



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

**Методические указания**  
к практическим занятиям  
по дисциплине

**«Основы промышленной  
вентиляции и  
кондиционирования  
воздуха»**

Авторы  
Галкина Н. И.

Ростов-на-Дону, 2019

## Аннотация

Приведены методика выполнения аэродинамического расчета, выбора расчетных параметров внутреннего и наружного воздуха, определения тепло- и влагопоступлений в помещения, определения воздухообменов, а также рассмотрена вентиляция деревообрабатывающих цехов.

Предназначены для специалистов направления 20.03.01 «Техносферная безопасность».

## Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Галкина Н.И.

## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОЗДУХОВОДОВ .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ВЫБОР РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВНУТРЕННЕГО И НАРУЖНОГО ВОЗДУХА .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ В ПОМЕЩЕНИЕ ОТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ.....</b>	<b>13</b>
<b>4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛО- И ВЛАГОПОСТУПЛЕНИЙ В ПОМЕЩЕНИЕ .....</b>	<b>13</b>
<b>Количество.....</b>	<b>20</b>
<b>Линия II (оксидирования).....</b>	<b>20</b>
<b>5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДУХООБМЕНОВ В ПОМЕЩЕНИИ .....</b>	<b>21</b>
<b>6. ВЕНТИЛЯЦИЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ .....</b>	<b>23</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>30</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А.....</b>	<b>30</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Основными показателями воздушно-теплого комфорта помещений являются состав и чистота воздуха (качество воздуха) и параметры микроклимата, обеспечиваемые системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Качество воздуха в помещении зависит от многих факторов:

- качества наружного воздуха; наличия в помещении источников загрязнений, мощности и расположения этих источников;

- способа и конструкции системы вентиляции и кондиционирования воздуха, способов управления и качества эксплуатации этой системы.

Воздух в помещении не должен содержать загрязняющих веществ в концентрациях, опасных для здоровья человека или вызывающих дискомфорт. К подобным загрязнениям относятся: различные газы, пары, микроорганизмы и некоторые аэрозоли.

Загрязняющие вещества могут попадать в помещения вместе с наружным приточным воздухом, от источников загрязняющих веществ в помещении, в том числе продуктов жизнедеятельности людей, технологических процессов, строительных и декоративных материалов.

Был проведен обзор и анализ литературы по вопросу влияния вентиляционного воздухообмена на состояние здоровья и самочувствие людей (Seppanen и др., 1999) для производственных зданий.

Из имеющихся данных о комплексной связи между вентиляционным воздухообменом и качеством воздуха в помещении нелегко выделить фактор влияния воздухообмена на состояние здоровья. В исследованиях отмечается, что при снижении воздухообмена риск респираторных заболеваний увеличивается (1,5-2 раза), возрастает значение показателя "синдром дискомфорта здания (SBS)».

Основные задачи выполнения проектов вентиляции и кондиционирования – обеспечение эффективной работы систем, обеспечивающих улучшение условий труда, повышение его производительности и качества выпускаемой продукции, снижение производственного травматизма и профессиональных заболеваний, защита окружающей среды от производственных загрязнений.

Эффективность работы систем во многом зависит от правильности выполнения инженерных расчетов, применения новейшего оборудования, средств автоматизации, условий эксплуатации.

В данных методических указаниях приведены примеры расчетов систем вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений различного назначения.

## **1. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОЗДУХОВОДОВ**

Воздуховоды рассчитывают для одной приточной и одной вытяжной систем зрительного зала по общепринятой методике

[1]. В результате расчета определяются размеры поперечных сечений и потери давления отдельных участков и системы в целом. Так как справочные таблицы составлены для круглых воздуховодов, то при проектировании каналов прямоугольного сечения определяется эквивалентный диаметр  $d_{э\text{кв}}$ , м, для которого принимаются табличные значения

$$d_{э\text{кв}} = \frac{2ab}{a+b},$$

где  $a$  и  $b$  – стороны прямоугольного воздуховода, м.

Сопrotивление сети воздуховодов  $P_{\text{сети}}$ , Па, определяется как сумма потерь давления на трение ( $RL$ ), Па, и в местных сопротивлениях  $Z$ , Па, на каждом участке

$$P_{\text{сети}} = \sum (RL + Z)$$

При расчете воздуховодов вводятся поправочные коэффициенты, зависящие от формы каналов (для каналов прямоугольного сечения) и абсолютной шероховатости материала. Необходимо увязать узловые потери давления для всех ответвлений. Невязка потерь давлений не должна превышать 10%.

Полные потери давления в системе  $P_{\text{сист.}}$ , Па,

$$P_{\text{сист.}} = P_{\text{сети}} + P_{\text{об}},$$

где  $P_{\text{сети}}$  – наибольшие потери давления в воздуховодах, Па;  $P_{\text{об}}$  – потери давления в оборудовании, Па.

Потери давления в рециркуляционном воздуховоде приточной системы рассчитываются и увязываются как боковое ответвление.

Аэродинамический расчет воздуховодов производится в табличной форме (Прил. А).

## 2. ВЫБОР РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВНУТРЕННЕГО И НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

**Задание:**

Объект строительства: обрабатывающий цех, категория по НПБ 105-03 – В1.

Размер в плане 48x18 м.

Категория работ средней тяжести IIб. Постоянные рабочие места.

Расчётная географическая широта – 56° с.ш.

Район строительства – г. Ярославль.

### **Определить:**

- 1) расчётные параметры наружного и внутреннего воздуха;
- 2) теплоступления от электродвигателей (табл. 1).

### **Порядок расчета:**

#### ***1. Определение расчетных параметров наружного и внутреннего воздуха.***

В соответствии с п. 5.10 [2] **расчетные параметры наружного воздуха** определяются по [3]. Для расчетов принимаются параметры А — для теплого периода года, параметры Б — для холодного периода года. Расчётные параметры наружного воздуха приведены в табл. 2.

Расчётные параметры внутреннего воздуха в теплый период года принимаются в соответствии с табл. 3 [1].

Расчётные параметры внутреннего воздуха в холодный и переходный периоды года принимаются в соответствии с табл. 4 [4].

Таблица 1

## Перечень технологического оборудования

№ п/п	№ поз.	Наименование оборудования	Кол-во, шт	Характеристика выделяющейся вредности	Мощность электро двигателя, кВт
1	2	3	4	5	6
1	Станок круглопильный	2	Ц6-2	Опилки, пыль	4,2
2	Станок рейсмусовый	1	СР6-9	Опилки, пыль	8,0
3	Станок торцовочный	1	ЦП	Опилки, пыль	3,2
4	Станок торцовочный однопильный	2	ЦПА-40	Опилки, пыль	5,1
5	Станок прирезной многопильный	1	ЦДК-5	опилки	3,8
1	2	3	4	5	6
6	Станок строгальный четырёхслойный	1	С26-2	Стружка, пыль	8,0
7	Станок фусторонный фуговальный	1	С2Ф4-1	Стружка, сталь	2,5
8	Станок шипорезный двухсторонний	1	ШД-15	Опилки	14,2
9	Станок рейсмусовый односторонний	1	СР12-1	Стружка, пыль	2,8



Таблица 2

Расчётные параметры наружного воздуха

Параметры	Температура	Скорость
Период	$T, ^\circ\text{C}$	$V, \text{ м/с}$
Теплый период	+21,6	3,6
Холодный период	-31	3,9
Переходный период	+10	

Таблица 3

Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений в теплый период года

Назначение помещения	Категория работ	Температура, °С			Скорость движения воздуха, м/с, не более	Относительная влажность воздуха, %, не более
		В обслуживаемой или рабочей зоне	На постоянных рабочих местах	На непостоянных рабочих местах		
1	2	3	4	5	6	7
Производственное	Легкая:	На 4 °С выше расчетной температуры наружного воздуха (параметры А) и не более указанных в гр. 4 и 5	28/31	30/32	0,2	75
	Ia		28/31	30/32	0,3	
	Средней тяжести:	IIa	27/30	29/31	0,4	
	IIб	27/30	29/31	0,5		
	Тяжелая:	III	26/29	28/30	0,6	

Примечания.

1. Нормы установлены для людей, находящихся в помещении более 2 ч непрерывно.

2. В таблице в графах 4 и 5 допустимые нормы внутреннего воздуха приведены в виде дроби: в числителе — для районов с расчетной температурой наружного воздуха (параметры А) ниже 25 °С, в знаменателе — 25 °С и выше.

Таблица 4

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96, Прил. 4)

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температу-ра поверхно-стей, °С	Относительная влажность воз-духа, %	Скорость дви-жения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	<b>IIб (233-290)</b>	<b>17-19</b>	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3

Результаты сводятся в табл. 5.



Таблица 5

Расчётные параметры внутреннего воздуха

Параметры	$t_{int}, ^\circ\text{C}$	$V, \text{ м/с}$
Период		
Теплый период	+30	0,5
Холодный период	+17	0,2
Переходный период	+10	0,2

### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ В ПОМЕЩЕНИЕ ОТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Поступление теплоты от электродвигателей и приводимого ими в действие оборудования, Вт, рассчитывается по формуле [3]:

$$Q_{\text{эл.дв.}} = 10^3 N_y K_{II} K_3 K_O (1 - \eta_{II} + K_T \eta_{II}),$$

где  $N_y$  – суммарная установочная мощность электродвигателей;

$K_{II}$  – коэффициент использования мощности, равный 0,8;

$K_3$  – коэффициент загрузки двигателя, равный 0,7;

$K_O$  – коэффициент одновременности работы, равный 0,9;

$K_T$  – коэффициент ассимиляции, равный 1;

$\eta_{II}$  – коэффициент полезного действия, равный 0,85.

$$Q = 10^3 \cdot 84,6 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot (1 - 0,85 + 1 \cdot 0,85) = 42650.$$

### 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛО- И ВЛАГОПОСТУПЛЕНИЙ В ПОМЕЩЕНИЕ

#### Задание:

Объект строительства – гальванический цех. Температура в рабочей зоне в холодный период +21°C, в теплый +29°C. Температура поверхности технологического оборудования +45°C. Площадь вертикальных поверхностей ванн составляет 13,8 м<sup>2</sup>, горизонтальных – 6,84 м<sup>2</sup>.

Характеристика растворов для технологических нужд приведена в табл. 6.

**Определить:**

- 1) количество теплоты, поступающей от нагретых поверхностей технологического оборудования;
- 2) количество влаги, испаряющейся с открытой поверхности ванн.

**1. Определение количества теплоты, поступающей от нагретых поверхностей технологического оборудования.**

Поступление теплоты, Вт, от нагретых поверхностей оборудования рассчитываются по формуле:

$$Q_{\text{к.л}} = (\alpha_{\text{л}} + \alpha_{\text{к}})(t_{\text{п}} - t_{\text{в}}) F_{\text{п}},$$

где  $\alpha_{\text{л}}$  и  $\alpha_{\text{к}}$  – коэффициенты теплоотдачи излучением и конвекцией, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), определяемые по формулам:

$$\alpha_{\text{л}} = C_{\text{пр}} \left[ \left( \frac{273 + t_{\text{н}}}{100} \right)^4 - \left( \frac{273 + t_{\text{в}}}{100} \right)^4 \right] \frac{1}{t_{\text{н}} - t_{\text{в}}};$$

$$\alpha_{\text{к}} = a \sqrt[4]{t_{\text{н}} - t_{\text{в}}}.$$

**Порядок расчета:**

Коэффициент теплоотдачи конвекцией в холодный период, Вт/(м<sup>2</sup>·°С) для горизонтальной поверхности

$$\alpha_{\text{к}} = 3.26 \cdot \sqrt[4]{45 - 21} = 7,22;$$

для вертикальной поверхности  $\alpha_{\text{к}} = 2,56 \cdot \sqrt[4]{45 - 21} = 5,67$ .

Количество теплоты, Вт, поступающей от нагретых поверхностей оборудования, в холодный период года [4]:

- а) от горизонтальной поверхности:

$$Q_{\text{кл}} = (5,62 + 7,22) \cdot (45 - 21) \cdot 6,84 = 2110;$$

б) от вертикальной поверхности:

$$Q_{\text{кл}} = (5,62 + 5,67) \cdot (45 - 21) \cdot 13,8 = 3740;$$

$$\Sigma Q = 2110 + 3740 = 5850.$$

Коэффициент теплоотдачи излучением в теплый период,  
Вт/(м<sup>2</sup> · °С):

$$\alpha_{\text{л}} = 4,9 \cdot \left[ \left( \frac{273 + 45}{100} \right)^4 - \left( \frac{273 + 29}{100} \right)^4 \right] \cdot \frac{1}{45 - 29} = 5,84.$$

Коэффициент теплоотдачи конвекцией в холодный период, Вт/(м<sup>2</sup> · °С): для горизонтальной поверхности

$$\alpha_{\text{к}} = 3,26 \cdot \sqrt[4]{45 - 29} = 6,52;$$

для вертикальной поверхности  $\alpha_{\text{к}} = 2,56 \cdot \sqrt[4]{45 - 29} = 5,12.$



Таблица 6

Характеристика растворов для технологических нужд в гальваническом цехе

№ оборуд.	Наименование Оборудования.	Ко л-во	Темпера- тура раствора, °С	Ско- рость факела $v$ , м/с
Линия II (оксидирования)				
1	Ванна промывки в горячей воде	2	90	0,15
2	Ванна химического обезжиривания	2	60–80	0,25
3	Ванна промывки в тёплой воде	1	18-20	0,15
5	Ванна травления	1	15-60	0,3
6	Ванна предварительного оксидирования	2	130-155	0,3
7	Ванна окончательного оксидирования	5	130-155	0,3
9	Ванна промывки-улавливания	1	18-20	-
0 1	Ванна обработки в мыльном растворе	1	18-20	-
Линия I (кадмирования)				
1	Ванна цинкования	5	18-20	0,4
4	Ванна осветления (пассивирования)	1	15-20	-





6	Ванна промывки в тёплой воде	2	18-20	0,15
7	Ванна травления	1	15-60	0,3
8	Ванна электро-химического обезжиривания на аноде	1	60-80	0,4
9	Ванна электро-химического обезжиривания на катоде	1	60-80	0,4

Для горизонтальной поверхности:

$$Q_{\text{кл}} = (5,84 + 6,52) \cdot (45 - 29) \cdot 6,84 = 1353 \approx 1400.$$

Для вертикальной поверхности:

$$Q_{\text{кл}} = (5,84 + 5,12) \cdot (45 - 29) \cdot 13,8 = 2420 \approx 2500.$$

Количество теплоты,  $Вт$ , поступающей от нагретых поверхностей оборудования, в теплый период года:

$$\Sigma Q_{\text{кл}} = 1400 + 2500 = 3900.$$

## ***2. Определение количества влаги, испаряющейся с открытой поверхности ванн.***

Количество влаги, испаряющейся с открытой поверхности,  $кг/ч$ , определяется по формуле:

$$W = (a + 0,013v) (P_2 - P_1) F,$$

где  $a$  – фактор гравитационной подвижности окружающей среды, принимаемый в зависимости от температуры жидкости по табл. 7;

$v$  – скорость факела,  $м/с$ , принимаемая по табл. 6;

$P_1$  – парциальное давление водяных паров в окружающем воздухе,  $ГПа$ ;

$P_2$  – парциальное давление водяных паров, насыщающих воздух при температуре поверхности испаряющейся жидкости,  $ГПа$ , принимаемое по табл. 9;

$F$  – поверхность испарения,  $м^2$ , принимается равной размеру ванны,  $(1,2 \times 0,8 м)$ .

Таблица 7

Значение фактора гравитационной подвижности окружающей среды

Т воды, °С	до 30	40	50	60	70	80	90	100
Фактор гравит. подвижности	0,016	0,021	0,025	0,028	0,031	0,035	0,038	0,045

Если поддерживается постоянная температура воды и вода находится в спокойном состоянии, то температура поверхности испарения принимается в зависимости от температуры воды в соответствии с табл. 8.

Таблица 8

Температура поверхности испарения в зависимости от температуры жидкости

Температура жидкости, °С	20	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	95	100
Температура поверхности испарения, °С	18	33	37	41	45	48	51	54	58	69	82	90	97

Примечание. При наличии бортовых отсосов количество влаги, поступающей в воздух помещения, может быть уменьшено на 15 – 25% .

Таблица 9

Упругость, ГПа, насыщающих воздух водяных паров в зависимости от температуры при атмосферном давлении 1013 ГПа

$t, ^\circ\text{C}$	ГПа	$t, ^\circ\text{C}$	ГПа	$t, ^\circ\text{C}$	ГПа
-20	1,24	4	8,13	28	37,8
-19	1,36	5	8,71	29	40,0
-18	1,49	6	9,35	30	42,4
-17	1,60	7	10,01	31	44,5
-16	1,75	8	10,73	32	47,5
-15	1,87	9	11,49	33	50,3
-14	2,0	10	12,29	34	53,15
-13	2,24	11	13,12	35	57,10
-12	2,44	12	14,10	36	59,4
-11	2,65	13	14,95	37	62,7
-10	2,85	14	16,00	38	66,2
-9	3,02	15	17,30	39	69,8
-8	3,26	16	18,15	40	73,7
-7	3,54	17	19,35	45	105,0
-6	3,84	18	20,60	50	123,5
-5	4,21	19	21,99	55	157,2
-4	4,37	20	23,34	60	199,0
-3	4,85	21	24,85	70	316,0
-2	5,25	22	26,45	80	467,0
-1	5,68	23	28,10	90	701,0
0	6,11	24	19,80	95	851,0
1	6,57	25	31,60	100	1012,0
2	7,05	26	33,60		
3	7,58	27	35,60		

Расчет выделяющейся влаги сведен в табл. 10.

Таблица 10

Количество влаги, испаряющейся с открытой поверхности

№	Наименование оборудования	Количество	Влаговыведения, кг/ч			
			теплый		холод.	
			От един	Общ.	От един	Общ.
Линия II (оксидирования)						
1	Ванна промывки в горячей воде	2	21,27	42,53	21,85	43,7
2	Ванна химического обезжиривания	2	7,68	15,37	8,18	16,37
3	Ванна промывки в тёплой воде	1	1,39	1,385	1,75	1,75
5	Ванна травления	1	0,95	0,949	1,40	1,40
6	Ванна предварительного оксидирования	2	79,04	158,1	80,25	160,5
7	Ванна окончательного оксидирования	5	57,10	285,5	58,09	290,4
9	Ванна промывки-улавливания	1	16,22	16,22	16,91	16,91
10	Ванна обработки в мыльном растворе	1	12,98	12,98	13,53	13,53
Линия I (кадмирования)						
1	Ванна цинкования	5	0,41	2,05	0,22	1,08
4	Ванна осветления (пассирования)	1	0,18	0,18	0,10	0,10
6	Ванна промывки в тёплой воде	2	0,83	1,66	1,05	2,10
8	Ванна электрохимического обезжиривания на аноде	1	9,74	9,74	10,38	10,38
9	Ванна эл-хим обезжиривания на катоде	1	9,74	9,74	10,38	10,38
			$\Sigma = 557$		$\Sigma = 569,6$	

## 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДУХООБМЕНОВ В ПОМЕЩЕНИИ

### Задание:

Деревообрабатывающий цех:

– теплопотери цеха  $Q_{т.п.} = 53700$  Вт;

– теплопоступления от солнечной радиации,  $Q_{с.р.} = 42700$ Вт;

– количество воздуха, удаляемого системами местных отсосов  $L_{wz} = 20500$  м<sup>3</sup>/ч.

**Определить:** воздухообмен цеха в холодный, переходный и теплый периоды года.

### Порядок расчета:

Расходы воздуха следует определять отдельно для теплого и холодного периодов года при плотности приточного и удаляемого воздуха, равной 1,2 кг/м<sup>3</sup>, по избыткам явной теплоты по формуле:

$$L = L_{w.z} + \frac{3.6Q_{изб.} - cL_{w.z.}(t_{w.z.} - t_{in})}{c(t_1 - t_{in})},$$

где  $L_{w.z.}$  – расход воздуха, удаляемого из рабочей зоны помещения системой местных отсосов, м<sup>3</sup>/ч;

$Q$  – избыточный явный тепловой поток в помещение, Вт;

$c$  – теплоемкость воздуха, равная 1,2 кДж/(м<sup>3</sup>·°С);

$t_{w.z.}$  – температура воздуха, удаляемого системой местных отсосов, °С;

$t_1$  – температура воздуха, удаляемого из помещения, °С;

$t_{in}$  – температура воздуха, подаваемого в помещение, °С.

Температура воздуха в верхней зоне помещения,  $t_1$  °С, определяется по формуле:

$$t_1 = \frac{t_{W.Z.} - (1-m)t_{in}}{m},$$

где  $m$  – коэффициент, зависящий от разности температур в рабочей зоне помещения и температуры в верхней зоне помещения. Принимается равным 0,65.

$$\text{Холодный период года } Q_{изб} = Q_{эл.дв} - Q_{m.n}.$$

$$Q_{изб.} = 42650 - 5370 = -11050.$$

$$\text{Т.к. } Q_{изб.} < 0, \text{ то } t_{in} = t_{wz}.$$

$$L = L_{W.Z} = 20500.$$

$$\text{Теплый период года } Q_{изб} = Q_{c.p} + Q_{эл.дв}.$$

$$Q_{изб.} = 42650 + 43200 = 85850.$$

$$t_1 = \frac{27 - (1 - 0,65)21,6}{0,65} = 29,9.$$

$$L = 20500 + \frac{3,6 \cdot 85850 - 1,2 \cdot 20500(27 - 21,6)}{1,2 \cdot (29,9 - 21,6)} = 20500 + 17700 = 38200$$

Данные расчета сведены в табл. 11.

## 6. ВЕНТИЛЯЦИЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ

Удаление древесной пыли вместе с древесными отходами от мест их образования предусматривается всасывающими системами пневмотранспорта с малыми весовыми концентрациями смеси (меньше единицы) и достаточно большими объемами воздуха. Эти системы одновременно служат для местной вытяжной вентиляции [5].

Системами пневмотранспорта отходы удаляются через встроенные местные отсосы станков и напольные отсосы. Через напольные отсосы отходы удаляются от верстаков и станков, не оборудованных встроенными местными отсосами (токарные с ручной подводкой режущего инструмента, фрезерные при работе без линейки, а также при внутреннем фрезеровании и сверлильные).

При большой количестве крупных древесных отходов (щепа, обрезки) предусматривается установка дробилок для их измельчения и последующей уборки пневмотранспортом.

Подача приточного воздуха в указанные помещения предусматривается в верхнюю зону со скоростями в приточных отверстиях не более 2 м/с. В летний период приток воздуха естественный через открывающиеся фрамуги окон.

Таблица 11

## Воздушно-тепловой баланс

№ п/п	Расчет	Холодный	Переходный	Теплый
		$t = -31\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = +10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t = +21,6\text{ }^{\circ}\text{C}$
1	Температура воздуха в рабочей зоне, $t_{wz}$ , $^{\circ}\text{C}$	+17	+20,4	+27
2	Температура приточного воздуха, $t_{in}$ , $^{\circ}\text{C}$	+17	+17	+21,6
3	Температура верхней зоны, $t_l$ , $^{\circ}\text{C}$	+19,6	+22,1	+29,9
4	Теплопоступления, Вт			
	б) от электродвигателей	42 650	42 650	42 650
	в) от солнечной радиации	-	-	43 200
	г) общие теплопоступления	42 650	42 650	85 850
5	Теплопотери наружными ограждениями, Вт	53700	14070	
6	Воздух, удаляемый системой местных отсосов, $\text{м}^3/\text{ч}$	20500	20500	20500



7	Тепло, уносимое системами местных отсосов, Вт $Q_{wz} = cL_{wz}(t_{wz} - t_{in})$	-	-	26570
8	Избытки теплоты (+) или недостатки теплоты (-), Оизб, Вт	-11050	28580	59280
9	Площадь помещения, м <sup>2</sup>	756	756	756
10	Удельные тепловыделения, Вт/м <sup>2</sup>	-	37,8	78,4
11	Необходимый воздухообмен по борьбе с избытками теплоты теплоизбытками, кг/ч	0	3390	38200
	а) объем притока, L, м <sup>3</sup> /ч	25040	25040	38200
	б) объем вытяжки*, L, м <sup>3</sup> /ч	4540	4540	17700
12	Объем помещения, м <sup>3</sup>	4540	4540	4540
9	Кратность воздухообмена, ч	5,5	5,5	8,4
10	Площадь приточных проемов, м <sup>2</sup>	-	-	10,6
11	Площадь вытяжных проемов, м <sup>2</sup>	1,3	1,3	-

\*из верхней зоны помещения, 1хV, ч<sup>-1</sup>

В помещениях остывочных отделений общеобменная вентиляция предусматривается для борьбы с избыточной влажностью.

Общеобменная вытяжка предусматривается из верхней зоны в дополнение к местной вытяжке от зонтов-козырьков над разгрузочными воротами сушильных камер.

Подача приточного воздуха - в верхнюю зону сосредоточено [6].

Общеобменную вентиляцию для помещений малярных отделений рассчитывают на разбавление до допустимых концентраций эфиров скипидара, растворителей лаков и красок с удалением воздуха из нижней зоны и однократного объема из верхней зоны.

### **Задание:**

Местная вытяжка – от окрасочных камер шкафов, столов с решетками. Вспомогательные помещения швейной фабрики, перечень приведен в табл. 12.

**Определить:** воздухообмен вспомогательных помещений.

### **Порядок расчета:**

1. Воздухообмен по кратностям,  $m^3/час$ , определяется по формуле:

$$L = k \cdot V,$$

где  $K$  – кратность воздухообмена, 1/ч; определяется по табл. 12 [3];

$V$  – объем помещения, м<sup>3</sup>.

Расчет воздухообменов помещений по кратностям сведен в табл. 13.

## Основы промышленной вентиляции и кондиционирования воздуха

Таблица 12

## Перечень вспомогательных помещений

№	Помещение	Объем, м <sup>3</sup>
1	Кладовая фурнитуры	40
2	Склад готовой продукции	190
3	Электропомещение	20
4	Женский гардероб домашней и спецодежды	130
5	Душевая, 3 сетки	
6	Санузел (2 унитаза)	
7	Холл	50
8	Комната мастера	60
9	Кладовая уборочного инвентаря	10
10	Холл	240

Таблица 13

## Таблица кратностей воздухообменов

## Основы промышленной вентиляции и кондиционирования воздуха

№	Помещение	Объем, м <sup>3</sup>	Кратность		Объем воздуха, м <sup>3</sup> /ч	
			Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка
1	Кладовая фурнитуры	40	-	2	-	80
2	Склад готовой продукции	190	-	5	-	300
3	Электропомещение	20	-	3	-	60
4	Женский гардероб дом. и спецодежды	130	5		650	425
5	Душевая, 3 сетки		-	75/1	-	225
6	Санузел (2 унитаза)		-	100/ун.	-	200
7	Холл	50	2	-	100	-
8	Комната мастера	60	1,5	1,5	90	90
9	Кладовая уборочного ин- вентаря	10	-	1	-	10
10	Холл	240	2	-	480+70	-
					Σ=1390	Σ=1390

## ЛИТЕРАТУРА

1. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2 / Б.В. Баркалов [и др.] / под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992.
2. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013-01-01. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
3. СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых помещениях: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 27 с.
4. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Введ. 1996-10.01. – М.: Минздрав России, 1997. – 20 с.
5. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99– Введ. 2013-01-01. М.: Минрегион России, 2012.– 109 с.
6. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.– Введ. 2013-01-01. М.: Минрегион России, 2012. – 76 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Расчет воздуховодов



№ уч.	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	d, мм	W, м/с	R, Па/ м	RI, Па	$\Sigma\xi$	$\rho_d$ , Па	z, Па	RI+z, Па	$\rho_{эл}$ , Па	Прим.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13