Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

Общие сведения.

Местная вытяжная вентиляция предназначена для удаления загрязненного воздуха непосредственно от источников образования вредных выделений.

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- Ее выполняют в виде различных укрытий, вытяжных зонтов, вытяжных шкафов, бортовых отсосов.
- **Укрытия с отсосом** характеризуются тем, что источник вредных выделений находится внутри них и в результате искусственно создаваемого разрежения вредные вещества не могут попасть в воздух помещения. Особенно большое значение такие укрытия имеют при борьбе с пылью, так как применение общеобменной вентиляции в этом случае малоэффективно. В практике наиболее распространены различные защитно-обеспыливающие кожухи, которыми снабжают шлифовальные, обдирочные, полировальные, заточные, деревообрабатывающие и некоторые другие станки.

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- **Вытяжной зонт** представляет собой металлический колпак, располагаемый над источником вредных выделений. Всасывающее сечение колпака имеет форму, геометрически подобную горизонтальной проекции облака вредных выделений.
- При удалении теплого воздуха, влаги скорость воздуха в горизонтальном сечении колпака принимают равной 0,15…0,25 м/с, а при удалении токсичных веществ — 0,5…1,25 м/с в зависимости от числа открытых сторон зонта (бóльшие значения для зонтов, открытых со всех четырех сторон).

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- **Вытяжной шкаф** создает укрытие со всех сторон источника вредных выделений. Для наблюдения за работой в шкафу предусматривают рабочие проемы, закрываемые подвижными створками. Вытяжные шкафы используют в химических лабораториях, при термической и гальванической обработке металлов, окраске, развеске и расфасовке сыпучих материалов и др. В зависимости от характера вредных выделений и их температуры скорость воздуха, засасываемого в шкаф через рабочие отверстия, принимают равной от 0,5 (пары кислот, спиртов и др.) до 1,5 м/с (пары свинца, ртути, цианистых соединений и др.).

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- **Бортовые отсосы** конструктивно представляют собой щелевые воздухоприемники, располагаемые сбоку от зеркала вредных выделений. Такие отсосы находят применение в тех случаях, когда укрытие источника вредных выделений кожухом по техническим причинам не представляется возможным (при травлении металлов и нанесении гальванопокрытий, цинковании, серебрении, в процессе которых выделяются пары кислот, щелочей, цианистый водород и т. п.).
- При ширине ванн до 0,5…0,7 м используют однобортовые отсосы, при большей ширине — двухбортовые. Скорость засасываемого в щель воздуха принимают равной 0,3…3 м/с. При ширине ванн

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- более 1,5…2,0 м применяют бортовые отсосы со сдувом, в которых воздух подается с противоположной от щели отсоса стороны для улучшения всасывания в щель.
- Ширину щели бортового отсоса принимают равной 40…100 мм, ширину щели сдува принимают равной 0,0125 ширины ванн, но не менее 5 мм.
- **Методика расчета воздухообмена местной вытяжной вентиляции.**
- **Расчет вытяжных шкафов.**
- Расход воздуха при наличии только вредных веществ (паров, газов, пылей)

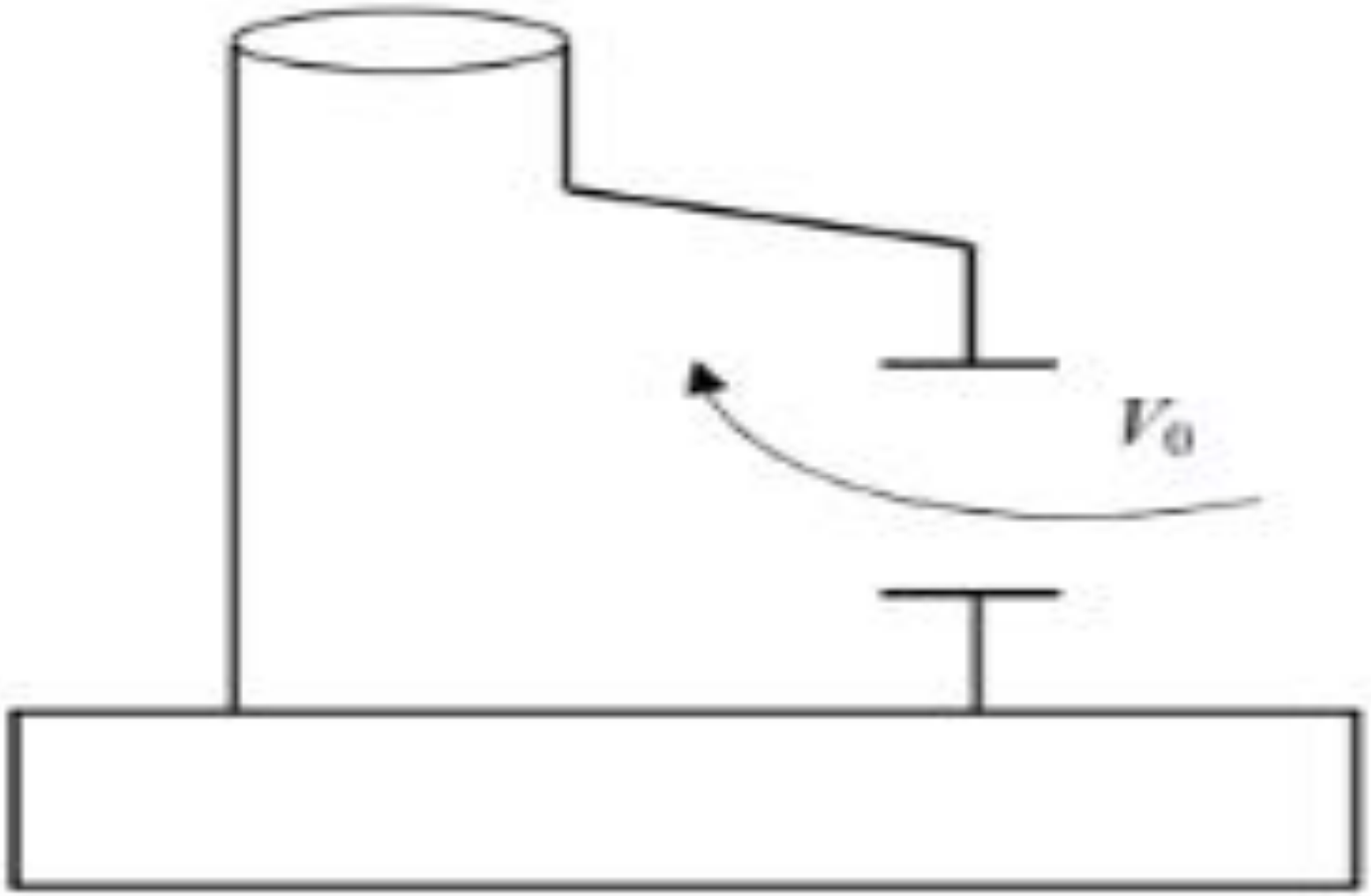


Рисунок 1. Схема вытяжного шкафа

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

$$Z_{вр} = 3600 V_0 F, \ м^3/ч \qquad (1)$$

- при наличии только тепловыделений

$$Z_т = 120\ HQF, \ м^3/ч \qquad (2)$$

- где V_0 – скорость воздуха в рабочем проеме, м/с;
- F – сечение проема, $м^2$;
- Q – количество тепловыделений, кДж/ч.

$$F = H \cdot B, \ м^2 \qquad (3)$$

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- где Н – высота рабочего проема шкафа, м;
- В – ширина рабочего проема шкафа, м.
- Рекомендуемое соотношение **Н/В = 2/3**.
- V_0 определяется в зависимости от предельно-допустимых концентраций ПДК (табл. 1).
- Для определения количества тепла, удаляемого через вытяжной шкаф используется формула:

$$\mathbf{Q_{нагр} = G\ c(tк - tп)}, \text{ кал/час}$$

(4)

Таблица 1.

ПДК, мг/м^3	V_0
> 100	0,5
100..10,0	0,5..0,75
10,0..0,1	0,75..1,0
1,0..0,1	1,0..1,5
< 0,1	1,5..1,0

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- или **Qэл = 860·N**, Дж/час (5)
- где G – масса вещества, которое нагревается до температуры tк, кг;
- с – удельная теплоемкость нагреваемого вещества, кал/ч ^{0}С, кг;
- tк – температура кипения нагретого вещества;
- tп – температура окружающего воздуха в помещении;
- N – суммарная мощность нагревательного устройства, кВт.
- Если есть и вредные вещества и тепловыделения, то общее количество расхода воздуха определяется из выражения:

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- $$Z_{\Sigma} = Zвр + Zт$$ (6)
- Реальный объем удаляемого воздуха определяется выражением
- $$ZΣр = ZΣ·Кт·Кф·Кз$$,
- где Кт – коэффициент токсичности, зависит от ПДК вредного вещества (табл. 2)
- Кф – коэффициент, учитывающий отклонение фактической системы вентиляции от проектной
- Кф = 1,0..1,2;
- Кз – коэффициент запаса, принимаемый равным 1,10..1,15.

Таблица 2. Зависимость коэффициента токсичности Кт от ПДК

ПДК, мг/м^3	> 10,0	10,0..5,0	5,0..3,0	3,0..1,0	1,0..0,3	< 0,3
$K_т$	1,0	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- Определяем кратность воздухообмена

$$K = \frac{Z_{\Sigma р}}{V_{шк}}, \qquad (7)$$

- где Vшк – внутренний объем шкафа;

Vшк = h·b·l,

- где h – высота шкафа, м;
- b – ширина шкафа, м;
- l – длина шкафа, м.

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- Принято считать: **b = h, l = 1,24h**.
- Полученную кратность воздухообмена сравним с рекомендуемой Кр и если она равна или больше, то работа вытяжного шкафа эффективна.

$$К \geq Кр \qquad (8)$$

- Значение Кр зависит от ПДК (табл. 3).

Таблица 3. Рекомендуемая кратность воздухообмена в зависимости ПДК

ПДК, мг/м^3	> 100	100..10,0	10,0..1,0	1,0..0,1	< 0,1
K_p	150..200	200..250	250..300	300..400	400..500

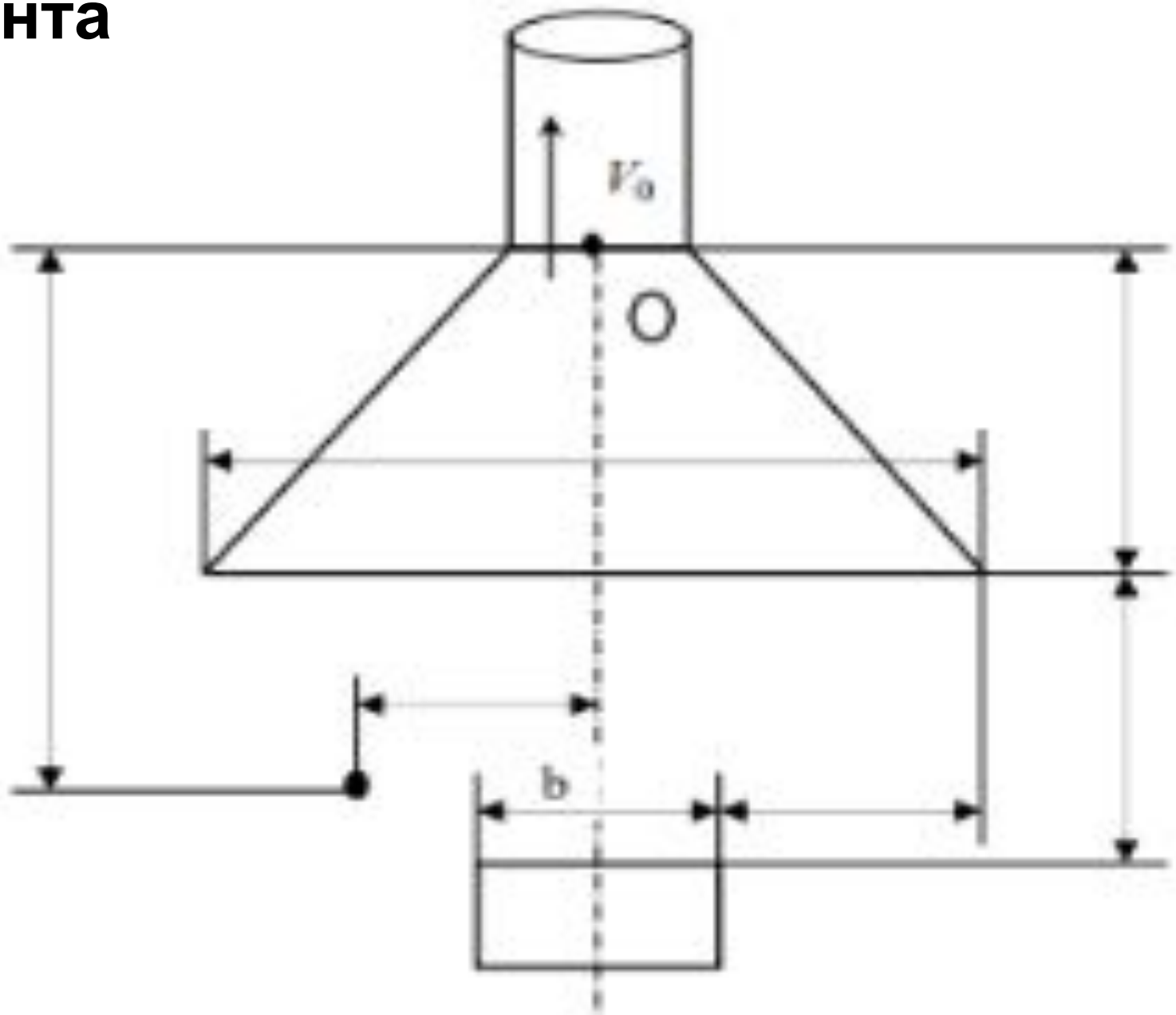
Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- **Расчет вытяжных зонтов.**
- Для определения количества воздуха, необходимого для удаления вредных веществ вычисляется по формуле:

$$L_{вр} = 3600 V_a F_k, \quad (9)$$

- где Lвр – количество воздуха, удаляемого через вытяжной зонт при наличии вредных веществ, м 3 /ч;
- Va – скорость отсоса воздуха, м/с из любой точки А, расположенной в пространстве между источником выделения вредностей и нижним краем зонта с координатами x и y.

Рисунок 2. Схема вытяжного зонта



Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- $$V_a = V_0 \frac{h^2}{x^2 + y^2}, \qquad (10)$$

- где V0 – скорость потока воздуха в верхнем сечении зонта, выбирается в зависимости от ПДК вредного вещества (табл. 4).
- F – площадь нижнего сечения зонта, м ^{2}.
- Соотношение размеров зонта зависит от размеров источника вредностей.
- Обычно:

Таблица 4. Скорость потока воздуха в верхнем сечении зонта в зависимости от ПДК вредного вещества

ПДК, мг/м^3	> 10,0	10,0..1,0	1,0..0,1	< 0,1
V_0	1,5	1,5..2,0	2,0..2,5	3,0

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

$$B = b + 2 \cdot H, \quad (11)$$

- где B – наибольшая сторона зонта, м;
- b – наибольший размер источника вредностей, м;
- H расстояние между источником вредностей и нижним краем зонта, м.
- При скорости перемещения воздуха в помещении не более 0,4 м/с H рассчитывается по формуле:

$$H \leq 9{,}0\ F_и, \quad (12)$$

- где Fи – площадь источника выделения вредностей, м 2

$$K = K_т \cdot K_ф \cdot K_з$$

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- К = (см. расчет вытяжных шкафов).
- При наличии источника тепла, количество воздуха, подаваемого за счет конвекции
- $$L_т = 67\sqrt[3]{Q_к \cdot H \cdot F_и^2},\ м^3/ч \qquad (13)$$
- где Qк – часовое количество тепла, выделяемого за счет конвекции, кДж/ч.

$$Q_к = \alpha_к \cdot F_и (t_н^0 - t_в^0) \qquad (14)$$

- где αк – коэффициент конвективной теплоотдачи, кДж/ ч м ^{2} ^{0}С.

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- Для воздуха

$$\alpha_к = 1{,}3\sqrt[3]{t_н^0 - t_в^0}, \qquad (15)$$

- где tн – температура нагретой поверхности источника тепла;
- tв – температура окружающего воздуха.
- Количество воздуха, требуемого для удаления выделяющегося тепла, определяется по формуле:
- $$Z_з = Z_т \frac{F_з}{F_и}, \qquad (16)$$

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

- где Fи – площадь нижнего сечения зонта, м 2 .
- При условии **H < 8,2 Fн**
- Можно принимать **Fз = 1,5Fи**
- Общее количество воздуха, необходимое для удаления выделяющихся вредностей и тепла
- $$Z_{\Sigma} = Z_{вр} + Z_{з}$$
- **Расчет бортовых отсосов**
- Расход воздуха одно- или двубортовым отсосом, м³/ч

Определение воздухообмена местной вытяжной вентиляции

$$Z_{б.о.} = \alpha \sqrt[3]{t_в^0 - t_н^0} \cdot f \cdot S \cdot l, \text{ м}^3/\text{ч} \qquad (17)$$

- где α – коэффициент, зависящий от ширины ванны (В) и степени токсичности выделений (ПДК) (табл. 5).
- tв – температура ванны, ^{0}С;
- tн – температура в помещении, ^{0}С

Контрольное задание

- **Согласно выданных вариантов произвести расчет**:
- **Вытяжных шкафов.**
- Определить необходимый воздухообмен для системы общей и местной вентиляции сборочного цеха. Для покрытия поверхностей крупногабаритных металлоизделий (Fпов, м2) в сборочном цехе имеется малярная камера. Расход масляного лака на 1м^2 окрашиваемой поверхности составляет g = 90г. Для уменьшения вязкости лака применяется уайт-спирит, расход которого составляет 50% от расхода лака.

Контрольное задание

- Для покрытия малогабаритных изделий изоляционным лаком цех оборудован ванной, заключенной в вытяжной шкаф с рабочим проемом 400*600мм. Кроме того, в цехе имеется оборудование с общей мощностью электродвигателей N кВт. Объем помещения V$м^3$, теплопотери помещения при tн = - 200С составляет Qт= 7,56 кВт (6500 ккал/ч). Тепло солнечной радиации составляет при температуре наружного воздуха tпр= 23^0С Qрад=12,8 кВт (2420 ккал/ч).
- **2. Вытяжных зонтов**
- **3. Бортовых отсосов**

Вариант	Температура		AxB или D, м	Вещество	H, м	$w_п$, м/с	P, кПа
	Источника, ^{0}C	Воздуха помещения, ^{0}C					
1, 21	484	24	1,4	Zn	0.30	0.4	300
2, 22	504	24	0,9x1,2	Pb	0.47	0.4	450
3	1225	25	0,8	Ni	0.50	0,4	640
4	938	28	0,9	Mn	0.45	0,6	680
5	1128	28	1,4x1,6	Cu	0.34	0,6	520
6	524	24	1,2	Sn	0.90	0,5	320
7	526	26	1,2	Br	0.80	0,5	280
8	1103	23	0,8x1,0	Sb	0.60	0,5	380
9	693	23	2x4	Al	0.50	0,4	420
10	1453	23	0,6x0,8	SiO_2	0.30	0,5	480
11	1286	26	1,8x2,0	HF	1.20	0,3	360
12	874	24	1,4	NO_2	0.90	0,3	440
13	1223	23	2,1	As	1.00	0,6	520
14	1120	20	0,5x1,8	Ag	0.80	0,3	580
15	980	20	0,6x1,2	CS_2	0.50	0,4	310
16	1154	24	2,3	FeO	1.60	0,3	400
17	928	28	1,2x1,4	SO_2	1,00	0,3	380
18	726	26	0,9x0,9	CO	0,60	0,3	320
19	824	24	0,8x1,4	CrO_3	0,80	0,6	400
20	768	28	0,7x0,9	MgO	0,40	0,4	300

Таблица 5

№ варианта	B, мм	L, м	H, мм	$t_в$, °C	$t_п$, °C	Степень токсичности	V, м/с
1	750	1,2	200	85	25	1,0	0,4
2	750	1,2	200	75	15	1,0	0,2
3	750	1,5	80	80	20	1,0	0,4
4	1000	5,0	80	100	20	1,0	0,25
5	1250	5,0	80	95	20	1,0	0,4
6	1000	3,5	80	75	20	1,2	0,15
7	750	1,0	200	80	15	1,2	0,2
8	500	1,0	80	85	25	1,2	0,05
9	550	1,0	80	100	20	1,0	0,23
10	600	1,2	80	95	20	1,0	0,35
11	500	1,2	80	75	20	1,2	0,4
12	750	1,5	120	80	15	1,2	0,17
13	1000	8,0	200	95	25	1,2	0,38
14	750	1,5	200	85	25	1,0	0,75
15	650	1,5	80	70	15	1,0	1,00
16	600	2,0	80	95	20	1,2	0,75
17	1000	3,0	180	95	20	1,2	1,00
18	1000	3,5	200	100	20	1,2	0,75
19	500	1,0	80	80	15	1,0	0,75
20	750	1,2	80	95	20	1,0	1,00