Длину основных циркуляционных колец определяем по аксонометрической схеме системы отопления. Длина кольца Т14, Т24, через самый удаленный отопительный прибор от гребенки:  $\Sigma l_{T14, T24} = 122,9$  м. Длина кольца Т115, Т215, проходящего по спортивному залу, от гребенки через самый удаленный отопительный прибор  $\Sigma l_{T115, T215} = 78,8$  м. Длина кольца Т125, Т225, проходящего по спортивному залу, от гребенки через самый удаленный отопительный прибор  $\Sigma l_{T125, T225} = 100,4$  м.

$$R_{cpT14, T24} = 0,65 \cdot 20000 / 122,9 = 105,78 \text{ Па/м};$$

$$R_{cpT15, T25} = 0,65 \cdot 20000 / 78,8 = 164,97 \text{ Па/м};$$

$$R_{cpT15, T25} = 0,65 \cdot 20000 / 100,4 = 129,48 \text{ Па/м};$$

Заполняем в расчетном бланке колонки расходов воды на участках, из аксонометрической схемы заносим значения их длин, порасходу воды на участках выбираем диаметр труб  $D_y$ . Далее, ориентируясь на значение величины  $R_{cp}$ , записываем в таблицу скорость движения воды  $w$  и вычисляем действительные значения удельных линейных потерь давления  $R$  и на местные сопротивления результаты заносим в таблицы 4 и 5.

Выбираем второстепенные циркуляционные кольца через ближний к тепловому пункту (в рассматриваемой системе к гребенке) отопительный прибор.

Таблица 3.2 – Гидравлический расчет основного циркуляционного кольца Т14/Т24.

Данные по участкам			Принято							
№	G, кг/ч	l, м	D, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	$\sum \xi$	Z, Па	Rl+Z, Па	
1	563,24	24,2	40	0,13	407,49	9861,15	4,7	38,32	9899,48	
2	516,24	5,4	40	0,12	344,75	1861,67	2	13,90	1875,57	
3	469,24	5,4	40	0,11	287,25	1551,17	2	11,68	1562,85	
4	422,24	9,7	40	0,1	234,98	2279,35	2	9,65	2289,00	
5	398,74	5,4	40	0,09	199,72	1078,47	3,2	12,51	1090,98	
6	351,75	5,4	32	0,13	332,85	1797,38	1,5	12,23	1809,61	
7	304,75	5,4	32	0,11	244,01	1317,65	1,5	8,76	1326,41	
8	46,90	2,5	20	0,04	24,05	60,12	1,5	1,16	61,28	
9	46,90	2,5	20	0,04	24,05	60,12	1,5	1,16	61,28	
10	304,75	5,4	32	0,11	244,01	1317,65	1,5	8,76	1326,41	
11	351,75	5,4	32	0,13	332,85	1797,38	1,5	12,23	1809,61	
12	398,74	5,4	40	0,09	199,72	1078,47	3,2	12,51	1090,98	
13	422,24	9,7	40	0,1	234,98	2279,35	2	9,65	2289,00	
14	469,24	5,4	40	0,11	287,25	1551,17	2	11,68	1562,85	
15	516,24	5,4	40	0,12	344,75	1861,67	2	13,90	1875,57	
16	563,24	20,3	40	0,13	407,49	8271,96	2,4	19,57	8291,53	
		122,9					38024,76		197,65	38222,41

Таблица 3.3 – Гидравлический расчет основного циркуляционного кольца Т115/Т215.

Данные по участкам			Принято						
№	G, кг/ч	l, м	D, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	$\sum \xi$	Z, Па	Rl+Z, Па
1	465,59	1,5	40	0,11	285,02	427,53	2	11,68	439,20
2	425,45	18,9	40	0,1	236,77	4474,97	3	14,48	4489,44
3	372,33	3,4	40	0,09	186,49	634,06	2	7,82	641,88
4	307,27	3,4	40	0,07	119,70	406,98	3,8	8,98	415,96
5	295,12	5,2	32	0,11	236,30	1228,77	2,5	14,60	1243,36
6	249,31	3,5	20	0,23	735,08	2572,76	1,5	38,29	2611,05
7	229,26	3,5	20	0,21	617,20	2160,19	1,5	31,92	2192,11
8	229,26	3,5	20	0,21	617,20	2160,19	3,8	80,86	2241,05
9	249,31	3,5	20	0,23	735,08	2572,76	2,5	63,81	2636,57
10	295,12	5,2	32	0,11	236,30	1228,77	1,5	8,76	1237,53

11	307,27	3,4	40	0,07	119,70	406,98	1,5	3,55	410,52	
12	372,33	3,4	40	0,09	186,49	634,06	2	7,82	641,88	
13	425,45	18,9	40	0,1	236,77	4474,97	2,5	12,06	4487,03	
14	465,59	1,5	40	0,11	285,02	427,53	2,4	14,01	441,54	
		78,8					23810,50		318,61	24129,11

Таблица 3.4 – Гидравлический расчет основного циркуляционного кольца T215/T225.

Данные по участкам			Принято							
№	G, кг/ч	l, м	D, мм	w, м/с	R, Па/м	Rl, Па	$\sum \xi$	Z, Па	Rl+Z, Па	
1	465,59	1,5	40	0,11	285,02	427,53	2	11,68	439,20	
2	425,45	18,9	40	0,1	236,77	4474,97	3	14,48	4489,44	
3	81,56	3,4	25	0,05	39,95	135,84	2	2,41	138,26	
4	34,95	3,2	25	0,02	6,85	21,92	3,8	0,73	22,65	
5	27,40	18,5	20	0,03	10,54	194,94	2,5	1,09	196,02	
6	26,81	1,5	20	0,02	6,87	10,31	1,5	0,29	10,60	
7	16,00	3,2	20	0,01	2,05	6,56	1,5	0,07	6,63	
8	16,00	3,2	20	0,01	2,05	6,56	3,8	0,18	6,74	
9	26,81	1,5	20	0,02	6,87	10,31	2,5	0,48	10,79	
10	27,40	18,5	20	0,03	10,54	194,94	1,5	0,65	195,59	
11	34,95	3,2	25	0,02	6,85	21,92	1,5	0,29	22,21	
12	81,56	3,4	25	0,05	39,95	135,84	2	2,41	138,26	
13	425,45	18,9	40	0,1	236,77	4474,97	2,5	12,06	4487,03	
14	465,59	1,5	40	0,11	285,02	427,53	2,4	14,01	441,54	
		100,4					10544,12		60,84	10604,96

В результате гидравлического расчета системы отопления уточняются диаметры трубопроводов участков системы. Для увязки падений давления в пределах отдельных колец используются современные балансировочные клапаны MSV–BD производства датской компании Danfoss. Подбор балансировочных клапанов производится по техническому описанию «Ручные фланцевые балансировочные клапаны» фирмы Danfoss.

Увязка падений давления в кольцах:

T14/24: 20000 Па– 100%; 38222Па– x%, x=91,1%.

T115/215: 20000 Па– 100%; 24129Па– x%, x=20,6 %.

T125/225: 20000 Па– 100%; 10605Па– x%, x=47 %.



Невязка для колец Т111/211 и Т112/212 составляет более 5%. Требуется установка балансировочных клапанов в кольцах Т14/24; Т115/215, Т125/225.

Пример подбора балансировочных клапанов для кольца Т115/215.

На диаграмме для выбора диаметра и настройки клапанов линией соединяются точки значения расхода теплоносителя на участке 1 (465,59 кг/ч) и перепад давления  $\Delta p = 24,129 - 20 = 4,129$  кПа, которая продолжается до пересечения со шкалой Kv. Затем от точки на шкале Kv проводится горизонтальная линия которая пересекает шкалу со значениями настройки клапанов, допускаемых для выбора диаметра (40мм). Значение настройки для клапана на трубопроводе 40 мм – 2,4 (количество оборотов настроечной рукоятки). Аналогичным образом производится подбор балансировочных клапанов остальных колец системы отопления.

#### 4 Тепловой пункт здания

Источником теплоснабжения является существующая котельная аэропорта. Категория потребления теплоты принята вторая. Схема сетей теплоснабжения здания четырехтрубная.

Параметры теплоносителя в точках подключения:

- температурный график сетей теплоснабжения 95-70°C;
- напоры сетевой воды:
  - в подающем трубопроводе  $R_p = 3,6 \text{ кгс/см}^2$ ;
  - в обратном трубопроводе  $R_o = 3,4 \text{ кгс/см}^2$ .
- температурный график сетей ГВС 65-40°C;
- напоры сетевой воды ГВС:
  - в подающем трубопроводе  $R_p = 3,7 \text{ кгс/см}^2$ ;
  - в циркуляционном трубопроводе  $R_o = 3,7 \text{ кгс/см}^2$ .

Подключение систем теплоснабжения здания принято:

- отопления - по зависимой схеме;
- ГВС – по независимой схеме.

Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) — один из главных элементов системы централизованного теплоснабжения зданий, выполняющий функции приема теплоносителя, преобразования его параметров, распределения между потребителями тепловой энергии и учета ее расходования.

В принципиальную схему ИТП входят следующие необходимые функциональные узлы и модули:

- узел ввода;
- узел учета теплоснабжения;
- узлы обеспечения гидравлических режимов;
- узел управления.

#### 4.1 Узел ввода

Для обеспечения надежной работы оборудования узел ввода, оснащается запорной арматуры и грязевиками, сетчатыми фильтрами производства датской фирмы «Danfoss». В качестве запорной арматуры на подающем и обратном трубопроводах предусмотрены фланцевые стальные шаровые краны типа JIP.

#### 4.2 Узел учета теплоснабжения

Узел учета теплоснабжения выполнен в соответствии с требованиями «Правил учета тепловой энергии и теплоносителя». Электромагнитные расходомеры типа ЭРСВ-420Л производства ЗАО «Взлёт» устанавливаются на подающем и обратном трубопроводах ИТП. При проектировании узла учета до расходомеров предусмотрены прямолинейные участки трубопроводов, указанные в паспорте на данные расходомеры. В схему узла учета теплоснабжения также включены преобразователи температуры типа Взлёт ПТС и теплосчётчик регистратор типа ТРСВ-034.

На узле учета с помощью приборов измеряются, следующие величины:

- время работы приборов узла учета;
- объем (масса) теплоносителя, поданного (поступившего) по подающему трубопроводу и возвращенного по обратному трубопроводу;
- температура теплоносителей в подающем и обратном трубопроводах;
- тепловая энергия.

#### 4.3 Узел обеспечения гидравлических режимов

ИТП должен обеспечивать стабильные гидравлические режимы работы всей системы теплоснабжения здания. Для этой цели в схеме ИТП предусмотрены регуляторы перепада давлений и регулирующие клапаны, установленные перед теплоиспользующими системами. Указанные приборы выполняют следующие функции:

- защищают системы теплоснабжения от колебаний давлений в наружных тепловых сетях;
- предотвращают передачу в тепловую сеть колебаний давлений, вызываемых работой регулирующих клапанов в системах теплоснабжения;
- обеспечивают работу регулирующих устройств ИТП в оптимальном режиме, исключая возможность образования кавитации и шумов;
- предохраняют, при определенных условиях, системы теплоснабжения от недопустимых давлений, а также от опорожнения;
- позволяют, при применении определенных модификаций регуляторов, ограничить максимальный расход теплоносителя.

#### Описание и принцип работы ИТП

Тепловой пункт ФОК предназначен для присоединения к тепловым сетям систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. ИТП полностью автоматизирован. Системы отопления и вентиляции присоединены к двухтрубным водяным тепловым сетям по зависимой схеме.

ИТП оснащен полным комплектом средств автоматического регулирования, который обеспечивает:

- погодную коррекцию температуры теплоносителя, подаваемого в системы отопления;
- постоянную температуру воды в системе ГВС;
- программирование различных температурных режимов по часам суток и дням недели;
- ограничение максимальных и минимальных значений регулируемых температур теплоносителя и горячей воды;
- контроль по заданному погодозависимому графику температуры теплоносителя, возвращаемого в тепловую сеть системы теплоснабжения;
- управление циркуляционными насосами;
- поддержание постоянного перепада давлений на регулирующих клапанах со стороны тепловой сети.

Установку термометров и манометров для теплового пункта выполнить

согласно ПТЭТЭ.

Под опоры трубопроводов и оборудования при их креплении к строительным конструкциям здания предусмотрены виброизолирующие прокладки, в качестве которых применены резиновые виброизоляторы (коврики).

## 5 Общеобменная вентиляция

### 5.1 Расчет воздухообмена

Расчет воздухообмена ведется по СП 60.13330.2012. Расход приточного воздуха, м<sup>3</sup>/ч, для системы вентиляции и кондиционирования следует определять расчетом и принимать больший из расходов, требуемых для обеспечения:

- а) санитарно-гигиенических норм;
- б) норм взрывопожарной безопасности.

Расход воздуха следует определять по нормируемой кратности воздухообмена:

$$L = V_p \cdot n,$$

где  $V_p$  - объем помещения, м<sup>3</sup>;

$n$  - нормируемая кратность воздухообмена, ч<sup>-1</sup>.

Нормируемая кратность воздухообмена для административно-бытовых помещений принимается по табл. 19 [16]. Помещения с преобладанием тепловыделений отсутствуют.

Данная система вентиляции содержит системы:

- местные вытяжные с искусственным побуждением В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7, В8, В9;
- приточно-вытяжные с искусственным побуждением ПВ1, ПВ2;
- приточные системы с искусственным побуждением П1, П2, П3, П4.

Расчет воздухообменов помещений по кратностям сведен в таблицу 6.

Рассмотрим пример расчета воздухообмена для помещения 110 (инвентарная):

Определяем расход воздуха для вытяжной системы (ПВ3) по нормируемой кратности воздухообмена:

$$L = V_p \cdot n = 45 \cdot 2,8 = 126 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Определяем расход воздуха для вытяжной системы (В3) по нормируемой кратности воздухообмена:

$$L = V_p \cdot n = 45 \cdot 3,5 = 157,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для остальных помещений рассчитываем воздухообмен помещений по указанной методике, результаты заносим в таблицу 5.1 «Воздухообмен по помещениям».

Таблица 5.1– Воздухообмен по помещениям

№ помещения	Наименование	Объем помещения, м <sup>3</sup>	Кратность		Вытяжка		Приток	
			вытяжка	приток	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	№ системы	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	№ системы
001	Венткамера	108,57	-	2	-	-	250	П1
002	Электрощитовая	40,21	1	-	50	BE1	-	-
003	Тепловой узел	48,83	5	2	250	BE2	100	П1
004	Водомерный узел	32,45	1	-	50	BE3	-	-
005	Тех. коридор	27,66	-	-	-	-	-	-
	Итого по подвалу:				350		350	
101	Санузел	6874,2	-	-	6120	ПВ1	6120	ПВ1
103	Гардеробная	73,32	2	-	150	B1	-	-
104	Вестибюль	136,62	-	2	-	-	280	П1
105	Касса	19,38	2	3	40	B1	60	П1
106	Медицинский кабинет	59,01	2	3	120	B5	180	П1
107	Приемная	34,02	2	3	70	B1	105	П1
108	Кабинет директора	61,35	2	3	130	B1	195	П1
109	Комната тренеров и инструкторов	52,71	2	3	110	B7	160	П3
110	Инвентарная	111,41	1	-	115	B8	-	-
111.2	Коридор	264,96	-	-	-	-	200	П1
112.1	Раздевальная	188,04	-	-	-	-	565	П2
112.2	Раздевальная	182,91	-	-	-	-	565	П2
113.1	Санузел	19,08	-	-	100	B2	-	-
113.2	Санузел	21,54	-	-	75	B2	-	-
113.3	Санузел	19,47	-	-	100	B2	-	-
113.4	Санузел	19,56	-	-	100	B2	-	-
114	Санузел для МГН	16,41	-	-	50	B2	-	-
115	Помещение уборочного инвентаря	12,39	2	-	30	B4	-	-
116.1	Душевые	35,4	10	5	360	B2	180	ПЕ6
116.2	Душевые	35,61	10	5	360	B2	180	ПЕ7
116.3	Душевые	8,56	10	5	110	B2	45	
117.1	Душевая с сан.узлом для МГН	12,96	10	5	130	B2	65	ПЕ8
117.2	Душевая с сан.узлом для МГН	12,96	10	5	130	B2	65	ПЕ9
119	Помещение охраны	25,23	3	2	90	B7	60	П3
	Итого по 1 этажу:				8490		8490	
201	Коридор	388,21	-	-	-	-	800	П1
202	Кабинет главного инженера	51,75	2	3	110	B1	165	П1
203	Помещение инженерно-	47,85	2	3	100	B1	150	П1



	технического персонала							
204	Кабинет гл. бухгалтера	47,85	2	3	100	В1	150	П1
205.1	Помещение инструктора	47,85	2	3	100	В7	150	П3
205.2	Помещение инструктора	47,85	2	3	100	В7	150	П3
206	Метод. Кабинет	136,07	2	3	280	В1	420	П1
207	Тренажерный зал	199,02	-	-	800	ПВ2	800	ПВ2
208	Зал ОФП для занятий аэробикой	266,49	-	-	640	ПВ2	640	ПВ2
209.1	Подсобное помещение буфета	42,12	5	-	150	В6	-	-
210.1	Раздевальная	56,51	-	-	-	-	-	-
210.2	Раздевальная	71,21	-	-	-	-	-	-
211.1	Санузел	11,19	-	-	50	В3	-	-
211.2	Санузел	11,19	-	-	50	В3	-	-
211.3	Санузел	33,73	-	-	100	В3	-	-
211.4	Санузел	22,03	-	-	50	В3	-	-
211.5	Санузел	16,11	-	-	50	В3	-	-
211.6	Санузел	16,11	-	-	50	В3	-	-
212	Помещение уборочного инвентаря	15,05	2	-	40	ВЕ10	-	-
213.1	Бытовое помещение	27,96	2	3	60	В9	85	П4
213.2	Бытовое помещение	27,77	2	3	60	В9	85	П4
214.1	Душевые	6,01	10	5	65	В3	30	-
214.2	Душевые	6,36	10	5	65	В3	30	-
214.3	Душевые	24,96	10	5	250	В3	125	-
214.4	Душевые	24,96	10	5	250	В3	125	-
215	Тамбур	14,2	-	-	-	-	-	-
216	Лестничная клетка	108,22	-	-	-	-	-	-
217	Буфет	137,36	3	-	450	В6	-	-
	Итого по 2 этажу:				3970		3970	

В таблице 7 приведены обслуживаемые помещения систем вентиляции.

Таблица 5.2 – Системы общеобменной вентиляции

№ системы	Обслуживаемые помещения
В1	гардеробная (103), касса (105), приемная (107), кабинет директора (108), кабинет главного инженера (202), помещение инженерно-технического персонала (203), кабинет гл. бухгалтера (204), методический кабинет (206).
В2	сан. узлы (113.1-113.4), сан. узлы для МГН (114), душевые (116.1-116.3), душевые с сан. узлом для МГН (117.1, 117.2).
В3	сан. узлы (211.1-211.6), душевые (214.1-214.4).
В4	помещение уборочного инвентаря (115)
В5	медицинский кабинет (106)
В6	буфет (217), подсобное помещение буфета (209.1)
В7	Комната тренеров и инструкторов (109), помещение инструкторов (205.1,205.2), комната охраны (119)
В8	инвентарная (110, 218)
В9	бытовые помещения (213.1, 213.2)
ПВ1	универсальный спортивный зал (101)
ПВ2	тренажерный зал 207, зал ОФП для занятий аэробикой (208)
П1	вент. камера (001), тепловой узел (003), вестибюль (104), касса (105), медицинский кабинет (106), приемная (107), кабинет директора (108), коридор (111.2), кабинет главного инженера (202), помещение инженерно-технического персонала (203), кабинет гл. бухгалтера (204), методический кабинет (206)
П2	раздевальные (112.1, 112.2), раздевальные (210.1, 210.2)
П3	комната тренеров и инструкторов (109), помещение инструкторов (205.1, 205.2), комнату охраны (119)
П4	приток свежего воздуха в помещения: бытовые помещения (213.1, 213.2)

## 5.2 Аэродинамический расчет системы вентиляции

При перемещении воздуха в системах вентиляции происходит потеря энергии, которая обычно выражается в перепадах давлений воздуха на отдельных участках системы и в системе в целом. Аэродинамический расчет проводится с целью определения размеров поперечного сечения участков сети. При этом в системах с гравитационным побуждением движения располагаемое давление задано, а в системах с механическим побуждением движения потери давления определяют выбор вентилятора. В последнем случае подбор размеров поперечного сечения воздуховодов, как правило, проводят по предельно допустимым скоростям воздуха.

Расчет сети воздуховодов в общем виде сводится к определению потерь давления в них при данном расходе воздуха. Задаются сечением или диаметром воздуховодов и определяют скорость воздуха при проектируемом расходе и соответствующие потери давления в воздуховоде на 1 м длины.

Последовательность расчета.

Определяем нагрузки расчетных участков, характеризующихся постоянством расхода воздуха; Выбираем основное направление, для чего выявляем наиболее протяженную цепь участков; Нумеруем участки, начиная с участка, наиболее удаленного с наибольшим расходом.

Размеры сечения воздуховода определяем по формуле [11]:

$$F_{OP} = \frac{L}{3600 \cdot \vartheta_p}, \text{ м}^2;$$

где  $L$  – расход воздуха на участке,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$\vartheta_p$  – рекомендуемая скорость движения воздуха  $\text{м}/\text{с}$ , определяем по табл. 11.3 [20], исходя из экономичности и бесшумности (для административных зданий до  $4 \text{ м}/\text{с}$ ) задаемся  $2,5 \text{ м}/\text{с}$ .

Зная ориентировочную площадь сечения, определяем стандартный воздуховод и рассчитываем фактическую скорость воздуха:

$$\vartheta_{\Phi} = \frac{L}{3600 \cdot F_{\Phi}}, \text{ м}/\text{с};$$

Определяем потери давления на трение  $R$  и динамическое давление  $P$  по табл. 22.15 [20]. Определяем коэффициенты местных сопротивлений. Определяем суммарные потери давления в воздуховодах.

Располагаемое давление для ответвлений сети определяется как сумма потерь давления на предыдущих участках сети. Необходимо увязать все ветви воздуховодов, то есть приравнять сопротивление каждой ветви к сопротивлению наиболее нагруженной ветви, допускаемая невязка при этом 10%.

В ходе расчета уточняются сечения воздуховодов и определяется полный напор в сети. Результаты расчетов сведены в приложение Б таблицу Б 1.

### 5.3 Выбор вспомогательного оборудования и вентиляторов

Каждая вентиляционная сеть кроме основного оборудования комплектуется различным сетевым оборудованием и изделиями. Это заслонки воздушные унифицированные, клапаны лепестковые, клапаны воздушные регулирующие, клапаны воздушные утепленные, дроссель клапаны, клапаны обратные общего назначения, клапаны обратные взрывозащищенные и искробезопасные; зонты; дефлекторы; воздухораспределители различных типов; огнезадерживающие клапаны; клапаны дымоудаления; глушители шума вентиляционных установок; воздуховоды; гибкие вставки к центробежным вентиляторам; узлы прохода вентиляционных шахт через покрытия зданий.

#### 5.3.1 Выбор зонтов

Зонты применяются в системах вытяжной вентиляции с естественным или механическим побуждением.

Назначение зонтов – предотвращения попадания атмосферных осадков в вентиляционные шахты. Размеры зонта выбираются по каталогу фирмы изготовления в зависимости от поперечного сечения вентиляционной шахты.

Зонты изготавливаются по конфигурации колпака – круглые и прямоугольные. Характеристики зонтов вентиляционных установок приведены в таблице 9 «Зонты в системах вытяжной вентиляции».

Все присоединительные размеры соответствуют нормализованному ряду воздуховодов и присоединительным размерам узлов вентиляционных шахт через покрытия зданий по серии 5.904-45, 5.904-51:

Таблица 5.3 – Зонты в системах вытяжной вентиляции

Вентиляционная установка	Размеры зонта
В1	ЗК 315
В2	ЗК 315
В3	ЗК 250
В6	ЗК 200
В7	ЗК 200
В8	ЗК 200
В9	ЗК 200
ПВ1	ИПЗ 1000x500
ПВ2	ЗК 315

### 5.3.2 Запорные и регулирующие устройства

В качестве запорных и регулирующих устройств на воздуховодах применяют шиберы, клапаны (заслонки) и направляющие аппараты.

В воздуховодах, расположенных в труднодоступных местах, используют клапаны с механическим приводом и дистанционным управлением.

Клапаны воздушные для круглых воздуховодов—RSK.

Воздушные клапаны RSK предназначены для регулирования потока воздуха или перекрытия воздушных каналов. Корпус и заслонка клапанов изготавливаются из стального оцинкованного листа. Корпус с двух сторон снабжён резиновыми уплотнениями для подсоединения воздуховодов или других компонентов вентиляционной системы. Заслонка клапанов снабжена силиконовым уплотнением, вал заслонки установлен на втулках из полиамида. Управление воздушных клапанов RSK осуществляется с помощью ручного или электрического привода. Для регулирования положения заслонки вручную клапан комплектуется ручкой с возможностью фиксирования ее положения.

### 5.3.3 Выбор воздушного фильтра

Необходимость в очистке воздуха, подаваемого в помещение системами приточной вентиляции, определяется его состоянием в месте забора и требованиями к его очистке в помещениях. Как правило, воздух очищают в следующих целях:

а) для уменьшения запыленности воздуха, подаваемого в вентилируемое помещение, если концентрация пыли в районе расположения здания или вблизи места забора воздуха систематически превышает установленную санитарными нормами;

б) для защиты теплообменников, оросительных устройств, приборов автоматики и другого оборудования вентиляционных камер и кондиционеров от запыления;

в) для предохранения внутренней отделки и оборудования вентилируемых зданий от загрязнения отложениями мелкодисперсной пыли;

г) для поддержания в помещениях заданной в соответствии с технологическими требованиями чистоты воздуха.

Применяемые в системах приточной вентиляции и кондиционирования воздушные фильтры грубой очистки воздуха – G4 предназначаются для очистки от загрязнений наружного воздуха, а в случае рециркуляции и воздуха внутри помещений. Используемые фильтры, в зависимости от применяемого класса фильтрующего материала, подразделяются на фильтры грубой и тонкой очистки воздуха. Для удобства идентификации используются буквенно-цифровые обозначения:

Фильтры карманные грубой очистки воздуха – G1-G4;

Фильтры карманные тонкой очистки воздуха – F5-F9.

Как правило, в качестве фильтрующего материала для фильтра грубой очистки воздуха - G4 используется 100% полиэстер высокого качества. Сами карманы производятся методом термоскрепления (термической пайки) синтетических волокон полиэстера при температуре более 100°C.

Непосредственно устройство фильтра карманного G4 для грубой очистки воздуха состоит из рамы, изготовленной из инертного материала (оцинковки или пластика) и фильтрующих карманов из полиэстера. Такая конструкция обеспечивает максимальную производительность при высоких показателях пылеемкости и при низком сопротивлении потоку воздуха. Главное правило при монтаже - установка карманов строго вертикально, чтобы не происходило их слипание.

Выбираем для приточных установок стандартные карманные фильтры Vorfilter, класс G4.



### 5.3.4 Выбор вентилятора и электродвигателя

Центробежные вентиляторы общего назначения применяют в системах приточно-вытяжной вентиляции, воздушного отопления и в качестве дутьевых вентиляторов отопительных котельных установок. Вентиляторы предназначены для воздуха и неагрессивных газов при температурах до 180 °С, не содержащих липких и длинноволокнистых веществ, но содержащих твердые примеси в количестве не более 150 мг/м<sup>3</sup>.

Для подбора вентилятора необходимо знать производительность и давление.

Производительность принимается с учетом потерь или подсосов воздуха в воздуховодах равной:

$$L = K \cdot L_p, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где  $K$  - коэффициент, учитывающий потери или подсос воздуха;

$L_p$  - расчетное количество воздуха в системе в м<sup>3</sup>/ч.

Коэффициент  $K$  принимается для стальных, асбестоцементных и пластмассовых воздуховодов длиной до 50 м равным 1,1, а в остальных случаях – 1,15.

Приведенное давление  $H$ , которое должен дать вентилятор и по которому производится подбор вентилятора выбирается согласно [2, с.131].

Далее расчет ведется согласно [7, с. 381].

Рассмотрим пример расчет подбора вентилятора для системы В3:

Производительность с учетом потерь:

$$L = K \cdot L_p = 1,1 \cdot 980 = 1078 \text{ м}^3/\text{ч},$$

Приведенное давление  $H=660$  Па.

Для вытяжной системы В3 выбираем канальный вентилятор РКС 250 В1, с мощностью 0,122 кВт и частотой 1850 об/мин.

Расчеты для остальных систем вентиляции сводим в таблицу 5.4 «Типы и марки установленных вентиляторов».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы разработано инженерное обеспечение систем отопления и вентиляции физкультурно-оздоровительного комплекса с залом 42х24 м в г. Новосибирске. По теплотехническим и геометрическим характеристикам ограждающих конструкций определены потери теплоты через ограждения 100,52 кВт; на нагревание инфильтрирующего воздуха 2,6 кВт. Общие тепловые потери по зданию составили 103,12 кВт.

Система отопления разработана двухтрубная с нижней разводкой со встречным движением теплоносителя.

В качестве нагревательных приборов комплекса приняты стальные напольные отопительные конвекторы типа «Универсал напольный - Ритм» предназначенные для «островной» установки вдоль остеклённых наружных ограждающих конструкций здания. Конвектор состоит из трубчато-пластинчатого нагревательного элемента и стального кожуха на ножках. Наличие ножек позволяет устанавливать отопительные приборы прямо на пол, тем самым не требуется проводить дополнительные мероприятия по креплению приборов к стенам, из-за конструктивных особенностей которых (фасадные системы поэлементной сборки) прямое крепление приборов к ним не возможно.

Регулирование теплоотдачи отопительных приборов осуществляется посредством изменения расхода теплоносителя с помощью терморегуляторов RA-N с автоматическим термостатическим элементом RA 2940, производства датской компании «Danfoss», установленными на подводках у приборов отопления.

При проектировании системы отопления выполнен гидравлический расчёт с целью определения диаметров трубопроводов, падения давления (напора), увязки всех точек системы при статическом и динамическом режимах с целью обеспечения допустимых давлений и требуемых напоров. Система отопления ФОК в г. Новосибирске включает 3 основных циркуляцион-

ных кольца: два через второй этаж и одно через первый. В результате расчетов установлено, что потеря давления в первом кольце составила 38,2 кПа, во втором 24,1 кПа, в третьем 10,6 кПа.

В данном проекте разработана система вентиляции для ФОК в г. Новосибирск. Запроектирована механическая приточно-вытяжная вентиляция. Забор воздуха осуществляется с помощью воздухозаборных решеток. Выброс воздуха систем вытяжной вентиляции производится с помощью зонта, расположенного выше кровли здания на 1 м. За отметку 0,000 принят уровень чистого пола первого этажа. В местах прохода воздуховодов через перекрытия установлены огнезадерживающие клапаны. Крепление воздуховодов к стенам выполнено по серии 5.904-1 "Детали крепления воздуховодов". Приточные системы изолированы до калорифера изолятором "ИЗОБЕР KIMAL". Система вентиляции включает 9 местных вытяжных с искусственным побуждением, 4 местных приточных с искусственным побуждением, 3 приточно-вытяжных системы с искусственным побуждением. В результате расчетов определен воздухообмен по кратности. С целью определения сечений воздуховодов, определения потерь давления выполнен аэродинамический расчет систем вентиляции. Выбрано вспомогательное и основное оборудование вентиляционных установок.

Рассмотрены вопросы безопасности и экологичности проекта.

Разработана система автоматизации приточной вентиляционной системы, а также проведены расчеты эксплуатационных затрат на систему отопления и вентиляции.

«Приложение А»

(обязательное)

Таблица А 1 – расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции здания

№ помещения	Наименование помещения и температура, °С	Характеристика ограждения				Коэф. т/передачи k, Вт/(м²·°С)	Коэффициент n	Температура в помещении	Температура наружная	Разность температур, (t <sub>int</sub> - t <sub>ext</sub> ), °С	Основные тепловые потери Q <sub>o</sub> , Вт	Добавки к т/потерям			Общие потери тепла Q <sub>огр</sub> , Вт	Мощность отопительных приборов, Вт	
		наименование	сторона света	размеры, м								площадь, м²	на сторону света	прочие			коэффициент (1+Σβ)
				Н	L												
001	Венткамера	плI				45	0,476	1	16	-37	53	1135,26			1	1135	
		плII				23	0,233	1	16	-37	53	284,03			1	285	
		нс		6	2,5	15	0,476	1	16	-37	53	378,42	0	0,05	1,05	400	
		нс		9	2,5	22,5	0,476	1	16	-37	53	567,63	0	0,05	1,05	600	
		нс		7,2	2,5	18	0,476	1	16	-37	53	454,1	0	0,05	1,05	480	
Потери по помещению															2900		
002	Электро-щитовая	плI				12,2	0,476	1	16	-37	53	307,78	0		1	310	
		плII				10,4	0,233	1	16	-37	53	128,43	0		1	130	
		нс		6,12	2,5	15,3	0,476	1	16	-37	53	385,99	0		1	385	
Потери по помещению															825		
003	Тепловой узел	плI				29,6	0,476	1	16	-37	53	746,75	0		1	745	
		плII				5,9	0,233	1	16	-37	53	72,86	0		1	75	
		нс				9,25	0,476	1	16	-37	53	233,36	0	0,05	1,05	245	
		нс				15,35	0,476	1	16	-37	53	387,25	0	0,05	1,05	40	
		нс				12,5	0,476	1	16	-37	53	315,35	0	0,05	1,05	310	
Потери по помещению															1415		
004	Водомерный узел	плI				17,14	0,476	1	16	-37	53	432,41	0		1	435	
		плII				4,8	0,233	1	16	-37	53	59,28	0		1	60	
		нс		4,7	2,5	11,8	0,476	1	16	-37	53	297,69	0		1	295	
Потери по помещению															790		
005	Технический коридор	плI				9,1	0,476	1	16	-37	53	229,57	0		1	230	
		плII				7	0,233	1	16	-37	53	86,44	0		1	85	
Потери по помещению															315		

Итого по этажу:																6245
101	Универсальный игровой зал	плI				195,8	0,476	1	5	-37	42	3914,43	0		1	3915
		плII				191,8	0,233	1	5	-37	42	1876,95	0		1	18780
		плIII				155,8	0,116	1	5	-37	42	759,06	0		1	750
		плIV				665	0,07	1	5	-37	42	1955,1	0		1	1955
		нс	1			331,68	0,2392	1	5	-37	42	3332,19	0,1	0,05	1,15	3830
		нс	3			337,94	0,2392	1	5	-37	42	3395,08	0	0,05	1,05	3565
		нс	3			159,37	0,2392	1	5	-37	42	1601,09	0	0,05	1,05	1680
		ок	1	40,6	5,65	229,39	1,923	1	5	-37	42	18526,91	0,1	0,05	1,15	21305
		дв	1			3,26	1,149	1	5	-37	42	157,32	0,1	0,05	1,15	180
п				1180,5	0,175	1	5	-37	42	8676,68	0	0,05	1,05	9110		
Потери по помещению																65070
103.1	Гардеробная для заним-ся	нс	3	5,07	3,6	18,3	0,2392	1	16	-37	53	232	0		1	235
Потери по помещению																235
104	Вестибюль	нс	1			9,27	0,2392	1	16	-37	53	117,52	0,1	0,05	1,15	135
		нс	1			18,8	0,2392	1	16	-37	53	238,34	0,1	0,05	1,15	275
		ок	1			16,11	1,923	1	16	-37	53	1642,12	0,1	0,05	1,15	1890
Потери по помещению																2300
105	Касса	нс	1			5,65	0,2392	1	18	-37	55	74,33	0,1		1,1	80
		ок	1			0,34	1,923	1	18	-37	55	35,96	0,1		1,1	40
Потери по помещению																120
106	Медицинский кабинет	плI				6,94	0,476	1	20	-37	57	188,3	0		1	190
		нс	1			15,86	0,2392	1	20	-37	57	216,24	0,1		1,1	240
		ок	1	5,83	0,88	5,13	1,923	1	20	-37	57	562,35	0,1		1,1	620
Потери по помещению																1050
107	Приемная	плI				7,03	0,476	1	18	-37	55	184,05	0		1	185
		плII				6,52	0,233	1	18	-37	55	83,55	0		1	85
		плIII				2,15	0,116	1	18	-37	55	13,72	0		1	15
		нс	1			8,28	0,2392	1	18	-37	55	108,93	0,1		1,1	120
		ок	1	1,255	3,53	4,43	1,923	1	18	-37	55	468,55	0,1		1,1	515
Потери по помещению																920
108	Кабинет директора	плI				11,95	0,476	1	18	-37	55	312,85	0		1	315
		плII				11,74	0,233	1	18	-37	55	150,45	0		1	150
		плIII				3,9	0,116	1	18	-37	55	24,88	0		1	25
		нс	1			14,3	0,2392	1	18	-37	55	188,13	0,1		1,1	210

		ок	1	1,255	6,1	7,66	1,923	1	18	-37	55	809,68	0,1		1,1	890		
Потери по помещению																	1590	
109	Комната тренеров и инструкторов	плI				8,2	0,476	1	20	-37	57	222,48	0		1	225		
		плII				6,2	0,233	1	20	-37	57	82,34	0		1	85		
		плIII				0,6	0,116	1	20	-37	57	3,97	0		1	5		
		нс	3			13,75	0,2392	1	20	-37	57	187,47	0		1	185		
		ок	3	1,13	0,83	0,94	1,923	1	20	-37	57	102,8	0		1	100		
Потери по помещению																	600	
110	Инвентарная	плII				11,93	0,233	1	15	-37	52	144,54	0	0,05	1,05	150		
		плIII				13	0,116	1	15	-37	52	78,42	0	0,05	1,05	85		
		плIV				15,33	0,07	1	15	-37	52	55,8	0	0,05	1,05	60		
Потери по помещению																	295	
111	Коридор	плI				33,15	0,476	1	16	-37	53	836,31	0	0,05	1,05	880		
		плII				31,85	0,233	1	16	-37	53	393,32	0	0,05	1,05	415		
		плIII				31,26	0,116	1	16	-37	53	192,19	0	0,05	1,05	200		
		плIV				12,5	0,07	1	16	-37	53	46,38	0	0,05	1,05	50		
Потери по помещению																	1545	
112.1	Раздевальная	плI				11,9	0,476	1	23	-37	60	339,86	0	0,05	1,05	355		
		плII				11,84	0,233	1	23	-37	60	165,52	0	0,05	1,05	175		
		плIII				11,84	0,116	1	23	-37	60	82,41	0	0,05	1,05	90		
		плIV				32,76	0,07	1	23	-37	60	137,59	0	0,05	1,05	145		
		нс	1			16,39	0,2392	1	23	-37	60	235,23	0,1		1,1	260		
		ок	1	3,06	1,585	4,85	1,923	1	23	-37	60	559,6	0,1		1,1	615		
Потери по помещению																	1640	
112.2	Раздевальная	плII				16,5	0,233	1	23	-37	60	230,67	0	0,05	1,05	245		
		плIII				27,16	0,116	1	23	-37	60	189,03	0	0,05	1,05	200		
		плIV				21,74	0,07	1	23	-37	60	91,31	0	0,05	1,05	95		
Потери по помещению																	530	
113,3	Сан.узел для зрителей (М)	плI				11,9	0,476	1	16	-37	53	300,21	0	0,05	1,05	315		
		плII				11,84	0,233	1	16	-37	53	146,21	0	0,05	1,05	155		
		плIII				11,84	0,116	1	16	-37	53	72,79	0	0,05	1,05	80		
		нс	1			7,15	0,2392	1	16	-37	53	90,64	0,1		1,1	100		
		ок	1	3,05	1,255	3,83	1,923	1	16	-37	53	390,12	0,1		1,1	430		
Потери по помещению																	1080	
113,4	Сан. узел для зрителей (Ж)	плI				9,04	0,476	1	16	-37	53	228,06	0	0,05	1,05	240		
		плII				6,25	0,233	1	16	-37	53	77,18	0	0,05	1,05	80		

		плIII				1,3	0,116	1	16	-37	53	7,99	0	0,05	1,05	10		
		нс	1			10,67	0,2392	1	16	-37	53	135,27	0,1		1,1	150		
		ок	1	4,75	1,255	5,96	1,923	1	16	-37	53	607,56	0,1		1,1	670		
Потери по помещению																	1150	
115	Помещение уборочного инвентаря	нс	1			12,24	0,2392	1	16	-37	53	155,17	0,1	0,05	1,15	180		
		нс	3			6,6	0,2392	1	16	-37	53	83,67	0	0,05	1,05	90		
Потери по помещению																	270	
116.1	Душевая	плIV				13,95	0,07	1	25	-37	62	60,54	0		1	60		
Потери по помещению																	60	
116.2	Душевая	плIV				22,1	0,07	1	25	-37	62	95,91	0		1	95		
Потери по помещению																	95	
116.3	Душевая	плII				2,85	0,233	1	25	-37	62	41,17	0		1	40		
Потери по помещению																	40	
117.1	Душевая с с/у для инвалидов	плIV				5,34	0,07	1	25	-37	62	23,18	0		1	25		
Потери по помещению																	25	
117.2	Душевая с с/у для инвалидов	плIV				5,34	0,07	1	25	-37	62	23,18	0		1	25		
Потери по помещению																	25	
119	Комната охраны	плI				5,1	0,476	1	18	-37	55	133,52	0	0,05	1,05	140		
		плII				5,4	0,233	1	18	-37	55	69,2	0	0,05	1,05	75		
		нс	3			8,27	0,2392	1	18	-37	55	108,8	0	0,1	1,1	120		
		ок	3			0,94	1,923	1	18	-37	55	99,42	0	0,05	1,05	105		
Потери по помещению																	440	
120	Вестибюль	плIII				5,33	0,233	1	16	-37	53	65,82	0		1	65		
		плIII				7,5	0,116	1	16	-37	53	46,11	0		1	45		
Потери по помещению																	110	
Всего по этажу:																	79200	
201	Коридор	нс	1			4,38	0,2392	1	16	-37	53	55,53	0,1		1,1	60		
		ок	1			4,15	1,923	1	16	-37	53	422,96	0,1		1,1	465		
Потери по помещению																	525	
202	Кабинет инженера	нс	1			2,83	0,2392	1	18	-37	55	37,23	0,1		1,1	40		
		ок	1			9,88	1,923	1	18	-37	55	1044,96	0,1		1,1	1150		
Потери по помещению																	1190	
203	Помещение ин-	нс	1			1,12	0,2392	1	18	-37	55	14,73	0,1		1,1	20		

	женерно-технического персонала	ок	1			10,04	1,923	1	18	-37	55	1061,88	0,1		1,1	1170	
Потери по помещению																1190	
204	Кабинет главного бухгалтера	нс	1			1,12	0,2392	1	18	-37	55	14,73	0,1		1,1	20	
		ок	1			10,04	1,923	1	18	-37	55	1061,88	0,1		1,1	1170	
Потери по помещению																1190	
206	Методический кабинет	нс	1			13,15	0,2392	1	18	-37	55	173	0,1		1,1	190	
		ок	1			8,15	1,923	1	18	-37	55	861,98	0,1		1,1	950	
Потери по помещению																1140	
207	Тренажерный зал	нс	1			4,36	0,2392	1	19	-37	56	58,4	0,1		1,1	65	
		ок	1			39,24	1,923	1	19	-37	56	4225,68	0,1		1,1	4650	
Потери по помещению																4715	
208	Зал для занятий аэробикой	нс	1			10,81	0,2392	1	19	-37	56	144,8	0,1		1,1	160	
		ок	1			10,5	1,923	1	19	-37	56	1130,72	0,1		1,1	1245	
Потери по помещению																1405	
209	Подсобное пом. буфета	нс	1			12,13	0,2392	1	18	-37	55	159,58	0,1	0,05	1,15	185	
		нс	3			18,18	0,2392	1	18	-37	55	239,18	0	0,05	1,05	250	
Потери по помещению																435	
217	Буфет	нс	1			8,82	0,2392	1	18	-37	55	116,04	0,1		1,1	130	
		ок	1			24,62	1,923	1	18	-37	55	2603,93	0,1		1,1	2865	
Потери по помещению																2995	
219	Инвентарная	нс	1			1,12	0,2392	1	16	-37	53	14,2	0,1		1,1	15	
		ок	1			10,04	1,923	1	16	-37	53	1023,27	0,1		1,1	1125	
Потери по помещению																1140	
Всего по этажу:																15925	
118, 217, 302	Лестничная клетка	плІ				25,16	0,476	1	18	-37	55	658,69	0		1	660	
		плІІ				10,32	0,233	1	18	-37	55	132,25	0		1	135	
		нс	1			76,42	0,327	1	18	-37	55	1374,41	0,1	0,05	1,15	1580	
		нс	3			9,65	0,327	1	18	-37	55	173,56	0	0,05	1,05	185	
		ок	1	40,6	5,65	21,26	1,923	1	18	-37	55	2248,56	0,1	0,05	1,15	2585	
		п				24,05	0,175	1	18	-37	55	231,48	0	0,05	1,05	245	
Потери по помещению																5390	
Всего по зданию:																100515	



(бязательное)

Таблица А 2. Расчет теплотерь на нагревание инфильтрующегося воздуха

№ Помещения	Наименование помещения и температура, °С	Характеристика ограждения				Расчетная высота от уровня земли до верха проёма	Высота здания	Коэф. т/передачи k, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	Температура в помещении	Температура наружная	Разность температуры, (t <sub>int</sub> - t <sub>ext</sub> ), °С	скорость ветра	Аэродинамический коэффициент навстречной стороны, сн	Аэродинамический коэффициент заветренной стороны, сз	Коэффициент для учета изменения скоростного давления ветра k	Плотность наружного воздуха ρ <sub>n</sub> , н/м <sup>3</sup>	Плотность внутреннего воздуха ρ <sub>v</sub> , н/м <sup>3</sup>	Сопrotивление воздухопроницанию	Условно-постоянное давление в помещении, p <sub>int</sub>	Расчетная разность давлений Δp	Расход инфильт. воздуха I <sub>инф</sub> , кг/ч	Потери тепла на нагрев инф. возд. Q <sub>инф</sub> , Вт	
		наименование	сторона света	размеры, м																			площадь, м <sup>2</sup>
				H	L																		
101	Универсальный игровой зал	ок	1	40,6	5,65	229,39	8,85	14,9	1,923	5	-37	42	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,27	0,934	24,88	4,67	148,98	1315
		дв	1				3,26	2,1	14,9	1,149	5	-37	42	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,27	3,928	24,88	19,64	1,32
Всего по помещению:																						1325	
104	Вестибюль	ок	1			16,11	3	14,9	1,923	16	-37	53	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,22	3,926	28,53	19,63	6,51	75
Всего по помещению:																						75	
105	Касса	ок	1			0,34	2,98	14,9	1,923	18	-37	55	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,21	3,988	29,26	19,94	0,14	5
Всего по помещению:																						5	
106	Мед. кабинет	ок	1	5,83	0,88	5,13	3	14,9	1,923	20	-37	57	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,2	4,024	29,99	20,12	2,06	25
Всего по помещению:																						25	
107	Приемная	ок	1	1,25 5	3,53	4,43	3	14,9	1,923	18	-37	55	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,21	3,976	29,26	19,88	1,78	20
Всего по помещению:																						20	

108	Кабинет директора	ок	1	1,25 5	6,1	7,66	3	14,9	1,923	18	-37	55	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,21	3,976	29,26	19,88	3,08	35
Всего по помещению:																						35	
109	Комната тренеров	ок	3	1,13	0,83	0,94	2,48	14,9	1,923	20	-37	57	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,2	4,32	29,99	21,6	0,37	5
Всего по помещению:																						5	
112.1	Раздевальная	ок	1	3,06	1,58 5	4,85	3	14,9	1,923	23	-37	60	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,19	4,16	30,73	20,8	1,92	25
Всего по помещению:																						25	
113.3	С/у для зрителей	ок	1	3,05	1,25 5	3,83	3	14,9	1,923	16	-37	53	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,22	3,926	28,53	19,63	1,55	20
Всего по помещению:																						20	
113.4	С/у для зрителей	ок	1	4,75	1,25 5	5,97	3	14,9	1,923	16	-37	53	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,22	3,926	28,53	19,63	2,41	25
Всего по помещению:																						25	
119	Комната охраны	ок	3			0,94	2,48	14,9	1,923	18	-37	55	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,21	4,264	29,26	21,32	0,37	5
Всего по помещению:																						5	
Всего по этажу:																						1565	
201	Коридор	ок	1			4,15	7,08 5	14,9	1,923	16	-37	53	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,22	1,728	28,53	8,64	2,2	25
Всего по помещению:																						25	
202	Кабинет инженера	ок	1			9,88	7,72	14,9	1,923	18	-37	55	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,21	1,358	29,26	6,79	5,67	65
Всего по помещению:																						65	
203	Пом. Инж-тех персонала	ок	1			10,04	7,72	14,9	1,923	18	-37	55	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,21	1,358	29,26	6,79	5,76	65
Всего по помещению:																						65	
204	Кабинет гл. бухгалтера	ок	1			10,04	7,72	14,9	1,923	18	-37	55	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,21	1,358	29,26	6,79	5,76	65
Всего по помещению:																						65	
206	Метод. кабинет	ок	1			8,15	7,99	14,9	1,923	18	-37	55	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,21	1,208	29,26	6,04	4,86	55
Всего по помещению:																						55	

207	Тренажерный зал	ок	1			39,24	7,72	14,9	1,923	19	-37	56	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,21	1,416	29,26	7,08	22,21	260
Всего по помещению:																						260	
208	Зал для занятий аэробикой	ок	1			10,5	7,2	14,9	1,923	19	-37	56	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,21	1,71	29,26	8,55	5,59	65
Всего по помещению:																						65	
217	Буфет	ок	1			24,62	7,72	14,9	1,923	18	-37	55	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,21	1,358	29,26	6,79	14,13	165
Всего по помещению:																						165	
219	Инвентарная	ок	1			10,04	7,72	14,9	1,923	16	-37	53	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,22	1,386	28,53	6,93	5,72	65
Всего по помещению:																						65	
Всего по этажу:																						830	
118, 217 302	Лестничная клетка	ок	1			21,26	9,38	14,9	1,923	18	-37	55	4,7	0,8	-0,6	0,75	1,5	1,21	0,438	29,26	2,19	17,73	205
Всего по помещению:																						205	
Всего по зданию:																						2600	

Суммарные тепловые потери здания:  $Q_p = 103115$  Вт.

«Приложение Б»

(обязательное)

Таблица Б 1 - Расчет аэродинамики приточных и вытяжных систем вентиляции

№	Расчетный расход L		Размеры воздуховода									Потери давления		R <sub>д</sub> , Па	Σξ	Z, Па	R <sub>л</sub> +Z
	куб.м/ч	куб.м/с	l,м	d,мм	a, мм	b, мм	dэкв, мм	f <sub>ор</sub> , м <sup>2</sup>	d <sub>оп</sub> , мм	f <sub>ф</sub> , м <sup>2</sup>	V <sub>ф</sub> ,м/с	R,Па/м	R <sub>л</sub> ,Па				
Приточно-вытяжная система ПВ1 (вытяжная часть)																	
1	1836	0,51	9,25	0	800	400	533	0,11	380,41	0,32	1,59	0,06	0,56	1,52	8,7	13,26	13,82
2	3060	0,85	12	0	800	400	533	0,19	491,11	0,32	2,66	0,15	1,82	4,23	8,7	36,83	38,65
3	4284	1,19	12	0	800	500	615	0,26	581,09	0,4	2,98	0,16	1,88	5,31	17,99	95,53	97,42
4	6120	1,7	12	0	1000	500	667	0,38	694,54	0,5	3,40	0,18	2,17	6,94	12,2	84,62	86,79
5	6390	1,775	25	0	1000	500	667	0,39	709,69	0,5	3,55	0,20	4,89	7,56	6,4	48,39	53,29
																	289,97
Приточно-вытяжная система ПВ1 (приточная часть)																	
1	1836	0,51	9,25	0	800	400	533	0,11	380,41	0,32	1,59	0,06	0,56	1,52	6,4	9,75	10,31
2	3060	0,85	12	0	800	400	533	0,19	491,11	0,32	2,66	0,15	1,82	4,23	12,2	51,65	53,47
3	4284	1,19	12	0	800	500	615	0,26	581,09	0,4	2,98	0,16	1,88	5,31	8,7	46,20	48,08
4	6120	1,7	12	0	1000	500	667	0,38	694,54	0,5	3,40	0,18	2,17	6,94	12,2	84,62	86,79
5	6390	1,775	11	0	1000	500	667	0,39	709,69	0,5	3,55	0,20	2,15	7,56	6,4	48,39	50,55
																	249,21
Приточно-вытяжная система ПВ2 (вытяжная часть)																	
1	320	0,09	24	200	0	0	200	0,02	158,82	0,03	2,85	0,56	13,41	4,87	11,60	56,49	69,90
2	640	0,18	12,5	250	0	0	250	0,04	224,60	0,05	3,65	0,67	8,33	7,98	12,60	100,54	108,87
3	1440	0,4	18	355	0	0	355	0,09	336,90	0,10	4,07	0,53	9,60	9,94	13,74	136,51	146,10
4	1590	0,44	12	355	0	0	355	0,10	354,01	0,10	4,49	0,64	7,65	12,11	7,60	92,06	99,70
																	324,88
Приточно-вытяжная система ПВ2 (приточная часть)																	
1	1590	0,441667	9	315	0	0	315	0,10	354,01	0,08	5,71	1,13	10,18	19,54	7,60	148,50	158,68
2	1440	0,4	16	315	0	0	315	0,09	336,90	0,08	5,17	0,95	15,14	16,03	6,70	107,38	122,52
3	640	0,177778	20	250	0	0	250	0,04	224,60	0,05	3,65	0,67	13,33	7,98	12,20	97,35	110,68

4	320	0,088889	24	200	0	0	200	0,02	158,82	0,03	2,85	0,56	13,41	4,87	11,70	56,98	70,39
																	391,88
Приточная система П1																	
1	2995	0,83	7,72	0	800	500	615	0,18	485,87	0,40	2,08	0,08	0,64	2,60	2,9	7,53	8,16
2	100	0,03	6,31	125			125	0,01	88,78	0,01	2,28	0,66	4,15	3,12	12,96	40,39	44,54
3	2645	0,73	8,82	500			500	0,16	456,60	0,20	3,77	0,31	2,71	8,52	9,85	83,90	86,62
4	1020	0,28	2,1	315			315	0,06	283,54	0,08	3,66	0,51	1,07	8,04	0,21	1,69	2,76
5	280	0,08	6,52	160			160	0,02	148,56	0,02	3,90	1,28	8,36	9,10	6,16	56,08	64,44
6	740	0,21	0,9	250			250	0,05	241,51	0,05	4,22	0,87	0,78	10,67	2,9	30,94	31,71
7	240	0,07	1,75	125			125	0,01	137,54	0,01	5,47	3,18	5,56	17,95	3,9	70,02	75,58
8	300	0,08	6,43	200			200	0,02	153,77	0,03	2,67	0,50	3,20	4,28	3,9	16,69	19,89
9	105	0,03	2,565	125			125	0,01	90,97	0,01	2,39	0,72	1,84	3,44	9,7	33,33	35,17
10	1625	0,45	7,875	355			355	0,10	357,89	0,10	4,59	0,66	5,22	12,65	1,13	14,30	19,52
11	1275	0,35	7,875	315			315	0,08	317,01	0,08	4,58	0,76	5,99	12,56	9,7	121,87	127,86
12	1275	0,35	7,875	315			315	0,08	317,01	0,08	4,58	0,76	5,99	12,56	3,9	49,00	54,99
13	300	0,08	7,875	160			160	0,02	153,77	0,02	4,17	1,45	11,43	10,45	3,9	40,76	52,19
14	975	0,27	7,875	250			250	0,06	277,22	0,05	5,56	1,42	11,20	18,52	29	537,04	548,24
15	315	0,09	7,875	160			160	0,02	157,57	0,02	4,38	1,59	12,48	11,52	12,2	140,56	153,04
16	660	0,18	7,875	200			200	0,04	228,08	0,03	5,88	2,06	16,20	20,72	11,67	241,77	257,96
17	120	0,03	7,875	160			160	0,01	97,25	0,02	1,67	0,28	2,20	1,67	2,9	4,85	7,05
18	540	0,15	7,875	160			160	0,03	206,31	0,02	7,51	4,18	32,94	33,86	3,9	132,05	164,99
19	120	0,03	7,875	160			160	0,01	97,25	0,02	1,67	0,28	2,20	1,67	9,7	16,22	18,42
20	420	0,12	7,875	160			160	0,03	181,95	0,02	5,84	2,66	20,95	20,48	3,2	65,54	86,50
21	120	0,03	7,875	160			160	0,01	97,25	0,02	1,67	0,28	2,20	1,67	1,12	1,87	4,07
																	1529,98
Приточная система П2																	
1	1135	0,32	12,2	280			280	0,07	299,10	0,06	5,16	1,09	13,24	15,95	1,67	26,63	39,87
2	375	0,10	5,2	280			280	0,02	171,92	0,06	1,70	0,15	0,77	1,74	7,65	13,32	14,09
3	185	0,05	4	200			200	0,01	120,76	0,03	1,65	0,21	0,83	1,63	0,58	0,94	1,78
4	190	0,05	2,23	200			200	0,01	122,38	0,03	1,69	0,22	0,49	1,72	6,01	10,32	10,81

5	760	0,21	6,7	355			355	0,05	244,75	0,10	2,15	0,17	1,13	2,77	1,08	2,99	4,12
6	380	0,11	9,3	200			200	0,02	173,07	0,03	3,38	0,76	7,08	6,87	8,7	59,75	66,83
7	380	0,11	5,9	200			200	0,02	173,07	0,03	3,38	0,76	4,49	6,87	3,4	23,35	27,84
																	165,34
Приточная система ПЗ																	
1	540	0,15	12,2	200			200	0,03	206,31	0,03	4,81	1,43	17,48	13,87	2,9	40,22	57,70
2	200	0,06	5,2	200			200	0,01	125,56	0,03	1,78	0,24	1,25	1,90	3,9	7,42	8,67
3	340	0,09	4	200			200	0,02	163,70	0,03	3,03	0,62	2,49	5,50	0,58	3,19	5,68
4	170	0,05	2,23	200			200	0,01	115,76	0,03	1,51	0,18	0,40	1,37	6,01	8,26	8,66
																	80,71
Приточная система П4																	
1	170	0,05	12,2	200			200	0,01	115,76	0,03	1,51	0,18	2,18	1,37	2,9	3,99	6,17
2	170	0,05	5,2	160			160	0,01	115,76	0,02	2,36	0,52	2,72	3,36	3,9	13,09	15,80
																	21,97
Вытяжная система В1																	
1	1480	0,41	15,7	315			315	0,09	341,55	0,08	5,31	0,99	15,61	16,93	3,14	53,16	68,77
2	855	0,24	14,9	250			250	0,05	259,60	0,05	4,87	1,12	16,73	14,24	1,15	16,38	33,11
3	690	0,19	3,07	250			250	0,04	233,21	0,05	3,93	0,76	2,34	9,27	6,80	63,07	65,41
4	390	0,11	12,5	160			160	0,02	175,33	0,02	5,43	2,33	29,11	17,66	3,70	65,34	94,45
5	280	0,08	16,6	160			160	0,02	148,56	0,02	3,90	1,28	21,29	9,10	4,20	38,23	59,52
6	625	0,17	18,9	200			200	0,04	221,95	0,03	5,56	1,86	35,24	18,58	2,90	53,88	89,11
7	150	0,04	5,1	125			125	0,01	108,73	0,01	3,42	1,36	6,95	7,01	1,12	7,85	14,81
8	475	0,13	12,3	200			200	0,03	193,49	0,03	4,23	1,14	13,99	10,73	7,40	79,41	93,40
9	360	0,10	14,7	160			160	0,02	168,45	0,02	5,01	2,02	29,64	15,05	8,55	128,66	158,30
10	160	0,04	3,5	100			100	0,01	112,30	0,01	5,70	4,47	15,65	19,48	3,90	75,97	91,62
11	200	0,06	12	125			125	0,01	125,56	0,01	4,56	2,29	27,47	12,47	3,90	48,62	76,09
																	844,59
Вытяжная система В2																	
1	1515	0,42	6,88	315			315	0,09	345,56	0,08	5,44	1,04	7,13	17,74	6,59	116,90	124,04
2	1385	0,38	4,155	315			315	0,09	330,40	0,08	4,97	0,88	3,67	14,83	0,54	8,01	11,67

3	460	0,13	3,175	200			200	0,03	190,41	0,03	4,10	1,07	3,41	10,06	8,74	87,96	91,37
4	100	0,03	2,62	100			100	0,01	88,78	0,01	3,56	1,92	5,03	7,61	2,90	22,07	27,09
5	925	0,26	7,54	315			315	0,06	270,02	0,08	3,32	0,43	3,22	6,61	6,38	42,19	45,41
6	685	0,19	4,48	200			200	0,04	232,36	0,03	6,10	2,20	9,85	22,32	4,05	90,38	100,23
7	325	0,09	2,76	160			160	0,02	160,05	0,02	4,52	1,68	4,63	12,26	9,70	118,96	123,59
8	240	0,07	1,65	125			125	0,01	137,54	0,01	5,47	3,18	5,24	17,95	7,00	125,67	130,92
9	110	0,03	1,58	100			100	0,01	93,11	0,01	3,92	2,28	3,60	9,21	2,90	26,70	30,30
																	684,62
<b>Вытяжная система В3</b>																	
1	980	0,27	6,88	250			250	0,06	277,93	0,05	5,58	1,44	9,88	18,71	1,59	29,75	39,62
2	915	0,25	4,155	250			250	0,06	268,55	0,05	5,21	1,27	5,27	16,31	8,27	134,88	140,15
3	865	0,24	3,175	250			250	0,05	261,11	0,05	4,93	1,15	3,64	14,58	2,81	40,96	44,60
4	815	0,23	2,62	250			250	0,05	253,45	0,05	4,64	1,03	2,70	12,94	3,90	50,46	53,16
5	750	0,21	7,54	200			200	0,05	243,14	0,03	6,68	2,59	19,52	26,75	2,70	72,23	91,75
6	100	0,03	4,48	100			100	0,01	88,78	0,01	3,56	1,92	8,59	7,61	7,01	53,34	61,94
7	650	0,18	2,76	200			200	0,04	226,35	0,03	5,79	2,00	5,52	20,09	1,45	29,14	34,66
8	600	0,17	1,65	200			200	0,04	217,47	0,03	5,34	1,73	2,86	17,12	3,01	51,54	54,39
9	550	0,15	1,58	200			200	0,03	208,21	0,03	4,90	1,48	2,34	14,39	6,80	97,83	100,17
10	300	0,08	3,63	200			200	0,02	153,77	0,03	2,67	0,50	1,81	4,28	7,01	30,01	31,81
11	50	0,01	3,63	100			100	0,00	62,78	0,01	1,78	0,55	2,00	1,90	2,90	5,52	7,52
																	659,77
<b>Вытяжная система В6</b>																	
1	600	0,17	9,8	200			200	0,04	217,47	0,03	5,34	1,73	16,98	17,12	5,66	96,91	113,88
2	460	0,13	4,52	200			200	0,03	190,41	0,03	4,10	1,07	4,85	10,06	2,90	29,18	34,04
3	320	0,09	6	200			200	0,02	158,82	0,03	2,85	0,56	3,35	4,87	6,22	30,29	33,64
																	181,57
<b>Вытяжная система В7</b>																	
1	370	0,10	15,2	200			200	0,02	170,77	0,03	3,29	0,73	11,03	6,51	2,47	16,08	27,11
2	200	0,06	8,69	125			125	0,01	125,56	0,01	4,56	2,29	19,89	12,47	3,20	39,90	59,79

3	170	0,05	5,39	200			200	0,01	115,76	0,03	1,51	0,18	0,96	1,37	5,80	7,97	8,94
4	170	0,05	3,79	125			125	0,01	115,76	0,01	3,87	1,71	6,47	9,01	6,05	54,50	60,97
																	156,81
Вытяжная система В8																	
1	200	0,06	15,2	200			200	0,01	125,56	0,03	1,78	0,24	3,64	1,90	3,20	6,09	9,73
2	85	0,02	8,69	125			125	0,01	81,85	0,01	1,94	0,49	4,26	2,25	1,15	2,59	6,85
3	115	0,03	5,39	125			125	0,01	95,21	0,01	2,62	0,85	4,56	4,12	2,10	8,66	13,21
																	29,80
Вытяжная система В9																	
1	120	0,03	24,7	200			200	0,01	97,25	0,03	1,07	0,10	2,36	0,68	3,20	12,20	14,56
2	120	0,03	5,4	160			160	0,01	97,25	0,02	1,67	0,28	1,51	1,67	1,15	1,15	2,66
3	60	0,02	2,2	160			160	0,00	68,77	0,02	0,83	0,08	0,18	0,42	2,10	1,15	1,33
																	18,54
Суммарные потери по зданию:																	5689,43

Суммарные потери равны 5689,43



«Приложение В»

(обязательное)

Таблица В 1 – Типы и марки установленных вентиляторов

Установка	Вентилятор	Марка вентилятора	Двигатель	
			Мощность, кВт	Частота, об/мин
В1	канальный	IRE 630 A	1,23	990
В2	канальный	IRE 315 B	0,62	1330
В3	канальный	RKC 250 B1	0,099	1650
В4	канальный	IN 9/3,5 A	0,011	
В5	канальный	IN 12/5 A	0,018	
В6	канальный	IRE 200 D	0,157	2600
В7	канальный	IRE 200 B	0,124	2540
В8	канальный	IRE 125 B	0,099	1650
В9	канальный	IRE 125 A	0,061	1130
ПВ1	Приточно-вытяжная установка в составе: GlobalStar 13	Приток: RH63C Stahl	5,5	1455
		Вытяжка: RH63C Stahl	4	2905
ПВ2	Приточно-вытяжная установка в составе: GlobalStar 3	Приток: RH28C Stahl	0,75	2855
		Вытяжка: RH28C Stahl	0,75	2855
П1	Приточная установка в составе: GlobalStar 5	RH35C Stahl	2,2	2900
П2	Приточно-вытяжная установка в составе: SkyStar 2	RH20C Stahl	0,3	1680
П3	Приточная установка в составе: SkyStar 2	RH20C Stahl	0,3	1680
П4	канальный	RV 125L	0,15	1130