

А. В. ЗИНИН

В. Н. СТАРЖИНСКИЙ

А. Д. ЛЕБЕДЕВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТОВ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В ДОМАШНИХ ЗАДАНИЯХ И ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ**

Электронный архив УГЛТУ

Печатается по рекомендации методической комиссии
факультета МТД. Протокол N от

Редактор Э. П. Панфилов

Подписано в печать 01.07.99 Формат 60 x 84

1 / 16

Плоская печать

Объем **П. л.**

Тираж 50 экз.

Заказ 644

Бесплатно

Редакционно-издательский отдел УГЛТА

Ротопринт УГЛТА

Государственный комитет РФ по высшему образованию

УРАЛЬСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра Охраны труда

А. В. ЗИНИН

В. Н. СТАРЖИНСКИЙ

А. Д. ЛЕБЕДЕВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТОВ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНEDЕЯТЕЛЬНОСТИ
В ДОМАШНИХ ЗАДАНИЯХ И ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТАХ

1. ВВЕДЕНИЕ

С принятием Декларации о независимости в июне 1991 года Россия, сбросив оковы тоталитаризма, встала на путь свободного развития. Впервые русский человек становится хозяином своей земли, своей судьбы. Сегодня каждый человек получил реальную возможность стать в ряды собственников могучего экономического и природного потенциала России. Только бережно сохраняя и приумножая свою долю собственности, свое богатство, богатея самому, можно сохранить и приумножить богатство России, вывести ее в число передовых держав мира. Первостепенное значение для сохранения природных богатств России имеет передача земли в частную собственность. Только при условии, что земля является предметом купли-продажи можно говорить о ее цене, о ее ценности. В эпоху тоталитаризма бесхозные природные богатства России подвергались хищнической эксплуатации и разграблению. Только конкретный собственник заботится о том, чтобы приумножить богатства своей земли и передать их своим детям и внукам. Развитие свободного предпринимательства, положило конец тоталитаризму в сфере труда. На смену государственно-колхозному феодализму с нищенско-уравнительными расценками и примитивными условиями труда, пришел свободный рынок труда, где каждый труженик имеет возможность трудиться и зарабатывать в соответствии со своими способностями, а предприниматель реально заинтересован в создании благоприятных условий для высокопроизводительного труда.

Новые условия ставят новые требования к подготовке специалистов. В процессе учебы необходимо овладеть знаниями и практическими навыками, необходимыми для успешной работы в

условиях рынка. На первое место в оценке готовности специалиста выходят показатели компетентности, умения принимать самостоятельно правильные решения, инициативность, предпринимчивость. В том числе и компетентность в вопросах организации и создания безопасных и комфортных условий условий труда, грамотном решении вопросов экологии.

В данном пособии рассматривается ряд вопросов, которые часто встречаются при выполнении студентами дипломных проектов. К ним относятся вопросы производственной вентиляции, защиты производственных объектов от поражения молнией, и безопасной эксплуатации подъемно-транспортных машин. Подход к решению рассмотренных вопросов проиллюстрирован большим количеством примеров. Для закрепления полученных навыков в приложении 4 даны задачи для самостоятельного решения студентами. Данные, необходимые для выполнения домашних заданий имеются в многочисленных таблицах и графиках пособия, а также в иллюстрирующих примерах.

2. ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ РАСЧЕТЫ

На предприятиях эксплуатации, обслуживания и ремонта машин лесной промышленности выделяются различные виды вредностей, загрязняющих воздушную среду газо-, парообразными и пылеобразными веществами с рассредоточенными и сосредоточенными видами выделения. В связи с этим для проветривания применяются различные системы общеобменной и местной вентиляции.

2.1. Общеобменная вентиляция.

Общеобменная вентиляция применяется для проветривания производственных помещений с рассредоточенными выделением вредностей. Необходимое количество воздуха для общеобменной вентиляции рассчитывается.

2.1.1 По избыточному теплу ($\text{м}^3/\text{ч}$) :

$$L_t = \frac{Q_t}{(t_{уд} - t_{пр}) C p}, \quad (1)$$

где Q_t — теплоизбытки в помещении, кДж/ч;

$t_{уд}$ — температура воздуха, удаляемого из помещения, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{пр}$ — температура приточного воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

C — теплоемкость воздуха, Дж/ $^{\circ}\text{C}$;

p — плотность приточного воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$.

$t_{уд}$ можно определить:

$$t_{уд} = t_{p.z} + K (h - 2), \quad (2)$$

где $t_{p.z}$ — температура воздуха в рабочей зоне, $^{\circ}\text{C}$;

K — коэффициент увеличения температуры по высоте для горячих цехов: $K = 1\dots 1,5$;

h — расстояние от пола до центра вытяжных фрамуг, м;

2 — высота рабочей зоны, м.

Тепловыделение от нагревательных печей можно определить:

$$Q_t' = n F K (t_{вн.п} - t_{отд}), \quad (3)$$

где n — число печей;

F — площадь тепловыделяющей поверхности печи, м^2 ;

$t_{вн.п}$ — температура внутри печи, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{отд}$ — температура воздуха в отделении, $^{\circ}\text{C}$;

K — коэффициент теплоотдачи стенок печи;

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{b_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{b_n}{\lambda_n}}, \quad (4)$$

где λ_i – коэффициент теплопроизводительности слоев стенок печи, $\text{Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

α_i – коэффициенты теплоотдачи соответственно на внутренних и наружных поверхностях стенок печи, $\text{Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$;

b_i – толщина слоев стенок печи, м.

Тепловыделение от остывающего металла Q_t'' Вт равно:

$$Q_t'' = n M_m C_m (t_{\text{нач}} - t_{\text{кон}}), \quad (5)$$

где n – число печей;

M_m – масса остывающего металла за 1 час, кг;

C_m – средняя теплоемкость остывающего металла, $\text{кДж}/\text{кг} \text{ } ^\circ\text{C}$;

$t_{\text{нач}}$, $t_{\text{кон}}$ – соответственно температура остывающего металла, $^\circ\text{C}$.

Пример. В термическом отделении установлено 2 печи: $n = 2$; объем помещения 4500 м^3 ; $F = 6 \text{ м}^2$; $t_{\text{вн.п}} = 1020 \text{ } ^\circ\text{C}$; $t_{\text{отд}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$; $a_1 = 11,63 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$; $a_2 = 8,7 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$; $b_1 = 250 \text{ мм}$ (в один шамотный кирпич); $b_2 = 120 \text{ мм}$ (полкирпича строительного), $b_3 = 3 \text{ мм}$ (коужух печи из мягкой стали); $\lambda_1 = 0,8$; $\lambda_2 = 1,0$; $\lambda_3 = 7,0 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$; производительность каждой печи $M_m = 500 \text{ кг}/\text{ч}$; 20% металла остывает до температуры $30 \text{ } ^\circ\text{C}$, 80% металла остывает до температуры $100 \text{ } ^\circ\text{C}$; $C_m = 0,46 \text{ кДж}/\text{кг} \text{ } ^\circ\text{C}$; температура наружного воздуха $t_{\text{нар}} = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$. Расчитать необходимое количество воздуха для удаления избытка тепла.

Решение. По формуле (4) расчитываем коэффициент теплопередачи K :

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{b_1}{\lambda_1} + \frac{b_2}{\lambda_2} + \frac{b_3}{\lambda_3}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{11,63} + \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,8} + \frac{0,12}{1,0} + \frac{0,003}{7,0}} = 1,57 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}.$$

Тепловыделение от печей определим по формуле (3):

$$Q_t' = n F K (t_{\text{вн.п}} - t_{\text{отд}}) = 2 * 6 * 1,57 (1020 - 20) = \\ = 18840 \text{ Вт}.$$

Электронный архив УГЛТУ

Определим тепловыделение от остывающего металла по формуле (5):

$$Q_t'' = \pi M_m C_m (t_{\text{нач}} - t_{\text{кон}}) = \\ = 2 * 500 * 0,8 * 0,46 (1020 - 100) + 2 * 500 * 0,2 * 0,46 * \\ * (1020 - 30) = 338560 + 91080 = 429640 \text{ Вт.}$$

Общее количество тепла, выделяющееся от печи и остывающего металла составит

$$Q_t = 18840 + 429640 = 448480 \text{ Вт.}$$

Количество воздуха, необходимое для удаления тепла равно:

$$L_t = \frac{Q_t}{(t_{\text{отд}} - t_{\text{нар}}) C_p} = \frac{(20 - 18) * 0,992 * 1,222}{= 184560 \text{ м}^3/\text{ч.}}$$

2.1.2. По выделению газов и паров вредных веществ (м/ч):

$$L_g = \frac{Q_g}{C_{\text{ПДК}} - C_{\text{пост}}}, \quad (6)$$

где Q_g – количество выделяющихся вредностей, мг/ч;

$C_{\text{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация вредности, мг/м³

$C_{\text{пост}}$ – концентрация вредности в поступающем воздухе, мг/м³ (не более 30% от $C_{\text{ПДК}}$);

Масса газов (паров) Q_g , г/ч, выделяющихся в помещении, определяется:

при покраске

$$Q_g = \frac{Gq}{100} F, \quad (7)$$

где G – расход лака или краски, г/м²;

q – содержание летучих растворителей в лаке или в краске, выделяющихся при испарении, %;

F – площадь поверхности покраски, м²/ч.

Пример. В малярном отделении окрашивается 120 м² поверхности автомобилей. Расход растворителя, состоящего из 90% уайт-спирита и 10% бутилового спирта, 80 г на 1 м². Уайт-спирита испаряется 20% и бутилового спирта – 30%.

Определить требуемое количество воздуха.

Решение. Определяем по формуле (7) количество выделяющегося уайт-спирита:

$$G' = \frac{80 * 0,9 * 20}{100} * 120 = 1728 \text{ г/ч} = 1728000 \text{ мг/ч}$$

и количество выделяющегося бутилового спирта:

$$G'' = \frac{80 * 0,1 * 30}{100} * 120 = 288 \text{ г/ч} = 288000 \text{ мг/ч.}$$

Необходимое количество воздуха определим по формуле (6):

$$\text{для уайт-спирита } L_r' = \frac{172800}{300 - 0} = 5760 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\text{для бутилового спирта } L_r'' = \frac{288000}{10 - 0} = 28800 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Поскольку уайт-спирит и бутиловый спирт не обладают односторонним действием, принимаем потребное количество воздуха L_r по бутиловому спирту, т.е. $L_r = 28800 \text{ м}^3/\text{ч.}$

При эксплуатации двигателя

Количество окиси углерода CO, кг/ч, при работе карбюраторных двигателей G определяется:

$$G = 15 B \frac{P}{100}, \quad (8)$$

где B – расход топлива при скорости 5 км/ч, равный:

$$B = 0,6 + 0,8 V, \text{ кг/ч} \quad (9)$$

где V – рабочий объем цилиндров двигателя, л;

P – содержание CO в выхлопных газах, % (при движении автомобиля в цехе $P=4\%$ и при разогреве и выезде из гаража $P=5..6\%$).

При этилированном бензине содержание CO увеличивается на 30%.

Таким образом, при работе различных моделей карбюраторных двигателей количество необходимого воздуха согласно формуле 6 равно:

$$L_r = \frac{10^6}{60 (C_{\text{ПДК}} - C_{\text{пост}})} (G_1 t_1 n_1 + G_2 t_2 n_2 + \dots + G_n t_n n_n), \quad (10)$$

где G_i – количество CO в выхлопных газах различных групп двигателей, кг/ч;

t_i – время работы двигателей, мин;

n_i – число работающих двигателей каждой группы.

При работе дизельных двигателей количество окиси углерода, окислов азота и альдегидов определяется (кг/ч):

$$G = (160 + 13.5 V) \frac{P}{100}, \quad (11)$$

где Р - содержание соответствующего вредного вещества в отработанных газах, % (табл.1).

Режим работы	Окись углерода	Окислы азота	Альдегиды
Разогрев двигателя	0,071	0,007	0,051
Выезд из помещения и рейсы по помещению	0,054	0,669	0,037
Въезд в помещение	0,044	0,009	0,020

При работе автомобилей с дизельным двигателем количество воздуха для проветривания следует принимать, суммируя объемы воздуха, необходимые для разбавления отдельно окиси углерода, окислов азота и альдегидов до санитарных норм, т.е. формула (6) примет вид:

$$L_r = \frac{10^6}{60} t_n \left(\frac{G_{CO}}{C_{CO_ПДК_Спост}} + \frac{G_{ок.аз}}{C_{ок.аз_ПДК_Спост}} + \frac{G_{альд}}{C_{альд_ПДК_Спост}} \right), \quad (12)$$

где G_{CO} - соответственно количество окиси углерода,

$G_{ок.угл}$ - окислов азота и альдегидов, выделяющихся

$G_{альд}$ - за один час, кг/ч;

$C_{CO_ПДК}$ - соответственно ПДК окиси углерода, окислов азота и альдегидов, мг/ m^3 ;

$C_{ок.аз_ПДК}$

$C_{альд_ПДК}$ - число работающих двигателей;

t - время работы двигателей, мин.

Выезд и въезд может быть равномерным и неравномерным. В случае равномерного выезда и въезда все расчеты относят к средней величине выделений за наиболее напряженный час работы, т.е. n - это число машин выезжающих за час. При неравномерном же выезде и въезде автомобилей величина

выделения газа принимается в наиболее напряженные 20 мин, т.е. в формулах (10), (12) необходимо подставлять количество машин за эти 20 мин и вместо 60 в знаменатель подставлять 20.

Пример. Определить воздухообмен при выезде машин из зоны хранения. Выезд неравномерный. Максимальное число машин в течение 1 часа составляет 47, и выезд распределяется следующим образом:

Время выезда, мин	Количество машин			
	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131	"Урал"	МАЗ-509
0,0..5,0	1	1	1	-
5..10	1	1	1	1
10..15	1	1	1	1
15..20	-	1	1	-
20..25	1	-	1	-
25..30	1	1	1	1
30..35	2	1	1	-
35..40	1	1	1	1
40..45	2	2	2	-
45..50	1	1	2	-
50..55	2	2	3	1
55..60	1	1	-	-

Решение. Рабочий объем цилиндров двигателей автомобилей равен: ЗИЛ-130 и ЗИЛ-131 6 л, "Урал" 7 л, МАЗ-509 11,15 л.

Определяем расход топлива при работе карбюраторных двигателей по формуле (9):

двигателей ЗИЛ-130 и ЗИЛ-131

$$B = 0,6 + 0,8V = 0,6 + 0,8 * 6,0 = 5,4 \text{ кг/ч};$$

двигателей "Урала"

$$B = 0,6 + 0,8V = 0,6 + 0,8 * 7,0 = 6,2 \text{ кг/ч}.$$

Определяем количество вредностей от машин с карбюраторным двигателем:

$$\text{ЗИЛ } G = 15 \frac{B}{100} = 15 * \frac{5,4}{100} = 4,86 \text{ кг/ч};$$

$$\text{"Урал" } G = 15 * \frac{6,2}{100} = 5,58 \text{ кг/ч}.$$

Определяем количество вредностей при работе двигателя МАЗ-509:

окиси углерода

$$G_{CO} = (160 + 13,5V) \frac{P_{CO}}{100} = (160 + 13,5 * 11,15) * \frac{0,054}{100} =$$

= 0,17 кг/ч;

окислов азота

$$G_{ок.аз} = (160 + 13,5 * 11,15) \frac{0,669}{100} = 2,07 \text{ кг/ч};$$

альдегидов

$$G_{альд} = (160 + 13,5 * 11,15) \frac{0,087}{100} = 0,11 \text{ кг/ч.}$$

Принимаем продолжительность работы двигателя при выезде 5 мин и в силу неравномерности выезда ведем расчет на наиболее напряженный период с 35 до 55 мин (20 мин). В это время выезжают ЗИЛ-130 и ЗИЛ-131 12 машин; "Урал" 8 машин; МАЗ-509 2 машины.

Предельно допустимые концентрации согласно ГОСТ 12.1.005-86: окислы азота ПДК=5 мг/м³; альдегиды ПДК=0,2 мг/м³; окись углерода – при длительности работы не более 15 мин ПДК=200 мг/м³.

Приняв содержание вредности в поступающем в помещение воздухе $C_{пост}=0$ и зная, что время работы всех машин при выезде равно 5 мин, определяем количество воздуха по формулам (10) и (12):

$$L_r = \frac{10^6 t}{20 C_{ПДК}} (G_1 + G_2) + \frac{10^6 t_n}{20} (\frac{G_{CO}}{C_{ПДК}} + \frac{G_{ок.аз}}{C_{ок.аз}} + \frac{G_{альд}}{C_{альд}}) =$$

$$= \frac{10^6 * 5}{20 * 200} * (4,86 * 12 + 5,58 * 8) + \frac{10^6}{20} * 5 * 2 *$$

$$* (\frac{0,17}{200} + \frac{2,07}{5} + \frac{0,13}{0,2}) = 128700 + 482400 = 611100 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

При общеобменной вентиляции приточный воздух следует подавать в рабочую зону и рабочие смотровые канавы, а вытяжку производить из верхней зоны над постами и торцами проточных линий.

В смотровые канавы следует подавать не менее 125 м³/ч на 1 м канавы с выпуском воздуха под углом 45° к плоскости пола канавы, со скоростью 2,0...2,5 м/с.

2.2. МЕСТНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

Местная вентиляция служит для удаления вредных газов, влаги, пыли и тепла в отделениях выпарки и мойки деталей, в аккумуляторном, термическом, гальваническом, кузнечном и сварочных цехах, малярном и других отделениях.

По конструкции местные отсосы подразделяются на полностью закрытые, полузакрытые и открытые. Виды применяемой местной вентиляции приведены в табл. 2.

Таблица 2

Отделение, рабочее место	Вид местной вентиляции
<u>Карбюраторное</u>	
Промывка карбюраторов	Работа в вытяжных шкафах с верхним и нижним отсосами
Разборка, проверка карбюраторов, приготовление контрольных смесей, определение октановых чисел бензина	Вытяжные шкафы и укрытия
<u>Аккумулярное</u>	
Зарядка в общем помещении	На стеллажах закрытого типа заключенных в вытяжные шкафы
Зарядка в специальном помещении	Щелевые отсосы
Кислотное помещение	У ванн для слива и приготовления электролита — панели равномерного всасывания
Ремонт аккумуляторов, плавка свинца, ванны для выщелачивания и окисления сепараторов, верстаки сборки и разборки аккумуляторов, печи для разогревания мастики	Вытяжные шкафы, щелевые отсосы и панели
<u>Шиноремонтное</u>	
Шерховальные станки	Укрытия
Верстаки для намазки клея	Щелевые отсосы
Сушка материалов	Вытяжные шкафы
<u>Сварочное</u>	
В отдельном помещении	Панели равномерного всасывания

Окончание табл. 2

Отделение, рабочее место	Вид местной вентиляции
В общем помещении	При деталях до 1 м столы для сварки следует помещать в кабины
<u>Медицинское</u>	
Очистка радиаторов от накипи с помостью установок	В вытяжных шкафах
Верстаки для ремонта	Панели равномерного всасывания
Лужение и заливка подшипников	Вытяжные шкафы
<u>Гальваническое</u>	
Гальванические ванны и ванны травления	Бортовые отсосы и активированные бортовые отсосы
<u>Кузнечно-рессорное</u>	
Кузнечные горны, печи для закалки, отжига и цементации деталей и рессор	Вытяжные зонты, зонты-кошырьки
Закалочные ванны	Кольцевые отсосы
<u>Малярное</u>	
Столы малярные и столы для приготовления красок	Панели равномерного всасывания

Скорость движения воздуха в проемах вытяжных шкафов, укрытий, щелевых отсосов и панелей принимается от 0,5 до 2,5 м/с.

Ниже приводятся расчеты основных типов местных отсосов.

2.2.1. Вытяжные шкафы и укрытия

При отсутствии тепловыделения объем удаляемого из шкафа или укрытия за 1 час воздуха определяется (м^3):

$$L = 3600 F v, \quad (13)$$

где F — площадь открытых проемов, м^2 ;

v — скорость движения воздуха, м/с.

Пример. Зарядка аккумуляторов происходит в укрытии с площадью проемов и неплотностей $F=3 \text{ м}^2$; скорость воздуха в проемах $v=0,5 \text{ м/с}$; Кроме того в помещении расходуется 10 г серной кислоты, которая в виде паров поступает в воздух помещения. Определить необходимый воздухообмен.

Решение. Определяем количество воздуха, удаляемого из-под укрытия,

$$L = 3600 F v = 3600 * 3 * 0,5 = 5400 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определяем количество воздуха, необходимое для разбавления паров серной кислоты, по формуле (6):

$$L_r = \frac{10000}{1 - 0} = 10000 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Целесообразно не организовывать дополнительный отсос воздуха из помещения для удаления паров кислоты, а увеличить количество воздуха, удаляемого из-под укрытия, т.е. удалять из-под укрытия 10000 м³/ч.

2.2.2. Бортовые отсосы

Бортовые отсосы применяются в цехах металлопокрытий для улавливания временных паро-, влаго- и газовыделений с поверхности растворов в ваннах.

Эффективность улавливания и удаления вредных выделений бортовыми отсосами определяется расходом удаляемого отсасываемого воздуха и конструкцией местных отсосов.

По конструктивному исполнению бортовые отсосы подразделяются на: однобортные, когда щель отсоса расположена вдоль одной из длинных сторон ванны; двубортные, когда щели расположены у двух противоположных сторон.

Бортовой отсос называется простым при расположении щелей в вертикальной плоскости, и опрокинутым – при расположении щелей горизонтально в плоскости, паралельной зеркалу ванны. На рис. 16,в приведены схемы бортовых отсосов.

Расход воздуха, удаляемого бортовыми отсосами всех типов с поверхности раствора ванны, зависит от конструкции отсосов, ширины ванны (B, м), температуры раствора в ванне (t_B , °C), разности температур раствора в ванне и воздуха в помещении ($\Delta t = t_B - t_{\text{пом}}$, °C) и токсичности вредных веществ раствора.

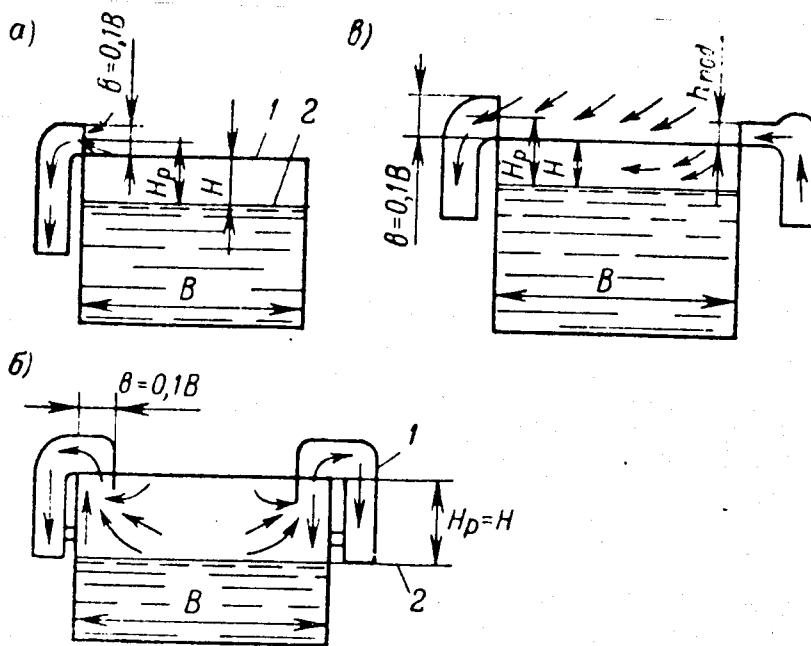


Рис. 1.. Бортовые отсосы гальванических ванн:

а) простой однобортовой; б) опрокинутый двубортовой; в) простой однобортовой с поддувом;

1 – уровень ванны; 2 – уровень поверхности жидкости в ванне; b – ширина щелевого отсоса; B – ширина ванны; H – глубина уровня раствора в ванне; H_p – расчетное расстояние от поверхности раствора до оси щели.

Расход воздуха (L , $\text{м}^3/\text{ч}$), удаляемого одно- и двухбортовыми отсосами определяется по формулам:
без поддува

$$L = 1400 \left(0,53 \frac{B_p}{B_p + 1} + H_p \right)^{1/3} B_p l K_1 K_{\Delta t} K_T; \quad (14)$$

с поддувом

$$L = 1200 B_p^{3/2} l K_1 K_{\Delta t} K_T; \quad (15)$$

где B_p – расчетная ширина ванны, м; $B_p = B$ для простых двубортовых и однобортовых отсосов; $B_p = B - b$ для опрокинутых однобортовых отсосов; $B_p = B - 2b$ для опрокинутых двубортовых отсосов, где b – ширина (высота) щели отсоса;

l – длина ванны, м;

H_p - расчетное расстояние от поверхности раствора (зеркала электролита) до оси щели, м: для опрокинутых однобортовых отсосов с горизонтальной щелью всасывания $H_p = H$, для простых одно- и двубортовых отсосов с вертикальной щелью всасывания $H_p = H + 0,5 b$.

где H - глубина уровня раствора в ванне;

K_1 - коэффициент учета конструкции отсосов: $K_1=1$ для двубортового отсоса без поддува и однобортового отсоса с поддувом; $K_1=1,8$ для однобортового отсоса без поддува; $K_1=0,7$ для двубортового отсоса с поддувом;

$K_{\text{дт}}$ - коэффициент учета температуры электролита (принимается по табл.1 приложения 1);

K_T - коэффициент учета токсичности вредных веществ, выделяющихся с поверхности электролита в ванне: принимается для отсосов с поддувом во всех случаях $K_T = 1$, а для отсосов без поддува - по табл.2 приложения 1.

По конструктивным и технологическим соображениям длина ванны принимается от 800 до 2000 мм и более, ширина ванны от 600 до 1200 мм, ширина (высота) всасывающего отверстия (щели) от 60 до 120 мм, т.е. $b = 0,1 B$.

В целях экономии расхода воздуха, удаляемого отсосом, глубина уровня раствора в ванне H для одно- и двубортовых опрокинутых и однобортовых простых отсосов должна приниматься не более 120..200 мм, для двубортовых простых отсосов не более 80..100 мм.

Пример. Подобрать тип наиболее эффективного бортового отсоса и рассчитать объемный расход воздуха, удаляемого бортовым отсосом от ванны обезжиривания, при следующих исходных данных: ширина ванны $B = 0,6 \text{ м}$; длина ванны $l = 1,2 \text{ м}$; температура раствора в ванне $t_v = 80^\circ\text{C}$; температура воздуха в помещении $t_{\text{пом}} = +20^\circ\text{C}$; глубина уровня раствора в ванне $H_p = 200 \text{ мм}$; ширина (высота) щелевого отсоса $b = 60 \text{ мм}$.

Решения.

1 вариант. Определить объемный расход воздуха, удаляемого простым однобортовым отсосом.

Без поддува

$$L = 1400 (0,53 \frac{B_p}{B_p + 1} + H_p)^{1/3} B_p l K_1 K_{\Delta t} k_T.$$

Расчетная ширина ванны $B_p = B = 0,6$ м; расчетное расстояние от поверхности раствора до оси щели

$$H_p = H + 0,5 b = 0,23 \text{ м}; K_1 = 1,8.$$

По табл. 1 находим коэффициент $K_{\Delta t}$ при разности температур раствора и воздуха $\Delta t = t_b - t_{\text{пом}} = 60^\circ\text{C}$; $K_t = 1,94$.

$$\text{По табл. 2 } K_T = 1,6.$$

Тогда

$$L = 1400 (0,53 \frac{0,6 * 1,2}{0,6 + 1,2} + 0,23)^{1/3} * 0,6 * 1,2 * 1,94 * 1,6 = \\ = 4280 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

С поддувом

$$L = 1200 B_p^{3/2} l K_1 K_{\Delta t} K_T = 1250 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$K_t = 1$ – для однобортового отсоса с поддувом $K_{\Delta t} = 1,18$ при $t = 60^\circ\text{C}$.

2 вариант. Определить объемный расход воздуха, удаляемого опрокинутым однобортовым отсосом.

Без поддува.

$$L = 1400 (0,53 \frac{B_p}{B_p + 1} + H_p)^{1/3} B_p l K_1 K_t K_T = 3750 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчетная ширина ванны $B_p = B - b = 0,6 - 0,06 = 0,54$ м.

Расчетное расстояние от поверхности раствора до оси щели $H_p = H = 0,2$ м. Коэффициент $K_1 = 1,8$. Коэффициенты $K_{\Delta t}$; K_T находят по табл. 1 и 2 приложения 1: $K_{\Delta t} = 1,94$; $K_T = 1,6$.

С поддувом

$$L = 1200 B_p^{3/2} l K_1 K_{\Delta t} K_T = 1087 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$K_t = 1,0$ – для однобортового отсоса с поддувом; $K_{\Delta t} = 1,18$.

3 вариант. Определить объемный расход воздуха, удаляемого простым двубортовым отсосом.

без поддува

$$L = 1400 (0,53 \frac{0,6 * 1,2}{0,6 + 1,2} + 0,23)^{1/3} * 0,6 * 1,2 * 1,0 * 1,94 * 1,6 =$$

= 2378 м³/ч.

$K_1 = 1,0$ – для двубортового отсоса без поддува; $K_{\Delta t} = 1,94$;
 $K_T = 1,6$.

С поддувом

$$L = 1200 B_p^{3/2} 1 K_1 K_{\Delta t} K_T = 1200 * 0,6^{3/2} * 1,8 * 1,6 = \\ = 875 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$K_1 = 0,7$ – для двубортового отсоса с поддувом; $K_{\Delta t} = 1,18$.
 $K_T = 1,6$.

4 вариант. Определить объемный расход воздуха, удаляемого опрокинутым двубортовым отсосом.

Без поддува.

$$L = 1400 (0,53 \frac{0,48*1,2}{0,48+1,2} + 0,2)^{1/3} * 0,48 * 1,2 * 1,0 * 1,94 * 1,6 = \\ = 1802 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчетная ширина ванны $B_p = B - 2 b = 0,6 - 0,12 = 0,48 \text{ м}$

Расчетное расстояние от поверхности раствора до оси щели $H_p = H = 0,2 \text{ м}$; $K_1 = 1,0$ – для двубортового отсоса без поддува; $K_{\Delta t} = 1,94$; $K_T = 1,6$.

С поддувом

$$L = 1200 B_p^{3/2} 1 K_1 K_{\Delta t} K_T = 1200 * 0,48^{3/2} * 1,2 * 1,7 * \\ * 1,18 * 1,6 = 628 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$K_1 = 0,7$ – для двубортового отсоса с поддувом; $K_{\Delta t} = 1,18$.
 $K_T = 1,6$.

Таким образом, наименьший расход удаляемого воздуха возможен при оборудовании ванн обезжиривания простым или опрокинутым двубортовым отсосом с поддувом.

2.2.3. Кольцевые отсосы

Кольцевыми отсосами оборудуются круглые тепловые ванны, шахтные термические печи и другие источники вредных выделений. Применяются кольцевые отсосы со щелью у верхней кромки ванны (рис. 2а) и со щелью, опущенной в ванну (рис. 2б).

Кольцевые отсосы рассчитываются по методике ВЦНИИ охраны труда (г. Ленинград).

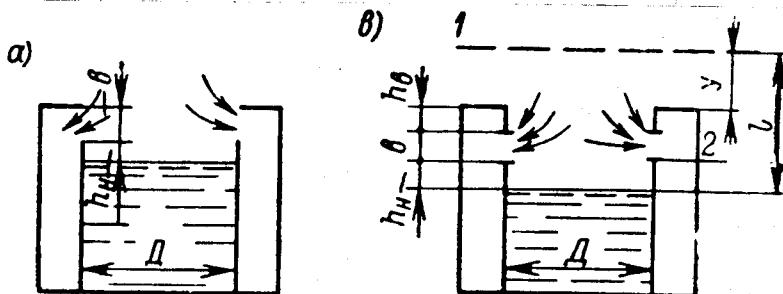


Рис. 2. Схемы кольцевых отсосов:

а - щель у верхней кромки ванны; б - щель опущена в ванну;

1 - граница подъема спектра вредных выделений; 2 - уровень борта ванны; h_1 и h_b - размеры щелевого отсоса; b - ширина щелевого отсоса; D - внутренний диаметр источника вредного выделения; u - допустимая высота подъема спектра вредных выделений над верхней кромкой отсоса.

Расход воздуха, удаляемого кольцевой щелью от нагретой ванны или другого нагреватого источника вредных выделений, определяются количеством воздуха, поднимающегося в тепловом потоке над ванной (источником). Расход воздуха зависит от допустимой высоты подъема спектра вредных выделений над верхней кромкой отсоса (см. рис. 2б) и от отношения условного расстояния H , м, к внутреннему диаметру D , м, источника вредных выделений, т.е. от $H' = H/D$.

При применении кольцевого отсоса по схеме (рис. 2а) величиной, характеризующей подтекающий поток воздуха, является h_N - глубина уровня раствора, а при применении кольцевого отсоса по схеме (рис. 2б) величиной, характеризующей вертикальный поток, является h_b - заглубление верхней кромки щели.

Размер щели (щелевого отсоса) b практически не оказывает влияния на подтекающий поток воздуха; с увеличением h_N скорость вертикального потока возрастает.

В качестве геометрического параметра, характеризующего распределение скоростей в вертикальном потоке, принимается относительная высота

$$H' = H/D,$$

(16)

где H – условное расстояние, м;

D – внутренний диаметр источника вредных выделений, м.

При наличии над верхней кромкой щели кольцевого отсоса бортика высотой h_b (рис.2б) условное расстояние

$$H = 2 h_b + 0,5 (h_H + b). \quad (17)$$

При отсутствии бортика (рис.2а)

$$H = h_H + 0,5b \quad (18)$$

С увеличением величины H' скорость в вертикальном потоке увеличивается, что повышает эффективность и устойчивость работы кольцевого отсоса.

Объемный расход воздуха, отсасываемого кольцевым бортовым отсосом (L , $\text{м}^3/\text{ч}$), определяется по формуле

$$L_{\text{отс}} = 155 K \sqrt[3]{Q F^2 l}, \quad (19)$$

где K – коэффициент, являющийся функцией отношений $Y' = Y/D$ и $H' = H/D$, находится по графику рис.4;

Q – количество конвективного тепла, выделяемого источником, ккал/ч или Вт;

F – площадь поверхности источника вредных выделений, м^2 ;

l – максимальная высота подъема спектра вредных выделений над поверхностью жидкости в ванне, м;

$$l = h_H + b + h_b + y \quad (\text{см.рис 2 б}). \quad (20)$$

Количество конвективного тепла в тепловом потоке (Q , Вт) определяется по формуле

$$Q = \alpha F \Delta t_{\text{пов}}, \quad (21)$$

где α – коэффициент теплоотдачи, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{K}$;

$$\alpha = 3,26 \sqrt[4]{\Delta t_{\text{пов}}}$$

F – площадь поверхности источника вредных выделений, м^2 ;
 $\Delta t_{\text{пов}} = t_b - t_{\text{пом}}$ – избыточная температура поверхности источника вредных выделений (определяется как разность температуры воды в ванне t_b и температуры воздуха в помещении $t_{\text{пом}}$, $^{\circ}\text{C}$).

При расчете в зависимости от конкретных условий необходимо задаться значениями $Y' = Y/D$ и $H' = H/D$. Допускаемая относительная высота подъема спектра вредных выделений над верхней кромкой кольцевой щели $Y' = Y/D$ определяется исходя из токсичности веществ, содержащихся в потоке нагревого воздуха. Величина Y' принимается в пределах 0..0,15 м, а при наличии в тепловом потоке вредных веществ с ПДК, равной 0,1 мг/м³, $Y' < 0$.

При расположении щелевого отсоса по схеме рис. 2б значение H определяется по формуле

$$H = 2 h_B + 0,5 (h_H + b),$$

а схеме рис. 2а – по формуле

$$H = h_H + 0,5 b.$$

Величины h_H , h_B и b выбираются, исходя из конструктивных и технологических соображений. Рекомендуется принимать $h' = h_H/D > 0,054$; $h_B > 2 b$. Относительная высота щели $b' = b/D$ принимается в пределах 0,04..0,16.

Если закалочные ванны и шахтные термические печи заключены в кожухи и отсасывающий воздуховод присоединен снизу с одной стороны (рис. 3а), то равномерность всасывания по длине щели обеспечивается при ее относительной высоте $b/D < 0,04$. Если отсасывающий воздуховод присоединен с двух сторон (рис. 3а), то выравнивание потока при всасывании возможно при $b/D = 0,16$. Практически приемлемой относительной высотой щели следует считать $b' = b/D < 0,08$.

При присоединении отсасывающего воздуховода в верхней части кожуха на одной отметке с кольцевым отсосом (рис. 3б) наблюдается большая неравномерность скоростей всасывания по периметру щели. При этом практически допустимой считается величина $b/D < 0,08$.

Для предотвращения охлаждения поверхности источника вредных выделений подтекающим воздухом принимается $h_H < 2 b$. Заглубление верхней кромки щели h_B (рис. 2б) по условиям технологического процесса должно быть возможно большим.

При расчете кольцевых отсосов определяется расход воздуха, который необходимо удалять для предотвращения прорыва вредных выделений в рабочую зону помещения. Для

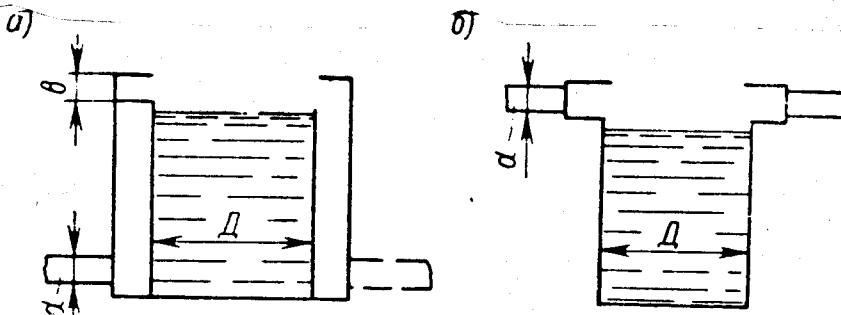


Рис. 3. Схемы присоединения отсасывающих воздуховодов к тепловым источникам вредных выделений:
а - присоединение воздуховодов в нижней части кожуха; б - присоединение воздуховодов в верхней части кожуха на одной отметке с кольцевым отсосом.

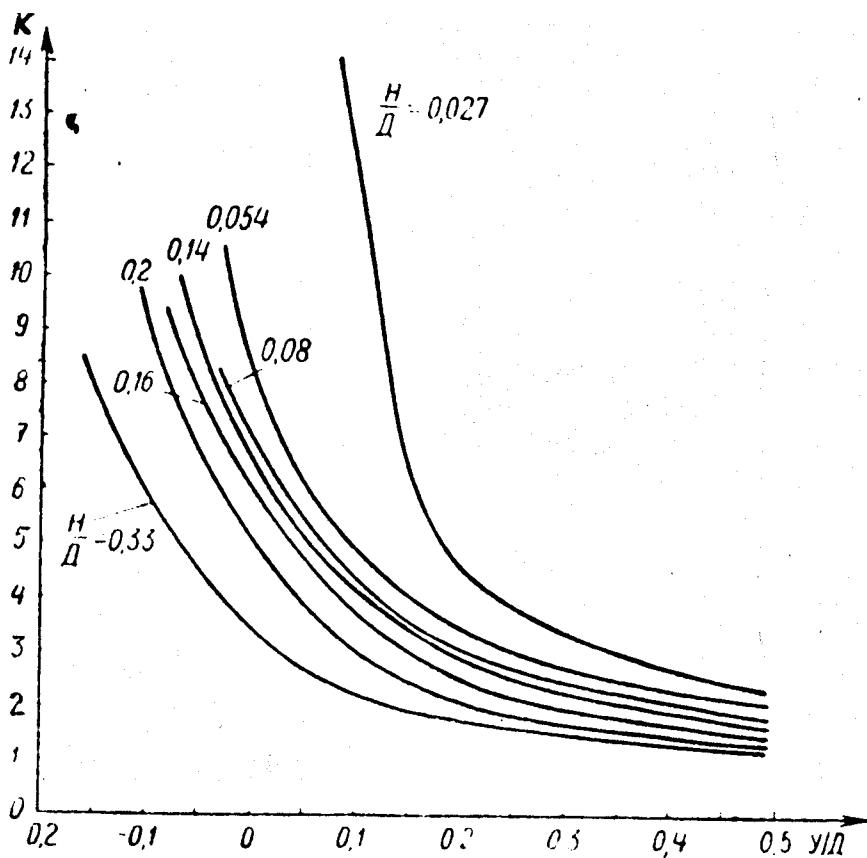


Рис. 4. График для расчета кольцевых отсосов

расчета пользуются графиком (рис. 4), где дана зависимость относительного расхода отсасываемого воздуха $K = L_{отс} / L_{конв}$ от относительной высоты подъема теплового потока (спектра вредных выделений) $Y' = Y/D$ и от определяющего геометрического параметра кольцевого отсоса $H' = H/D$.

Коэффициент K определяется как отношение $L_{отс}$ к $L_{конв}$, где $L_{отс}$ - объемный расход воздуха, отсасываемого кольцевым

отсосом, м³/час; L_{конв} – объемный расход воздуха в тепловом потоке, поднижающемся над поверхностью ванны или печи, м³/ч.

Зная K=L_{отс}/L_{конв} и L_{отс}, можно определить L_{конв}.

Пример. Определить объемный расход воздуха, отсасываемого кольцевым отсосом с поверхности закалочной ванны, при следующих исходных данных: температура воды в ванне t_в = 120°C; температура воздуха в помещении t_{пом} = +20°C; кольцевая щель опущена в ванну (схема рис.2б); диаметр ванны D = 1500 мм; высота щели b = 60 мм; заглубление верхней кромки щели h_в = 190 мм; глубина уровня раствора h_н = 150 мм; допустимая высота (граница) подъема спектра вредных выделений y=0,15 м; скорость движения воздуха в помещении 0,1 м/с.

Решение. Количество конвективного тепла в воздушном потоке

$$q = a F \Delta t = 10,3 * 1,77 * 100 = 1820 \text{ Вт.}$$

Здесь коэффициент теплоотдачи

$$a=3,26 \sqrt[4]{120-20} = 10,3 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ К.}$$

Площадь зеркала ванны

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 * 1,5^2}{4} = 1,77 \text{ м}^2.$$

$\Delta t = 120 - 20 = 100^\circ\text{C}$ – избыточная температура источника вредных выделений.

Максимальная высота подъема спектра вредных выделений над поверхностью воды в ванне

$$l = h_n + b + h_v + y = 0,15 + 0,06 + 0,19 + 0,1 = 0,5 \text{ м.}$$

$$\text{при } y' = \frac{y}{D} = \frac{0,15}{1,5} = 0,1$$

$$\text{и } H' = \frac{H}{D} = \frac{2 h_v + 0,5 (h_n + b)}{D} = \frac{2*0,19+0,5(0,15+0,06)}{1,5} = 0,33$$

По графику рис. 4 находим коэффициент K=2,2.

Объемный расход воздуха, отсасываемого кольцевым отсосом,

$$L_{\text{отс}} = 155 * 2,2 * \sqrt[3]{1820 * 1,77^2 * 0,5} = 4840 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

2.2.4. Активированные отсосы

Активированные отсосы представляют собой простые однобортовые отсосы, активированные приточными плоскими струями и панельные отсосы, активированные приточными компактными струями.

Бортовой отсос, активированный приточными плоскими струями, вытекающими из щелей (рис. 5а). Панельный отсос с высокорасположенным всасывающим отверстием можно активировать компактными струями (рис. 5б). Вытяжной зонт активируют поддувом по периметру (рис. 5в).

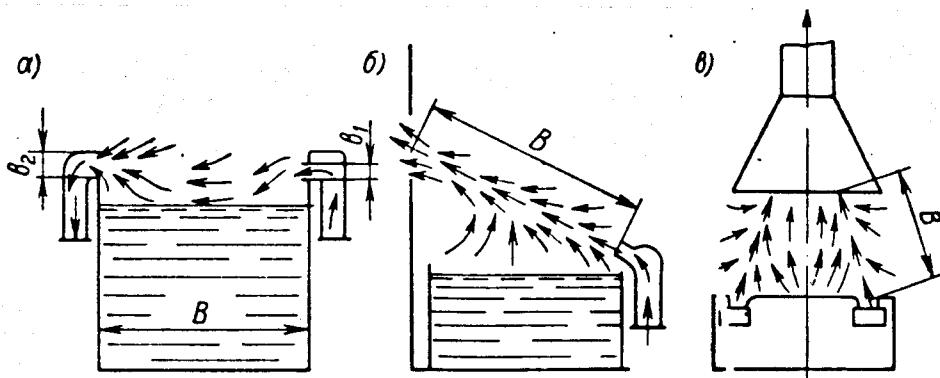


Рис. 5. Схемы местных отсосов, активированных поддувом: а - однобортовой со сдувом плоской струей; б - панельный со сдувом компактной струей; в - вытяжной зонт с поддувом по периметру.

Приточная струя должна проходить в зоне вредных выделений и, захватывая окружающий воздух, должна направляться к центру всасывающего отверстия. При этом расход отсасываемого воздуха должен превышать расход воздуха, поступающего с приточной струей. Скорость на оси воздушного потока в критическом сечении, где влияние приточной струи уже ослаблено, а действие отсоса еще невелико, должна быть в пределах 1..2 м/с. Ширина приточной щели b_1 не должна быть меньше 5 мм, а щели бортового отсоса b_2 - меньше 50 мм.

Скорость выхода приточного воздуха при активированных отсосах принимается не более 10 м/с во избежание

образования волн на поверхности жидкости в ванне.

Ниже приводятся основные формулы для расчета активированных местных отсосов – отсосов щелевидной формы с поддувом из щели приточной струи, полуограниченной (ограниченной с одной стороны) поверхностями (рис.5а).

$$x_{kp} = 0,875 B, \quad (22)$$

где x_{kp} – расстояние от приточного отверстия до критического сечения, м;

B – ширина ванны или расстояние между приточными и вытяжными отверстиями (щелями), м.

Ширина приточной щели b_1 и всасывающей щели b_2 определяется по формулам:

$$b_1 = 0,66 B \left(\frac{v_{min}}{v_1} \right)^2; \quad (23)$$

$$b_2 = 0,101 B \left(\frac{v_{min}}{v_2} \right), \quad (24)$$

где B – ширина ванны или расстояние между приточными и вытяжными отверстиями (щелями), м;

v_{min} – осевая скорость приточной струи в критическом сечении (принимается равной 1..2 м/с);

v_1 – средняя скорость движения воздуха в приточном отверстии (щели), принимается не более 10 м/с;

v_2 – средняя скорость движения воздуха во всасывающей щели (принимается в пределах 2..3 v_{min}), м/с.

Расход приточного воздуха (L_1 , $m^3/ч$) и отсасываемого (L_2 , $m^3/ч$) воздуха:

$$L_1 = 236 B l \frac{v_{min}}{v_1}; \quad (25)$$

$$L_2 = 364 B l v_{min}, \quad (26)$$

где B – ширина ванны, м;

l – длина приточной и вытяжной щели (длина ванны), м.

Пример. Рассчитать активированный бортовой отсос (рис.5а) для ванны травления с температурой раствора +40°C. Ширина ванны $B = 1,2$ М, длина $l = 2,0$ м. Бортовой отсос щелевидной формы располагается вдоль длинных бортов ванны.

Решение. Приточная плоская струя ограничена с одной стороны. Расстояние от приточного отверстия до критического сечения

$$x_{kp} = 0,875 * 1,2 = 1,05 \text{ м.}$$

Ширина приоткрытой щели b_1 при $v_{min} = 1,5 \text{ м/с}$ и $v_1 = 8 \text{ м/с}$ составляет:

$$b_1 = 0,66 * 1,2 \left(\frac{1,5}{8}\right)^2 = 0,028 \text{ м.}$$

Ширина всасывающей щели бортового отсоса b_2 при средней скорости воздуха по всасывающей щели $v_2 = 3 \text{ м/с}$ (принимаем $v_2=2 v_{min}$)

$$b_2 = 0,101 * 1,2 \left(\frac{1,5}{3}\right)^2 = 0,060 \text{ м}$$

Расход приточного воздуха

$$L_1 = 236 * 1,2 * 2,0 \left(\frac{1,5}{8}\right)^2 = 160 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Расход отсасываемого воздуха

$$L_2 = 364 * 1,2 * 2,0 * 1,5 = 1310 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Таким образом, активированный бортовой отсос подобран и расчитан правильно, так как расход отсасываемого воздуха $L_2 = 1310 \text{ м}^3/\text{ч}$ превышает расход приточного воздуха $L_1 = 160 \text{ м}^3/\text{ч.}$

2.2.5. Вытяжные зонты

Местные отсосы открытого типа – вытяжные зонты и зонты-козырьки служат для улавливания потоков вредных веществ и конвективных (тепловых) потоков, направленных вверх (рис.6а,бб).

При устойчивых конвективных потоках (например, от проемов кузнечных, плавильных и термических печей), имеющих осевую скорость движения воздуха на уровне всасывающего отверстия $v > 0,5 \text{ м/с}$, рекомендуется применять вытяжные зонты, расположенные над источниками тепла. Для улавливания потоков с меньшими скоростями ($v < 0,5 \text{ м/с}$) и при скоростях движения окружающего воздуха 0,4 м/с и более вытяжной зонт следует располагать над источниками тепла на высоте не более 0,8 эквивалентного диаметра (по площади) источника тепла и

снабжать дополнительно съемными или откидными фартуками с одной, двух или трех сторон.

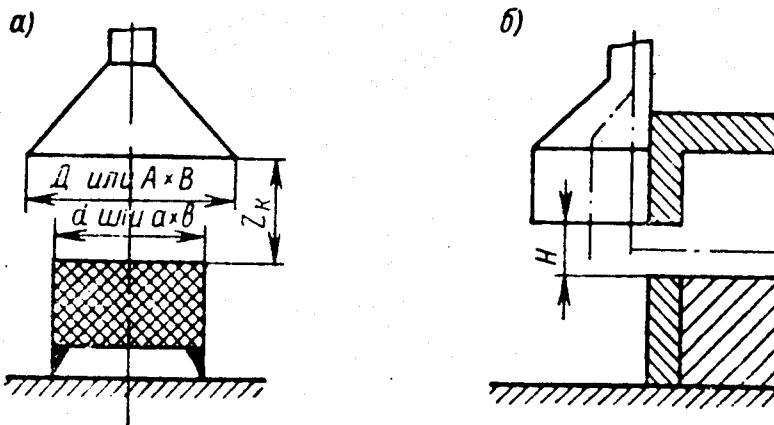


Рис. 6. Схема расположения местных отсосов над источниками тепла

а - вытяжной зонт; б - зонт-ковырок

Часовое количество воздуха (L_k , $m^3/ч$), подтекающего к зонту с конвективной струей, возникающей над тепловым источником круглой и прямоугольной формы (при $a/b = 0,5$)

$$L_k = 67 \sqrt[3]{Q_k Z F_{и}^2}, \quad (27)$$

где Q_k - часовое количество тепла, выделяемого источником путем конвекции, ккал/ч;

Z - расстояние от нагретой поверхности до воздухоприемного сечения зонта, м;

F_i - площадь горизонтальной поверхности источника тепла, m^2 .

Значение Q_k определяется по формуле

$$Q_k = \alpha_k F_i (t_p - t_i), \quad (28)$$

где α_k - коэффициент конвективной теплоотдачи, ккал/(ч m^2 °С); для стандартного воздуха

$$\alpha_k = 1,3 \sqrt[3]{t_p - t_b}$$

здесь t_p - температура нагретой поверхности источника, °С;

t_b - температура воздуха в помещении, °С;

Фи – площадь горизонтальной поверхности источника, м².

Расход воздуха, удаляемого вытяжным зонтом (рис.6а),

$$L_3 = L_K \frac{F_3}{F_{\text{и}}}, \quad (29)$$

где F₃ – площадь сечения зонта, м²; при Z < 2,8 I F_и принимается

$$F_3 = 1,5 F_{\text{и}} \quad (30)$$

Для эффективного удаления конвективных потоков от проемов термических и плавильных печей, сушил, печей-ванн и другого оборудования широко применяются местные отсосы – зонты-козырьки (рис.6б). Зонты-козырьки более эффективны, так как стенка оборудования уменьшает влияние движения окружающего воздуха.

Весовой расход воздуха, поступающего под зонт-козырек из проема печи (G_{пост}, кгс/ч),

$$G_{\text{пост}} = M F \sqrt{\frac{2 g}{\gamma_b} \Delta p * 3600 \gamma_b}, \quad (31)$$

а весовой расход воздуха, удаляемого зонтом, кгс/ч,

$$G_{\text{уд}} > 1,5 G_{\text{пост}}, \quad (32)$$

где M – коэффициент расхода, приблизительно равный 0,65; F – площадь проема, м²;

р – избыточное давление, под влиянием которого газы выходят из отверстия печи; принимается по данным технологов и может достигать 0,25 кгс/м²;

g – ускорение силы тяжести, м/с²;

γ_b – удельный вес выходящего из печи воздуха, кгс/м³.

Температура воздуха, удаляемого зонтами-козырьками от проемов печей, при естественной тяге не должна быть выше +300°C, а при механической тяге +80°C.

Для технологических операций, связанных с совместным выделением тепла и вредных веществ, козырьки у зонтов делаются выдвижными. При этом козырек должен выдвигаться настолько, чтобы плоскость всасывающего отверстия максимально приближалась к месту вредных выделений. Расход

отсасываемого воздуха определяется с учетом скоростей всасывания, принимаемых в пределах от 0,5 м/с (для газов средней токсичности) до 1,5 м/с для токсичной пыли и аэрозолей).

Пример. Определить расход воздуха, удаляемого вытяжным зонтом, установленным над индукционной печью типа ИЧТ-2,5. Диаметр источника (зеркала излучающей поверхности) $d = 1,5\text{м}$. Температура расплавленного металла $t_H = 1600^{\circ}\text{C}$. Температура воздуха в помещении $t_B = +25^{\circ}\text{C}$. Вытяжной зонт круглого сечения диаметром 2,25 м. Расстояние от нагретой поверхности до вытяжного зонта $Z = 1,5 \text{ м}$.

Решение. Коэффициент конвективной теплоотдачи

$$a_k = 1,3 \sqrt[3]{t_i - t_B} = 1,3 \sqrt[3]{1600 - 25} = 11,6 \text{ ккал}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot {}^{\circ}\text{C}).$$

Количество выделяющегося конвективного тепла

$$Q_k = a_k F_i (t_i - t_B) = 11,6 \cdot 1,76 \cdot 1575 = 32155 \text{ ккал/ч.}$$

Расход воздуха, подтекающего к вытяжному зонту с конвективной струей.

$$L = 67 \sqrt[3]{Q_k Z F_i^2} = 67 \sqrt[3]{32155 \cdot 1,5 \cdot 3,1} = 3551 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расход воздуха, удаляемого зонтом,

$$L_z = L_k \frac{F_z}{F_i} = 3551 \cdot 1,5 = 5326 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Пример. Определить расход воздуха, удаляемого зонтом-козырьком, установленным над проемом камерной электропечи. Площадь проема электропечи $F_i = 0,12 \text{ м}^2$. Площадь сечения зонта-козырька $F_z = 0,18 \text{ м}^2$. Температура воздуха, выходящего из печи $t_B = +50^{\circ}\text{C}$. Избыточное давление в печи $\Delta P = 0,2 \text{ кгс}/\text{м}^2$.

Решение. Весовой расход воздуха, поступающего под зонт-козырек из проема печи,

$$G_{\text{пост}} = M F \sqrt{\frac{2 g}{f_B} \Delta P \cdot 3600 f'_B} =$$

$$= 0,65 \cdot 0,12 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81}{1,09} \cdot 0,2 \cdot 3600 \cdot 1,09} = 578 \text{ кгс/с},$$

где $M = 0,65$ – коэффициент расхода;

F – площадь проема электропечи;

γ_v – удельный вес воздуха, выходящего из электропечи
(при $t_v = +50^{\circ}\text{C}$ $\gamma_v = 1,09 \text{ кгс/м}^3$).

Весовой расход воздуха, удаляемого зонтом, кгс/ч ,

$$G_{уд} > \frac{F_3}{F_1} G_{пост}; G_{уд} > 1,5 * 578 > 867 \text{ кгс/ч.}$$

2.2.6. Отсасывающие панели

Отсасывающие панели применяются для удаления вредных веществ увлекаемых тепловыми струями, если по условиям производства полное укрытие источника вредных выделений невозможно.

Панели размещаются вертикально сбоку от источника вредных выделений на расстоянии от $b=0$ до $b=B$ (рис.7а) или наклонно – с нависанием над ним (рис.7б).

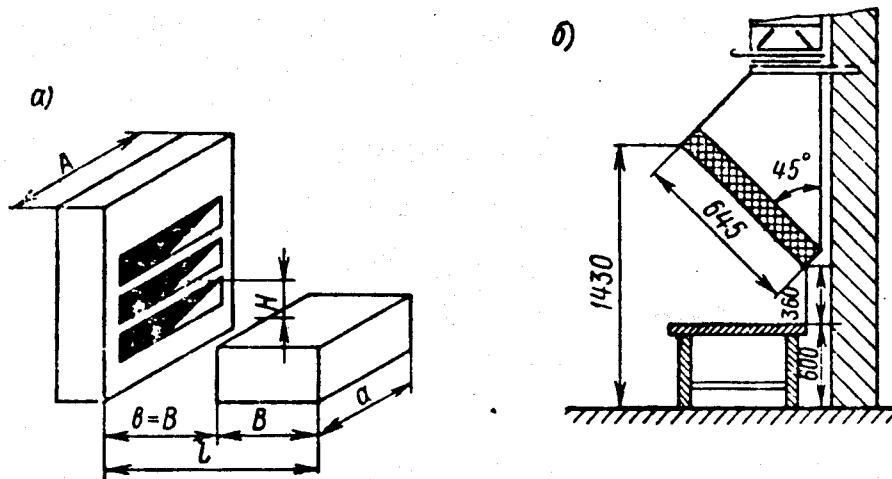


Рис. 7. Схемы отсасывающих панелей:

а – вертикальная односторонняя отсасывающая панель; б – наклонная отсасывающая панель у поста сварки; А – длина отсасывающей панели; В – ширина источника вредных выделений; в – расстояние от панели до источника.

Вертикальные отсасывающие панели широко применяются в литейном и пластмассовых цехах у машин литья под давлением, при выбивке литья из песчанных форм, при выбивке стержней из отливок и т.д. Длина отсасывающей панели А (рис.6а) должна

составлять 1,2, а площадь всасывающих отверстий 1/3 ее площади. Наклонные всасывающие панели применяются в термических цехах, в сварочных цехах и отделениях при ручной электродуговой сварке, полуавтоматической и автоматической сварке.

Расход воздуха, удаляемого отсасывающей панелью (L , $m^3/ч$), определяется по формуле

$$L = C Q_k^{1/3} (H + B)^{5/3}, \quad (33)$$

где C – коэффициент пропорциональности, зависящий от конструкции панели и ее расположения относительно источника тепла: для отсасывающей панели без экрана (рис. 7а)

$$C = 240 \left(\frac{1}{H + B} \right)^{2/3}$$

Q_k – количество конвекционного тепла, выделяемого источником, ккал/ч;

H – расстояние от верхней плоскости источника до центра всасывающих отверстий панели, м;

B – ширина источника вредных выделений, м.

Пример. Определить расход воздуха, удаляемого отсасывающей панелью, от выбивной решетки литейного цеха при выбивке отливок из опок. Размер отсасывающей панели (длина и ширина) равна $2,0 \times 1,4$ м, размер опок в плане (длина и ширина) $1,6 \times 1,2$ м. Температура источника (опоки и горячей земли) $t_i = 800^\circ\text{C}$. Температура воздуха в помещении $t_b = +20^\circ\text{C}$. Расстояние от верхней плоскости опоки до центра всасывающих отверстий панели $H = 0,8$ м. Ширина источника (опоки) $B = 1,2$ м. Панель стоит от выбивной решетки (ее передней стороны) на расстоянии $l = 1,0$ м.

Решение. Коэффициент конвективной теплоотдачи

$$a_k = 1,3 \sqrt[3]{t_i - t_b} = 1,3 \sqrt[3]{800-20} = 11,9 \text{ ккал/ч}\cdot\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}$$

Количество конвективного тепла, выделяющегося от опоки

$$Q_k = a_k F_i (t_i - t_b) = 11,9 \cdot 1,92 \cdot 780 = 17820 \text{ ккал/ч}$$

Коэффициент C для отсасывающей панели без экрана (рис. 7а)

$$C = 240 \left(\frac{1}{H + B} \right)^{2/3} = 240 \left(\frac{1,0}{0,8+1,2} \right)^{2/3} = 240$$

Расход отсасываемого панелью воздуха

$$L = C Q_K^{1/3} (H+B)^{5/3} = 240 * 17820^{1/3} * (0,8+1,2)^{5/3} = \\ = 6260 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Пример. Определить расход воздуха, удаляемого наклонной панелью равномерного всасывания от фиксированного сварочного поста (рис.6б). Размер наклонной отсасывающей панели 900 х 645 мм. Температура нагретой поверхности свариваемого изделия $t_i = 700^\circ\text{C}$. Температура воздуха в помещении $t_b = 25^\circ\text{C}$. Расстояние от верхней поверхности до центра всасывающих отверстий панели $H=0,5$ м; ширина источника вредных выделений $B = 0,2$ м; длина $A = 0,3$ м. Панель отстоит от места сварки на расстояние $l = 0,7$ м.

Решение. Коэффициент конвективной теплоотдачи

$$a_k = 1,3 \sqrt[3]{t_i - t_b} = 1,3 \sqrt[3]{700-25} = 11,4 \text{ ккал}/\text{ч}\cdot\text{м}^2\cdot{}^\circ\text{C}$$

Количество выделяющегося конвективного тепла

$$Q_k = a_k F_i (t_i - t_b) = 11,4 * 0,06 * 675 = 460 \text{ ккал}/\text{ч}$$

Коэффициент С для отсасывающей панели

$$C = 240 \left(\frac{1}{H+B} \right)^{2/3} = 240 \left(\frac{0,7}{0,5+0,2} \right)^{2/3} = 240$$

Расход воздуха, удаляемого панелью

$$L = C Q_k^{1/3} (H+B)^{5/3} = 240 * 460^{1/3} * (0,7)^{5/3} = \\ = 1018 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2.3. РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СЕТИ И ВЫБОР ВЕНТИЛЯТОРА

Вентиляторы бывают осевые и центробежные, по напору они делятся на низконапорные, средненапорные и высоконапорные.

Количество воздуха, которое может дать вентилятор, зависит как от его характеристики, так и от характеристики сети, на которую он должен работать, т.е. от ее сопротивления.

Устанавливать вентилятор по его техническим данным без расчета сети допустимо только для общеобменной вентиляции крышевыми или настенными вентиляторами низкого давления.

При работе же вентиляторов на сеть необходимо выбирать вентилятор по его графической характеристике, исходя из расчетного потребного количества воздуха и потерь давления.

Индивидуальные характеристики вентиляторов представляют собой графическую зависимость расхода воздуха от давления (рис. 8).

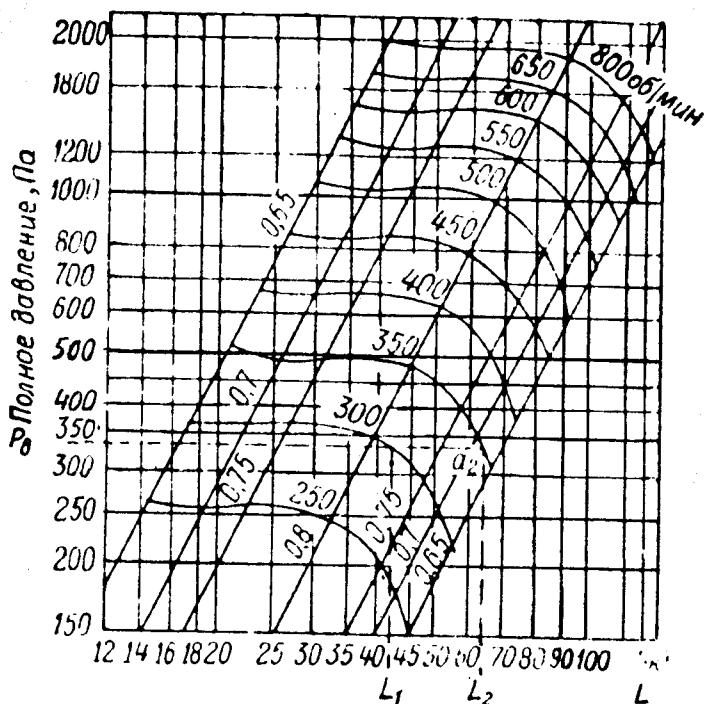


Рис. 8. Аэродинамическая характеристика вентилятора Ц-4-70 N 16

Как правило на графике показывают несколько кривых при различных оборотах колеса, а также приводят КПД и области допустимых режимов работы.

Потери давления в сети складываются из потерь на прямолинейных участках и местных потерь.

Потери давления (Па) на прямолинейных участках определяются по формуле

$$P_n = \sum \lambda_i \frac{1}{d_i} \frac{v_i^2}{2} p, \quad (34)$$

где λ_i — коэффициент трения, зависящий от поверхности стенок трубопровода, можно принять: для металлических труб $\lambda = 0,016..0,023$; для труб с полихлорвиниловым покрытием $\lambda = 0,009..0,014$;

l_i – длина прямолинейного участка, м;

d_i – диаметр трубопровода, м;

v_i – скорость движения воздуха на i -ом участке, м/с;

ρ – плотность воздуха, кг/м³.

Потери давления местных сопротивлений определяются по формуле

$$P_m = \sum \xi_i \frac{v_i^2}{2} \rho, \quad (35)$$

где ξ_i – коэффициент местного сопротивления, к которым относятся повороты, расширения, сужения выхода и входа и др. Этот коэффициент изменяется в больших пределах, например, для поворотов зависит от угла поворота, радиуса закругления; для расширений и сужений от угла расширения и сужения (приложение 2);

v_i – скорость воздуха в местном сопротивлении, м/с.

Таким образом, общие потери давления (Па)

$$P_{общ} = \sum \lambda_i \frac{l_i}{d_i} \frac{v_i^2}{2} \rho + \sum \xi_i \frac{v_i^2}{2} \rho. \quad (36)$$

Для упрощения расчета плотность можно принимать равной 1,2 кг/м³.

Для частного случая, когда сеть выполнена трубопроводом одинакового сечения, формула (36) примет вид

$$P_{общ} = (\lambda \frac{l_i}{d} + \sum \xi) \frac{v_i^2}{2} \rho. \quad (37)$$

При разветвленной сети расчет можно вести по ветви наибольшей потери давления, так как потери давления других ветвей будут приравниваться к этой за счет диаметра или с помощью специальной задвижки.

Для выбора вентилятора необходимо рассчитанное количество воздуха, которое нужно удалить от всех источников выделения вредностей, и давление увеличить на коэффициент запаса K , т.е.

$$L_v = K L; \quad P_v = K P_{общ}. \quad (38)$$

Коэффициент принимают равным 1,1..1,2

По рассчитанному Рв подбирают вентилятор. Для этого на оси ординат откладывают Рв (см.рис.8), проводим параллельную оси общисс прямую до пересечения ее с характеристиками вентилятора и находим, что данный вентилятор может дать на рассчитанную сеть количество воздуха: L1 – при числе оборотов n1; L2 – при числе оборотов n2.

Точки пересечения a1, a2 и т.д. должны находиться на характеристике с КПД не менее 0,6, и найденное количество воздуха должно быть не менее требуемого, т.е. Lтреб > Lвен.

Из изложенного видно, что за счет уменьшения потерь давления в сети можно увеличить подачу количества воздуха вентилятором. Уменьшить потери давления в сети можно за счет уменьшения коэффициентов местных сопротивлений и особенно за счет уменьшения скорости воздуха в трубопроводе, которая зависит от сечения трубопровода. Но следует понимать, что при удалении по трубопроводу пыли, способной оседать, скорость не должна быть слишком малой, ее принимают равной 15..25 м/с.

Характеристики некоторых типов вентиляторов даны в приложении 3. Зависимость между новыми значениями количества воздуха L2, давлением P2 и расходом мощности при изменении скорости вращения колеса с n1 на n2 или диаметра колеса с D1 на D2 представлена в табл. 3.

Таблица 3

при изменении n	при изменении D	при изменении n и D
$P_2 = P_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$	$P_2 = P_1 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$	$P_2 = P_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$
$L_2 = L_1 \frac{n_2}{n_1}$	$L_2 = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$	$L_2 = L_1 \frac{n_2}{n_1} \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$
$N_2 = N_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3$	$N_2 = N_1 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5$	$N_2 = N_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5$

$$P_2 = P_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \quad P_2 = P_1 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \quad P_2 = P_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$$

$$L_2 = L_1 \frac{n_2}{n_1} \quad L_2 = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3 \quad L_2 = L_1 \frac{n_2}{n_1} \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$$

$$N_2 = N_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 \quad N_2 = N_1 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5 \quad N_2 = N_1 \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5$$

3. РАСЧЕТ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Категория молниезащиты и тип зоны защиты зависит от назначения здания и сооружения; интенсивности грозовой деятельности в районе; ожидаемого количества поражения молнией в год.

Тип зоны защиты и категория молниезащиты в зависимости от здания и сооружения, а также их местоположения определяются по табл. 4.

Таблица 4

Здания и сооружения	Местоположение	Тип зоны защиты	Категория устройства молниезаш.
Здания и сооружения, помещение которых относят ся к классам В-1 и В-II	По всей территории СССР	Зона А	I
Здания и сооружения, помещение которых относят ся к классам В-1а, В-1б, В-IIa	В местностях со средней грозовой деятельностью 10 и более часов в год	При ожидаемом количестве поражений в год: $N < 1$ зона Б $N > 1$ зона А	II
Наружные технические установки и открытые склады, относимые к классу В-1г	На всей территории СССР	Зона Б	II
Здания и сооружения, помещение которых относят ся к классам П-1, П-II, П-IIa	В местностях со средней грозовой деятельностью 20 и более часов в год	Для зданий и сооружений I и II степени огнестойкости: при $0,1 < N < 2$ и для III, IV, V степени огнестойкости при $0,02 < N < 2$ зона Б; при $N > 2$ зона А	III
Наружные технические установки и открытые склады, относимые к классу П-III	В местностях со средней грозовой деятельностью 20 и более часов в год	Зона Б	III
Дымовые трубы предприятий и котельных, вышки различного назначения высотой 15 м и более	В местностях со средней грозовой деятельностью 10 и более часов в год	Зона Б	III
Жилые и общественные здания, возвышающиеся более чем на 25 м над средней высотой окружающих зданий в радиусе 400 м, а также отдельно стоящие здания высотой более 30 м, удаленные от других зданий более чем на 400 м.	В местностях со средней грозовой деятельностью 20 и более часов в год	Зона Б	III
Отдельно стоящие жилые и общественные здания в сельской местности высотой более 30 м.	В местностях со средней грозовой деятельностью 20 и более часов в год	Зона Б	III

Ожидаемое количество N поражений молнией в год зданий и сооружений, не оборудованных молниезащитой, определяется по формуле

$$N = (S + 6 h) (L + 6 h) \pi 10^{-6}, \quad (39)$$

где S и L – соответственно ширина и длина защищаемого здания (сооружения), имеющего в плане прямоугольную форму, м;

h – наибольшая высота здания (сооружения), м;

π – среднегодовое число ударов молнии в 1 км^2 земной поверхности в месте расположения здания; значения π даны в табл.5.

Интенсивность грозовой деятельности в часах определяется по карте (рис.9).

Интенсивность грозовой деятельности, часы в год	10-20	20-40	40-60	60-80	более 80
---	-------	-------	-------	-------	----------

Среднегодовое число ударов молнии в 1 км^2 земной поверхности	1	3	6	9	12
---	---	---	---	---	----

3.1. Определение зоны защиты молниеводов

Зона защиты молниевода – это часть пространства, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности. Зона защиты А обладает степенью надежности 99,5% и выше, а зона типа Б – 95% и выше.

3.1.1. Зона защиты одиночного стержневого молниевода

Зона защиты одиночного стержневого молниевода высотой $h < 150$ м представляет собой круговой конус (рис.10). Вершина конуса находится на высоте $h_0 < h$.

Зона защиты одиночных стержневых молниеводов определяется:

Зона А

Вершина зоны защиты $h_0 = 0,85h$. (40)

Радиус круга зоны защиты $r_0 = (1,1 - 0,002h) h$. (41)

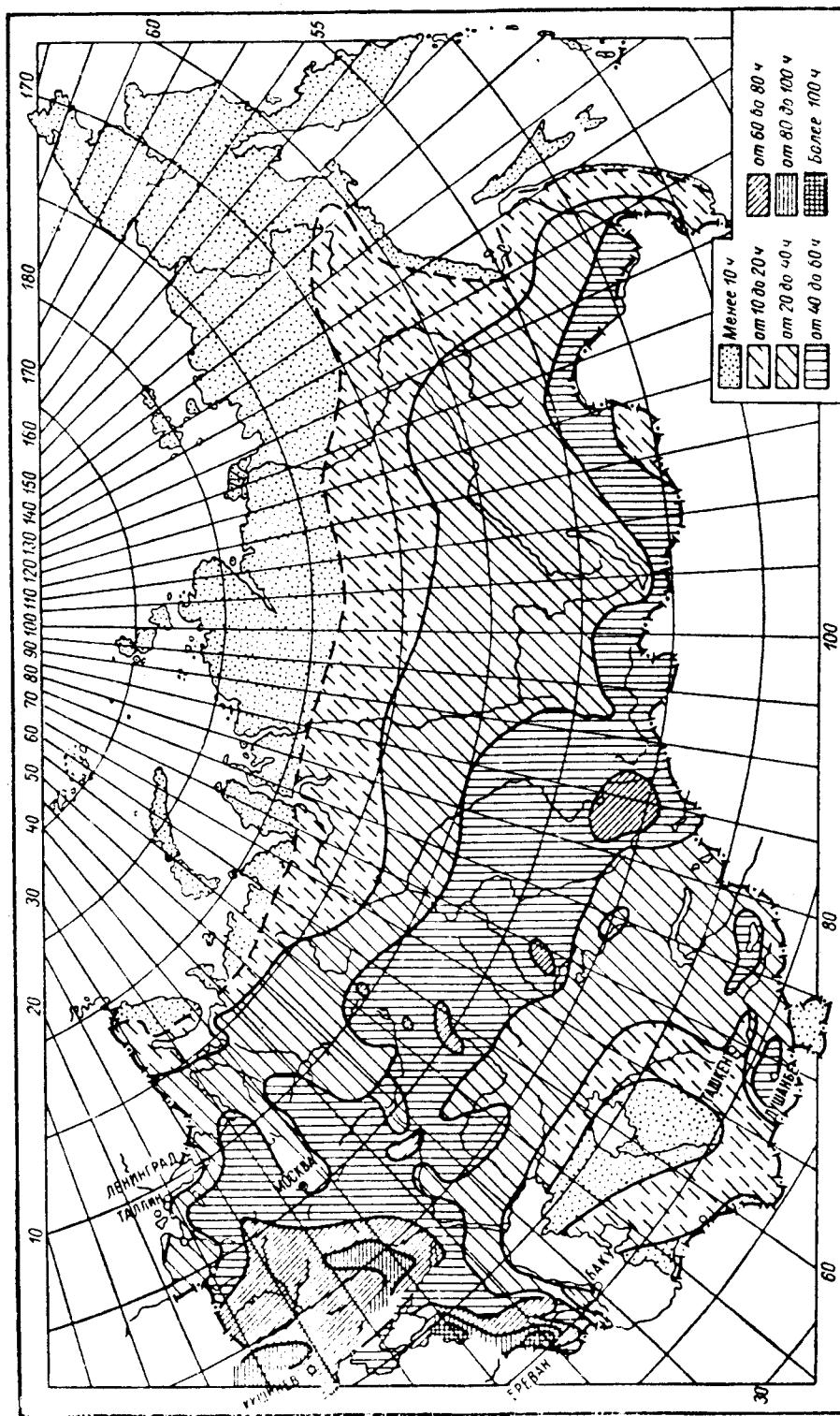


Рис. 9. Карта среднегодовой продолжительности гроз в часах

Радиус круга зоны защиты r_x на высоте защищаемого сооружения

$$r_x = (1,1 - 0,002h) \left(h - \frac{h_x}{0,85} \right). \quad (42)$$

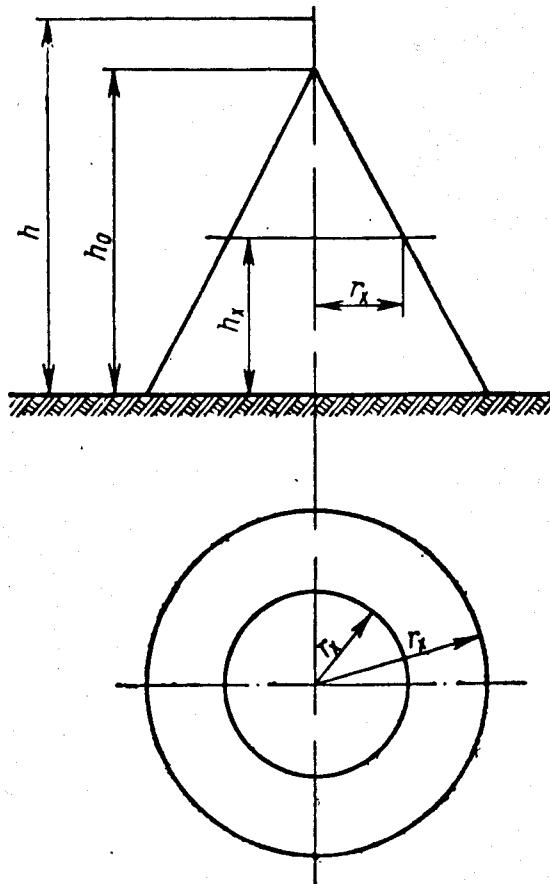


Рис.10. Зона защиты одиночного стержневого молниепровода

Зона Б

$$h_0 = 0,92h \quad (43)$$

$$r_0 = 1,5 h \quad (44)$$

$$r_x = 1,5 \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right). \quad (45)$$

Для зоны Б высота одиночного стержневого молниепровода при известных величинах h_x и r_x может быть определена:

$$h = \frac{r_x - 1,63 h_x}{1,5} \quad (46)$$

3.1.2. Зона защиты двойного стержневого молниеприемника

Зона защиты двойного стержневого молниеприемника одинаковой высоты показана на рис. 11а. Торцевые области зоны защиты определяются как зоны защиты одиночных стержневых молниеприемников и габаритные размеры h_o , r_o , r_{x1} , r_{x2} определяются по формулам (40), (41), (42), (43), (44), (45). Остальные габаритные размеры зоны защиты двойного стержневого молниеприемника определяются:

Зона А

При $L < h$

$$h_c = h_o; r_{cx} = r_x; r_c = r_o \quad (47)$$

При $L > h$

$$h_c = h_o - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} h) (L - h); \quad (48)$$

$$r_{cx} = r_o \frac{h_c - h_x}{h_c}; \quad r_c = r_o \quad (49)$$

Зона А существует при $L < 3 h$.

Зона Б

При $L < 1,5 h$

$$h_c = h_o; r_{cx} = r_x; r_c = r_o. \quad (50)$$

При $L > 1,5 h$

$$h_c = h_o - 0,14 (L - 1,5 h); \quad (51)$$

$$r_{cx} = r_o \frac{h_c - h_x}{h_c}; \quad r_c = r_o \quad (52)$$

Зона Б существует при $L < 5 h$.

Если стержневые молниеприемники находятся на расстоянии $L > 5h$, их надо рассматривать как одиночные.

Зона защиты двух молниеприемников разной высоты представлена на рис. 11 б.

Торцевые области этой зоны защиты определяются как зоны защиты одиночных стержневых молниеприемников соответствующей высоты, а габариты h_{o1} , h_{o2} , r_{o1} , r_{o2} , r_{x1} , r_{x2} , вычисляются по формулам (40), (41), (42), (43), (44), (45). Остальные

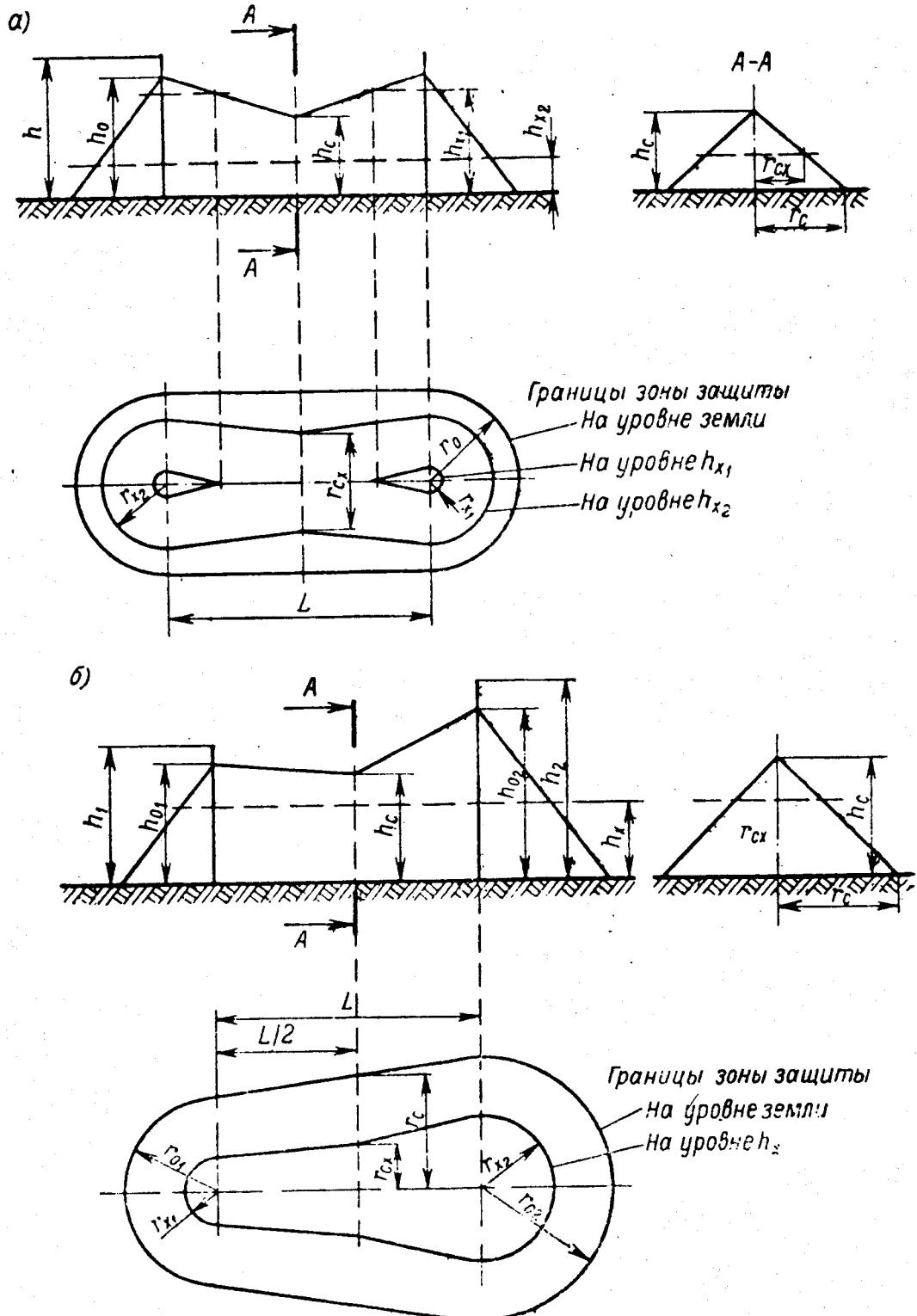


Рис.11. Зона защиты двойного стержневого молниепровода:

а – одинаковой высоты; б – разной высоты.

размеры зоны защиты определяются по формулам:

$$r_c = \frac{r_{o1} + r_{o2}}{2}; \quad (53)$$

$$h_c = \frac{h_{c1} + h_{c2}}{2}; \quad (54)$$

$$r_{cx} = r_c \frac{h_c - h_x}{h_c}; \quad (55)$$

где h_{c1} и h_{c2} для обоих типов зон защиты вычисляются по формулам (48), (51).

Для разновысокого двойного стержневого молниеотвода зона защиты А существует при $L < 3 h_{min}$, а зона Б – при $L < 5 h_{min}$.

3.1.3. Многократный стержневой молниеотвод

Зона защиты многократного стержневого молниеотвода определяется как зона защиты попарно взятых соседних стержневых молниеотводов.

Условием защиты одного или группы сооружений высотой h_x с надежностью, соответствующей зонам защиты А и Б, является выполнение неравенства $r_{cx} > 0$ для всех попарно взятых молниеотводов. r_{cx} определяется по формулам (49), (51).

3.1.4. Одиночный тросовой молниеотвод

Зона защиты одиночного тросового молниеотвода высотой до 150 м приведена на рис. 12а.

Высота троса сечением 35...50 мм^2 в точке наибольшего провеса определяется:

при длине пролета $a < 120$ м как $h = h_{op} - 2$ м, (56)

при длине пролета $a = 120..150$ м как $h = h_{op} - 3$ м, (57)

где h_{op} – высота опоры.

Габариты зоны защиты определяются:

Зона А

$$h_a = 0,85h; \quad (58)$$

$$r_o = (1,35 - 0,0025 h) h; \quad (59)$$

$$r_x = (1,35 - 0,0025 h) \left(h - \frac{h_x}{0,85}\right). \quad (60)$$

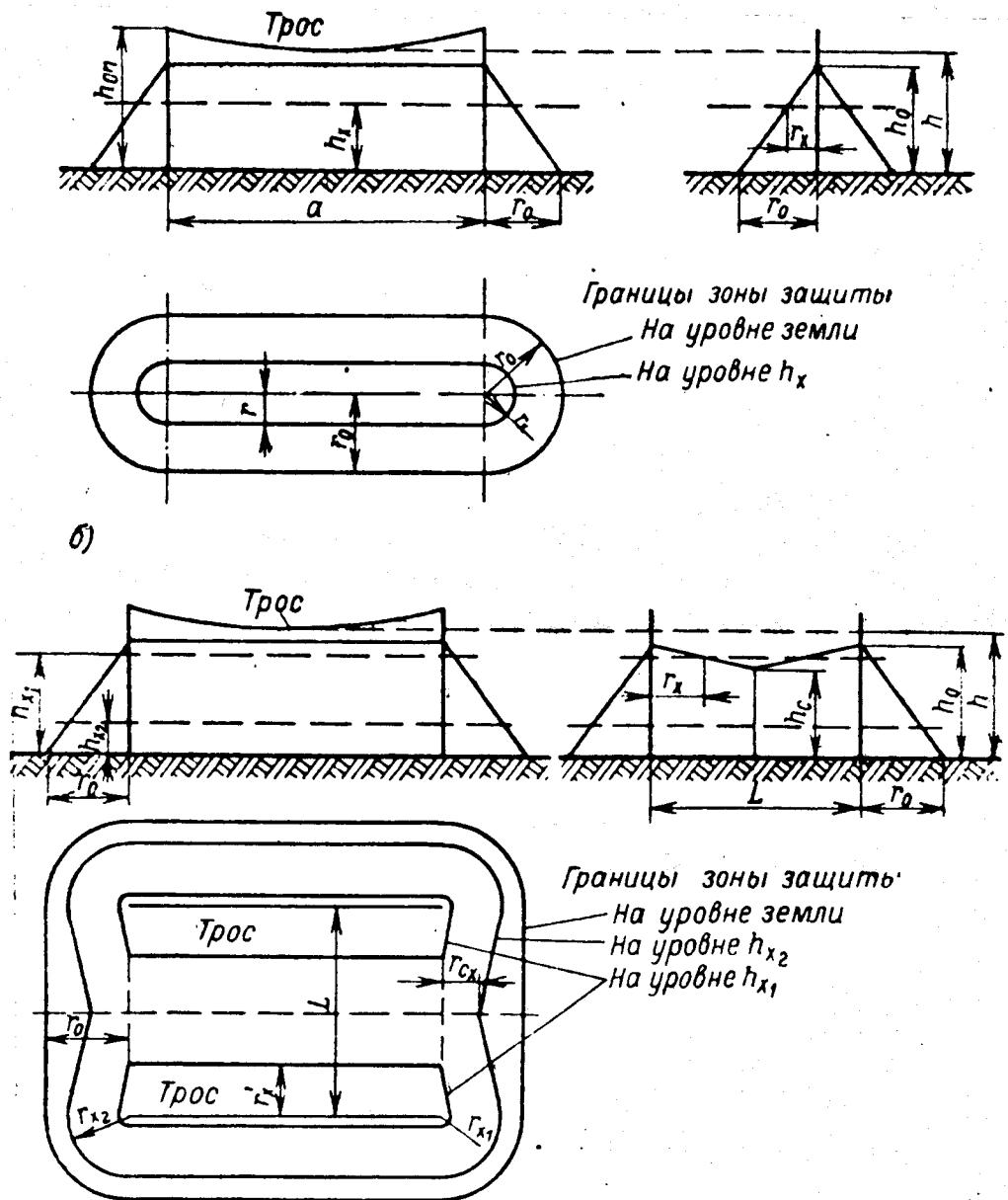


Рис. 12. Зоны защиты тросовых молниепроводов:
а) одиночный тросовой молниепровод; б – двойной
тросовой молниепровод

Зона Б

$$h_a = 0,92h; \quad (61)$$

$$r_0 = 1,7 h; \quad (62)$$

$$r_x = 1,7 \left(h - \frac{h_x}{0,92} \right). \quad (63)$$

Для зоны типа Б высота одиночного тросового молниеприемника при известных величинах h_x и r_x определяется по формуле

$$h = \frac{r_x + 1,85 h_x}{1,7}. \quad (64)$$

3.1.5. Двойной тросовой молниеприемник

Зона защиты показана на рис. 12б.

Размеры r_o , h_o , r_x для зон защиты А и Б определяются по формулам (58), (59), (60), (61), (62), (63), а остальные габариты зоны двойного тросового молниеприемника расчитываются:

Зона А

При $L < h$

$$h_c = h_o; r_{cx} = r_x; r_c = r_o. \quad (65)$$

$$h_c = h_o - (0,14 + 5 \cdot 10^{-4} h) (L - h). \quad (66)$$

При $L > h$

$$r_x' = \frac{L}{2} \frac{h_o - h_x}{h_o - h_c}; \quad (67)$$

$$r_{cx} = r_o \frac{h_c - h_x}{h_c}; \quad r_c = r_o \quad (68)$$

Зона А существует при $L < 3 h$.

Зона Б

При $L < h$

$$h_c = h_o; r_{cx} = r_x; r_c = r_o. \quad (69)$$

$$h_c = h_o - 0,12 (L - h). \quad (70)$$

При $L > h$

$$r_x' = \frac{L}{2} \frac{h_o - h_x}{h_o - h_c}; \quad (71)$$

$$r_{cx} = r_o \frac{h_c - h_x}{h_c}; \quad r_c = r_o \quad (72)$$

Зона Б существует при $L < 5 h$.

При известных h_c и L при $r_{cx} = 0$ высота молниеприемника для зоны Б определяется:

$$h = \frac{h_c + 0,12 L}{1,07}. \quad (73)$$

3.2. Категории молниезащиты

3.2.1. Молниезащита I категории

Молниезащита I категории должна выполняться отдельно стоящими стержневыми (рис. 13а) или тросовыми (рис. 13б) молниеотводами или изолированными молниеотводами на защищаемом сооружении (рис. 13в).

Указанные молниеотводы должны обеспечивать зону защиты типа А. При этом должны быть соблюдены условия удаления элементов молниеотводов от защищаемого сооружения и подземных металлических коммуникаций.

Наименьшие допустимые расстояния от токоотвода отдельно стоящего молниеотвода до защищаемого сооружения выбираются в зависимости от сопротивления заземления R_i по кривым рис. 14а. Причем, наименьшее расстояние по воздуху S_b выбирается по длине участка токоотвода 1 от точки А (рис. 13а,в), а длина диэлектрической стойки S_g выбирается по полной длине токоотвода 1' (рис. 13в).

Наименьшие допустимые расстояния S_{b1} и S_{b2} (рис. 13б) от тросового молниеотвода до защищаемого сооружения определяются по кривым соответственно на рис. 14 б,в.

Для исключения заноса высоких потенциалов в защищаемые сооружения по подземным металлическим коммуникациям необходимо заземлители защиты и подводы к ним располагать на расстоянии S_3 от коммуникаций, вводимых в данное или соседнее здания (см. рис. 13а,б), в том числе от диэлектрических кабелей. Это расстояние определяется по формулам:

$$S_3 = 0,5 R_i \text{ -- для стержневых молниеотводов;}$$

$$S_3 = 0,3 R_i \text{ -- для тросовых молниеотводов,}$$

где R_i – величина импульсного сопротивления, ом (до 10 Ом).

Расстояние S_3 должно быть не менее 3 м.

При наличии на здании или сооружении газоотводных или дыхательных труб для свободного отвода в атмосферу газов и взвесей взрывоопасной концентрации в зону защиты молниеотводов должно входить пространство над обрезом труб, ограниченное цилиндром высотой $H = 40 d$, где d – диаметр трубы, и радиусом $R = 0,15 H$. Для труб, оборудованных клапанами или "гусаками", в зону защиты входит пространство над обрезом

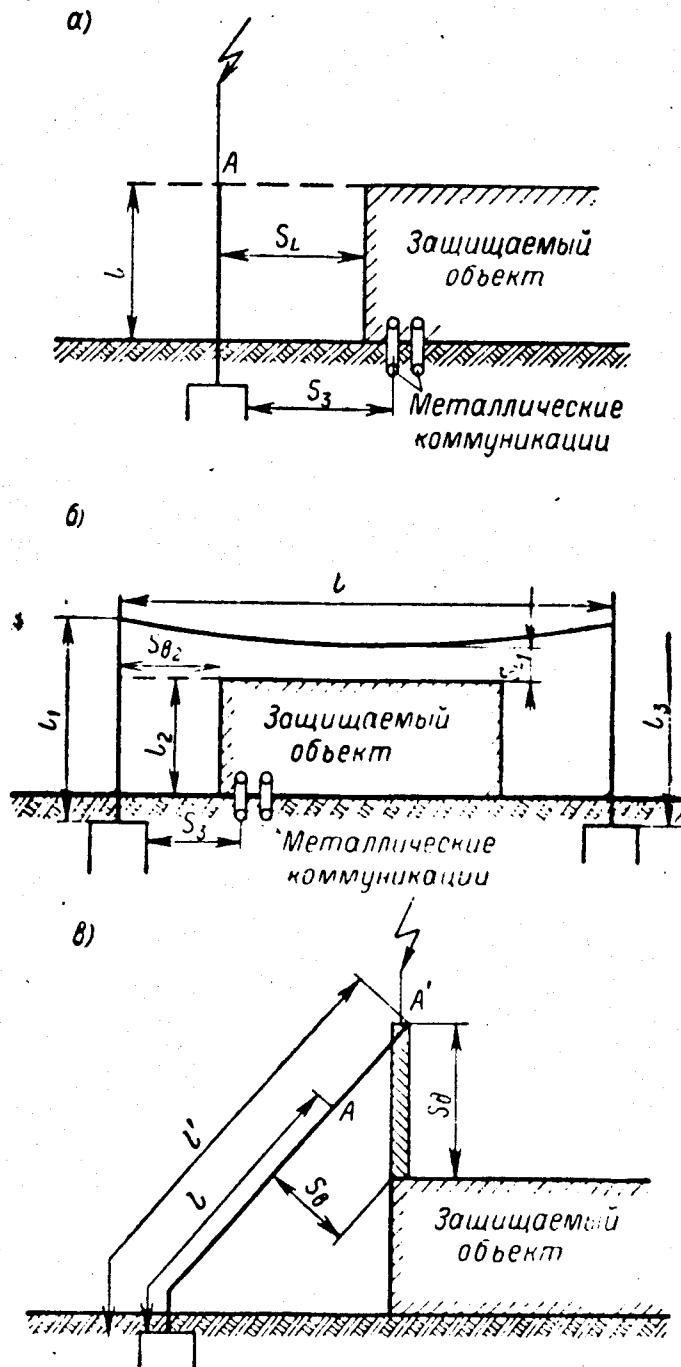
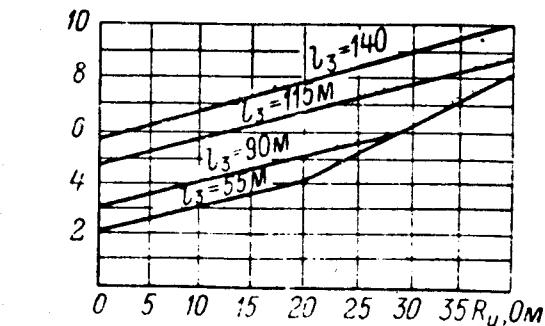
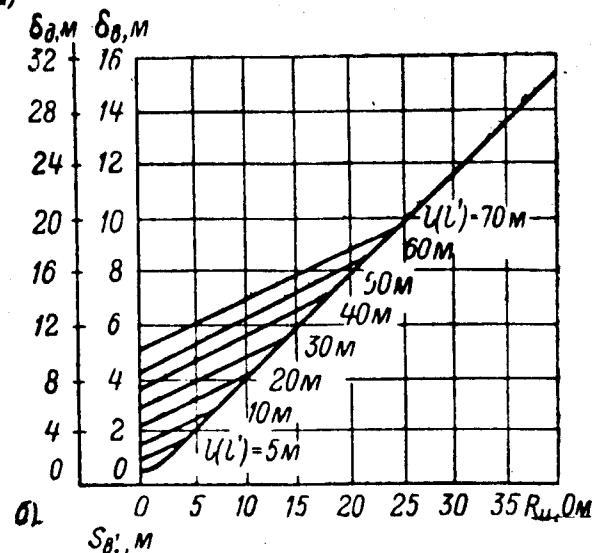


Рис. 13. Схемы расположения молниепроводов:
 а – отдельно стоящего стержневого; б – тросового;
 в – изолированного молниепровода на защищаемом
 сооружении

а)



б)

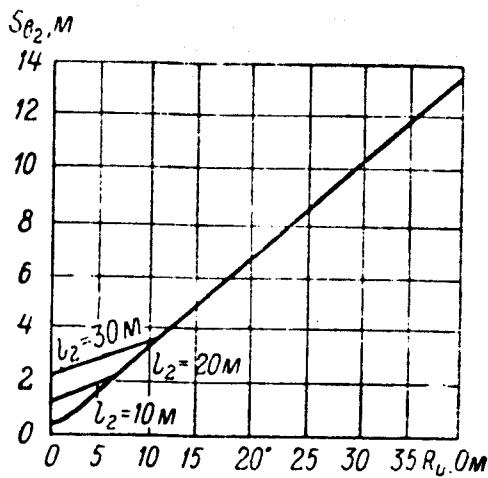


Рис. 14 Графики для определения наименьших допустимых расстояний от:

- а) стержневого молниепровода до защищаемого сооружения; б) троса в середине пролета до защищаемого сооружения; в) тросостойки до защищаемого объекта.

труб, ограниченное цилиндром с размерами:

- а) при избыточном давлении внутри установки менее 0,05 ати $H=1m$
 $R = 2 \text{ м};$
- б) при избыточном давлении внутри установки от 0,05 до 0,25 ати
 $H=2,5 \text{ м}; R = 5 \text{ м}.$

3.2.2. Молниезащита II категории

Молниезащита II категории выполняется отдельно стоящими или установленными на зданиях неизолированными стержневыми или трсовыми молниеотводами или путем наложения молниеотводной сетки с ячейками 36 м^2 на плоскую неметаллическую кровлю, или использования в качестве молниеприемника металлической кровли. В качестве токоотводов рекомендуется использовать металлические конструкции защищаемых зданий и сооружений (колонны, фермы, пожарные лестницы и т.д.). В соединениях конструкции должна быть обеспечена непрерывная электрическая связь.

Наружные металлические установки, содержащие взрывоопасные газы, пары легковоспламеняющихся жидкостей (класса В-1г), а также сжиженные газы должны быть защищены от прямых ударов молнии следующим образом:

- а) корпуса установок или отдельных емкостей при толщине металла крыши менее 4 мм должны быть защищены молниеотводами, установленными отдельно или на самом сооружении;
- б) корпуса установок или отдельные емкости при толщине металла крыши 4 мм и более, а также емкости объемом менее 200 м^3 независимо от толщины достаточно присоединить к заземлителям.

Наружные установки класса В-1г с корпусами из железобетона должны быть защищены от прямых ударов молнии отдельно стоящими или установленными на них молниеотводами.

Парки подземных железобетонных резервуаров класса В-1г, не облицованных изнутри металлическим листом, должны быть защищены от прямых ударов молнии отдельно стоящими молниеотводами. В зону защиты должно входить пространство, основание которого выходит за пределы резервуарного парка на 40 м, а высота равна высоте газоотводных или дыхательных клапанов плюс 2,5 м.

Ввод в здание или сооружение сетей напряжением до 1000 В, сетей телефона, радио, сигнализации должен осуществляться только кабелем. Металлическая броня и оболочка кабелей, не имеющие изоляционного покрытия, должны быть присоединены у входа в здание к защитному заземлению электрооборудования.

3.2.3. Молниезащита III категории

Молниезащита III категории осуществляется так же, как молниезащита II категории со следующими отличиями:

- а) молниеприемная сетка, укладываемая на плоской кровле, может иметь ячейку до 150 м^2 ;
- б) импульсное сопротивление каждого заземлителя может быть до 20 Ом.

Наружные металлические установки или отдельные емкости, содержащие жидкости с температурой вспышки паров выше 61°C (установки класса II-III), должны быть защищены от прямых ударов молнии следующим образом:

- а) корпуса установки при толщине металла крыши менее 4 мм – отдельно установленными молниеотводами или молниеотводами на самом сооружении;
- б) при толщине металла крыши 4 мм и более, а также отдельные емкости отъемом менее 200 м^3 независимо от толщины металла – путем присоединения корпуса к заземлителям.

Неметаллические вертикальные трубы промышленных предприятий и котельных, водонапорные башни, пожарные вышки высотой более 15 м следует защищать от прямых ударов молнии установленными на них молниеотводами:

- а) для труб высотой до 50 м – одним молниеотводом высотой не менее 1 м и отним токоотводом;
- б) для труб высотой 50..150 м – двумя симметрично расположенным и объединенным на срезе трубы молниеотводами высотой не менее 1 м и двумя токоотводами.

4. РАСЧЕТЫ ПО БЕЗОПАСНОСТИ НА ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОМ И ТРАНСПОРТНОМ ОБОРУДОВАНИИ

Безопасная работа подъемно-транспортного оборудования обеспечивается его хорошим техническим состоянием, правильными расчетами и подбором предохранительных устройств, конструкций и оснастки.

Стальные проволочные канаты являются одной из ответственных частей грузоподъемных механизмов. Основной причиной обрыва каната является его несоответствие весу поднимаемого груза или потеря им прочности вследствие местных повреждений и износа.

4.1. Расчет канатов

Канат перед установкой проверяется на прочность по формуле

$$\frac{P}{S} \geq K \quad (74)$$

где P – действительное разрывное усилие каната в целом (принимается по сертификату каната или акту лабораторных испытаний), Н;

S – наибольшее натяжение ветви каната с учетом КПД полиспаста, Н;

K – коэффициент запаса прочности каната (для ручных приспособлений $K=4..5$; для машинных $K=5..6$; для подъема людей $K=9$; для канатов, имеющих на концах крюки, кольца, серьги $K \geq 6$)

Если в сертификате (акте, паспорте) дано суммарное разрывное усилие $P_{\text{сум}}$, то

$$P = 0,83 P_{\text{сум}} \quad (75)$$

Диаметр блоков или барабанов должен удовлетворять требованиям

$$D \geq d(v - 1) \quad (76)$$

где D – диаметр барабана или блока, измеренный по дну канавки или средней линии навивки каната, мм;

d – диаметр каната, мм;

e – коэффициент запаса, зависящий от грузоподъемной машины и режима ее работы ($e=16..35$).

Коэффициент e можно принимать по табл. 6

Таблица 6

Тип грузоподъемной машины	Привод механизма	Режим работы механизма	Коэффициент e
Грузоподъемные машины всех типов за исключением стреловых кранов, электроталей и лебедок	Ручной Машинный	- Легкий средний Тяжелый Весма тяжелый	18 20 25 30 35
Краны стреловые: механизмы подъема груза	Ручной Машинный	- Легкий средний Тяжелый Весма тяжелый	16 16 18 20 25
механизм монтажа крана	то же	-	16
Электрические тали: существующие проектируемые	-	-	20 22
Грейферные лебедки:			
грузоподъемные машины стреловых кранов блоки грейферов	-	-	30 20 18
Лебедки:			
для подъема грузов для подъема людей	Ручной Машинный Ручной Машинной	- - - -	12 20 16 25

Допускается уменьшение диаметра барабана на 15%, уравнительных или отклоняющих блоков на 20%, у талей и стреловых кранов на 40%.

Диаметр барабана и блоков для механизмов, использующих цепи, не должен превышать: для ручных механизмов 20 d, для электрофицированных – 30 d, где d – диаметр звена цепи.

4.2. Расчет стропов

Расчет натяжения стальных канатов стропов производится с учетом числа ветвей и угла наклона (рис. 15):

$$S_{\text{стр}} = \frac{Q}{\cos \alpha p} = m \frac{Q}{n}, \quad (77)$$

где $S_{\text{стр}}$ – усилие в одной ветви, Н;

Q – вес поднимаемого груза, Н;

n – число ветвей в стропе;

m – коэффициент, зависящий от угла :

при $\alpha = 0$ $m = 1$;

при $\alpha = 30^\circ$ $m=1,15$;

при $\alpha = 45^\circ$ $m=1,42$;

при $\alpha = 60^\circ$ $m=2$.

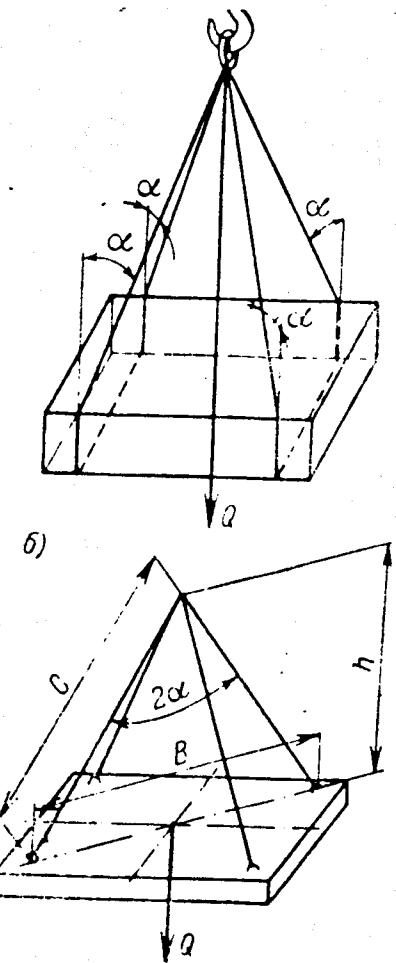


Рис. 15. а – схема натяжения канатов стропа;
б – схема для расчета длины ветвей стропа

Длина ветвей стропа определяется по формуле (рис. 15)

$$C = \frac{b}{2 \sin a} \quad (78)$$

где C – длина ветви стропа, м;

b – расстояние между точками крепления ветвей стропа по диагонали, м;

a – угол, образуемый стропом и вертикалью.

Пример. Расчитать стальной строп для подъема груза. Вес груза $Q=63000$ Н, число ветвей стропа $n=4$, коэффициент запаса прочности $K=8$, временное сопротивление $\sigma=160 \cdot 10^7$, угол стропа с вертикалью $a = 30^\circ$, расстояние между точками крепления ветвей стропа с вертикалью $b=2$ м.

Решение. Усилие в ветви стропа по формуле (77)

$$S_{\text{стр}} = m \frac{Q}{n} = 1,15 \frac{63000}{4} = 18100 \text{ Н}$$

Расчетное разрывное усилие при коэффициенте запаса прочности $K=8$ составит

$$P = K S_{\text{стр}} = 8 \times 18100 = 144800 \text{ Н}$$

По ГОСТ 3071-66 выбираем канат диаметром $d=18$ мм с наиболее близким разрывным усилием к расчетному, т.е. $P = 146500 > 144800$ Н.

Длина ветвей стропа

$$C = \frac{b}{2 \sin a} = \frac{2}{2 \times 0,5} = 2 \text{ м}$$

4.3. Определение радиуса опасной зоны при работе кранов

Радиус охранной зоны при работе крана определяется по формуле

$$R = r + S = r + \sqrt{h [m (1 - \cos A)] + n}, \quad (79)$$

где r – максимальный вылет стрелы, м;

S – наибольший возможный отлет конструкции при своем падении, м;

h – высота подъема конструкции, м;

m – длина ветви стропа, м;

n – половина длины конструкции, м;

α – угол между ветвью стропа и вертикалью, град.

Пример. Определить радиус охранной зоны R при работе автомобильного крана в следующих условиях: максимальный вылет стрелы $r=12$ м, высота подъема конструкции $h=8$, длина ветви стропа $m=4$, угол между ветвью стропа и вертикалью $\alpha=30^\circ$, половина длины конструкции $n=4$ м.

Решение. Радиус охранной зоны определяем по формуле (79)

$$R = 12 + \sqrt{8 [4 (1 - 0,86)] + 4} = 14,9 \text{ м}$$

4.4. Определение безопасного расстояния между автопоездами

Безопасное расстояние между поездами, следующими друг за другом, определяется в метрах по формуле

$$L = \frac{v t_0}{3,6} + \frac{K_3 v^2}{254 f} + l_0 + l_a, \quad (80)$$

где v – скорость движения, км/ч;

t_0 – время реакции водителя ($t_0 = 1$ с);

K_3 – коэффициент эксплуатационных условий торможения ($K_3=1,2..1,4$);

f – коэффициент продольного сцепления при торможении (табл. 7);

$l_0 = 5..10$ м – безопасное расстояние до препятствия, м;

l_a – длина автопоезда, м.

Дорожное покрытие	Коэффициент сцепления шин с покрытием	
	сухим	мокрым
Асфальтное	0,7..0,8	0,3..0,4
Цементнобетонное	0,6..0,8	0,35..0,45
Булыжное	0,4..0,55	0,3..0,45
Деревянные торцы	0,55..0,75	–
Песчаное	0,6..0,7	0,5..0,65
Грунтовое	0,5..0,6	0,3..0,4
Снежное укатанное	0,2..0,4	–
Обледенелая дорога	0,2..0,3	–

Пример. Определить безопасное расстояние между поездами, следующими друг за другом, при исходных данных: скорость движения 30 км/ч, длина поезда 20 м, дорожное покрытие грунтовое мокрое.

Решение. Определяем безопасное расстояние по формуле (80):

$$L = \frac{v t_0}{3,6} + \frac{k_3 v^2}{254 f} + l_0 + l_a =$$

$$= \frac{30 \times 1}{3,6} + \frac{1,3 \times 30^2}{254 \times 0,35} + 8 + 20 = 49 \text{ м}$$

4.5. Оценка устойчивости автомобиля

Максимальная скорость движения автомобиля на повороте до опрокидывания определяется в м/с по формуле

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{g R B}{2 h_{ц}}}, \quad (81)$$

где g – ускорение силы тяжести, м/с^2 ;

R – радиус поворота, м;

B – ширина колеи, м (табл. 8);

$h_{ц}$ – высота центра тяжести, м (табл. 8).

Таблица 8

Марка автобиля	Ширина колеи, мм		Высота центра тяжести, мм	
	передних колес	задних колес	без груза	с грузом
ЗИЛ-130	1800	1790	885	1210
ЗИЛ-157	1755	1750	720	1040
ЗИЛ-131	1820	1820	830	1165
МАЗ-500	1950	1860	1050	1460
КрАЗ-219	1950	1920	951	1380

Пример. Определить максимальную скорость ЗИЛ-157 до опрокидывания на повороте с радиусом $R=70$ м.

Решение. Определим максимальную скорость по формуле (81)

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{g R B}{2 h_{ц}}} = \sqrt{\frac{9,8 \times 70 \times 1,75}{2 \times 1,04}} = 24 \text{ м/с} = 86 \text{ км/ч}$$

Устойчивость автопоезда против заноса можно определить по коэффициенту поперечной силы m :

$$m < \frac{v^2}{g R} \pm i \leq 0,20 \quad (82)$$

где i – поперечный уклон дороги на кривой.

Пример. Определить предельную скорость устойчивости против заноса по условиям предыдущего примера, $i = 0$.

Решение. Из формулы (82) находим

$$v = \sqrt{m g R} = \sqrt{0,20 * 9,8 * 70} = 11,7 \text{ м/с} = 42 \text{ км/ч}$$

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица 1

Коэффициент $K_{\Delta t}$ учета температуры раствора (электролита) в ванне

Отсос	Значение $K_{\Delta t}$ при разности температур раствора в ванне и воздуха в помещении $t, {}^{\circ}\text{C}$																
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Отсосы без поддува	1,0	1,08	1,16	1,24	1,31	1,39	1,47	1,55	1,63	1,71	1,79	1,86	1,94	2,02	2,1	2,18	2,26
Отсосы с поддувом	1,0	1,015	1,03	1,045	1,06	1,075	1,09	1,105	1,12	1,135	1,15	1,165	1,18	1,195	1,21	1,22	1,24

Таблица 2

Коэффициент K_t учета токсичности вредных веществ, выделяющихся с поверхности электролита

Технологический процесс гальванопокрытия	Вредные выделения	K_t
Электрохимическая обработка металлов в растворах, содержащих хромовую кислоту концентраций 150–300 г/л, при нагрузке на ванну $I = 1000 \text{ A}$ (хромирование, анодное декапирирование, снятие меди и др.)	Хромовый ангидрид	2
Химическая обработка стали в растворах хромовой кислоты и ее солей при температуре раствора $t > 50 {}^{\circ}\text{C}$ (травление, пассивирование, снятие оксидной пленки и др.)	То же	1
Химическая обработка металлов в растворах щелочи (оксидирование стали, химическая полировка алюминия, травление алюминия, магния и их сплавов и др.) при температуре раствора: $t, {}^{\circ}\text{C} > 100$ $t, {}^{\circ}\text{C} < 100$	Щелочь	1,25 1,6

Окончание таблицы 2

Технологический процесс гальванирования	Вредные выделения	K_1
Кадмирование, серебрение, золочение и электродекапирирование в цианистых растворах	Цианистый водород	2
Цинкование, медение, латунирование, химическое декапирирование в цианистых растворах	То же	1,6
Электрохимическая обработка металлов в растворах, содержащих серную кислоту концентрации 150-350 г/л, а также химическая обработка металлов в концентрированных растворах (анодирование, электрополирование, травление)	Серная кислота	1,6

Приложение 2

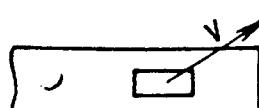
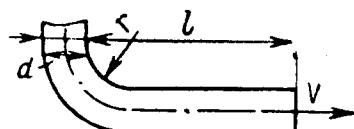
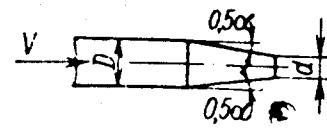
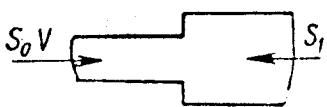
КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Вид местного сопротивления	Значение коэффициента ξ
Вход в трубопровод, за- деланный в стену.	Соотношение l/d 0,0 0,05 0,1 Коэффициент ξ 0,5 0,8 0,85 Соотношение l/d 0,2 0,3 0,5 Коэффициент ξ 0,92 0,97 1,0
Вход во всасывающий трубопровод с конусным коллектором	Соотношение l/d Угол α 0,0 60 180 0,1 1,0 0,41 0,5 0,25 1,0 0,16 0,5 0,6 1,0 0,13 0,5 1,0 1,0 0,1 0,5

Продолжение приложения 2

Вид местного сопротивления	Значение коэффициента ξ			
Вход во всасывающий трубопровод с сеткой. S_0 — свободное сечение	Соотношение S_0/S	0,1	0,2	
	Коэффициент ξ	80	16	
	Соотношение S_0/S_1	0,6	0,8	
	Коэффициент ξ	1,3	1,23	
			1,14	
Вход через жалюзийную решетку. S_0 — свободное сечение	Соотношение S_0/S_1	0,2	0,4	
	Коэффициент ξ	45	6,8	
	Соотношение S_0/S_1	0,6	0,8	
	Коэффициент ξ	2,3	0,9	
			0,5	
Вход в первое боковое отверстие трубопровода	Соотношение S_0/S_1	0,2	0,6	
	Коэффициент ξ	57	4,6	
			1,7	
Вход в средние боковые отверстия трубопровода	Соотношение S_0/S_2	Соотношение L_0/L_2		
		0,1	0,3	0,5
		0,1	0,3	0,5
	Коэффициент ξ_0	0,1	0,8	5,6
	Коэффициент ξ_1	0,4	0,5	0,9
		1,4	1,3	0,2
			0,3	0,2
Свободный выход из трубопровода	Коэффициент ξ	1,05		
		V		

Продолжение приложения 2

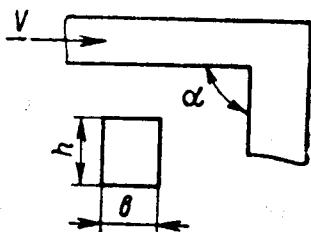
Вид местного сопротивления	Значение коэффициента ξ					
Выход из последнего бокового отверстия трубопровода	Коэффициент ξ					
	2,5					
						
Свободный выход из трубопровода с поворотом	Соотношение r/d	Соотношение l/d				
	0	2,95	2,23	2,72	2,24	2,1
	0,2	2,15	2,08	1,7	1,56	1,5
	1,0	1,46	1,11	1,09	1,09	1,09
						
Выход через конусную насадку	$L=7-15$					
	Соотношение d/D	0,5		0,7		1,0
	Коэффициент ξ	17		4,4		1,05
						
Расширение и сужение	Расширение					
	S_0/S_1	0	0,2	0,4	0,6	0,8
	ξ	1,0	0,64	0,36	0,16	0,04
						
Сужение	Сужение					
	S_0/S_1	0	0,2	0,4	0,6	0,8
	ξ	0,5	0,42	0,34	0,25	0,15

61
Окончание приложения 2

Вид местных сопротивлений

Значение коэффициента ξ

Поворот



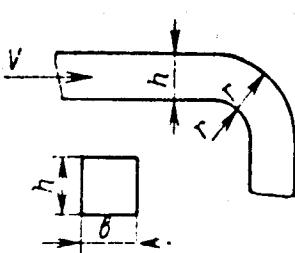
Для квадратного сечения

a	90	120	135	150
ξ	1,0	0,55	0,36	0,2

Для прямоугольного сечения необходимо умножить на коэффициент K

h/b	1,0	2,0	3,0
K	1,0	0,48	0,38

Поворот



Для квадратного сечения

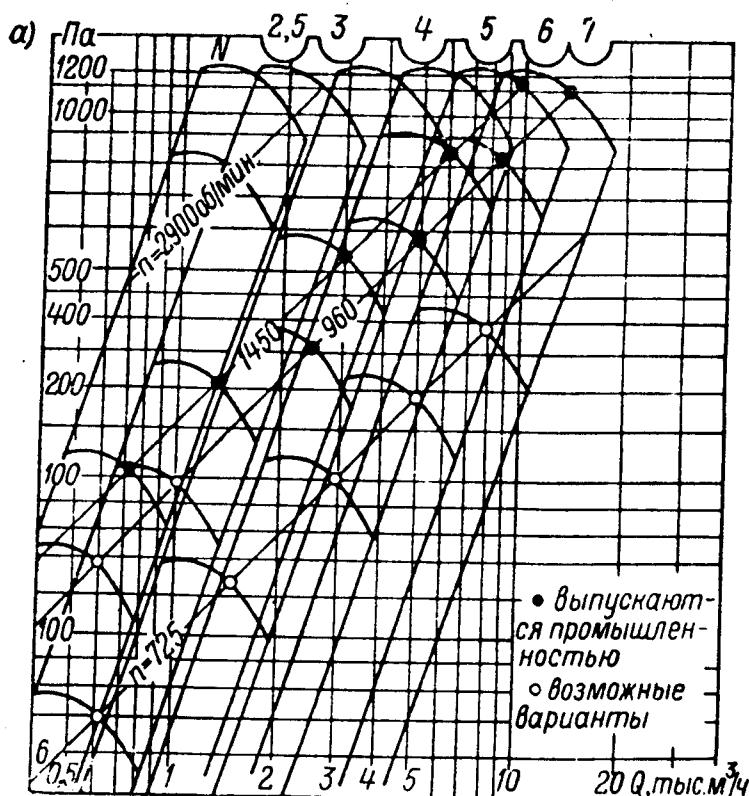
r/b	0,2	0,4	0,6
ξ	0,5	0,3	0,25

Для прямоугольного сечения необходимо умножить на коэффициент K

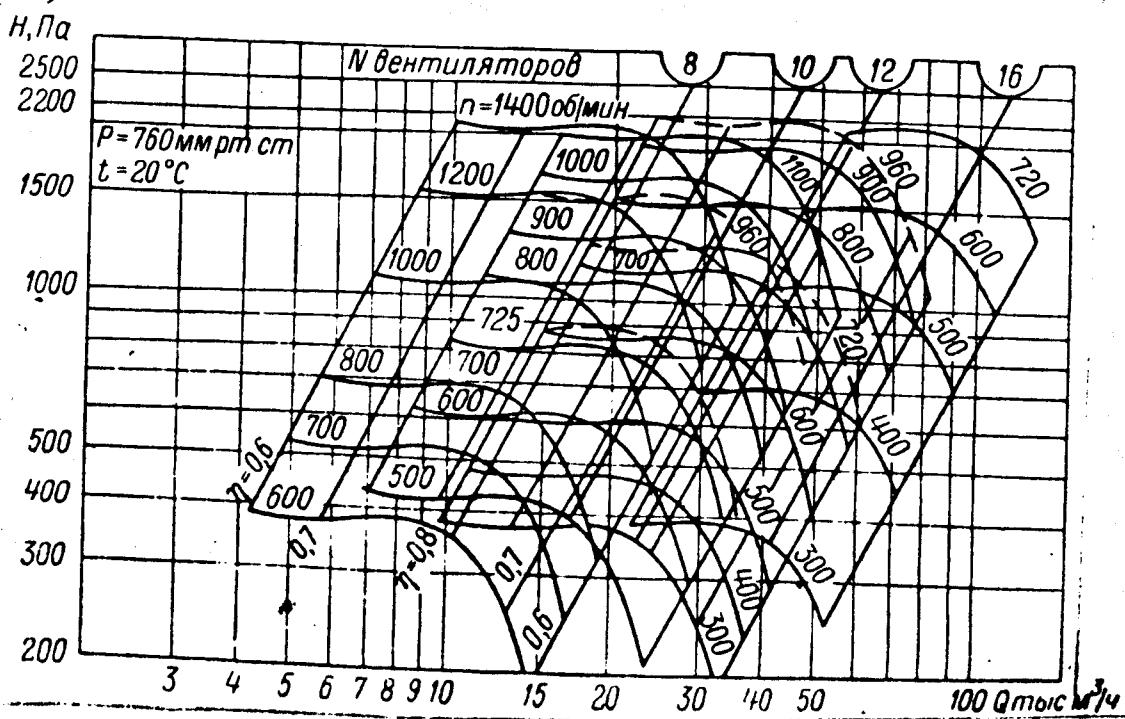
h/b	1	2	3
K	1,0	0,48	0,38

Приложение 3

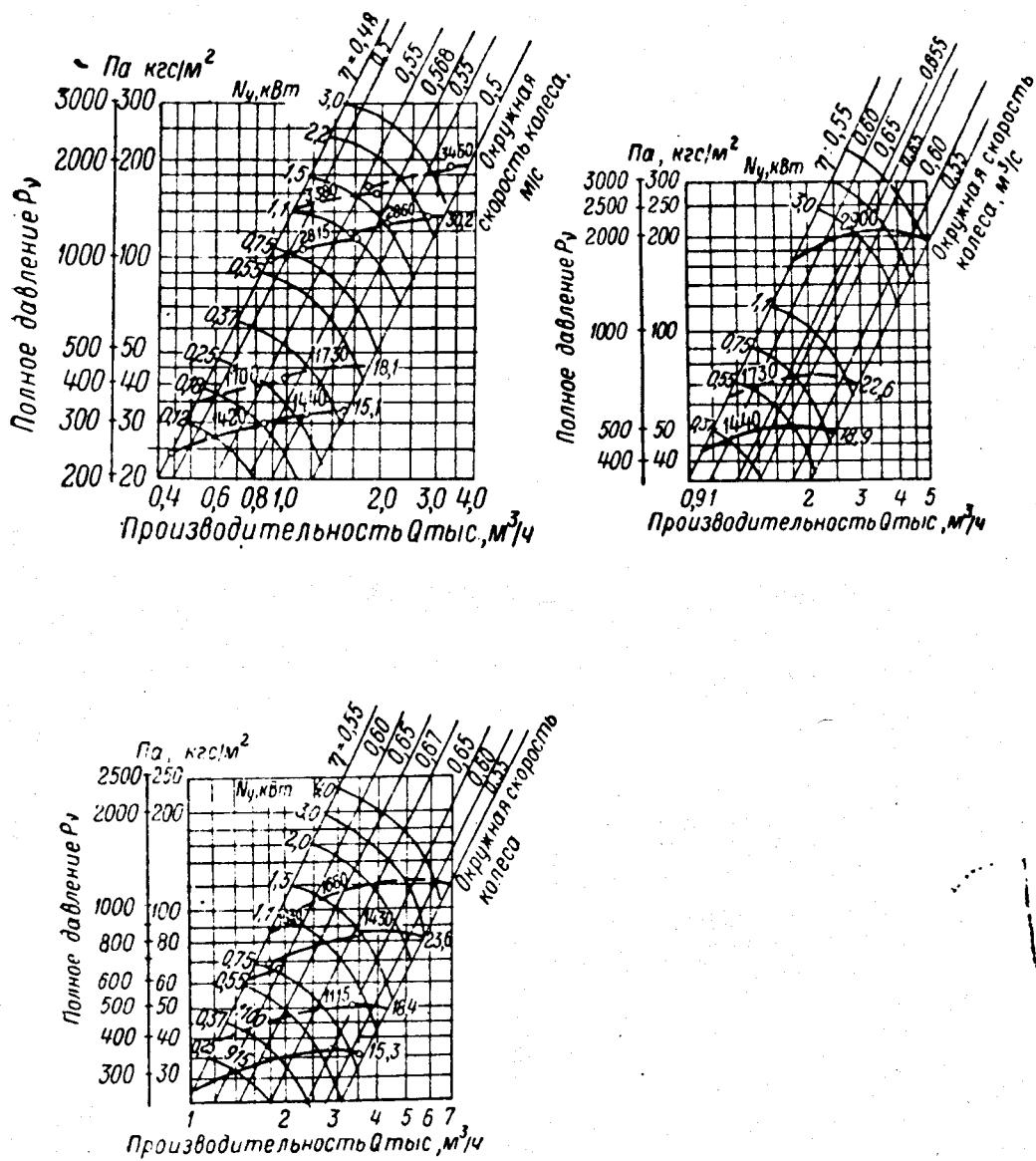
АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕНТИЛЯТОРОВ



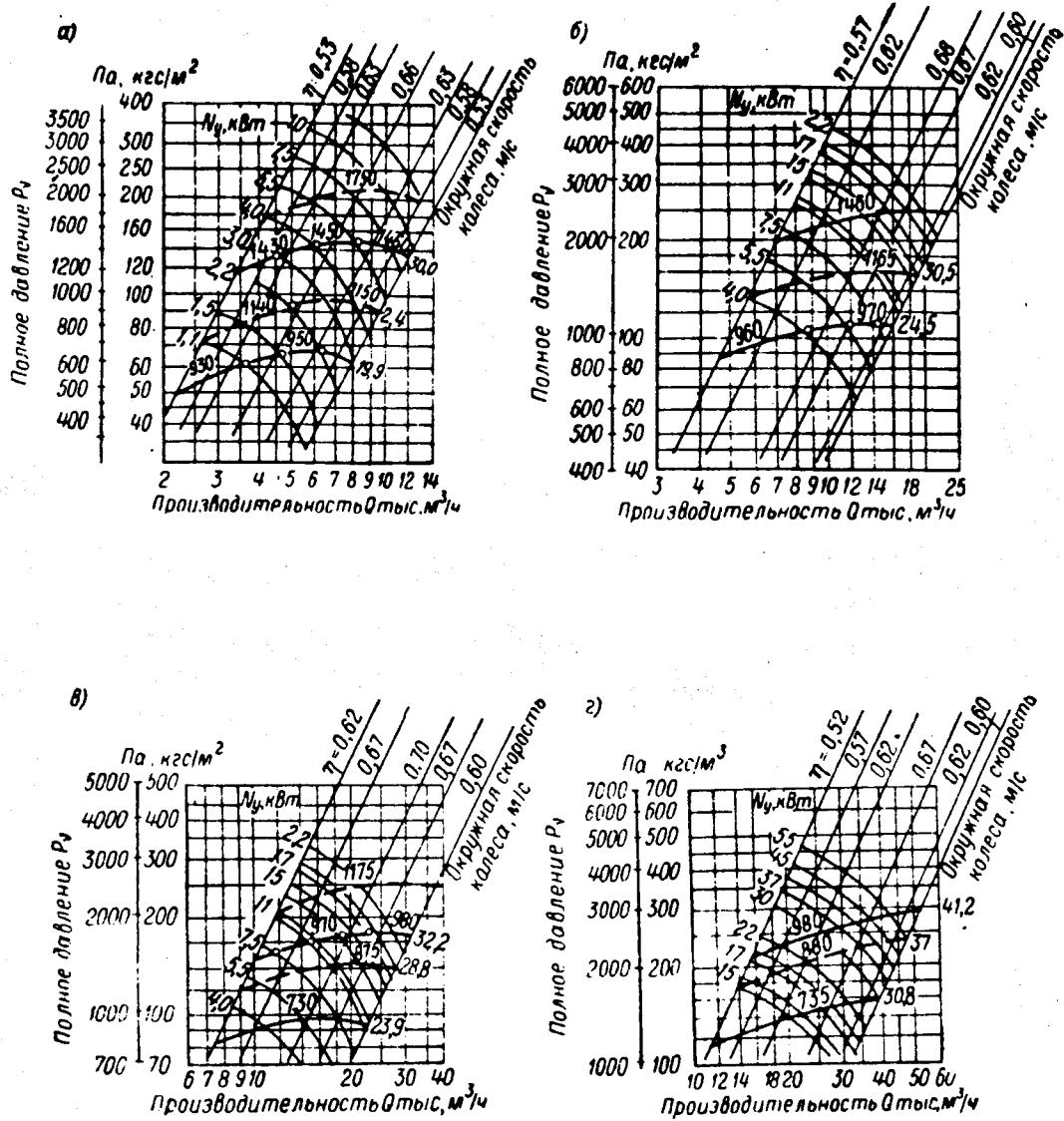
б)



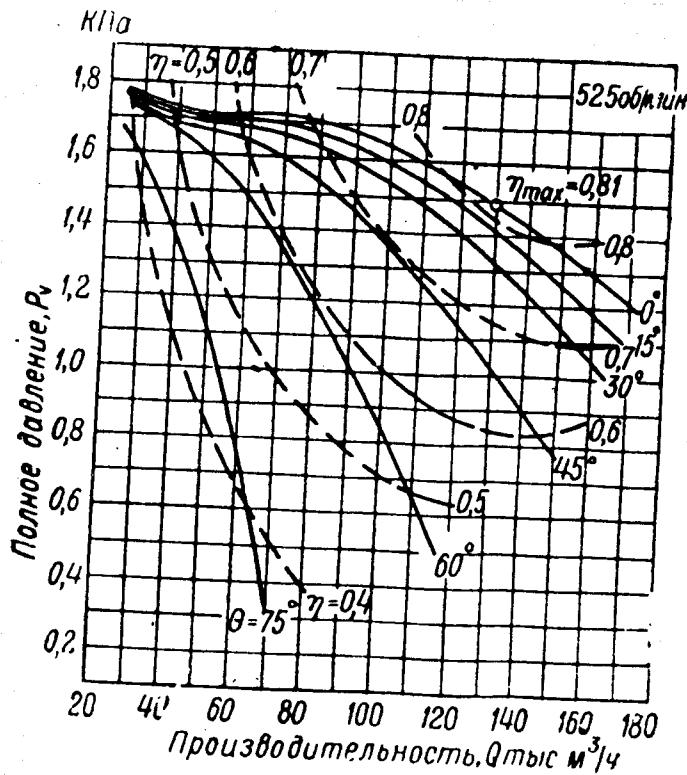
Аэродинамические характеристики радиальных вентиляторов общего назначения Ц4-70: а — № 2,5; 3; 4; 5; 6; 7; б — № 8; 10; 12; 16



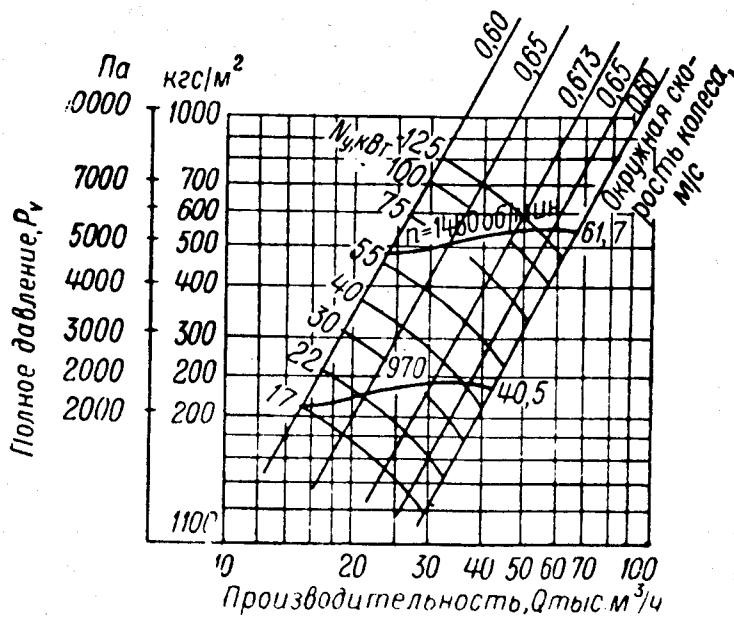
Аэродинамические характеристики вентиляторов В-Ц14-46: а — № 2;
б — № 2,5; в — № 3,15



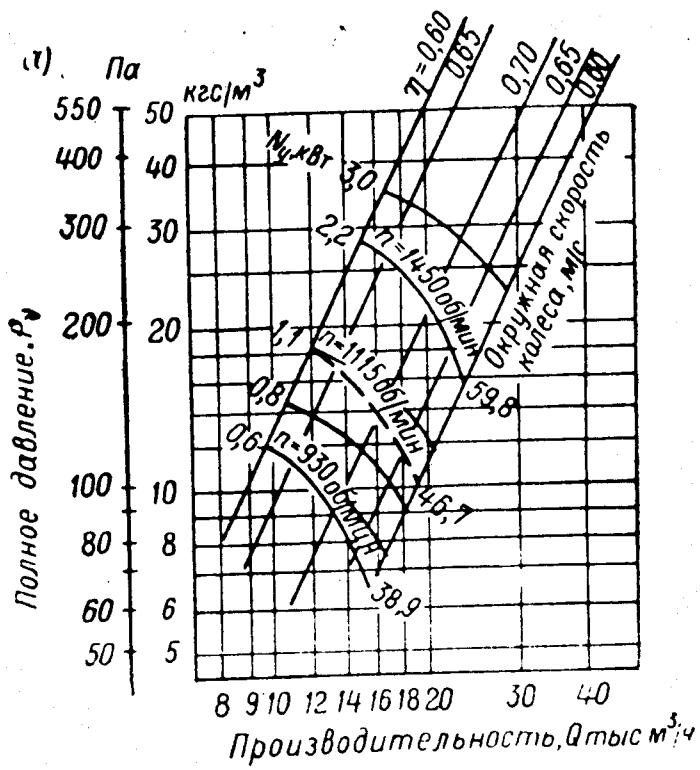
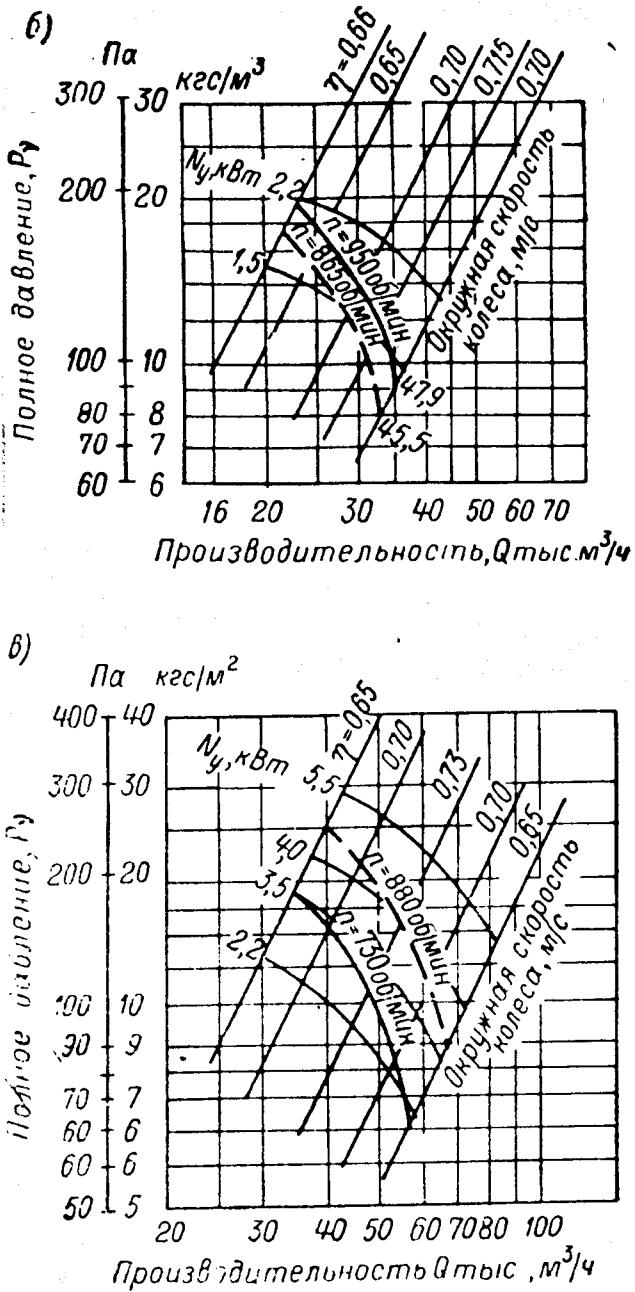
Аэродинамические характеристики радиальных вентиляторов В-Ц14-46-И1: а — № 4; б — № 5; в — № 6,3; г — № 8



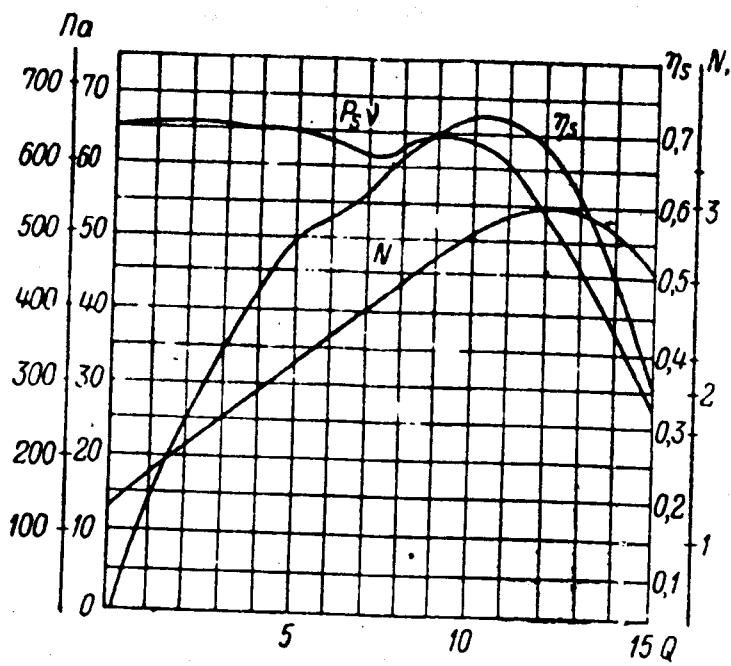
Аэродинамическая характеристика вентилятора Ц4-76 при $v = 525$ об/мин



Аэродинамическая характеристика вентилятора В-Ц12-49-8



Аэродинамические характеристики осевых вентиляторов В-0,6-300-И1: а — № 8; б — № 10; в — № 12



Аэродинамическая характеристика крышевого вентилятора КЦЗ-90-6,3

Приложение 4

ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ

Задача 1

В термическом отделении установлено п печей; объем помещения 4500 м^3 ; $t_{\text{отд}} = 20^\circ\text{C}$; $\alpha_1 = 0,8$; $\alpha_2 = 1,0$; $\alpha_3 = 7,0 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{C}$; 20% металла остывает до температуры 30°C ; 80% металла остывает до температуры 100°C ; $C_m = 0,46 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}$; температура наружного воздуха $t_{\text{нар}} = 18^\circ\text{C}$. Расчитать необходимое количество воздуха для удаления избытка тепла.

Площадь тепловыделяющей поверхности печи F , м^2 ; температуру внутри печи $t_{\text{вн.п.}}$, $^\circ\text{C}$; коэффициенты теплоотдачи внутренней α_1 и наружной α_2 стенок печи, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{C}$; толщины слоев стенок печи: b_1 (шамотный кирпич), b_2 (строительный кирпич), b_3 (кофух из мягкой стали), мм ; производительность каждой печи M_m , $\text{кг}/\text{ч}$ взять из таблицы:

Вар.	п, шт	$f, \text{м}^2$	$t_{\text{вн.п.}}, {}^\circ\text{C}$	$\alpha_1, \text{Вт}/\text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{C}$	$\alpha_2, \text{Вт}/\text{м}^2 \cdot {}^\circ\text{C}$	$b_1, \text{мм}$	$b_2, \text{мм}$	$b_3, \text{мм}$	$M_m, \text{кг}/\text{ч}$
1	1	3	800	11,6	9,0	250	120	2	300
2	2	6	900	11,2	8,9	250	120	3	500
3	3	8	1000	11,0	8,8	500	120	3	700
4	1	10	1100	10,8	8,7	500	240	4	800
5	2	12	800	10,6	8,6	250	120	2	900
6	3	3	900	10,4	8,5	250	120	3	250
7	1	6	1000	10,2	8,4	500	120	3	450
8	2	8	1100	10,0	8,3	500	240	4	650
9	3	10	800	9,7	8,2	250	120	2	750
10	1	12	900	9,5	8,1	250	120	3	850
11	2	3	1000	11,6	9,0	500	120	3	350
12	3	6	1100	11,2	8,9	500	240	4	550
13	1	8	850	11,0	8,8	250	120	2	750
14	2	10	950	10,8	8,7	250	120	3	850
15	3	12	1050	10,6	8,6	500	120	3	950
16	1	3	1150	10,4	8,5	500	240	4	200
17	2	6	850	10,2	8,4	250	120	2	400
18	3	8	950	10,0	8,3	250	120	3	600
19	1	10	1050	9,7	8,2	500	120	3	700
20	2	12	1150	9,5	8,1	500	240	4	800

Задача 2

В малярном отделении окрашивается $F \text{ м}^2$ поверхности автомобилей. Расход растворителя, состоящего из $q_1 \%$ уайт-спирита и $q_2 \%$ бутилового спирта, $G \text{ г на } 1 \text{ м}^2$. Уайт-спирита испаряется 20% и бутилового спирта – 30%. Данные взять из таблицы.

Определить требуемое количество воздуха.

Вариант	$F, \text{ м}^2$	$q_1, \%$	$q_2, \%$	$G, \text{ г/м}^2$
1	100	70	30	70
2	100	80	20	80
3	100	90	10	90
4	120	70	30	70
5	120	80	20	80
6	120	90	10	90
7	150	70	30	75
8	150	80	20	85
9	150	90	10	95
10	180	70	30	75
11	180	80	20	85
12	180	90	10	95
13	100	50	50	60
14	100	55	45	70
15	100	60	40	80
16	120	50	50	90
17	120	55	45	60
18	120	60	40	70
19	150	55	45	80
20	150	60	40	90

Задача 3

Определить воздухообмен при выезде машин из зоны хранения. Выезд неравномерный. Максимальное число машин в течение часа для 1..10 варианта – 51, для 11..20 варианта – 47. График выезда машин по маркам для вариантов задания приведен в таблице.

Электронный архив УГЛТУ

- 70 -

		Количество машин по маркам				
		Вариант	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131	"УРАЛ"	МАЗ-509
Время выезда, мин	1	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131	"УРАЛ"	МАЗ-509	ЗИЛ-130
	2	ЗИЛ-131	"УРАЛ"	МАЗ-509	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131
	3	"УРАЛ"	МАЗ-509	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131	"УРАЛ"
	4	МАЗ-509	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131	"УРАЛ"	ЗИЛ-131
	5	ЗИЛ-130	МАЗ-509	"УРАЛ"	ЗИЛ-131	ЗИЛ-130
	6	МАЗ-509	"УРАЛ"	ЗИЛ-131	ЗИЛ-130	МАЗ-509
	7	"УРАЛ"	ЗИЛ-131	ЗИЛ-130	МАЗ-509	"УРАЛ"
	8	ЗИЛ-131	ЗИЛ-130	МАЗ-509	"УРАЛ"	"УРАЛ"
	9	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131	МАЗ-509	"УРАЛ"	ЗИЛ-130
	10	ЗИЛ-131	МАЗ-509	"УРАЛ"	ЗИЛ-130	

0,0..5,0			-	-	-	1
5..10			-	2	1	1
10..15			2	2	2	-
15..20			2	-	2	-
20..25			2	1	1	2
25..30			2	2	2	1
30..35			1	1	2	-
35..40			1	2	-	2
40..45			-	-	-	2
45..50			2	1	1	-
50..55			2	2	-	1
55..60			1	-	2	-

		Количество машин по маркам				
		Вариант	МАЗ-509	"УРАЛ"	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131
Время выезда, мин	11	МАЗ-509	"УРАЛ"	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131	
	12	"УРАЛ"	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131	МАЗ-509	ЗИЛ-131
	13	ЗИЛ-130	"УРАЛ"	МАЗ-509	ЗИЛ-131	ЗИЛ-130
	14	"УРАЛ"	МАЗ-509	ЗИЛ-131	ЗИЛ-130	"УРАЛ"
	15	МАЗ-509	ЗИЛ-131	ЗИЛ-130	"УРАЛ"	МАЗ-509
	16	ЗИЛ-131	ЗИЛ-130	"УРАЛ"	ЗИЛ-131	МАЗ-509
	17	ЗИЛ-130	"УРАЛ"	ЗИЛ-131	МАЗ-509	ЗИЛ-130
	18	"УРАЛ"	ЗИЛ-131	МАЗ-509	ЗИЛ-130	"УРАЛ"
	19	ЗИЛ-131	МАЗ-509	ЗИЛ-130	"УРАЛ"	ЗИЛ-131
	20	МАЗ-509	ЗИЛ-130	"УРАЛ"	ЗИЛ-131	

0,0..5,0		2	1	-	-	2
5..10		-	-	-	-	1
10..15		2	1	2	-	-
15..20		1	2	-	-	-
20..25		2	-	1	-	2
25..30		2	-	-	-	-
30..35		-	2	2	-	1
35..40		-	2	1	-	2
40..45		-	2	-	-	-
45..50		2	1	2	-	2
50..55		2	2	-	-	1
55..60		-	1	-	-	1

Задача 4

Зарядка аккумуляторов происходит в укрытии с площадью проемов и неплотностей F , м^2 ; скорость воздуха в проемах v , $\text{м}/\text{с}$; Кроме того в помещении расходуется Q_r г серной кислоты, которая в виде паров поступает в воздух помещения. Определить необходимый воздухообмен.

Вариант ! $F, \text{м}^2$! $v, \text{м}/\text{с}$! $Q_r, \text{г}$!			
1	1	0,2	7
2	1,2	0,3	8
3	1,4	0,5	9
4	1,6	0,6	10
5	1,8	0,2	12
6	2	0,3	15
7	2,2	0,5	7
8	1	0,6	8
9	1,2	0,2	9
10	1,4	0,3	10

Вариант ! $F, \text{м}^2$! $v, \text{м}/\text{с}$! $Q_r, \text{г}$!			
11	1,6	0,5	12
12	1,8	0,6	15
13	2	0,2	7
14	2,2	0,3	8
15	1	0,5	9
16	1,2	0,6	10
17	1,4	0,2	12
18	1,6	0,3	15
19	1,8	0,5	7
20	2	0,6	8

Задача 5

Подобрать тип наиболее эффективного бортового отсоса и расчитать объемный расход воздуха, удаляемого бортовым отсосом от ванны обезжиривания, при следующих исходных данных: ширина ванны $B, \text{м}$; длина ванны $l, \text{м}$; температура раствора в ванне $t_v, {}^\circ\text{C}$; температура воздуха в помещении $t_{\text{пом}}, {}^\circ\text{C}$; глубина уровня раствора в ванне $H_p, \text{мм}$; ширина (высота) щелевого отсоса $b, \text{мм}$.

Вариант ! $B, \text{м}$! $l, \text{м}$! $t_v, {}^\circ\text{C}$! $t_{\text{пом}}, {}^\circ\text{C}$! $H_p, \text{мм}$! $b, \text{мм}$!							
1	0,5	0,9	60	17	120	60	
2	0,6	1	70	19	130	65	
3	0,7	1,1	80	20	140	70	
4	0,8	1,2	90	22	150	75	
5	0,9	1,3	60	24	160	80	
6	0,5	1,5	70	27	170	85	
7	0,6	1,8	80	17	180	90	
8	0,7	0,9	90	19	190	95	
9	0,8	1	60	20	200	60	
10	0,9	1,1	70	22	120	65	
11	0,5	1,2	80	24	130	70	

Вариант	$t_B, \text{ м}$	$l, \text{ м}$	$t_B, {}^\circ\text{C}$	$t_{\text{пом}}, {}^\circ\text{C}$	$h_p, \text{ мм}$	$b, \text{ мм}$
12	0,6	1,3	90	27	140	75
13	0,7	1,5	60	17	150	80
14	0,8	1,8	70	19	160	85
15	0,9	0,9	80	20	170	90
16	0,5	1	90	22	180	95
17	0,6	1,1	60	24	190	60
18	0,7	1,2	70	27	200	65
19	0,8	1,3	80	17	120	70
20	0,9	1,5	90	19	130	75

Задача 5

Определить объемный расход воздуха, отсасываемого кольцевым отсосом с поверхности закалочной ванны, при следующих исходных данных: температура воды в ванне t_B ; температура воздуха в помещении $t_{\text{пом}}$; кольцевая щель опущена в ванну (схема рис.26); диаметр ванны D ; высота щели b ; заглубление верхней кромки щели h_B ; глубина уровня раствора h_H ; допустимая высота (граница) подъема спектра вредных выделений $y=0,15 \text{ м}$; скорость движения воздуха в помещении $0,1 \text{ м/с}$.

Вариант	$t_B, {}^\circ\text{C}$	$t_{\text{пом}}, {}^\circ\text{C}$	$D, \text{ мм}$	$b, \text{ мм}$	$h_B, \text{ мм}$	$h_H, \text{ мм}$
1	100	16	900	50	100	80
2	105	18	950	60	110	90
3	110	20	1000	70	120	80
4	115	22	1050	50	130	100
5	120	25	1100	60	140	100
6	125	16	1150	70	150	110
7	100	18	1200	50	200	150
8	105	20	1250	60	100	90
9	110	22	1300	70	110	80
10	115	25	1350	50	120	100
11	120	16	1450	60	130	90
12	125	18	1500	70	140	120
13	100	20	1550	50	150	100
14	105	22	1600	60	200	160
15	110	25	900	70	100	70

Вариант	$t_B, ^\circ C$	$t_{пом}, ^\circ C$	D, мм	b, мм	$h_B, \text{мм}$	$h_H, \text{мм}$
16	115	16	950	50	110	60
17	120	18	1000	60	120	70
18	125	20	1050	70	130	80
19	100	22	1100	50	140	100
20	105	25	1150	60	150	100

Задача 6

Рассчитать активированный бортовой отсос (рис.5а) для ванны травления с температурой раствора. Ширина ванны В, длина L . Бортовой отсос щелевидной формы располагается вдоль длинных бортов ванны.

Вар. !	$t_{р-ра}, ^\circ C$	B, м	L, м	Вар. !	$t_{р-ра}, ^\circ C$	B, м	L, м
1	30	0,8	1,6	11	55	0,8	1,9
2	32	1,0	1,7	12	57	1,0	2,0
3	35	1,2	1,8	13	60	1,2	2,2
4	37	1,4	1,9	14	62	1,4	2,5
5	40	1,5	2,0	15	65	1,5	1,6
6	42	0,8	2,2	16	67	0,8	1,7
7	45	1,0	2,5	17	70	1,0	1,8
8	47	1,2	1,6	18	72	1,2	1,9
9	50	1,4	1,7	19	75	1,4	2,0
10	52	1,5	1,8	20	80	1,5	2,2

Задача 7

Определить расход воздуха, удаляемого вытяжным зонтом, установленным над индукционной печью. Диаметр источника (зеркала излучающей поверхности) d. Температура расплавленного металла t_H . Температура воздуха в помещении t_B . Вытяжной зонт круглого сечения диаметром d_3 . Расстояние от нагретой поверхности до вытяжного зонта Z.

Вариант	d, м	$t_H, ^\circ C$	$t_B, ^\circ C$	$d_3, \text{м}$	Z, м
1	1,5	1100	20	1,9	1,2
2	1,6	1200	22	2,0	1,2
3	1,7	1300	24	2,1	1,2
4	1,8	1500	26	2,2	1,2
5	1,9	1600	28	2,3	1,5

Вариант		$d, \text{ м}$	$t_H, {}^\circ\text{C}$	$t_B, {}^\circ\text{C}$	$d_3, \text{ м}$	$Z, \text{ м}$
6		2,0	1700	20	2,5	1,5
7		2,1	1100	22	3,0	1,5
8		2,2	1200	24	3,0	1,5
9		2,3	1300	26	3,0	1,5
10		2,4	1500	28	3,0	1,5
11		2,5	1600	20	3,0	1,5
12		2,6	1700	22	3,0	1,7
13		2,7	1100	24	3,5	1,7
14		2,8	1200	26	3,5	1,7
15		2,9	1300	28	3,5	1,7
16		3,0	1500	20	3,5	1,9
17		3,1	1600	22	3,5	1,9
18		3,2	1700	24	4,0	1,9
19		3,3	1100	26	4,0	2,0
20		3,4	1200	28	4,0	2,0

Задача 8

Определить расход воздуха, удаляемого зонтом-козырьком, установленным над проемом камерной электропечи. Площадь проема электропечи F_i . Площадь сечения зонта-козырька F_3 . Температура воздуха, выходящего из печи t_B . Избыточное давление в печи P .

Вариант	$F_i, \text{ м}^2$	$F_3, \text{ м}^2$	$t_B, {}^\circ\text{C}$	$P, \text{ кгс}/\text{м}^2$
1	0,09	0,15	47	0,17
2	0,1	0,15	50	0,19
3	0,12	0,18	52	0,22
4	0,15	0,20	55	0,25
5	0,17	0,20	60	0,17
6	0,09	0,12	65	0,19
7	0,1	0,15	72	0,22
8	0,12	0,15	75	0,25
9	0,15	0,18	80	0,17
10	0,17	0,20	82	0,19
11	0,09	0,11	47	0,22
12	0,1	0,14	50	0,25
13	0,12	0,16	52	0,17

Вариант	F_i, m^2	F_3, m^2	$t_b, ^\circ C$	$P, kgc/m^2$
14	0,15	0,17	55	0,19
15	0,17	0,22	60	0,22
16	0,09	0,13	65	0,25
17	0,1	0,14	72	0,17
18	0,12	0,16	75	0,19
19	0,15	0,18	80	0,22
20	0,17	0,25	82	0,25

Задача 9

Определить расход воздуха, удаляемого отсасывающей панелью, от выбивной решетки литейного цеха при выбивке отливок из опок. Размер отсасывающей панели (длина и ширина) $b_p \times H_p$, размер опок в плане (длина и ширина) $b_o \times H_o$. Температура источника (опоки и горячей земли) t_i . Температура воздуха в помещении t_b . Расстояние от верхней плоскости опоки до центра всасывающих отверстий панели H . Ширина источника (опоки) B . Панель отстоит от выбивной решетки (ее передней стороны) на расстоянии l .

Вариант	b_p, m	H_p, m	b_o, m	H_o, m	$t_i, ^\circ C$	$t_b, ^\circ C$	H, m	B, m	l, m
1	1,8	1,0	2,2	1,4	500	20	0,6	0,9	0,8
2	2,0	1,2	2,4	1,5	550	22	0,65	1,0	0,9
3	2,2	1,2	2,6	1,5	600	25	0,7	1,1	1,0
4	2,4	1,2	2,8	1,4	650	27	0,75	1,2	1,1
5	2,6	1,5	3,0	1,7	700	20	0,8	1,3	0,8
6	2,8	1,5	3,0	1,9	750	22	0,85	1,4	0,9
7	1,8	1,0	2,2	1,4	800	25	0,9	0,9	1,0
8	2,0	1,2	2,4	1,5	850	27	0,6	1,0	1,1
9	2,2	1,2	2,6	1,5	900	20	0,65	1,1	0,8
10	2,4	1,2	2,8	1,4	500	22	0,7	1,2	0,9
11	2,6	1,5	3,0	1,7	550	25	0,75	1,3	1,0
12	2,8	1,5	3,0	1,9	600	27	0,8	1,4	1,1
13	1,8	1,0	2,2	1,4	650	20	0,85	0,9	0,8
14	2,0	1,2	2,4	1,5	700	22	0,9	1,0	0,9
15	2,2	1,2	2,6	1,5	750	25	0,6	1,1	1,0
16	2,4	1,2	2,8	1,4	800	27	0,65	1,2	1,1
17	2,6	1,5	3,0	1,7	850	20	0,7	1,3	0,8

Вариант!	$b_{п,м}$	$H_{п,м}$	$b_{о,м}$	$H_{о,м}$	$t_i, ^\circ C$	$t_b, ^\circ C$	$H, м$	$B, м$	$l, м$
18	2,8	1,5	3,0	1,9	900	22	0,75	1,4	0,9
19	1,8	1,0	2,2	1,4	500	25	0,8	0,9	1,0
20	2,0	1,2	2,4	1,5	550	27	0,85	1,0	1,1

Задача 10

Определить расход воздуха, удаляемого наклонной панелью равномерного всасывания от фиксированного сварочного поста (рис.6б). Размер наклонной отсасывающей панели $a \times b$. Температура нагретой поверхности свариваемого изделия t_i . Температура воздуха в помещении $t_b=20^\circ C$. Расстояние от верхней поверхности до центра всасывающих отверстий панели H ; ширина источника вредных выделений B ; длина A . Панель отстоит от места сварки на расстояние l .

Вариант	$a, м$	$b, м$	$t_i, ^\circ C$	$H, м$	$B, м$	$A, м$
1	700	500	600	0,5	0,15	0,6
2	750	550	650	0,55	0,15	0,6
3	800	600	700	0,6	0,2	0,6
4	850	650	750	0,5	0,2	0,7
5	900	700	600	0,55	0,25	0,7
6	950	500	650	0,6	0,25	0,7
7	1000	550	700	0,5	0,15	0,8
8	1050	600	750	0,55	0,15	0,8
9	1100	650	600	0,6	0,2	0,8
10	1200	700	650	0,5	0,2	0,6
11	700	500	700	0,55	0,25	0,6
12	750	550	750	0,6	0,25	0,6
13	800	600	600	0,5	0,15	0,7
14	850	650	650	0,55	0,15	0,7
15	900	700	700	0,6	0,2	0,7
16	950	500	750	0,5	0,2	0,8
17	1000	550	600	0,55	0,25	0,8
18	1050	600	650	0,6	0,25	0,8
19	1100	650	700	0,5	0,15	0,6
20	1200	700	750	0,55	0,15	0,6

Задача 11

Расчитать стальной строп для подъема груза. Вес груза Q , число ветвей стропа n , коэффициент запаса прочности $K=8$,

временное сопротивление $b=160 \cdot 10^7$, угол стропа с вертикалью а, расстояние между точками крепления ветвей стропа с вертикалью б.

Вариант	$Q, \text{Н}$	n	$a, {}^\circ$	$b, \text{м}$
1	30000	2	30	1,8
2	30000	2	45	2,0
3	40000	2	30	2,2
4	40000	2	45	2,4
5	50000	2	30	2,8
6	50000	2	45	3,0
7	60000	2	30	3,5
8	60000	2	45	1,8
9	70000	2	30	2,0
10	70000	2	45	2,2
11	30000	4	30	2,4
12	30000	4	45	2,8
13	40000	4	30	3,0
14	40000	4	45	3,5
15	50000	4	30	1,8
16	50000	4	45	2,0
17	60000	4	30	2,2
18	60000	4	45	2,4
19	70000	4	30	2,8
20	70000	4	45	3,0

Задача 12

Определить радиус охранной зоны R при работе автомобильного крана в следующих условиях: максимальный вылет стрелы г, высота подъема конструкции h, длина ветви стропа т, угол между ветвью стропа и вертикалью а, половина длины конструкции п.

Вариант	$g, \text{м}$	$h, \text{м}$	$t, \text{м}$	$a, \text{град}$	$n, \text{м}$
1	8	4	4	30	4
2	9	5	4	30	4
3	10	5	4	30	4
4	11	7	4	30	4
5	12	8	4	30	4
6	13	8	4	30	4

Вариант	г, м	h, м	т, м	а, град	п, м
7	14	10	4	30	4
8	8	3	5	45	7
9	9	4	5	45	7
10	10	4	5	45	7
11	11	6	5	45	7
12	12	7	5	45	7
13	13	7	5	45	7
14	14	9	5	45	7
15	8	5	3	30	3
16	9	6	3	30	3
17	10	6	3	30	3
18	11	8	3	30	3
19	12	9	3	30	3
20	13	9	3	30	3

Задача 13

Определить безопасное расстояние между поездами, следующими друг за другом, при исходных данных: скорость движения v , длина поезда l_a , дорожное покрытие.

Вариант	v , км/ч	l_a , м	Дорожное покрытие
1	25	24	сухой асфальт
2	25	24	мокрый асфальт
3	25	24	сухое грунтовое
4	25	24	мокрое грунтовое
5	25	24	снежное укатанное
6	30	20	сухой асфальт
7	30	20	мокрый асфальт
8	30	20	сухое грунтовое
9	30	20	мокрое грунтовое
10	30	20	снежное укатанное
11	35	18	сухой асфальт
12	35	18	мокрый асфальт
13	35	18	сухое грунтовое
14	35	18	мокрое грунтовое
15	35	18	снежное укатанное
16	40	16	сухой асфальт
17	40	16	мокрый асфальт

Вариант !	v , км/ч !	l_a , м !	дорожное покрытие
18	40	16	сухое грунтовое
19	40	16	мокрое грунтовое
20	40	16	снежное укатанное

Задача 14

Определить максимальную скорость v_{max} до опрокидывания на повороте с радиусом R .

Вариант !	R , м !	Марка автомобиля !	загрузка
1	60	ЗИЛ-130	без груза
2	60	ЗИЛ-130	с грузом
3	60	ЗИЛ-157	без груза
4	60	ЗИЛ-157	с грузом
5	60	ЗИЛ-131	без груза
6	60	ЗИЛ-131	с грузом
7	60	МАЗ-500	без груза
8	60	МАЗ-500	с грузом
9	60	КрАЗ-219	без груза
10	60	КрАЗ-219	с грузом
11	70	ЗИЛ-130	без груза
12	70	ЗИЛ-130	с грузом
13	70	ЗИЛ-157	без груза
14	70	ЗИЛ-157	с грузом
15	70	ЗИЛ-131	без груза
16	70	ЗИЛ-131	с грузом
17	70	МАЗ-500	без груза
18	70	МАЗ-500	с грузом
19	70	КрАЗ-219	без груза
20	70	КрАЗ-219	с грузом

Задача 15

Определить предельную скорость устойчивости против заноса по условиям предыдущего примера.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

1. Введение	3
2. Вентиляционные расчеты	5
2.1. Общеобменная вентиляция	5
2.1.1. по избыточному теплу	5
2.1.2. По выделению вредных газов и паров	7
2.2. Местная вентиляция	12
2.2.1. Вытяжные шкафы и укрытия	13
2.2.2. Бортовые отсосы	14
2.2.3. Кольцевые отсосы	18
2.2.4. Активированные отсосы	24
2.2.5. Вытяжные зонты	26
2.2.6. Отсасывающие панели	30
2.3. Расчет вентиляционной сети и выбор вентилятора	32
3. Расчет молниезащиты зданий и сооружений	36
3.1. Определение зоны защиты молниеотводов	37
3.1.1. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода	37
3.1.2. Зона защиты двойного стержневого молниевого отвода	40
3.1.3. Многократный стержневой молниеотвод	42
3.1.4. Одиночный тросовый молниеотвод	42
3.1.5. Двойной тросовый молниеотвод	44
3.2. Категории молниезащиты	45
3.2.1. Молниезащита I категории	45
3.2.2. Молниезащита II категории	48
3.2.3. Молниезащита III категории	49
4. Расчеты по безопасности на подъемно-транспортном и транспортном оборудовании	50
4.1. Расчет кранов	50
4.2. Расчет стропов	51
4.3. Определение радиуса опасной зоны при работе кранов	53
4.4. Определение безопасного расстояния между автотранспортом	54
4.5. Оценка устойчивости автомобиля	55
Приложения:	
Приложение 1	57
Приложение 2	58
Приложение 3.	62
Приложение 4. Домашние задания	68