



МАШПРОМ

Университет технического професса в машиностроении

А. А. КАРПАС, Ю. М. МЕЙЛИХОВ,
Ф. Б. РЕЗНИК

ВЕНТИЛЯЦИЯ И ОТОПЛЕНИЕ СВАРОЧНЫХ;
ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ, ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХОВ
И ЗАРЯДНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ СТАНЦИЙ

Замеченные опечатки

Карпюс А. А.

График	Таблица	Графа	Строка	Напечатано	Должно быть
6-я	1-я	4-я	15-я снизу	более 28°С	более 28°С (20-23°С)
7-я			13-я снизу	$t_{\text{в.макс}} - t_{\text{в.вент.т}}$	$t_{\text{в.макс}} - t_{\text{в.вент.т}}$
8-я			9-я снизу	высот.	высот (двойные линии на рис. 1 пропущены).
9-я			10-я сверху	тепла	теплоты
13-я			1-я снизу	[4]	[14]
15-я			1-я снизу.	$2 \text{ г}/\text{м}^3$	$2 \text{ г}/(\text{м}^3 \cdot 10^2)$.
24-я	9-я	6-я	2-я сверху	мг/ч	$\text{мг}/\text{м}^3$
26-я	9-я	6-я	3-я сверху	мг/ч	$\text{мг}/\text{м}^3$
27-я	9-я	6-я	4-я сверху	пары и	пары
27-я	9-я	4-я	6-я снизу	менее 500	не менее 500
28-я	9-я	6-я	2-я сверху	мг/ч	$\text{мг}/\text{м}^3$
30-я	9-я	6-я	3-я сверху	мг/ч	$\text{мг}/\text{м}^3$
32-я	9-я	6-я	2-я сверху	мг/ч	$\text{мг}/\text{м}^3$
34-я			12-я сверху	-t	-t _o
35-я			15 - 16-я сверху	освобождения	освобожденных
36-я			Формула (17)	πDK	ПДК
36-я			1-я снизу	πDK	ПДК
50-я			14-я снизу	/5/	/3,5/
55-я			17-я сверху	тепла	теплоты
55-я			2-я снизу	(в ккал/ч кВт)	(в ккал/(ч.кВт))
60-я			6-я сверху	механическими	механическим
62-я			6-я снизу	это	это
63-я			4-я сверху	теплоты вексель- пенсированных	теплоты - вексель- пенсированных
66-я			12-я снизу	A3-191к.	A3-191к.

ЦЕНТРАЛЬНОЕ ПРАВЛЕНИЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Университет технического прогресса в машиностроении

А. А. КАРПАС,
Ю. М. МЕЙЛИХОВ, Ф. Б. РЕЗНИК

ВЕНТИЛЯЦИЯ
И ОТОПЛЕНИЕ СВАРОЧНЫХ,
ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ, ОКРАСОЧНЫХ
ЦЕХОВ И ЗАРЯДНЫХ
АККУМУЛЯТОРНЫХ СТАНЦИЙ

Допущено научно-методическим советом
в качестве учебного пособия
для слушателей заочных курсов повышения
квалификации ИТР по вентиляции и отоплению
машиностроительных предприятий

Москва
„Машиностроение“ 1977

УДК 621.002.2:628.81+621.002.2:628.83

Карпас А.А., Мейлихов Ю.М., Резник Ф.Б. Вентиляция и отопление сварочных, гальванических, окрасочных цехов и зарядных аккумуляторных станций. М., "Машиностроение", 1977 г., 66 с.

В брошюре даны краткие сведения о технологических процессах и санитарно-гигиенических требованиях к ним, о современных схемах и способах отопления и вентиляции производственных помещений в зависимости от их назначения и организации технологического процесса. Рассмотрены новейшие конструктивные и технические характеристики вентиляционных устройств и оборудования, даны основы расчетов и проектирования.

Брошюра составлена с учетом действующих нормативов и рекомендаций по проектированию и эксплуатации, типовых серий Госстроя СССР, требований органов санитарного и пожарного надзора.

Табл. 7, ил. 7, список лит. 29 наз.

Научный редактор председатель научно-методического совета заочных курсов повышения квалификации ИГР по вентиляции и отоплению машиностроительных предприятий, д-р техн. наук проф. Е.Е.Карпас.

© Университет технического прогресса в машиностроении при НТО Машпром, 1977 г.

Выпущено по заказу НТО Машпром

СВАРОЧНЫЕ ЦЕХИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

В современном машиностроении, судостроении, на заводах металлоконструкций широко применяют электрическую и газовую сварку, наплавку и резку черных и цветных металлов и сплавов. Эти технологические операции получили наибольшее распространение в заготовительных и сборочно-сварочных цехах.

Используют следующие виды электросварки: контактную (стыковую, точечную, шовную) и дуговую.

При контактной сварке в воздух помещения выделяется теплота, а при дуговой и других видах сварки и резки — теплота и сварочный аэрозоль. Количество выделяющейся при технологических операциях теплоты сравнительно невелико [$3 - 4 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$], и поэтому оно не оказывается на параметрах воздуха помещений. В зданиях, имеющих большие площади остекления стен, необходимо учитывать дополнительные теплопоступления от солнечной радиации в теплый период года и переохлаждение примыкающих к стенам участков пека в холодный период.

Состав сварочного аэрозоля, поступающего в воздух помещения, зависит от состава электродов, их обмазки и свариваемого металла, а также от степени загрязненности поверхности последнего. В аэрозоле возможно наличие окислов металлов (железа, марганца, хрома, вольфрама, титана, меди, цинка и др.), газообразных фтористых соединений, а также окис углерода, окислов азота и озона.

В соответствии с классификацией СН 245-71 работы, выполняемые в сварочных пеках, относятся к категории работ средней тяжести (затраты энергии более 150 и до 250 ккал/ч), так как они связаны с ходьбой, переноской небольших тяжестей (до 10 кг) и многие из них выполняются стоя.

Состояние воздушной среды помещений регламентируется санитарными правилами [26] и может быть обеспечено комплексом мероприятий: объемно-планировочными и конструктивными решениями производственных помещений, содержанием технологического оборудования, организацией производственного процесса, системами отопления и вентиляции.

ОТОПЛЕНИЕ

Расчет потерь теплоты производственными помещениями выполняют в соответствии со СНиП [21].

В холодный и переходный периоды года (температура наружного воздуха ниже 10°C) параметры воздуха внутри помещений с незначительными избытками явной теплоты [до $20 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$] при работах средней тяжести принимают согласно табл. 1 [18, 19], а температуру наружного воздуха для проектирования отопления – среднюю наиболее холодной пятидневки [22].

Из табл. 1 видно, что оптимальная разность температур воздуха на постоянных рабочих местах $\Delta = 19 - 17 = 2^{\circ}\text{C}$, а оптимальная температура воздуха с учетом ее колебаний $t = 18 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Допустимые разности температур воздуха на постоянных рабочих местах и вне их соответственно $\Delta' = 2,5^{\circ}\text{C}$ и $\Delta' = 3,5^{\circ}\text{C}$, а допустимые температуры воздуха с учетом колебаний $t = 17,5 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$ и $t = 16,5 \pm 3,5^{\circ}\text{C}$.

При определении теплопотерь наружными ограждениями производственных помещений расчетную температуру ($^{\circ}\text{C}$) внутреннего воздуха принимают:

для ограждений на высоту 2 м от пола и для полов – температуру воздуха в рабочей зоне $t_{\text{рз}}$ (см. табл. 1);

для перекрытий и фонарей – температуру воздуха под перекрытием $t_{\text{рк}}$; при воздушном отоплении с сосредоточенной подачей воздуха

$$t_{\text{рз}} = t_{\text{рз}} + 3; \quad (1)$$

для стен и остекленных поверхностей ограждений, расположенных выше 2 м от пола, – среднюю температуру $t_{\text{ср}}$ между температурами воздуха в верхней и рабочей зонах помещений

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{рз}} + t_{\text{рк}}}{2}. \quad (2)$$

Таблица 1

Параметры воздуха в рабочей зоне производственных помещений в холодный и переходный периоды года

Параметры воздуха	Оптимальные значения	Допустимые* значения
	на постоянных рабочих местах	
Температура, °C	17 - 19	15 - 20
Относительная влажность, %	60 - 30	Не более 75
Скорость движения, м/с	Не более 0,3	Не более 0,5

* Допустимая температура воздуха вне постоянных рабочих мест 13-20°C.

При воздушном отоплении с сосредоточенной подачей воздуха

$$t_{ap} = \frac{2t_m + 5}{2} = t_{ap} + 1,5^{\circ}\text{C}. \quad (3)$$

Температуру воздуха внутри помещения в переходный период года $t_{в,пер}$ (°C) с достаточной степенью точности можно рассчитать, если принять, что температура воздуха в помещении от нижнего значения (см.табл. 1) до верхнего значения (см. табл. 4) растет по линейному закону, Г.А.Максимов предложил формулу [6]

$$t_{в,пер} = t_{в,min} + \frac{t_{в,max} - t_{в,min}}{t_{н.вент.т} - t_{н.вент.х}} (10 - t_{н.вент.х}), \quad (4)$$

где $t_{в,min}$ – температура внутреннего воздуха, принятая по минимальному значению – по нормируемой температуре для холодного периода года, °C; $t_{в,max} = t_{н.вент.т} + 3$ – температура внутреннего воздуха, принятая по максимально-му значению – по нормируемой температуре для теплого периода года, °C; $t_{н.вент.т}$ – расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции в теплый период года, °C; $t_{н.вент.х}$ – расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции в холодный период года, °C.

При составлении теплового баланса необходимо учитывать затраты теплоты (ккал/ч) на подогрев холодного воздуха,

поступающего через притворы окон, фонарь, дверей и ворот (инфилтрация), по формуле

$$Q_{\text{инф}} = 0,24 \theta (t_b - t_H), \quad (5)$$

где θ – количество воздуха, инфильтрующегося через притворы; кг/ч; t_b, t_H – температуры воздуха внутри и вне здания для проектирования отопления, $^{\circ}\text{C}$;

$$G = \sum (K_{np} G_{w} l_w), \quad (6)$$

где K_{np} – коэффициент для учета плотности притвора;

G_w – количество воздуха, проникающего в холодный период года через 1 м длины щели притвора в зависимости от конструкции последнего и скорости ветра, кг/(ч·м) (табл.2);

l_w – длина щели притвора, м (рис. 1).

Длину щели рекомендуется определять в зависимости от конфигурации здания и расположения открывающихся створок относительно господствующего направления ветра.

Значения K_{np} для притворов следующие.

Фрамуги окон и дверей с деревянными переплетами:

одинарными	.....	.....	1
двойными	.....	.....	0,5

Фрамуги окон и дверей с металлическими переплетами:

одинарными	.....	.....	0,65
двойными	.....	.....	0,33

Двери и ворота 2

Для практических целей можно использовать данные рис.1: двойной линией показаны те части здания, на которых сле-

Таблица 2

Значения G_w [кг/(ч·м)] в зависимости от ширины щели и скорости ветра

Переплеты	Ширина щели, мм	Скорость ветра, м/с *				
		до 1	2	3	4	5
Деревянные	1,5	5,6	9,1	11,2	12,6	17,5
Металлические	1	3,8	6	7,4	8,4	11,8

* Скорость ветра следует выбирать в зависимости от географического района (города) и расположения здания на местности [22].

дует учитывать щели при различных направлениях ветра (стрелки); штриховой линией те части здания, которые также учитывают, если размер "с" больше пяти высот здания.

Притворы открывающихся створок фонарей, не защищенных от задувания ветром, следует учитывать только с одной стороны. Инфильтрацию воздуха через щели притворов незаслужива-

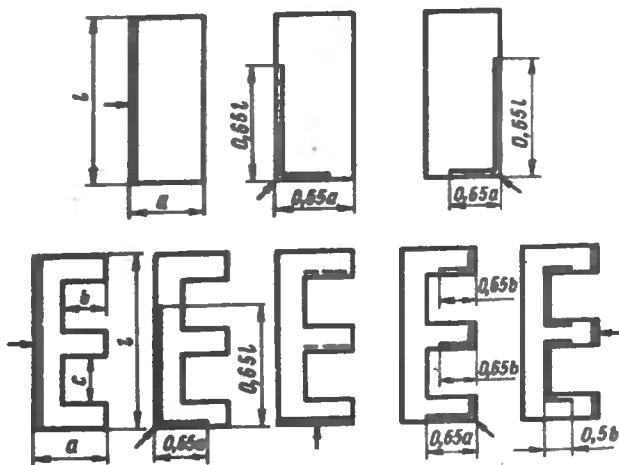


Рис. 1. Схема зданий для определения длины притворов:

а, б, с, в — горизонтальные размеры частей здания

дуемых фонарей, защищенных панелями, парапетами и соседними фонарями (в многопролётных цехах, где расстояние между фонарями меньше пяти высот фонаря), а также дверей и ворот, защищенных тамбурами, не учитывают.

В ряде случаев устраивать тамбуры и шлюзы у ворот и специальных проемов для транспортирования материалов технически невозможно. Тогда дополнительное охлаждение помещения следует учитывать введением коэффициента $K = 3$ на теплопотери через ворота (щиты, закрывающие технологические проемы), если последние открываются не более чем на 15 мин в смену в любом климатическом районе.

У ворот и технологических проемов, открывающихся более пяти раз или не менее чем на 40 мин в смену, в климатических районах, где средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки (расчетная температура для

проектирования отопления) -15°C и ниже, следует устраивать воздушные или воздушно-тепловые завесы.

Если в холодный период года свариваемые элементы или материал для заготовок транспортируют в цех со складских дворовых площадок или из неотапливаемых складов, то следует по формуле (7) учитывать потери теплоты Q_M (ккал/ч) на нагрев как ввозимого материала, так и транспортных средств:

$$Q_M = \sum G_M C_M K_u (t_{\text{раб}} - t_M), \quad (7)$$

где G_M – масса поступающего металла, транспорта, кг/ч;

C_M – удельная теплоемкость металла, ккал/(кг $\cdot {}^{\circ}\text{C}$) [23];

$t_{\text{раб}}$, t_M – температура воздуха рабочей зоны и температура ввозимого металла, ${}^{\circ}\text{C}$ (принимается по заданию технологов или по результатам натурных измерений); K_u – коэффициент для учета интенсивности поглощения теплоты (значения K_u приведены ниже).

Продолжительность пребывания

металла в помещении, ч До 1 До 2 До 3

Значение K_u 0,5 0,3 0,2

При отсутствии исходных данных можно принимать

$$t_M = t_H,$$

Ориентировочно необходимую тепловую мощность (ккал/ч) системы отопления (потери теплоты зданием) можно определять по формуле

$$Q = q V (t_{\text{ср}} - t_H), \quad (8)$$

где q – удельная тепловая характеристика здания, ккал/(/м 2 · ч $\cdot {}^{\circ}\text{C}$) [12]; V – наружный объем здания или его отапливаемой части, м 3 ; $t_{\text{ср}}$ – средняя температура отапливаемых помещений, ${}^{\circ}\text{C}$.

Система отопления предназначается для создания и поддержания нормируемой средней температуры воздуха в рабочей зоне (см. табл. 1). Тепловую мощность системы определяют путем составления теплового баланса с учетом среднечасовых тепловыделений, сопровождающих процесс сварки (резки) в смену с минимальной загрузкой, от людей и искусственного освещения.

По данным технологов и электриков, по формуле (9) определяют количество теплоты (ккал/ч), выделяющееся в цех

при электросварке (резке), от оборудования трансформаторов, мотор-генераторов и пр.): (сварочных

$$Q_3 = 860 N_y K_{загр} K_{оэ} \frac{1-\zeta_1}{\zeta_1} = \\ = 860 N_y K_{сп} (1-\zeta_1), \quad (9)$$

где N_y – установочная номинальная мощность электродвигателя, кВт; $K_{загр}$ – коэффициент загрузки электродвигателя;

$$K_{загр} = \frac{N_{оэ}}{N_y}; \quad (10)$$

$N_{оэ}$ – средняя мощность, передаваемая оборудованию в течение расчетного часа (потребляемая мощность), кВт;

$K_{оэ}$ – коэффициент одновременности работы электродвигателей; $K_{сп}$ – коэффициент спроса на электроэнергию (принимается по заданию электриков или из электротехнической части проекта);

$$K_{сп} = \frac{K_{загр} K_{оэ}}{\zeta_1}; \quad (11)$$

ζ_1 – КПД электродвигателя при данной нагрузке:

$$\zeta_1 = \zeta K_n; \quad (12)$$

ζ – КПД электродвигателя при полной загрузке; K_n – поправочный коэффициент для учета изменения КПД электродвигателя с изменением загрузки.

$K_{загр} \dots 0,7$	$0,6$	$0,5$	$0,4$	$0,3$
$K_n \dots 0,99$	$0,98$	$0,97$	$0,95$	$0,91$

При $K_{загр} > 0,8$ $K_n = 1$.

Коэффициент полезного действия электродвигателя при полной загрузке ζ составляет:

N_y , кВт..До 0,5	От 0,5 до 5	От 5 до 10	От 10 до 28	От 28 до 50 и более
$\zeta \dots 0,75$	$0,84$	$0,85$	$0,88$	$0,9 \quad 0,92$

Для ориентировочных расчетов $K_{сп}$ можно принимать по табл. 2.3 Справочника проектировщика [25]. Формулами (9) – (12) можно пользоваться также для

определения теплопоступлений в помещения машинных залов, где установлены насосы и вентиляторы, приводимые в действие электродвигателями, если вода и воздух отводятся за пределы машинного зала.

Сведения о поступлении в помещение теплоты при газовой (ацетиленовой) сварке или резке приводятся ниже (стр. 21).

Теплота и влага, выделяемые людьми, зависят от температуры окружающего воздуха и физической их нагрузки (табл. 3).

При определении теплоизлучений от искусственного освещения можно не учитывать часть энергии, нагревающей конструкции здания, и считать, что вся энергия, затрачиваемая на освещение, переходит в теплоту, нагревающую воздух помещения, ккал/ч:

$$Q_{осв} = 860 N_{осв}, \quad (13)$$

где $N_{осв}$ — суммарная мощность светильников, кВт.

В сварочных цехах для общего освещения часто применяют люминесцентные лампы, подвешенные к перекрытию.

Светоотдача люминесцентных ламп зависит от температуры и скорости движения окружающего их воздуха, поэтому для обеспечения требуемой освещенности без затраты дополнительной энергии лампы, как правило, не следует размещать в потоке приточного воздуха.

При установке люминесцентных ламп и их дросселей в одном помещении теплопоступления, определенные по формуле (13), следует увеличить на 20%.

Поступления теплоты через наружные ограждения (прозрачные и непрозрачные) учитываются для теплого периода года. Данные для расчета приведены в гл. 2, разд. 2.3. Справочника [25].

После составления теплового баланса в холодный период года определяют тепловую мощность и выбирают систему отопления.

Для однопролетных цехов, в которых рабочие места приближены к наружным стенам, наиболее целесообразной является система отопления с размещением нагревательных приборов (радиаторов) под окнами. Если тепловая мощность этой системы отопления возмещает теплопотери не полностью, оставшуюся часть теплопотерь компенсируют увеличением температуры приточного воздуха.

В современных многопролетных цехах более рационально

Таблица 3

Количество теплоты и влаги, выделяемое взрослыми людьми при работе средней тяжести

Вид поступлений	Пол рабо-таю-щего	Температура воздуха в помещении, С					
		10	15	20	25	30	35
Теплота, ккал/ч:							
явная	Муж.	140	115	90	60	35	5
	Жен.	119	98	77	51	30	4
скрытая	Муж.	45	65	85	110	135	165
	Жен.	38	55	72	94	115	141
полная	Муж.	185	180	175	170	170	170
	Жен.	157	153	149	145	145	145
Влага, г/ч	Муж.	70	110	140	185	230	280
	Жен.	60	94	119	157	195	238

применять централизованное воздушное отопление (совмещенное с вентиляцией) с подачей воздуха сосредоточенными струями [13].

В бесфонарных зданиях теплопотери пролетов, граничащих с наружными стенами, значительно больше теплопотерь средних пролетов. Требуемая равномерность температуры воздуха рабочей зоны помещения может быть достигнута путем подачи во внешние пролеты приточного воздуха с более высокой температурой, определенной из условия компенсации величины соответствующих теплопотерь.

В случае, если производственный процесс в многопролетных цехах предусматривает фиксированные рабочие места, расположенные на расстоянии до 2 м от окон, следует устанавливать нагревательные приборы (радиаторы) под окнами из расчета возмещения приборами только потерь теплоты через окна на высоту до 4 м от пола или от уровня рабочей площадки.

При определении необходимости в дежурном отоплении (в нерабочее время) следует учитывать сменность работы цеха и тепловую инерцию строительных конструкций и технологического оборудования. Тогда при двухсменной работе цехов температура воздуха, допускаемая для нерабочего времени

($t_{\text{вн}} = +5^{\circ}\text{C}$), может быть обеспечена периодическим включением в работу на рециркуляцию приточных установок. В зависимости от воздухопроизводительности последних и тепловой нагрузки дежурного отопления расчетом определяют число установок и температуру приточного воздуха. При эксплуатации режим работы приточных установок может быть уточнен.

В цехах, где под окнами установлены нагревательные приборы, последние могут быть использованы для дежурного отопления, если их теплопроизводительность достаточна.

Устройство децентрализованного воздушного отопления (воздушно-отопительными агрегатами) должно быть обосновано технико-экономическим расчетом.

Теплоносителем для систем отопления приборами и теплоснабжения калориферов приточных установок может служить вода с температурой до $150/70^{\circ}\text{C}$. На предприятиях, где теплоносителем является пар, его можно использовать также для систем отопления и снабжения воздухонагревателей.

Подающие и обратные трубопроводы (паро- и конденсатопроводы) систем отопления не следует объединять с магистралями теплоснабжения воздухонагревателей систем воздушного отопления и приточных установок.

Если теплоноситель пар, то после каждой калориферной установки следует предусматривать установку самостоятельного конденсатоотводчика. В случае подъема конденсата после конденсатоотводчика следует устанавливать обратный клапан [24].

В централизованных системах воздушного отопления горячий приточный воздух можно подавать компактными, плоскими или закрученными струями.

По данным ВЦНИИОТ ВЦСПС (Москва) [5], нормируемая температура воздуха в помещении (см. табл. 1) в холодный период года достигается при соблюдении минимальной кратности воздухообмена (рис. 2).

Как видно из рис. 2, при характерной для рассматривающих цехов теплонапряженности 3–4 ккал/(м²·ч) допустимые Δt могут быть достигнуты при кратности циркуляционного воздухообмена $K_{\text{min}} \leq 1,5 \text{ ч}^{-1}$.

По данным ГПИ Проектпромвентиляция (на основании результатов натурных исследований действующих цехов), воздушное отопление обеспечивается закрученными приточными струями (см. стр. 19), образуемыми эжекционными воз-

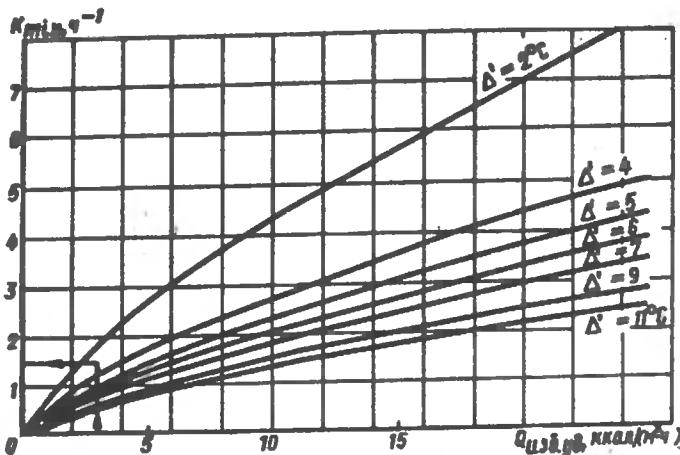


Рис. 2. График зависимости допустимой разности температур в рабочей зоне от кратности расчетного воздухообмена:

Δ' – допустимая разность температур воздуха в рабочей зоне, $\Delta' = t_{max} - t_{min}$, С;
 K_{min} – минимальная кратность расчетного воздухообмена, ч; $Q_{изб.уд.}$ – удельное количество избытков явной теплоты на 1 м³ внутреннего объема помещения, $Q_{изб.уд.} = \frac{Q_{изб.}}{V}$, ккал/(м³ ч) – теплонапряженность; $Q_{изб.}$ – расчетное количество избытков явной теплоты, ккал/ч; V – внутренний объем помещения, м³.

духораспределителями для сосредоточенной подачи воздуха – ВЭС [2], при минимальной кратности воздухообмена $K_{min} = 2$ ч⁻¹.

ВЕНТИЛЯЦИЯ

Степень загрязнения воздуха помещений сварочным аэрозолем зависит от характера технологической операции.

Под действием теплоты сварочной дуги происходит местный нагрев воздуха и образование сварочного факела, содержащего вредные газы и пыль.

Напряжение тока при сварке практически постоянно, поэтому общее количество выделяющейся теплоты, а следова-

тельно, и сварочного аэрозоля пропорционально силе тока. Последняя же зависит от диаметра электрода.

Нужно иметь в виду, что скорость подъема теплового потока в сварочном факеле соизмерима со скоростью движения воздуха помещения. В связи с этим особое внимание следует уделять выбору систем воздухораспределения.

При автоматической сварке на выделение газов оказывает влияние стабилизирующая способность флюса, высота его слоя.

При ручной электродуговой сварке на стационарных сварочных постах улавливание возникающего сварочного факела осуществляется местными отсасами.

Сварку мелких изделий следует производить в вытяжных шкафах. Если изделия сваривают на стационарных постах и на площади, ограниченной радиусом 4,5 м, применяют односторонние и двусторонние панели равномерного всасывания конструкции С.А.Чернобережского [9]. Наклонное расположение воздухоприемной панели позволяет отклонить поток загрязненного воздуха, образующийся при сварке и резке, и обеспечить подтекание в зону дыхания работающего более чистого воздуха помещения.

Широко применяют подвижные укрытия [8] над столами с поворотным диском.

У сварочных машин различных типов для полуавтоматической и автоматической сварки в зависимости от вида сварки местные отсосы выполняют в виде щелей и перфорации, воронок, встроенных патрубков (например, в бункер для флюса) [7].

Рекомендуемые типы местного отсоса, линии о количестве удаляемого воздуха и скорости входа воздуха в расчетное сечение содержатся в рекомендациях ГПИ Сантехпроекта [13].

Местные отсосы улавливают значительную часть выделяющихся вредных примесей: вытяжными шкафами – 90% от общего количества, местными отсосами других типов – 75%.

При устройстве местных отсосов количество приточного воздуха определяют из расчета компенсации удаляемого количества воздуха с добавлением такого количества, которое обеспечит растворение неуловленной местными отсосами части вредных веществ до предельно допустимых концентраций (ГДК).

Сварка и резка изделий больших размеров, металлоконструкций, сосудов исключают организацию стационарных сва-

рочных постов и выполняются без фиксации рабочих мест. В этих случаях местные отсосы часто неосуществимы и следует устраивать общеобменную вентиляцию.

Состав и количество вредных веществ, поступающих в воздух, зависят от применяемых сварочных и наплавочных материалов [13]. При одновременном применении материалов, выделяющих различные определяющие вредные вещества, следует сравнивать величины воздухообменов, рассчитанных по каждому материалу, и принимать больший из воздухообменов за расчетный.

В приложении 1 работы [13] указаны все вредные вещества, выделяемые при сварке (наплавке) тем или иным материалом, но определяющим названо то, для растворения которого до ПДК требуется больший расход воздуха. Этот расход воздуха указан в колонке 9 приложения 1 работы [13].

Организация технологического процесса может предусматривать сочетание фиксированной и нефиксированной сварки (резки). В этом случае вредные вещества, не уловленные местными отсосами (10 или 25%), следует учитывать при определении количества приточного воздуха, необходимого для разбавления вредных веществ, выделяющихся при выполнении рассеянной сварки и резки.

В основу расчета воздухообмена должно быть положено технологическое задание с указанием марки и часового количества в кг/ч (G_1 , G_2 и т.д.) расходуемого материала применительно к оборудованию, оснащенному местными отсосами, или к рассеянной сварке.

По марке сварочного материала в приложении 1 работы [13] из колонки 9 находят удельное количество приточного воздуха в м³/кг (L_1 , L_2 , L_3 и т.д.). Когда ведут рассеянную сварку и устраивают общеобменную вентиляцию, то определяют сумму количеств воздуха (м³/ч), необходимого для растворения вредных веществ, выделяемых электродами каждой марки:

$$L_{\text{расч}} = L_1 G_1 + L_2 G_2 + L_3 G_3 + \dots + L_n G_n. \quad (14)$$

Если в помещении производится фиксированная и рассеянная сварка (резка), то при расчете воздухообмена учитывают, что часть вредных веществ на фиксированных местах улавливают местные отсосы. Тогда в слагаемые формулы (14), соответствующие расходу сварочного материала на

этих местах, вводят коэффициент $K = 0,1$ для шкафных укрытий и $K = 0,25$ для всех остальных видов местных отсосов.

Пример. Для сварки мелких изделий на трех сварочных постах, оборудованных панелями равномерного всасывания, расходуют по $\theta_1 = 0,7 \text{ кг/ч}$ электродов УОНИ 13/45; на одном посту, оборудованном вытяжным шкафом, расходуют $\theta_2 = 1,2 \text{ кг/ч}$ электродов ОЗС-3; без местной вентиляции три сварщика сваривают крупные изделия электродами УОНИ 13/45 с общим расходом $\theta_3 = 3 \text{ кг/ч}$. Определить расчетный воздухообмен.

Пользуясь приложением 1 [13], находим удельное количество воздуха для сварочного материала каждой марки. Подставляем эти данные в формулу (14) и определяем расчетный воздухообмен:

$$L_{\text{расч}} = 3 \cdot 3400 \cdot 0,7 \cdot 0,25 + 2560 \cdot 1,2 \cdot 0,1 + 3400 \cdot 3 \approx 12295 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Приотчная вентиляция должна быть механической. Воздух удаляется из помещений местными отсосами или при общеобменной вентиляции — выдавливанием приточным воздухом. Для осуществления выдавливания при отсутствии фонарей на кровле здания устраивают специальные шахты.

При соответствующем обосновании в многопролетных цехах допускается устройство естественного притока в крайние пролеты, если вытяжка механическая.

Если пролеты сварочных цехов в многопролетных корпусах сообщаются со смежными цехами, то устройство механической вытяжки обязательно.

При газопламенной обработке металлов сжиженными газами, если отсутствуют местные отсосы, необходимо устраивать зональную механическую вытяжку, причем 2/3 воздуха следует удалять из нижней зоны и 1/3 из верхней.

Особое значение следует придавать выбору способа подачи приточного воздуха. От него зависят воздухораспределение по помещению, равномерность параметров воздуха и концентраций вредных веществ в нем.

Параметры воздуха рабочей зоны в холодный период года (см. табл. 1) обеспечивает система отопления. Температуру приточного вентиляционного воздуха следует принимать равной температуре воздуха рабочей зоны, если вентиляция не совмещена с воздушным отоплением. Расход теплоты (ккал/ч) на вентиляцию Q_s определяют по формуле

$$Q_0 = 0,29 L_{расч} (t_{р3} - t_n). \quad (15)$$

В случае совмещения вентиляции с воздушным отоплением температуру ($^{\circ}\text{C}$) приточного воздуха t_{pr} определяют по формуле

$$t_{pr} = t_{р3} + \frac{Q_{от}}{0,29 L_{расч}}, \quad (16)$$

а общий расход теплоты (ккал/ч) на подогрев приточного воздуха по формуле

$$Q_{общ} = 0,29 L_{расч} (t_{pr} - t_n). \quad (17)$$

Параметры воздуха рабочей зоны в теплый период года (температура наружного воздуха $+10^{\circ}\text{C}$ и выше) принимают по табл. 4 [18, 19].

По данным Всесоюзного научно-исследовательского института гидромеханизации, санитарно-технических и специальных работ (ВНИИГС, Ленинград) и ГГИ Проектпромвентиляции, наиболее равномерное распределение температур и скоростей движения воздуха в рабочей зоне достигается подачей больших количеств воздуха малым количеством струй, так называемой сосредоточенной подачей.

Скорости движения воздуха, указанные в табл. 1 и 4, надлежит определять как средние в рабочей зоне или на рабочих местах. Большая скорость движения воздуха соответствует максимальной температуре воздуха, а меньшая – минимальной температуре.

В холодный и переходный периоды года при сосредоточенной подаче воздуха для вентиляции или при вентиляции, совмещенной с воздушным отоплением, допускается повышать скорости движения воздуха, указанные в табл. 1, до $0,7 \text{ м/с}$ при одновременном повышении средней нормируемой температуры воздуха в рабочей зоне на 2°C (п. 11.16 [18]).

Скорость движения воздуха в рабочей зоне, предопределенная гигиеническими требованиями, должна также обеспечивать качество сварки. Технические условия регламентируют скорость движения воздуха вблизи мест сварки:

при рассеянной электродуговой и газопламенной сварке (резке) – от $0,3$ до $0,8 \text{ м/с}$;

при сварке в среде углекислого газа – $0,5 \text{ м/с}$;

при сварке в среде инертных газов и при наличии зональной вытяжки от мест сварки на конвейере, а также при на-

Таблица 4

Параметры воздуха в рабочей зоне производственных
помещений в теплый период года

Параметры воздуха	Оптимальные значения	Допустимые* значения на постоянных рабочих местах
Температура, °С	20–23	Не более чем на 3°С выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца, но не выше 28°С
Относительная влажность, %	60–30	При 28°С не более 55; при 27°С не более 60; при 26°С не более 65; при 25°С не более 70; при 24°С и ниже не более 75
Скорость движения, м/с	0,2–0,5	0,3–0,7

* Допустимая температура воздуха вне постоянных рабочих мест не более чем на 3°С выше средней температуры наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца.

личии местных отсосов от стационарных постов (при фиксированной сварке) – 0,3 м/с.

В связи с необходимостью подавать в помещения большое количество воздуха, обеспечивая при этом ПДК вредных веществ и нормируемые параметры воздуха в рабочей зоне при наибольшей их равномерности, особенно важен поиск путей улучшения технико-экономических показателей воздухораспределения.

Создан ряд воздухораспределительных устройств, в их

числе патрубок, образующий компактную струю (тип ВГК, предложен ГПИ Сантехпроект), и ажекционный воздухораспределитель для сосредоточенной подачи воздуха, создающий закрученную приточную струю (тип ВЭС, предложен ГПИ Проектировмвентиляция [2]).

Подача воздуха закрученными приточными струями в практике вентиляции используется сравнительно недавно. Закрученные струи образуются при установке закручивающих устройств в подводящих патрубках воздухораспределителей или при тангенциальном подводе воздуха к воздухораспределителям. Закрученные струи имеют два участка — вихревой и основной.

На выходе из воздухораспределителя образуется закрученный поток воздуха, сохраняющий свою форму на всей длине вихревого участка (на расстоянии до 20 калибров), затем происходит трансформация закрученной струи в прямоточную и начинается основной участок.

Закрученные струи характеризуются большей интенсивностью падения максимальных значений параметров, чем прямоточные, по мере удаления от начала истечения.

На вихревом участке угол раскрытия струи значительно больше, чем на начальном участке прямоточной струи. К основному участку закрученная струя приобретает значительно большую площадь поперечного сечения, чем прямоточная, но угол раскрытия закрученной струи на этом участке меньше, чем у прямоточной. Поэтому закрученная струя более стабильно, чем прямоточная, сохраняет на основном участке значения параметров воздуха и при равном количестве подаваемого воздуха является более дальнобойной. Обслуживая большую площадь рабочей зоны, закрученная струя обеспечивает на ней равномерность распределения нормируемых параметров воздуха.

Через один ВЭС диаметром 800–1600 мм подают воздух в количестве 11,4–86,4 тыс. м³/ч соответственно, дальность струи при этом от 30 до 160 м. ВЭС можно врезать в магистральный воздуховод, устанавливать на распределительной коробке, обеспечивая подачу в три и четыре стороны.

Проектирование воздухораспределения с помощью ВЭС сводится к выбору наименьшего количества воздухораспределителей необходимых размеров, обеспечивающих при заданных исходных данных нормируемые параметры воздуха на определенной площади рабочей зоны.

Стесняющее действие, оказываемое соседними струями друг на друга и сплошными ограждениями на струю, учитывают введением соответствующих установочных ограничений. При совмещении вентиляции с воздушным отоплением необходимо соблюдать значения величин $K_{тп}$ (см. на стр. 13), угла наклона оси ВЭС к полу β и критерия Ar :

$$Ar = \frac{g\sqrt{f_0} \Delta t_o}{v_o^2 T_{p,3}} < 0,007, \quad (18)$$

где $g = 9,81$ – ускорение свободного падения, м/с²; f_0 – площадь поперечного сечения патрубка, м²; Δt_o – рабочая разность температур, °C; $\Delta t_o = t_o - t_{p,3}$; t_o – температура приточного воздуха и воздуха рабочей зоны, °C; v_o – скорость воздуха на входе в ВЭС, м/с; $T_{p,3} = 273 + + t_{p,3}$, °C.

Применение адиабатического увлажнения в теплый период года, создание малогабаритного оборудования и размещение его в межферменном пространстве, использование для воздухораспределения закрученной воздушной струи позволяют значительно улучшить технико-экономические показатели вентиляции в целом, освободить полезную площадь цехов для размещения на ней технологического оборудования, сократить энергетические затраты за счет уменьшения расчетного воздухообмена, снизить расход металла на сеть приточных воздуховодов, уменьшить трудозатраты на изготовление и монтаж воздуховодов, сократить сметную стоимость и сроки строительства.

Ремонтные подразделения предприятий часто используют газовую (ацетиленовую) сварку. В специально оборудованных мастерских на постах сваривают мелкие и средние детали.

Сварка крупных деталей, стальных конструкций, листов не позволяет организовать работу на постоянных сварочных постах, и места такой сварки, а иногда и резки, не фиксированы.

Газовая сварка сопровождается выделением окислов азота, переходящих в двуокись азота, окиси углерода и ацетиlena, количества которых зависят от размера горелок, способа выполнения работ и размеров свариваемых элементов.

При сварке латунных, бронзовых, цинковых, свинцовых и других деталей выделяются ядовитые окислы и пары свинца, цинка и др.

Ацетилен в тех количествах, которые обнаруживаются в сварочных цехах, не вреден. Если же он недостаточно хоро-

шо очищены, то в воздух помещения могут попасть такие вредные газы, как фосфористый и мышьяковистый водород.

Сварка тонкостенных деталей происходит после предварительного местного нагрева ацетиленовым пламенем свариваемых кромок. Если детали толстостенные, то, чтобы избежать трещин и деформаций, детали предварительно подогревают в специальных горнах (как правило, газовых). Кроме тепловыделения от горнов при горении ацетилена также выделяется много теплоты: 1 м³ сжигаемого ацетилена выделяет 11,5 тыс. ккал.

Конструкции местных отсосов у газосварочных постов такие же, как и у постов дуговой сварки.

Для цехов, где газовую сварку выполняют только на постах, количество приточного воздуха определяют так же, как и при дуговой сварке на фиксированных местах, однако дополнительно проверяют достаточность расчетного воздухообмена для ассимиляции избытков теплоты в теплый период года.

Там, где сварочных постов нет, устраивают общеобменную вентиляцию для растворения окислов азота до ПДК в воздухе рабочей зоны. Количество приточного воздуха для общеобменной вентиляции определяют из расчета подачи 5 м³/ч на 1 л расходуемого ацетилена.

Расход ацетилена на сварку стальных листов зависит от их толщин и может быть принят около 100 л/ч на 1 мм толщины свариваемых листов.

При сварке других стальных конструкций на 1000 кг их массы расходуется около 650 л ацетилена, а при резке — примерно 230 л. В зависимости от массы свариваемых деталей подсчитывают часовой расход ацетилена и по этой величине определяют требуемое количество вентиляционного воздуха.

Пример. В ремонтной мастерской сваривают дуговой сваркой в течение 1 ч детали массой 780 кг и делают заготовки из стального листа общей массой 320 кг с помощью ацетиленовой резки. Определить расчетный воздухообмен.

Находим количество ацетилена, расходуемого на сварку и резку:

$$V_e = \frac{650}{1000} \cdot 780 + \frac{230}{1000} \cdot 320 = 582 \text{ л/ч.}$$

Определяем расчетный воздухообмен

$$Q_{расч} = 582 \cdot 5 = 2900 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

При отсутствии точных данных о расходе ацетилена на сварочных постах, не оборудованных местной вентиляцией, для расчета количества приточного воздуха можно пользоваться данными, приведенными в табл. 6 [1].

При одновременной работе нескольких сварщиков следует вводить коэффициент для учета неодновременности их работы. Этот коэффициент задают технологии.

Таблица 5

Расход ацетилена (л/ч) на один сварочный пост

Толщина свариваемой стали, мм	Сварка ручная	Резка		
		ручная	на полу-автоматах	на автоматах
0,2-0,5	26	-	-	-
0,5-1	65	-	-	-
1-2	100	-	-	-
2-4	260	-	290	-
4-6	430	-	340	360
6-9	650	230	400	400
9-14	1000	250	430	450
14-20	1700	280	470	510
20-30	2100	320	550	570
50	-	410	810	750
100	-	650	1200	1200
150	-	720	-	1400
200	-	770	-	1600
250	-	850	-	1700
300	-	850	-	1750

Примечание. Расход ацетилена указан с учетом коэффициента загрузки 0,85.

При общеобменной вентиляции, если исключается перетекание воздуха из сварочного цеха в соседние помещения, допускается устройство естественной вытяжки (через шахты, дефлекторы) за счет подпора в помещении, создаваемого приточным воздухом. В противном случае устраивают механическую вытяжку из верхней зоны. Воздухоприемные отверстия размещают над местами, где производится сварка (резка).

Вентиляция при сварочных работах в замкнутых объемах (внутри баков, цистерн, котлов и т.п.) представляет специфические трудности. В этом случае осуществляют местную вытяжку от сварочной дуги с помощью отсоса конструкций ЛИЮТ и вакуумнасосных установок. В последние, кроме местных отсосов или пылегазоприемников, входит вакуумнасос, пылеуловитель, коллектор и переносные рукава. Если в стенках свариваемого изделия имеются отверстия или щели, то это позволяет компенсировать принудительную вытяжку загрязненного воздуха притоком его в замкнутый объем из помещения и не подавать приточный воздух под щиток сварщика.

Если удалить воздух из замкнутого объема через местные отсосы невозможно, то следует устраивать общеобменное вентилирование всего замкнутого пространства, подавая воздух и удаляя его через специальные патрубки, к которым присоединяют гибкие облегченные рукава. Как правило, для этой цели применяют спиральные резинотканевые рукава диаметром от 38 до 125 мм, имеющие небольшую массу (один метр такого рукава весит соответственно от 1 до 3,7 кг); срок их службы при нормальной эксплуатации около 6 мес.

В замкнутых объемах часто приходится выполнять и резку. В этом случае устраивают общеобменную вентиляцию.

При устройстве притока или вытяжки через гибкие рукава количество вентиляционного воздуха составляет при сварке $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$, при резке $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Указанное количество вентиляционного воздуха должно быть проверено на растворение вредных веществ, выделяющихся при данном конкретном расходе электродов, до ПДК (см. стр. 15-16).

Температура подаваемого в холодный период года принудительного притока (через рукава) должна быть $20-22^\circ\text{C}$, а скорость движения воздуха в замкнутом объеме $0,5-1,5 \text{ м/с}$.

Если нельзя применять для вентиляции замкнутых объемов местные отсосы или общеобменную вентиляцию, то обязательно нужно обеспечить работающего принудительной подачей свежего воздуха под маску или полумаску. Количество воздуха следует принимать $6-8 \text{ м}^3/\text{ч}$, а температуру не ниже 15°C . В этом случае следует применять специальные конструкции масок (полумасок), разработанные ВНИИОТ ВЦСПС (г. Харьков) и ВЦНИОТ ВЦСПС (Москва).

ОКРАСОЧНЫЕ ЦЕХИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Поверхности узлов и готовых изделий подвергают антикоррозионному и декоративному покрытию лакокрасочными материалами.

Технологию нанесения лакокрасочных покрытий можно разделить на четыре последовательно выполняемые основные операции: подготовка (обезжикивание и очистка), грунтовка, шпаклевка и окраска. Между основными операциями выполняют промежуточные: сушку (искусственную в сушильных камерах или естественную в помещениях), мокре шлифование, промывку, протирку.

В окрасочных (малярных) цехах применяют водоразбавляемые материалы, а также окрасочные материалы на основе масляной, поликоиденсационных и полимеризационных смол или органических растворителей.

Состав материалов (процентное содержание свинцовых соединений, отвердителей и летучей части – растворителей) должен соответствовать установленным ГОСТам, ТУ и МРТУ и указываться в аналитических паспортах.

Объемно-планировочные решения малярных цехов (участков) должны отвечать требованиям СНиП [19], а категория взрывопожарной и пожарной опасности [20] окрасочных производств определяется технологами по методике или перечню производств, утвержденным соответствующим министерством.

В многоэтажных корпусах окрасочные производства следует размещать на верхних этажах, а краскозаготовительные отделения – там же, в изолированных помещениях, у наружных стен с оконными проемами и самостоятельными дверными проемами для эвакуации работающих.

В производственных помещениях высотой более 8 м (до низа ферм или главных балок) при размещении окрасочных участков внутри помещений (в технологическом потоке) или в их торцах окрасочные участки следует огораживать стенами высотой не менее 5 м от пола при бескамерной окраске и высотой не менее 5 м от верха проема окрасочной камеры до верха стены в помещениях, где предусмотрена окраска в камерах.

В зависимости от конфигурации и размеров окрашиваемого изделия, а также от метода нанесения лакокрасочных ма-

материалов (ручного или автоматизированного) применяют и технологическое оборудование.

Производственный процесс в малярных цехах сопровождается загрязнением воздуха рабочей зоны вредными веществами, токсичность которых зависит от основы применяемых материалов, а количество этих веществ – от расхода материалов и способа их нанесения и сушки. В связи с этим при организации технологического процесса стремятся к максимальному укрытию всех подготовительных и окрасочных операций.

Нормальное, отвечающее требованиям СН 245-71 санитарно-гигиеническое состояние воздушной среды помещений может быть обеспечено при условии, что организация технологического процесса, вентиляционные устройства и эксплуатация всего производственного комплекса соответствуют Правилам и нормам [1].

Работы, выполняемые малярами, относятся к категории работ средней тяжести (затрата энергии более 150 и до 200 ккал/ч); они выполняются стоя и связаны с переноской небольших тяжестей (до 10 кг).

ОТОПЛЕНИЕ

При выборе системы отопления следует соблюдать требования, вызванные спецификой малярных цехов.

В малярных цехах избытки явной теплоты незначительны (менее 20 ккал/(м³·ч)). В связи с этим система отопления должна обеспечивать указанные в табл. 1 параметры воздуха рабочей зоны в холодный и переходный периоды года.

В малярных цехах и краскозаготовительных отделениях следует устраивать воздушное отопление, совмещенное с вентиляцией.

Использование рециркуляционных агрегатов и рециркуляция воздуха в приточных установках не допускаются.

Может быть устроена система отопления нагревательными приборами, имеющими гладкую поверхность, при теплоносителе воде и паре, но температура на поверхности нагревательных приборов не должна превышать 110°C [1].

Применять ребристые трубы и устанавливать приборы в нишах не допускается.

У отопительных приборов следует устанавливать легко снимаемые несгораемые решетчатые ограждения.

Необходимость устройства воздушных или воздушно-тепло-

вых завес у входных ворот и технологических проемов действуются климатическими условиями и режимом использования ворот и проемов (см. стр. 7-8).

При устройстве воздушных завес у входных ворот окрасочных цехов допускается забирать воздух из верхней зоны цеха, на уровне выше 5 м, или обеспечивать работу завесы на наружном воздухе. Забор воздуха на уровне ниже 5 м не допускается.

ВЕНТИЛЯЦИЯ

Во всех помещениях (на участках) малярных цехов обязательно нужна механическая приточно-вытяжная вентиляция.

Правилами [11] категорически запрещается использовать лакокрасочные материалы, содержащие свинцовые соединения (при пульверизационном нанесении), а также материалы, содержащие бензол, метanol, пиробензол, хлорированные углеводороды (при любом способе нанесения).

Рассмотрим специфические особенности вентиляционных устройств при наиболее распространенных способах нанесения краски.

При окраске методом пневматического распыления следует строго соблюдать режимы, указанные в табл. 1 Правил [11].

При этом способе нанесения красителей только часть красочной пыли ложится на окрашиваемую поверхность. Остальная краска поступает в воздух помещения, загрязняя его.

Величина потери краски зависит от давления в красконагнетательном бачке, а также от ажурности и конфигурации окрашиваемого изделия. Так, при одном и том же давлении окраска металлоконструкций, например ферм, связана со значительно большими потерями краски, т.е. загрязнением воздуха красочным аэрозолем, в сравнении с окраской изделия, имеющего равную по величине, но сплошную поверхность.

Растворители ("летучие"), входящие в состав краски (приложение 1 в работе [11]), целиком испаряются как с окрашенной поверхности изделия, так и с поверхности пылинок, летающих в воздухе.

В связи с тем, что время пребывания изделия в окрасочной камере исчисляется минутами, при естественной сушке изделий в воздух рабочей зоны поступает значительная часть растворителей, входящих в расходуемую краску. При сушке в сушильных камерах в воздух помещения попадает

та часть летучих, которая испаряется за время транспортирования изделия от окрасочной камеры до сушильной.

Интенсивность выделения в воздух рабочей зоны растворителей при температуре 18–20°C изменяется во времени. Исследования Т.А.Фиалковской [28] показали, что большая часть растворителей (85–95%), в состав которых входят ксиол, толуол, сольвент, ацетон, бутилацетат, испаряется в первые 20–30 мин после нанесения краски, а по истечении первого часа испарение растворителей полностью прекращается. Учитывая это, можно предотвратить или сократить поступление в воздух рабочей зоны летучих, если окраску изделий производить в камерах, а сушку в сушильных камерах, и предусмотреть специальное укрытие конвейера или рельсового пути на участке между окрасочной и сушильной камерами – транспортный тоннель. Укрытие следует выполнять на высоту проема окрасочной камеры в виде неподвижных козырьков, дополненных боковыми передвижными щитками, легко передвигающимися в пазах (гнездах). Материал соприкасающихся элементов должен исключать возникновение искры. На расстоянии 0,5–0,7 м до входа в сушильную камеру укрытие не должно иметь боковых щитков (стенок).

Транспортный тоннель вентилируют воздухом, который проходит через него в окрасочную камеру в результате разрежения, создаваемого вытяжной установкой.

Очистку, шпаклевку и промывку мелких изделий выполняют на специальных решетчатых столах с нижним отсосом воздуха.

При сухой очистке и шлифовании поверхностей (ручном и механизированном) воздух, удаляемый вытяжными устройствами, перед выбросом в атмосферу подвергают мокрой очистке.

Мелкие и средние изделия окрашивают в окрасочных камерах (туниковых и проходных), оборудованных поворотными кругами или иными средствами для перемещения изделий.

Внутренний объем камеры можно вентилировать горизонтальными и вертикальными потоками воздуха, создаваемыми вытяжным вентилятором.

Вентилирование камеры горизонтальными потоками осуществляется при боковом размещении воздухозаборных отверстий (боковом отсосе) (рис. 3,б). Эти отверстия следует располагать за окрашиваемым изделием на уровне около 0,7 м от пола, напротив рабочего проема, через который производят окраску. Малляр должен находиться вне камеры,

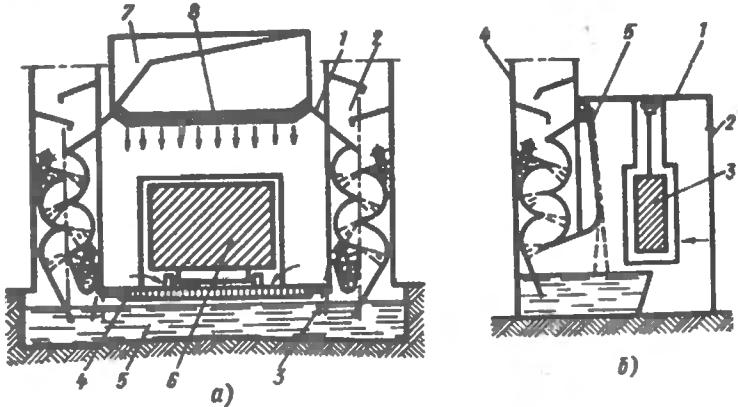


Рис. 3. Окрасочные камеры:

а - с нижним отсосом воздуха; 1 - корпус камеры; 2 - гидрофильтр; 3 - водяная завеса; 4 - напольная решетка; 5 - водоотстойная ванна; 6 - окрашиваемое изделие; 7 - короб приточного воздуха; 8 - фильтр; б - с боковым отсосом воздуха: 1 - корпус камеры; 2 - рабочий проем; 3 - окрашиваемое изделие; 4 - гидрофильтр; 5 - экран с водяной завесой

у рабочего проема. Воздух из помещения цеха в камеру входит через рабочий проем в тупиковых камерах и через рабочий проем и проемы для входа и выхода изделий в проходных камерах.

Расчетные скорости входа воздуха в окрасочные камеры с боковым отсосом следует принимать в зависимости от способа нанесения и состава лакокрасочных материалов по табл. 6. Эти скорости - исходные данные для определения количества воздуха, удаляемого из камеры.

В камерах с вертикальным движением воздуха последний должен удаляться через напольную решетку, располагаемую в центре камеры. Размер решетки определяется размером и конфигурацией окрашиваемого изделия (рис. 3, а).

Малляр, окрашивая изделие, перемещается вокруг него по проходу между изделием и стенками камеры. Ширина прохода должна быть не менее 1,2 м. Изделие следует устанавливать не на решетку, а на специальные подкладки. Если

Таблица 6

Расчетные скорости всасывания воздуха в проемах
окрасочных камер с боковым отсосом [11]

Способы нанесения	Лакокрасочные материалы	Расчетная средняя скорость, м/с
Ручные:		
кистью, окунание	Содержащие ароматические углеводороды	1
кистью, окунание, облив и т.п.	Не содержащие ароматических углеводородов	0,5
пневматическое распыление	Содержащие диизоцианаты, эпоксидные, полиуретановые и акрилатные соединения	1,7
То же	Не содержащие ароматических углеводородов и свинцовых соединений	1
,	Содержащие свинцовые соединения или ароматические углеводороды	1,3
безвоздушное распыление	To же	0,7
То же	Не содержащие ароматических углеводородов и свинцовых соединений	0,6
электростатическое распыление	Различные	0,4-0,5
Автоматизированные:		
окунание, облив, электростатический (стационарная установка) и т.п.	Различные	0,4-0,5

предусматривается круг или тележка, их установочную плоскость следует выполнять также решетчатой или ажурной, чтобы не препятствовать доступу воздуха в напольную решетку. Расчетную скорость удалаемого воздуха в живом сечении решетки принимают от 2 до 6 м/с. По величине этой скорости определяют среднюю величину живого сечения решетки (при ее конструировании).

Воздух из помещения в камеру без потолка может входить через отверстие между стенками. Однако в камерах с вертикальным движением воздуха целесообразно принудительно подавать приточный воздух равномерно по всей площасти потолка. С этой целью устраивают подшивной потолок, оборудованный фильтрующими воздух кассетами, и применяют самостоятельную приточную установку (рис. 3, а).

Количество вентиляционного воздуха для камер такого типа указано в табл. 7 в зависимости от способа нанесения и состава лакокрасочных материалов.

Таблица 7
Количество вентиляционного воздуха для камер с
нижним отсосом и для бескамерной окраски
на решетках [11]

Способ окраски	Расчетное количество воздуха, м ³ /ч		Лакокрасочные материалы
	для камер с нижним отсосом на 1 м ² суммарной площади горизонтальной проекции изделия и площади проходов вокруг него	для бескамерной окраски на решетках на 1 м ² габаритной площасти решетки	
Пневматический	1800	2200	Не содержащие свинец и ароматические углеводороды
	2200	2500	Содержащие ароматические углеводороды

Продолжение табл. 7

Способ окраски	Расчетное количество воздуха, м ³ /ч		Лакокрасочные материалы
	для камер с нижним отсосом на 1 м ² суммарной площади горизонтальной проекции изделия и площади проходов вокруг него	для бескамерной окраски на решетках на 1 м ² габаритной площади решетки	
Пневматический	2200	-	Содержащие свинец
Безвоздушный	1200	1350	Не содержащие свинец и ароматические углеводороды
	1500	1700	Содержащие ароматические углеводороды
Гидроэлектростатический	1500	-	Содержащие свинец
	-	900	Не содержащие свинец и ароматические углеводороды
	-	1100	Содержащие ароматические углеводороды
Пневмоэлектростатический	-	900	

Примечания: 1. При использовании для распыления краскораспылителя ЗИЛ количество вентиляционного воздуха увеличивают приблизительно в 1,5 раза.

2. Для автотранспортных предприятий с парком 1000 автомобилей и менее допускается принимать количество вентиляционного воздуха с коэффициентом не ниже 0,85.

Изделия больших размеров, для которых устройство камер технически затруднительно, окрашивают на напольных решетках. Высота изделий при этом не должна превышать 2 м и составлять не более чем 0,75 от меньшего размера решетки в плане.

Изделия следует размещать на подкладках высотой 100–150 мм в центре решетки, не ближе 300 мм от ее края. Бескамерная окраска на решетках допускается только лакокрасочными материалами, не содержащими свинцовых соединений. Количество воздуха, удаляемого от решеток при бескамерной окраске, следует принимать также по табл. 7.

Воздух, отсасываемый от мест окраски распылением, перед выбросом в атмосферу следует очищать от красочного аэрозоля в гидрофильтрах.

Многие годы используют гидрофильтры с форсуночным разбрзгиванием воды и улавливанием капельной влаги в пластинчатых сепараторах. Однако форсунки легко засоряются пылью и не обеспечивают необходимого распыления воды, а следовательно, аэрозоль краски не задерживается в пределах оросительного пространства. Вследствие этого забиваются краской сепараторы, резко возрастает сопротивление гидрофильтра проходу воздуха, сокращается количество воздуха, отсасываемого от камеры. Кроме того, краска налипает на лопатки вентилятора, изменяя его характеристики. Вентиляция камеры становится неудовлетворительной, а удаляемый воздух плохо увлажненным и пожароопасным.

НПО "Лакокрасокрытие" и ВЦНИИОТ ВЦСПС (Москва) создали эффективный гидрофильтр каскадного типа, который успешно применяется как для камер, так и для напольных решеток (при бескамерной окраске) [27]. Рабочая часть гидрофильтра – воздухопромывной канал, образованный полуцилиндрами ("скорлупами") с стойкой ванной (рис. 4). В камерах с боковым отсосом во всю их длину дополнительно предусматривается экран для водяной пленки (см. рис. 3, б).

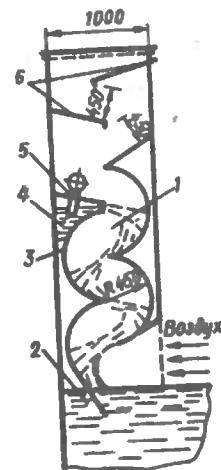
Контакт загрязненного воздуха с четырьмя – пятью каскадами воды и поверхностью воды в ванне обеспечивает не только высокую эффективность очистки воздуха от красочного аэрозоля (90–95%), но и, в отличие от известных конструкций форсуночных гидрофильтров, улавливание части растворителя (30–35%).

Каскадные гидрофильтры широко применяют и за рубежом.

Эффективная работа гидрофильтра обеспечивается соблюдением:

Рис. 4. Гидрофильтр:

- 1 - воздухопромывной канал;
- 2 - водоотстойная ванна;
- 3 - полуцилиндр ("скорлупа");
- 4 - лоток;
- 5 - патрубок водоснабжения;
- 6 - водоотбойный щиток.



его пропускной способности по воздуху при скорости движения в живом сечении воздухопромывного канала $v = 5-6 \text{ м/с}$;

удельного расхода воды $2-3 \text{ л на } 1 \text{ м}^3/\text{ч}$ очищаемого воздуха.

Если расчетная скорость воздуха отличается от указанной выше, то эффективность очистки $\zeta_k (\%)$ можно приблизенно определить по формуле

$$\zeta_k = 65 + 5v . \quad (19)$$

Водоснабжение гидрофильтра обратное. Водоотстойная ванна должна иметь два отсека — грязный и чистый. В грязном скапливается краска, а из чистого насосом забирается вода и подается в лоток. Через бортик лотка вода равномерно стекает на верхнюю скорлупу, образуя сплошную пленку между скорлупами. Перемещаясь вниз между скорлупами, вода также образует пленочные каскады.

Над лотком размещаются под углом $12-15^\circ$ к горизонтальной плоскости один над другим три водоотбойных щитка, перекрывая друг друга на 50 мм. В дополнительной сепарации воздух, вышедший из воздухопромывного канала, не нуждается.

При контакте с воздухом часть воды испаряется и должна восполняться из водопровода в количестве 1-2% от расхода циркулирующей воды (расход составляет $2,5 \text{ л/ч на } 1 \text{ м}^3$ воздуха).

Сопротивление гидрофильтра ($\text{кгс}/\text{м}^2$) можно определить по приближенной формуле

$$\mu = 1,8 U^2 \quad (20)$$

В окрасочные цехи, где технологическое оборудование имеет местную вытяжную вентиляцию, приточный воздух подают по балансу с количеством удаляемого воздуха. Расход теплоты на подогрев приточного воздуха в холодный и переходный периоды года определяют по формулам (15) и (17).

При окраске изделий в камерах и совмещении воздушного отопления с приточной вентиляцией целесообразна и допускается Правилами [11] сосредоточенная подача воздуха, например, через воздухораспределитель ВГК (ГПИ Сантехпроект) для подачи воздуха компактной струей и эжекционный воздухораспределитель ВЭС ГПИ Проектпромвентиляция для сосредоточенной подачи воздуха.

Воздухораспределители должны обеспечить в рабочей зоне скорости движения воздуха не более 0,5 м/с (согласно нормативным требованиям), что создает удовлетворительные условия работы вытяжных устройств технологического оборудования.

При бескамерной окраске следует подавать воздух в верхнюю зону, используя перфорированные панели или пристенный эжекционный панельный воздухораспределитель ВПЭП ГПИ Проектпромвентиляция [3].

Этот воздухораспределитель следует располагать таким образом, чтобы способствовать формированию воздушных потоков над окрасочными решетками в направлении их живого сечения. Предпочтительна подача воздуха сверху вниз. Поскольку плотность паров растворителей в 2 раза и более больше плотности воздуха, такое направление движения воздуха помогает отсосу загрязненного воздуха напольными решетками.

Подачи воздуха сбоку относительно расположения решетки следует избегать, так как при такой подаче формируются в помещении горизонтальные потоки, мешающие эффективной работе решеток и разносящие по помещению красочную пыль и летучие компоненты краски.

В тех случаях, когда подача приточного воздуха сверху вниз технически невозможна, скорость приточного воздуха над решеткой на высоте 1-1,2 м должна быть не более 0,3 м/с.

Параметры воздуха для проектирования вентиляции указы в табл. 1 и 4.

При естественной сушке окрашенных поверхностей подача перегретого приточного воздуха интенсифицирует испарение летучих компонентов краски. Это должны учитывать технологии при выдаче задания на проектирование вентиляции.

В исключительных случаях, когда крупные изделия приходится окрашивать на местах, не оборудованных отсосами, воздухообмен принимают как сумму количеств воздуха, определенных из условия растворения каждого вещества, содержащегося в растворителе, до своей ПДК:

$$L_{расч} \left(\frac{C_1}{ПДК_1 - K_1} + \frac{C_2}{ПДК_2 - K_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n - K_n} \right) 1000, \quad (21)$$

где $L_{расч}$ — расчетный воздухообмен, $\text{м}^3/\text{ч}$; C_1, C_2, \dots, C_n — фактические расходы вредных веществ, составляющих растворитель, $\text{г}/\text{ч}$; $ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$ — предельно допустимые концентрации вредных веществ, составляющих растворитель, в воздухе рабочей зоны, $\text{мг}/\text{м}^3$; K_1, K_2, \dots, K_n — концентрации вредных веществ, составляющих растворитель, в приточном воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Удалять воздух в этом случае следует общебменной вытяжной установкой из нижней зоны помещения, располагая приемные отверстия на высоте 0,5–0,7 м от уровня пола, а при наличии приемников в полу — также и из них, закрывая отверстия декоративными решетками.

Верхнюю зону помещения следует проветривать, располагая над сушильными камерами вытяжные устройства, рассчитанные на однократный обмен воздуха.

Вентиляционные агрегаты окрасочных камер должны быть блокированы с устройствами, подающими лакокрасочный материал или сжатый воздух к краскораспылителю (с краскоагнетательными бачками), и с конвейером в проходных камерах; по прекращении работы вытяжного вентилятора в камере с боковым отсосом воздуха и вытяжного или приточного вентилятора в камере с нижним отсосом должна прекратиться подача краски к пульверизатору и должен остановиться конвейер.

Вытяжные вентиляционные установки технологического оборудования и приточные установки, предназначенные для растворения испаряющихся растворителей, должны иметь звуковую или световую сигнализацию, оповещающую о снижении

расхода вентиляционного воздуха или о прекращении работы вентилятора.

Все приточные установки следует снабжать автоматическими обратными клапанами, устанавливаемыми в пределах машинного зала или приточной камеры на нагнетательных воздуховодах.

Насос водоснабжения гидрофильтра должен быть блокирован с вытяжным вентилятором и системой краскоподачи и включаться в работу с некоторым опережением относительно включения вытяжного вентилятора и краскоподачи в пульверизатор.

Уровень воды в поддоне гидрофильтра и в подрешеточном пространстве камеры с нижним отсосом и напольной решеткой должен поддерживаться автоматически. О его понижении должны оповещать средства звуковой или световой сигнализации.

В вытяжных установках, обслуживающих окрасочные участки, окрасочное и сушильное оборудование, следует применять:

центробежные вентиляторы из алюминиевых сплавов типа Ц4-70 искрозащищенного исполнения по ТУ 22-2732-73. Ранее применявшийся в каталогах и других нормативных документах термин "взрывобезопасное исполнение" заменен в ТУ 22-2732-73 термином "искрозащищенное исполнение";

центробежные вентиляторы из алюминиевых сплавов с повышенной защитой от искрообразования типа Ц14-46 согласно ГОСТ 5976-73 (Крюковский вентиляторный завод, г. Чехов, и Московский вентиляторный завод);

осевые вентиляторы О6-300 из разнородных металлов с повышенной защитой от искрообразования по ТУ 22-3040-74 (Крюковский вентиляторный завод, г. Чехов).

Более подробные сведения об указанных вентиляторах могут быть получены на заводах-изготовителях или в брошюре Б.В.Баркалова*.

Каждую окрасочную и сушильную камеру следует оборудовать самостоятельным вентиляционным агрегатом.

Местные отсосы от ванн окунания, столов и другого технологического оборудования объединять между собой общей вытяжной установкой не разрешается.

* Противопожарные и противовзрывные мероприятия в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. М., "Машиностроение", 1976.

Если в цехе (отделении) запроектирована вытяжная вентиляция с помощью одной постоянно действующей местной или общеобменной установки, должен быть предусмотрен резервный вентиляционный агрегат, блокированный с рабочим агрегатом и автоматически включающийся при его остановке.

Вентиляционные установки окрасочных отделений (участков), краскозаготовительных с кладовыми лакокрасочных материалов нельзя объединять между собой и с вентиляционным оборудованием других производств.

Вентиляционное оборудование, за исключением расположенного на технологических камерах, следует размещать в специальных помещениях (машинных залах).

Не допускается размещать в одном машинном зале вентиляторы приточных и вытяжных установок, а также вытяжных установок, обслуживающих другие производства.

Приточные установки, обслуживающие окрасочные цехи и другие производства, можно размещать в общих машинных залах.

Вентиляционное оборудование и воздуховоды приточных и вытяжных установок должны быть надежно заземлены.

Режим работы технологического оборудования должен соответствовать техническим условиям и рабочей инструкции по безопасной эксплуатации, которые должны быть вывешены на видном месте, рядом с постоянным местом работы маляра или оператора.

Для каждой единицы оборудования или каждого участка должен быть свой эксплуатационный журнал, в который заносят все отклонения от ТУ или инструкции, причины остановки, время пуска и другие сведения об эксплуатации в течение каждой смены.

Маляр должен обеспечить очистку и промывку от остатков лакокрасочного материала краскораспылителей и рукавов в конце смены.

Окрасочные камеры очищают от осевшей краски по мере ее накопления (период между двумя чистками устанавливают при наладке камеры перед пуском ее в эксплуатацию), но не реже одного раза в неделю, после окончания смены, при работающей вентиляции.

Эту операцию очистки можно значительно облегчить, если чистые внутренние поверхности окрасочных камер покрывать тавтом или другими подобными составами. Тогда при чистке легко снимается тавт вместе с краской. Для очистки

запрещается применять инструмент, вызывающий образование искры.

Отстойные ванны гидрофильтра следует очищать от краски, плавающей на поверхности воды, не реже одного раза в смену, а от осевшей краски — по мере ее накопления (интервал между чистками выявляется при эксплуатации), но не реже одного раза в неделю.

Период между двумя чистками полуцилиндров каскадного гидрофильтра определяется при его эксплуатации. В ряде установок этот период составляет 150–200 ч. Этот же период характерен и для вытяжных вентиляторов технологических установок, оборудованных каскадными гидрофильтрами.

Осмотр и чистку форсунок в гидрофильтрах следует производить не реже одного раза в сутки, а сепаратора — по мере загрязнения, но не реже чем через 160 ч непрерывной работы камеры.

Вытяжные воздуховоды следует очищать по мере их загрязнения, но не реже одного раза в два месяца.

Уникальные крупногабаритные изделия следует окрашивать методом безвоздушного распыления, значительно сокращающим образование красочной пыли. Этот метод используют и при окраске изделий мелких и средних размеров. Окраска должна производиться на рабочих столах и в камерах, оборудованных вытяжной вентиляцией. Принцип вентилирования этого оборудования, расчетные скорости и расходы воздуха, способы очистки воздуха перед выбросом в атмосферу такие же, как и при окраске краскораспылителями, работающими на сжатом воздухе.

Перед началом работы следует проверять надежность заземления установки и окрашиваемого изделия. Оставлять без наблюдения работающую установку безвоздушного распыления (УБР) запрещается.

Давление в системе УБР без подогрева и давление в системе и температура лакокрасочного материала в УБР с подогревом должны быть отрегулированы, после чего должны контролироваться и поддерживаться автоматически.

Профилактический осмотр и промывку сетчатых фильтров УБР следует производить не реже одного раза в неделю.

В ряде производств окраска изделий осуществляется в электроокрасочных камерах, оборудованных самостоятельной вытяжной вентиляционной установкой. Подача притока непосредственно в такую камеру должна быть обоснована. Тре-

буется устройство самостоятельной приточной вентиляционной установки.

Лакокрасочный материал наносится автоматически центробежными электрическими распылителями. Вытяжную вентиляцию осуществляют через вертикально расположенные на всю высоту камеры по четырем ее углам воздуховоды с отверстиями. Суммарная площадь отверстий в каждом воздуховоде должна составлять не более 50% от площади сборного воздуховода. Расчетное количество отсасываемого от камеры воздуха определяют по средней скорости входа воздуха в проемы камеры 0,4–0,5 м/с. Это количество воздуха должно быть проверено на разбавление выделяющихся паров растворителей до концентрации, не превышающей 20% от нижнего предела взрываемости.

Элементы вентиляционных установок электроокрасочной камеры должны быть заземлены в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок (ПУЭ). Исправность заземления следует проверять не реже одного раза в месяц.

Указанные выше требования к организации службы эксплуатации должны быть распространены и на участки электроокраски.

Внутренние поверхности электрокамеры следует очищать после каждой смены при отключенном высоком напряжении, но при работающей вентиляции.

Окраску изделий окунанием производят в специальных ваннах. Ванны емкостью до 0,5 м³ оборудуют бортовыми отсасывателями. На время перерыва в работе ванны закрывают крышками. Ванны емкостью более 0,5 м³ оборудуют механизмы для перемещения изделий (например, конвейерами) и полностью укрывают. Укрытия оборудуют вытяжными вентиляционными установками. Количество удаляемого от укрытия воздуха определяют по скорости входа воздуха в открытые проемы (см. табл. 6) и проверяют на разбавление паров растворителей до концентрации, не превышающей 20% от нижнего предела взрываемости.

При окунании изделий с помощью конвейера следует предусматривать блокировку работы конвейера и вытяжного вентилятора. При выключении вентиляции конвейер должен остановиться.

Установки струйного облива оборудуют рециркуляционной системой вентиляции с частичным выбросом воздуха в атмосферу. У проемов на входе и выходе из установки уст-

развивают воздушные затворы всасывающего действия. Количество рециркуляционного воздуха принимают из расчета двадцатикратного обмена воздуха. Количество воздуха, отсасываемого затворами, принимают от 2000 до 2800 м³/ч на 1 м² площади проема при его высоте, равной $H = 1$ м. Если высота проема меньше или больше 1 м, то удельный расход воздуха следует брать с поправочным коэффициентом $K = \sqrt{H}$. Удельное количество воздуха 2800 м³/(ч·м²) следует принимать в тех случаях, когда лакокрасочные материалы содержат ароматические углеводороды.

Вентиляционные установки нужно блокировать с насосными установками, подающими лакокрасочный материал. При бездействии вентиляции облив изделий должен прекращаться.

Сечение воздуховода для выброса части воздуха в атмосферу должно быть равно сечению рециркуляционного воздуховода. В воздуховоде для выброса воздуха в атмосферу устанавливают дроссель-клапан, блокированный со специальным прибором, контролирующим концентрации паров растворителей внутри установки. Если концентрации превышают 50% от нижнего предела взрываемости, клапан автоматики открывается, и воздух из установки выбрасывается в атмосферу.

В последнее время уделяется большое внимание освоению окраски методом электроосаждения водоразбавляемых лакокрасочных материалов. Метод основан на том, что корпус ванны, содержащий лакокрасочный материал, служит катодом, а изделие, окунаемое в краску, — анодом. Частицы краски, осаждаясь на поверхности изделия, образуют нерастворимую в воде пленку. При окраске таким методом возможно выделение в воздух помещений паров растворителей и аминов, качественный состав которых зависит от рецептуры лакокрасочных материалов.

Установки электроосаждения оборудуют механической приточно-вытяжной вентиляцией. Воздух удаляют через односторонний щелевой отсос вдоль ванны на высоте 0,3—0,5 м от борта ванны. Скорость входа воздуха в щель 2—4 м/с. Приточный воздух подают с противоположной стороны в верхнюю зону установки. Количество удаляемого воздуха определяют из расчета 150 м³/ч на 1 м³ емкости ванны электроосаждения.

Приточный воздух следует подавать в количестве 90% от удаляемого количества со скоростью не более 2 м/с на выходе из приточного отверстия.

В местах подготовки и загрузки лакокрасочных материалов устраивают шкафные укрытия, количество удаляемого из них воздуха определяют расчетом, обеспечивая среднюю скорость входа воздуха из помещения в открытый проем шкафа 1,3 м/с. Приточный воздух направляют рассеянно в рабочую зону помещения, где работает установка, возмещающая количество воздуха, удаляемого установкой электроосаждения. Естественное проветривание помещения не допускается.

Одно из преимуществ такого метода — исключение взрыво- и пожароопасности.

В помещениях краскозаготовительных отделений и лабораторий следует устраивать приточно-вытяжную вентиляцию из расчета кратности обмена воздуха $K_p = 10\text{--}15 \text{ ч}^{-1}$.

Воздух следует удалять из зон наибольшего загрязнения его парами растворителя, распределяя расчетный воздухообмен следующим образом [19]:

2/3 общего количества воздуха (в том числе и количество, удаляемое местными отсосами на уровне до 2 м от пола) — из нижней зоны помещения. Верхний край воздухоприемника общеобменной вентиляции должен размещаться на уровне 0,3 м, но не выше 1 м от пола;

1/3 общего количества воздуха из верхней зоны, т.е. выше 2 м от пола, но из этого количества непосредственно из-под перекрытия обязательно следует удалять количество воздуха, обеспечивающее не менее чем однократный воздухообмен. Верх воздухоприемных устройств следует размещать не ниже 0,4 м от перекрытия.

Для помещений высотой более 6 м минимальное количество воздуха, удаляемого из верхней зоны непосредственно у перекрытий (на расстоянии 0,4 м от них), допускается определять из расчета $6 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м² площади пола помещения.

Выбросы в атмосферу воздуха, удаляемого общеобменной вытяжной вентиляцией из помещений окрасочных цехов, следует размещать на высоте более 1 м над коньком кровли здания, обеспечивая расстояние не менее 20 м по горизонтали до воздухоприемных устройств приточных установок и кондиционеров. Если это расстояние менее 20 м, выброс следует располагать на 6 м выше воздухоприемных отверстий.

Не допускается проектировать общие трубы или шахты для выброса от двух или нескольких вытяжных вентиляционных установок, если хотя бы в одной из них возможно от-

ложение горючих веществ; при технической необходимости соединения в одну шахту или трубу нескольких выбросов следует предусматривать внутри шахт или труб вертикальные разделяющие перегородки от места присоединения воздухопровода до верха шахты или трубы.

Выброс в атмосферу воздуха, удаляемого местными отсосами от оборудования, содержащего взрывоопасные вещества, рекомендуется предусматривать на уровне, превышающем уровень границы зоны аэродинамической тени, создаваемой ветром при набегании на здание.

Выброс воздуха, содержащего взрывоопасные вещества, в атмосферу не допускается проектировать в зону положительных давлений, создаваемых ветром, а также в места, вблизи которых выбрасываются продукты сгорания.

Устройство подпольных вытяжных вентиляционных каналов не допускается, за исключением каналов для камер с нижним отсосом и установок бескамерной окраски на решетках в полу. В этих случаях строго обязательна очистка отсасываемого воздуха в гидрофильтрах, расположенных на входе в канал. При бескамерной окраске на решетках участки подпольных каналов должны быть минимальной (технически обоснованной) протяженности, а при окраске в камерах каналы следует выводить вверх непосредственно по стенкам камер. Во всех случаях должны быть предусмотрены мероприятия, исключающие возможность создания в каналах взрывоопасных концентраций. Кроме того, приемник под решеткой должен быть заполнен слоем воды высотой не менее 50 мм с автоматическим поддержанием постоянного уровня.

Подачу воздуха в один или группу тамбуров-шлюзов окрасочных цехов (помещений) следует проектировать от двух самостоятельных установок приточной вентиляции с механическим побуждением, не отключаемых во время пожара. Производительность каждой установки должна обеспечивать требуемый расход приточного воздуха. Допускается проектировать подачу воздуха от одной самостоятельной установки, имеющей резервный вентилятор, автоматически включающийся при остановке основного.

В тамбуры-шлюзы следует предусматривать подачу воздуха, обеспечивающую не менее пяти обменов в тамбуре в час, но не менее $250 \text{ м}^3/\text{ч}$, а для тамбуров-шлюзов более 100 м^3 — не менее $500 \text{ м}^3/\text{ч}$ приточного воздуха; воздух следует подавать над дверью, ведущей во взрыво-

опасное помещение, на высоте не более 3 м от пола с направлением потока вниз.

В тамбуры-шлюзы, имеющие более двух дверей, на каждую дополнительную дверь следует увеличивать подачу приточного воздуха на $250 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В тамбур-шлюз при помещении площадью не более 50 м^2 допускается подавать воздух от установки только этого помещения при условиях:

- a) если установка имеет резервный вентилятор, автоматически выключающийся при остановке основного;
- b) если приточный воздуховод в помещение автоматически отключается при возникновении пожара в помещении.

Давление воздуха в тамбуре-шлюзе по отношению к помещению, для входа в которое он предназначен, не должно превышать $3 \text{ кгс}/\text{м}^2$, или 5 кгс на любую дверь.

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЦЕХИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Гальванический цех — неотъемлемая часть почти каждого промышленного предприятия, связанного с обработкой и выпуском металлических деталей и изделий.

Технологические процессы гальванилокрытий характеризуются химической и электрохимической обработкой металлов в водных растворах минеральных кислот, солей и щелочей. Детали или изделия проходят последовательно ряд технологических операций: обезжиривание, травление и нанесение покрытий.

Процесс осуществляют в гальванических ваннах, размер которых обусловлен габаритными размерами обрабатываемых деталей и производственной программой предприятия.

В зависимости от назначения цеха могут быть использованы либо стационарные, отдельно стоящие ванны ручной загрузки, либо ванны, установленные в ряды, с механизированной загрузкой и выгрузкой, либо агрегаты или автоматические линии.

Автоматические линии выполняют двух типов: автооператорные и кареточные. В автооператорных линиях ванны одной длины установлены одна к другой, а направление движения подвесок перпендикулярно продольной оси ванны. В кареточных линиях ванны имеют разную длину в зависимости

от числа одновременно загружаемых подвесок и установлены последовательно. Направление движения подвесок параллельно продольной оси ванны.

Степень механизации и автоматизации технологического процесса определяет категорию тяжести работы, выполняемой в гальванических цехах. При отсутствии полной автоматизации и дистанционного управления оборудованием работа в гальванических цехах относится к категории средней тяжести (затрата энергии более 150 и до 200 ккал/ч).

При использовании стационарных ванн постоянные рабочие места практически расположены у всех ванн и равномерно распределены по всей площади цеха. Технологический процесс мало механизирован и число работающих наибольшее.

При использовании агрегатов или автоматических линий, число постоянных рабочих мест сокращается, как правило, до двух у каждого агрегата. На этих местах рабочие выполняют загрузку и выгрузку деталей в барабаны или монтаж и демонтаж подвесок.

Обслуживание автоматизированного технологического оборудования (осмотр, устранение неисправностей) периодически производит оператор (наладчик), не имеющий фиксированного рабочего места вблизи работающего оборудования.

Основные заводы, изготавливающие гальваническое оборудование для машиностроительной промышленности, — Тамбовский механический завод и опытный завод ЭКТИавтопром (г. Львов).

Стационарные ванны выпускают в соответствии с действующей отраслевой нормалью ОН1-66-ОН9-66.

Автоматические линии изготавливают на основе разработанного заводами типажа.

Несмотря на широкую номенклатуру технологических процессов гальванических покрытий число используемых токсичных компонентов, входящих в состав рабочих растворов, сравнительно невелико [29]. Наиболее распространены серная, соляная, азотная и плавиковая кислоты, едкий натр, цианистые соли, хромовый ангидрид и соли никеля. Эти вещества оказывают вредное воздействие на человеческий организм и в соответствии с санитарными нормами СН 245-71 отнесены к первому и второму классам опасности [18].

Выделение вредных веществ в воздух производственных помещений происходит как в результате испарения летучих компонентов с открытой поверхности растворов, так и, главным образом, путем диспергирования и уноса мельчайших частиц раствора водородными и кислородными пузырьками.

Выделение водорода и кислорода, часто сопровождающее химический или электрохимический процесс, приводит к образованию жидкого аэрозоля (тумана), состоящего из капелек раствора. Например, поступление в воздух помещения серной кислоты, хромового ангидрида, щелочи и солей никеля связано не с испарением, а с образованием аэрозоля (газообразованием). При отсутствии технологического процесса, сопровождающегося выделением газа, содержание этих веществ в воздухе над ванной практически не обнаруживается.

В то же время такие вещества, как пары соляной, плавиковой и азотной кислот, цианистый водород, в значительной мере могут поступать в воздух помещения только за счет своей летучести. Если же технологический процесс сопровождается выделением газа, то к выделениям в результате испарения добавляется аэрозольная фаза раствора.

К взрывоопасным веществам (за исключением органических растворителей, работа с которыми должна производиться в отдельных, изолированных помещениях) относятся водород и силильная кислота. Однако данные обследований, а также расчеты показывают, что содержание этих веществ в воздухе помещения значительно меньше нижнего предела их взрывоопасности. Поэтому гальванические цехи по пожароопасности, как правило, относят к категории Д с соответствующими требованиями к исполнению технологического и вентиляционного оборудования [20].

Максимально возможные концентрации водорода и силильной кислоты, содержащиеся в вентиляционном воздухе, можно определить также расчетным путем.

Допустим, что при максимально возможной технологической нагрузке ванны (2 А/л) 100% тока пойдет на разложение воды с выделением водорода. Тогда в соответствии с законом Фарадея от ванны емкостью 1 м^3 с нагрузкой 2000 А выделится водорода

$$0,0376 \cdot 2000 = 75,2 \text{ г/ч},$$

где 0,0376 — электрохимический эквивалент водорода, $\text{г}/(\text{A}\cdot\text{ч})$.

Минимальное расчетное количество воздуха, удаляемого местным отсосом от такой ванны, составит около $500 \text{ м}^3/\text{ч}$. Следовательно, максимально возможная концентрация водорода

$$75,2 : 500 = 0,15 \text{ г}/\text{м}^3,$$

что более чем в 20 раз меньше нижнего предела взрывоопасности.

Подобный расчет, выполненный для синильной кислоты (HCl), также показывает, что ее максимальное содержание в воздухе, удалаемом местным отсосом, не может превысить нижнего предела взрываемости.

Как показывают результаты этих расчетов, вытяжные установки, объединяющие местные отсосы от ванн, процессы в которых сопровождаются выделениями водорода или цинкистого водорода, не имеют признаков для отнесения их к категории взрывоопасных, т.е. к иной категории, чем производственное помещение гальванического цеха.

При составлении технологического задания (планировки гальванического цеха) для выполнения строительной, сантехнической, электротехнической и других частей проекта как при проектировании нового, так и при реконструкции действующего производства технологии должны указывать категорию взрывоизолированности данного гальванического цеха (отделения, участка).

Одно из важнейших направлений в обеспечении нормальных санитарно-гигиенических условий труда — совершенствование технологических режимов процессов путем:

замены сильно токсичных веществ менее токсичными либо безвредными веществами;

снижения концентрации токсичных компонентов в растворе;

снижения температуры растворов;

введения специальных присадок, создающих на поверхности растворов слой пены, препятствующий поступлению вредных паров и аэрозолей в воздух помещения;

укрытия зеркала испарения раствора пластмассовыми поплавками (шариками, линзами и др.) [14, 15].

В качестве примера обеспечения нормальных условий в помещении может служить работа, выполненная совместно специалистами по вентиляции и технологией в одном гальваническом цехе.

Основными источниками выделения вредных веществ в цехе были ванны цинкистого цинкования, электролитического обезжиривания, хромирования, травления и некоторые другие.

Несмотря на наличие мощной вытяжной вентиляции, санитарно-гигиеническое состояние воздушной среды в помещении было неудовлетворительным. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны превышало ПДК в 2–4 раза.

Местные отсосы были выполнены в виде обычных борт-

вых отсосов (с вертикальной щелью всасывания) от ванн.

Общее количество удаляемого воздуха составляло 170 тыс. м³/ч или около 80 ч⁻¹. Притоком компенсировалось менее 50% удаляемого из помещения воздуха (подавалось около 80 тыс. м³/ч).

Чтобы снизить концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны до ПДК, потребовалось бы увеличить вдвое количество воздуха, удаляемого местными отсосами, т.е. удалять 340 тыс. м³/ч, и столько же воздуха подавать в помещение (увеличить более чем в 4 раза количество подаваемого воздуха). Кратность воздухообмена составила бы 160 ч⁻¹. Средствами вентиляции такую задачу в данном цехе решить технически не представлялось возможным. Поэтому совместно с технологами был осуществлен следующий комплекс мероприятий:

взамен цианистого электролита для цинкования деталей в колокольных ваннах внедрили безвредный аммиакатный электролит; данный процесс не требует устройства местной вентиляции, что позволило сократить количество удаляемого воздуха на 36 тыс. м³/ч;

в технологической линии цинкования деталей в стационарных ваннах взамен процессов щелочного электролитического обезжиривания и травления в смеси серной и соляной кислот внедрили процесс совместного обезжиривания и травления, что позволило уменьшить количество удаляемого воздуха на 41 тыс. м³/ч;

на участке обработки алюминиевых деталей в ваннах щелочного травления и сернокислого анодирования путем введения добавок сульфанола и эмульгатора ОП-7 создали пеноизолитный слой, что позволило сократить вытяжку еще на 3,5 тыс. м³/ч;

укрыли поплавками из полиэтилена поверхности растворов ванн хромирования, оставшихся ванн цианистого цинкования и др., что позволило уменьшить количество удаляемого воздуха еще на 5 тыс. м³/ч;

увеличили эффективность местных отсосов и отрегулировали расходы воздуха, удаляемого через каждый местный отсос;

обеспечили подачу приточного воздуха по балансу с вытяжкой и достигли нормируемых параметров воздуха рабочей зоны, что одновременно создало нормальные условия для работы бортовых отсосов.

Выполнение указанных мероприятий позволило достичь ПДК

вредных веществ в воздухе рабочей зоны без увеличения воздухообмена (при тех же 170 тыс. м³/ч) – без дополнительных капиталовложений и затрат электро- и тепловой энергии, что дало предприятию экономию около 20 тыс. руб. в год.

Следует также стремиться к тому, чтобы технологическое оборудование по мере возможности было оснащено укрытиями с проемами только для входа и выхода подвесок с обрабатываемыми деталями. Обязательным условием нормальной эксплуатации оборудования должно быть строгое соблюдение технологических параметров процесса (температура раствора, плотность тока и др.) с обеспечением соответствующих средств контроля и автоматического регулирования.

ОТОПЛЕНИЕ

Избытки явной теплоты в помещении незначительны (менее 20 ккал/(м³·ч). Поэтому параметры воздуха рабочей зоны в холодный и переходный периоды года, которые должна обеспечить система отопления, следует принимать по табл. 1.

В помещениях для хранения химикатов и цианистых солей температуру воздуха следует принимать 10–12°C.

В гальванических цехах, имеющих наружные стены с окнами, при расположении рабочих мест на расстоянии до 2 м от окон необходимо предусматривать установку нагревательных приборов (радиаторов) под окнами из расчета возмещения приборами потерь теплоты через окна на высоту до 4 м от пола.

Если системой радиаторного отопления может быть возмещена только часть теплопотерь, то остальную часть можно возмещать перегревом приточного воздуха.

В цехах, не имеющих наружных стен с окнами, следует устраивать воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией.

Теплоносителем для систем отопления приборами и теплоснабжения калориферов приточных установок может служить вода с температурой до 150/70 С. На предприятиях, где для производственных целей применяют пар, его можно использовать также и как теплоноситель для систем отопления и теплоснабжения воздухонагревателей.

Подающие и обратные трубопроводы, а также паро- и конденсатопроводы системы радиаторного отопления не следует

объединять с магистралью теплоснабжения воздухонагревателей приточных установок.

Если теплоноситель пар, то после каждой калориферной установки следует предусматривать самостоятельный конденсатоотводчик. В случае подъема конденсата после конденсатоотводчика следует устанавливать обратный клапан [24].

ВЕНТИЛЯЦИЯ

В гальванических цехах устраивают местную вытяжную вентиляцию. Приточный воздух подают для компенсации вытяжки.

Гальванические ванны относятся к технологическому оборудованию, которое должно быть обязательно оснащено водом-изготовителем местным отсосом, предназначенным для локализации и удаления вредных выделений. Применявшиеся до последнего времени конструкции местных отсосов имели ряд существенных недостатков. В частности, геометрические размеры секций нормализованных бортовых отсосов не были обоснованными: соотношение площади отверстий не обеспечивало условий для равномерного входа воздуха в бортовой отсос.

Несмотря на то, что отсосы со щелью в горизонтальной плоскости ("опрокинутые") более эффективны и позволяют отсасывать меньше воздуха, их применение встречает противодействие со стороны технологов-конструкторов гальванического оборудования. Это вызвано ошибочным представлением о том, что опрокинутые бортовые отсосы как бы уменьшают полезные внутренние размеры гальванических ванн. В действительности же внутренние размеры определяются расстоянием между токоподводящими штангами у бортов ванн электролитической обработки и ограничивают габариты корзин для деталей или самих деталей, обрабатываемых в технологическом ряду, где, как правило, расположены как ванны электролитической, так и химической обработки (без штанг).

До недавнего времени заводы изготавливали, как правило, ванны с вертикально расположенной щелью бортового отсоса, с нижним или боковым отводом воздуха. Равномерность расхода воздуха по длине щели не только не обеспечивалась, но и штангами перекрывалась часть ее сечения. Штанги попадали в поток загрязненного воздуха, обрастили солями раствора и теряли токопроводимость.

Эффективность работы местных отсосов, в том числе и

бортовых, зависит не от скорости всасывания, а от количества удаляемого воздуха. Это обстоятельство часто не учитывают проектировщики, однако именно оно имеет первостепенное значение при выборе величины скорости всасывания. Чем больше скорость во входном сечении, тем больше потери на вход воздуха в отсос, тем больше срыв воздушного потока у кромок входного отверстия и связанный с этим вынос токсических веществ из зоны действия бортового отсоса и распространение их по помещению. Как показали исследования, наиболее целесообразная ширина щели 50 мм.

Неудачное расположение регулирующего клапана (шибера) в присоединительном патрубке отсоса затрудняло его эксплуатацию и приводило к забиванию отсоса солями растворов.

В связи с тем, что отсос крепили на фланце к патрубку воздуховода, его положение относительно борта ванны не было строго фиксированным.

Все эти недостатки существенно снижали эффективность работы бортовых отсосов. Приходилось назначать для них повышенные расходы вентиляционного воздуха, что, в свою очередь, приводило к неоправданно большим кратностям воздухообмена в помещении (более двадцати) и, как следствие, к большой скорости движения воздуха в зоне работы местных отсосов.

На основании выполненных в последнее время разработок [10, 15] предложены новые, усовершенствованные конструкции местных отсосов как элементов современного гальванического оборудования. Эти разработки могут быть также использованы для модернизации существующего гальванического оборудования при реконструкции действующих цехов.

В результате лабораторных и натурных исследований в целях наибольшей унификации выбраны четыре типа местных отсосов от гальванических ванн (рис. 5): однобортовой отсос, двубортовой отсос, активированный однобортовой отсос и активированный двубортовой отсос.

Стационарные ванны, а также ванны механизированных и автооператорных линий при ширине ванны $B > 0,6$ м следует оснащать либо двубортовыми, либо активированными отсосами.

Выбор варианта исполнения отсоса определяется местными условиями гальванического цеха и технико-экономическими расчетами.

Ванны кареточных автоматических линий при ширине $B > 0,6$ м, не имеющие специальных укрытий, следует оснащать только активированными отсосами. Все ванны шириной $B < 0,6$ м могут быть изготовлены с однобортовыми отсосами.

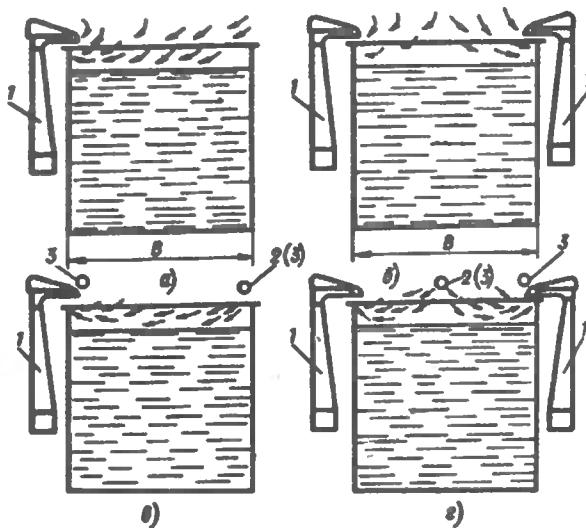


Рис. 5. Местный отсос от гальванической ванны:

а – однобортовой отсос; б – двубортовой отсос; в – активированный однобортовой отсос; г – активированный двубортовой отсос;

1 – секция бортового отсоса; 2 – передувная труба или токоподводящая штанга; 3 – токоподводящая штанга

В качестве основного элемента местного отсоса принята конструкция секции отсоса с щелью в горизонтальной плоскости. Как видно из рис. 5, щель опрокинутого отсоса расположена на борту ванны и перекрывает только ту часть ее площади, которая находится между бортом и токоподводящей штангой, т.е. не занимает полезную (рабочую) ширину ванны. Штангу 3 располагают над кромкой отсоса, обеспечивая свободное подтекание воздуха к отсосу. Это же расстояние сохраняется при таком размещении щели отсоса и

в ваннах химических процессов, так как установленные в единый ряд с электролитическими ваннами они имеют одинаковую с ними ширину.

Предлагавшиеся ранее конструкции активированных отсосов, несмотря на их высокую эффективность, не нашли широкого применения. Это объясняется тем, что наличие над поверхностью раствора токоподводящих штанг, выступающих частей анодов и т.п. создавало препятствия для свободного перетекания приточной струи воздуха, обеспечивающей "передувку".

В новой конструкции активированного отсоса эти недостатки устранены (см. рис. 5).

Активированный однобортовой отсос (рис. 5, в) состоит из секции одностороннего (двустороннего) отсоса 1, расположенного на одном борту ванны, и трубы 2 для подачи воздуха, установленной на противоположном борту.

Активированный двубортовой отсос (рис. 5, г) состоит из двух секций односторонних (двусторонних) отсосов 1, расположенных вдоль двух длинных бортов ванны, и трубы 2, расположенной по продольной оси ванны.

Для ванн химических процессов трубу 2 следует изготовить из полиэтилена либо из углеродистой стали. В электролитических ваннах роль трубы для подачи воздуха выполняет полая токоподводящая штанга из меди или латуни.

Воздух в трубу (полую штангу) поступает либо от специальной вентиляционной установки, либо от сети сжатого воздуха. Выпуск передувной струи осуществляют под углом 30–35° к плоскости зеркала испарения раствора в одну (рис. 5, в) или две (рис. 5, г) стороны.

Настилаясь на горизонтальную поверхность раствора, приточная струя свободно перетекает к борту ванны и достигает зоны действия всасывающего факела бортового отсоса.

В зависимости от условий компоновки ванн секции бортового отсоса выполняют двух видов (рис. 6): односторонние и двусторонние.

Отсос состоит из корпуса 1, съемной крышки 2, козырька 3 и клапана 4. Наличие съемной крышки, а также выбранное месторасположение и конструкция клапана позволяют легко осуществлять чистку отсоса и регулирование количества воздуха. Фиксация клапана после регулировки отсоса не нарушается при снятии крышки и чистке отсоса и самого клапана.

Кроме того, отличительная особенность новой конструкции

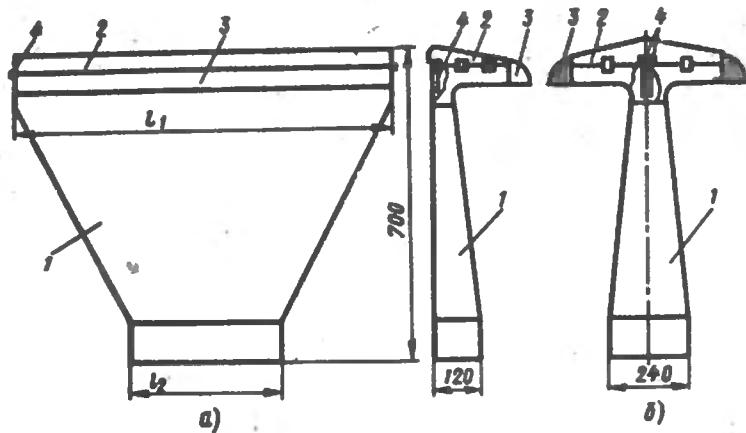


Рис. 6. Секция бортового отсоса:
а – односторонний отсос; б – двусторонний
отсос

отсоса – способ его крепления. Базой для установки отсоса служит борт ванны, к которому он крепится двумя–тремя болтами.

С патрубком воздуховода отсос имеет свободное телескопическое соединение. Варианты соединений секций отсосов с воздуховодом показаны на рис. 7.

По варианту I на патрубок 1 вытяжного воздуховода или коллектора приваривают рамку 2. В образовавшийся карман вставляют присоединительный патрубок 3 секции отсоса. В качестве уплотнения 4 может быть использована нетвердеющая паста УН-01, герметик ТЭП-1 или любая другая густая смазка.

В тех редких случаях, когда по условиям монтажа требуется удлинить патрубок 3 секции отсоса, соединение осуществляют по варианту II, т.е. с установкой промежуточного патрубка 5.

Рекомендуемый размер секций бортовых отсосов по длине щели приведен ниже.

Длина щели

бортового

отсоса L_1 , мм ... 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200

Длина при-

соединительного

патрубка L_2 , мм... 240 240 240 320 320 400 400 500 500

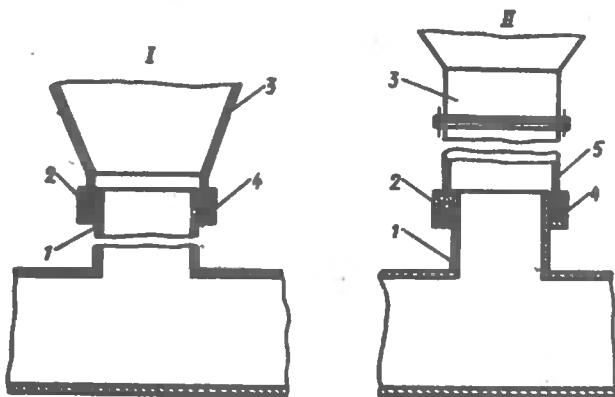


Рис. 7. Соединение секций отсосов с воздуховодом:

- 1 - патрубок вытяжного воздухо-вода;
- 2 - рамка уплотнения;
- 3 - патрубок секции отсоса;
- 4 - уплотнение;
- 5 - промежуточный патрубок

На ванны длиной более 1200 мм устанавливают несколько секций.

При необходимости размещения между секциями токоподводящих шин, труб и других частей соседние секции могут быть установлены на расстоянии не более 150 мм друг от друга. При этом установка крайних секций у углов ванны обязательна.

Материал для изготовления секций отсосов: углеродистая сталь – для ванн с неагрессивными растворами (щелочными, цианистыми и т.п.) или полипропилен – для ванн с растворами агрессивных кислот и солей.

Основной фактор, определяющий эффективную работу местного отсоса, – количество удаляемого им воздуха, достаточное для улавливания выделяющихся вредных веществ. Причем количество этого воздуха должно быть таково, чтобы прорвавшаяся в помещение часть вредных веществ не превышала величины, создающей завышенные против установленных норм концентрации в зоне дыхания работающего.

Количество воздуха, необходимое для эффективной работы местных отсосов, зависит от многих факторов. К ним относятся:

размер ванны (ширина, длина и соотношение между ними); расстояние от уровня раствора до борта ванны; температура раствора; наличие барботажа; скорость движения воздуха в помещении; количество вредного вещества, выделяющегося в единицу времени (так называемое "валовое" количество вещества), и его токсичность.

Количество воздуха, удаляемого местными отсосами, с учетом указанных факторов принимается в соответствии с действующим Руководством по проектированию, разработанным ГПИ Проектпромвентиляция по заданию Госстроя СССР

[15].

Приточный воздух следует подавать в верхнюю зону рассеянно, исключая создание горизонтальных потоков со скоростью более 0,3 м/с на уровне расположения местных отсосов. В качестве приточных устройств могут быть использованы перфорированные воздуховоды и пристенный эжекционный панельный воздухораспределитель ВПЭП [3]. Если большая кратность воздухообмена в помещении не позволяет использовать воздуховоды или ВПЭП, воздухораспределение осуществляют через перфорированный потолок.

Расчетные параметры воздуха, подаваемого приточной установкой, следует выбирать из условий обеспечения нормируемых параметров воздуха в рабочей зоне (см. табл. 1 и 4). Расход теплоты на подогрев приточного воздуха в холодный и переходный периоды года определяют по формулам (15) и (17).

Очистка вентиляционных выбросов в гальваническом цехе еще не нашла должного распространения. Для улавливания паров и аэрозоля цианистых соединений рекомендуется применять пенные аппараты. Эффективность очистки с их помощью составляет 85–90%. Для улавливания аэрозоля хромового ангидрида предложен способ механической очистки с использованием в качестве фильтрующего материала войлока из полипропиленовых волокон. Эффективность очистки достигает 98%.

Для предотвращения оседания аэрозоля вредных веществ на стенах вытяжных воздуховодов фильтрующие устройства следует располагать как можно ближе к воздухоприемной щели.

Исходными данными для выбора очистных устройств служат расчетное количество очищаемого вентиляционного воздуха и весовое количество содержащихся в нем вредных веществ, выделившихся при работе данной гальванической

ванны в определенном технологическом режиме и уловленных местным отсосом [15, 16].

Повышению эффективности очистки и снижению связанных с ней эксплуатационных затрат способствует децентрализация вытяжной вентиляции, т.е. объединение в одну вытяжную установку наименьшего количества ванн, выделяющих разнородные по своему характеру вредные вещества. Это же в свою очередь увеличивает надежность вентиляции цеха в случае выхода из строя одной из вытяжных установок.

ЗАРЯДНЫЕ АККУМУЛЯТОРНЫЕ СТАНЦИИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Многие предприятия используют в качестве межцехового и внутрицехового транспорта электрокары. В этих случаях в состав вспомогательных служб входят аккумуляторные зарядные станции.

При зарядке свинцовых аккумуляторов в воздух помещения выделяются аэрозоли серной кислоты, а при зарядке железоникелевых (щелочных) аккумуляторов – аэрозоли щелочи. Процесс зарядки сопровождается незначительными выделениями водорода: на 1 А·ч общей номинальной емкости одновременно заряжаемых аккумуляторных батарей при зарядке свинцовых аккумуляторов выделяется 8,6 мл/ч, а при зарядке железоникелевых аккумуляторов 30,7 мл/ч.

Общую емкость одновременно заряжаемых батарей различного типа (А·ч) определяют как сумму общих емкостей батарей каждого типа в отдельности [17] по формуле

$$Q_{общ} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_i . \quad (22)$$

Общую емкость (А·ч) батарей каждого типа находят: для зарядных станций автобатарей и депо электрокаров по формуле

$$Q_{i-m} = \frac{q Z m t n}{T} , \quad (23)$$

где q – номинальная емкость одной батареи данного типа, А·ч; $Z = 1,1$ – коэффициент неравномерности поступления батарей на зарядку; m – количество заряжаемых батарей данного типа, шт.; t – время зарядки батарей данного типа, ч; n – число зарядок батарей в сутки, шт.; T –

продолжительность работы зарядной станции в сутки, ч;
для цехов напольного электрифицированного транспорта и
зарядных станций, работающих по поточному методу, по фор-
муле

$$t_{1-n} = \frac{24 Z_1 m}{Z_2 \zeta n}, \quad (24)$$

где 24 – число часов в сутки; Z_1 – коэффициент
нестабильности, $Z_1 = 0,85$; Z_2 – коэффициент для учета
машин, находящихся в ремонте, $Z_2 = 1,1$; ζ – смен-
числа
работы батареи между двумя зарядками, ч : – время

$$\zeta = 24 - nt. \quad (25)$$

Помещения, где происходит зарядка аккумуляторов, по
высоте условно делят на две зоны: верхнюю – на высоте
более 2/3 от общей высоты помещения (но не выше подкрано-
вых путей, если таковые имеются), которую относят к
взрывоопасным класса В-16, и нижнюю, которую считают
невзрывоопасной.

В технологическом задании на проектирование технологии
должны указывать категорию взрывопожароопасности каждого
помещения станции.

Работы, выполняемые в зарядных станциях, относятся к
категории работ средней тяжести (затрата энергии более
150 и до 250 ккал/ч).

ОТОПЛЕНИЕ

В помещении зарядных станций следует устраивать центральное водяное отопление с нагревательными приборами – радиаторами типа М-140АО или воздушное отопление, совмещенное с вентиляцией.

Система отопления должна обеспечивать в холодный и переходный периоды в рабочей зоне параметры воздуха, соответствующие нормируемым для помещений с незначительными избытками явной теплоты (менее 20 ккал/(м³ ч) при работе средней тяжести (см. табл. 1).

Теплоносителем для системы отопления и теплоснабжения калориферов приточных установок следует принимать воду с температурой 150/70° С. При проектировании и устройстве отопления следует выполнять требования, изложенные в СНиП II-33-75 [19].

У наружных ворот зарядных станций следует устраивать

ВЕНТИЛЯЦИЯ

В помещениях станций для зарядки аккумуляторов устраивают общеобменную самостоятельную вентиляцию.

Объединение систем вентиляции кислотных и щелочных станций не допускается.

Расчетный воздухообмен определяют из условия растворения приточным воздухом аэрозолей кислоты (кислотные станции) и аэрозолей щелочи (щелочные станции) [4]. В том и другом случае полученное расчетом количество приточного воздуха следует проверять в теплый период года на способность ассимилировать избытки теплоты [4].

При расчете воздухообмена следует принимать экспериментальные коэффициенты $m_t = m_c = 1$; $K_t = 1$; $K_c = 0,9$.

Неравномерность выделений вредных веществ по времени при расчете воздухообмена учитывают введением коэффициента запаса $K = 1,2$.

Расчет количества приточного воздуха ведется по удельным значениям количеств вредных веществ и теплоты, выделяющихся при зарядке аккумуляторов, на 1 А·ч общей номинальной емкости одновременно заряжающихся батарей. Эти исходные данные приведены в приложении 1, а технические характеристики применяемых в промышленности аккумуляторов – в приложении 2 Рекомендаций [17].

Расход теплоты на подогрев приточного воздуха в холодный и переходный периоды года определяют по формулам (15) и (17).

Приточный воздух следует подавать в рабочую зону помещения, обеспечивая при этом нормируемые параметры воздуха для категории работ средней тяжести, приведенные для холодного и переходного периода года в табл. 1, а для теплого – в табл. 4.

Удалять воздух следует из верхней зоны естественным путем или механической вентиляционной установкой с минимальным количеством воздухоприемных устройств.

Учитывая категории взрыво-пожароопасности помещения, следует для вытяжных установок использовать вентиляторы искрозащищенного исполнения, а электродвигатели – во взрывобезопасном исполнении в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок (ПУЭ).

Вентиляционные установки нескольких зарядных станций

не следует объединять между собой и с вентиляционным оборудованием других производств.

Не допускается размещать вентиляторы приточных и вытяжных установок в одном помещении (в одной вентиляционной камере).

Если станция обслуживается одной вытяжной установкой, местной или общеобменной, должен быть предусмотрен резервный вентиляционный агрегат, автоматически включающийся при остановке рабочего агрегата.

Надежность вентиляции повышается при блокировке электродвигателей вентиляционных установок с пусковыми устройствами зарядных агрегатов, а также при автоматизации управления и контроля работы вентиляционного оборудования.

При проектировании пусковых устройств зарядных агрегатов необходимо предусматривать предварительноеключение приточной и вытяжной вентиляционных установок.

Системы автоблокировки должны быть оборудованы реле потока воздуха РПВ, устанавливаемыми в приточном воздушоводе.

Сигнализация (звуковая или световая) должна своевременно извещать обслуживающий персонал о выключении приточной или вытяжной вентиляционных установок. Если блокировка не обеспечила выключение зарядного агрегата, то его следует немедленно выключить вручную.

Поскольку зарядные аккумуляторы относятся к взрывоопасным производствам, необходима особенно тщательная организация эксплуатационной службы, своевременной профилактики и ремонта вентиляционного оборудования.

Пример. В зарядной станции заряжаются одновременно восемь батарей, составленных из аккумуляторов типа С-3 напряжением 20 В и двадцать батарей типа ЗСТ-60. Наружная стена станции ориентирована на север. Концентрация вредных веществ в приточном воздухе $K = 0$. Определить расчетный воздухообмен.

Пользуясь формулой (23) и приложением 2 работы [17], находим общую емкость батарей каждого типа:

$$q_1 = \frac{1.1 \cdot 8 \cdot 30 \cdot 0.8 (10 \cdot 108)}{24} = 9504 \text{ А·ч;} = 2400 \text{ А·ч}$$

$$q_2 = \frac{1.1 \cdot 20 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 60}{24} = 1320 \text{ А·ч.}$$

Общую емкость одновременно заряжаемых батарей определим по формуле (22)

$$q_1 + q_2 = 9504 + 1320 = 10824 \text{ А·ч.}$$

Пользуясь приложением 1 работы [17], определяем количество аэрозоля серной кислоты, выделяемое аккумуляторами при их зарядке,

$$C = 1 \cdot 10824 = 10824 \text{ мг/ч.}$$

и количество выделяемой теплоты

$$Q = 1,6 \cdot 10824 = 17320 \text{ ккал/ч.}$$

Теплопоступление от солнечной радиации в теплый период года для данного размещения станции не учитываем. Поэтому $Q_{шб} = Q$.

Расход воздуха, необходимый для разбавления концентрации аэрозоля серной кислоты до ПДК,

$$L_1 = 1,2 \frac{C \cdot m_c}{(\text{ПДК} - K) K_c} = 1,2 \frac{10824 \cdot 1}{1 \cdot 0,9} = 14500 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Расход воздуха, определяемый из расчета ассимиляции теплоизбыток в теплый период года,

$$L_2 = \frac{Q_{шб} m_c}{0,29 (t_{P3} - t_n) K_c} = \frac{17320 \cdot 1}{0,29 \cdot 3 \cdot 1} = 20000 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

За расчетный воздухообмен принимаем

$$L_{\text{расч}} = L_2 = 20000 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие виды сварочных работ Вам известны? Назовите производственные вредные вещества, выделяющиеся при выполнении сварочных работ.

2. Какие способы и схемы вентиляции сварочных цехов Вы знаете?

3. Как рассчитать количество воздуха, которое нужно по-дать в сварочный цех, где расходуется 6 кг электродов УОНИ 13/85 в смену?

4. Как подобрать конструкцию местного отсоса для постоянного поста сварки размером 1000x600 мм?

5. Как определить расчетную температуру наружного воздуха для проектирования вентиляции в сварочном цехе, находящемся в г. Курске?

6. Какие способы окраски Вам известны?
7. Какие требования предъявляются к организации технологического процесса для обеспечения санитарно-гигиенических и взрывопожаробезопасных условий в цехе?
8. К какой категории производств относится окрасочный цех?
9. Какие скорости входа воздуха в проемы окрасочных камер могут быть приняты за расчетные?
10. Какая разница в вентилировании тупиковой и проходной окрасочных камер?
11. Чем отличаются друг от друга способы вентилирования камер с боковым и нижним отсосами?
12. Как определить количество удаляемого воздуха от напольной решетки размерами 3 x 4 м, если окраска производится пневматическим способом с использованием краскораспылителя ЗИЛ, а в состав краски входят ароматические углеводороды?
13. Можно ли разместить в одном машинном зале вытяжные и приточные установки, обслуживающие окрасочный цех?
14. В цехе расположены три напольные решетки. Сколько нужно установить гидрофильтров и вытяжных вентиляторов?
15. Какие Вы знаете основные производственные вредные вещества, выделяющиеся гальваническими ваннами? Какие физико-химические процессы обусловливают эти выделения?
16. К какой категории пожароопасности следует относить гальванические цехи? Почему?
17. Какие технологические мероприятия способствуют снижению выделения производственных вредных веществ в гальванических цехах?
18. Какое отопление следует устраивать в гальванических цехах и из какого расчета?
19. Какие недостатки присущи используемым конструкциям местных отсосов?
20. В чем состоит преимущество новых конструкций местных отсосов от гальванических ванн?
21. Как осуществляют подачу приточного воздуха в гальванические цехи?
22. Какие способы очистки и устройства для улавливания вредных выделений от гальванических ванн Вам известны? Какова их эффективность?
23. К какой категории производств относятся станции для зарядки аккумуляторов?

24. Какие зарядные станции Вы знаете? Какие вредные вещества выделяются при зарядке аккумуляторов?

25. Как следует вентилировать зарядные станции?

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ
И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МАТЕРИАЛА БРОШЮРЫ
НА ПРОИЗВОДСТВЕ**

1. Ознакомьтесь со СНиП II-М. 2-72 и выясните у технологов Вашего предприятия, к каким категориям производств относятся цехи, рассматриваемые в данной брошюре.

2. Приобретите ведомость комплектации вентиляционного оборудования за 1977 год и сопоставьте характеристики вытяжного вентиляционного оборудования, обслуживающего окрасочные цехи Вашего предприятия, с указанными в ведомости.

3. Ознакомьтесь с Указаниями по проектированию камер для окраски распылением и Правилами и нормами техники безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии для окрасочных цехов и оцените в окрасочных цехах Вашего предприятия следующее:

а) соответствие организации работ Правилам (положение маляра относительно потоков загрязненного воздуха, давление в красконагнетательном бачке, наличие аналитического паспорта краски и др.);

б) достаточность расходов вентиляционного воздуха и расчетных скоростей;

в) наличие блокировки технологического и вентиляционного оборудования, автоматического управления, контроля и сигнализации;

г) соблюдение предписываемого эксплуатационного режима.

4. Прежде чем приступить к новому проектированию или реконструкции действующей вентиляции гальванического цеха, совместно с технологами выявите все возможные изменения технологических параметров процессов с целью максимального уменьшения поступления вредных выделений в воздух рабочей зоны производственных помещений [14].

Определите перечень установленного в гальваническом цехе оборудования, которое при соответствующей модернизации может быть оснащено новыми, более эффективными конструкциями местных отсосов [10].

Определите количество вредных выделений, содержащихся

в вентиляционных выбросах от гальванических ванн, и дайте соответствующее обоснование необходимости использования очистных устройств или возможности осуществления выбросов без предварительной очистки.

5. Ознакомьтесь с ГОСТами на аккумуляторы и выявите, к каким из них относятся имеющиеся на Вашем предприятии аккумуляторы.

Определите, пользуясь Рекомендациями [17], расчетный воздухообмен и сравните с фактическим. Оцените правильность схемы вентиляции зарядной станции на заводе, где Вы работаете.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батурина В.В., Кучерук В.В. Вентиляция машиностроительных заводов. Машгиз, 1954. 444 с.
2. Воздухораспределители для сосредоточенной подачи воздуха ВЭС. Указания по выбору и расчету. Типовая серия 1.494-17, вып. Ф, Госстрой СССР, ЦИТП, Тбилиси, 1974. 17 с.
3. Воздухораспределители пристенные эжекционные панельные ВПЭП. Указания по выбору и расчету. Типовая серия 1.494-18, вып. О, Госстрой СССР, ЦИТП, Тбилиси, 1976. 19 с.
4. Инструкция по выбору и расчету систем воздухораспределения, серия АЗ-669.2. М., Госстрой СССР, Сантехпроект, 1975. 67 с.
5. Кузьмина Л.В., Середниева И.С. К расчету воздушного отопления осесимметричными горизонтальными струями. Научные работы институтов охраны труда ВЦСПС, вып. 87. М., Профиздат, 1974, с. 6-12.
6. Максимов Г.А. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция. М., "Высшая школа", 1968. 463 с.
7. Местная вытяжная вентиляция при электросварке и газовой резке. Рабочие чертежи. ВНИИОТ ВЦСПС, Л., 1971. 117 с.
8. Местные отсосы и укрытия к технологическому оборудованию сварочных цехов. Типовая серия ОВ-02-151, вып. 1. М., Госстрой СССР, ЦИТП, 1965. 24 с.
9. Местные отсосы при ручной электросварке. Типовая серия 4.904-37, вып. 1. М., Госстрой СССР, ЦИТП, 1967. 134 с.

10. Местные отсосы к оборудованию пеков гальванопокрытий. Рабочие чертежи опытных образцов. Шифр 9086. М., Проектпромвентиляция, 1974. 15 с.
11. Правила и нормы техники безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии для окрасочных цехов. М., ВЦНИИОТ ВЦСПС, 1974. 73 с.
12. Рысин С.А. Вентиляционные установки машиностроительных заводов. М., Машгиз, 1964, с. 199-200.
13. Рекомендации по проектированию отопления и вентиляции заготовительных и сборочно-сварочных цехов. Серия АЗ-499и. М., Госстрой СССР, Сантехпроект, 1972. 27 с.
14. Рекомендации по оздоровлению условий труда средствами прогрессивной технологии. Шифр 8-64. М., ЦБТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1966. 39 с.
15. Руководство по проектированию отопления и вентиляции предприятий машиностроительной промышленности. Гальванические и травильные цехи. Шифр 9328. М., Проектпромвентиляция, 1977. 22 с.
16. Рекомендации по расчету вентиляционных выбросов от ванн хромирования и цианистых ванн гальванических цехов. Шифр Н-8010/1. М., Проектпромвентиляция, 1971. 7 с.
17. Рекомендации по проектированию отопления и вентиляции предприятий машиностроительной промышленности. Аккумуляторные зарядные станции. 2-я редакция, испр. и доп. Шифр Н-8007. М., Проектпромвентиляция, 1973. 12 с.
18. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СН 245-71. М., Стройиздат, 1972. 87 с.
19. Строительные нормы и правила. Часть II, глава 33. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, нормы проектирования. СНиП II-33-75, М., Стройиздат; 1976. 109 с.
20. Строительные нормы и правила. Часть II, раздел М, глава 2. Производственные здания промышленных предприятий, нормы проектирования. СНиП II-M.2-72. М., Стройиздат, 1972. 19 с.
21. Строительные нормы и правила. Часть II, раздел А, глава 7. Строительная теплотехника, нормы проектирования. СНиП II-A.7-71. М., Стройиздат, 1973. 32 с.
22. Строительные нормы и правила. Часть II, раздел А, глава 6. Строительная климатология и геофизика. СНиП II-A.6.72. М., Стройиздат, 1973. 319 с.; Дополнения к главе СНиП II-A.6-72, М., Стройиздат, 1974. 10 с.
23. Справочник сантехника. М., Стройиздат, 1948. 33 с.

24. Справочник проектировщика. Часть I. Отопление, водопровод и канализация. М., Стройиздат, 1975, с. 114-115.
25. Справочник проектировщика. Часть II. Вентиляция и кондиционирование воздуха. М., Стройиздат, 1969, с. 36-46.
26. Санитарные правила при сварке и резке металлов. М., Минздрав СССР, 1973, 27 с.
27. Указания по проектированию камер для окраски пневматическим распылением (с унифицированными элементами вентиляционных устройств). М., ВЦНИИОТ ВЦСПС, 1970, 11 с.
28. Фиалковская Т.А., Шифман Г.М., Оздоровление условий труда при пульверизационной окраске в машиностроении. М., Профиздат, 1954, 134 с.
29. Ямпольский А.М., Ильин В.А. Краткий справочник гальванотехника. М.-Л., Машгиз, 1962, с. 31-41.

СОДЕРЖАНИЕ

СВАРОЧНЫЕ ЦЕХИ	3
Технологические данные	3
Отопление	4
Вентиляция	13
ОКРАСОЧНЫЕ ЦЕХИ	24
Технологические данные	24
Отопление	25
Вентиляция	26
ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЦЕХИ	43
Технологические данные	43
Отопление	48
Вентиляция	49
ЗАРЯДНЫЕ АККУМУЛЯТОРНЫЕ СТАНЦИИ	56
Технологические данные	56
Отопление	57
Вентиляция	58
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	60
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МАТЕРИАЛА БРОШЮРЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕ	62
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	63

Анна Ароновна КАРПАС, Юрий Маркович МЕЙЛИХОВ,
Феликс Борисович РЕЗНИК.

ВЕНТИЛЯЦИЯ И ОТОПЛЕНИЕ СВАРОЧНЫХ,
ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ, ОКРАСОЧНЫХ ЦЕХОВ
И ЗАРЯДНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ СТАНЦИЙ

Редактор Н. С. Степанченко

Технический редактор Р. Я. Лаврентьева

Корректор Г. С. Масолова

Подписано к печати 15. 6. 77 г. Т - 09255

Формат 60x90 1/16 Бумага офсетная № 2

Уч.-изд. л. 3,7 Усл. печ. л. 4,25

Тираж 2500 экз. Заказ 3764 Бесплатно

Издательство "Машиностроение", 107885,
Москва Б-78, 1-й Басманный пер., 3.

Московская типография № 9 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров
СССР по делам издательств, полиграфии и книж-
ной торговли.

Москва, Волочаевская ул., д. 40.

Бесплатно



• МАШИНОСТРОЕНИЕ •