



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

КАФЕДРА «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЗАЩИТА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

РАСЧЁТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ «РАСЧЁТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ»



**Ростов – на – Дону
2022**

Составители: к.х.н., доц. Лоскутникова И.Н., к.т.н., доц. Богданова И.В.

Расчёт и проектирование систем вентиляции. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ
ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «РАСЧЁТ И
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ» . – Ростов н/ Д: Издательский центр
ДГТУ, 2022. – 54 стр.

Изложены требования и методические указания к выполнению курсовой
работы для студентов направления «Техносферная безопасность».

Печатается по решению методической комиссии факультета БЖ и ИЭ.

Научный редактор: д.т.н., профессор Б.Ч. Месхи.

Рецензент: д.т.н. профессор А.Н. Чукарин (РГУ ПС)

© Издательский центр ДГТУ, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. Общие положения.	5
2. Методические указания к выполнению курсовой работы	9
3. Методические указания к расчётам при проектировании систем вентиляции	
5. Библиографический список.....	48
Приложения	51

ПРЕДИСЛОВИЕ

Формирование техносферы высокого (допустимого) качества по отношению к человеку возможно на основе превентивного анализа опасностей и устранения ноксосферных зон в техносфере за счет ограничения потоков от источников опасностей и применения средств защиты на стадиях проектирования и использования техносферы.

Для решения этих человекозащитных задач каждый специалист должен знать не только круг реальных опасностей окружающего нас мира, но и средства защиты от них. Ему необходимы также знания в области анатомо-физиологических свойств человека и его реакций на воздействие негативных факторов; комплексного представления об источниках опасностей; количестве и значимости травмирующих и вредных факторов среды обитания; принципов и методов качественного и количественного анализа опасностей. Все это позволяет сформулировать общую стратегию и принципы обеспечения безопасности жизнедеятельности; подойти к разработке и применению средств защиты в негативных ситуациях с общих позиций.

Настоящее учебное пособие содержит научно обоснованные и проверенные на практике принципы расчета различных инженерных решений в области проектирования систем вентиляции рабочих зон способствующих улучшению безопасности труда, а также необходимые справочные данные.

Основная задача пособия — способствовать формированию у студентов профессиональных методических и расчетных навыков в области производственной санитарии и гигиены труда, улучшению качества подготовки будущих специалистов для решения различных вопросов охраны труда на производстве. Используя данное учебное пособие, студенты смогут обосновать выбор средств обеспечения безопасности при выполнении курсовой работы по дисциплине «Расчёт и проектирование систем вентиляции».

Благодаря обстоятельной разработке разделов курсовой работе и выпускной квалификационной работы, посвященных проблемам обеспечения чистоты воздуха рабочих зон, на основе исходных данных действующих предприятий и производств можно провести их техническую экспертизу на предмет соответствия нормативным требованиям при выполнении различных технологических процессов и эксплуатации оборудования, а также разработать инженерные решения, необходимые для создания здоровых и безопасных условий труда. Кроме того, выполнение конкретных производственных задач, направленных на обеспечение здоровых и безопасных условий труда, способствует не только формированию инженерных навыков, которые постоянно необходимы в

практической работе по специальности, но и выработке тактики и стратегии прогнозирования и планирования мероприятий по безопасности труда в целом.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Цель, задачи и требования к курсовой работе

Курсовая работа является одной из важнейших форм учебного процесса, которая выполняется в соответствии с учебными планами и направлена преимущественно на практическую подготовку. Курсовая работа носит учебно-исследовательский характер, и в то же время она должна опираться на новейшие достижения науки в своей сфере.

Цель курсовой работы:

а) закрепить теоретические знания по дисциплине «Расчёт и проектирование систем вентиляции»; б) овладеть навыками самостоятельной работы при обосновании и выборе средств очистки воздуха рабочих зон; в) выработать умения формулировать суждения и выводы, логически последовательно и доказательно их излагать; г) выработать умение публичной защиты; д) подготовиться к более сложной задаче - выполнению дипломной работы.

Структура курсовой работы должна способствовать раскрытию заданной темы и быть аналогична структуре дипломной работы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список использованных источников и приложения.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, определяется общая цель курсовой работы, конкретные ее задачи и методы исследования. Далее следует остановиться на описании степени разработанности темы в научной литературе. Здесь необходимо привести названия основных источников, охарактеризовать сложившиеся подходы и методы, отметить и оценить индивидуальный вклад в разработку проблемы различных ученых. Вместе с тем следует показать, что еще осталось неразработанного в ней, так, чтобы было понятно, с какой целью лично вы за нее беретесь.

Основная часть работы включает три главы :

1. Характеристика предприятия как источника опасных и вредных производственных факторов.

2. Анализ травматизма и профессиональных заболеваний, характерных для заданного производственного процесса (участка).
3. Анализ опасных и вредных выделений, характерных для заданного производственного процесса (участка).
4. Методы и средства обеспечения безопасности работающих в рассматриваемом цехе (на участке).
5. Инженерные решения по обеспечению чистоты воздуха и оптимизации параметров микроклимата при действии вредных выделений заданного производственного процесса (участка).

Главы разбивают на разделы и подразделы. Каждая глава посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов и выводов.

Заключение содержит сделанные автором работы выводы, итоги исследования и расчётов в области безопасности.

Список использованной литературы должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и их следует пронумеровать.

Необходимо избегать логических ошибок, как например, одинаковое название курсовой работы и одной из ее глав.

Содержание работы следует иллюстрировать таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами, графиками, диаграммами и т. п.).

Написание курсовой работы предполагает более глубокое изучение избранной темы, нежели она раскрывается в учебной литературе.

Объем курсовой работы - 20-30 страниц печатного текста, выполненного через 1,5 межстрочных интервала. Из этого объема около 10 % обычно занимает введение, от 5 до 10 % - заключение. Работу сшивают в папку-скоросшиватель или переплетают.

Выполнение курсовой работы осуществляется под руководством преподавателя - руководителя работы. Темы курсовых работ и графики их выполнения разрабатывает и утверждает кафедра «Безопасность жизнедеятельности и Защита окружающей среды» Донского Государственного университета.

Руководство начинается с выдачи задания и продолжается в форме консультаций. Студент во время консультаций уточняет круг вопросов, подлежащих изучению, составляет план исследования, определяет структуру работы, сроки выполнения ее этапов, необходимую литературу и другие материалы, а также устраняет недостатки в работе, на которые указывает руководитель.

Студенты заочного отделения выполняют работу на материалах предприятий (организаций, учреждений), где они работают или проходят практику.

Задание на выполнение курсовой работы студентам заочного отделения выдаёт преподаватель во время установочной сессии.

Если курсовая работа по заключению преподавателя является неудовлетворительной и подлежит переработке, то после исправления она представляется на повторную проверку с обязательным представлением первоначального варианта.

Защита работы производится на заседании специальной комиссии, состоящей из двух-трех человек, один из которых - руководитель курсовой работы. Состав комиссии утверждается кафедрой за 10 - 15 дней до защиты. Курсовая работа должна быть защищена до начала экзаменационной сессии.

На защите студент обязан кратко изложить содержание работы, дать исчерпывающие ответы на замечания рецензента и вопросы членов комиссии. *Критериями оценки курсовой работы* являются актуальность выбранной темы, глубина освоения материала, качество подбора и использования источников, степень самостоятельности выводов, общая культура изложения.

Окончательная оценка курсовой работы выставляется комиссией по итогам защиты и качеству выполненной работы.

Готовая курсовая работа сдается на кафедру.

ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ:

1. Расчёт и проектирование вентиляционных систем литейных производств.
2. Расчёт и проектирование вентиляционных систем гальванических производств.
3. Расчёт и проектирование вентиляционных систем деревообрабатывающих производств.
4. Расчёт и проектирование вентиляционных систем сварочных производств.
5. Расчёт и проектирование вентиляционных систем малярных производств.
6. Расчёт и проектирование вентиляционных систем кузнечных производств.
7. Расчёт и проектирование вентиляционных систем термических производств.
8. Расчёт и проектирование вентиляционных систем механосборочных производств.
9. Расчёт и проектирование вентиляционных систем пищевых производств.
10. Расчёт и проектирование вентиляционных систем химических производств.
11. Расчёт и проектирование вентиляционных систем инженерных корпусов и лабораторий.
12. Расчёт и проектирование вентиляционных систем производств по переработке мяса.
13. Расчёт и проектирование вентиляционных систем молочных производств.
14. Расчёт и проектирование вентиляционных систем по изготовлению колбасных изделий.

15. Расчёт и проектирование вентиляционных систем по выпечке хлебобулочных изделий.
16. Расчёт и проектирование вентиляционных систем сталелитейных цехов.
17. Расчёт и проектирование вентиляционных систем цехов цветного литья.
18. Расчёт и проектирование вентиляционных систем по производству подсолнечного масла.

1. Методические указания к выполнению расчётов курсовой работы

Вытяжные зонты и зонты-козырьки

Вытяжные зонты и зонты-козырьки относятся к местным отсосам открытого типа, широко применяемым в вентиляции. При помощи местных отсосов обеспечивается улавливание вредных веществ у места их образования. При таком способе вентилирования помещений достигаются высокие технико-экономические показатели вентиляции при минимальных воздухообменах.

Вытяжным зонтом (рис. 1) называется местный отсос, имеющий форму усеченного конуса или пирамиды и располагающийся обычно над тепловым источником на некотором расстоянии от него. Угол раскрытия зонта принимается не более 60° , так как при большей величине наблюдается значительная неравномерность поля скоростей по всасывающему сечению зонта.

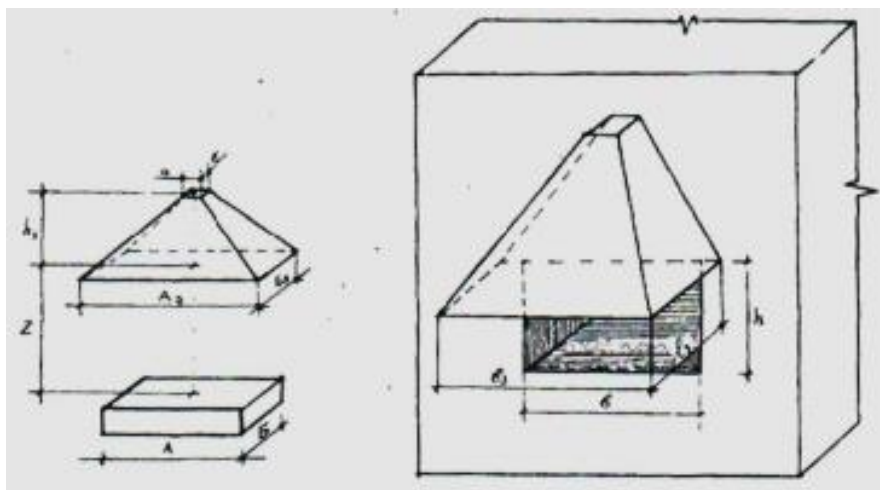


Рис. 1 Вытяжной зонт

над конвективным
источником теплоты

Рис. 2 Зонт-козырек у

загрузочного отверстия
электрической печи
сопротивления

Вытяжные зонты-козырьки (рис.2) устанавливают над рабочими отверстиями термических и кузнечных печей, сушил и другого подобного им оборудования для удаления выбивающихся из этого оборудования газов. Необходимо учитывать, что рабочее отверстие технологического оборудования, использующего электрическую энергию, находится под переменным давлением, в результате чего через нижнюю часть отверстия в оборудование входит воздух, а через верхнюю - наружу выходят горячие газы.

Задача № 1. Рассчитать зонт над конвективным источником теплоты (рис. 1)

Исходные данные (табл. 1): размер теплового источника в плане m_1 А – длина и Б – ширина; температура поверхности источника теплоты t_n , °С; расстояние от верха источников теплоты до нижнего сечения зонта z , м; отношение площади сечения зонта к площади теплового источника в плане F_3/F_u ; скорость воздуха в узком сечении зонта v , м/с. Температуру внутреннего воздуха принять $t_b = 20^\circ\text{C}$ для всех вариантов.

Определить: удаляемого зондом воздуха L , $\text{м}^3/\text{ч}$; размеры зонта: длину A_3 , ширину B_3 , м, и высоту h_3 , м; скорость воздуха в приемном сечении зонта $V_{\text{сеч}}$, м/с.

Порядок расчета. 1. Конвективная составляющая источника теплоты определяется по формуле

$$Q_k = \alpha_k F_u \Delta t, \quad (1)$$

Где α_k - коэффициент теплоотдачи конвекцией, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$, для горизонтальных поверхностей:

$$\alpha_k = 1,86 \sqrt[3]{\Delta t}; \quad (2)$$

$F_u = A \times B$ – площадь источника теплоты, м^2 ; $\Delta t = t_n - t_b$ - избыточная температура источника теплоты, $^\circ\text{C}$.

Конвективная составляющая источника теплоты: с учетом зависимости (2) может быть определена по формуле

$$Q_k = 1,86 A B \sqrt[3]{\Delta t^4}, \quad (3)$$

2. Объем удаляемого зонтом воздуха рассчитывается по формуле [1]

$$L = 125 \sqrt[3]{Q_k z F_u^2 F_3 / F_u} \quad (4)$$

3. Размеры зонта равны:

Длина зонта:

$$A_3 = A \sqrt{F_3 / F_u}; \quad (5)$$

Ширина зонта:

$$B_3 = B \sqrt{F_3 / F_u}; \quad (6)$$

Высота зонта при угле раскрытия 60° :

$$h_3 = 0,87(A_3 - v) \quad (7)$$

где v – размер узкого сечения, м, равный

$$v = \sqrt{L/(3600v)}. \quad (8)$$

Тогда высота зонта с учетом (8) равна:

$$h_3 = 0,87(A_3 - \sqrt{L/(3600v)}) \quad (9)$$

Таблица 1. Исходные данные для расчета зонта над конвективным источником тепла к задаче № 1

№ варианта	Размеры теплоисточни- ка, м		Температура поверхности теплоисточника $t_n, ^\circ\text{C}$	Расстояние от верха теплоисточника до зонта $z, \text{м}$	Соотношение F_3/F_u	Скорость воздуха в усеченном сечении зонта $v, \text{м/с}$
	ширина Б	длина А				
1	2	3	4	5	6	7
1	0,50	0,50	60	1,80	1,20	6
2	0,50	0,75	70	1,85	1,25	7
3	0,50	1,00	80	1,95	1,30	8
4	0,50	1,25	90	1,95	1,35	9
5	0,50	1,50	100	2,00	1,40	10
6	0,75	0,75	110	2,05	1,45	6
7	0,75	1,00	120	2,10	1,50	7
8	0,75	1,25	130	2,15	1,20	8
9	0,75	1,50	140	2,20	1,25	9
10	0,75	1,75	150	2,25	1,30	10
11	1,00	1,00	160	2,30	1,35	6
12	1,00	1,25	170	2,35	1,40	7
13	1,00	1,30	180	2,40	1,45	8
14	1,00	1,75	190	2,45	1,50	9
15	1,00	2,00	200	2,50	1,20	10
16	0,50	1,50	200	2,00	1,25	6
17	0,75	1,50	190	2,05	1,30	7
18	1,00	1,50	180	2,10	1,35	8
19	1,25	1,50	170	2,15	1,40	9
20	1,50	1,50	160	2,20	1,45	10
21	0,75	1,75	150	2,25	1,50	6
22	1,00	1,75	140	2,30	1,20	7
23	1,25	1,75	130	2,35	1,25	8
24	1,50	1,75	120	2,40	1,30	9
25	1,75	1,75	110	2,45	1,35	10
26	1,00	2,00	100	2,50	1,40	6
27	1,25	2,00	90	2,55	1,45	7
28	1,50	2,00	80	2,60	1,50	8
29	1,75	2,00	70	2,65	1,20	9
30	2,00	2,00	60	2,70	1,25	10

4. Скорость воздуха $V_{\text{сеч}}$, м/с, в приемном сечении зонта

$$V_{\text{сеч}} = L/(3600 \text{ Аз} \cdot \text{Бз}) \quad (10)$$

Задача № 2. Рассчитать зонт-козырек у рабочего отверстия электрической термической печи (рис. 2).

Исходные данные (табл.2): размер рабочего отверстия, мм, ширина b и высота h ; температура, $^{\circ}\text{C}$, воздуха рабочей зоны $t_{\text{в}}$ (для всех вариантов $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$), в рабочем пространстве печи t_0 и смеси воздуха и выбивающихся газов, удаляемой зонтом-козырьком $t_{\text{см}}$.

Таблица 2. Исходные данные для расчета зонта-козырька к задаче №2

№ варианта	Высота загрузочного отверстия, h , мм	Ширина загрузочного отверстия, b , мм	Температура в печи t_0 , $^{\circ}\text{C}$	Температура смеси $t_{\text{см}}$, $^{\circ}\text{C}$
1	400	600	500	80
2	450	700	550	80
3	500	800	600	80
4	550	900	650	80
5	600	950	700	80
6	650	950	750	150
7	700	1000	800	150
8	750	1000	850	150
9	800	1100	900	150
10	850	1100	950	150
11	800	1200	1000	300
12	400	700	1050	300
13	450	800	1100	300
14	500	900	1150	300
15	550	900	1200	300
16	600	1000	1250	300
17	650	1000	500	80
18	700	1100	550	80
19	750	1100	600	80
20	800	1200	650	80
21	850	1200	700	80
22	900	1300	750	150
23	1000	1400	800	150
24	500	800	850	150
25	600	900	900	150
26	700	1000	950	150
27	800	1100	1000	300
28	900	1200	1100	300
29	1000	1300	1200	300
30	1100	1400	1250	300

Определить: размеры зонта-козырька l_3 , b_3 , м, и объем воздуха, удаляемого им $L_{\text{см}}$, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Порядок расчета. 1. Необходим коэффициент k , определяющий часть рабочего отверстия, работающего на приток, по формуле

$$k = \sqrt[3]{T_0/T_B} / (1 + \sqrt[3]{T_0/T_B}), \quad (11)$$

где $T_0 = 273 + t_0$ и $T_B = 273 + t_B$ – абсолютная температура воздуха (газа), выбираемого из печи и внутреннего, K .

2. Определим высоту рабочего отверстия h_B , м, работающего на приток:

$$h_B = k h. \quad (12)$$

3. Находим среднее по высоте отверстия избыточное давление Δp , Па, заставляющие газы выбиваться из печи:

$$\Delta p = h_B (\rho_B - \rho_0) g / 2, \quad (13)$$

где ρ_B , ρ_0 – плотность воздуха, соответствующая температурам t_B и t_0 , $кг/м^3$ (см. прил. I).

4. Рассчитываем скорость выбивания воздуха v_0 , м/с, из рабочего отверстия по формуле

$$V_0 = \sqrt{2 \Delta p / \rho_0} = 1,41 \sqrt{\Delta p / \rho_0}. \quad (14)$$

5. Определим объемный расход воздуха L_0 , $м^3/ч$, выбиваемого из рабочего отверстия:

$$L_0 = 3600 v_0 F_0 = 3600 v_0 h_B. \quad (15)$$

6. Используя уравнение теплового баланса

$$0,278 L_{см} \rho_{см} t_{см} c_p = 0,278 L_0 \rho_0 t_0 c_p + 0,278 L_B \rho_B t_B c_p$$

И заменяя отношения плотностей воздуха через отношение его абсолютных температур, находим расход смеси:

$$L_{см} = L_0 (t_0 - t_B) T_{см} / [(t_{см} - t_B) T_0], \quad (16)$$

Где $T_{см} = 273 + t_{см}$ – абсолютная температура воздушной смеси, K ;

$\rho_{см}$ – плотность воздуха, соответствующая температура $t_{см}$, $кг/м^3$; c_p – удельная теплоемкость воздуха, $c_p = 1 \text{ кДж}/(кг \cdot ^\circ C)$.

7. Рассчитаем площадь зонта-козырька $F_B \cdot м^2$, задаваясь скоростью воздуха в его рабочем сечении $v_3 = (1-6) \text{ м/с}$, но не менее v_0 :

$$F_3 = L_{см} / (3600 v_3). \quad (17)$$

8. Ширину зонта по конструктивным соображениям принимаем равной

$$B_3 = (1,2 - 1,25) \text{ м} \quad (18)$$

9. Определяем вылет зонта-козырька:

$$l_3 = F_3 / B_3 \quad (19)$$

Бортовые отсосы

Бортовой отсос – это местный щелевой отсос, занимающий промежуточное положение между отсосами «открытого» и «закрытого» типа. Воздухоприемная щель бортового отсоса располагается вдоль фронта вредных выделений в вертикальной (простые отсосы) или в горизонтальной (опрокинутые отсосы) плоскости. В некоторых случаях для более эффективного улавливания вредных выделений бортовой отсос снабжается поддувом воздуха (отсос с передувкой). Для уменьшения количества удаляемого через бортовой отсос воздуха поверхность испарения может быть укрыта пеной или различными плавающими телами, например пластмассовыми шариками диаметром 10 – 12 мм.

В настоящее время для нормализованных гальванических и травильных ванн применяются специальные опрокинутые одно – и двубортовые отсосы без и с передувкой воздуха.

Задача 3. Рассчитать двубортовой без передувки отсос от промышленной гальванической ванны.

Исходные данные (табл. 3): размер ванны; температура раствора t_p , °C; технологический процесс и условия его проведения. Температура внутреннего воздуха помещения для всех вариантов $t_b = 20^\circ\text{C}$.

Определить количество удаляемого через бортовой отсос воздуха L , м³/ч, и скорость воздуха в живом сечении v , м/с.

Порядок расчета. 1. Количество воздуха L , м³/ч, отсасываемого через двубортовой отсос от нормализованной гальванической ванны, определяем по формуле [1]:

$$L = L_0 \cdot K_{\Delta t} \cdot K_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3. \quad (20)$$

Здесь L_0 – количество удаляемого воздуха, м³/ч, при значении поправочных коэффициентов $K_{\Delta t}$, K_T , K_1 , K_2 и K_3 , равных единице (табл. 4); $K_{\Delta t}$ – коэффициент учитывающий разность температур раствора (см. табл. 3) и воздуха помещения t_b , определяемый по табл. 5; K_T – коэффициент, учитывающий токсичность и интенсивность выделения вредных веществ (табл. 6); K_1 , K_2 и K_3 – коэффициенты, учитывающие соответственно наличие воздушного перемещения в ванне, укрытие поверхности испарения плавающими телами, укрытие поверхности испарения пеной (для двухбортовых отсосов без продувки $K_1 = 1,2$, $K_2 = 0,75$ и $K_3 = 0,5$).

2. Скорость воздуха в сечении бортового отсоса v , м/с, определяются по формуле:

$$v = L / (3600 \cdot b_{\text{щ}} \cdot l), \quad (21)$$

где $b_{\text{щ}}$ – ширина щели отсоса, для всех вариантов $b_{\text{щ}} = 0,05$ м, l – длина ванны, мм (см. табл. 3).

Задача № 4. Рассчитать двубортовой отсос с передувом воздуха от промышленной гальванической ванны.

Исходные данные: см. условия задачи № 3.

Определить расход удаляемого воздуха, расход воздуха на поддув, скорость воздуха в сечение отсоса.

Порядок расчета. 1. Расход воздуха L , м³/ч, отсасываемого двубортовым отсосом с передувом воздуха от нормализованной гальванической ванны, определяем по формуле [1];

$$L = 0.7 L_0 K_{\Delta t}, \quad (22)$$

где L_0 – расход удаляемого воздуха, м³/ч, при значении коэффициента $K_{\Delta t} = 1$ (см. табл. 4); $K_{\Delta t}$ – коэффициент, учитывающий разность температуры раствора t_p и воздуха помещений t_b для отсоса с передувом (см. табл. 5).

2. Расход воздуха, идущего на подув, определяем по формуле [1];

$$L_n = L'_n K_{\Delta t}, \quad (23)$$

где L'_n – расход воздуха, идущего на поддув при значении коэффициента $K_{\Delta t} = 1$ (см. табл. 5).

3. Скорость воздуха в сечении отсоса v , м/с, находим по формуле (21)

Т а б л и ц а 3. Исходные данные для расчета бортовых отсосов к задачам № 3,4

№ Вариан-та	Технологический процесс	Размер ванны (ширина, длина, мм)	Температура раствора t _р , °С	Условия проведения технологического процесса
Процессы в растворах хромовой кислоты				
1	Пассивирование стали	1000·1500	60	С воздушным перемешиванием без укрытия поверхности испарения
2	Травление стали	1000·2200	70	
3	Снятие оксидной пленки	1200·1100	80	
4	Анодирование алюминия	1000·1500	60	
5	Анодирование магниевых сплавов	1000·2200	70	
Процессы в растворах щелочи				
6	Нейтрализация	1200·2200	70	С воздушным перемешиванием и укрытием поверхности испарения шариками
7	Химическое обеззараживание стали	1200·1500	75	
8	Оксидирование стали	1200·1100	80	
9	Травление алюминия	1200·1500	90	
10	Травление магния	1200·2200	60	
Процессы в цианистых растворах				
11	Цинкование	1000·1500	50	С воздушным перемешиванием и укрытием поверхности испарения пеной
12	Меднение	1000·2200	60	
13	Латунирование	1200·1100	70	
14	Декапирование	1200·1500	80	
15	Амальгамирование	1200·2200	90	
16	Кадмирование	1000·2200	90	Без воздушного перемешивания и укрытия поверхности испарения
17	Серебрение	1200·1100	80	
18	Золочение	1200·1500	70	
19	Электродекапирование	1200·200	60	
20	Декапирование	1000·2200	50	
21	Латунирование	1000·2200	50	Без воздушного перемешивания, но с укрытия поверхности испарения шариками
22	Цинкование	1200·1100	70	
23	Амальгамирование	1200·1500	60	
24	Меднение	1200·2200	80	
25	Кадмирование	1500·2200	60	
26	Серебрение	1200·2200	50	Без воздушного перемешивания, но с укрытия поверхности испарения пеной
27	Золочение	1200·2200	50	
28	Электродекапирование	1000·1500	90	
29	Цинкование	1200·2200	90	
30	Промывка в горячей воде	1200·2200	90	

Т а б л и ц а 4. Расходы воздуха удаляемого L_0 , м³/ч, и подаваемого L'_n , м³/ч, нормализованных ванн, оборудованных двубортовыми отсосами

Размер ванны в плане (ширина, длина), мм	L ₀ , м ³ /ч для отсоса		L' _n , м ³ /ч
	Без передувки	С передувкой	
1000·1500	1450	1090	90
1000·2200	2180	1600	130
1200·1100	1320	1080	80
1200·1500	1860	1475	105
1200·2200	2760	2155	155

Т а б л и ц а 5. Коэффициент K_{Δt} учета разности температур раствора и воздуха помещения

Разность температур раствора и воздуха в помещении Δt, °С	Коэффициент K _{Δt} для отсосов	
	Без передувки	С передувкой
0	1,00	1,000
5	1,03	1,015
10	1,16	1,030
15	1,24	1,045
20	1,31	1,060
25	1,39	1,075
30	1,47	1,090
35	1,55	1,105
40	1,63	1,120
45	1,71	1,135
50	1,79	1,150
55	1,86	1,165
60	1,94	1,180
65	2,02	1,195
70	2,10	1,210
75	2,18	1,225
80	2,26	1,240

Т а б л и ц а 6. Коэффициент K_T учета токсичности вредных веществ

Технологический процесс гальванопокрытий	K _T
Промывка в горячей воды	0,5

Обработка металлов (кроме алюминия и магния) в растворах щелочи (химическое обеззараживание, нейтрализация), химическая обработка стали в растворах хромовой кислоты (пассивация, травление, снятие оксидной пленки и т.д.)	1,0
Анодирование алюминия и магниевых сплавов в растворах, содержащих хромовую кислоту; оксидирование стали, травление алюминия, магния в растворах щелочи	1,25
Цинкование, меднение, латунирование, декапирование и амальгамирование в цианистых растворах	1,6
Кадмирование, серебрение, золочение и электродекапирование в цианистых растворах	2,0

Воздушные души

Воздушный душ является местной приточной вентиляцией, которая устраняет на ограниченной площади помещения отклонения от требуемого нормативного состояния воздушной среды. в настоящее время воздушное душирование применяется на постоянных рабочих местах в следующих случаях: при тепловом излучении интенсивностью 350 Вт/м^2 и более; при производственных процессах, сопровождающихся вредными выделениями и при невозможности устройства эффективной местной вентиляции и укрытий; в кабинах крановщиков, когда окружающий их воздух содержит избытки явной теплоты или вредные вещества с концентрацией выше предельно допустимой.

Расчет воздушного душирования имеет прямую и обратную задачи. Прямая задача – определение площади душирующего патрубка и расходе через него воздуха из условий обеспечения требуемых параметров воздуха на постоянных рабочих местах. Обратная задача (как правило, холодный и переходный периоды года) – определение параметров воздуха, обычно только его температуры, на выходе из установленного душирующего патрубка.

При воздушном душировании допустимые нормы сочетания температуры $t_{\text{норм}}$ и скорости движения воздуха $v_{\text{норм}}$ можно принимать по табл. 1.7 [2], а концентрации вредных веществ - [3].

Основное применение при воздушном душировании получили воздухораспределители ППД, ПДв, ПДн (табл. 7, рис. 3).

Т а б л и ц а 7. Характеристика воздухораспределителей для воздушного душирования

Тип воздухораспределителя	Расчетная площадь $F_0, \text{ м}^2$	Коэффициенты при выпуске струи a	
		m	n
ППД – 5	0,10	6,3 (при любом a)	4,5 (при любом a)
ППД – 6	0,16		
ППД – 8	0,26		
ПДв – 3	0,14	5,3 (при $a = 30^\circ$)	4,5 (при $a = 30^\circ$)
ПДв – 4	0,23	5,1 (при $a = 45^\circ$)	3,4 (при $a = 45^\circ$)

ПДВ – 5	0,36	4,5 (при $a = 60^\circ$)	3,1 (при $a = 60^\circ$)
ПДН – 3	0,14	4,5 (при $a = 0^\circ$)	3,1 (при $a = 0^\circ$)
ПДН – 4	0,23	4,5 (при $a = 20^\circ$)	3,1 (при $a = 20^\circ$)
ПДН – 5	0,36	4,1 (при $a = -20^\circ$)	2,8 (при $a = -20^\circ$)

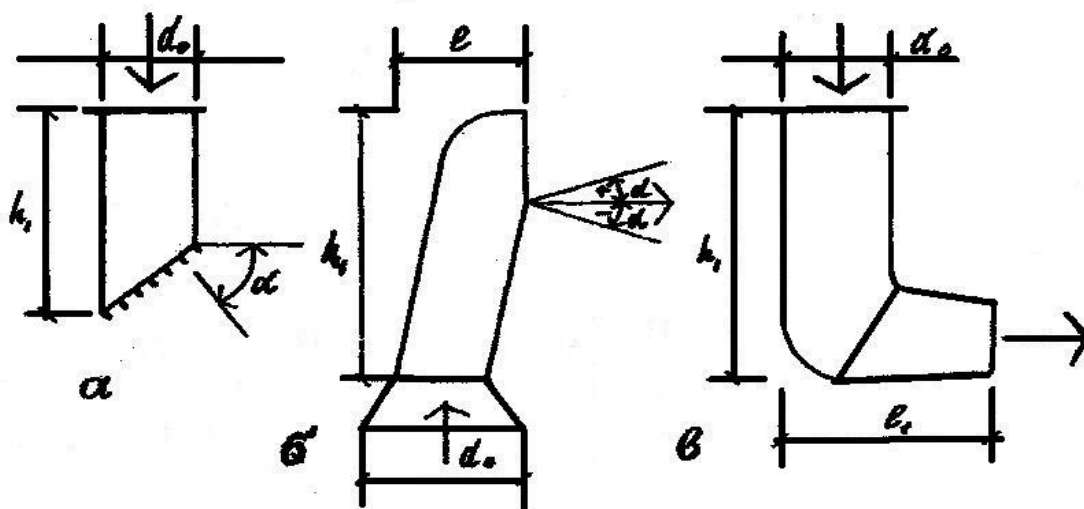


Рис. 3 Воздухораспределители для воздушного душирования :
а – ПДВ; б – ПДН; в – ППД

Задача №5. Рассчитать для теплого периода года воздушный душ для борьбы с воздействием лучистой теплоты на человека.

Исходные данные (табл. 8): расчетные температура t_H^A , °C, удельная энтальпия J_H , кДж/кг, наружного воздуха по параметру А; температура в рабочей зоне $t_{p.з}$, °C; нормируемые на рабочем месте температура $t_{норм}$, °C, и скорость $v_{норм}$, м/с, воздуха; расстояние от рабочего места до душирующего патрубка x , м; рекомендуемый тип душирующего патрубка.

Определить площадь душирующего насадка F_0 , м², температуру t_0 , °C, скорость v_0 , м/с, и расход L_0 , м³/ч, на выходе из душирующего патрубка.

Порядок расчета. 1. Для заданного типа душирующего патрубка (табл. 8) определяем по табл. 7 коэффициенты m , n характеризующие затухание соответственно скорости и температуры воздуха в струе.

2. По $J - d$ – диаграмме (см. прил. 2). находим температуру наружного воздуха после его адиабатного охлаждения $t_{охл}$, °C.

3. Рассчитываем площадь душирующего патрубка, количество подаваемого воздуха, его температуру и скорость для следующих условий:

а) $t_{норм} > t_{охл}$ –определяем адиабатное охлаждение воздуха:

определяем расчетную площадь душирующего патрубка F'_0 , м², по формуле:

$$F'_0 = \left[\frac{t_{p.з} - t_{норм}}{(t_{p.з} - t_{охл})^n} \right]^2; \quad (24)$$

принимая к установке по табл. 7 ближайший больший размер патрубка F_0 , м²; находим длину начального участка струи по скорости x_{HV} , м:

$$x_{HV} = m\sqrt{F_0}; \quad (25)$$

принимая или рассчитываем скорость воздуха на выходе из душирующего патрубка v_0 , м/с:

$$\text{при } x \leq x_{HV} \quad v_0 = v_{норм}, \quad (26)$$

$$\text{при } x \geq x_{HV} \quad v_0 = v_{норм} x / x_{HV} \quad (27)$$

вычисляем расчетное количество воздуха на один душирующий патрубок L_0 , м³/ч, по формуле:

$$L_0 = 3600 v_0 F_0; \quad (28)$$

определяем длину начального участка струи по температуре $x_{нт}$, м:

$$x_{нт} = n\sqrt{F_0}; \quad (29)$$

принимаем или определяем температуру воздуха на выходе из душирующего патрубка t_0 , °C:

$$\text{при } x \leq x_{нт} \quad t_0 = t_{норм}, \quad (30)$$

$$\text{при } x \geq x_{нт} \quad t_0 = t_{р.з} - (t_{р.з} - t_{норм}) x / x_{нт} \quad (31)$$

Если окажется что $t_0 < t_{охл}$, то необходимо изменить в допустимы пределах конструктивные или нормируемые условия.

б) $t_{норм} < t_{охл}$ —применяем политропное охлаждение воздуха:

определяем расчетную площадь душирующего патрубка F'_0 , м², по формуле:

$$F'_0 = (x / n)^2; \quad (32)$$

принимаем по табл. 7 ближайший больший размер патрубка F_0 , м².

порядок расчета скорости v_0 , расхода воздуха L_0 и его температуры t_0 такой же как и при адиабатном охлаждении воздуха [см. зависимости 25- 31].

Задача № 6. Рассчитать для холодного периода воздушный душ для борьбы с воздействием лучистой теплоты на человека.

Тип душирующего патрубка, его размеры и расход через него воздуха оставить таким же, как и для теплого периода года (пример № 5).

Исходные данные (табл. 8): температура воздуха в рабочей зоне $t_{р.з}$ и нормируемая $t_{норм}$ для холодного периода года.

Определить температуру воздуха t_0 , °C, на выходе из душирующего патрубка.

Решение. Температура воздуха на выходе из душирующего патрубка t_0 , определяется по формуле 30, если $x \leq x_{нт}$, или по выражению 31, если $x > x_{нт}$.

Т а б л и ц а 8. Исходные данные для расчета воздушного душирования
к задачам №5, 6

№ варианта	Расчетные параметры наружного воздуха		Температура воздуха, °С				Нормируемая подвижность воздуха V _{норм} , м/с	Расстояние от приточного патрубка до рабочего места x, м	Рекомендуемый тип приточного патрубка
	температура t, °С	удельная энтальпия J _н , кДж/кг	в рабочей зоне		нормируемая				
			холодный период года	теплый преиод года	холодный й период года	теплый преиод года			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	29,5	61,1	19	33,0	20	24	3,0	1,2	ППД
2	27,1	51,1	17	32,1	18	21	2,0	1,4	ПДв, α = 30 ⁰
3	23.9	51.9	15	28.9	17	24	3.0	1.6	ПДв, α

									$= 45^0$
4	22,5	49,0	13	27,5	16	22	3,5	1,8	ПДВ, $\alpha = 60^0$
5	22,5	49,8	19	27,5	20	24	2,0	2	ПДН, $\alpha = 0$
6	27,3	55,3	17	32,5	18	18	3,0	1,1	ПДН, $\alpha = +20^0$
7	28,6	55,9	15	33,0	17	22	3,5	1,3	ПДН, $\alpha = -20^0$
8	24,2	52,3	13	29,2	16	20	3,0	1,5	ППД
9	21,2	51,1	19	26,2	20	25	3,5	1,7	ПДВ, $\alpha = 30^0$
10	26,5	54,0	17	31,5	18	27	3,0	1,9	ПДВ, $\alpha = 45^0$
11	22,2	49,8	15	27,2	17	19	3,5	1,2	ПДВ, $\alpha = 60^0$
12	22,8	51,1	13	27,8	16	20	3,0	1,4	ПДН, $\alpha = 0$
13	23,7	58,6	19	28,0	20	20	2,0	1,6	ПДН, $\alpha = +20^0$
14	20,9	50,7	17	25,9	18	22	3,5	1,8	ПДН, $\alpha = -20^0$
15	26,0	56,9	15	31,0	17	27	3,0	2	ППД
16	28,6	59,5	13	33,0	16	19	3,5	1,1	ПДВ, $\alpha = 30^0$
17	24,3	52,8	19	29,3	20	24	2,0	1,3	ПДВ, $\alpha = 45^0$
18	25,0	50,2	17	30,0	18	21	2,0	1,5	ПДВ, $\alpha = 60^0$
19	20,6	48,1	15	25,6	17	21	3,0	1,7	ПДН, $\alpha = 0$
20	22,1	53,2	13	27,1	16	22	3,5	1,9	ПДН, $\alpha = +20^0$
21	21,2	49,8	19	26,2	20	20	2,0	1,2	ПДН, $\alpha = -20^0$
22	22,3	49,4	17	27,3	18	21	2,0	1,4	ППД
23	25,0	59,0	15	28,0	17	21	3,0	1,6	ПДВ, $\alpha = 30^0$
24	22,4	49,4	13	26,0	16	25	2,0	1,8	ПДВ, $\alpha = 45^0$
25	21,8	50,2	19	26,8	20	20	2,0	2	ПДВ, $\alpha = 60^0$
26	22,8	49,8	17	27,8	18	19	3,5	1,1	ПДН, $\alpha = 0$
27	27,3	54,7	25	32,3	17	22	3,5	1,3	ПДН, $\alpha = +20^0$
28	25,4	53,6	13	30,4	16	20	3,5	1,5	ПДН, $\alpha = -20^0$

29	20,7	48,1	19	25,7	20	24	2,0	1,7	ППД
30	25,1	52,8	17	30,1	18	27	3,5	1,9	ПДВ, $\alpha = 30^0$

Воздушные завесы

Воздушные завесы применяются как устройства, препятствующие проходу воздуха через ворота, двери и технологические проемы. Основное назначение воздушных завес – обеспечить в холодный период года во время открывания ворот и дверей температуру воздуха на постоянных рабочих местах и в вестибюле общественных зданий (температуру смеси $t_{см}$ наружного и внутреннего воздуха) не менее требуем нормами (табл. 9).

Наибольшее распространение получили в производственных зданиях боковые завесы, шиберующего типа периодического действия, а в общественных – боковые завесы смесительного типа постоянного действия. Температура воздуха, выходящего из завесы, принимается не выше 50 °С для наружных дверей и 70 °С для ворот, если нет на это ограничений со стороны технологического режима. Скорость выхода воздуха из щелей завесы ограничивается 5 м/с – для наружных дверей в общественных зданиях, 8 м/с – для наружных дверей производственных зданий и 25 м/с – для ворот.

Т а б л и ц а 9. Температура смеси наружного и внутреннего воздуха $t_{см}$ в производственных и общественных зданиях

Тип здания и категория работ	$t_{см}, ^\circ\text{C}$
Производственное	
Категория работ	
Легкая I	14
Средней тяжести Па, Пб	12
Тяжелая	8
Общественное, вестибюль	12

Воздушные завесы рассчитывают на параметры наружного воздуха B и, как правило, без учета ветрового давления. Основными данными, характеризующими работу завесы и определяющими её технико-экономические показатели, являются относительный расход воздуха завесы и относительная площадь завесы.

Относительный расход воздуха завесы \bar{g} представляет собой отношение расхода воздуха завесы $G_з$, кг/ч, к расходу воздуха, проходящего через проем $G_{пр}$, кг/ч, т.е.

$$\bar{g} = G_з / G_{пр}. \quad (33)$$

Относительная площадь завесы \bar{F} определяется как отношение площади проема $F_{пр} = BH$ (где B – ширина проёма, м; H – высота проёма, м) к суммарной площади щелей воздухораспределителей $F_{щ}$:

$$\bar{F} = F_{пр} / F_{щ} = BH / F_{щ}. \quad (34)$$

Задача 7. Рассчитать для ворот производственного здания завесу шиберующего типа с боковой подачей воздуха.

Исходные данные (табл. 10): тип и размер В · Н проема: относительный расход воздуха завесы \bar{g} ; относительная площадь завесы \bar{F} ; расстояние от середины ворот до нейтральной зоны h, м, температура °С наружного t_n и внутреннего t_v воздуха; время работы завесы τ , мин. Район строительства и характеристика категории работ заданы в прил. 3 и 4.

Определить: расход и температуру воздуха, подаваемого завесой, тепловую мощность завесы, размер воздуховыпускных устройств и скорость выхода воздуха из них.

Порядок расчета. 1. Расход воздуха завесы G_z , кг/ч, определяется по формуле:

$$G_z = 3600 H B \bar{g} \mu_{\text{пр}} \sqrt{2(p_n - p_v) p_{\text{см}}}, \quad (35)$$

где $\mu_{\text{пр}}$ – коэффициент расхода проема, принимаемый по табл. 11; p_n , p_v , $p_{\text{см}}$ – плотность воздуха, соответствующая температуре наружного, внутреннего воздуха и воздуха смеси, кг/м³; h – расстояние от середины ворот до нейтральной зоны, м (рис. 4).

2. Температура воздуха завесы t_z , °С, определенная на основании уравнения теплового баланса [4], равна:

$$t_z = [t_{\text{см}} - (1 - \bar{q})t_n] / [\bar{q}(1 - Q)], \quad (36)$$

где \bar{Q} – отношение количества теплоты, теряемой с воздухом, уходящим через открытый проем наружу, к тепловой мощности калориферов завесы, принимается по табл. 12.

Т а б л и ц а 10. Исходные данные для расчета завесы
шиберующего типа к задаче №7

№ варианта	Тип проёма	Темпе-ратура наружного возду-	Темпе-ратура внутреннего воздуха t_v , °С	Размер ворот В · Н, м	Расстояние от середины ворот до нейтральной зоны h, м	Относительный Расход воздуха \bar{g}	Относительная площадь проема \bar{F}	Время работы завесы τ , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздвижной	-22	19	3·3	5	0,6	20	6
2	Распашной	-31	17	3·3,5	4	0,6	30	7
3	Раздвижной	-39	15	4·4,2	7	0,7	40	8
4	Распашной	-43	13	4,7·5,6	8	0,7	20	9
5	Раздвижной	-24	25	3·3	6	0,8	30	10
6	Распашной	-25	23	3·3,5	7	0,5	40	11
7	Раздвижной	-22	21	4·4,2	8	0,6	20	12
8	Распашной	-25	19	4,7·5,6	9	0,7	30	13
9	Раздвижной	-30	19	3·3	7	0,7	40	14
10	Распашной	-24	17	3·3,5	8	0,9	20	15
11	Раздвижной	-28	15	4·4,2	9	0,5	30	16

12	Распашной	-30	13	4,7·5,6	10	0,6	40	17
13	Раздвижной	-21	25	3·3	8	0,7	20	18
14	Распашной	-31	23	3·3,5	9	0,7	30	19
15	Раздвижной	-15	21	4·4,2	10	0,8	40	20
16	Распашной	-19	19	4,7·5,6	11	0,5	20	19
17	Раздвижной	-27	19	3·3	9	0,6	30	18
18	Распашной	-35	17	3·3,5	5	0,7	40	17
19	Раздвижной	-25	15	4·4,24	11	0,6	20	16
20	Распашной	-19	13	4,7·5,6	12	0,9	30	15
21	Раздвижной	-25	25	3·3	10	0,5	40	14
22	Распашной	-25	23	3·3,5	11	0,6	20	13
23	Раздвижной	-18	21	4·4,2	12	0,7	30	12
24	Распашной	-37	19	4,7·5,6	13	0,6	40	11
25	Раздвижной	-34	19	3·3	4	0,9	20	10
26	Распашной	-27	17	3·3,5	5	0,5	30	9
27	Раздвижной	-22	15	4·4,2	6	0,6	40	8
28	Распашной	-25	13	4,7·5,6	7	0,7	20	7
29	Раздвижной	-31	25	3·3	5	0,8	30	6
30	Распашной	-23	23	3·3,5	6	0,9	40	5

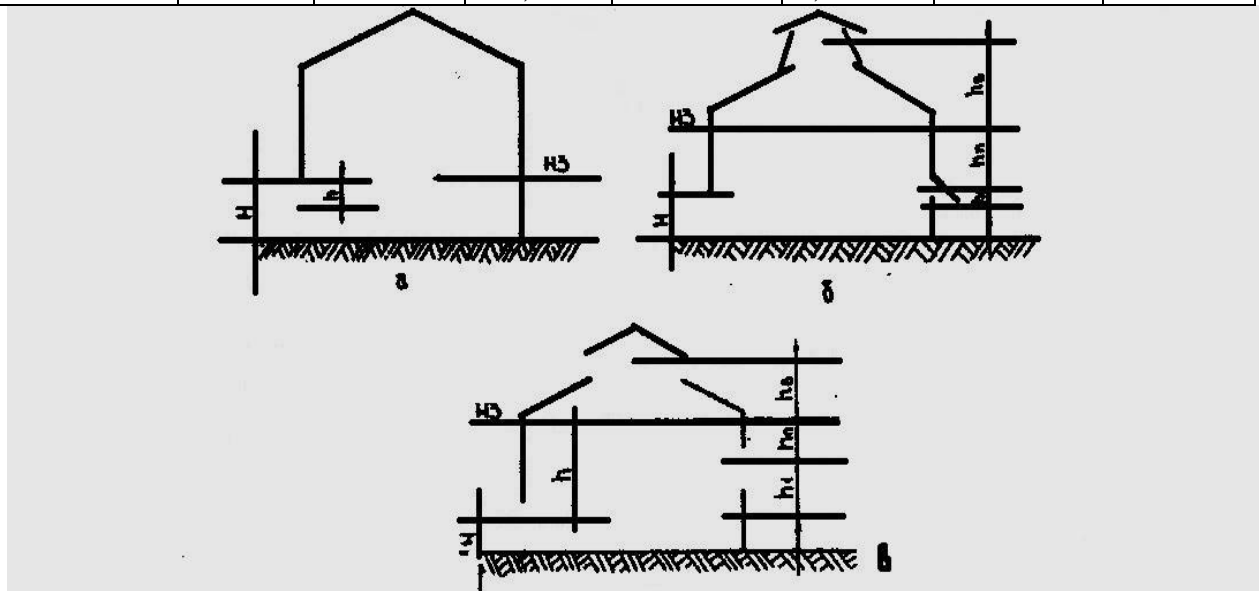


Рис. 4. Схемы к расчету воздушных завес: а – без аэрационных проёмов; б – с закрытыми аэрационными проёмами; в – с открытыми аэрационными проёмами

Т а б л и ц а 11. Значение коэффициента расхода воздуха проема $\mu_{пр}$ для боковых завес шиберующего типа

Относительная площадь завесы \bar{F}	Значение $\mu_{пр}$ для раздвижного (верхняя строка) и распашного (нижняя строка) проема при относительном расходе \bar{g}				
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
20	0,35	0,32	0,30	0,29	0,29
	0,30	0,27	0,26	0,25	0,25
30	0,31	0,29	0,29	0,29	0,29
	0,27	0,25	0,25	0,25	0,25

40	0,29 0,25	0,29 0,25	0,29 0,25	0,29 0,25	0,29 0,25
----	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Т а б л и ц а 12. Отношение количества теплоты, теряемой с воздухом, уходящим через открытый проем наружу, к тепловой мощности калориферов боковой завесы \bar{Q}

Относительная площадь завесы \bar{F}	Значение \bar{Q} при относительном расходе \bar{g}				
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
20	0,03	0,05	0,12	0,20	0,25
30	0,07	0,11	0,19	0,27	0,33
40	0,11	0,17	0,25	0,31	0,41

3. Количество теплоты $Q_{\text{гон}}$, Вт, необходимой для компенсации дополнительных тепловых потерь помещением вследствие поступления воздуха через проем, оборудованный завесой, определяется зависимостью

$$G_{\text{гон}} = 0,278 C_p G_3 (1 / \bar{g} - 1) / (t_b - t_n) \tau / 60, \quad (37)$$

где C_p кДж/(кг·К) - удельная теплоемкость воздуха.

4. Тепловая мощность калориферов завесы Q_3 , Вт, равна:

$$Q_3 = 0,278 C_p G_3 (t_3 - t_{\text{см}}). \quad (38)$$

5. Ширина щели завесы $v_{\text{щ}}$, м, определяется по формуле

$$v_{\text{щ}} = F_{\text{пр}} / (2H\bar{F}) \quad (39)$$

и скругляется до 5 мм.

6. Скорость воздуха в щели воздушной завесы $v_{\text{щ}}$, м/с, равна:

$$v_{\text{щ}} = G_3 / (2 \cdot 3600 H v'_{\text{щ}} p_3), \quad (40)$$

где $v'_{\text{щ}}$ - округленная до 5 мм ширина щели, вычисленная по формуле 39; p_3 - плотность воздуха, соответствующая температуре завесы t_3 , кг/м³ (см. прил. I).

Задача № 8. Рассчитать для дверей общественного здания двустороннюю боковую завесу смесительного типа с забором воздуха из закрытого вестибюля.

Исходные данные (табл. 13): конструкция и площадь входных дверей $F_{\text{вх}}$, м²; условная высота завесы h_3 , м; высота раздаточной щели завесы $h_{\text{щ}}$, м; температура наружного воздуха t_n , °С и воздуха завесы t_3 , °С; скорость выхода воздуха из стояков завесы $U_{\text{вых}}$, м/с; число стояков завесы n (для всех вариантов $n = 2$ шт.); число людей, проходящих в течении часа через дверь. Район строительства задан по прил. 3. Температура внутреннего воздуха для всех вариантов принята $t_b = 20$ °С.

Т а б л и ц а 13. Исходные данные для расчета завесы смесительного типа к задаче № 8

№ Варианта	Конструкция двери	Число проходящих людей за час	Площадь входной двери $F_{вх}$, м ²	Условная высота $h_з$, м	Высота щели завесы $h_{щ}$, м	Температура воздуха завесы $t_з$, °C	Скорость выхода воздуха $U_{вых}$, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Одинарные	100	3,0	30	1,7	50	8
2	Двойные	200	2,9	29	1,6	49	7
3	Тройные	300	2,8	28	1,5	48	6
4	Одинарные	400	2,7	27	1,5	47	5
5	Двойные	500	2,6	26	1,6	46	5
6	Тройные	600	2,5	25	1,7	45	6
7	Одинарные	700	2,4	24	1,7	44	7
8	Двойные	800	2,3	23	1,6	43	8
9	Тройные	900	2,2	22	1,5	42	8
10	Одинарные	1000	2,1	21	1,5	41	7
11	Двойные	1100	2,0	20	1,6	40	6
12	Тройные	1200	1,9	19	1,7	40	5
13	Одинарные	1300	1,8	18	1,7	41	5
14	Двойные	1400	1,7	17	1,6	42	6
15	Тройные	1500	1,7	16	1,5	43	7
16	Одинарные	1500	3,0	30	1,5	44	8
17	Двойные	1400	2,9	29	1,6	45	8
18	Тройные	1300	2,8	28	1,7	46	7
19	Одинарные	1200	2,7	27	1,7	47	6
20	Двойные	1100	2,6	26	1,6	48	5
21	Тройные	1000	2,5	25	1,5	49	5
22	Одинарные	900	2,4	24	1,5	50	6
23	Двойные	800	2,3	23	1,6	50	7
24	Тройные	700	2,2	22	1,7	49	8
25	Одинарные	600	2,1	21	1,7	48	8
26	Двойные	500	2,0	20	1,6	47	7
27	Тройные	400	1,9	19	1,5	46	6
28	Одинарные	300	1,8	18	1,5	45	5
29	Двойные	200	1,7	17	1,6	44	6
30	Тройные	100	1,7	16	1,7	43	7

Определить расход воздуха завесой, тепловую мощность калориферов завесы и ширину щели раздаточных коробов.

Порядок расчета. 1. Расход воздуха завесы $G_з$, кг/ч, определяется по формуле:

$$G_з = 3600 \cdot k \cdot \mu_{вх} \cdot F_{вх} \cdot \sqrt{2gh_з(p_n - p_v)p_{см}} (t_v - t_n) / (t_з - t_v), \quad (41)$$

где k - поправочный коэффициент для учета числа проходящих людей, места забора воздуха для завесы и типа вестибюля (табл. 14); $\mu_{вх}$ - коэффициент расхода проема, зависящего от типа входа, и принимаемый [1]: одинарная дверь - 0,7, двойная - 0,55, тройная - 0,4; p_n , p_v , $p_{см}$ - плотность воздуха, соответствующая температуре

наружного, внутреннего воздуха и воздуха смеси (см. табл. 13 и 9), определяемая по прил. 1.

Т а б л и ц а 14. Поправочный коэффициент к для завес смесительного типа

Число людей проходящих через дверь	Конструкция двери		
	одинарная	Двойная	тройная
1	2	3	4
100	0,05	0,03	0,02
200	0,09	0,07	0,05
300	0,14	0,11	0,07
400	0,18	0,14	0,10
500	0,22	0,17	0,12
600	0,23	0,19	0,15
700	0,27	0,23	0,18
800	0,32	0,27	0,23
900	0,35	0,31	0,25
1000	0,39	0,34	0,29
1100	0,43	0,37	0,32
1200	0,46	0,40	0,34
1300	0,49	0,43	0,37
1400	0,52	0,46	0,40
1500	0,55	0,49	0,42

2. Тепловая мощность калориферов завесы Q_3 , Вт, равна:

$$Q_3 = 0,278 C_p G_3 (t_3 - t_v), \quad (42)$$

3. Ширина щели завесы $b_{щ}$, м, определяется по формуле

$$b_{щ} = G_3 / (3600 \cdot \rho_3 \cdot h_{щ} \cdot n \cdot U_{вых}) \quad (43)$$

Аэрация производственного здания

Естественный воздухообмен в зданиях происходит вследствие разности плотностей наружного и внутреннего воздуха и за счет обдувания здания ветром. Естественный воздухообмен называют аэрацией когда он организован т.е. имеется возможность осуществить его в заранее заданных объемах и регулировать в соответствии с внутренними и внешними условиями.

В теплый период года аэрацию можно применять практически для всех производств, кроме, естественно, тех, где требуется по условиям технологии предварительная обработка воздуха. Для использования аэрации в холодный период года необходимо наличие избытков теплоты в помещении, достаточной для нагревания расчетного объема воздуха, и отсутствие значительных влаговывделений, могущих привести к туманообразованию.

Наиболее просто решается аэрация для помещений, имеющих наружные ограждения (однопролетные цехи). Применение аэрации для двух - и трехпролетных цехов, а также для многоэтажных цехов возможно, хотя при этом встречаются значительные технические трудности. Важными факторами, обеспечивающие эффективную организацию аэрации, являются рациональное размещение технологического оборудования, служащего источником тепловыделений, и надлежащее строительное оформление здания предусматривающее регулируемые отверстия в наружных стенах и фонарях.

Расчет аэрация обычно состоит в определении площадей приточных и вытяжных аэрационных проемов при заданных или определенных воздушным балансом воздухообменах. Конечной цепью расчета аэрации бывает определение угла открытия приточных створок или створок фонаря. Основная сложность при расчете аэрации заключается в определении располагаемого давления, перемещающего воздух через приточные (нижние) Δp_n , P_a , и вытяжные (верхние) Δp_v , P_a , проемы.

При известных Δp_n , Δp_v , массовых расходах приточного G_n , кг/ч, и вытяжного G_v , кг/ч, воздуха «площади нижних (приточных) F_n , м², и верхних (вытяжных) F_v , м² проемов равны:

$$F_n = G_n / (3600 \mu_{n90} \sqrt{2 \Delta P_n \rho_n}), \quad (44)$$

$$F_v = G_v / (3600 \mu_{v90} \sqrt{2 \Delta P_v \rho_v}), \quad (45)$$

где μ_{n90} , μ_{v90} – коэффициенты расхода воздуха через соответствующий проём при угле открытия створки $\alpha = 90^\circ$; ρ_n , ρ_v – плотность воздуха наружного и верхней зоны (уходящего) помещения, кг/м³.

Для определения угла открытия приточных или вытяжных отверстий (рис. 5) необходимо знать максимально возможную площадь сечения соответствующего проёма: приточного F_n^{max} или вытяжного F_v^{max} , тогда из соотношения определяется синус угла, а по нему и сам угол α открытия створки проёма.

$$F_n = F_n^{max} \sin \alpha_n, \quad (46)$$

$$F_v = F_v^{max} \sin \alpha_v, \quad (47)$$

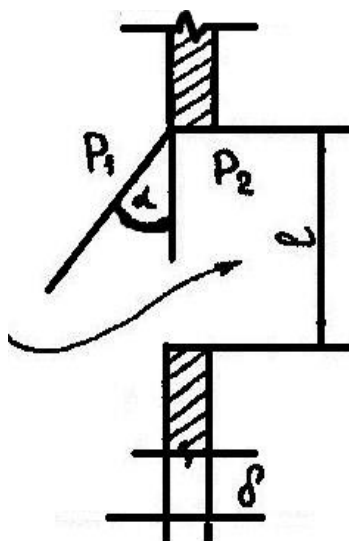


Рис.5 Схема аэрационной створки

Задача № 9. Определить углы открытия створок приточного аэрационного проема, оборудованного двойными верхнеподвесными створками ($\mu_{н90} = 0,64$), и фрамуг П – образного с ветроотбойными щитами фонаря ($\mu_{в90} = 0,49$).

Исходные данные (табл.15): температура воздуха, °С, наружного t_n ; рабочей зоны $t_{рз}$ и уходящего t_y ; массовые расходы воздуха, кг/ч, через нижние G_n и верхние G_v фрамуги; высота, м, центров нижних h и верхних h фрамуг и нейтральной зоны, h ; коэффициент β , учитывающий распределение давления по аэрационным проёмам; максимально возможные площади сечения, m^2 , нижних F_n^{max} и верхних F_v^{max} фрамуг.

Порядок расчета. 1. Определяем разность давления ΔP , Па, вызывающую перемещение воздуха через приточные и вытяжные проемы по формуле [1]

$$\Delta P = g[(h - h_n)(p_n - p_{рз}) + (h_v - h)(p_n - p_y)]. \quad (48)$$

2. Определяем потери давления на проход воздуха через приточный проём ΔP_n , Па:

$$\Delta P_n = \beta \Delta P. \quad (49)$$

3. Находим потери давления на проход воздуха через вытяжной проем ΔP_v , Па:

$$\Delta P_v = \Delta P - \Delta P_n. \quad (50)$$

4. По формуле (44) рассчитываем площадь приточных проёмов F_n , m^2 .

5. По формуле (45) находим площадь вытяжных проёмов F_v , m^2 .

6. Из зависимости (46) определяем синус угла открытия створок приточных проёмов:

$$\sin \alpha_n = F_n / F_n^{max}, \quad (51)$$

7. Из зависимости (47) определяем синус угла открытия створки вытяжных проёмов:

$$\sin \alpha_v = F_v / F_v^{max}, \quad (52)$$

а по синуса угла – угол α_B .

Т а б л и ц а 15. Исходные данные для расчета завесы смесительного типа к задаче № 9

№ варианта	Температура воздуха, °С			Высота, м			Расход воздуха Кг/ч		Коэффициент β	Максимальная площадь проёмов	
	Наружного t _н	Рабочей зоны t _{р.з}	Уходящего t _у	Центров приемов		Нейтральной зоны h	Приточного G _н	Вытяжного G _в		Приточных F _н ^{max}	Вытяжных F _в ^{max}
				Приточных h _н	Вытяжных h _в						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	29,5	31,0	33,3	1,5	8,0	5,0	40 320	36 895	0,10	50	25
2	27,1	30,5	33,2	1,6	8,5	5,5	48 700	44 430	0,15	40	20
3	23,9	26,9	29,9	1,7	9,0	6,0	40 200	34 930	0,20	40	20
4	22,5	25,5	28,0	1,8	9,5	6,5	49 550	43 390	0,25	30	25
5	22,5	27,5	30,9	1,9	10,0	7,0	37 470	30 475	0,30	20	15
6	27,3	32,5	40,3	2,0	10,5	7,5	26 455	18 840	0,35	15	10
7	28,6	33,0	38,4	1,5	11,0	8,0	38 550	30 050	0,40	15	15
8	24,2	29,2	34,2	1,6	11, 5	8,5	41 990	32 490	0,10	30	15
9	21,2	24,2	26,7	1,7	12,0	9,0	85 630	74 960	0,15	60	30
10	26,5	29,5	31,5	1,9	12,2	9,5	99 136	87 796	0,20	60	40
11	22,2	25,2	29,3	2,0	12,0	5,0	72 495	60 170	0,25	35	30
12	22,8	25,8	29,3	2,0	11,0	5,5	85 580	72 340	0,30	60	30
13	23,7	28,0	32,3	1,5	10,0	6,0	71 140	57 210	0,35	30	30
14	20,9	25,9	30,0	1,6	10,5	6,5	73 070	58 100	0,40	30	30
15	26,0	31,0	34,4	1,7	11,0	7,0	82 515	66 925	0,10	60	25
16	28,6	33,0	39,6	1,8	11,5	7,5	61 380	45 250	0,15	40	15
17	24,3	27,8	30,9	1,9	10,0	7,0	11 5890	98 340	0,20	90	50
18	25,0	28,0	28,1	2,0	10,5	6,0	12 6660	108410	0,15	90	45
19	20,6	23,6	31,0	1,5	11,0	6,0	15 3920	134310	0,30	80	70
20	22,1	26,1	27,1	1,6	11,5	5,5	17 2330	151970	0,35	70	60
21	21,2	26,2	33,7	1,7	12,0	6,0	78 340	57 250	0,40	25	20

2 2	22,3	27,8	34,4	1,8	12,5	6,5	77 170	614560	0,10	45	20
2 3	25,0	28,0	31,0	1,9	10,0	7,0	12 3475	11010	0,15	95	50
2 4	22,4	26,0	28,9	2,0	10,5	7,5	96 200	91 040	0,20	65	40
2 5	21,8	24,8	26,8	1,5	11,0	7,0	11 7790	111935	0,25	70	50
2 6	22,8	25,8	30,1	1,6	11,5	6,5	72 040	59 750	0,30	40	30
2 7	27,3	30,3	33,9	1,7	12,0	6,0	64 870	58 020	0,35	35	40
2 8	25,4	28,4	31,4	1,8	12,5	5,5	63 765	50 420	0,40	30	30
2 9	20,7	25,7	29,5	1,9	12,0	7,0	36 680	28 430	0,35	15	15
3 0	25,0	30,1	33,5	2,0	11,0	6,0	27 940	25 050	0,30	15	15

Аварийная вентиляция

В помещениях с производствами категорий А, Б, Е, а также в помещениях, где возможно внезапное поступление взрывоопасных или токсичных паров и газов, предусматривают аварийную вентиляцию с целью интенсивного проветривания помещений.

Аварийная вентиляция - это, как правило, вытяжная механическая вентиляция, не компенсируемая организованным притоком. Величина воздухообмена аварийной вентиляции зависит от количества вредных веществ, выделившихся при нарушении технологического процесса, и времени ее работы для снижения концентраций вредных веществ до предельно допустимых значений. Время τ , ч, в течение которого

При действии аварийной вентиляции концентрация вредного вещества снизится до предельно допустимой, определяется по формуле

$$\tau = \frac{V}{L} \ln \frac{C_a - C_n - M_{вр}/L}{C - C_n - M_{вр}/L} \quad (53)$$

Где V объем помещения, m^3 ; L -производительность аварийной вентиляции, $m^3/ч$; C_a, C_n, C – концентрация вредного вещества максимальная в начальный период аварии, в приточном воздухе, предельно допустимая в воздухе рабочей зоны, mg^3/m^3 ; $M_{вр}$ – поток вредных веществ в период аварии, $mg/ч$.

Для упрощения формулы (53) вводим следующие безразмерные параметры:

$$\bar{c} = \frac{(C - C_n)}{C_a - C_n}; \quad (54)$$

$$\bar{\tau} = \frac{\tau M_{вр}}{[V(C_a - C_n)]}; \quad (55)$$

$$\bar{L} = \frac{M_{вр}}{[L(C_a - C_n)]}; \quad (56)$$

Тогда формула (53) преобразуется к виду

$$\bar{\tau} = \bar{L} \ln \frac{1-\bar{L}}{\bar{c}-\bar{L}}. \quad (57)$$

При заданном времени работы аварийной вентиляции для снижения концентрации вредных веществ до допустимых значений расчет аварийной вентиляции заключается в определении её производительности и кратности воздухообмена K_p , 1/ч:

$$K_p = L/V; \quad (58)$$

Задача 10. Определить производительность вытяжной аварийной вентиляции в производственном помещении её работы.

Исходные данные. (таб. 16): предельно допустимая концентрация вредного вещества C , мг/м³; концентрация вредного вещества в приточном воздухе C_p , мг/м³; концентрация вредного вещества в начальный период аварии C_a , мг/м³; поток вредных веществ $M_{вр}$, мг/ч; время снижения концентрации вредного вещества до предельно допустимых значений τ , ч; объем помещения V , м³, для всех вариантов $V = 3780$ м³.

Порядок расчета.

1. Вычисляем параметр \bar{c} и $\bar{\tau}$ по формулам (54) и (55).
2. Определяем параметр \bar{L} по номограмме рис. 6.
3. Находим производительность аварийной вентиляции из формулы (56):

$$L = \frac{M_{вр}}{[\bar{L}(C_a - C_n)]}. \quad (59)$$

5	Аминопеларго- новая кислота	8	2,4	80	0,33	$34 \cdot 10^3$
6	“	8	2,4	80	0,50	$34 \cdot 10^3$
7	Аммиак	20	4,0	200	0,17	$567 \cdot 10^3$
8	“	20	4,0	200	0,33	$567 \cdot 10^3$
9	Бензин - растворитель	300	60,0	3000	0,25	$567 \cdot 10^3$
10	“	300	60,0	3000	0,33	$567 \cdot 10^3$
11	Винилацетат	10	2,0	100	0,25	$264,6 \cdot 10^3$
12	“	10	2,0	100	0,42	$264,6 \cdot 10^3$
13	Винил хлористый	30	6,0	300	0,17	$453,6 \cdot 10^3$
14	“	30	6,0	300	0,33	$453,6 \cdot 10^3$
15	Изопропилбен- зол	50	15,0	1000	0,25	$453,6 \cdot 10^3$
16	“	50	15,0	1000	0,42	$453,6 \cdot 10^3$
17	Пропилпропио- нат	70	14,0	700	0,17	$453,6 \cdot 10^3$
18	“	70	14,0	700	0,33	$453,6 \cdot 10^3$
19	Тиофен	20	6,0	300	0,25	$453,6 \cdot 10^3$
20	“	20	6,0	300	0,42	$453,6 \cdot 10^3$
21	Гексафторпро- пилен	5	1,5	100	0,33	$378 \cdot 10^3$
22	“	5	1,5	100	0,50	$378 \cdot 10^3$
23	Диметилсуль- фид	50	12,5	1000	0,25	$529,2 \cdot 10^3$
24	“	50	12,5	1000	0,42	$529,2 \cdot 10^3$
25	Дихлоризобу- тан	20	5,0	300	0,17	$529,2 \cdot 10^3$
26	“	20	5,0	300	0,33	$529,2 \cdot 10^3$
27	Капролактан	10	3,0	200	0,25	$529,2 \cdot 10^3$
28	“	10	3,0	200	0,42	$529,2 \cdot 10^3$
29	Метилхлорофор- м	20	6,0	400	0,25	$491,4 \cdot 10^3$

30	“	20	6,0	400	0,50	$491,4 \cdot 10^3$
----	---	----	-----	-----	------	--------------------

4. Определяем кратность воздухообмена при аварийной вентиляции по формуле (58).

Шумоглушители.

Шум, создаваемый вентиляционными установками, является источником нарушения нормальных условий труда, быта и отдыха. Весь слуховой диапазон условно разбит на восемь составных полос с частотой 63, 125, 250, 500, 1000, 4000, 8000 Гц. Для каждой октавной полосы нормируются предельно допустимые значения уровней звукового давления в зависимости от вида шума, его мощности, назначения помещения. Снижение уровней шумов обычно сопряжено с техническими трудностями и экономическими затратами. Поэтому проектные решения, обеспечивающие необходимое снижение шума, должны быть обоснованы акустическим расчетом.

Основной источник шума в вентиляционных установках – вентилятор. Различают шумы: механический и аэродинамический. Причина механического шума, имеющего ударный характер, – дисбаланс колеса вентилятора, удары в подшипниках, колебание конструкции вентилятора, стуки в редукторах и приводах. Аэродинамический шум создается вентилятором от вращения колеса и зависит от конструкции вентилятора и окружной скорости. Шум создается также при движении воздушного потока в элементах вентиляционной установки: диафрагмах, дросселях, плафонах, шиберах, поворотах, тройниках, воздухораспределительных решетках и т.д.

Одно из эффективных мероприятий по борьбе с аэродинамическим шумом вентиляционной установки – применение шумоглушителей. Широко применяются пластичные глушители шума (рис. 7), представляющие собой набор параллельно и равномерно расположенных в вентиляционном канале звукопоглощающих пластин, заполненных абсорбентами звука. В качестве абсорбентом звука применяют базальтовое или стеклянное волокно к минераловатные плиты.

Расчет шумоглушителя сводится обычно к определению геометрических размеров глушителя для каждой октавной полосы и принятию наиболее неблагоприятных, как правило, максимальных размеров, а также гидравлического сопротивления глушителя.

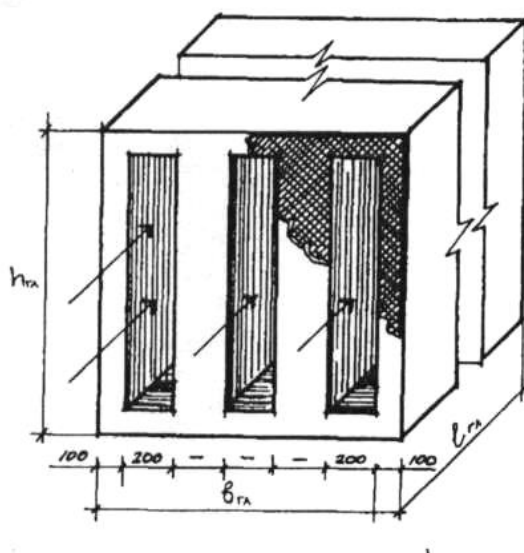


Рис. 7. Пластинчатый шумоглушитель

Задача 11. Рассчитать шумоглушитель пластичного типа для приточной вентиляционной установки зрительного зала общественного здания (театр, клуб, кинотеатр и т. д.). В качестве нагнетателя воздуха принять центробежный вентилятор ВЦЧ - 70 с критерием шумности для нагнетательной стороны $L = 41$ дБ, работающий в автономном режиме (поправка на режим работы $\sigma = 0$). Раздача воздуха производится через декоративные решетки с отношением свободного сечения к габаритным размерам равным 0,7.

Т а б л и ц а 1 7 Исходные данные для расчета шумоглушителей
к задаче № 11

№ Вариан- та	Расход приточно- го воздуха L_c , $\text{м}^3/\text{с}$	Полное давление вентилято- ра P , Па.	Длина Воздухо водов сети L_v	Количество воздухорас- пределитель- ных решеток, шт.	Размер решеток, мм.	Номер вентиля- тора ВЦЧ - 70
1	1,32	600	70	3	500·500	6,3
2	1,21	550	75	3	500·500	6,3
3	1,49	600	80	4	500·500	6,3
4	1,51	600	75	4	500·500	6,3
5	2,60	660	60	5	500·500	6,3
6	2,47	550	80	4	750·1000	10,0
7	2,32	500	80	6	750·1000	8,0
8	2,40	500	60	5	500·500	8,0
9	3,93	500	70	5	500·500	8,0
10	3,56	500	80	6	500·500	8,0
11	3,36	500	75	5	750·500	8,0
12	3,09	600	100	7	750·500	8,0

13	5,57	500	100	6	750·500	8,0
14	5,57	550	90	7	750·500	10,0
15	4,05	700	75	10	750·500	10,0
16	3,76	700	70	9	750·500	10,0
17	6,27	600	80	8	750·500	10,0
18	5,60	600	100	12	750·500	12,5
19	5,07	560	90	4	750·1000	12,5
20	4,53	580	80	4	750·1000	12,5
21	7,70	600	80	5	750·1000	12,5
22	6,00	590	100	3	750·1000	10,0
23	4,76	500	110	3	750·1000	10,0
24	3,82	750	100	5	750·1000	10,0
25	5,18	500	90	4	750·1000	10,0
26	4,05	525	70	6	500·500	8,0
27	2,79	660	60	6	500·500	8,0
28	2,11	500	100	12	500·500	10,0
29	2,67	750	90	10	500·500	10,0
30	1,69	560	80	8	500·500	10,0

Исходные данные (таб. 17): расход приточного воздуха L_c , м³/с, и его температура t , °С (для всех вариантов $t = 20$ °С); полное давление, развиваемое вентилятором P , Па; длина воздуховодов нагнетательной линии L_v , м; количество воздухораспределительных решеток n , шт., и их размер, номер вентилятора. Определить геометрические размеры шумоглушителя и его аэродинамическое сопротивление.

Порядок расчета. 1. Определяем общий уровень звуковой мощности аэродинамического шума вентилятора

$$L_{p, \text{общ}} = \tilde{L} + K_p \lg p + 10 \lg L_c, \quad (60)$$

Где K_p - коэффициент, определяемый по рис. 8.

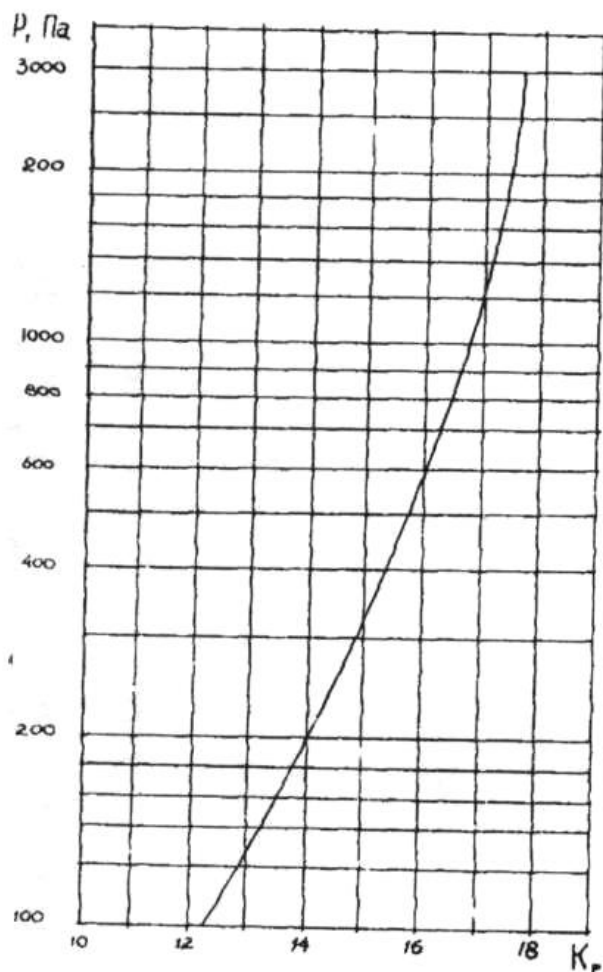


Рис. 8 К определению коэффициента K_p при расчете шумоглушителей

2. Находим октавные звуковые мощности вентилятора

$$L_{p, \text{окт}} = L_{p, \text{общ}} - \Delta L_1 + \Delta L_2, \quad (61)$$

Где ΔL_1 – поправка, принимаемая в зависимости от частоты октавной полосы вентилятора и скорости его вращения, дБ (табл. 18); ΔL_2 – поправка, принимаемая в зависимости от частоты октавной полосы и размера вентилятора, дБ. (табл. 18)

3. Рассчитываем октавные звуковые мощности, генерируемые воздухораспределительным устройством (решеткой) по формуле

$$L_{p, \text{окт}}^p = 60 \lg U + 30 \lg \zeta + 10 \lg F + B - \Delta L \quad (62)$$

Где U – скорость воздуха на входе в воздухораспределитель (решетку), м/с; ζ – коэффициент местного сопротивления воздухораспределителя, для воздухораспределительной решетки $\zeta = 8$; F – площадь сечения воздухораспределителя (решетки), м^2 ; B – поправка, на распределение звуковой мощности по октавным полосам, дБ (табл.18).

Т а б л и ц а 1 8 Справочные величины для расчета шумоглушителей [5, 6, 7]

Исходная величина	Среднегеометрическая частота октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Допустимые уровни звукового давления для зрительных залов,	63	52	45	39	35	32	30	28

L _g , дБ								
Поправка ΔL ₁ , дБ, для вентилятора ЦЧ – 70 при частоте вращения 700 – 1400 об / мин	6	6	6	9	13	17	21	26
Поправка ΔL ₂ , дБ, для вентиляторов:								
№ 6, 3	12	6	2	—	—	—	—	—
№ 8	10	6	2	—	—	—	—	—
№ 10	8	4	1	—	—	—	—	—
№ 12, 5	8	3	1	—	—	—	—	—
Поправка ΔL ₃ , дБ, для воздухораспределительной решетки	13	8	8	8	8	8	13	18
Снижение уровней звуковой мощности ΔL ₄ , на 1 м длины воздухо водов прямоугольного сечения при гидравлическом диаметре до 800мм	0,6	0,6	0,3	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Снижение уровней звуковой мощности ΔL ₅ , дБ в результате отражения звука от открытого конца решетки размером:								
500·500	8	4	1	—	—	—	—	—
750·500	7	3	1	—	—	—	—	—
1000·750	6	2	—	—	—	—	—	—
Эффективность пластинчатых глушителей, дБ, длиной:								
1 м	1, 5	3	12	18	15	12	9	8
1,5 м	2	5	18	25	20	15	12	11
2 м	3	7	22	32	25	18	14	13
2, 5 м	4	10	25	39	29	21	16	14
3 м	5	12	30	45	33	24	17	15

Суммарный уровень звуковой мощности от n одинаковых по интенсивности источников шума (решеток) определяется для каждой октавной полосы по формуле

$$\sum L_{p,окт}^p = L_{p,окт}^p + 10 \lg n. \quad (63).$$

Где n – число воздухораспределителей (решеток) (см. табл. 17).

4. Требуемое снижение октавных уровней звуковой мощности для вентиляционной сети $\Delta L_{\text{тр.окт}}$, дБ, находится по формуле

$$\Delta L_{\text{тр.окт}} = L_{\text{р,окт}} + \sum L_{\text{р,окт}}^{\text{р}} - \Delta L_4 l - n \Delta L_5 - L_g. \quad (64)$$

Где ΔL_4 – снижение уровней звуковой мощности на 1 м длины воздуховодов, дБ (табл. 18); l – длина воздуховодов, м (см. табл. 17); ΔL_5 – снижение уровней звуковой мощности в результате отражения от открытого конца воздухораспределительной решетки, дБ (табл. 18); L_g – допустимые уровни звукового давления для расчетной точки помещения, дБ (табл. 18).

5. Площадь свободного сечения глушителя $F_{\text{гл}}$, м², определяется зависимостью

$$F_{\text{гл}} = \frac{Lc}{U_g} \quad (65)$$

Где U_g – допустимая скорость движения воздуха в глушителе, принимаемая для центральных глушителей в пределах 4 – 8 м/с с таким расчетом, чтобы можно было подобрать типовой пластинчатый глушитель с $F_{\text{гл}} = 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 1,6$ м².

6. Необходимая длина глушителя для каждой октавной полосы $l_{\text{гл}}$ определяем по табл. 18 в зависимости от требуемого снижения октавных уровней звуковой мощности, рассчитанной по формуле (64), к установке принимается наибольшая длина из полученных величин.

7. Аэродинамическое сопротивление типового пластинчатого глушителя с пластинами без обтекателей $\Delta P_{\text{гл}}$, Па, при отношении свободного сечения глушителя к его габаритным размерам, равным 0,5 определяется по формуле

$$\Delta P_{\text{гл}} = \frac{(0,5 + 1,32 l_{\text{гл}}) p U_g^2}{2} \quad (66)$$

Где p – плотность воздуха, для всех вариантов принять $p = 1,2$ кг/м³.
Результаты расчета для удобства сводим в табл. 19.

Т а б л и ц а 19. Результаты расчета шумоглушителя

Рассчитываемая величина	Среднегеометрическая частота октавных полос, Гц.							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Октавная звуковая мощность вентилято ра $L_{\text{р,окт}}$, дБ								

Октавная звуковая мощность, генерируемая воздухораспределительной решеткой $L_{p, \text{окт}}^p$								
Суммарная октавная мощность, генерируемая воздухораспределительными решетками $\sum L_{p, \text{окт}}^p$ дБ.								
Требуемое снижение октавной звуковой мощности $\Delta L_{\text{тр, окт}}$								
Длина шумоглушителя $l_{\text{гл}}$, м								

5. Рекомендуемая литература

1. Внутренние санитарно-технические устройства: Справочник проектировщика/Под ред. И.Г.Староверова.3-е изд., перераб. и доп. М., 1977.Ч 2: Вентиляция и кондиционирование воздуха. 502 с.
2. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
3. Титов В.П., Сазонов Э.В., Краснов Ю.С., Новожилов В.И. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: Учебное пособие. М., 1985. 205 с.

4. Сазонов Э.В. К расчету воздушных завес шибберующего типа// Изв.вузов. Сер. Строительство и архитектура. 1985. №4. С. 84-86.
5. Глушители шума вентиляционных систем. ВЫП.О: Типовая документация. Серия 5.904-17. М., 1982.
6. СНиП 23-03-2003. Защита от Шума
7. Защита от шума: Справочник проектировщика/ Под ред. Е.Я. Юдина. М., 1974. 49 с.
8. Расчет и выбор технических средств обеспечения безопасности: Учебное пособие/ Месхи Б.Ч., Лоскутникова И.Н. и др. – Ростов н/Д: издательский центр ДГТУ, 2009
9. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4-е / Под общей ред. С. В. Белова. — М.: Высшая школа, 2004. — 606 с.
10. Безопасность и охрана труда: Учебное пособие для вузов / Под ред. О. И. Русака. - СПб.: МАНЭБ, 2001. - 279 с.
11. Глебова Е- В. Производственная санитария и гигиена труда: Учебное пособие для вузов. — М.: ИКФ"Каталог", 2003. - 344 с.
12. Руководство. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль. Т. 1, Т. 2 / Измеров Н. Ф., Суворов Г. А., Куралесина Н. А. — М.: Медицина, 1999. — 764 с.
13. Алексеев С. В., Усеико В. Р. Гигиена труда: Учеб для студентов сангигиенических факультетов медицинских институтов. — М.: Медицина, 1988. — 576 с.
14. Кукун П. П., Лапин В. Л., Подгорных Е. А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учебное пособие для вузов. — М.: Высшая школа, 1999. — 318 с.
15. Оксенгендлер Г. И. Яды и организм. — СПб.: Наука, 1991. - 320 с.
16. Основы радиационной безопасности в жизнедеятельности человека / Под ред. В. Л. Лапина. — Курск: Курск ГТУ, 1995. - 143 с.
17. Производственное освещение: проектирование и расчет: Методические указания для выполнения раздела «Безопасность и экологичность» дипломного проекта/ Хазан М.А, Холодова С.Н., Щекина Е.В. и др– Ростов н/Д: издательский центр ДГТУ, 2004
18. Средства защиты в машиностроении: Расчет и проектирование: Справочник /С.В. Белов и др.; под ред. С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1989.
19. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки
20. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» к вибрации
21. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение
22. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий»
23. Р 2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
24. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
25. ГОСТ 12.1.004-91* ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
26. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.
27. СанПиН 2.2.1.2.1.1.1031-01 Санитарно-защитные зоны.
28. СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту.

29. СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
30. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы
- 31.
32. Система стандартов безопасности труда: /Сборник/: ГОСТ 12.2.110-85 – ГОСТ 12.2.125-91. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 102 с.
33. Система стандартов безопасности труда: /Сборник/: ГОСТ 12.2.130-91 – ГОСТ 12.2.141-99. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 119 с.
34. Система стандартов безопасности труда: сборник.- М.: Изд-во стандартов, 2003.- 102с.- (Межгосударственные стандарты).
35. Система стандартов безопасности труда. Общие требования: сборник.- Офиц. изд. - М.: Изд-во стандартов, 2004. - 172 с.

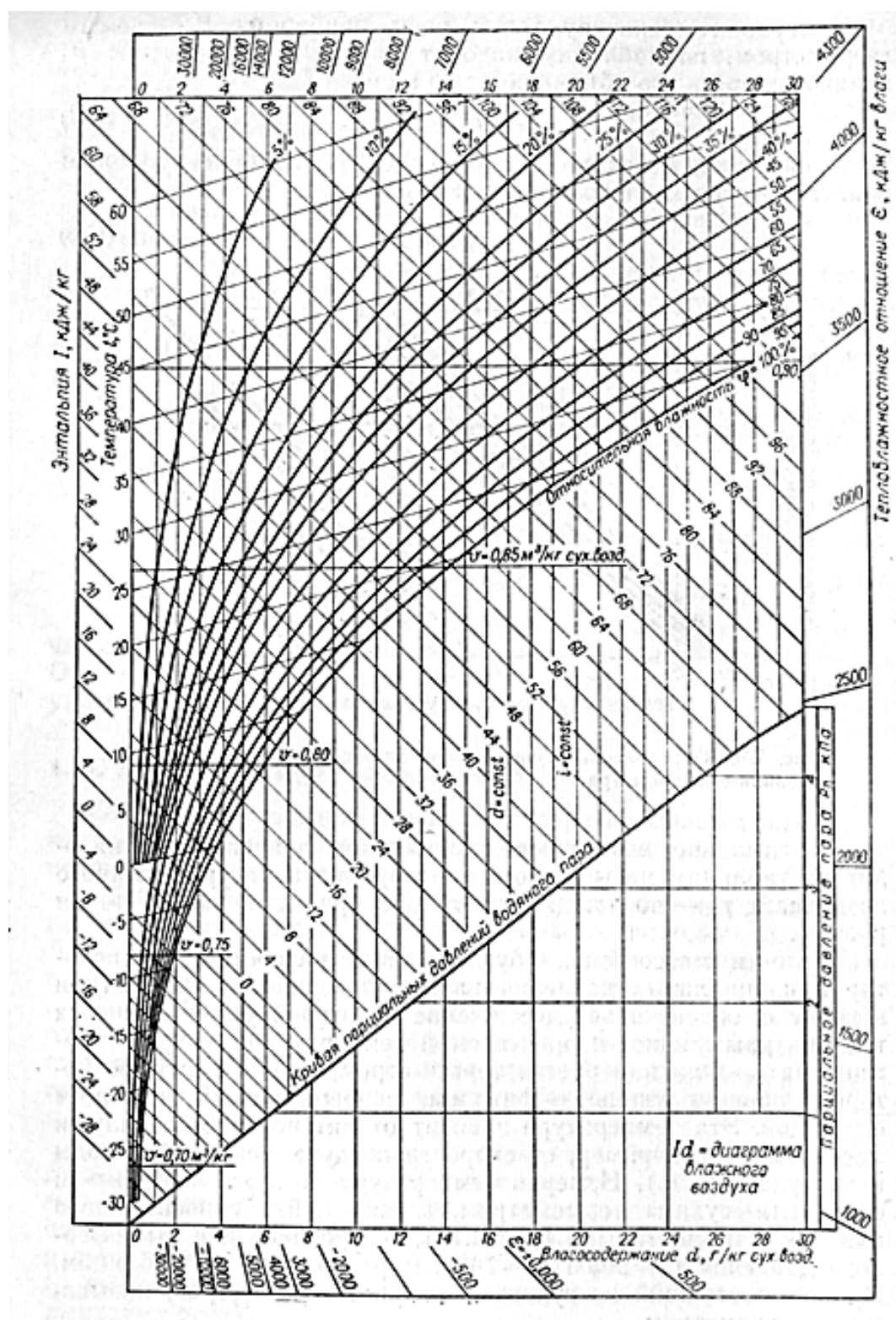
ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Плотность сухого воздуха при барометрическом давлении 1013кПа (760 м.рт.ст.)

Температура воздуха, °С	Плотность воздуха, кг/м ³	Температу ра воздуха, °С	Плотность воздуха, кг/м ³	Температура воздуха, °С	Плотность воздуха, кг/м ³
-40	1,515	-11	1,347	18	1,213
-39	1,509	-10	1,342	19	1,209
-38	1,502	-9	1,337	20	1,205
-37	1,496	-8	1,332	21	1,201
-36	1,489	-7	1,327	22	1,197
-35	1,483	-6	1,322	23	1,193
-34	1,477	-5	1,317	24	1,189

-33	1,471	-4	1,312	25	1,185
-32	1,465	-3	1,307	26	1,181
-31	1,459	-2	1,303	27	1,177
-30	1,453	-1	1,298	28	1,173
-29	1,447	0	1,293	29	1,169
-28	1,441	1	1,288	30	1,165
-27	1,435	2	1,284	31	1,161
-26	1,429	3	1,279	32	1,157
-25	1,423	4	1,274	33	1,154
-24	1,418	5	1,270	34	1,150
-23	1,412	6	1,265	35	1,146
-22	1,406	7	1,261	36	1,142
-21	1,401	8	1,256	37	1,139
-20	1,395	9	1,252	38	1,135
-19	1,390	10	1,247	39	1,131
-18	1,384	11	1,243	40	1,128
-17	1,379	12	1,239	41	1,124
-16	1, 374	13	1,234	42	1,121
-15	1,368	14	1,230	43	1,117
-14	1,363	15	1,226	44	1,114
-13	1, 358	16	1,221	45	1,110
-12	1, 352	17	1,217	46	



Приложение 3

Район строительства объекта

№ варианта	Город	№ варианта	Город
1	Астрахань	16	Краснодар
2	Актюбинск	17	Самара
3	Барнаул	18	Кемерово
4	Братск	19	Санкт-Петербург
5	Брянск	20	Ижевск
6	Владимир	21	Саратов
7	Волгоград	22	Москва
8	Воронеж	23	Оренбург
9	Нижний Новгород	24	Омск
10	Иркутск	25	Пермь
11	Иваново	26	Рязань
12	Казань	27	Ростов – на – Дону
13	Калуга	28	Ярославль
14	Киров	29	Екатеринбург
15	Красноярск	30	Хабаровск

Приложение 4

Характеристика вариантов задач по категориям работ

№ варианта	Категория работ
1,5,9,13,17,21,25,29	Легкая - I
2,6,10,14,18,22,28,30	Средней тяжести - II A
3,7,11,15,19,23,27	Средней тяжести - II B
4,8,12,16,20,24,28	Тяжелая - III

Составители:

ЛОСКУТНИКОВА Инна Николаевна,
БОГДАНОВА Ирина Виссарионовна,

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА

Методические указания к выполнению контрольной работы для студентов заочной
формы обучения специальности 280102 «Безопасность технологических процессов и
производств»

Редактор А.А. Литвинова

В печать

Объём усл. п. л. Офсет. Формат 60x84/16.

Бумага тип №3. заказ № . Тираж . Цена свободная

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344000, г. Ростов – на – Дону, пл. Гагарин