

2.2. Расчет местной вытяжной вентиляции

Общие сведения

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

Местные отсосы в зависимости от технологического процесса и оборудования могут быть выполнены в виде полуоткрытых конструкций (с открытым проемом), внутри которых находятся источники вредных выделений. К местным отсосам относятся вытяжные шкафы, укрытия и т. п. Различают открытые отсосы, находящиеся за пределами источников вредных выделений (вытяжные зонты, бортовые отсосы и т. п.), и полностью закрытые, являющиеся составной частью кожуха машины или аппарата, имеющие отверстие или неплотности для поступления через них воздуха (барабаны для очистки литья, дробилки и т. п.).

При местной вытяжной вентиляции отсос должен располагаться на линии распространения потока. Так как эффективность всасывания обратно пропорциональна расстоянию от отверстия, отсос должен быть максимально приближен к источнику вредного выделения, чтобы обеспечить максимальное улавливание вредных выделений. При проектировании местных отсосов следует учитывать, что удаляемый воздух не должен проходить через зону дыхания рабочего персонала и конструкция отсоса не должна мешать работе. При подаче приточного воздуха вблизи местного отсоса должна быть исключена возможность раздувания вредных выделений по производственному помещению.

2.2.1. Расчет бортовых отсосов

Бортовые отсосы устанавливаются главным образом от производственных ванн, представляющих собой открытые резервуары, чаще всего четырехугольной формы, наполненные разного рода растворами. Вредные вещества из производственных ванн могут выделяться в виде паров кислот, щелочей и различных газов.

Наиболее действенным методом защиты персонала от вредных выделений является полное укрытие ванны. Однако по технологическим соображениям это возможно крайне редко. Большое распространение получили отсосы в виде щели.

Принцип работы бортового отсоса состоит в том, что всасываемый с большой скоростью через узкую заборную щель отсоса воздух

образует над зеркалом раствора сильную горизонтальную струю, которая сбивает с вертикального пути выбрасываемые из раствора газы и капли и этим заставляет основную массу капель упасть обратно в ванну, а газы и остальные капли увлекаются в отсос.

Горизонтальная струя бортового отсоса быстро ослабевает с удалением от заборной щели, поэтому однобортный отсос делают только при ширине ванны не более 600 мм. На более широких ваннах устанавливают отсосы с двух противоположных сторон ванны (двубортные).

В зависимости от типа ванны применяют местные отсосы с щелью всасывания в горизонтальной плоскости (опрокинутые) (рис. 2.1, а—г) и в вертикальной плоскости (простые или обычные) (рис. 2.1, д, е), кроме того используются бортовые отсосы с передувкой (рис. 2.1, в, з) [9].

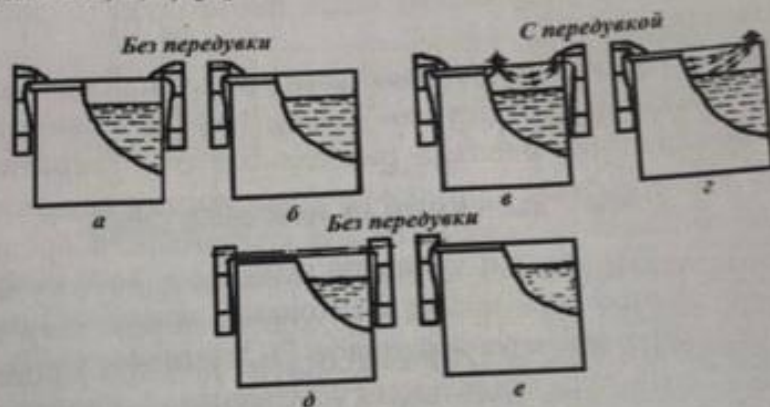


Рис. 2.1. Схемы бортовых отсосов: опрокинутые: а, в — двубортные; б, г — однобортные; обычные: д — двубортные; е — однобортные

Бортовые отсосы располагают по длинным сторонам ванны.

Щель бортового отсоса обязательно должна быть расположена к краю ванны. Высоту щели бортового отсоса принимают в пределах 100 мм, высоту щели сдува — 0,0125 ширины ванны, но не менее 5 мм.

Количество воздуха, м³/ч, удаляемого бортовыми отсосами без передувки с щелью всасывания в горизонтальной или вертикальной плоскости, следует определять по формуле

$$V = 1400 \left(0,53 \frac{BL}{B+L} + H \right)^{1/3} BLk_{\Delta}k_1k_2k_3k_4, \quad (2.11)$$

где B — внутренняя ширина ванны, м; L — внутренняя длина ванны, м; H — расстояние от зеркала раствора до борта ванны, м;

k_M — коэффициент, учитывающий разность температур раствора и воздуха в помещении (табл. 2.2); k_t — коэффициент, учитывающий токсичность и интенсивность выделения вредных веществ (табл. 2.3); k_1 — коэффициент, учитывающий тип отсоса ($k_1 = 1$ для двубортового, $k_1 = 1,8$ для однобортового); k_2 — коэффициент, учитывающий воздушные перемешивания раствора ($k_2 = 1$ без перемешивания, при наличии барботажа $k_2 = 1,2$); k_3 — коэффициент, учитывающий укрытие зеркала раствора поплавками (при отсутствии $k_3 = 1$, при укрытии шариками $k_3 = 0,75$); k_4 — коэффициент, учитывающий укрытие зеркала пенным слоем путем введения добавок ПАВ (при отсутствии $k_4 = 1$, при перемешивании $k_4 = 0,5$).

Таблица 2.2

Коэффициент учета разности температур раствора и воздуха в помещении

$\Delta t, ^\circ\text{C}$	k_M	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	k_M	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	k_M
0	1,0	30	1,47	60	1,94
5	1,03	35	1,55	65	2,02
10	1,16	40	1,63	70	2,10
15	1,24	45	1,71	75	2,18
20	1,31	50	1,79	80	2,26
25	1,39	55	1,86	—	—

Таблица 2.3

Коэффициент учета токсичности и интенсивности выделения вредных веществ

Группа ванн	1	2	3	4	5
k_t	2	1,6	1,25	1	0,5

Выбор вентилятора производится с учетом необходимого напора и производительности.

Потребная мощность, кВт, на валу электродвигателя рассчитывается по формуле

$$N = \frac{V \Delta P}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{п}}}, \quad (2.12)$$

где V — производительность, м³/ч; ΔP — напор, Па; η_v — КПД вентилятора (0,6...0,85); $\eta_{\text{п}}$ — КПД передачи (0,9...0,97).

Таблица 2.4

Удельное количество вредных веществ, удаляемых местным отсосом от гальванических ванн, группы ванн и рекомендации по очистке выбросов [10]

1 Технологический процесс нанесения гальванических покрытий	2 Определяющее вещество	3 Максимальное количество, г/(м ² ·с)	4 Группа ванн	5 Способ очистки	
				6 Метод*	Аппараты**
Электродиффузионная обработка металлов в растворах, содержащих хромовую кислоту в концентрации 150...350 г/л, при силе тока более 1000 А (хромирование, анодное активирование, снятие меди и др.)	Хромовый ангидрид	10	1	2	1; 6
То же, в растворах, содержащих хромовую кислоту в концентрации 30...60 г/л (электрополирование алюминия, стали и др.)	Хромовый ангидрид	2	2	2	1; 6
То же, в растворах, содержащих хромовую кислоту в концентрации 30...100 г/л, при силе тока менее 500 А (анодирование алюминия и магниевых сплавов и др.), а также химическое	Хромовый ангидрид	1	3	2	1; 6
Химическая обработка стали в растворах хромовой кислоты и ее солей при t ≥ 50 °С (пассивация, травление, снятие оксидной пленки, наполнение)	Хромовый ангидрид	5,5 · 10 ³	4	2	1; 6
Химическая обработка металлов в растворах хромовой кислоты и ее солей при t ≤ 50 °С (осветление, пассивация и др.)	Хромовый ангидрид	0	5	—	—

23

Продолжение табл. 2.4

1 Технологический процесс нанесения гальванических покрытий	2 Определяющее вещество	3 Максимальное количество, г/(м ² ·с)	4 Группа ванн	5 Способ очистки	
				6 Метод*	Аппараты**
Электродиффузионная обработка в растворах щелочи (анодное снятие шлама, обезжиривание, лужение, цинкование в щелочных электролитах, снятие олова, оксидирование меди, снятие хрома и др.)	Щелочь	11	2	2	2; 6
Химическая обработка металлов в растворах щелочи (оксидирование стали, химическое полирование алюминия, рыхление окалины на титане, травление алюминия, магния и их сплавов и др.) при температуре раствора, °С:	Щелочь	55	2	2	2; 6
	Щелочь	55	3	2	2; 6
Химическая обработка металлов, кроме алюминия и магния, в растворах щелочи (химическое обезжиривание, нейтрализация и др.) при температуре раствора, °С:	Щелочь	0	4	—	—
	Щелочь	0	5	—	—
Кадмирование, серебрение, золочение и электродиффузионное декапирование в цианистых растворах	Цианистый водород	5,5	2	1	4

24

Продолжение табл. 2.4

Технологический процесс нанесения гальванических покрытий	Определяющее вещество	Максимальное количество, г/(м ² · с)	Группа ванн	Способ очистки	
				Метод*	Аппараты**
1	2	3	4	5	6
Цинкование, меднение, латунирование, химическое декапирование, амальгамирование в цианистых растворах	Цианистый водород	1,5	2	1	4
Химическая обработка металлов в растворах, содержащих фтористоводородную кислоту и ее соли	Фтористый водород	20	2	1	3
Химическая обработка металлов в концентрированных холодных и разбавленных нагретых растворах, содержащих соляную кислоту (травление, снятие шлама и др.)	Хлористый водород	80	3	1	3
Химическая обработка металлов, кроме снятия цинкового и кадмиевого покрытия, в холодных растворах, содержащих соляную кислоту в концентрации до 200 г/л	Хлористый водород	$3 \cdot 10^{-1}$	5	1	3
Электрохимическая обработка металлов в растворах, содержащих серную кислоту в концентрации 150...350 г/л, а также химическая обработка в концентрированных холодных и разбавленных нагретых растворах (анодирование, электрополирование, травление и т. д.)	Серная кислота	7	2	2	1; 6

Продолжение табл. 2.4

Технологический процесс нанесения гальванических покрытий	Определяющее вещество	Максимальное количество, г/(м ² · с)	Группа ванн	Способ очистки	
				Метод*	Аппараты**
1	2	3	4	5	6
Меднение, лужение, цинкование и кадмирование в сернокислых растворах при $t < 50$ °С, а также химическая активация	Серная кислота	0	5	—	—
Химическая обработка металлов в концентрированных холодных и разбавленных нагретых растворах, содержащих ортофосфорную кислоту (фосфатирование и др.)	Фосфорная кислота	$6 \cdot 10^{-1}$	3	2	1; 6
Химическая обработка металлов в концентрированных нагретых растворах и электрохимическая обработка в концентрированных холодных растворах, содержащих ортофосфорную кислоту (химическое полирование алюминия, электрополирование стали, меди и др.)	Фосфорная кислота	5	2	2	1; 6
Химическая обработка металлов в разбавленных растворах, содержащих азотную кислоту (осветление алюминия, химическое снятие никеля, травление, декапирование меди, пассивация и др.) при концентрации раствора, г/л: более 100 менее 100	Азотная кислота и оксиды азота	3 0	3 5	1 —	5 —

Технологический процесс нанесения гальванических покрытий	Определяющее вещество	Максимальное количество, г/(м ² · с)	Группа ванн	Способ очистки	
				Метод*	Аппараты**
1	2	3	4	5	6
Никелирование в хлоридных растворах при плотности тока свыше 1 А/дм ²	Растворимые соли никеля	$1,5 \cdot 10^{-1}$	1	2	1; 6
То же, в сульфатных растворах	Растворимые соли никеля	$3 \cdot 10^{-2}$	2	2	1; 6
Меднение в этилендиаминовом электролите	Этилендиамин	0	4	—	—
Кадмирование и лужение в кислых электролитах с добавкой фенола	Фенол	0	4	—	—
Крашение в анилиновом красителе	Анилин	0	4	—	—
Промывка в горячей воде	Вода	0	5	—	—
Безвредные технологические процессы при наличии неприятных запахов, например аммиака, клея и др.	—	0	4—5	—	—

Примечания:

* — методы очистки: 1 — абсорбционный; 2 — фильтрация.
 ** — типы аппаратов очистки: 1 — фильтры-туманоуловители ФВГ-Т (корпус из титана); 2 — фильтры-туманоуловители ФВГ-С (корпус из стали); 3 — фильтры-туманоуловители ФВГ-Т с орошаемой приставкой; 4 — фильтры-туманоуловители ФВГ-С-Ц; 5 — насадочный фильтр типа ВЦНИИОТ; 6 — сепараторы, встраиваемые в бортовой отсос.

Задание на практическую работу

Определить необходимую мощность электродвигателя вентилятора, обеспечивающего эффективную работу бортового отсоса выделяющихся из ванны газов для заданного технологического процесса.

Порядок выполнения задания

1. Ознакомиться с методикой.
2. Выбрать и записать в отчет исходные данные варианта (табл. 2.5).
3. Определить количество воздуха, которое должно удаляться бортовыми отсосами.
4. Определить потребную мощность электродвигателя вентилятора.
5. Подписать отчет и сдать преподавателю.

Таблица 2.5

Варианты заданий к практической работе

№ вар.	Исходные данные											
	B , мм	L , м	H , мм	$t_в$, °C	$t_о$, °C	Технологический процесс по табл. 2.4	k_2	K_3	k_4	ΔP , Па	$\eta_в$	$\eta_н$
1	750	1,2	200	85	25	1	1	1	1	300	0,6	0,9
2	750	1,2	200	75	15	2	1	0,75	0,5	350	0,6	1,0
3	750	1,5	80	80	20	3	1	1	1	450	0,65	0,9
4	1000	5	80	100	20	4	1	0,75	0,5	400	0,7	0,9
5	1250	5	80	95	20	5	1	1	1	350	0,75	1,0
6	1000	3,5	80	75	20	6	1,2	0,75	1	500	0,8	0,9
7	750	1,0	200	80	15	7	1,2	1	0,5	450	0,85	1,0
8	500	1,0	80	85	25	8	1,2	0,75	0,5	350	0,6	1,0
9	550	1,0	80	100	20	9	1	1	1	400	0,65	0,9
10	600	1,2	80	95	20	10	1	0,75	0,5	450	0,7	0,95
11	500	1,2	80	75	20	11	1,2	1	0,5	350	0,6	1,0
12	750	1,5	120	80	15	12	1,2	0,75	1	450	0,65	0,8
13	1000	8	200	95	25	13	1,2	1	0,5	300	0,7	1,0
14	750	1,5	200	85	25	14	1	0,75	1	550	0,8	1,0
15	650	1,5	80	70	15	15	1	1	0,5	600	0,75	0,9
16	600	2,0	80	95	20	16	1,2	0,75	1	550	0,8	0,95
17	1000	3	180	95	20	17	1,2	1	0,5	600	0,75	1,0
18	1000	3,5	200	100	20	18	1,2	0,75	0,5	600	0,6	0,95

№ вар.	Исходные данные											
	B , мм	L , м	H , мм	$t_{в}$, °C	$t_{н}$, °C	Технологический процесс по табл. 2.4	k_2	k_3	k_4	ΔP , Па	η_1	η_2
19	500	1,0	80	80	15	19	1	0,75	1	350	0,65	0,9
20	750	1,2	80	95	20	20	1	1	1	600	0,7	0,95
21	500	2,0	80	95	20	21	1,2	1	0,5	350	0,8	0,95
22	650	3,0	80	100	25	22	1	0,5	1	350	0,6	1,0
23	700	1,5	120	70	15	23	1,2	1	1	600	0,85	0,9
24	1250	5	200	100	20	24	1,2	0,75	0,5	650	0,6	1,0
25	1000	5	200	80	20	25	1,2	1	0,5	650	0,85	0,9
26	750	1,2	80	95	20	1	1,2	0,75	0,5	400	0,6	0,9
27	750	1,5	200	80	20	2	1	1	1	450	0,85	0,9
28	1250	10	200	75	15	3	1	0,75	0,5	500	0,85	1,0
29	1000	8	200	80	20	4	1,2	1	0,5	550	0,05	1,0
30	1000	5	200	75	20	5	1	0,75	1	300	0,85	0,95

2.2.2. Расчет вытяжных зонтов

Вытяжные зонты устанавливаются над оборудованием с устойчивым конвективным потоком, а также над пылящим и газоведелющим оборудованием. С поверхности источника вредных выделений, имеющего температуру выше температуры атмосферы цеха, поднимается конвективный поток, обусловленный разностью плотностей нагретых и холодных газов или паров. Эти потоки захватывают частицы пыли, пары и образующиеся газы и уносят их вверх от нагретой поверхности [10].

На рис. 2.2 показана схема зонта для улавливания вредных выделений. Эффективность работы вытяжного зонта зависит от количества удаляемого воздуха L и скорости w отсасывания смеси газов и тонкодисперсной пыли (сравнение с рекомендованной w для определенной группы вредных веществ), а также от расстояния зонта от теплогазопылевыделяющей поверхности H и угла раскрытия зонта α (обычно $\alpha < 60^\circ$).

Размеры приемного отверстия зонта над круглым или прямоугольным ($a/b \leq 2$) источником рекомендуется принимать следующими: $D = d + 2\Delta$; $A = a + 2\Delta$; $B = b + 2\Delta$, где

