

**Курсовой проект
«Отопление и вентиляция промышленного
здания»**

Об.В.А.

Оглавление:

	стр.
1 Описание проектируемого объекта и конструктивных особенностей здания.....	4
2 Описание технологического процесса и характеристика выделяющихся вредностей	5
3 Расчетные параметры наружного воздуха для трех периодов года	6
4 Теплотехнический расчет ограждений и расчет теплопотерь.....	7
5 Определение количества вредностей, поступающих в помещение.....	11
6 Составление теплового баланса и выбор системы отопления.....	17
7 Расчет поверхности нагревательных приборов и трубопроводов системы отопления.....	18
8 Определение типа, производительности местных отсосов от технологического оборудования.....	20
9 Описание принятых решений приточно-вытяжной вентиляции	22
10 Расчет воздухообмена для трех периодов года.....	23
11 Расчет раздачи приточного воздуха.....	25
12 Аэродинамический расчет одной приточной и одной вытяжной вентиляционной установки.....	27
13 Подбор вентиляционного оборудования.....	35
14 Расчет воздушно-тепловой завесы.....	38
Список использованной литературы	40

1. Описание проектируемого объекта и конструктивных особенностей здания

Проектируемый объект расположен в городе Ганцевичи. Здание имеет один этаж без подвала и чердака. Высота от пола до низа фермы $h=5,5$ м. Стены выполнены из железобетонных панелей с утеплителем из пенополистирольных теплоизоляционных плит типа Р плотностью 50 кг/м^3 . Перекрытия из ребристых железобетонных плит с утеплителем из пенополистирольных теплоизоляционных плит типа Р плотностью 50 кг/м^3 . Остекление тройное в металлических раздельно-спаренных переплетах размером $3,6 \times 3,5$ м. Здание снабжается теплом от тепловой котельной. Теплоноситель: перегретая вода с параметрами $\tau_1=150 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau_2=70 \text{ }^\circ\text{C}$. В цехе имеются ворота размером $3,6 \times 3,6$ м, которые оборудованы воздушно-тепловыми завесами. Фасад здания ориентирован на северо-восток. Работа в цехе двухсменная, число работающих – 20 человек. Работа средней тяжести Па.

2. Описание технологического процесса и характеристика выделяющихся вредностей

Необходимо запроектировать приточно-вытяжную вентиляцию и систему отопления окрасочного цеха. В цехе расположены 2 распылительные кабины с поворотным кругом, 2 камеры для пульверизационной окраски, 3 распылительные кабины проходные, 6 сушильных камер с электроподогревом и 4 стола для обезжиривания деталей, 2 краскосмесительные установки мощностью 2,8 кВт.

Основными вредными веществами, выделяющимися при окраске изделий, являются летучие составляющие красок и лаков – пары растворителей. Интенсивность выделения летучих веществ зависит от физико-химических свойств лакокрасочного материала и микроклимата помещения.

Все оборудование размещено в укрытиях шкафного типа, полностью прерывающего доступ выделяемые вредности (пары краски, растворителей) в рабочую зону. Имеются также выделения теплоты.

3. Расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха для трёх периодов года

В соответствии с СН при проектировании вентиляции производственных зданий температуру и энтальпию наружного воздуха в теплый период принимают по параметрам А, что для города Ганцевичи составит:

$$t_n^A = 22,2 \text{ }^\circ\text{C}, \quad i_n^A = 48,5 \text{ кДж/кг}, \quad \text{а скорость ветра } v_\theta = 2,1 \text{ м/с}.$$

В холодный период года параметры наружного воздуха принимают по параметрам "Б", что для города Ганцевичи составляет:

$$t_n^B = - 22 \text{ }^\circ\text{C}, \quad i_n^B = - 20,8 \text{ кДж/кг}, \quad \text{а скорость ветра } v_\theta = 2,9 \text{ м/с}.$$

В переходный период параметры наружного воздуха принимаются независимо от месторасположения здания и составляют:

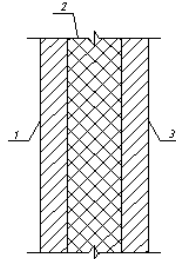
$$t_n = 8 \text{ }^\circ\text{C}, \quad i_n = 22,5 \text{ кДж/кг}.$$

Допустимая температура на постоянных рабочих местах для холодного и переходного периодов года при работе средней тяжести Па согласно [6] рекомендуется в пределах 17...23 °С, а подвижность воздуха в рабочей зоне не более 0,3 м/с. Для данного цеха принимаем температуру воздуха в рабочей зоне 18 °С, а скорость воздуха – 0,3 м/с.

В теплый период года внутренняя температура принимается на 4 °С больше наружной температуры, т.е. $t_{в} = 26,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Относительная влажность воздуха должна быть не более 75 %, принимаем 60 %.

4. Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций и расчёт теплопотерь

4.1. Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций



Конструкция наружной стены следующая:

1. **железобетон** $\delta_{ж/б} = 40$ мм, $\lambda_{ж/б} = 2,04$ Вт/(м·°С);

2. **плиты пенополистирольные теплоизоляционные типа Р** $\rho_{ум} = 50$ кг/м³;

$\delta_{ум}$ – определяем; $\lambda_{ум} = 0,0432$ Вт/(м·°С);

3. **железобетон** $\delta_{ж/б} = 40$ мм, $\lambda_{ж/б} = 2,04$ Вт/(м·°С).

Определение толщины теплоизоляционного слоя входит в задачу теплотехнического расчета.

Влажностный режим помещений в соответствии с таблицей [4, 4.2.] – нормальный, условия эксплуатации ограждающих конструкций – Б.

Сопротивление теплопередаче $R_{Т\text{ норм}}$ определяется:

$$R_T = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (4.1)$$

где α_B – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С), $\alpha_B = 8,7$ Вт/(м²·°С) [4, табл. 5.4];

δ – толщина слоя многослойной конструкции, м;

λ – коэффициент теплопроводности материала теплоизоляционного слоя многослойной ограждающей конструкции в условиях эксплуатации, Вт/(м·°С) принимаемый по таблице [4, А1] в зависимости от расчетных температуры и относительной влажности внутреннего воздуха.

α_H – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С), $\alpha_H = 23$ Вт/(м²·°С) [4, табл. 5.7].

Сопротивление теплопередаче R_T ограждающих конструкций, за исключением заполнений световых проёмов и ограждающих конструкций помещений с избытком явной теплоты, следует принимать не менее нормативного сопротивления теплопередаче $R_T^{\text{норм}}$, принимаемого по [4, табл.5.1] $R_T^{\text{норм}} = 2,0$ (м²·°С)/Вт.

$$\delta_{ум} = 0,0432 \cdot \left(2,0 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,04}{2,04} - \frac{0,04}{2,04} - \frac{1}{23} \right) = 0,078 \text{ м}$$

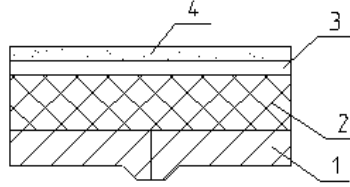
Принимаем $\delta_{ум} = 0,08$ м и рассчитываем действительное сопротивление стены

$$R_{СТ} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,04}{2,04} + \frac{0,08}{0,0432} + \frac{0,04}{2,04} + \frac{1}{23} = 2,05 \text{ Вт/(м}^2\text{·°С)}$$

Толщина наружной стены равна:

$$\delta_{НС} = \delta_{ж/б} + \delta_{ум} + \delta_{ж/б} = 40 + 80 + 40 = 160 \text{ мм.}$$

4.2. Определение толщины и термического сопротивления покрытия



1. железобетонная плита $\delta_{ж/б} = 50$ мм; $\lambda_{ж/б} = 2,04$ Вт/(м·°С);
2. плиты пенополистирольные типа Р $\rho_{ym} = 50$ кг/м³; δ_{ym} – определяем; $\lambda_{ym} = 0,0432$ Вт/(м·°С);
3. рубероид $\delta_{руб} = 10$ мм; $\lambda_{руб} = 0,17$ Вт/(м·°С);
4. слой гравия на битумной мастике $\delta_{gp} = 10$ мм; $\lambda_{gp} = 1,05$ Вт/(м·°С);

Расчет производим аналогично п. 4.1. При этом $R_T^{норм} = 3,0$ (м²·°С)/Вт.

$$\delta_{ym} = 0,0432 \cdot \left(3,0 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,05}{2,04} - \frac{0,01}{0,17} - \frac{0,01}{1,05} - \frac{1}{23} \right) = 0,119 \text{ м.}$$

Принимаем $\delta_{ym} = 0,12$ м и рассчитываем действительное сопротивление стены

$$R_{CT} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{2,04} + \frac{0,12}{0,0432} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,01}{1,05} + \frac{1}{23} = 3,03 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}$$

Толщина перекрытия равна:

$$\delta_{пер} = \delta_{ж/б} + \delta_{ym} + \delta_{руб} + \delta_{gp} = 50 + 120 + 10 + 10 = 190 \text{ мм.}$$

4.3. Определение термического сопротивления заполнения световых проемов, дверей и ворот

Сопротивление теплопередачи заполнений наружных световых проемов (окон) следует в соответствии с [4, табл. 5.1] принимать – 0,6 м² °С/Вт.

Приведенное сопротивление теплопередаче ворот R_T должно быть не менее 0,6 значения требуемого сопротивления теплопередаче наружных стен $R_{T,тр}$ при расчетной зимней температуре наружного воздуха, равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 ($t_n = -21$ °С).

$$R_B = 0,6 \cdot \frac{1 \cdot (18 + 21)}{8,7 \cdot 7} = 0,384 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

4.4. Определение термического сопротивления пола

Теплопотери через пол определяются по зонам. Для 1-й зоны шириной 2 м, примыкающей к наружной стене $R^1 = 2,1$ м² °С/Вт; для 2-й зоны шириной 2 м $R^2 = 4,3$ м² °С/Вт; для 3-й зоны шириной 2 м $R^3 = 8,6$ м² °С/Вт; для 4-й внутренней части помещения, ограниченной 3-ей зоной $R^4 = 14,2$ м² °С/Вт.

4.5. Определение потерь теплоты через ограждающие конструкции

Основные добавочные потери теплоты определяем, суммируя потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции, определяемые по формуле (4.2), с округлением до 10 Вт:

$$Q_{m,n} = \frac{A \cdot (t_p - t_{ext}) \cdot (1 + \Sigma\beta) \cdot n}{R_m}, \text{Вт}, \quad (4.2)$$

где A - расчетная площадь ограждающей конструкции, м².

R - сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, м²·°С/Вт;

t_p - расчетная температура воздуха в помещении с учетом повышения ее в зависимости от высоты помещения: для стен высотой до 4 м и для пола за расчётную принимается $t_p = t_{p,з} = 18$ °С, для стен высотой от 4 м и до покрытия (низа фермы) $t_p = (t_{p,з} + t_{yx})/2$; для покрытия $t_p = t_{yx}$.

Температура воздуха, °С, удаляемого из помещения:

$$t_{yx} = t_{p,з} + \text{grad}(H-2),$$

где: grad - температурный градиент, учитывающий повышение температуры воздуха по высоте помещения на каждый метр выше рабочей зоны. Принимаем grad=0,5;

H - высота цеха, м;

Тогда $t_{yx} = 18 + 0,5(5,5-2) = 19,75$ °С

t_{ext} - расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года ($t_{ext} = t_n^{\circ}$);

n - коэффициент, учитывающий положение ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху (для промышленных зданий без чердака $n=1$).

Добавка на ориентацию по сторонам света при наличии в помещении 2-ух и более наружных стен: С, В, СВ, СЗ - $\beta=0,15$, в других случаях 0,1.

Добавочные теплопотери на нагрев наружного воздуха, поступающего путём инфильтрации, при выполнении данного курсового проекта можно принимать равными 30% от основных.

Результаты расчета потерь теплоты через ограждающие конструкции записываем в таблицу 4.1:

Таблица 4.1. – Расчет теплопотерь через наружные ограждения в холодный период

Температура $t_b, ^\circ\text{C}$	Ограждение				$k=1/R,$ Вт/(м ² ·°С)	$t = t_b - t_n^{\circ}$	$Q_T, \text{Вт}$	Надбавка на ориент.	$Q_{\text{тп}}, \text{Вт}$
	наимен.	ориент.	размер	площадь					
18	НС	З	4x30,4-36	85,6	0,49	40	1670	1,1	1840
18	ТО	З	3,6x4x2,5	36	1,67	40	2400	1,1	2640
18,88	НС	З	1,5x30,4-14,4	31,2	0,49	40,88	622	1,1	680
18,88	ТО	З	3,6x4x1	14,4	1,67	40,88	981	1,1	1080
18	НС	Ю	4x18,4-12,96	60,64	0,49	40	1183	1,1	1300
18	В	Ю	3,6x3,6	12,96	2,60	40	1350	1,1	1490
18,88	НС	Ю	1,5x18,4	27,6	0,49	40,88	550	1,1	610
18	НС	В	4x30,4-36	85,6	0,49	40	1670	1,15	1920
18	ТО	В	3,6x4x2,5	36	1,67	40	2400	1,15	2760
18,88	НС	В	1,5x30,4-14,4	31,2	0,49	40,88	622	1,15	720
18,88	ТО	В	3,6x4x1	14,4	1,67	40,88	981	1,15	1130
19,75	Пт	–	18x30	540	0,33	41,75	7441	1,00	7440
$\Sigma Q_{\text{тп}}, \text{Вт}$									23610
С учетом инфильтрации									30690

Теплопотери через пол определяем по выражению:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t, \text{ Вт}$$

$$Q_I = \frac{1}{2,1} \cdot 157,8 \cdot (18 - 5) = 980 \text{ Вт}; \quad Q_{II} = \frac{1}{4,3} \cdot 133,8 \cdot (18 - 5) = 410 \text{ Вт};$$

$$Q_{III} = \frac{1}{8,6} \cdot 117,8 \cdot (18 - 5) = 180 \text{ Вт}; \quad Q_{IV} = \frac{1}{14,2} \cdot 153,1 \cdot (18 - 5) = 140 \text{ Вт.}$$

$$\Sigma Q = 1710 \text{ Вт}$$

Теплопотери в переходный период при $t_n = 8^\circ\text{C}$:

$$Q_{mn}^{n.n} = Q_{mn}^{xn} \cdot \frac{t_p - 8}{t_p - t_n^B} = (30690 + 1710) \cdot \frac{18 - 8}{18 - (-22)} = 8100 \text{ Вт.}$$

Для дежурного отопления: $Q_{mn}^{деж} = Q_{mn}^{x.n} \cdot \frac{5 - t_{exp}}{t_p - t_{exp}}, \text{ Вт}$

где $Q_{mn}^{x.n}$ – общие теплопотери помещения, Вт;

$$Q_{mn}^{деж} = 32400 \cdot \frac{5 - (-22)}{18 - (-22)} = 21870 \text{ Вт.}$$

5. Определение количества вредностей, поступающих в помещение, для трёх периодов года

5.1. Теплопоступления от людей

Теплопоступления от людей зависят от количества выделяемой людьми энергии, от категории работ, выполняемой людьми и от температуры окружающей среды в помещении. Количество теплопоступлений от людей определяется по выражению (5.1):

$$Q_{\text{люд}} = n \cdot q_{\text{люд}} \cdot k, \quad (5.1.)$$

где n – количество людей, по заданию;

$q_{\text{люд}}$ – количество теплоты, выделяемой в помещение при определенной температуре и категории работ, одним мужчиной;

k – коэффициент, учитывающий, кто выполняет работу.

Таблица 5.1. – Расчет теплопоступлений от людей

№	Наименование величины	Обозначение	Ед. изм.	Формула или источник информации	Значения величин		
					теплый период	переходные условия	холодный период
1	Теплопоступления от людей	$Q_{\text{люд}}$	Вт	$n \cdot q_{\text{я}} \cdot k_{\text{л}}$	1260	2340	2340
1.1	Количество людей	n	чел.	согласно заданию	20	20	20
1.2	Тепловыделения одним человеком (взрослым мужчиной)	$q_{\text{я}}$	Вт	табл. 2.3 [3]	62,8	117	117
1.3	Температура окружающего воздуха, °С	$t_{\text{в}}$	°С	разд. 2	26,2	18	18
1.4	Коэффициент	$k_{\text{л}}$	-		1	1	1

5.2. Теплопоступления от искусственного освещения

Теплопоступления от искусственного освещения определяем по выражению:

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot q_{\text{осв}} \cdot F \cdot \eta_{\text{осв}},$$

где E – нормативная освещенность, Лк, принимаем для расчетного помещения $E = 150$ Лк;

$q_{\text{осв}}$ – удельные тепловыделения от ламп, Вт/Лк·м², принимаем $q_{\text{осв}} = 0,187$ Вт/Лк·м²;

F – площадь помещения, м², равна $F = 540$ м²;

$\eta_{\text{осв}}$ – доля теплоты поступающей в помещение, принимаем равной $\eta_{\text{осв}} = 1$.

$$Q_{\text{осв}} = 150 \cdot 0,187 \cdot 540 \cdot 1 = 15150 \text{ Вт}$$

5.3. Теплопоступления за счет солнечной радиации

Теплопоступление через заполнение световых проёмов

Тепловой поток солнечной радиации, попадая в помещение, в основном через окна, нагревает строительные конструкции и оборудование, а затем за счёт конвекции повышает температуру внутреннего воздуха.

Максимальное поступление теплоты за счет солнечной радиации, Вт:

$$Q^{\max} = q_{oc} F_{oc} \quad (5.2.)$$

$$q_{oc} = (q_n \cdot k_{инс} + q_p k_{обл}) k_{отн} \tau_2 \quad (5.3.)$$

где q_n и q_p – поступления теплоты, Вт/м² соответственно за счет прямой и рассеянной солнечной радиации в зависимости от географической широты (52 °с.ш.) и ориентации окон $З$ ($q_n=545$ Вт/м², $q_p=129$ Вт/м²);

τ_2 – коэффициент, учитывающий затенение светового проема переплетами, $\tau_2 = 0,7$;

F_{oc} – площадь окон, $F_{oc} = 10,8$ м²;

$k_{инс}$ – коэффициент инсоляции, определяемый по формуле (5.4):

$$k_{инс} = \left(1 - \frac{L_2 \cdot ctg\beta - a}{H} \right) \cdot \left(1 - \frac{L_6 \cdot tgA_{c.o.} - c}{B} \right) \quad (5.4)$$

где L_2, L_6 – размеры горизонтального и вертикального выступающих элементов затенения (откосов) $L_2 = 0,12$ м, $L_6 = 0,12$ м;

H, B – высота и ширина светового проема, $H = 3,5$ м, $B = 3,6$ м;

a, c – расстояния соответственно от горизонтального и вертикального элементов затенения до откоса светового проема ($a=0, c=0$);

$A_{c.o.}$ – солнечный азимут остекления;

β – угол между вертикальной плоскостью остекления и проекцией солнечного луча на вертикальную плоскость, перпендикулярную рассматриваемой плоскости остекления, определяемый по выражению:

$$\beta = arctg(ctgh \cdot \cos A_{c.o.}) \quad (5.5)$$

где h – высота стояния солнца в градусах,

$k_{обл}$ – коэффициент облечения,

где $k_{облг}, k_{облв}$ – соответственно коэффициенты облечения для горизонтальной и вертикальной солнцезащитной конструкции, принимаемые в зависимости от углов β_1, γ_1 :

$$\beta_1 = arctg\left(\frac{L_6}{B+c}\right) = arctg\left(\frac{0,12}{3,6+0}\right) = 2^\circ$$

$$\gamma_1 = arctg\left(\frac{L_2}{H+a}\right) = arctg\left(\frac{0,12}{3,5+0}\right) = 2^\circ$$

$$k_{обл} = k_{облг} \cdot k_{облв} = 1 \cdot 1 = 1$$

Максимальные поступления теплоты для западного фасада $q_n=545$ Вт/м² и $q_p=129$ Вт/м² в расчетный час с 16 до 17.

$$\beta = arctg(ctg 30 \cdot \cos(90 - 85)) = 60^\circ;$$

$$k_{инс} = \left(1 - \frac{0,12 \cdot ctg 60 - 0}{3,5} \right) \left(1 - \frac{0,12 \cdot tg 5 - 0}{3,6} \right) = 0,98 \cdot 0,997 = 0,977;$$

$$q_{oc} = (545 \cdot 0,977 + 129 \cdot 1) \cdot 0,83 \cdot 0,7 = 384 \text{ Вт};$$

$$Q^{\max} = 384 \cdot 4 \cdot 3,6 \cdot 3,5 = 19350 \text{ Вт}.$$

При расчетах необходимо учитывать, что часть теплоты, поступающей в помещение через заполнения световых проемов, аккумулируется ограждающими конструкциями. Расчетные теплопоступления определяются:

$$Q^{расч} = Q^{\max} \cdot a_n \text{ Вт}.$$

где a_n - показатель поглощения теплового потока солнечной радиации внутренними ограждениями:

$$Q^{расч} = Q^{\max} \cdot a_n = 19350 \cdot 0,45 = 8710 \text{ Вт}.$$

Теплопоступление через покрытие

Теплопоступления через покрытия могут быть определены по формуле:

$$Q_n = \frac{F}{R} \left(t_{нар} + \rho \cdot \frac{I_{ср}}{\alpha_{нар}} - t_n \right), \text{ Вт} \quad (5.6)$$

где F – площадь покрытия, $F = 540 \text{ м}^2$;

R – сопротивление теплопередаче покрытия, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$, определяемое из теплотехнического расчета $R=3,03 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$;

t_n – температура уходящего воздуха ($t_n=26,2 \text{ °C}$);

$t_{нар}$ – средняя температура наружного воздуха в июле ($t_{нар}=17,9 \text{ °C}$);

ρ – коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхностью ограждающей конструкции, $\rho=0,9$;

$I_{ср}$ – среднесуточный тепловой поток суммарной солнечной радиации, поступающей в июле на горизонтальную поверхность, $\text{Вт}/\text{м}^2$, зависит от географической широты (для 52° с.ш. $I_{ср}=329 \text{ Вт}/\text{м}^2$);

$\alpha_{нар}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности покрытия, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$:

$$\alpha_{нар} = 8,7 + 2,6 \cdot v = 8,7 + 2,6 \cdot 2,1 = 14,16 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

где v – расчетная скорость ветра, $\text{м}/\text{с}$, для теплого периода.

$$Q_n = \frac{540}{3,03} \left(17,9 + 0,9 \cdot \frac{329}{14,16} - 26,2 \right) = 2250 \text{ Вт}$$

Суммарные теплопоступления за счет солнечной радиации:

$$Q_{с.р.} = Q_p + Q_n = 8710 + 2250 = 10960 \text{ Вт}$$

5.4. Теплопоступления от оборудования

Теплопоступления от электродвигателей

В современном производстве практически все станки и механизмы приводятся в движение электродвигателями. Расходуемая станками механическая энергия, вследствие трения частей механизмов, трения обрабатываемых материалов переходит в теплоту.

Так как не вся энергия, поступающая в электродвигатель, используется полезно, коэффициент полезного действия электродвигателей всегда меньше единицы. Его величина зависит от мощности электродвигателя и для двигателей, имеющих мощность $N=1-3 \text{ кВт}$ $\eta=0,7-0,8$.

Тепловыделения от установленных в общем помещении электродвигателей и приводимого ими в действие оборудования:

$$Q_{\text{общ}} = 1000 \cdot \Sigma N_y \cdot (1 - \eta + K_T \cdot \eta) \cdot K_c, \quad (5.7)$$

где ΣN_y – суммарная установочная мощность электродвигателей;

K_c – коэффициент спроса на электроэнергию; $K_c = 0,65$ для малярного производства;

η – коэффициент полезного действия электродвигателя; $\eta = 0,7-0,8$ при мощности двигателя $N = 0,5-3$ кВт, $\eta = 0,82-0,85$ при мощности двигателя $N = 3,1-10$ кВт;

K_T – коэффициент перехода теплоты в помещение. $K_T = 1$ для металлорежущих станков без охлаждения эмульсией режущего инструмента, с охлаждением $K_T = 0,9$.

Таким образом, тепловыделения от краскосмесительной установки составят:

$$Q_{\text{уст.}} = 1000 \cdot 2 \cdot 2,8 \cdot (1 - 0,7 + 1 \cdot 0,7) \cdot 0,65 = 1090 \text{ Вт}$$

Теплопоступления от нагретых поверхностей

Теплоотдачу в помещение от нагретых поверхностей $Q_{н.п.}$, Вт, определяют по формулам теплопередачи. При этом теплота поступает за счет конвекции Q_k , Вт, и лучеиспускания Q_l , Вт.

$$Q_{н.п.} = Q_l + Q_k \quad (5.8)$$

Конвективный теплообмен может быть определен:

$$Q_k = \alpha_k \cdot (t_n - t_{окр}) \cdot F, \text{ Вт} \quad (5.9)$$

где α_k – коэффициент теплопередачи конвекцией, Вт/(м²·°C);

F – поверхность теплоотдачи, м².

Коэффициент теплопередачи конвекцией для вертикальной поверхности можно определить по формуле:

$$\alpha_k = 1,66 \cdot \sqrt[3]{t_n - t_{окр}}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)} \quad (5.10)$$

Для горизонтальной поверхности значение коэффициента теплопередачи конвекцией, обращенной вверх:

$$\alpha_k = 1,86 \cdot \sqrt[3]{t_n - t_{окр}}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)} \quad (5.11)$$

Теплоотдачу излучением можно определить:

$$Q_l = C_{пр} \cdot \left(\frac{T_n}{100} \right)^4 \cdot F, \text{ Вт} \quad (5.12)$$

где $C_{пр}$ – приведенный коэффициент лучеиспускания, в практических расчетах $C_{пр} = 4,64$ Вт/(м²·К⁴).

Рассчитаем теплопоступления от сушильной камеры. Размеры сушильной камеры 2х1,4х2 м. Температура поверхности $t_n = 45$ °C. Теплопоступления от свода не учитываем, так как в данном случае используется укрытие шкафного типа. Определим теплопоступления для холодного и переходного периода:

$$Q_{н.п.}^{\text{вент}} = \left[1,66 \cdot \sqrt[3]{(45 - 18)^4} + 4,64 \cdot \left(\frac{273 + 45}{100} \right)^4 \right] \cdot (1,4 \cdot 2 \cdot 2 + 2 \cdot 2) = 5850 \text{ Вт}$$

Количество теплоты $Q_{отв.}$, Вт, поступающее через загрузочное отверстие определяют по формуле:

$$Q_{отв.} = \varphi_{отв.} \cdot F_{отв.} \cdot C_{пр} \cdot \left(\frac{T_{нч}}{100} \right)^4 \cdot \frac{z}{60}, \text{ Вт}$$

где $\varphi_{отв.}$ – коэффициент диафрагмирования, при $h/\delta = 1$, $\varphi_{отв.} = 0,6$;

$T_{нч} = 353$ К – температура внутри печи;

$F_{отв.} = 0,7 \cdot 0,8 = 0,56$ м² – площадь отверстия;

$Z=15$ – количество минут за 1 час, в течение которых отверстие открыто.

$$Q_{отв} = 0,6 \cdot 0,56 \cdot 4,64 \cdot \left(\frac{353}{100}\right)^4 \cdot \frac{15}{60} = 60 \text{ Вт}$$

$$Q_{с.к.}^{х.пер.} = (Q_{н.п.}^{верт} + Q_{н.п.}^{зоп} + Q_{отв}) \cdot n = (5850 + 60) \cdot 6 = 35460 \text{ Вт}$$

Определим тепlopоступления для теплого периода:

$$Q_{н.п.}^{верт} = \left[1,66 \cdot \sqrt[3]{(45 - 26,2)^4} + 4,64 \cdot \left(\frac{273 + 45}{100}\right)^4 \right] \cdot (1,4 \cdot 2 \cdot 2 + 2 \cdot 2) = 5350 \text{ Вт}$$

$$Q_{отв} = 0,6 \cdot 0,56 \cdot 4,64 \cdot \left(\frac{353}{100}\right)^4 \cdot \frac{15}{60} = 60 \text{ Вт}$$

$$Q_{с.к.}^T = (Q_{н.п.}^{верт} + Q_{н.п.}^{зоп} + Q_{отв}) \cdot n = (5350 + 60) \cdot 6 = 32460 \text{ Вт}$$

Суммарные тепlopоступления в холодный и переходный период:

$$\Sigma Q^{х.п.} = 2340 + 15150 + 1090 + 35460 = 54040 \text{ Вт}$$

Суммарные тепlopоступления в теплый период:

$$\Sigma Q^m = 1260 + 10960 + 1090 + 32460 = 45770 \text{ Вт}$$

5.5 Выделение вредных веществ при окраске изделий

При окраске поверхности выделяют три периода, различающиеся по интенсивности выделения летучих веществ:

- 1) начальный, когда лакокрасочный материал наносится на поверхность и интенсивность выделения летучих веществ возрастает;
- 2) основной, когда материал наносится на поверхность и интенсивность выделения летучих веществ примерно постоянна;
- 3) конечный, когда окраска прекращена и интенсивность выделения летучих веществ уменьшается.

Для начального и основного периодов при высыхании лакокрасочного материала или при его нанесении кистевым способом выделение летучих веществ $M_{л}$, кг/ч, в нанесенном за время τ , мин, на поверхность материала составит:

$$M_{л} = G_{л.к.м.} \cdot m(1 - (1 - e^{-K\tau}) / K\tau) \quad (5.13)$$

где $G_{л.к.м.}$ – расход лакокрасочного материала, кг/ч;

m – доля компонента в растворителе;

τ – время высыхания с момента нанесения лакокрасочного материала, мин;

K – общий коэффициент, характеризующий процесс окраски.

Общий коэффициент K определяется по выражению:

$$K = K_{20} K_t K_v K_q K_n K_{\phi}$$

где K_{20} – коэффициент, учитывающий физико-химические свойства материала (принимается $K_{20} = 0,14$);

K_t – коэффициент, зависящий от температуры воздуха в помещении (при температуре внутреннего воздуха 18°C $K_t = 0,94$);

K_v – коэффициент, учитывающий скорость воздуха в помещении (при скорости воздуха в рабочей зоне $0,3 \text{ м/с}$ $K_v = 2,0$);

K_q – поправочный коэффициент на толщину слоя материала, нанесенного на поверхность изделия, характеризуемый удельным расходом материала (при $q=0,25$ кг/м² $K_q=1$);

K_n – коэффициент, учитывающий расположение окрашиваемой поверхности (для вертикальных поверхностей $K_n=1$);

K_ϕ – поправочный коэффициент на относительную влажность воздуха в помещении (для вертикальных поверхностей $K_\phi=1$).

$$K = 0,14 \cdot 0,94 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 = 0,26$$

Согласно заданию доля каждого компонента составляет:

- толуол $m_T=0,05$; $G_T=0,05 \cdot 6=0,3$ кг/ч;

$$M_T = 0,3(1 - (1 - 2,718^{-0,26 \cdot 60}) / 0,26 \cdot 60) = 0,3 \cdot 0,936 = 0,28 \text{ кг/ч};$$

- ксилол $m_{кс}=0,125$; $G_{кс}=0,125 \cdot 6=0,75$ кг/ч;

$$M_{кс} = 0,75 \cdot 0,936 = 0,7 \text{ кг/ч};$$

- ацетон $m_a=0,05$; $G_a=0,05 \cdot 6=0,3$ кг/ч;

$$M_a = 0,3 \cdot 0,936 = 0,28 \text{ кг/ч};$$

- бутилацетат $m_b=0,2$; $G_b=0,2 \cdot 6=1,2$ кг/ч.

$$M_b = 1,2 \cdot 0,936 = 1,12 \text{ кг/ч}.$$

6. Составление теплового баланса и выбор системы отопления

Тепловой баланс составляют на основе расчетов теплопоступлений и теплопотерь во все периоды года. В разделе теплопоступлений в холодный и переходный периоды года учитывают теплопоступления от освещения, людей и оборудования. В теплый период учитываются теплопоступления от солнечной радиации, людей и оборудования. Для цеха составляем тепловой баланс, который сводится в таблицу следующего вида:

Тепловой баланс

Табл. 6.1.

Период	Теплопотери, Вт	Тепловыделения от дежурного отопления, Вт	Сумма теплопоступлений, Вт	Избытки, недостатки тепла с учётом работы дежурного отопления, Вт	Избытки, недостатки тепла без учёта работы дежурного отопления, Вт
1	2	3	4	5	6
Летний	-	-	45770	-	-
Переходный	8100	-	54040	-	+45940
Холодный	32400	21870	54040	+43510	+21640

В цехе следует применить дежурную систему отопления, которая будет поддерживать температуру +5 °С в нерабочее время. В рабочее время в цех будет подаваться охлажденный воздух.

7. Расчет поверхности нагревательных приборов систем отопления

Принимаем к установке регистры из гладких труб, установленные открыто в цеху промышленного здания. Параметры теплоносителя воды: $t_{гор}=150\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{обр}=70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Система отопления поддерживает в цеху температуру $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ постоянно. Приборы подключены "сверху-вниз". Нагрузка на систему отопления равна:

$$Q_{mn}^{деж} = Q_{mn}^{общ} \left(\frac{5 - t_n}{t_g - t_n} \right) = 32400 \cdot \frac{5 - (-22)}{18 - (-22)} = 21870 \text{ Вт}$$

Требуемая поверхность нагревательных приборов, экм, определяется по формуле:

$$F_{np} = \frac{Q_{np}}{1,16 \cdot q_э}; \text{ экм}$$

где Q_{np} – необходимая теплопередача прибора в помещении $Q_{np} = \frac{Q_{m.n.}}{m}$, Вт;

$Q_{m.n.}=Q_{до}$ – теплопотери помещения;

m – число мест установки отопительных приборов;

$q_э$ – теплоотдача нагревательных приборов, ккал/экм.

Теплоотдачу труб и подводок не учитываем.

$$Q_{np} = \frac{21870}{10} = 2190 \text{ Вт}$$

Расход воды в приборе составляет:

$$G_{np} = \frac{Q_{np}}{c \cdot (t_{гор} - t_{обр})} = \frac{2190 \cdot 3,6}{4,19 \cdot (150 - 70)} = 23,5 \text{ кг/ч}$$

При температуре внутреннего воздуха $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ и параметрах теплоносителя $150-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ находим теплоотдачу 1 экм регистра из гладких труб $q_э=655$ ккал/экм. Общую длину труб находим по формуле:

$$l = \frac{F_{np}}{f_э}; \text{ м}$$

где $F_э$ – суммарная расчетная поверхность регистров, экм;

$f_э$ – поверхность нагрева 1 м гладкой стальной трубы регистра, экм.

Таблица 7.1 – Расчет регистров

Температура помещения, С	18
Параметры теплоносителя, С	150-70
Тепловая мощность, Q, Вт	2190
Теплоотдача нагревательных приборов $q_э$, ккал/ч·экм	655
Поверхность нагрева регистра $F_p=Q/q_э$, экм	2,882
Диаметр трубы, мм	50
Поверхность нагрева 1м гладкой трубы регистра, экм	0,243
Длина регистра $l=F_p/f_э$, м	11,86
Число рядов труб по вертикали	4
Длина 1 ряда труб, l', м	3,0

Таким образом, в данном цеху необходимо установить десять 4-ех трубных регистров из гладких труб диаметром 57х3 мм длиной 3000 мм.

По допустимым скоростям (1 м/с) назначаем диаметры трубопроводов системы отопления.

об.ру

8. Определение типов и производительности местных отсосов от технологического оборудования.

Кабина распылительная с поворотным кругом

Укрытие шкафного типа. Производительность укрытия без тепловыделений определяется по выражению:

$$L_{шк} = v_{np} \cdot F_{np} \cdot 3600, \text{ м}^3 / \text{ч};$$

F_{np} – площадь рабочего проема ($F_{np} = 0,8 \cdot 0,5 = 0,4 \text{ м}^2$);

v_{np} – скорость в проеме, принимаем в пределах рекомендуемых значений $v_{np} = 1,1$ м/с;

$$L_{шк} = 0,8 \cdot 0,5 \cdot 1,1 \cdot 3600 = 1580 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Установлено 2 распылительные кабины следовательно расход составит:

$$L = 2 \cdot 1580 = 3160 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Камера для пульверизационной окраски

Укрытие шкафного типа. Производительность укрытия без тепловыделений определяется по выражению:

$$L_{шк} = v_{np} \cdot F_{np} \cdot 3600, \text{ м}^3 / \text{ч};$$

F_{np} – площадь рабочего проема ($F_{np} = 1 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ м}^2$);

v_{np} – скорость в проеме, принимаем в пределах рекомендуемых значений $v_{np} = 1,2$ м/с;

$$L_{шк} = 1 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 3600 = 2160 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Установлено 2 камеры следовательно расход составит:

$$L = 2 \cdot 2160 = 4320 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Распылительная кабина

Укрытие шкафного типа. Производительность укрытия без тепловыделений определяется по выражению:

$$L_{шк} = v_{np} \cdot F_{np} \cdot 3600, \text{ м}^3 / \text{ч};$$

F_{np} – площадь рабочего проема ($F_{np} = 1 \cdot 0,6 = 0,6 \text{ м}^2$);

v_{np} – скорость в проеме, принимаем в пределах рекомендуемых значений $v_{np} = 1,1$ м/с;

$$L_{шк} = 1 \cdot 0,6 \cdot 1,1 \cdot 3600 = 2380 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Установлено 3 кабины следовательно расход составит:

$$L = 3 \cdot 2380 = 7140 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Камера сушильная

Укрытие шкафного типа. Производительность укрытия без тепловыделений определяется по выражению:

$$L_{шк} = v_{np} \cdot F_{np} \cdot 3600, \text{ м}^3 / \text{ч};$$

F_{np} – площадь рабочего проема ($F_{np} = 1 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ м}^2$);

v_{np} – скорость в проеме, принимаем в пределах рекомендуемых значений $v_{np} = 0,5$ м/с;

$$L_{шк} = 1 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 3600 = 900 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Установлено 6 сушильных камер следовательно расход составит:

$$L = 6 \cdot 900 = 5400 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Столы для обезжиривания деталей

Укрытие шкафного типа. Производительность укрытия без тепловыделений определяется по выражению:

$$L_{шк} = v_{np} \cdot F_{np} \cdot 3600, \text{ м}^3 / \text{ч};$$

F_{np} – площадь рабочего проема ($F_{np} = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4 \text{ м}^2$);

v_{np} – скорость в проеме, принимаем в пределах рекомендуемых значений $v_{np} = 0,6$ м/с;

$$L_{шк} = 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 3600 = 865 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Установлено 4 стола следовательно расход составит:

$$L = 4 \cdot 865 = 3460 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Краскосмесительная установка

Укрытие шкафного типа. Производительность укрытия без тепловыделений определяется по выражению:

$$L_{шк} = v_{np} \cdot F_{np} \cdot 3600, \text{ м}^3 / \text{ч};$$

F_{np} – площадь рабочего проема ($F_{np} = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4 \text{ м}^2$);

v_{np} – скорость в проеме, принимаем в пределах рекомендуемых значений $v_{np} = 0,5$ м/с;

$$L_{шк} = 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 3600 = 720 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Установлено 2 краскосмесительные установки следовательно расход составит:

$$L = 2 \cdot 720 = 1440 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Суммарный расход воздуха, удаляемого местными отсосами:

$$\Sigma L_{м.о.} = 3160 + 4320 + 7140 + 5400 + 3460 + 1440 = 24920 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

9. Описание принятых решений приточно-вытяжной вентиляции

Приточный воздух нагревается в калориферах и подается сверху вниз через перфорированные воздуховоды равномерной раздачи типа ВПК, расположенные на высоте 4,8 м. Приточная вентиляционная камера расположена на специальной площадке на отметке 2,8 м от пола.

Для всего установленного оборудования предусматриваем в качестве местных отсосов шкафные укрытия. Для более интенсивного рассеивания воздушными потоками вредных веществ, предусматривается установка факельного выброса. Вытяжные вентиляторы выполнены в искрозащищенном исполнении. Из нижней зоны местными отсосами удаляется 24920 м³/ч, а из верхней зоны – 8800 м³/ч двумя крышными вентиляторами.

Для предотвращения врывания в зимний период холодного наружного воздуха у ворот цеха предусмотрена воздушно-тепловая завеса.



10. Расчет воздухообмена для трех периодов года

Расход воздуха для вентиляции помещений промышленных зданий определяется после расчета теплотерь и теплопоступлений, составления теплового баланса и выбора системы отопления, определения производительности местных отсосов, выбора схемы организации воздухообмена.

Расход приточного воздуха L , м³/ч определяем для теплого, холодного периодов и переходных условий для ассимиляции избыточной теплоты:

$$L = L_{мо} + \frac{3,6 \cdot \sum Q_{изб} - c \cdot L_{мо} (t_{р.з.} - t_{np})}{c \cdot \rho \cdot K_t \cdot (t_{yx} - t_{np})}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (10.1)$$

где $L_{мо}$ – расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов и на технологические нужды, м³/ч;

c – теплоемкость воздуха, $c=1,005$ кДж/(кг·°C);

ρ – плотность воздуха, $\rho=1,2$ кг/м³;

t_{yx} – температура воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны, °C;

t_{np} – температура приточного воздуха, °C.

Так как большая часть воздуха удаляется местными отсосами, то принимаем $t_{yx}=t_{р.з.}$

Теплый период: $t_{р.з.}=26,2$ °C, $\sum Q_{изб} = 3,6 \cdot 45770 = 164770$ кДж/ч, $L_{мо}=24920$ м³/ч, $t_{н}=22,2$ °C, $K_t=1,05$ (при кратности более 10 1/ч).

Расход приточного воздуха определяем по выражению:

$$L_{np} = 24920 + \frac{164770 - 1,005 \cdot 1,2 \cdot 24920 \cdot (26,2 - 22,2)}{1,005 \cdot 1,05 \cdot 1,2 \cdot (26,2 - 22,2)} = 24920 + 8800 = 33720 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Кратность воздухообмена:

$$K = \frac{33720}{540 \cdot 5,5} = 11,4$$

При этом объем 24920 м³/ч забирается из нижней зоны местными отсосами, а объем 8800 м³/ч – из верхней, крышными вентиляторами. В данном случае воздух круглогодично подается системой приточной вентиляции, так как использование естественной вентиляции может привести к браку изделий.

Переходные условия: $t_{р.з.}=18$ °C, $\sum Q_{изб} = 3,6 \cdot 45940 = 165380$ кДж/ч, $L_{np}=33720$ м³/ч, $L_{мо}=24920$ м³/ч, $K_t=1,05$ находим $\Delta t = t_g - t_{np}$.

$$L \cdot c \cdot \rho \cdot K_t \cdot \Delta t = L_{мо} \cdot c \cdot \rho \cdot K_t \cdot \Delta t + 3,6 \sum Q_{изб} - c \cdot \rho \cdot L_{мо} \cdot \Delta t$$

$$33720 \cdot 1,005 \cdot 1,05 \cdot 1,2 \cdot \Delta t = 24920 \cdot 1,005 \cdot 1,05 \cdot 1,2 \cdot \Delta t + 165380 - 1,005 \cdot 1,2 \cdot 24920 \cdot \Delta t$$

$$11143 \cdot \Delta t = 165380 - 30054 \cdot \Delta t$$

$$41197 \cdot \Delta t = 165380, \Delta t = 4,0 \text{ °C.}$$

Отсюда $t_{np} = t_g - \Delta t = 18 - 4 = 14$ °C.

Холодный период: $t_{р.з.}=18$ °C, избыток явной теплоты при неработающей в рабочее время системе дежурного отопления $\sum Q_{изб} = 21640 \cdot 3,6 = 77900$ кДж/ч. Количество приточного воздуха принимаем по летнему периоду $L=33720$ м³/ч.

$$41197 \cdot \Delta t = 77900, \Delta t = 1,9 \text{ °C.}$$

Отсюда $t_{np} = t_g - \Delta t = 18 - 1,9 = 16,1$ °C.

Расчет воздухообмена по вредностям

По таблице 5.1 [7] находим значения ПДК: ацетон 200 мг/м³, бутилацетат 200 мг/м³, ксилол 50 мг/м³, толуол 50 мг/м³. Расчетный воздухообмен определяем по выражению:

$$L = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \frac{C_3}{\text{ПДК}_3} + \frac{C_4}{\text{ПДК}_4} = \frac{0,28 \cdot 10^6}{200} + \frac{1,12 \cdot 10^6}{200} + \frac{0,7 \cdot 10^6}{50} + \frac{0,28 \cdot 10^6}{50} = 26600 \text{ м}^3/\text{ч}$$

За расчетный принимаем воздухообмен для разбавления избыточной теплоты, так как он превышает воздухообмен по вредностям.

об.ру

11. Расчет раздачи приточного воздуха.

В окрасочном цехе необходимо распределить $33720 \text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха перфорированным круглым ступенчатым воздухораспределителем равномерной раздачи типа ВПК, который устанавливается на высоте $4,8 \text{ м}$ от пола. В соответствии с длиной проектируемого помещения длина ВПК принимается обычно несколько короче длины помещения. Принимаем к установке 2 воздухораспределителя. Расстояние между ними 9 м , расход воздуха на ВР - $16860 \text{ м}^3/\text{ч}$, $v_n=0,3 \text{ м/с}$. Высота помещения $5,5 \text{ м}$, $\Delta t_o=4 \text{ }^\circ\text{C}$.

Принимаем воздухораспределитель ВПК 2.00.000-05 с $A_o=0,78 \text{ м}^2$, $l=10320 \text{ мм}$; коэффициент затухания скорости по оси струи $m=0,5$, коэффициент затухания температуры по оси струи $n=1,0$, $\xi=1,8$, $v_{oms}/v_o=0,69$.

Скорость в корне ВР:

$$v_o = \frac{L_o}{3600 \cdot A_o} = \frac{16860}{3600 \cdot 0,78} = 6,0 \text{ м/с},$$

$$v_{oms} = v_o \cdot 0,69 = 6,0 \cdot 0,69 = 4,14 \text{ м/с}.$$

Согласно схеме раздачи расстояние от места выпуска до рабочей зоны $X=2,8 \text{ м}$. Коэффициент взаимодействия $K_B=1$.

При подаче нагретого воздуха сверху вниз плоской струей через ВПК отношение ширины струи $B_{стр}$ в месте поступления в рабочую зону к ширине обслуживаемого участка должно быть в пределах $A=B_d/B_p = 0,2...0,8$.

При этом $B_d=2,6 \cdot d_{cp}+0,44$.

где d_{cp} – средний диаметр воздуховода ($d_{cp}=0,9 \text{ м}$), тогда $B_d=2,6 \cdot 0,9+0,44=2,78 \text{ м}$.

Для плоских струй коэффициент стеснения K_c определяется из соотношения $\bar{A}=2,78/9=0,3$; $\bar{X}=X/B_o = 2,8/2,78=1$. Тогда $K_c^m = 0,4$.

Коэффициент неизотермичности при подаче охлажденного воздуха рассчитываем по формуле:

$$K_H = \sqrt{1 + a \cdot \left(\frac{X}{d_{cp}}\right)^{3/2} \cdot \frac{d_{cp} \cdot \Delta t_o}{\sqrt{K_{fp}} \cdot v_{oms}^2}}$$

где K_{fp} – коэффициент живого сечения $K_{fp}=0,07$ для ВПК-2.

a – коэффициент, принимаемый при данном способе раздачи приточного воздуха, $a=0,192$.

$$K_H = \sqrt{1 + 0,192 \cdot \left(\frac{2,8}{0,9}\right)^{3/2} \cdot \frac{0,9 \cdot 4}{\sqrt{0,07} \cdot 4,14^2}} = 1,36$$

Расчет максимальной скорости (на оси струи) v_x и максимальной разности температур Δt_x производим по следующим формулам:

$$v_x = \frac{1,25 \cdot V_{oms} \cdot \sqrt{K_{fp}} \cdot m \cdot \sqrt{d_{cp}}}{\sqrt{X}} K_c K_H K_B$$

$$\Delta t_x = \frac{1,25 \cdot \Delta t_o \cdot \sqrt{K_{fp}} \cdot n \cdot \sqrt{d_{cp}}}{\sqrt{X}} \cdot \frac{K_B}{K_c \cdot K_H}$$

$$v_x = \frac{1,25 \cdot 4,14 \cdot \sqrt{0,07} \cdot 0,5 \cdot \sqrt{0,9}}{\sqrt{2,8}} \cdot 0,4 \cdot 1,36 \cdot 1 = 0,21 < 0,3 \text{ м/с}$$

$$\Delta t_x = \frac{1,25 \cdot 4 \cdot \sqrt{0,07} \cdot 1 \cdot \sqrt{0,9}}{\sqrt{2,8}} \cdot \frac{1}{0,4 \cdot 1,36} = 1,4 < 1,5^\circ\text{C}$$

Потери давления в ВПК находим по формуле:

$$\Delta P = \frac{\lambda}{d_{\text{ср}}} \cdot l \cdot \frac{v_o^2}{2} + \xi \cdot \rho \cdot \frac{v_{\text{оме}}^2}{2}$$

где v_o – скорость движения воздуха в начальном сечении ВПК, м/с;

l – длина воздухораспределителя, м;

$d_{\text{ср}}$ – средний диаметр, м;

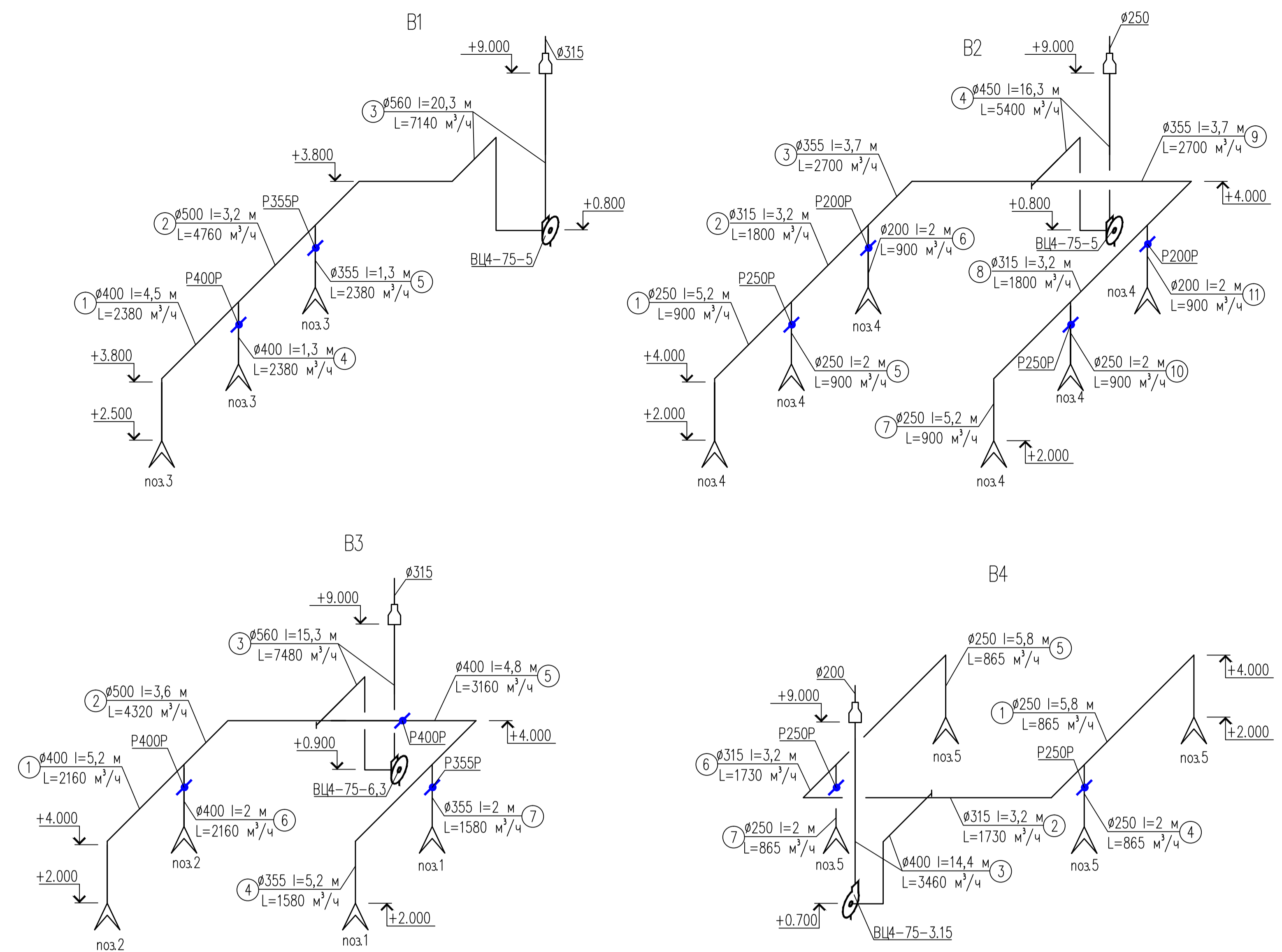
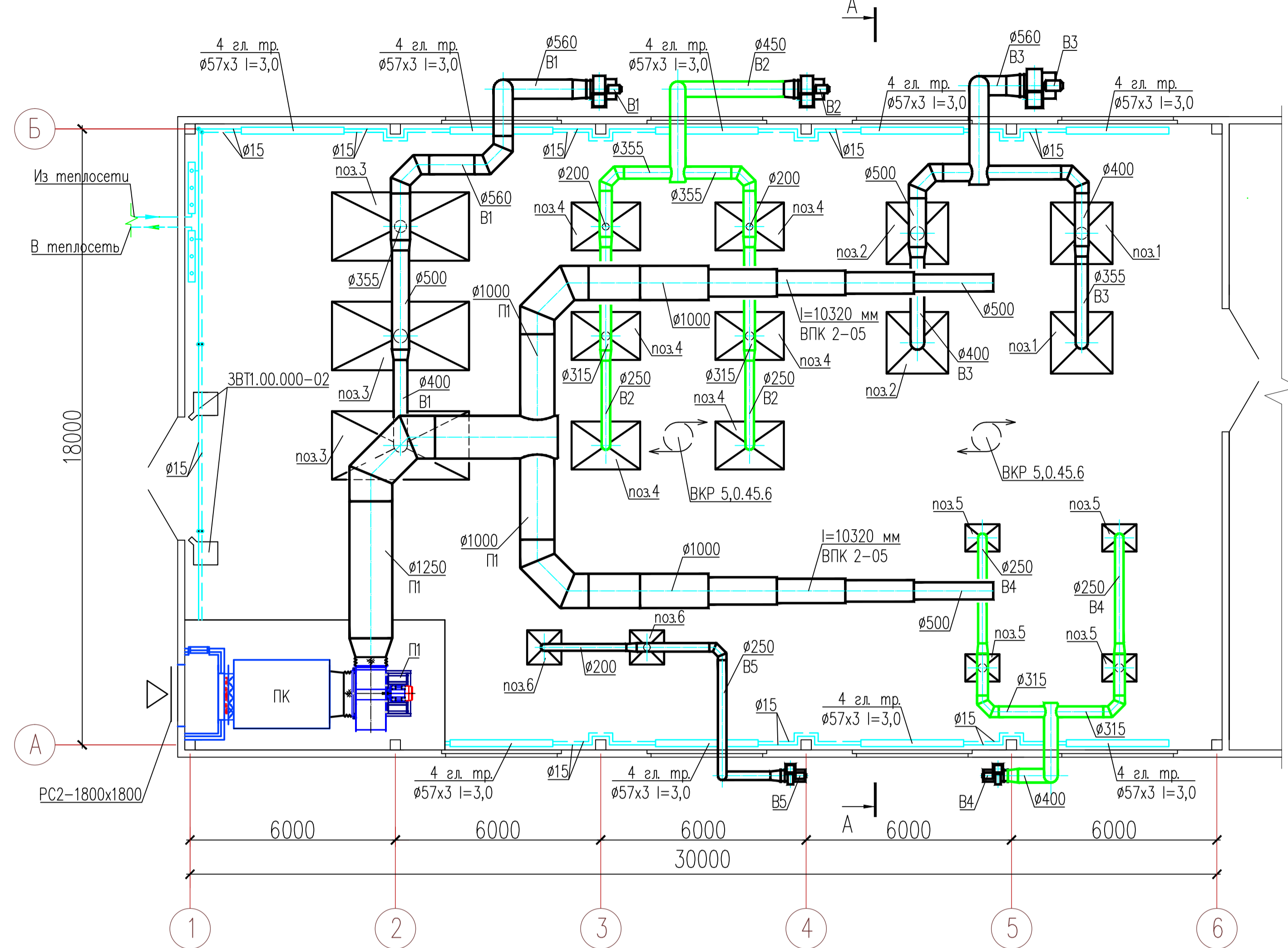
λ – коэффициент трения, зависит от $d_{\text{ср}}$;

ξ – коэффициент местного сопротивления.

тогда $\Delta P = \frac{0,026}{0,9} \cdot 10,32 \cdot \frac{6,0^2}{2} + 1,8 \cdot \frac{4,14^2}{2} \cdot 1,2 = 23,88 \text{ Па}$

.....

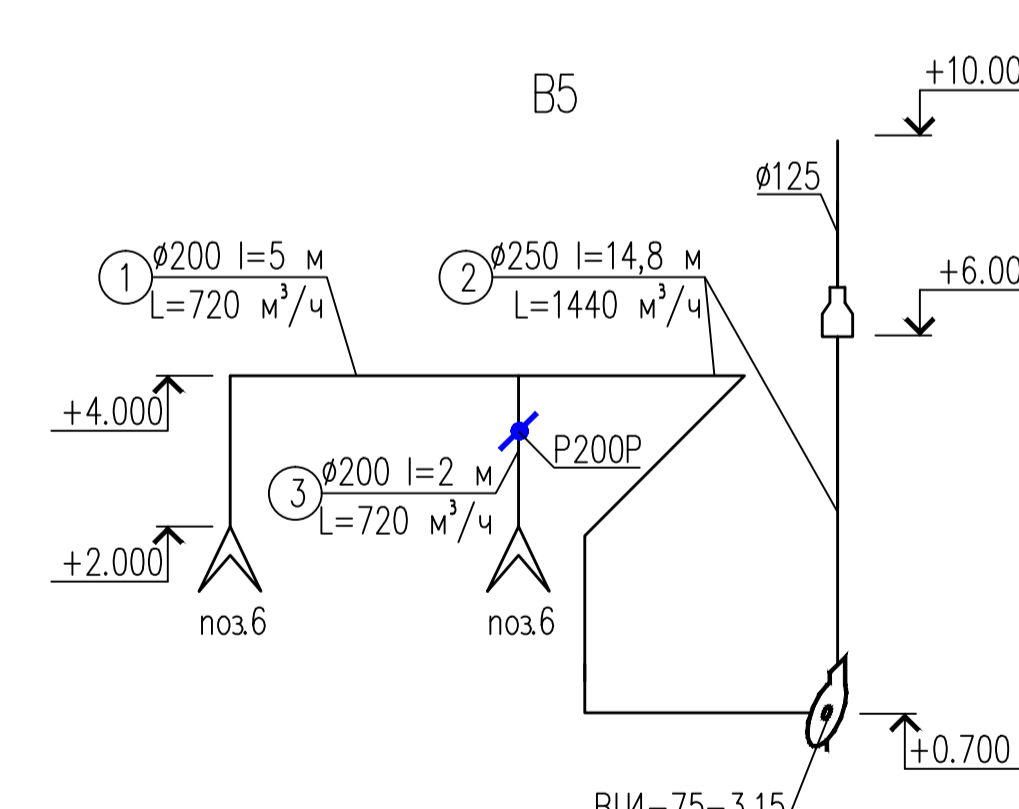
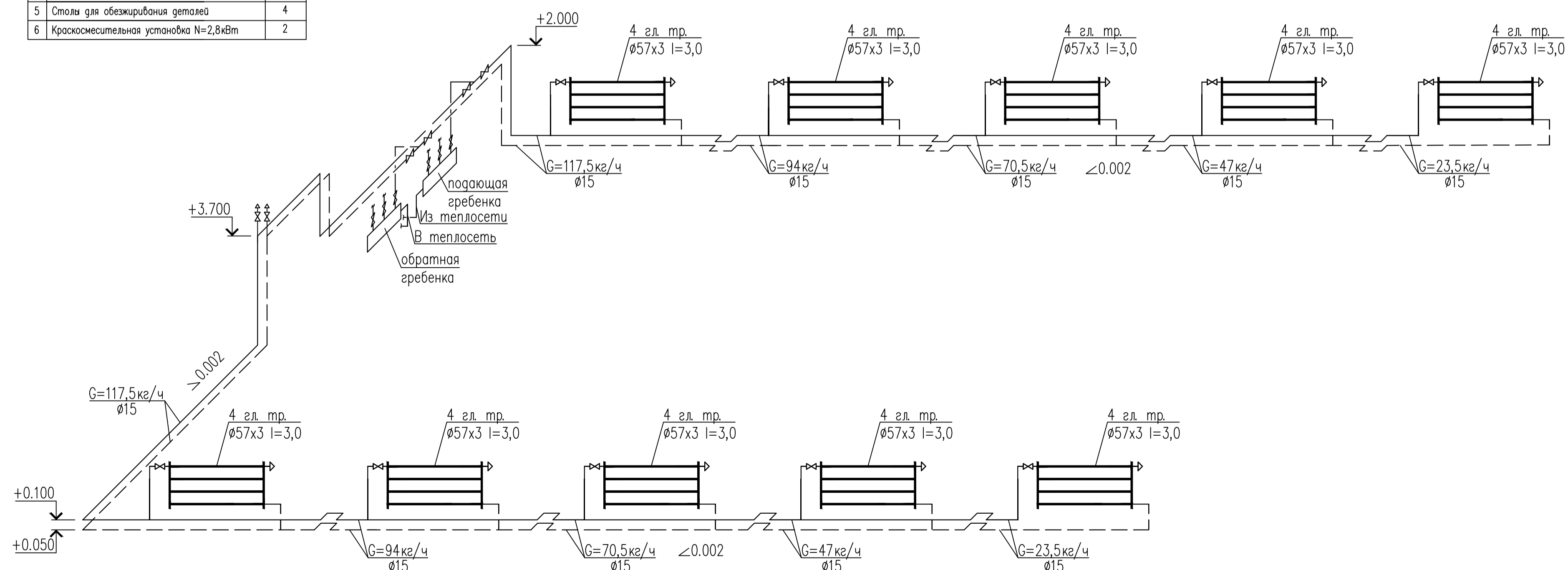
План здания М1:100



Экспликация оборудования

№	Наименование	Кол-во
1	Распылительная камера с лаворотным кругом	2
2	Камера для пультверсионной окраски	2
3	Распылительная камера проходная	3
4	Камера сушильная с электрообогревом	6
5	Столы для обезжиривания деталей	4
6	Краскосмесительная установка N=2,8кВт	2

Схема системы отопления



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Отопление и вентиляция промышленного здания	Лит.	Масш.	Масштб.
Выполнил	Проверил					у		
Лист 1						Листов 2		

План здания М 1:100. Аксонометрические
схемы систем вентиляции В1-В5. Схема
системы отопления.