ГОССТРОЙ СССР
ГЛАВПРОМСТРОЙПРОЕКТ
СОЮЗСАНТЕХПРОЕКТ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ
САНТЕХПРОЕКТ

Утверждаю:
Главный инженер
ГПИ Сантехпроект
Ю.И. Шиляер

РЕКОМЕНДАЦИИ
по расчету отсосов от оборудования, выделяющего тепло и газы

А3-877

Москва 1983

gost.e-ecolog.ru

Рекомендации составлены по результатам исследований, проведенных канд. техн. наук В.Н. Посохиным (Казанский инженерно-строительный институт).

Использованы материалы канд. техн. наук Л.В. Кузьминой (ВЦНИИОТ ВЦСПС) и канд. техн. наук Г.Д. Лифшица (Новосибирский инженерно-строительный институт).

С введением в действие настоящих "Рекомендаций ..." утрачивают силу ~~"Рекомендации по расчету воздухообмена помещений с учетом работы местной вытяжной вентиляции" АЗ - 700 (М., 1978 г.)~~ г. "Рекомендации по расчету боковых отсосов для улавливания конвективных потоков" АЗ - 463 (М., 1970 г.).

Настоящая работа утверждена как обязательная для организаций Главпромстройпроекта и рекомендуется для применения в других организациях.

Рекомендации составили инж. Л.Ф. Моор (ГПИ Сантехпроект) и канд. тех. наук В.Н. Посохин.

Содержание

	Стр.
I. Общая часть	3
2. Расчет верхних отсосов (зонтов)	9
3. Расчет боковых, угловых и наклонных отсосов	I7
4. Расчет нижних отсосов	25

© Государственный проектный институт Сантехпроект Главпромстройпроекта Госстроя СССР (ГПИ Сантехпроект), 1983

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

I.I. Технологическое оборудование, выделяющее тепло и газы, как правило, должно поставляться комплектно с местными отсосами и указаниями о расходе удаляемого воздуха. В случае, если местные отсосы отсутствуют, их конструирование и расчет необходимой производительности проводятся по настоящим Рекомендациям, которые могут быть использованы также для проведения поверочных расчетов.

I.2. Рекомендации содержат материалы по расчету верхних, боковых, наклонных и нижних отсосов, улавливающих конвективные потоки, образующиеся над теплоисточниками компактной и вытянутой формы. Приведенные методы расчета позволяют учесть влияние на работу отсосов таких факторов, как размеры отсоса и его положение относительно источника вредных выделений, скорость движения воздуха в помещении, требуемую эффективность улавливания вредных выделений.

I.3. Рациональная конструкция отсоса позволяет достичь требуемого эффекта при минимальном расходе удаляемого воздуха. При выборе схемы отсоса и его конструктивном решении необходимо руководствоваться следующими основными положениями:

приемное отверстие должно быть максимально приближено к источнику вредных выделений;

плоскость всасывающего отверстия должна быть ориентирована так, чтобы поток вредных выделений возможно меньше отклонялся от первоначального направления движения;

форма всасывающего отверстия должна соответствовать форме источника вредных выделений;

размеры всасывающего отверстия предпочтительно принимать равными или несколько большими поперечных размеров подтекающей к отсосу струи. Уменьшение размеров приемного отверстия отсоса ведет к возрастанию требуемого расхода воздуха;

зону действия отсоса следует максимально ограничивать экранами, фланцами и т.п.;

поле скоростей в приемном отверстии отсоса должно быть неравномерным, чтобы его неравномерность качественно соответствовала неравномерности поля скоростей в подтекающем к отсосу потоке вредных выделений. Для этой цели используют конструкции, обеспечивающие желаемую неравномерность всасывания (вставки, рассекатели и т.п.).

Примечание. Если над источником вредных выделений не образуется устойчивого конвективного течения, или же этот источник перемещается в пределах некоторой зоны (обработка изделий химикатами, склейка, окрашивание, сварка, пайка и т.п.), то поле скоростей в приемном отверстии отсоса должно быть равномерным, что достигается с помощью выравнивающих решеток.

Принятые условные обозначения

a – длина прямоугольного источника вредных выделений, м;
A – длина приемного отверстия отсоса, м;
b – ширина прямоугольного источника вредных выделений, м;
B – ширина (высота) приемного отверстия отсоса, м;
B_1, B_2 – соответственно расстояния между ближними и дальними краями, всасывающей щели нижнего отсоса от прямоугольного источника вредных выделений, м;
h – высота источника, вредных выделений, м;
$h_ф$ – ширина фланца по периметру всасывающего отверстия, м;
l – высота расположения зонта, над поверхностью источника вредных выделений, м;
r – радиус круглого в плане источника вредных выделений, м;
$r_э$ – эквивалентный радиус прямоугольного источника вредных выделений, м;
R – радиус приемного отверстия отсоса, м;
R_1, R_2 – соответственно внутренний и наружный радиусы кольцевого отсоса, м;

$R_э$ - эквивалентный радиус прямоугольного отверстия, м;

S - характерное расстояние между центрами источника вредных выделений и отсоса, м;

φ - угол между осями симметрии отсоса и источника вредных выделений, рад;

$x_0(y_0)$ - расстояние по горизонтали (вертикали) между центрами источника вредных выделений и отсоса, м;

F - теплоотдающая поверхность источника, вредных выделений, $м^2$;

$\bar{F}$ - отношение площади всасывающего отверстия к площади источника вредных выделений в плане;

v_ℓ - осевая скорость конвективной струи на расстоянии ℓ от источника вредных выделений, м/с;

$v_в$ - скорость движения воздуха в помещении, м/с;

$t, t_в$ - температура нагретой поверхности и воздуха в помещении, ^oC;

$a_г, a_в, Q$ - соответственно конвективная теплоотдача горизонтальной, вертикальной поверхностей источника вредных выделений и общая конвективная теплоотдача, Вт;

L - расход воздуха, удаляемого отсосом, $м^3/ч$;

$L_{пред}$ - предельный (минимально возможный) расход воздуха удаляемого отсосом, $м^3/ч$;

$L_в$ - производительность общеобменной вытяжки, приходящаяся на один отсос, $м^3/ч$;

L_ℓ - расход воздуха в конвективной струе на уровне всасывания, $м^3/ч$;

$\bar{L}$ - относительный расход воздуха, удаляемого отсосом;

$K_п$ - коэффициент, учитывающий влияние скорости движения воздуха в помещении на требуемый расход воздуха, удаляемого отсосом;

K_η – коэффициент, учитывающий влияние требуемой эффективности улавливания вредных выделений на расход воздуха, удаляемого отсосом;

$\eta = \frac{Z_{ул}}{Z_{ист}}$ – эффективность улавливания вредных выделений;

$\bar{Z}$ – относительная предельная концентрация;

$Z_{ист}$ – производительность источника по газовым примесям, мг/с;

$Z_р$ – производительность рассредоточенных источников газовой примеси, приходящаяся на один отсос, мг/с;

$Z_{ул}$ – количество примеси, уловленной в единицу времени отсосом, мг/с;

$Z_{пред}$, $Z_{пр}$, ПДК – соответственно, концентрация примеси в воздухе, удаляемом отсосом при расходе воздуха, равном $L_{пред.}$, в приточном воздухе и предельно допустимая концентрация, мг/м^3;

$\Delta Z_{пред}$ – предельная избыточная концентрация, мг/м^3:

M – расчетный безразмерный комплекс.

I.4. Исходными данными для расчета являются: размеры источника вредных выделений; количество выделяемого им конвективного тепла Q; скорость движения воздуха в помещении $V_в$ расположение и размеры отсоса, количество примеси $Z_{ист}$, выделяемой источником, а также приходящееся на один отсос, количество примеси $Z_р$, выделяющейся от рассредоточенных источников, не снабжаемых местными отсосами, и приходящийся на один отсос расход воздуха $L_в$, удаляемого общеобменной вытяжной вентиляцией (см. п.п. 4.97 и 4.98 СНиП II-33-75^X).

Целью расчета является определение требуемой производительности отсоса.

I.5. Конвективная струя считается компактной, если она образуется над теплоисточником, имеющим в плане круглую форму или форму прямоугольника с соотношением сторон $\frac{a}{b} \leq 2$. Если теплоисточник вытянутый ($\frac{a}{b} > 2$) над ним образуется плоская конвективная струя.

I.6. Настоящие Рекомендации предназначены для расчета отсосов, улавливающих конвективные струи в пределах участка разгона:

для компактных струй $l \leq 4r$ или $l \leq 4r_3$;

для плоских струй $l \leq 4B$

I.7. Требуемая производительность отсоса, улавливающего конвективную струю, зависит от конвективной теплоотдачи источника. В случае, когда задана температура поверхности источника, конвективная теплоотдача его горизонтальной поверхности вычисляется по формуле

$$Q_г = 1{,}3K\ F_г \sqrt[3]{(t-t_в)^4}, \qquad (I)$$

и теплоотдача вертикальной поверхности

$$Q_в = K\ F_в \sqrt[3]{(t-t_в)^4} \qquad (2)$$

где значение К принимается на таблице

t, °С	50	I00	200	300	400	500	I000
К	I,63	I,58	I,53	I,45	I,4	I,35	I,I8

При расчете отсосов от объемных источников используется суммарная теплоотдача

$$Q = Q_г + Q_в. \qquad (3)$$

I.8. Требуемая производительность отсоса любого типа определяется по формуле

$$L = L_{пред} K_2. \qquad (4)$$

Значения $L_{пред}$ – предельного, минимально возможного, расхода воздуха, удаляемого отсосом, определяются в соответствии с указаниями разделов 2 , 3 и 4. Коэффициент K_2 определяется по графику рис. I.

На графике

$$M = \frac{Z_р}{Z_{ист}} \bar{Z} - \frac{L_в}{L_{пред}} \qquad (5)$$

Если источник выделяет одновременно и тепло и газы, то должно соблюдаться условие $K_2 \geq I$. Если источник выделяет только тепло, то следует принимать $K_2 = I$.

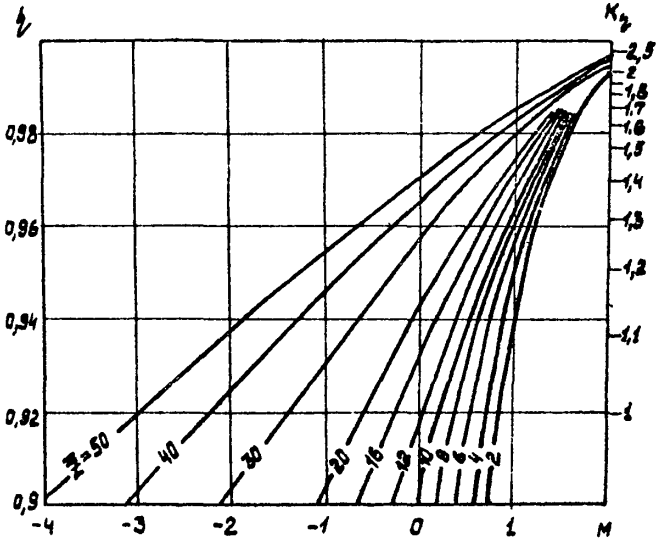


Рис.I. График для определения оптимальной эффективности действия отсоса

2. РАСЧЕТ ВЕРХНИХ ОТСОСОВ (ЗОНТОВ)

2.1. Зонты используют для улавливания тепла от конвективных источников и увлекаемых конвективными струями вредных выделений, когда более полное укрытие источника невозможно по условиям производства.

2.2. Для улавливания компактных конвективных струй над круглыми и квадратными источниками вредных выделений применяются круглые зонты. Для прямоугольных источников следует применять зонты прямоугольной формы (рис. 2). Длинную сторону зонта рекомендуется принимать равной $A = a + 0{,}2l$. По расходу воздуха наиболее рациональны зонты с размерами в плане $R = 1{,}2r$ или $B = 1{,}2b$. Уменьшение радиуса или ширины зонта ведет к увеличению требуемого расхода воздуха.

2.3. Рекомендуемая конструкция зонта приведена на рис.3 Внутри корпуса зонта закреплена коническая вставка, а по периметру корпуса расположен кольцевой уступ. Коническая вставка обеспечивает неравномерность всасывания, соответствующую неравномерности профиля скоростей подтекающей струи. Действие спектра всасывания при этом сосредоточивается в центре течения, что увеличивает устойчивость струи по отношению к неорганизованным сносящим потокам.

Наличие кольцевого уступа позволяет при любом угле раскрытия зонта достичь эффективного всасывания практически по всей его площади, вихревые же зоны размещаются в самих уступах.

Соотношения размеров зонта следует принимать

$$R_1 = (0{,}8 \div 0{,}85)R; \qquad R_2 = (0{,}55 \div 0{,}6)R;$$

$$R_4 = 0{,}7R_3; \qquad H = (1{,}2 \div 1{,}4)(R - R_1).$$

Размеры R, R_3 и H принимаются из конструктивных соображений. Дополнительные ограждения, фланцы, козырьки, фартуки, ширмы ограничивают зону всасывания и повышают эффективность отсоса.

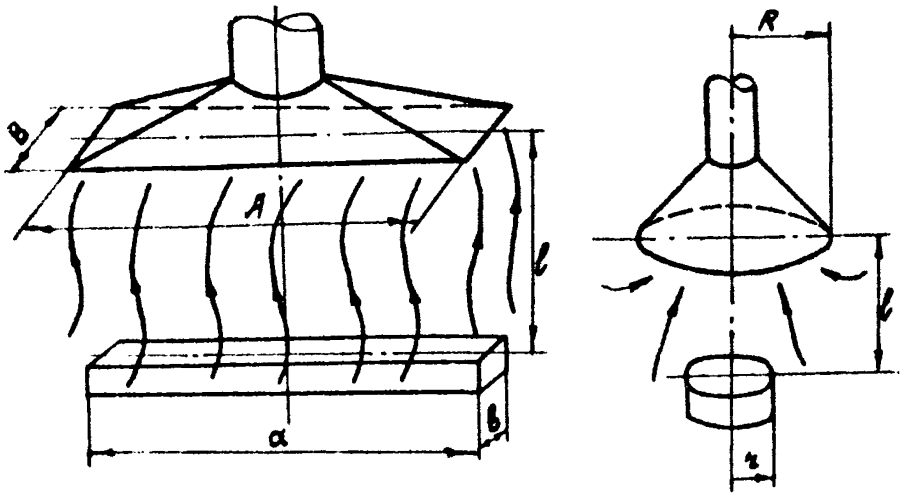


Рис.2. Схемы установки круглого и прямоугольного зонтов над компактными конвективными источниками вредных выделений и источниками вытянутой формы

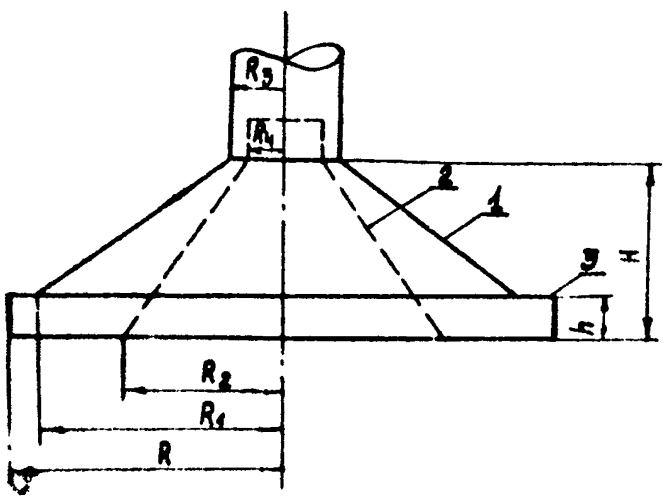


Рис.3. Рекомендуемая конструкция зонта.
1 - корпус; 2 - коническая вставка;
3 - кольцевой уступ

Порядок расчета

2.4. В зависимости от относительного размера зонта ($\bar{A} = \frac{A}{z}$; $\bar{B} = \frac{B}{z}$) по графику рис. 4 находится относительная производительность отсоса $\bar{L}$.

2.5. Вычисляется осевая скорость конвективной струи на уровне всасывания по формулам:

для компактных струй

$$v_z = 0{,}043\sqrt[3]{a}\,\frac{L}{z^2}, \qquad (6)$$

для плоских струй

$$v_z = 0{,}039\sqrt[3]{a}\left(\frac{L}{b}\right)^{0{,}38} \qquad (7)$$

2.6. Вычисляется расход воздуха в конвективной струе на уровне всасывания

для компактных струй

$$L_z = 3780 z^2 v_z, \qquad (8)$$

для плоских струй

$$L_z = 1800\, a b v_z. \qquad (9)$$

Примечание. Для компактных конвективных источников прямоугольной формы ($\frac{a}{b} < 2$) предварительно вычисляется

$$z_э = 0{,}564\sqrt{ab}.$$

2.7. По графику на рис. 5 определяется коэффициент $K_п$.

2.8. Находится предельный расход отсоса

$$L_{пред} = L_z \bar{L} K_п. \qquad (10)$$

2.9. Вычисляется предельная избыточная концентрация примеси в воздухе, удаляемом отсосом, а также относительная предельная концентрация

$$\Delta z_{пред} = z_{пред} - z_{пр} = \frac{3600 z_{ист}}{L_{пред}} \qquad (11)$$

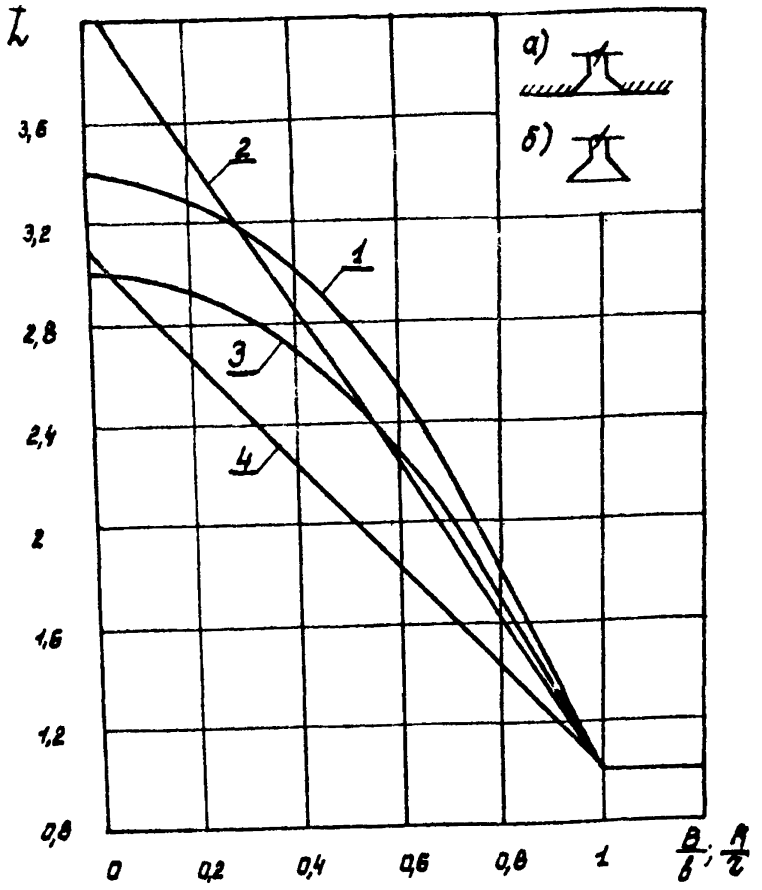


Рис.4. График для определения относительной производительности зонта

I,3 - круглый зонт; 2,4 - зонт прямоугольной формы;

На рис.4 линии I и 2 относятся к зонтам, проектируемым по схеме $а$, линии 3 и 4 - по схеме $б$. Если зонт имеет фланец шириной $h_ф > \frac{B}{2}(h_ф > R)$, то его следует принимать по конструктивной схеме $а$, при меньшей ширине фланца - по схеме $б$.

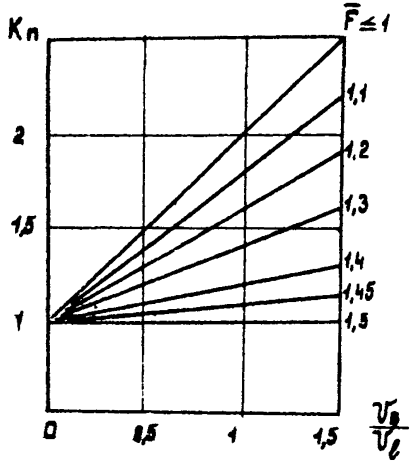


Рис.5. График для определения коэффициента $K_п$

$$\bar{Z} = \frac{\Delta Z_{пред}}{\Pi ДК - Z_{пр}} \cdot \qquad (I2)$$

2.I0. Вычисляется значение комплекса М по формуле (5)

2.II. По графику рис,I определяется оптимальное значение эффективности улавливания $\bar{\ell}$ опт и соответствующее ему значение $К_{\bar{\ell}}$, с учетом рекомендаций п.I.8.

2.I2. По формуле (4) подсчитывается требуемая производительность зонта.

Пример I. Определить требуемую производительность круглого зонта, установленного над круглым конвективным источником (r = 0,6 м и Q = 4400 Вт) на высоте ℓ =I м от источника. Скорость движения воздуха в помещении $v_в$ =0,3 м/с.

Решение. I. По формуле (6) определяем осевую скорость конвективной струи на уровне всасывания

$$v_\ell = 0{,}043 \sqrt[3]{\frac{4400 \times I}{0{,}6^2}} = 0{,}98 \text{ м/с.}$$

2. Вычисляем расход воздуха в конвективной струе на уровне всасывания по формуле (8)

$$L_\ell = 3780 \times 0{,}6^2 \times 0{,}98 = I333 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Принимаем, согласно п.2.2 R =I,2r =I,2 x 0,6=0,72 м. Тогда при $\bar{R} = \frac{R}{r} = \frac{0{,}72}{0{,}6}$ = I,2 по графику рис. 4 получим $\bar{L}$ = I.

4. По графику рис. 5 при $\bar{F} = \left(\frac{R}{r}\right)^2 = \left(\frac{0{,}72}{0{,}6}\right)^2$ =I,44 и при $\frac{v_в}{v_\ell} = \frac{0{,}3}{0{,}98}$ = 0,3I получим $К_П$= I,I.

5. Предельный расход воздуха на отсос по формуле (I0) составит

$$L_{пред} = I333 \times I \times I{,}I = I466 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

6. Требуемая производительность зонта по формуле (4) равна

$$L = 1466 \times 1 = 1466 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где согласно п. 1.8 $K_\ell = 1$.

Пример 2. В дополнение к условиям, указанным в примере 1, вместе с теплом выделяется окись углерода (ПДК = 20 мг/м^3) в количестве $Z_{ист}$ = 80 мг/с. Рассредоточенные источники, выделяющие окись углерода и общеобменная вытяжная вентиляция отсутствуют (М = 0).

Решение. 1. Предельная производительность зонта равна полученной в п.5 примера 1

$L_{пред}$ =1466 м^3/ч

2. Избыточная предельная концентрация примеси по формуле (11) составляет

$$\Delta Z_{пред} = \frac{3600 \times 80}{1466} = 195 \text{ мг/м}^3.$$

3. Относительная предельная концентрация по формуле (12) равна

$$\bar{Z} = \frac{195}{20} = 9{,}75$$

4. По графику рис.1 при М=0 и $\bar{Z}$ =9,75 находим, что $K_\ell < 1$.

5. Требуемая производительность зонта равна полученной в примере 1, то есть L =1466 м^3/ч, так как согласно п.1.8 следует принимать $K_\ell = 1$.

Пример 3. Определить требуемую производительность зонта длиной A = 1,4 м и шириной B=0,6 м, установленного на высоте ℓ =0,9 м над конвективным источником длиной a =1,4 м и шириной b = 0,8 м. Конвективная теплоотдача источника Q =1000 Вт. Скорость движения воздуха в помещении $v_в$ = 0,4 м/с.

Решение. 1. По формуле (7) находим v_ℓ

$$v_\ell = 0{,}039 \sqrt[3]{1000} \times \left(\frac{0{,}9}{0{,}8}\right)^{0{,}38} = 0{,}4 \text{ м/с}.$$

2. По формуле (9) определяем L_ℓ

L_ℓ = I800 x I,4 x 0,8 x 0,4 = 8I0 м^3/ч.

3. По графику на рис. 4 при $\bar{B} = \frac{0,6}{0,8} = 0,75$

получим L = I,5.

4. По графику на рис. 5 находим Кп

При $\bar{F} = \frac{I,4 \times 0,6}{I,4 \times 0,8} = 0,75$; $\frac{\sqrt{f_в}}{\sqrt{f_\ell}} = \frac{0,4}{0,4} = I$ получим Кп=2.

5. По формуле (I0) определим L пред.

L пред = 8I0 x I,5 x 2 = 2430 м^3/ч

6. Требуемая производительность зонта при K_{ℓ} = I (см. п.I.8) равна

L =2430 x I =2430 м^3/ч.

Пример 4. В дополнение к условиям, указанным в примере 3, вместе с теплом выделяется окись азота (ПДК = 5 мг/м^3) в количестве $Z_{ист}$ = 40 мг/с. Кроме того, имеются рассредоточенные источники, выделяющие окись азота в количестве $Z_р$ = 4 мг/с. Общеобменная вытяжка составляет $L_в$ = 500 м^3/ч = 0,I4 м^3/с.

I. Предельная производительность отсоса равна полученной в примере 3

$L_{пред}$ = 2430 м^3/ч.

2. Предельная избыточная концентрация примеси по формуле (II) составит

$\Delta Z_{пред} = \frac{3800 \times 40}{2430} = 59$ мг/м^3.

3. Относительная предельная концентрация по формуле (I2) равна

$\bar{Z} = \frac{59}{5} = II,8.$

4. Величина безразмерного комплекса M по формуле (5) равна

$$M = \frac{4}{40} \times 11{,}8 - \frac{0{,}14}{0{,}675} = 0{,}974.$$

5. По графику рис. I

$\varphi = 0{,}967$, $K_{\varphi} = 1{,}36$.

6. Требуемая производительность зонта по формуле (4) равна

$L = 2430 \times 1{,}36 = 3305$ м^3/ч.

3. РАСЧЕТ БОКОВЫХ, УГЛОВЫХ И НАКЛОННЫХ ОТСОСОВ

3.1. Боковые (рис. 6-8), угловые (рис.9) и наклонные (рис. I0) отсосы используют, когда применение зонтов невозможно по гигиеническим, конструктивным, технологическим или эстетическим требованиям или когда установка зонта может быть осуществлена, но на значительном удалении от источника вредных выделений, в результате чего требуемая производительность зонта окажется больше.

3.2. Для улавливания вредных выделений от источников прямоугольной формы следует применять прямоугольные отсосы. Длина отсоса, как правило, принимается равной длине источника. Если источник имеет круглую форму, то целесообразно устанавливать круглые отсосы, диаметр которых желательно принимать не менее диаметра источника. Уменьшение размеров отсоса приводит к увеличению расхода удаляемого воздуха.

3.3. При выборе типа отсоса предпочтение следует отдавать отсосам с малым углом несоосности φ, как наиболее целесообразным по расходу удаляемого воздуха.

Наличие по периметру всасывающего отверстия фланца, ограничивающего зону всасывания, улучшает условия улавливания. Поэтому по возможности следует применять широкие фланцы размером

$$h_{\phi} \geq B$$

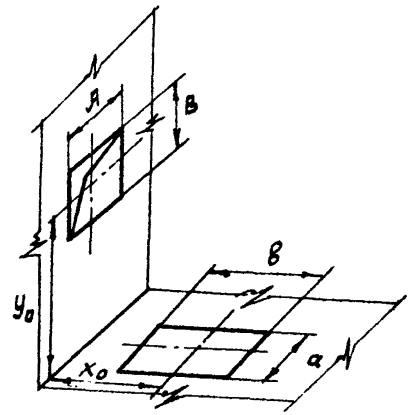


Рис.6. Схема бокового отсоса в стене (или с фланцем шириной более B)

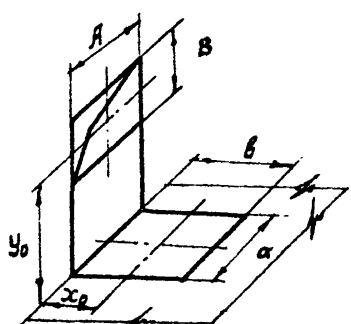


Рис.7. Схема бокового отсоса без фланца

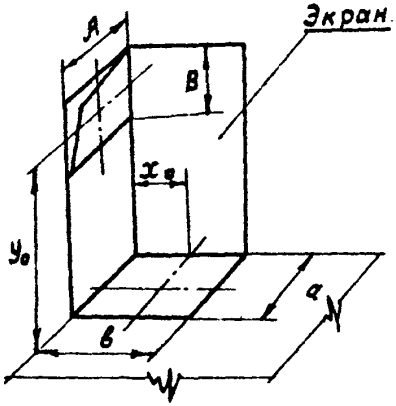


Рис.8. Схема бокового отсоса с экраном

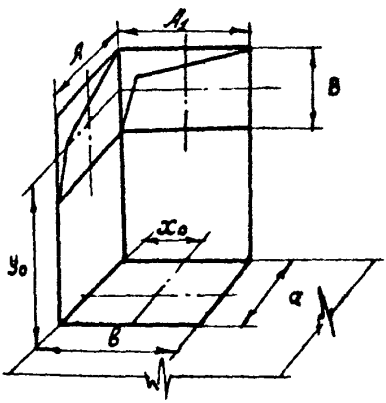


Рис.9. Схема углового отсоса

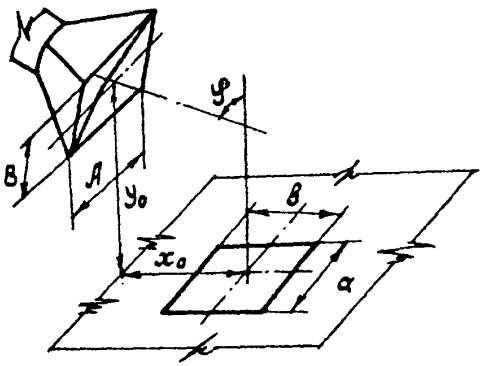


Рис.IO. Схема наклонного отсоса

При меньшей ширине фланца его влияние на работу отсоса можно не учитывать.

Порядок расчета

3.4. Определяются характерные размеры S и $\bar{R}$

$$S=\frac{1}{2}\left(X_0+y_0+\sqrt{X_0^2+y_0^2}\right), \qquad (13)$$

$$\bar{R}=\frac{R}{(S+2z)0{,}24} \quad . \qquad (14)$$

В случае, когда отсос и источник имеют прямоугольную форму, в формулу (14) вместо R и z подставляются соответственно $R_э$ и $z_э$.

3.5. Вычисляется относительный расход удаляемого воздуха по формулам:

для бокового отсоса в стене или с широким фланцем

$$\bar{L} = 0{,}22\ (1 - 0{,}25\ \bar{R}^2\ )\ ; \qquad (15)$$

для бокового отсоса без фланца

$$\bar{L} = \left[0{,}32 + 0{,}06\ \sqrt[3]{\left(\frac{B}{A}\right)^7}\right]\ (1 - 0{,}25\ \bar{R}^2\ )\ ; \qquad (16)$$

для бокового отсоса с экраном

$$\bar{L} = \left[\ 0{,}2 + 0{,}025\ \sqrt[3]{\left(\frac{B}{A}\right)^7}\right]\quad (1-0{,}25\ \bar{R}^2\ )\ ; \qquad (17)$$

для углового отсоса

$$\bar{L} = \left[0{,}21 + 0{,}027\ \sqrt[3]{\left(\frac{B}{A}\right)^6}\right]\quad (1 - 0{,}25\ \bar{R}^2\ )\ ; \qquad (18)$$

для наклонного отсоса

$$\bar{L} = (0{,}15 + 0{,}043\varphi)\ \left[1-(1-0{,}32\ \varphi)^2\bar{R}^2\right]. \qquad (19)$$

Примечания: I. Для отсосов круглой формы следует принимать

$$\frac{Б}{А} = I.$$

2. При наличии вокруг наклонного отсоса фланца шириной более В/2 относительный расход, полученный по формуле (I9), следует уменьшать в I,6 раза.

3.6. Коэффициент, учитывающий влияние скорости движения воздуха в помещении, рассчитывается по формуле

$$K_п = 1 + 33\, V_в \sqrt[3]{\frac{z^2}{y_0 a}} \cdot \qquad (20)$$

Для прямоугольного источника вместо z принимается $z_э$.

3.7. Рассчитывается предельный расход воздуха на отсос

$$L_{пред} = 3I0\sqrt[3]{a(S+2z)^3}\; L\, K_п . \qquad (2I)$$

3.8. По формулам (II), (I2) и (5) вычисляются предельная избыточная концентрация примеси в воздухе, удаляемом отсосом, относительная предельная концентрация и значение комплекса М.

3.9. По графику на рис.I определяются оптимальное значение эффективности улавливания $\eta_{опт}$ и соответствующее ему значение K_z с учетом рекомендаций п. I.8.

3.I0. По формуле (4) рассчитывается требуемая производительность отсоса.

Пример 5. Рассчитать боковой отсос в стенке (рис.6) для удаления тепла и сернистого газа, выделяющегося от источника радиусом z =0,5 м. Отсос имеет радиус R = 0,35 м. Положение отсоса относительно источника определяется расстояниями y_0 = 0,6 м, X_0= 0,7 м. Конвективные тепловыделения с поверхности источника a = 55I0 Вт. Выделение сернистого газа $Z_{ист}$ = 60 мг/с. Скорость движения воздуха в помещении $V_в$ =0,3 м/с. Рассредоточенные источники вредных выделений и общеобменная вытяжная вентиляция отсутствуют (М=С).

Решение. I. Определим характерные размеры по формулам (I3) и (I4)

$$S = \frac{I}{2}(0,7 + 0,6 + \sqrt{0,6^2 + 0,7^2}) = I,II \text{ м},$$

$$\bar{R} = \frac{0,35}{(I,II + 2x0,5) \times 0,24} = 0,693$$

2. Вычислим $\bar{L}$ по формуле (I5)

$$\bar{L} = 0,22(I-0,25 \times 0,693^2) = 0,I9I.$$

3. Рассчитываем $K_п$ по формуле (20)

$$K_п = I + 33 \times 0,3 \sqrt[3]{\frac{0,5^2}{0,6 \times 55I0}} = I,42.$$

4. Предельный расход по формуле (2I) равен

$$L_{пред} = 3I0 \sqrt[3]{55I0\,(I,II + 2 \times 0,5)^5}\ 0,I9I \times I,42 = 5I40 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

5. Вычисляем $\Delta Z_{пред}$ по формуле (II)

$$\Delta Z_{пред} = \frac{3600 \times 60}{5I40} = 42 \text{ мг/м}^3$$

и определяем далее относительную предельную концентрацию $\bar{Z}$ по формуле (I2). Предельно допустимая концентрация сернистого газа ПДК равна I0 мг/м^3.

$$\bar{Z} = \frac{42}{I0} = 4,2$$

6. По графику на рис.I определяем K_β (при значении $\bar{Z} = 4,2$ и комплекса M=0). $K_\beta < I$. Следовательно принимаем $K_\beta = I$ (см.п.I.8) и $L = L_{пред} = 5I40$ м^3/ч.

Пример 6. Рассчитать боковой отсос без фланца (см. рис.7) от источника размерами $a \times b = 0,6 \times 0,6$ м. Выделения конвективного тепла составляют $Q = I300$ Вт, количество сернистого газа $Z_{ист} = I0$ мг/с.

Расстояние от центра отсоса по горизонтали X_0 = 0,3 м, по вертикали y_0 = 0,4 м.

Скорость движения воздуха в помещении $v_в$ = 0,3 м/с.

Размеры отсоса А=0,6 м, В=0,3 м. Рассредоточенные источники сернистого газа отсутствуют, количество воздуха, удаляемое общеобменной вытяжной вентиляцией $L_в$ = 400 м³/ч.

Решение. I. Определим характерные размеры

$$r_э = 0{,}564 \sqrt{0{,}6 \times 0{,}6} = 0{,}338 \text{ м};$$

$$R_э = 0{,}564 \sqrt{0{,}6 \times 0{,}3} = 0{,}25 \text{ м};$$

$$S = \frac{I}{2}\left(0{,}3 + 0{,}4 + \sqrt{0{,}3^2 + 0{,}4^2}\right) = 0{,}6 \text{ м};$$

$$\bar{R} = \frac{0{,}25}{(0{,}6+2 \times 0{,}338)\times 0{,}24} = 0{,}8I.$$

2. По формуле (I6) вычислим $\bar{L}$

$$\bar{L} = \left[0{,}32 + 0{,}06 \sqrt[3]{\left(\frac{0{,}3}{0{,}6}\right)^7}\right](I - 0{,}25 \times C{,}8I^2) = 0{,}278.$$

3. Определяем коэффициент $K_п$

$$K_п = I + 33 \times 0{,}3 \sqrt[3]{\frac{0{,}338^2}{0{,}4 \times I300}} = I{,}6.$$

4. Найдем предельный расход

$$L_{пред} = 3I0 \sqrt[3]{I300\ (0{,}6 + 2 \times 0{,}338)^5} \times 0{,}278 \times I{,}6 = 2260 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

5. Вычислим предельную избыточную концентрацию

$$\Delta Z_{пред} = \frac{3600 \times I0}{2260} = I6 \text{ мг/м}^3$$

и относительную предельную концентрацию учитывая, что ПДК = I0 мг/м³.

$$\bar{Z} = \frac{I6}{I0} = I{,}6.$$

6. Найдем значение M

$$M = \frac{0}{10} \times 1{,}6 - \frac{400}{2260} = -0{,}175.$$

7. По графику рис. 1 получим $K_\varphi < 1$.

Следовательно, принимаем $K_\varphi = 1$ и $L = L_{треб} = 2260$ м³/ч.

Пример 7. Рассчитать наклонный отсос, улавливающий загрязненный поток от источника, выделяющего $Q = 1600$ Вт конвективного тепла и $Z_{ист} = 60$ мг/с окиси углерода. Размеры источника $a \times b = 1{,}2 \times 0{,}6$ м. Расстояние от центра источника до центра отсоса по вертикали $Y_o = 1$ м, по горизонтали $X_o = 0{,}2$ м. Угол неоосности $\varphi = 45^\circ = \frac{\pi}{4}$. Скорость движения воздуха в помещении $v_в = 0{,}4$ м/с. Рассредоточенные газовыделения в цех составляют $Z_р = 20$ мг/с. Производительность общеобменной вытяжной вентиляции $L_в = 800$ м³/ч. Панель с фланцем по периметру имеет размеры $A \times B = 1{,}2 \times 0{,}6$ м. Ширина фланца $h_ф = 0{,}6$ м.

Решение. 1. Определим характерные размеры

$$r_э = 0{,}564 \sqrt{1{,}2 \times 0{,}6} = 0{,}478 \text{ м};$$

$$R_э = 0{,}564 \sqrt{1{,}2 \times 0{,}6} = 0{,}478 \text{ м};$$

$$S = \frac{1}{2}(1{,}0 + 0{,}8 + \sqrt{1{,}0^2 + 0{,}8^2}) = 1{,}54 \text{ м};$$

$$\bar{R} = \frac{0{,}478}{(1{,}54 + 2 \times 0{,}478)\ 0{,}24} = 0{,}798.$$

2. Вычислим относительный расход $\bar{L}$ по формуле (19) с учетом примечания 2 к п. 3.5.

$$\bar{L} = \frac{1}{1{,}6}(0{,}15 + 0{,}043\frac{\pi}{4}) \left[1 - (1 - 0{,}32\frac{\pi}{4})^2\, 0{,}798^2\right] = 0{,}073.$$

3. Определим коэффициент $K_п$

$$K_п = 1 + 33 \times 0{,}4 \sqrt[3]{\frac{0{,}478^2}{1 \times 1600}} = 1{,}69.$$

4. Рассчитаем предельный расход

$$L_{пред} = 310 \sqrt[3]{1600\ (1{,}54 + 2 \times 0{,}478)^5}\ 0{,}073 \times 1{,}69 = 2050\ м^3/ч.$$

5. Вычислим предельную избыточную концентрацию

$$\Delta Z_{пред} = \frac{3600 \times 60}{2050} = 105{,}4\ мг/м^3.$$

Рассчитаем $\bar{Z}$, учитывая, что для окиси углерода ПДК =20 мг/м^3

$$\bar{Z} = \frac{105{,}4}{20} = 5{,}3$$

6. Найдем значение комплекса М

$$M = \frac{20}{60} \cdot 5{,}3 - \frac{800}{2050} = 1{,}38.$$

7. По графику на рис. 1 определим

$$\varphi_{опт} = 0{,}977, \qquad K_{\varphi} = 1{,}5.$$

8. Требуемая производительность отсоса по формуле (4) равна

$$L = 2050 \times 1{,}5 = 3075\ м^3/ч.$$

4. РАСЧЕТ НИЖНИХ ОТСОСОВ

4.1. Нижние отсосы следует применять в тех случаях, когда использование других более экономичных местных отсосов (верхних боковых и других) невозможно по гигиеническим, конструктивным, технологическим или эстетическим требованиям.

4.2. Нижний отсос от круглого в плане конвективного источника выполняется в виде кольцевой щели, расположенной осесимметрично с источником (рис.11).

При выборе конструктивных размеров кольцевого нижнего отсоса необходимо учитывать следующее:

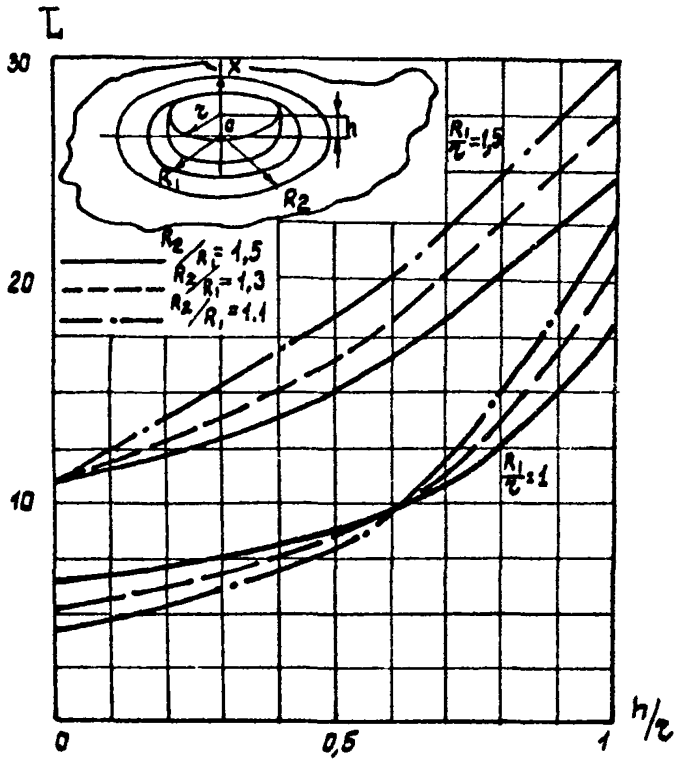


Рис.II. Схема нижнего кольцевого отсоса и график для определения относительной производительности отсоса

удаление вытяжной щели от источника (увеличение расстояния $R_1 - \tau$) приводит к возрастанию расхода удаляемого воздуха;

увеличение ширины кольцевой всасывающей щели при $\frac{h}{\tau} \geq 0{,}4$ позволяет несколько уменьшить расход удаляемого воздуха;

условия улавливания значительно ухудшаются с увеличением высоты источника и значительно улучшаются с заглублением источника вредных выделений.

4.3. Нижний отсос от прямоугольных источников выполняется в виде двух всасывающих щелей, расположенных симметрично вдоль длинной стороны источника вредных выделений (рис. I2), а длина щелей принимается равной длине источника.

Порядок расчета

4.4. Вычисляются относительные безразмерные величины:
для нижнего кольцевого отсоса

$$\bar{R}_1 = \frac{R_1}{\tau}; \quad \bar{R}_2 = \frac{R_2}{R_1}; \quad \bar{h} = \frac{h}{\tau};$$

для нижнего щелевого отсоса

$$\bar{B}_1 = \frac{B_1}{\delta}; \quad \bar{B}_2 = \frac{B_2}{B_1}.$$

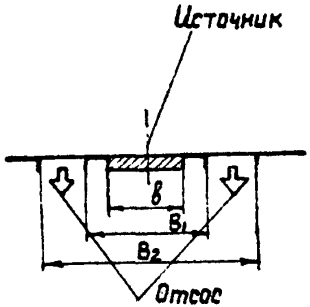
4.5. Находится относительный расход удаляемого воздуха для кольцевого отсоса -по графику на рис. II, для щелевого отсоса - по графику на рис. I2.

4.6. Рассчитывается коэффициент $K_п$:
для кольцевого отсоса

$$K_п = 1 + 63{,}2 \sqrt{v_s^3 \frac{\tau}{a}}, \qquad (22)$$

для щелевого отсоса

$$K_п = 1 + 44{,}7 \sqrt{v_s^3 \frac{\delta}{a}}. \qquad (23)$$



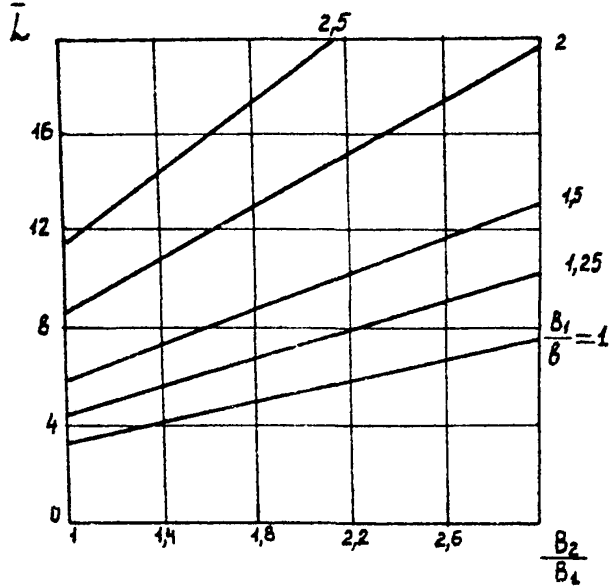


Рис.I2. Схема нижнего щелевого отсоса и график для определения относительной производительности отсоса

4.7. Предельный расход удаляемого воздуха для кольцевого отсоса определяется по формуле

$$L_{пред} = 360\,\bar{L}\sqrt[3]{Q}\quad r^{1,67}\left(1 - 0,06\,\frac{Q_г}{Q_в}\right) K_п; \qquad (24)$$

для щелевого отсоса

$$L_{пред} = 180\,\bar{L}\sqrt[3]{Q}\quad a\,в\,K_п \qquad (25)$$

Формула (25) пригодна для расчета отсосов от источников, высота которых не более $h = \frac{в}{2}$.

4.8. Находятся предельная избыточная концентрация примеси и относительная предельная концентрация по формулам (II) и (I2).

4.9. Рассчитывается значение комплекса М по формуле (5).

4.I0. По графику на рис. I определяется оптимальная эффективность улавливания $\eta_{опт}$ и соответствующее значение K_η.

4.II. Вычисляется требуемый расход удаляемого воздуха согласно п. I.8.

Пример 8. Рассчитать нижний кольцевой отсос от нагретого цилиндрического источника с размерами h = 0,075 м, r =0,075 м. Конвективная теплоотдача горизонтальной поверхности $Q_г$ =I00 Вт, вертикальной $Q_в$ = 57 Вт; Q = I00 + 57 = I57 Вт. Наружный и внутренний радиусы кольцевого отсоса соответственно равны R_2 =0,I м, R_1 =0,075 м. Скорость движения воздуха в помещении $v_в$ = 0,3 м/с. Одновременно с конвективным теплом источник выделяет пары фенола в количестве $Z_{ист}$ =0,I65 мг/с (ПДК = 0,3 мг/м^3). Других источников выделения фенола в помещении нет. Общеобменная вытяжка составляет $L_в$ =720 м^3/ч. Определить производительность отсоса, при которой концентрация паров фенола в помещении составит 0,8 ПДК = 0,24 мг/м^3.

Решение. I. Находим относительные размеры:

$$\bar{R}_1 = \frac{R_1}{r} = \frac{0,075}{0,075} = 1;$$

$$\bar{R}_2 = \frac{R_2}{R_1} = \frac{0,1}{0,075} = 1,33;$$

$$\bar{h} = \frac{h}{l} = \frac{0,075}{0,075} = 1.$$

2. По графику на рис. II определим $\bar{L}$

$$\bar{L} = 21.$$

3. По формуле (22) рассчитываем коэффициент $K_п$

$$K_п = 1 + 63,2 \sqrt{0,3^3 \times \frac{0,075}{157}} = 1,2.$$

4. Вычислим величину $L_{пред}$ по формуле (24)

$$L_{пред} = 360 \times 21 \sqrt[3]{157} \quad 0,075^{1,67} \left(1 - 0,06 \frac{57}{100}\right) 1,2 =$$

$$= 620 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

5. Вычислим предельную избыточную концентрацию паров фенола в удаляемом воздухе по формуле (II)

$$\Delta Z_{пред} = \frac{3600 \times 0,165}{620} = 0,96 \text{ мг/м}^3$$

и относительную предельную концентрацию по формуле (12)

$$\bar{Z} = \frac{0,96}{0,24} = 4.$$

6. Рассчитаем значение комплекса М по формуле (5)

$$M = 0 - \frac{0,2}{0,172} = -1,16.$$

7. По графику на рис. I находим, что $K_z < 1$ и, следовательно, необходимо принять $K_z = 1$.

8. Требуемая производительность отсоса составляет

$$L = 620 \times 1 = 620 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Пример 9. Рассчитать нижний отсос от прямоугольного источника размерами $a \cdot b$ = 0,6 x 0,5 м; h =0. Конвективная теплоотдача источника Q = 400 вт. Всасывающие щели шириной 0,I м расположены вдоль длинной стороны источника B_1= 0,6 м, B_2=0,8 м.

Скорость движения воздуха в помещении $v_в$ = 0,4 м/с. Одновременно с конвективным теплом от источника выделяется окись углерода $Z_{ист}$=25 мг/с; имеются также рассредоточенные выделения окиси углерода $Z_р$ =25 мг/с. Общеобменная вытяжная вентиляция из помещения составляет $L_в$ =I800 м^3/ч. Определить производительность отсоса, при которой концентрация окиси углерода в помещении не будет выше ПДК = 20 мг/м^3.

Решение. I. Найдем относительные размеры:

$$B_2 = \frac{B_2}{B_1} = \frac{0,8}{0,6} = I,33; \quad B_1 = \frac{B_1}{b} = \frac{0,6}{0,5} = I,2.$$

2. По графику на рис. I2 определим L

$$L = 5.$$

3. По формуле (23) рассчитаем Кп

$$Кп = I + 44,7 \sqrt{0,4^3 \times \frac{0,5}{400}} = I,4.$$

4. Вычислим предельный расход $L_{пред}$ по формуле (25)

$$L_{пред} = I80 \times 5 \sqrt[3]{400}\ 0,6x0,5xI,4 = 2780\ м^3/ч.$$

5. Вычислим предельную избыточную концентрацию примеси

$$\Delta Z_{пред} = \frac{3600 \times 25}{2780} = 32,3\ мг/м^3$$

и относительную предельную концентрацию

$$Z = \frac{32,3}{20} = I,62.$$

6. Рассчитаем значение комплекса М

$$M = \frac{25}{25} \cdot I,62 - \frac{I800}{2780} = 0,973.$$

7. По графику на рис. I находим оптимальную эффективность улавливания $\eta_{опт}$ и соответствующее ей значение K_η

$\eta_{опт} = 0{,}934$; $K_\eta = 1{,}08$.

8. Требуемая производительность отсоса равна

$L = 2780 \times 1{,}08 = 3000$ м^3/ч.

Х-91820 Подп.к печ.16/3-83 Зак. 314 Тир. 7300 п.46 коп.
кт, г. Москва, Н.Первомайская, 46

gost.e-ecolog.ru