

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» (СПбГУТ)

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ»
Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование
Разработчик: профессор, д.т.н. Греков К.Б.

Санкт-Петербург
2016

РАБОТА №1. Расчет выбросов загрязняющих веществ автотранспортными цехами и предприятиями

Выбросы автомобильного транспорта.

В основу методики расчета выбросов вредных веществ автомобильным транспортом заложен средний удельный выброс по автомобилям отдельных групп (грузовые, автобусы, легковые). При этом выброс вредных веществ корректируется в зависимости от технического состояния автомобилей, их среднего возраста, влияния природно-климатических условий. В данной методике коэффициент влияния природно-климатических условий принимается равным 1 и в дальнейшем подлежит уточнению.

Масса выброшенного за расчетный период j -го вредного вещества (M_j) при наличии в группе автомобилей с различными типами ДВС определяется по формуле :

$$M_j = \sum_i \sum_k m_{ijk} L_{ik} \prod^n R_{jik} \quad (1.1)$$

где i - количество групп автомобилей; m_{ijk} - удельный выброс j -го вредного вещества автомобилями i -й группы с двигателем k -го типа на расчетный период, г/км; L_{ik} - пробег автомобилей i -й группы с двигателем k -го типа за расчетный период, млн.км.;

$$\prod^n R_{jik}$$

- произведение коэффициентов влияния факторов на выброс j -го вредного вещества автомобилями i -й группы с двигателем k -го типа в рассматриваемом регионе

Расчет данных ведется на основе статистической отчетности о наличии и работе автотранспорта

1.2. Стоянка автомобилей.

В расчете рассматривается пять загрязняющих веществ: оксид углерода (CO), углеводороды (CH), оксиды азота (в пересчете на диоксид азота (NO₂)), сажа (C) и соединения свинца (Pb). Для автомобилей с карбюраторными двигателями рассчитывается выброс CO, CH, NO₂, Pb, для автомобилей с дизельными двигателями - CO, CH, NO₂, и C.

Выброс i -го вещества (G) одним автомобилем k -ой группы в день при выезде с территории АТП M'_{ik} и возврате M''_{ik} .

$$M_{ik}^1 = m_{npik} \cdot t_p + m_{L_{ik}} \cdot L_1 + m_{xx_{ik}} \cdot t_{xx_1}, \quad (1.2)$$

$$M_{ik}^2 = m_{L_{ik}} \cdot L_2 + m_{xx_{ik}} \cdot t_{xx_2}, \quad (1.3)$$

где m_{npik} - удельный выброс i -го вещества при прогреве двигателя автомобиля k -ой группы, г/мин; $m_{L_{ik}}$ - пробеговый выброс i -го вещества при движении по территории автомобиля с относительно постоянной скоростью, г/км; $m_{xx_{ik}}$ - удельный выброс i -го компонента при работе двигателя на холостом ходу, г/мин; t_{pr} - время прогрева двигателя, мин; L_1, L_2 - пробег по территории АТП одного автомобиля в день при выезде (возврате), км; t_{xx_1}, t_{xx_2} - время работы двигателя на холостом ходу при выезде (возврате) на территорию АТП, мин;

Массовый выброс продуктов неполного сгорания при прогреве двигателя в данном случае величина непостоянная, по мере прогрева двигателя выбросы CO, CH, и C уменьшаются. m_{npik} должен отражать интегральную оценку выброса за время t_{pr} . Выбросы NO₂ на этом режиме незначительны.

Скорость движения автомобилей по территории АТП составляет 10-20 км/ч, нагрузка практически отсутствует, поэтому основную часть выброса также составляют продукты неполного сгорания (CO, CH, C).

Значения m_{npik} , $m_{L_{ik}}$ и $m_{xx_{ik}}$ для различных групп автомобилей приведены в табл. 1.1.

Пробег автомобиля K -ой группы по территории АТП в день определяется путем замера пути (L_1), проходимого автомобилем от центра площадки, выделенной для стоянки данной группы автомобилей, до выездных ворот (при выезде) и от въездных ворот до центра стоянки (L_2) при въезде.

Таблица 1.1

Удельные выбросы загрязняющих веществ легковыми автомобилями при хранении на закрытых стоянках.

Вид выброса	Обозначение выбросов	Загрязняющее вещество			
		SO ₂	CO	CO	NO ₂
Удельный выброс при прогреве ДВС, г/мин.	m_{npik}				

ходу, г/мин	m_{xxjk}	0,012	0,012	4,5	4,5	0,4	0,4	0,05	0,05
Пробеговый выброс при движении со скоростью 10-20 км/ч, г/км	m_{Ljk}	0,070	0,090	17	21,3	1,7	2,5	0,4	0,3

Примечание: 1. Для газобаллонных автомобилей выбросы SO_2 , CO и CH должны умножаться на коэффициенты 0.9, 0.51 и 0.59, соответственно (сжатый газ).

2. В переходный период выбросы SO_2 , CO и CH должны умножаться на коэффициент 0.9 от значений холодного периода. Выбросы NO_2 равны выбросам в холодный период.

3. Для холодного периода года в числителе приведены данные для автомобилей, хранящихся на открытых площадках без средств подогрева, в знаменателе - при наличии средств подогрева.

Таблица 1.4.

Удельные выбросы загрязняющих веществ грузовыми автомобилями в процессе прогрева двигателя

Грузоподъемность, кг	Тип двигателя	Удельный выброс загрязняющего вещества, г/мин ($m_{прjk}$)									
		SO_2		CO		CH		NO_2		C	
		Периоды года									
		теп.	хол.	теп.	хол.	Теп.	Хол.	теп.	хол.	теп.	хол.
$q \leq 1000$	карбюраторный	0,012	0,015 0,013	4,5	9,1 6,2	0,4	1,0 0,65	0,05	0,1 0,05	-	-
$1000 \leq q \leq 3000$	карбюраторный	0,016	0,020 0,018	8,1	21,8 14,2	1,6	3,6 2,4	0,1	0,2 0,1	-	-
	дизель	0,035	0,043	1,5	2,36	0,2	0,5	0,45	0,65	0,01	0,08

	ный		0,039	4	1,92		0,32		0,45		0,05
3000≤q≤6000	карбюраторный	0,029	0,036 0,032	18,1	44,5 26,1	2,9	8,7 5,4	0,2	0,3 0,2	-	-
	дизельный	0,060	0,074 0,067	2,8	4,37 3,6	0,3	0,8 0,54	0,62	0,84 0,62	0,03	0,21 0,12
q≥6000	карбюраторный	0,035	0,043 0,039	23,4	57,2 33,8	3,3	9,1 6,3	0,2	0,3 0,2	-	-
	дизельный	0,100	0,123 0,110	2,9	8,18 5,3	0,4	1,1 0,7	1,0	2,0 1,0	0,04	0,35 0,18
Грузоподъемность, кг	Тип двигателя	Удельный выброс загрязняющего вещества, г/мин ($m_{пр_{ик}}$)									
		SO ₂		CO		CH		NO ₂		C	
		Периоды года									
		теп.	хол.	теп.	хол.	теп.	хол.	теп.	Хол.	теп.	хол.
Автопоезда	карбюраторный	0,029	0,036 0,032	18,1	41,5 26,1	2,9	8,7 5,4	0,2	0,3 0,2	-	-
	дизельный	0,100	0,123 0,110	2,9	8,18 5,3	0,4	1,1 0,7	1,0	2,0 1,0	0,04	0,35 0,18

Примечание: 1. Для холодного периода года в числителе приведены данные для автомобилей, хранящихся на открытых автомобильных площадках без средств подогрева, в знаменателе - при наличии средств подогрева. В переходный период значения выбросов SO₂, CO, CH и C должны умножаться на коэффициент 0.9 от значений холодного периода. Выбросы NO₂ равным выбросам в холодный период.

2. Для газобаллонных автомобилей выбросы SO_2 , CO и CH должны умножаться на коэффициенты 0.9, 0.51 и 0.59, соответственно (сжатый газ).

Таблица 1.5

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ автобусами

Класс автобуса	Тип двигателя	Пробеговой выброс загрязняющего вещества, г/км ($m_{L_{ик}}$)									
		SO_2		CO		CH		NO_2		C	
		Периоды года									
		теп.	хол.	теп.	хол.	теп.	хол.	теп.	хол.	теп.	хол.
Особо малый (РАФ; УАЗ, "Ныса")	карбюраторный	-	0,070	19,5	24,3	3,5	4,2	0,4	0,3	-	-
Малый (КАвЗ, ПАЗ)	карбюраторный	0,016	0,110	27,6	34,4	4,9	6,0	0,6	0,5	-	-
Средний (ЛАЗ)	карбюраторный	0,029	0,210	47,4	59,3	8,5	10,3	1,0	0,8		
Большой (ЛАЗ; ЛиАЗ)	карбюраторный	0,035	0,260	55,3	68,8	9,9	11,9	1,2	0,9	-	-
	(Икарус-250) дизельный	0,100	0,680	5,1	6,2	0,9	1,1	3,5	2,7	0,2	0,3
Особо большой (Икарус-280)	дизельный	0,100	0,780	7,5	9,3	1,1	1,3	4,5	3,5	0,3	0,4

Примечание: 1. Для газобаллонных автомобилей выбросы SO_2 , CO и CH должны умножаться на коэффициенты 0.9, 0.51 и 0.59, соответственно (сжатый газ).

2. В переходный период значения выбросов SO₂, CO, CH и C должны умножаться на коэффициент 0.9 от значений холодного периода. Выбросы NO₂ равны выбросам в холодный период.

Таблица 1.6

Удельные выбросы загрязняющих веществ автобусами в процессе прогрева двигателя

Класс автобуса	Тип двигателя	Удельный выброс загрязняющего вещества, г/км ($m_{пржк}$)										
		SO ₂		CO		CH		NO ₂		C		
		Периоды года										
		теп.	хол.	теп.	хол.	теп.	хол.	теп.	Хол.	теп.	хол.	
Особо малый (РАФ; УАЗ, "Ныса")	Карбюраторный	0,012	0,015 0,013	4,5	9,1 6,2	0,4	1,0 0,65	0,05	0,1 0,05	-	-	
Малый (КАвЗ, ПАЗ)	Карбюраторный	0,016	0,020 0,018	8,1	21,81 4,2	1,6	3,6 2,4	0,1	0,2 0,1	-	-	
Средний (ЛАЗ)	Карбюраторный	0,029	0,036 0,032	18,1	44,5 26,1	2,9	8,7 5,4	0,2	0,3 0,2	-	-	
Большой (ЛАЗ; ЛиАЗ)	Карбюраторный	0,035	0,043 0,039	23,4	57,2 33,8	3,3	9,1 6,3	0,2	0,3 0,2	-	-	
(Икарус-250)	дизельный	0,100	0,123 0,100	2,9	8,18 5,3	0,4	1,1 0,7	1,0	2,0 1,0	0,04	0,35 0,18	
Особо большой (Икарус-280)	дизельный	0,100	0,123 0,100	4,6	8,9 6,4	0,5	1,3 0,8	0,61	1,25 0,61	0,03	0,12 0,08	

Примечание: 1. Для холодного периода года в числителе приведены данные для автобусов, хранящихся на открытых

автомобильных площадках без средств подогрева, в знаменателе - при наличии средств подогрева. В переходный период значения выбросов SO_2 , CO, CH и C должны умножаться на коэффициент 0.9 от значений холодного периода. Выбросы NO_2 равным выбросам в холодный период.

2. Для газобаллонных автомобилей выбросы SO_2 , CO и CH должны умножаться на коэффициенты 0.9, 0.51 и 0.59, соответственно (сжатый газ).

Выброс загрязняющих веществ при движении по пандусу учитывается только при хранении автомобилей в многоэтажных гаражах. Значения M'_{ik} и M''_{ik} в этом случае увеличиваются на величину $m_{пik} \cdot l_n$, где l_n - длина пандуса, км.

Выбросы загрязняющих веществ при прогреве и работе двигателя на холостом ходу автомобилями с бензиновыми и дизельными двигателями (табл.11.4, 11.5., 11.10) соответствуют ситуации, когда на АТП не проводится работа по контролю токсичности ОГ в соответствии с ГОСТ 17.2.2.03-87 и ГОСТ 21393-75^x. При проведении контроля удельный выброс CO, CH и C снижается, поэтому значения $m_{пik}$ и m_{xxik} должны пересчитываться по формулам :

$$\begin{aligned} m'_{пik} &= m_{пik} \cdot k_i, \\ m'_{ж ik} &= m_{ж ik} \cdot k_i, \end{aligned} \quad (1.4-1.5)$$

где k_i - коэффициент, учитывающий снижение выброса CO, CH, C (табл.8).

Таблица 1.7.

Удельные выбросы загрязняющих веществ при работе двигателя на холостом ходу

Категория Автомобил я	Тип ДВС	Удельный выброс загрязняющего вещества, г/км (m_{xxik})				
		CO	SO ₂	CH	NO ₂	C
Грузовые автомобили грузоподъемно сть ю:						

до 1000 кг	карбюраторный	4,5	0,012	0,4	0,05	-
от 1000 до 3000 кг	карбюраторный	8,1	0,016	1,6	0,1	-
	дизельный	1,54	0,035	0,2	0,45	0,01
от 3000 до 6000 кг	карбюраторный	18,1	0,029	2,9	0,2	-
	дизельный	2,8	0,060	0,3	0,62	0,03
свыше 6000 кг	карбюраторный	23,4	0,035	3,3	0,2	-
	дизельный	2,9	0,100	0,3	1,0	0,04
Автопоезд	карбюраторный	18,1	0,029	2,9	0,2	-
	дизельный	2,9	0,100	0,3	1,0	0,04
Автобусы (класс автобуса): особо малый	карбюраторный	4,5	-	0,4	0,05	-
Малый	карбюраторный	8,1	0,016	1,6	0,1	-

Средний	карбюраторный	18,1	0,029	2,9	0,2	-
Большой (ЛАЗ, ЛиАЗ)	карбюраторный	23,4	0,035	3,3	0,2	-
большой (Икарус-250)	дизельный	2,9	0,100	0,4	1,0	0,04
особо большой (Икарус-280)	дизельный	4,6	0,100	0,5	0,61	0,03

Контроль токсичности отработавших газов автомобилей при выпуске (возврате) на линию на специальных контрольно-регулирующих пунктах (КРП) позволяет добиться более существенного снижения выброса CO и CH при работе двигателя на холостом ходу, чем только при ТО-2. Проверке при этом подлежит не менее 3-5% автомобилей, выпускаемых на линию ежедневно, т.е. каждый автомобиль проверяется не реже 1 раза в месяц.

Таблица 1.8

Значения коэффициентов, учитывающих снижение выброса SO₂, CO, CH и C при контроле содержания загрязняющих веществ в отработавших газах автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями

Вид контроля	Значения коэффициентов (ki)						
	SO ₂		CO		C	CH	
	бензинов- вые	дизель- ные	бензинов- вые	дизель- ные	дизель- ные	бензинов- вые	Дизель- ные
Контроль при ТО-2	0,87	0,95	0,88	0,83	0,877	0,86	0,79
Контроль при выпуске на линию	0,79	-	0,72	-	-	0,7	-

Валовый выброс i -го вещества автомобилями рассчитывается отдельно для каждого периода года по формуле :

$$M_i^j = \sum_{k=1}^p \alpha_{в} (M'_{ik} + M''_{ik}) N_k D_p 10^{-3}, \text{ кг (1.6)}$$

где $\alpha_{в}$ - коэффициент выпуска; N_k - количество автомобилей k -ой группы в хозяйстве; D_p - количество рабочих дней в расчетном периоде (холодном, теплом, переходном; j - период года (теплый - Т, холодный - Х, переходный - П).

Количество рабочих дней в расчетном периоде (D_p) зависит от режима работы АТП и длительности периодов со средней температурой ниже -5°C , от -5°C до $+5^{\circ}\text{C}$. Длительность расчетных периодов для каждого региона и среднемесячная температура принимается по Справочнику по климату СССР. Для холодного периода расчет проводится для каждого месяца.

Для определения общего валового выброса валовые выбросы одноименных веществ по периодам года суммируются:

$$M_i^o = M_i^T + M_i^X + M_i^П, \text{ кг (1.7)}$$

Максимальный разовый выброс i -го вещества определяется по формуле :

$$G_i' = \frac{\sum_{k=1}^p (m_{np_{ik}} \cdot t_{np} + m_{L_{ik}} \cdot L_1 + m_{xx_{ik}} \cdot t_{xx1}) \alpha_{в} N_k}{60 t_p}, \text{ (1.8)}$$

где t_p - время разезда автомобилей, мин.

Максимальный разовый выброс рассчитывается для месяца с наиболее низкой среднемесячной температурой.

Величина t_p практически одинакова для различных типов автомобилей, но существенно изменяется в зависимости от температуры воздуха (табл. 9). продолжительность работы двигателя на холостом ходу при выезде на линию (возврате) автомобиля (t_{xx1} , t_{xx2}) в среднем составляет 1 мин.

Таблица 1.9

Среднее время работы двигателя при прогреве [7]

Температура воздуха, °С	выше 5°С	5°С- (-5°С)	(-5°С)- (-10°С)	(-10°С)- (-15°С)	(-15°С)- (-20°С)	(-20°С)- (-25°С)	Ниже -25°С
Время прогрева, мин.	2	6	12	20	26	36	45

Примечание:

1. При хранении в помещении $t_{пр}=0.5$ мин.

2. Для маршрутных автобусов во время отстоя на открытых стоянках без средств подогрева при t наружного воздуха ниже -5°C проводится периодический прогрев двигателя. В этом случае при выезде из АТП $t_{пр}=12$ мин. Суммарное время прогрева за отстой ($t_{прдоп.}$) принимается из условий работы АТП, при этом для холодного периода формула расчета валового выброса i -го загрязняющего вещества одним автомобилем (Γ) имеет вид:

$$M'_{ik} = m_{пrik} \cdot t_{пр} + m_{L_{ik}} \cdot L_1 + m_{xx_{ik}} \cdot t_{xx_1} + m_{пrip} \cdot t_{прдоп.},$$

3. При наличии средств прогрева при температуре ниже -5°C $t_{пр}=6$ мин.

4. В неучтенных ситуациях $t_{пр}$ может изменяться по фактическим замерам.

При работе автомобильных двигателей на этилированном бензине тетраэтилсвинец разрушается, образуя токсичные соединения свинца. Это соединение выбрасывается с отработавшими газами в виде аэрозолей.

Выброс соединений свинца одним автомобилем k -ой группы при выезде с территории АТП и возврате :

$$M'_{-j} = 0,7 d_c (q_{пj} \cdot t_{пж} + q_{L_j} \cdot L_1 + q_j \cdot t_{j_1ж}), \quad (1.9)$$

$$M'_{ck} = 0,7 d_c (q_{L_k} \cdot L_2 + q_{ж_k} \cdot t_{ж_2} K_{ж}), \quad (1.10)$$

где d_c - содержание свинца в одном литре бензина (АИ-93 - 0.37 г/л, АИ-76 - 0.17 г/л); $q_{пк}$, $q_{жк}$ - расход бензина при прогреве и

работе двигателя на холостом ходу, л/мин; qL_k - расход топлива при движении автомобиля по территории АТП, л/км; K_{xx} - коэффициент, учитывающий изменение расхода топлива.

Данные о расходе бензина автомобилями в разные периоды года приведены в табл.10.

Данные по расходу бензина при прогреве и работе двигателя на холостом ходу, приведенные в табл.10., соответствуют ситуации, когда на АТП не проводится работа по контролю токсичности ОГ в соответствии с ГОСТ 17.2.2.03-87 ($K_{xx}=1$). При проведении контроля на токсичность ОГ только при ТО-2- $K_{xx}=0.87$, при организации контроля при выпуске на линию - $K_{xx}=0.79$.

Валовый выброс соединений свинца (кг) рассчитывается отдельно для каждого периода года:

$$M_c^j = \sum_{k=1}^p \alpha_{\epsilon} (M'_{ck} + M''_{ck}) N_k D_p 10^{-3}, \quad (1.11)$$

Полученные результаты затем суммируются:

$$M_c = M_c^m + M_c^x + M_c^n, \quad (1.12)$$

Максимально разовый выброс соединений свинца G_c (г/с) :

$$G_c = \frac{\sum_{k=1}^p (q_{прк} \cdot t_{пр} \cdot K_{ж} + q_{ик} \cdot L_1 + q_{ж} \cdot t_{жк} \cdot K_{ж}) \alpha_{\epsilon} N_k 0,7 d_c}{60 t_p}, \quad (1.13)$$

Максимально разовый выброс рассчитывается для месяца с наиболее низкой среднемесячной температурой.

При хранении грузовых автомобилей и автобусов на закрытых стоянках расчет выбросов выполняется как для теплого периода года.

Таблица 1.10

Удельный расход топлива автомобилями

Категория	Удельный расход топлива	
	q _{прк} , л/мин	qL _k , л/км

автомобилia	Периоды года					
	тепл.	перех.	холод.	тепл.	перех.	холод.
Легковые автомобили	0,023	0,025	0,028	0,131	0,14	0,164
Грузовые автомобили грузоподъемностью:						
до 1000 кг	0,023	0,025	0,028	0,152	0,171	0,19
от 1000 до 3000 кг	0,047	0,052	0,058	0,199	0,224	0,249
от 3000 до 6000 кг	0,063	0,07	0,078	0,29	0,327	0,364
свыше 6000 кг	0,063	0,07	0,078	0,342	0,385	0,428
Автопоезд	0,063	0,07	0,078	0,364	0,41	0,456
Автобусы (класс автобуса):						
особо малый	0,023	0,025	0,028	0,136	0,153	0,171
Малый	0,054	0,06	0,069	0,222	0,25	0,278
Средний	0,063	0,07	0,078	0,35	0,394	0,439
большой	0,063	0,07	0,078	0,39	0,439	0,489

Примечание: Расход топлива $q_{ххк}$ равен $q_{рк}$ в теплый период года для всех периодов года.

РАБОТА №2. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлоагрегатах котельной

Работа предназначена для расчета выбросов вредных веществ с газообразными продуктами сгорания при сжигании твердого топлива, мазута и газа в топках действующих промышленных и коммунальных котлоагрегатов и бытовых теплогенераторов (малолитражные отопительные котлы, отопительно-варочные аппараты, печи).

2.1. Твердые частицы.

Расчет выбросов твердых частиц летучей золы и недогоревшего топлива (т/год, г/с), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котлоагрегата в единицу времени при сжигании твердого топлива и мазута, выполняется по формуле:

$$M_{ТВ} = B \cdot A^P \cdot \chi \cdot (1 - \eta) , \quad (2.1)$$

где B - расход топлива, т/год, г/с; A^P - зольность топлива, %; η - доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях;

$$\chi = \alpha_{ун} / (100 - \Gamma_{ун}),$$

где $\alpha_{ун}$ - доля золы топлива в уносе, %; $\Gamma_{ун}$ - содержание горючего в уносе, %.

Значения A^P , $\Gamma_{ун}$, $\alpha_{ун}$ принимаются по фактическим средним показателям; при отсутствии этих данных A^P определяется по характеристикам сжигаемого топлива (см. табл. 2.1), η - по техническим данным применяемых золоуловителей, а χ - по табл. 2.1

Таблица 2.1

Значение коэффициентов χ и K_{CO} в зависимости от типа топки и топлива

Тип топки	Топливо	χ	K_{CO} , кг/ГДж
1	2	3	4

С неподвижной решеткой и ручным забросом топлива	Бурые и каменные угли	0,0023	1,9
	Антрациты:		
	АС и АМ	0,0030	0,9
	АРШ	0,0078	0,8
С пневмомеханическими забрасывателями и неподвижной решеткой	Бурые и каменные угли	0,0026	0,7
	Антрацит АРШ	0,0088	0,6
С цепной решеткой прямого хода	Антрацит АС и АМ	0,0020	0,4
С забрасывателями и цепной решеткой	Бурые и каменные угли	0,0035	0,7
Шахтная	Твердое топливо	0,0019	2,0
Шахтно-цепная	Торф кусковой	0,0019	1,0
Слоевые топки бытовых теплоагрегатов	Дрова	0,0050	14,0
	Бурые угли	0,0011	16,0
	Каменные угли	0,0011	7,0
	Антрацит, тощие угли	0,0011	3,0
Камерные топки:			
паровые и водогрейные котлы	Мазут	0,010	0,32
	Газ природный, попутный и коксовый	-	0,25
бытовые теплогенераторы	Газ природный	-	0,08

Легкое жидкое (печное) топливо	0,010	0,16
--------------------------------	-------	------

2.2. Оксиды серы.

Расчет выбросов оксидов серы в пересчете на SO_2 , (т/год, г/с), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котлоагрегатов в единицу времени, выполняется по формуле:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot Sp \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2}), \quad (2.2)$$

где B - расход твердого и жидкого (т/год, г/с) и газообразного (тыс. м³/год, л/с) топлива; Sp - содержание серы в топливе (%; для газообразного топлива мг/м³); η'_{SO_2} - доля оксидов серы, связываемых летучей золой топлива. Для эстонских и ленинградских сланцев принимается равной 0,8; для остальных сланцев - 0,5; углей Канско-Ачинского бассейна - 0,2 (березовских - 0,5); торфа - 0,15; экибастузских углей - 0,02; прочих углей - 0,1; мазута - 0,2; газа - 0,0; η''_{SO_2} - доля оксидов серы, улавливаемых в золоуловителе. Для сухих золоуловителей принимается равной нулю, для мокрых - в зависимости от щелочности орошающей воды.

При наличии в топливе сероводорода расчет выбросов дополнительного количества оксидов серы в пересчете на SO_2 ведется по формуле:

$$M_{SO_2} = 1,88 \cdot 10^{-2} \cdot [H_2S] \cdot B, \quad (2.3)$$

где $[H_2S]$ - содержание сероводорода в топливе, %.

2.3. Оксид углерода.

Расчет выбросов оксида углерода в единицу времени (т/год, г/с) выполняется по формуле:

$$M_{CO} = 0,001 \cdot C_{CO} \cdot B \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right), \quad (2.4)$$

где B - расход топлива (т/год, тыс. м³/год, г/с, л/с); C_{CO} - выход оксида углерода при сжигании топлива (кг/т. кг/тыс. м³ топлива) - рассчитывается по формуле

$$C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q_n^p, \quad (2.5)$$

где q_3 - потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, %; R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленной наличием в продуктах оксида углерода. Для твердого топлива $R = 1$, для газа $R = 0,5$, для мазута $R = 0,65$; Q_H^p - низшая теплота сгорания натурального топлива МДж/кг, МДж/м³; q_4 - потери теплоты вследствие механической неполноты сгорания топлива, %.

При отсутствии эксплуатационных данных значения q_3 , q_4 принимаются по табл. 2.2.

Таблица 2.2

Характеристика топок котлов малой мощности

Тип топки и котла	Топливо	α	q_3	q_4
Топка с цепной решеткой	Донецкий антрацит	1,5-1,6	0,5	13,5-10
Шахтно-цепная топка	Торф кусковой	1,3-1,4	1,0	2,0
Топка с пневмомеханически- ми забрасывателями и цепной решеткой прямого хода	Угли типа кузнецких	1,3-1,4	0,5-1	5,5-3
	Угли типа донецких	1,3-1,4	0,5-1	6-3,5
	Бурые угли	1,3-1,4	0,5-1	5,5-4
Топка с пневмомеханически- ми забрасывателями и цепной решеткой обратного хода	Каменные угли	1,3-1,4	0,5-1	5,5-3
	Бурые угли	1,3-1,4	0,5-1	6,5-4,5
Топка с пневмомеханически- ми забрасывателями и неподвижной решеткой	Донецкий антрацит	1,6-1,7	0,5-1	13,5-10
	Бурые угли типа подмосковных	1,4-1,5	0,5-1	9-7,5
	Угли типа кузнецких	1,4-1,5	0,5-1	5,5-3
Шахтная топка с наклонной решеткой	Дрова, отходы, опилки, торф кусковой	1,4	2	2

Топка скоростного горения	Дрова, щепа, опилки	1,3	1	4-2
Камерная топка с твердым шлакоудалением	Каменные угли	1,2	0,5	5-3
	Бурые угли	1,2	0,5	3-1,5
	Фрезерный торф	1,2	0,5	3-1,5
Камерная топка	Мазут	1,1	0,5	0,02
	Газ (природный, попутный)	1,1	0,5	0
	Доменный газ	1,1	1,5	0

Примечание. В графе 3 меньшее значение - для парогенераторов производительностью более 10 т/ч; в графе 5 большее значение - при отсутствии средств уменьшения уноса, меньшее - при остром дутье и наличии возврата уноса, а так же для котлов производительностью 25-35 т/ч.

Ориентировочная оценка выброса оксида углерода (т/год, г/с) может проводиться по формуле:

$$M_{CO} = 0,001 \cdot Q_H^p \cdot K_{CO} \cdot B \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right), \quad (2.6)$$

где K_{CO} - количество оксида углерода на единицу теплоты, выделяющейся при горении топлива (кг/ГДж); принимается по табл. 2

1. 4. Оксиды азота.

Количество оксидов азота (в пересчете на NO_2), выбрасываемых в единицу времени (т/год, г/с), рассчитывается по формуле:

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot K_{NO_2} \cdot B \cdot Q_H^p \cdot (1 - \beta), \quad (2.7)$$

где B - расход натурального топлива за рассматриваемый период времени (т/год, тыс. м³/год, г/с, л/с); Q_H^p - теплота сгорания натурального топлива (МДж/кг, МДж/м³); K_{NO_2} - параметр, характеризующий количество оксидов азота, образующихся на 1 ГДж тепла (кг/ГДж); β - коэффициент, зависящий от степени снижения

выбросов оксидов азота в результате применения технических решений.

Значение K_{NO_2} определяется по графикам (см. рис. 2.3) для различных видов топлива в зависимости от номинальной нагрузки котлоагрегатов. При нагрузке котла, отличающейся от номинальной, K_{NO_2} следует умножить на $(QФ/QН)^{0,25}$ или на $(DФ/DН)^{0,25}$, где DФ, DН - соответственно номинальная и фактическая паропроизводительность (т/ч); QФ, QН - соответственно номинальная и фактическая мощность (кВт).

Таблица 2.3

Характеристика топлив

	Марка, класс	AP, %	Sr, %	Q_H^p МДж/кг	VrO, %
Подмосковный бассейн		39.0	4.2	9.88	
Донецкий бассейн		28.0	3.5	18.50	
Печорский бассейн		31.0	3.2	17.54	
Кизеловский бассейн		31.0	6.1	19.65	
Карагандинский бассейн		27.6	0.8	21.12	
Кузнецкий бассейн		13.2	0.4	22.93	
Экибастузский бассейн		32.6	0.7	18.94	
Дрова		0,6	-	10,24	3,57
Мазут	Малосернистый	0,1	0,5	40,30	11,48
	Сернистый	0,1	1,9	39,85	11,28

	Высокосернистый	0,1	4,1	38,89	10,99
Стабилизированная нефть		0,1	2,9	39,90	11,35
Дизельное топливо		0,025	0,3	42,75	
Соляровое масло		0,02	0,3	42,46	
Моторное топливо		0,05	0,4	41,49	
	Природный газ				
Саратов-Москва				35.80	
Ставрополь-Москва				36.00	
Уренгой-Помары-Ужгород				41.75	
Брянск-Москва				37.30	

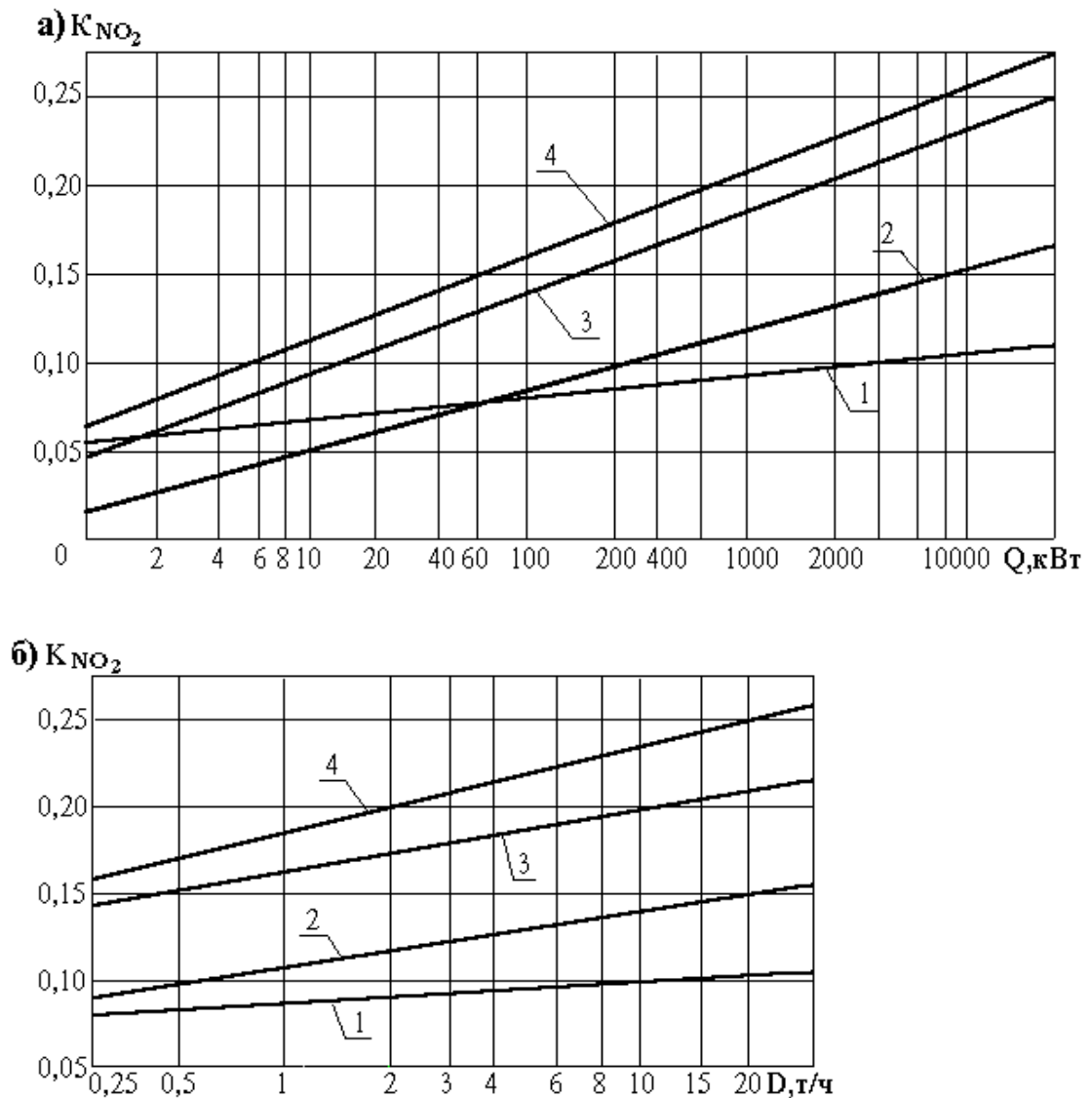


Рис. 2.3 Зависимость K_{NO_2} от тепловой мощности (а) и паропроизводительности (б) котлоагрегата: 1 - природный газ, мазут; 2 - антрацит; 3 - бурый уголь; 4 - каменный уголь.

РАБОТА №3. Расчет выбросов загрязняющих веществ при сварочных работах

Сварка, наплавка, напыление, металлизация, газовая и плазменная резка металлов

При выполнении сварочных работ атмосферный воздух загрязняется сварочным аэрозолем, в составе которого в зависимости от вида сварки, марки электродов и флюса

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ, образующихся в процессе сварки и наплавки, с учетом применяемых

сварочных материалов приведены в табл. 3.22, 3.23, 3.25, 3.26. Удельные показатели выделения вредных веществ при резке металлов и сплавов приведены в табл. 3.24. Приведенные в таблицах данные носят ориентировочный характер как вследствие усреднения экспериментальных и расчетных значений удельных выбросов, так и в силу многообразия технологических режимов работы оборудования.

Валовый выброс i -го загрязняющего вещества (т/год) при электродуговой сварке рассчитывается по формуле:

$$M_{vi} = q_i Q \cdot 10^{-6}, \quad (3.11)$$

где q_i - удельный показатель выделяемого загрязняющего вещества, г/кг сварочного материала (табл 3.22); Q - масса расходуемых за год сварочных материалов, кг.

Расчет валового выброса загрязняющих веществ при газовой сварке ведется по той же формуле, что и для электродуговой сварки, только вместо расходуемых электродов берется масса расходуемого газа.

Максимально разовый выброс (г/с) определяется по формуле:

$$G_{vi} = q_i D_{20} / 1200, \quad (3.12)$$

где D_{20} - максимальный расход сварочного материала за 20-ти минутный интервал времени проведения сварочных работ, кг.

При газовой резке металла количество выделяющихся загрязняющих веществ зависит от длины реза и толщины разрезаемого металла.

Валовый выброс загрязняющих веществ (т/год) при резке металлов и сплавов определяется по формуле:

$$M_{vi} = q_i P \cdot 10^{-6}, \quad (3.13)$$

где q_i - удельное выделение загрязняющих веществ, г/м реза; P - количество разрезаемого металла за год, м/год.

Максимально разовый выброс (г/с) определяется по формуле:

$$G_{vi} = q_i P_{20} / 1200, \quad (3.14)$$

где P_{20} - максимальное количество разрезаемого металла в погонных метрах за 20-ти минутный интервал времени проведения работ.

При отсутствии данных о толщине и количестве разрезаемого металла в год расчет выбросов можно проводить по показателям, выраженным в г/ч.

В этом случае валовый выброс при резке определяется по формуле:

$$M_{vi} = q_i m n 10^{-6}, \quad (3.15)$$

где q_i - удельное выделение загрязняющих веществ, г/ч; m - чистое время резки металлов в день, ч. "Чистое" время - время, в течении которого проводится непосредственно резка. Оно определяется руководителем участка, о чем составляется акт; n - количество рабочих дней в году.

Максимально разовый выброс определяется по формуле:

$$G_{vi} = q_i / 3600, \quad (3.16)$$

Выделение некоторых компонентов (г/ пог.м) при резке ряда металлов можно приближенно вычислять по следующим эмпирическим формулам [1]:

- оксидов алюминия при плазменной резке сплавов алюминия

$$q_{Al} = 2,4 S^{1/3}, \quad (3.17)$$

- оксидов титана при газовой резке титановых сплавов

$$q_{Ti} = 6 S^{1/2}, \quad (3.18)$$

- оксидов железа при газовой резке легированной стали

$$q_{Fe} = 0,5 S^{1/2}, \quad (3.19)$$

- оксидов марганца при газовой резке легированной стали

$$q_{Mn} = 0,5 PMn/100, \quad (3.20)$$

- оксидов хрома при резке высоколегированной стали

$$q = 0,135 PCr/100, \quad (3.21)$$

где S - толщина листа металла, мм; PMn , PCr - процентное содержание марганца и хрома в стали, %.

Таблица 3.22

Удельные выделения вредных веществ при сварке и наплавке металлов, г/кг расходуемых материалов

Технологический Процесс (операция)	Используемый материал и его марка	Сварочный аэрозоль					
		всего	в том числе				
			марганец и его оксиды	оксиды хрома	соединения кремния	прочие	
						наименование	коэф. че
	УОНИ-13/55	14,0-18,0	1,10-1,74	-	1,0	То же	2,5
	УОНИ-13/65	7,5	1,41	-	0,80	-//-	0,8
	УОНИ-13/80	11,2	0,78	-	1,05	-//-	1,0
	УОНИ-13/85	11,2-13,0	0,60-0,79	-	1,30	-//-	1,3
	ЭА-395/9	17,0-20,0	0,10-1,31	0,13-0,50	-	-	-
	ЭА-981/15	9,5	0,70	0,72	-	-	-
	АНО-3	17,0	1,58	-	-	-	-
	АНО-4	17,8	1,66	-	0,41	-	-
	АНО-11	18,6	0,87	-	-	-//-	2,0
	АНО-13	17,1	0,99	-	0,32	-	-
	АНО-14	11,2	0,70	-	-	-	-

	АНО-15	19,5	0,99	-	-	Плохо растворимые неорганические фториды (в пересчете на F)	1,2
	АНО-17	11,3	0,60	-	0,81	-	-
	АНО-18	13,0	0,71	-	1,07	-	-
	АНО-19	12,8	0,77	-	-	-	-
	АНО-20	10,0	0,66	-	-	-	-
	АНО-24	11,5	0,80	-	-	-	-
	MP-3	11,5	1,73	-	-	-	-
	MP-4	10,5	1,10	-	-	-	-

Продолжение табл 3.22

Ручная дуговая наплавка сталей	ОЗН-250	22,0	1,63	-	-	Окись железа (в пересчете на Fe)	19
	ОЗН-300	22,5	4,42	-	-	-	-
	ЭН-60М	15,1	0,49	0,15	-	-	-
	УОНИ-13/НЖ	10,2	0,53	0,39	-	-	-
	ОМГ-Н	37,6	0,92	1,54	-	Никель и оксид никеля (в пересчете на Ni)	0,1
	НР-70	21,5	3,90	-	-	-	-

Наплавка поверхностных слоев на сталях электродами фтористокальциевого типа	ЦН-2	26,5	-	1,16	-	Хорошо растворимые неорганические фториды (в пересчете на F)	12
	P6M5	35,4	-	0,46	-	То же	13
	C1	18,6	-	0,55	-	-//-	1,8
	ОЗШ-1	13,5	1,01	0,14	-	-	-
Ручная дуговая сварка чугуна	ЦЧ-4	6,8-13,8	0,30-0,42	-	0,3	Оксид меди (в пересчете на Cu) Ванадий Соли фтористоводородной кислоты	0,0 0,2 1,7
	ОЗЧ-1	14,7	0,47	-	-	Оксид меди (в пересчете на Cu)	4,4
	ОЗЧ-3	14,0	0,48	0,18	-	-	-
	МНЧ-2	15,9-20,4	0,65-0,92	-	0,06	Оксид меди (в пересчете на Cu) Никель и оксид никеля (в пересчете на Ni)	3,6 2,3
	T-590	45,5	-	3,70	-	-	-
	T-620	42,5	-	2,87	-	-	-

Продолжение табл 3.22

Технологический процесс (операция)	Используемый материал и его марка	Сварочный аэрозоль						
		всего	в том числе				прочие	количество
			марганец и его оксиды	оксиды хрома	соединения кремния	наименование		
Ручная дуговая сварка чугуна	ОЗЧ-2	10,0	0,20	-	0,4	Оксид меди (в пересчете на Cu)	2,3	
	УОНИ-13/55	0,95	0,78	-	-	Хорошо растворимые неорганические фториды (в пересчете на F)	1,2	
Ручная электрическая сварка титана и его сплавов	Не плавящийся в аргоне и гелии (титан)	9,5	-	-	-	Диоксид титана	3,6	
	Электродная проволока Срм-0,75 (МРжМцТ)	17,1	0,44	-	-	Оксид меди (в пересчете на Cu)	15,0	
Ручная электрическая сварка меди и ее сплавов	Комсомолец-100	16,5-25,4	0,27	-	-	Оксид меди (в пересчете на Cu)	9,8	
	Вольфрамовый электрод под защитой гелия	19,5	-	-	-	Вольфрам Оксид меди (в пересчете на Cu)	0,02	
Ручная электрическая сварка алюминиевомаг-ниевых сплавов в	Вольфрамовый электрод	560	-	-	-	Никель и оксид никеля (в пересчете на Ni)	2,0	
						Оксид алюминия	0,8	

среде инертных газов							Озон	0,8
Ручная дуговая сварка алюминия и его сплавов	ОЗА-1	38,1	-	-	-		Оксид алюминия	20
	ОЗА-2/АК	61,1	-	-	-		То же	27
	Не плавящийся в аргоне и гелии	5,0	-	-	-		-//-	2,0
Полуавтоматическая сварка сталей без газовой защиты присадочной проволокой	ЭП-245	12,4	0,54	-	-		Оксид железа (в пересчете на Fe)	11
	ЦСК-3	13,9	1,11	-	-		То же	12
Полуавтоматическая сварка сталей без газовой защиты порошковой проволокой	ЭПС-15/2	8,4	0,88	-	-		-	-
	ПП-ДСК-1	11,7	0,77	-	-		-	-
	ПП-ДСК-2	11,2	0,42	-	-		-	-
	ПП-106	8,0-12,0	0,20-0,70	-	-		Оксид железа (в пересчете на Fe) Диоксид титана Хорошо растворимые неорганические фториды (в пересчете на F)	3,9 0,1 0,1
Полуавтоматическая сварка сталей без газовой защиты	ПП-108	8,0-12,0	0,20-0,70	-	-		Оксид железа (в пересчете на Fe) Диоксид титана	3,9 0,1

порошковой проволокой							Хорошо раство- римые неоргани- ческие фториды (в пересчете на F)	0,1
	ПСК-3	7,7	0,41	-	-	-	-	-
	ПП-АН-1	9,8	0,5	-	-	-	-	-
	ПП-АН-3	13,7-19,5	1,35-2,54	-	-		Хорошо раство- римые неоргани- ческие фториды (в пересчете на F)	1,4
Полуавтомати- ческая сварка сталей в среде углекислого газа электродной проволокой	ПП-АН-2	19,5	2,54	-	-		То же	3,8 10
	ПП-АН-4	19,5	2,54	-	-		-//-	1,4
	ПП-АН-7	14,4	1,39	-	-		-	-
	ПП-АН-8	9,1-14,4	12,28-1,37	-	-		Хорошо раство- римые неоргани- ческие фториды (в пересчете на F)	1,5
	Св-0,7ГС	9,54	0,60	-	0,036		Оксид железа (в пересчете на Fe)	4,0
	Св-0,8Г2С	10,00	1,90	-	0,43		То же	3,7
	Св-07Г1С	11,53	0,48	-	0,22		-//-	2,3
	Св-08ХГН2МТ	7,0	0,20	0,1	-		Никель и оксид никеля (в пересчете на Ni)	0,0
	Св-08ХГСН3МД	4,4	0,10	1,2	-		-	-
	Св-0,8Х20Н9Г7Т	12,0	3,8-5,9	0,48	-		Никель и оксид никеля (в пересчете на Ni)	0,1

						Оксид железа (в пересчете на Fe)	3,0
	Св-Х19Н9Ф2С3	7,0	0,42	1,52	1,5	Никель и оксид никеля (в пересчете на Ni)	0,0
	Св16Х16Н25М6	15,0	0,35	0,10	-	То же	2,0
	Св10Х20Н7СТ	8,0	0,45	0,03	-	-	-
	Св08Х19НФ2ц2	8,0	0,40	0,50	-	Никель и оксид никеля (в пересчете на Ni)	0,0
	Св10Г2Н2СМТ	12,0	0,14	-	-	-	-

Продолжение табл 3.22

Технологический процесс (операция)	Используемый материал и его марка	Сварочный аэрозоль						
		всего	в том числе				прочие	количество
			марганец и его оксиды	оксиды хрома	соединения кремния	наименование		
Полуавтоматическая сварка сталей в среде углекислого газа	ЭП-854	7,4	0,70	0,60	-	Никель и оксид никеля (в пересчете на Ni)	0,0	
	Плавающий электрод	4,4-15,0	0,10-2,00	0,01-1,5	-	То же	0,0	

Полуавтоматическая сварка сталей в среде углекислого газа активированной проволокой	АП-АН-5	7,67	0,46	-	-	Хорошо растворимые неорганические фториды (в пересчете на F)	0,9
	АП-АН-2	14,4	0,72	-	-	То же	0,6
	АП-АН4	12,7	0,69	-	-	-//-	0,6
	ПП-АН8	17,0	2,00	-	-	-//-	1,2
	ПП-АНА1	15,1	3,20	0,15	-	Оксид железа (в пересчете на Fe) Диоксид титана Никель и оксид никеля (в пересчете на Ni)	6,9 0,0 0,2
Полуавтоматическая сварка меди в среде азота электродной проволокой	МНЖ-КТ-5-1-02-0,2	14,00	0,20	-	-	Оксид меди (в пересчете на Cu) Никель и оксид никеля (в пересчете на Ni)	7,0 0,5
Полуавтоматическая сварка медно-никелевых сплавов в среде азота	МНЖ-КТ-5-1-02-0,2	18,0	0,30	-	-	Оксид меди (в пересчете на Cu) Никель и оксид никеля (в пересчете на Ni)	7,0 0,5
Полуавтоматическая сварка медных сплавов в среде азота	М1	18,0	0,30	-	-	Оксид меди (в пересчете на Cu)	11
	КМЦ	8,0	0,59	-	-	То же	6,3

Полуавтоматическая сварка алюминиевых сплавов в среде аргона и гелия проволокой	Д-20	10,9	0,09	-	-	Оксид алюминия	7,6
	АМЦ	22,1	0,62	-	-	То же	20
	АМГ	20,6	0,78	-	-	-//-	16
	АМГ-6Т	52,7	0,23	-	-	-//-	8,5
	Алюминиевой	10,0	-	-	-	-	-
	Сплав 3	26,0	1,05	-	-	Оксид алюминия	19
То же электродами не плавящимися	ОЗА-2/ак	61,0	-	-	-	То же	23
	ОЗА-1	38,4	-	-	-	-//-	20
Полуавтоматическая сварка титановых сплавов в среде аргона и гелия	Проволока	14,7	-	-	-	Диоксид титана	4,7
Ручная электродуговая наплавка литыми твердыми сплавами	С-1	25,4	-	1,08	-	Оксид никеля (в пересчете на Ni)	0,1
	С-2	19,3	-	0,8	-	То же	0,0
	С-27	3,16	-	0,005	-	-//-	0,0
	В-2К	16,6	-	1,66	-	Кобальт	0,6
Ручная газовая наплавка литыми твердыми сплавами	С-27	3,16	-	0,005	-	Оксид никеля (в пересчете на Ni)	0,0
	В-2К	2,32	-	0,47	-	Кобальт	0,0
	С-1	3,4	-	0,006	-	Оксид никеля (в пересчете на Ni)	0,0

	С-2	2,9	-	0,003	-	То же	0,0
Наплавка стержневыми электродами с легирующей добавкой	КБХ-45	39,6	-	2,12	-	-	-
	БХ-2	42,9	-	2,56	-	-	-
Ручная электродуговая наплавка	ХР-19	41,4	-	4,35	-	-	-
Наплавка литыми карбидами	РЭЛИТ-ТЗ (трубч. элект.)	3,94	-	-	-	-	-
Наплавка наплавочными смесями	КБХ	81,1	-	0,033	-	-	-
	БХ	54,2	-	0,008	-	-	-
	Сталинит М	92,5	9,48	0,011	-	-	-
Наплавка порошками для напыления	СНГН	39,7	-	0,357	-	Бор	0,2
	ВСНГН	23,4	-	0,062	-	Бор Оксид никеля (в пересчете на Ni)	0,2 0,0
Наплавка антифрикционных алюминиевых сплавов порошковым электродом в аргоне	Сплав АКМО-8-1-3	22,0	-	-	-	Озон	0,0
	Порошковый электрод	18,0-26,0	-	-	-	Озон	0,0 0,0
Наплавка режущего инструмента безвольфрамовой быстрорежущей сталью	КПИ ГШ-1	22,2	1,23	-	0,44	-	-
	КПИРИ-1	28,2	0,75	-	-	Хорошо растворимые неорганические фториды (в пересчете на F)	2,9

	Р6М5	35,4	0,50	0,46	-	То же	13
	ЭН-60М	24,8	0,67	-	-	-//-	2,7
Наплавка порошковой проволокой	ПП-АН-8	9,1	1,99	-	-	-//- Оксид железа (в пересчете на Fe)	0,5 2,5
	ПП-АН-9	11,7	-	-	-	-	-
	ПП-АН-11	20,1	-	-	-	-	-
	ПП-АН-12	34,1	-	-	-	-	-
	ПП-АН-18	15,1	-	-	-	-	-
Наплавка порошковыми лентами	ПП-АН-101	8,5	0,15	2,9	0,17	-	-
	ПП-АН-111	8,2	0,17	-	-	-	-
	ПП-АН-Ш	35,1	0,28	3,23	0,26	Оксид никеля (в пересчете на Ni)	7,2
Ручная аргонодуговая наплавка неплавящимся (вольфрамовым) электродом	Медно-никелевый сплав (монель)	0,8-1,7	0,001-0,002	-	-	Оксид никеля (в пересчете на Ni) Озон Оксид меди (в пересчете на Cu)	0,1 0,1 0,1 0,0 0,1
	Оловянистая бронза	3,5-6,0	0,020-0,080	-	-	Оксид никеля (в пересчете на Ni) Оксид меди (в пересчете на Cu) Озон	0,3 1,0 0,3

			и его оксиды	хрома	кремния	наименование	ко-че
Автоматическая и полуавтоматическая сварка и наплавка стали с плавленными флюсами	ФЦ-12	0,09	0,03	-	-	-	-
	АН-17М	0,10	0,09	-	-	-	-
	АН-22	0,12	0,009	-	-	-	-
	АН-26	0,08	0,004	-	-	-	-
	АН-30	0,09	0,033	-	-	-	-
	АН-42	0,08	0,003	-	-	-	-
	АН-47	0,11	0,002	-	-	-	-
	АН-60	0,09	0,02	-	-	-	-
	АН-64	0,09	0,02	-	-	-	-
	48-ОФ-6	0,11	0,002	-	-	-	-
АН-20С	0,08	0,007	-	0,05	-	-	
Сварка и наплавка стали с керамическими флюсами	АНК-18	0,45	0,013	-	0,04	-	-
	АНК-19	0,60	0,015	-	-	-	-
	АНК-30	0,26	0,012	-	-	-	-
	КС-450	5,8	0,0142	-	-	-	-
	К-1	0,06	0,023	-	-	-	-
	К-8	4,9	-	-	-	-	-
	КС-12-А2	3,4	0,133	-	-	-	-

	K-11	1,3	0,089	-	-	-	-
	48АНК-54	0,25	-	-	-	Хорошо растворимые неорганические фториды (в пересчете на F)	0,0

Примечание. Диапазон значений удельных выделений вредных веществ, учитывает различия в диаметре сварочных материалов и режимов сварки.

Таблица 3.23

Удельные выделения вредных веществ при дуговой наплавке с газопламенным напылением, г/кг расходующихся материалов [29]

Технологический процесс (операция)	Используемый материал	Состав газовой среды	Режим работы сварочного оборудования		Сварочный аэрозоль	
			Сила тока I, А	Напряжение U, В	всего	в том числе
						марганец и его оксиды (в пересчете на MnO ₂)
Дуговая наплавка с газопламенным напылением стали-45	Пружинная прово-лока (1,6) (ГОСТ 9389-75)	Пропан-бутановая смесь + кислород	140-150	22-24	24,7	0,64
	То же	Природный газ + кислород	140-150	22-24	17,9	0,38
	-//-	То же	220	24-26	14,4	0,65
	-//-	-//-	240	24-26	11,6	0,20

	Нп-30ХГСА 9(1,6)	Углекислый газ	240	23-24	8,9	0,36
	Св-08Г2С (1,6)	То же	300-330	28-30	10,3	0,3
Дуговая наплавка с газопламенным напылением чугуна СЧ-18	Св-08 (2,0)	Пропан-бутановая смесь + кислород	190-200	22-24	26,0	0,96
	Св-08Г2С (2,0)	Углекислый газ	300-330	28-30	11,4	1,50
	ОЗЧ-2(4,0)	То же	130-140	23-25	9,9	0,18

Таблица 3.24

Удельные выделения вредных веществ при резке металлов и сплавов [29](на длину реза, г/пог. м; на единицу оборудования, г/ч)

Процесс резки, металл	Толщина разрезаемого металла, мм	Сварочный аэрозоль				
		всего		в том числе		
		г/пог. м	г/ч	наименование	количество	
					г/пог. м	г/ч
Газовая резка						
Сталь углеродистая низколегированная	5	2,25	74,0	Марганец и его оксиды (в пересчете на MnO ₂)	0,07	2,31

	10	4,50	131,0	То же	0,13	3,79	2
	20	9,0	200,0	-//-	0,27	6,00	2
Сталь качественная легированная	5	2,50	82,5	Оксиды хрома	0,12	3,96	1
	10	5,0	145,5	То же	0,23	6,68	1
	20	10,0	222,0	-//-	0,47	10,35	2
Сплавы титана	4	5,0	140,0	Титан и его оксиды	4,70	131,60	0
	12	15,0	315,0	То же	14,0	280,0	1
	20	25,0	390,0	-//-	22,0	343,0	2
	30	35,0	355,0	-//-	32,60	332,0	2
Плазменная резка							
Сталь углеродистая низколегированная	10	4,1	811,0	Марганец и его оксиды (в пересчете на MnO ₂)	0,12	23,7	1
	14	6,0	792,0	То же	0,18	23,7	2
	20	10,0	960,0	-//-	0,30	28,8	2
Сталь качественная легированная	5	3,0	990,0	Оксиды хрома	0,14	46,2	1
	10	5,0	1370,0	То же	0,24	66,0	1
	20	12,0	1582,0	-//-	0,58	76,6	2
Электродуговая резка							
Алюминиевые сплавы	5	1,0	-	-	-	-	0

	10	2,0	-	-	-	-	0
	20	4,0	-	-	-	-	0

Таблица 3.25

Удельные выделения вредных веществ, образующихся при контактной электросварке, плазменном напылении и металлизации [29]

Технологический процесс (операция)	Выделяющиеся вредные вещества	
	наименование	количество
1	2	3
Контактная электросварка стали: стыковая и линейная	Сварочный аэрозоль, содержащий оксид железа с примесью оксидов марганца до 3%	2,0 г/ч на 75 кВт номинальной мощности машины
Контактная электросварка стали: точечная	То же	2,5 г/ч на 50 кВт номинальной мощности машины
Контактная электросварка стали: точечная, высоколегированных сталей на машинах МПТ-75, МПТ-100, МТПП-75	Сварочный аэрозоль, (имеет состав свариваемых материалов)	3,5-5 г/ч на машину
Сварка трением	Оксид углерода	8 мг/см ² площади стыка
Газовая сварка стали ацетиленкислородным пламенем	Диоксид азота	22 г/кг ацетилена
Газовая сварка алюминия ацетиленкислородным пламенем	Диоксид азота Алюминия оксид	22 г/кг ацетилена 0,06 г/кг ацетилена
Газовая сварка стали с использованием пропанбутановой смеси	Диоксид азота	15 г/кг смеси
Газовая сварка алюминия с использованием пропанбутановой смеси	Диоксид азота Алюминия оксид	13 г/кг смеси 0,04 г/кг смеси

Плазменное алюминия	напыление	Оксид алюминия	77,5 г/кг	расходуемого порошка
Металлизация стали	цинком	Оксид цинка	96 г/кг	расходуемой проволоки
Радиочастотная алюминия	сварка	Оксид алюминия	7,3 г/ч	на агрегат 16-76
Дуговая металлизация при применении проволоки	СВ-08Г2С	Пыль	18,0-38,0 г/кг	расходуемой проволоки
		Марганец и его соединения (в пересчете на MnO ₂)	0,7-1,48 г/кг	расходуемой проволоки
		Соединения кремния	0,07-0,16 г/кг	расходуемой проволоки
Дуговая металлизация при применении проволоки	СВ-07Х25Н13	Пыль	28,0-47,0 г/кг	расходуемой проволоки
		Марганец и его соединения (в пересчете на MnO ₂)	2,1-3,6 г/кг	расходуемой проволоки
		Хромовый ангидрид	0,15-0,26 г/кг	расходуемой проволоки

Таблица 3.26

*Удельные выделения вредных веществ, при индукционной
наплавке*

(г/кг расходуемых наплавочных материалов)

Марка наплавляе- мого	Сварочный аэрозоль				Оксид углерода
	всего	в том числе			
		марганец и его соединения	соедине- ния	оксид железа (в	

порошка		пересчете на MnO ₂)	кремния	пересчете на Fe)		
ПГ-УС25	1,25	0,010	0,11	0,132	1,044	0,395
ТС-С1	0,35	0,003	0,02	0,413	0,270	0,312
ПГ-С27	2,64	-	0,39	0,638	0,540	0,600

РАБОТА №4. Расчет выбросов загрязняющих веществ при эксплуатации ж.д транспорта

Железнодорожные транспортные средства

Источниками выделения вредных веществ являются грузовые, пассажирские, маневровые и промышленные тепловозы, а так же дизели рефрижераторного подвижного состава и путевой техники.

4.1.Магистральные тепловозы

Для грузовых и пассажирских тепловозов рассматриваемого участка обращения поездов масса *i*-го загрязняющего вещества (кг), выброшенного за расчетный период (поездку, сутки, месяц, год) в атмосферу *j*-м двигателем определяется по формуле [4.1]:

$$M_{ij} = m_{ij} \sum P \cdot l \cdot k_v \cdot k_f \cdot k_t, \quad (4.1)$$

где m_{ij} - удельный выброс загрязняющего *i*-го вещества одной секцией тепловоза *j*-ой серии за единицу грузовой или пассажирской работы, приведенный к единому измерителю (кг/тыс.ткм.брутто) для грузовых поездов и (кг/тыс.пасс.км) для пассажирских поездов. Определяется для грузовых поездов по рис. 1 - 3 для каждого участка обращения в зависимости от фактического или средних значений весов перевозимых поездов, определяемых из данных государственной статистики формы ЦО-1. Для пассажирских поездов принимается по табл. 1. При использовании в перевозочном процессе двухсекционных тепловозов значения удельных выбросов удваиваются, а для трехсекционных - утраиваются; $\sum P l$ - объем выполненной тепловозами данной серии за расчетный период грузовой работы на рассматриваемом участке их обращения. Принимается по формам статотчетности ЦО-1 в тыс. тонно км брутто; k_v - коэффициент влияния скорости движения поездов на участке обращения. Принимается равным 0,9 при увеличении участковой скорости на 20% выше расчетной, равным 1,1 в случае ее снижения на 20%, и равным 1,0 при выполнении заданной скорости; k_f - коэффициент влияния технического состояния тепловозов. Принимается равным 1,2 для тепловозов со сроком эксплуатации более 2-х лет и равным 1,0 для тепловозов со сроком эксплуатации менее 2-х лет; k_t - коэффициент влияния климатических условий работы тепловозов. Принимается равным 1,2 для районов, расположенных южнее 44° Северной широты и равным 0,8 для районов севернее 60° Северной широты. Для остальных районов $k_t = 1,0$.

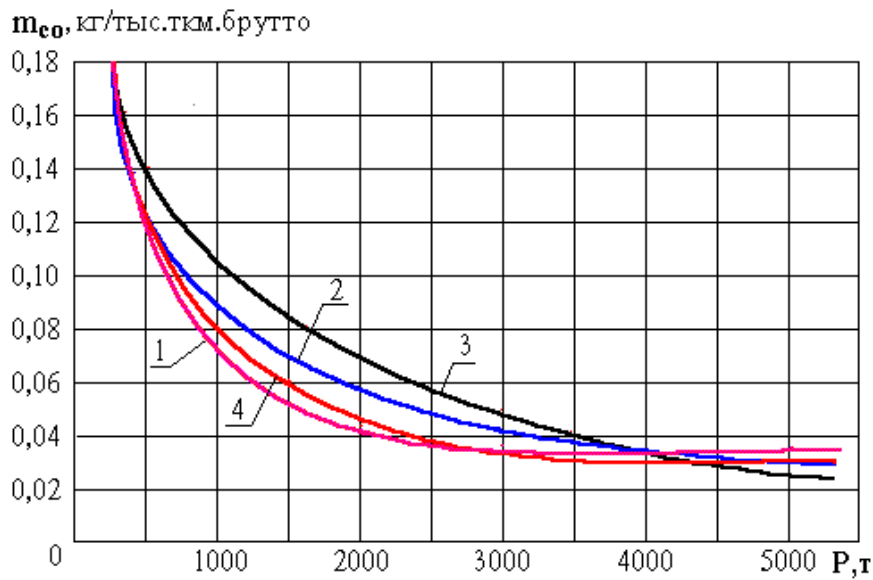


Рис. 4.1 Удельные выбросы оксида углерода грузовыми тепловозами в зависимости от весов перевозимых поездов:

- 1 - тепловозы серии Т33
- 2 - тепловозы серии М52
- 3 - тепловозы серии ТЭ116
- 4 - тепловозы серии ТЭ10

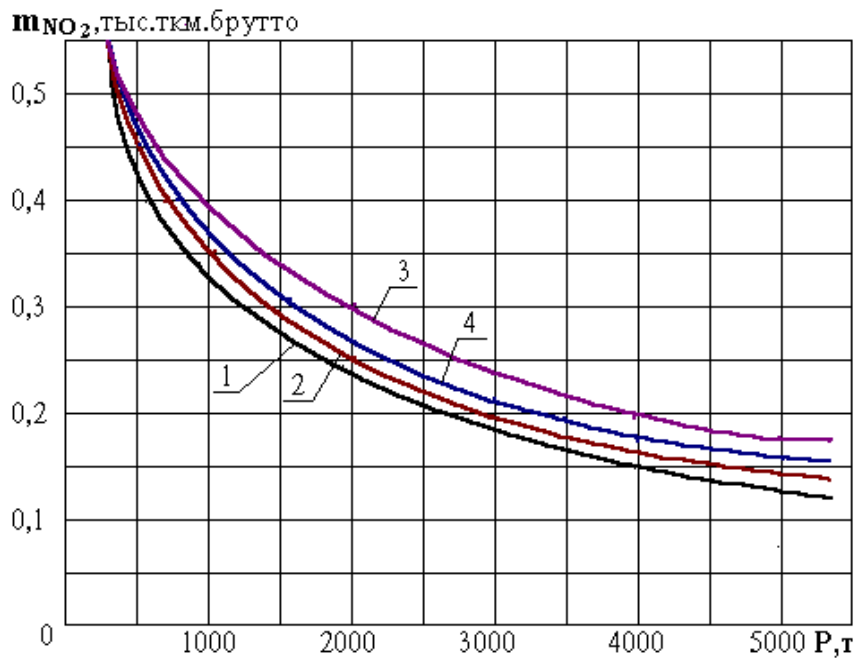


Рис. 4.2 Удельные выбросы диоксида азота грузовыми тепловозами в зависимости от весов перевозимых поездов:

- 1 - тепловозы серии Т33

2 - тепловозы серии М52

3 - тепловозы серии ТЭ116

4 - тепловозы серии ТЭ10

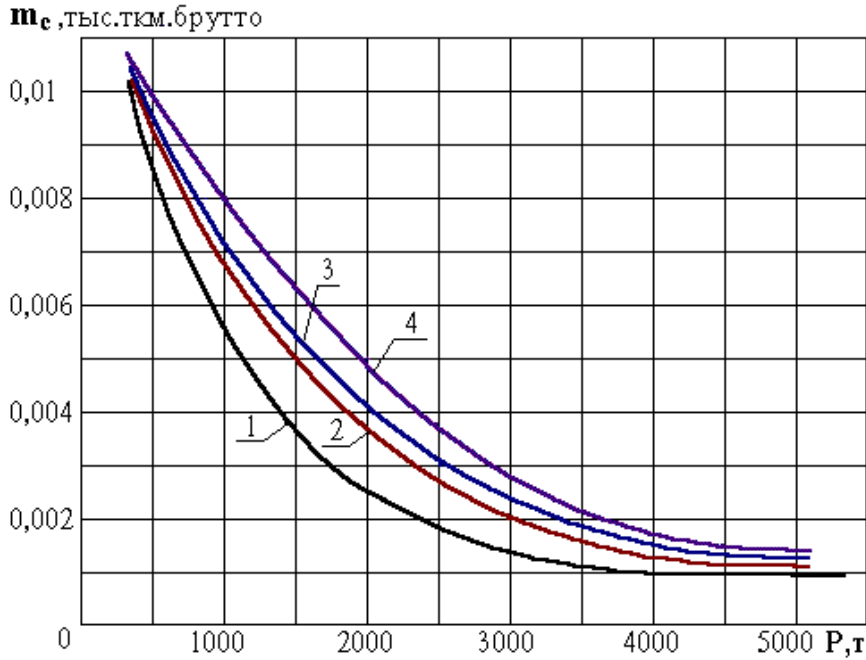


Рис. 4.3 Удельные выбросы сажи грузовыми тепловозами в зависимости от весов перевозимых поездов:

1 - тепловозы серии ТЭ10

2 - тепловозы серии М52

3 - тепловозы серии ТЭ116

4 - тепловозы серии ТЭ10

Таблица 4.1

Удельные выбросы загрязняющих веществ от пассажирских тепловозов [15]

Марка тепловоза	Вещество	
	наименование	количество, кг/ тыс.пасс.км

ТЭП50	Оксид углерода	0,041
	Диоксид азота	0,210
	Сажа	0,002
ТЭП70	Оксид углерода	0,038
	Диоксид азота	0,230
	Сажа	0,003
ТЭП75	Оксид углерода	0,035
	Диоксид азота	0,210
	Сажа	0,003

4.2 Маневровые тепловозы

Масса i -го загрязняющего вещества (кг), выброшенного за расчетный период (поездку, сутки, месяц, год) в атмосферу j -м двигателем при работе на k -том режиме определяется по формуле :

$$M_{ij} = \sum_{k=1}^n m_{ijk} \cdot \tau_k \cdot T \cdot k_f \cdot k_t, \quad (4.2)$$

где m_{ijk} - удельный выброс i -го загрязняющего вещества при работе j -го двигателя на k -том режиме, кг/ч. Данные для основных типов дизелей приведены в табл. 4.2; n - число режимов работы двигателя тепловоза; τ_k - доля времени работы двигателя на k -том режиме (ориентировочные статистические данные в % приведены в табл. 4.3); T - суммарное время работы тепловоза (в сутки, месяц, год), часов; k_f - коэффициент влияния технического состояния тепловозов. Принимается равным 1,2 для тепловозов со сроком эксплуатации более 2-х лет и равным 1,0 для тепловозов со сроком эксплуатации менее 2-х лет; k_t - коэффициент влияния климатических условий работы тепловозов. Принимается равным 1,2 для районов, расположенных южнее 44° Северной широты и равным 0,8 для районов севернее 60° Северной широты. Для остальных районов $k_t = 1,0$.

Таблица 4.2

*Удельные выбросы загрязняющих веществ с отработавшими
газами*

дизельных двигателей маневровых тепловозов

Тип тепловоза	Загрязняющее вещество					
	наименование	Количество, кг/час, при режиме работы двигателя:				
		холостой ход	25%N	50%N	75%N	Максимальная мощность
ТЭМ1	Оксид углерода	0,80	0,99	1,24	1,75	3,51
	Диоксид азота	2,00	3,98	6,98	8,00	9,36
	Сажа	0,01	0,08	0,23	0,29	0,31
ТЭМ2	Оксид углерода	0,86	0,91	1,45	2,14	4,24
	Диоксид азота	4,27	10,01	11,56	13,17	14,79
	Сажа	0,02	0,05	0,10	0,23	0,43
ЧМ33	Оксид углерода	0,60	0,53	2,06	4,30	6,37
	Диоксид азота	3,90	9,80	10,60	12,40	11,70
	Сажа	0,04	0,09	0,31	0,34	0,36
ТЭМ7	Оксид углерода	1,15	3,35	5,62	6,41	8,54
	Диоксид азота	5,65	12,40	19,50	23,60	28,80
	Сажа	0,06	0,12	0,31	0,36	0,47
ТГМ23	Оксид углерода	0,39	0,46	0,67	0,96	1,91

Диоксид азота	1,92	3,56	5,20	5,92	6,65
Сажа	0,01	0,02	0,06	0,12	0,24

Таблица 4.3

Процентное распределение времени работы маневровых тепловозов на различных нагрузочных режимах

Тип тепловоза	Режим работы двигателя				
	холостой ход	25%N	50%N	75%N	максимальная мощность
ТЭМ1, ТЭМ2, ЧМ33	45,6	39,8	12,9	1,2	0,5
ТЭМ7	41,5	43,4	13,1	1,4	0,6
ТГМ23	68,7	20,1	8,9	1,5	0,8

4.3. Тепловозы промышленного железнодорожного транспорта

Расчет выбросов загрязняющих веществ (кг) с отработанными газами тепловозов промышленного железнодорожного транспорта проводится аналогично расчету для маневровых тепловозов по формуле:

$$M_{ij} = \sum_{k=1}^n m_{ijk} \cdot \tau_k \cdot T \cdot k_p \cdot k_f \cdot k_t, \quad (4.3)$$

где m_{ijk} - удельный выброс i -го загрязняющего вещества при работе j -го двигателя на k -том режиме, кг/ч. Данные для основных типов дизелей приведены в табл. 4.4. Для тепловозов, не указанных в таблице, значение m_{ijk} определяются их приведением к тепловозам, близким по параметрам мощности, с соответствующим уменьшением или увеличением значений; n - число режимов работы двигателя

тепловоза; τ_k - доля времени работы двигателя на k-том режиме (ориентировочные статистические данные в % приведены в табл. 4.5); T - суммарное время нахождения тепловоза в эксплуатации, включая время простоя в ожидании работы, часов; k_f - коэффициент влияния технического состояния тепловозов. Принимается равным 1,2 для тепловозов со сроком эксплуатации более 2-х лет и равным 1,0 для тепловозов со сроком эксплуатации менее 2-х лет; k_t - коэффициент влияния климатических условий работы тепловозов. Принимается равным 1,2 для районов, расположенных южнее 44° Северной широты и равным 0,8 для районов севернее 60° Северной широты. Для остальных районов $k_t = 1,0$.

Таблица 4.4

Удельные выбросы загрязняющих веществ с отработанными газами тепловозов промышленного железнодорожного транспорта

Тип тепловоза	Загрязняющее вещество					
	наименование	Количество, кг/час, при режиме работы двигателя:				
		холостой ход	25%N	50%N	75%N	максимальная мощность
ТГМ5	Оксид углерода	0,84	0,92	1,35	2,09	4,13
	Диоксид азота	4,11	9,85	11,37	13,04	15,21
	Сажа	0,02	0,05	0,18	0,29	0,38
ТГМ4	Оксид углерода	0,64	0,75	0,93	1,28	2,63
	Диоксид азота	1,50	2,99	5,24	6,00	7,02
	Сажа	0,01	0,06	0,17	0,22	0,23
ТГМ3	Оксид углерода	0,54	0,58	0,91	1,34	2,66
	Диоксид азота	2,05	4,01	7,22	8,24	9,21

	Сажа	0,01	0,03	0,13	0,15	0,26
ТУ4,	Оксид углерода	0,17	0,22	0,28	0,39	0,78
ТГК2	Диоксид азота	0,45	0,88	1,54	1,76	2,01
	Сажа	0,004	0,02	0,05	0,06	0,07

Таблица 4.5

Процентное распределение времени работы промышленных тепловозов на различных нагрузочных режимах

Тип тепловоза	Режим работы двигателя				
	холостой ход	25%N	50%N	75%N	максимальная мощность
ТГМ5, ТГМ4	68,7	20,1	8,9	1,5	0,8
ТГМ3, ТГК2, ТУ4	70,1	19,4	8,5	1,3	0,7

4.5 Рефрижераторный подвижной состав

Расчет выбросов загрязняющих веществ (кг) с отработанными газами дизелей рефрижераторного подвижного состава проводится по формуле:

$$M_{ij} = \sum_{k=1}^n m_{ijk} \cdot \tau_k \cdot T \cdot k_n \cdot k_f \cdot k_t, \quad (4.4)$$

где m_{ijk} - удельный выброс i -го загрязняющего вещества при работе j -го двигателя на k -том режиме, кг/ч. Данные для основных типов дизелей, установленных на рефрижераторных секциях, приведены в табл. 6; n - число режимов работы двигателя; τ_k - доля времени работы двигателя на k -том режиме (ориентировочные статистические данные в % приведены в табл. 4.7); T - суммарное время работы дизеля рефрижераторной секции (в сутки, месяц, год), часов. Принимается по журналам, вводимым на секциях; k_f - коэффициент влияния технического состояния тепловозов. Принимается равным 1,2 для тепловозов со сроком эксплуатации

более 2-х лет и равным 1,0 для тепловозов со сроком эксплуатации менее 2-х лет;

Таблица 4.6

Процентное распределение времени работы дизелей рефрижераторных поездов на различных нагрузочных режимах

Тип секции поезда	Режим работы двигателя				
	холостой ход или 5%N	25%N	50%N	75%N	100%N
5БМЗ, ZB-5, APB ZA-5,	33	16	18	17	16
12 вагонная секция	30	18	18	17	17
21 вагонная секция	28	20	18	17	17
23 вагонная секция	25	23	17	19	16

Таблица 4.7

*Удельные выбросы загрязняющих веществ с
отработавшими газами дизелей рефрижераторного
подвижного состава*

Тип секции	Марка дизеля	Эффективная мощность дизеля, кВт	Загрязняющее вещество			
			наименование	Количество, кг/час, при режиме работы		
				холостой ход или 5%N	25%N	50%N
БЗМ (5 вагонов)	КЧВ1М-1	84,5	Оксид углерода	0,3310	0,2140	0,1910
			Диоксид азота	0,1330	0,3940	0,6730
			Сажа	0,0004	0,0009	0,0050
ЗА-5 (5 вагонов)	4NVD-21	66,3	Оксид углерода	0,2610	0,1720	0,1530
			Диоксид азота	0,1060	0,3110	0,5180
			Сажа	0,0003	0,0008	0,0060
ЗВ-5	4VD-21/15	88,4	Оксид углерода	0,3430	0,2290	0,2040
			Диоксид азота	0,1410	0,4140	0,6910
			Сажа	0,0004	0,0010	0,0060
12 вагонная секция	4NVD-21	66,3	Оксид углерода	0,2610	0,1720	0,1530
			Диоксид азота	0,1060	0,3110	0,5180
			Сажа	0,0003	0,0008	0,0060
21 вагонный	6NVD-21	103,0	Оксид углерода	0,4060	0,2670	0,2380

поезд			Диоксид азота	0,1640	0,4820	0,805
			Сажа	0,0005	0,0012	0,007
23 вагонный поезд	4DV-224	78,3	Оксид углерода	0,2990	0,1930	0,173
			Диоксид азота	0,1210	0,3560	0,608
			Сажа	0,0004	0,0008	0,005
Автономный рефрижерат. вагон АРВ	4NVD-12,5	20,2	Оксид углерода	0,0790	0,0530	0,047
			Диоксид азота	0,0320	0,0940	0,158
			Сажа	0,0001	0,0002	0,001

4.6. Путьевая железнодорожная техника

Расчет выбросов загрязняющих веществ (кг) с отработанными газами дизелей путьевой железнодорожной техники проводится по формуле:

$$M_{ij} = (0,7 \cdot m'_{ij} + 0,3 \cdot m_{ij} \cdot N_e \cdot k_m) \cdot T \cdot k_f \cdot k_t \cdot 10^{-3}, \quad (4.5)$$

где m'_{ij} - удельный выброс i -го загрязняющего вещества при работе j -го двигателя на холостом ходу, г/ч; m_{ij} - удельный выброс i -го загрязняющего вещества при работе j -го двигателя на единицу мощности, г/кВт ч. Данные для основных типов дизелей приведены в табл. 8; N_e - эффективная мощность двигателя, кВт (табл. 4.8); k_m - коэффициент использования мощности. Определяет среднюю эксплуатационную нагрузку дизеля (табл. 4.8); T - суммарное время работы дизеля (в сутки, месяц, год), часов; k_f - коэффициент влияния технического состояния дизелей. Принимается равным 1,2 для дизелей со сроком эксплуатации более 2-х лет и равным 1,0 для дизелей со сроком эксплуатации менее 2-х лет; k_t - коэффициент влияния климатических условий работы дизелей. Принимается равным 1,2 для районов, расположенных южнее 44° Северной широты и равным 0,8 для районов севернее 60° Северной широты. Для остальных районов $k_t = 1,0$.

Значения 0,7 и 0,3 в формуле (4.5) означают доли времени работы двигателя на холостом ходу и под нагрузкой.

Таблица 4.8

Удельные выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами различных видов путьевой техники

Наименование путьевых машин	Мощность дизеля N_e кВт	Коэффициент использова ния мощности k_m	Загрязняющее вещество		
			наименование	удельные выбросы	
				m'_{ij} , г/ч	m_{ij} , г/кВт ч
1	2	3	4	5	6
Путьеукладочные краны УК-25/9	110,3	0,3	Оксид углерода	120,0	2,99
			Диоксид азота	300,0	11,33

			Сажа	1,5	0,36
Моторные платформы МПД	110,3	0,1	Оксид углерода	120,0	2,99
			Диоксид азота	300,0	11,33
			Сажа	1,5	0,35
Щебнеочистительные машины	73,5	0,5	Оксид углерода	80,0	2,85
			Диоксид азота	200,0	11,40
ЩОМ-Д			Сажа	1,0	0,38
Щебнеочистительные машины ЩОМ-4	220,6	0,5	Оксид углерода	240,0	3,01
			Диоксид азота	600,0	11,45
			Сажа	3,0	0,41
Балластоочистительные машины БМС	294,1	0,5	Оксид углерода	310,0	3,04
			Диоксид азота	830,0	11,62
			Сажа	4,00	0,41
Выправочно-подбивочные машины ВПО-3000	220,6	0,4	Оксид углерода	240,0	3,01
			Диоксид азота	600,0	11,45
			Сажа	3,00	0,41
Выправочно-под-	177	0,4	Оксид углерода	180,00	3,00

бив-рихтовочные машины ВПР-1200			Диоксид азота	460,00	11,40
			Сажа	2,30	0,38
Выправочно-под- бив-рихтовочные машины для стрелок ВПРС-500	177	0,2	Оксид углерода	180,0	3,00
			Диоксид азота	460,0	11,40
			Сажа	2,30	0,38
Рихтовочные машины Р-2000	177	0,4	Оксид углерода	180,0	3,00
			Диоксид азота	460,0	11,40
			Сажа	2,30	0,28
Путевой мотор- ный гайковерт ПМГ	220,6	0,4	Оксид углерода	240,00	3,01
			Диоксид азота	600,00	11,45
			Сажа	3,00	0,41
Рельсоочиститель- ная машина РОМ-3	220,6	0,5	Оксид углерода	240,0	3,01
			Диоксид азота	600,0	11,45
			Сажа	3,00	0,41
Передвижная	220,6	0,4	Оксид углерода	240,0	3,01
рельсосварочная			Диоксид азота	600,0	11,45
машина ПРСМ			Сажа	3,00	0,41

Балластоуплотнительная машина	177	0,4	Оксид углерода	180,0	3,00
			Диоксид азота	460,0	11,40
			Сажа	2,30	0,38
Дрезины ДГКУ и мотовозы МПТ-4	183,8	0,15	Оксид углерода	200,0	3,01
			Диоксид азота	500,0	11,45
			Сажа	2,50	0,40
Снегоуборочные машины СМ-2	220,6	0,5	Оксид углерода	240,0	3,01
			Диоксид азота	600,0	11,45
			Сажа	3,00	0,41
Электробалластеры ЭЛБ-1,ЭЛБ-3	70,5	0,3	Оксид углерода	80,0	2,85
			Диоксид азота	200,0	11,40
			Сажа	1,00	0,38

РАБОТА №5. Расчет выбросов загрязняющих веществ при нанесении лакокрасочных покрытий

5.1. Участки нанесения лакокрасочных покрытий

Процесс формирования покрытия на поверхности изделия заключается в нанесении лакокрасочного материала и его сушке. На машиностроительных предприятиях нанесение покрытий производится преимущественно методом: пневматического и безвоздушного распыления; окраска в электростатическом поле; окунация; кистью и валиком. При этом происходит выделение в атмосферу паров органических растворителей. Красочный аэрозоль, образующийся при распылении ЛКМ, в воздух не выбрасывается ввиду того, что он практически полностью улавливается гидрофильтром, а также осаждается на стенках воздухопроводов и других элементах вентиляционных систем.

Окраска и сушка осуществляется как в специальных камерах, так и на открытых площадях производственных цехов.

Количество выделяемых в процессе окраски и сушки загрязняющих веществ зависит от применяемых окрасочных материалов, метода окраски и эффективности работы очистных устройств. Расчет выделения загрязняющих веществ производится отдельно при окраске и при сушке.

Валовый выброс аэрозоля краски (т/год) при проведении окрасочных работ определяется по формуле:

$$M_{ок} = Q \delta_k K_c K_{ос} (1 - \eta_T A) 10^{-4}, \quad (5.1)$$

где Q - количество краски, израсходованной за год, т; δ_k - доля краски, потерянной в виде аэрозоля, % (табл. 5.1); K_c - количество неиспаряющейся части краски (сухой остаток), % (табл. 5.3...5.6). $K_{ос}$ - коэффициент оседания аэрозоля краски в воздухопроводах, (табл.5.7); η_T - коэффициент очистки улавливающего аппарата; A - коэффициент, учитывающий исправную работу очистного оборудования.

Валовый выброс компонентов растворителя (т/год), входящего в состав краски при проведении окрасочных работ, определяются по формуле:

$$M_{pi} = 0,8 (Q f_{pi} + Q' f'_{pi}) \delta_p (1 - \eta_r A) 10^{-4}, \quad (5.2)$$

где Q' - количество израсходованного за год растворителя, применяемого для разбавления красок (эмалей), т; f_{pi} - доля i -го компонента растворителя, содержащегося в ЛКМ, % (табл. 5.3-5.6); f'_{pi} - количество i -го компонента, содержащегося в растворителе, % (табл. 5.2). δ_p - доля

растворителя, выделившегося при нанесении покрытия, % (табл. 5.1); η_r - эффективность аппаратов по очистке от газообразных выбросов, в долях единицы; 0,8 - коэффициент выхода летучих из ЛКМ.

Валовый выброс загрязняющих веществ (т/год), выделяющихся при сушке окрашенных поверхностей, определяются по формуле:

$$M'_{pi} = 0,8 (Q f_{pi} + Q' f'_{pi}) \delta'_p (1 - \eta_r A) 10^{-4}, \quad (5.3)$$

где δ'_p - доля растворителя, выделившегося при сушке, % (табл. 5.1).

Максимально разовый выброс загрязняющих веществ (г/с) определяется из расчета максимального расхода лакокрасочного материала за 20-ти минутный интервал времени.

Для аэрозоля краски:

$$G_k = P_{20} \delta_k K_c K_{oc} (1 - \eta_T A) / 1200, \quad (5.4)$$

где P_{20} - максимальный расход ЛКМ за 20-ти минутный интервал времени проведения окрасочных работ, кг.

Для компонентов растворителей при проведении окрасочных работ:

$$G_{pi} = 0,8 (P_{20} f_{pi} + P'_{20} f'_{pi}) \delta^{\circ}_p (1 - \eta_r A) / 1200, \quad (5.5)$$

где P'_{20} - максимальный расход растворителя за 20-ти минутный интервал времени проведения окрасочных работ, кг.

Максимально разовый выброс компонентов растворителей при сушке зависит от вида сушильного оборудования и параметров технологического процесса.

Таблица 5.1

Выделение загрязняющих веществ при различных способах нанесения лакокрасочных материалов

Способ нанесения	Выделение загрязняющих веществ	
	лакокрасочных материалов	Красочный аэрозоль, % от массы
краски, δ_k		при краске, δ°_p при сушке, δ^c_p

Распыление:			
пневматическое	30	25	75
безвоздушное	2,5	23	77
Гидроэлектростатическое	1,0	25	75
Пневмоэлектростатическое	3,5	20	80
электростатическое	0,3	50	50
Горячее	20	22	78
Электроосаждение	-	10	90
Окувание (пропитка)	-	28	72
Струйный облив	-	35	65
Покрытие лаком в лаконаливных машинах:			
металлических изделий	-	60	40
деревянных изделий	-	80	20

Таблица 5.2

Состав растворителей, в % по весу.

Компоненты	P-4	P-5	P-6	P-7	P-12	P-14	P-24	P-40	P-60	P-189
Ацетон	26	30	-	-	-	-	15	-	-	-
Бензол	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-
Бутилацетат	12	30	15	-	30	-	-	-	-	13

Бутиловый спирт	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-
Ксилол	-	40	-	-	10	-	35	-	-	13
Метилэтилкетон	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37
Сольвент нефта	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-
Толуол	62	-	-	-	60	50	-	50	-	-
Циклогексанон	-	-	-	50	-	50	-	-	-	-
Этилглицоляцетат	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37
Этиловый спирт	-	-	30	50	-	-	-	-	70	-
Этилцеллозольв	-	-	-	-	-	-	-	50	30	-
Компоненты	P-197	P-198	P-219	P-548	P-1101	P-1166	P-2106	P-3160		
Ацетон	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-
Бутиловый спирт	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60
Ксилол	27	-	-	-	-	-	50	-	-	-
Растворитель AP	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Скипидар экстракционный	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пропиленкарбонат	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-
Сольвент нефта	-	-	-	-	55	-	70	-	-	-
Толуол	-	-	33	-	25	-	-	-	-	-
Циклогексанон	-	50	34	-	-	15	30	-	-	-

Этилацетат	-	-	-	-	-	20	-	-
Этилглицоляцетат	-	-	-	-	20	-	-	-
Этиловый спирт	-	-	-	-	-	-	-	40
Этилцеллозольв	-	50	-	70	-	15	-	-

Продолжение табл.5.2

Компоненты	РЛ-176	РЛ-277	РЛ-278	РЛ-298	РВЛ	РФГ	РС-2	№645
Ацетон	-	-	-	-	-	-	-	3
Бутилацетат	-	-	-	-	-	-	-	18
Бутиловый спирт	-	-	20	-	-	75	-	10
Ксилол	-	-	30	70	-	-	30	-
Метилэтилкетон	-	50	-	-	-	-	-	-
Сольвент нефта	50	-	-	-	-	-	-	-
Толуол	-	-	25	-	-	-	-	50
Уайт-спирит	-	-	-	-	-	-	70	-
Хлорбензол	-	-	-	-	50	-	-	-
Циклогексанон	50	50	-	-	-	-	-	-
Этилацетат	-	-	-	-	-	-	-	9
Этиловый спирт	-	-	15	-	-	25	-	10

Этилцеллозольв	-	-	10	30	50	-	-	-
----------------	---	---	----	----	----	---	---	---

Продолжение табл. 5.2

Компоненты	№ 646	№ 647	№ 648	№ 649	№ 650	РМЛ	РМЛ-218	РМЛ-315
Ацетон	7	-	-	-	-	-	-	-
Бутилацетат	10	29,8	50	-	-	-	9	18
Бутиловый спирт	15	-	20	20	30	10	9	15
Ксилол	-	-	-	50	50	-	23,5	25
Толуол	50	41,3	20	-	-	10	23,5	25
Этилацетат	-	21,2	-	-	-	-	16	-
Этиловый спирт	10	7,7	10	-	-	64	16	-
Этилцеллозольв	8	-	-	30	20	16	3	17

Продолжение табл. 5.2

Компоненты	РДВ	РКБ-1	РКБ-2	М	АМР-3	Р251Б	ЛКР
Ацетон	3	-	-	-	-	-	-
Бутилацетат	18	-	-	30	25	-	5
Бутиловый спирт	10	50	95	5	22	-	-

Ксилол	-	50	5	-	-	-	-
Метилизобутилкетон	-	-	-	-	-	40	-
Толуол	50	-	-	-	30	-	-
Циклогексанон	-	-	-	-	-	60	-
Растворитель AP	-	-	-	-	-	-	10
Этилацетат	9	-	-	5	-	-	25
Этиловый спирт	10	-	-	60	23	-	60

Таблица 5.3

Состав нитрогрунтовок, нитроцеллюлозных лаков, в % по весу

Компоненты	Грунтовки		Лаки						
	НЦ-0140	ВНК	НЦ-221	НЦ-222	НЦ-223	НЦ-224	НЦ-218	НЦ-243	НЦ-52
Ацетон	-	2,3	3,4	-	-	-	-	-	-
Бутанол	12	5,3	16,6	7,4	0,05	8	6,3	11,1	33
Бутилацетат	16	3,5	12,5	7,2	12,06	10,2	6,3	7,4	-
Этилацетат	12	9,4	8,3	12,4	3,35	10,5	11,2	5,18	-
Этиловый спирт	8	9,4	8,3	12,2	-	34,05	11,2	7,4	1
Ксилол	-	17,8	-	-	16,75	10,3	16,45	-	-
Толуол	16	20,6	33,2	36,3	16,75	-	16,45	37	-
Этилцеллозольв	12	17,7	-	2,5	8,04	-	2,1	5,92	-

Циклогексанон	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Окситерпеновый растворитель	-	-	-	-	-	1,95	-	-	4
Сольвент нефта	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76
Летучая часть, %	80	70	83,1	78	68	75	74	74	38,76
Сухой остаток, %	20	30	16,9	22	32	25	26	26	61,24

Таблица 5.4

Состав полиэфирных, поли- и нитроуретановых лаков, в % по весу

Компоненты	ПЭ-246	ПЭ-265	ПЭ-232	ПЭ-220	ПЭ-250М	УР-277М	ПЭ-251Б	УР-249М
Ацетон	1,5	1,5	29	31	38	-	-	-
Бутилацетат	5	5	-	-	-	-	-	26
Стирол	1,5	1,5	-	-	-	-	4,0	-
Ксилол	-	-	1	1,5	1	5	1	16
Толуол	-	-	5	2,5	4	-	1	-
Метилизобутилкетон	-	-	-	-	-	-	9,5	-
Циклогексанон	-	-	-	-	-	34	9,5	14
Этилглицоляцетат	-	-	-	-	-	26	-	15
Летучая часть, %	8	8	35	35	43	65	25	71
Сухой остаток, %	92	92	65	65	57	35	75	39

Таблица 5.5

Состав эмалей и лаков, в % по весу

Компоненты	НЦ-25	НЦ-132П	НЦ-1125	НЦ-257	НЦ-258	ХВ-518	ПФ-115
Бутилацетат	6,6	6,4	6	6,2	6,5	7	-
Этилцеллозольв	5,28	6,4	4,8	4,96	-	-	-
Ацетон	4,62	6,4	4,2	4,34	-	19,6	-
Бутиловый спирт	9,9	12	6	9,3	10,4	-	-
Этиловый спирт	9,9	16	9	6,2	5,85	-	-
Толуол	29,7	32,8	30	31	13	-	-
Этилацетат	-	-	-	-	0,75	-	-
Ксилол	-	-	-	-	16,25	-	13,8
Сольвент нефта	-	-	-	-	-	43,4	-
Уайт-спирит	-	-	-	-	-	-	31,2
Продолжение табл.5.5							
Циклогексанон	-	-	-	-	3,25	-	-
Летучая часть, %	66	80	60	62	65	70	45,0
Сухой остаток, %	34	20	40	38	35	30	55
Продолжение табл. 5.5							
Компоненты	ПФ-133	МС-17	ПЭ-276	НЦ-0140	БТ-99	БТ-577	БТ-985

Сольвент-нафта	-	-	-	-	32	-	-	-
Этилацетат	-	6	-	-	-	-	-	-
Уайт-спирит	25	-	-	-	-	25	-	-
Летучая часть, %	25	30	30	33	32	25	51	61
Сухой остаток, %	75	70	70	67	68	75	49	39

Продолжение табл. 5.6

Компоненты	ФЛО ЗК	ХС -010	АК-070	Разрав . жидкос ть РМЕ	Распред жидк. НЦ- 313	Нитропо- литур НЦ- 314	Полиров.. вода №18
Ацетон	-	17,4	-	-	-	-	-
Бутилацетат	-	8,0	43,5	15	6,4	8,1	1
Толуол	-	41,6	17,4	-	3,6	8,7	-
Этанол	-	-	8,7	54	76,7	55,6	69
Бутанол	-	-	17,4	4	2	-	5
Ксилол	15	-	-	-	-	-	-
Этилцеллозольв		-	-	-	3	13,6	-
Этилацетат		-	8,7	20	5,2	-	2
Окситерпеновый растворитель	-	-	-	1	-	-	-
Уайт-спирит	15	-	-	-	-	-	-

Бензин "галоша"	-	-	-	-	-	-	20
Летучая часть, %	30	67	87	94	96,9	86	97
Сухой остаток, %	70	33	13	6	3,1	14	3

Таблица 5.7

Значение коэффициента оседания аэрозоля краски в зависимости от длины газоздушного тракта (данные Гипротранспуть)

Длина воздуховода от места выделения до очистного устройства, м	до 2	2-5	5-10	10-15	15-20
Коэффициент $K_{ос}$	1,0	1,0-0,8	0,8-0,5	0,5-0,3	0,3-0,1

Примечание: в случае отсутствия очистного устройства длина берется от места выделения до места выброса аэрозоля краски. Коэффициент определен при средней скорости воздуха в воздуховоде 6-10 м/с.

РАБОТА №6. Расчет выбросов углеводородов при хранении нефтепродуктов

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на азс являются резервуары с нефтепродуктами при их заполнении и топливные баки автомобилей при их заправке.

Валовый выброс углеводородов (т/год) определяется по формуле :

$$M_{CH} = (n_1 m_1 + n'1 m'1 + n_5 m_5 + n'5 m'5) 10^{-3}, \quad (6.1)$$

где $n_1, n'1$ - нормы естественной убыли нефтепродуктов первой группы при приемке, хранении и отпуске в осенне-зимний и весенне-летний периоды, кг/т;
 $m_1, m'1$ - количество нефтепродуктов первой группы, реализуемое в каждый период года, т; $n_5, n'5$ - нормы естественной убыли нефтепродуктов пятой группы при приемке, хранении и отпуске в осенне-зимний и весеннее-летний периоды, кг/т; $m_5, m'5$ - количество нефтепродуктов пятой группы, реализуемое в каждый период года, т.

Максимально разовый выброс углеводородов (г/с) определяется только в весенне-летний период при сливе нефтепродуктов первой группы из автоцистерны в резервуар по формуле:

$$G_{CH} = \frac{C_1 \cdot V}{f_{сл}}, \quad (6.2)$$

где c_1 - концентрация углеводородов в выбросах газовой смеси при заполнении резервуара в весенне-летний период нефтепродуктами первой группы, $c_1 = 200 \text{ г/м}^3$; V - количество топлива, м^3 ; $t_{сл}$ - время слива, с.

Таблица 6.1

Характеристики автомобилей-цистерн предназначенных для перевозки нефтепродуктов

Марка автомобиля-цистерны	Объем цистерны, м^3	Время слива, с	
		с помощью насоса	Самотеком
АЦ-4.2-53А	4.2	600	1020

АЦ-4.2-130	4.2	600	1020
ТСВ-6	6.5	900	1560
ПЦ-5.6-817	5.6	-	1200

Распределение нефтепродуктов по группам, распределение территории России по климатическим зонам и нормы естественной убыли нефтепродуктов при приемке, хранении и отпуске на АЗС и пунктах заправки приведены в табл. 2, 3, 4.

Таблица 6.2

Распределение территории РСФСР по климатическим зонам для применения норм естественной убыли

Климатическая зона	Край, автономный округ, область, входящие в климатическую зону
1	<p>Автономные республики: Бурятская, Карельская, Коми (г.Воркута, г. Инта, г. Печора), Якутская</p> <p>Края: Красноярский (кроме Хакасской автономной республики)</p> <p>Автономные округа: Ненецкий, Таймырский (Долгано-Ненецкий), Ханты-мансийский, Чукотский, Эвенский, Ямало-Ненецкий</p> <p>Области: Амурская, Иркутская, Мурманская, Томская</p>
2	<p>Автономные республики: Башкирская, Коми (кроме г.Воркута, г. Инта, г. Печора), Марийская, Татарская, Тувинская, Удмурдская, Чувашская</p> <p>Края: Алтайский, приморский, Хабаровский</p> <p>Автономные области: Горно-Алтайская, Еврейская, Хакасская</p> <p>Области: Архангельская, Белгородская, Брянская, Владимирская, Вологодская, Воронежская, Горьковская, Ивановская, Калининская, Кировская,</p>

	Костромская, Куйбышевская, Курганская, Курская, Ленинградская, Липецкая, Магаданская, Московская, Новгородская, Омская, Оренбургская, Орловская, Пензенская, Пермская, Псковская, Рязанская, Саратовская, Сахалинская, Смоленская, Тамбовская, Тульская, Тюменская, Ульяновская, Челябинская, Читинская, Ярославская
3	Автономные республики: Дагестанская, Кабардино-Балкарская, Калмыцкая, Чечено-Ингушская Края: Краснодарский, ставропольский Области: Астраханская, Волгоградская, Ростовская

Таблица 6.3

Распределение нефтепродуктов по группам

Группа	Наименование нефтепродукта
1	Бензин автомобильный, ГОСТ 2084-77
	Бензин автомобильный АН-96 "Экстра", ОСТ 38019-75
5	Масло АМГ-10 (МГ-15В) ГОСТ 6794-75
	Топливо дизельное кроме "зимнего" и "Арктического" ГОСТ 305-83
	Топливо моторное для среднеоборотных и малооборотных дизелей, ГОСТ 1667-68
	Топливо нефтяное для газотурбинных установок, ГОСТ 10433-75
	Топливо печное бытовое ТПБ, ТУ 38 101656-76
	Топливо дизельное экспортное, ТУ 38 001162-73

Таблица 6.4

Нормы естественной убыли нефтепродуктов при приемке, хранении, отпуске на автозаправочных станциях и пунктах заправки, кг/т принятого количества

Тип резервуара	Группа нефтепродукта	Климатическая зона					
		1		2		3	
		осенне-зимний период	весенне-летний период	осенне-зимний период	весенне-летний период	осенне-зимний период	весенне-летний период
Наземный	1	0,36	0,6	0,54	0,99	0,72	1,05
Стальной	5	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Наземный стальной понтоном	1	0,15	0,3	0,27	0,4	0,4	0,56
Заглубленный	1	0,23	0,3	0,36	0,4	0,48	0,56
	5	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02

Примечание: Календарный план делится на два периода: осенне-зимний (с 1 октября по 31 марта включительно) и весенне-летний (с 1 апреля по 30 сентября включительно).

РАБОТА №7. Расчет выбросов загрязняющих веществ машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий.

7.1. Литейные цеха

Литейные цеха включают в свой состав плавильные агрегаты, шихтовый двор, участки приготовления формовочных и стержневых смесей, разлива металла и очистки литья.

В качестве плавильных агрегатов в основном используются вагранки открытого и закрытого типа, дуговые, индукционные и тигельные печи. Расчет выбросов загрязняющих веществ (т/год) производится по формуле:

$$M_{vi} = q_i Q \beta (1 - \eta) 10^{-3}, \quad (7.1)$$

где q_i - удельное выделение вещества на единицу продукции, кг/т; Q - производительность агрегата, т/год; β - поправочный коэффициент для учета условий плавки; η - эффективность средств по снижению выбросов в долях единицы.

Расчет максимально разовых выбросов загрязняющих веществ (г/с) производится по формуле:

$$G_{vi} = q_i D \beta (1 - \eta) / 3,6, \quad (7.2)$$

где D - расчетная производительность агрегата, т/ч.

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при плавке чугуна в открытых чугунолитейных вагранках производительностью до 25 т/ч приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при плавке чугуна в открытых вагранках (на единицу массы выплавляемого металла)

Производительность вагранки, т/ч	Наименования и удельные количества выделяемых загрязняющих веществ, кг/т				
	Пыль	Оксид углерода	Сернистый ангидрид	Углеводороды	Диоксид азота
2	20	200	1,5	2,60	0,014

3	20	200	1,4	2,40	0,014
4	20	200	1,4	2,30	0,012
5	20	185	1,4	2,20	0,013
7	19	200	1,5	2,40	0,014
10	19	180	1,4	2,20	0,014
15	17	180	1,3	2,10	0,012
20	18	190	1,5	2,30	0,014
25	19	200	1,4	2,40	0,014

Технология литейного производства характеризуется большим количеством операций, которые сопровождаются выделением пыли, оксида углерода, сернистого ангидрида, диоксида азота, углеводородов.

Закрытые чугунолитейные вагранки производительностью 5-10 т/ч при плавке чугуна выделяют в среднем на тонну выплавляемого металла: пыли - 11,5 кг, оксида углерода - 193 кг, сернистого ангидрида - 0,4 кг, углеводородов - 0,7 кг.

Кроме того, при выпуске 1 т чугуна из вагранок в ковши в атмосферу цеха выделяется около 125-130 г оксида углерода 18-22 г графитной пыли, удаляемых через фонарные проемы или через системы общеобменной вентиляции. При разливе чугуна в формы в атмосферу цеха выделяется оксид углерода. Его удельное количество (КСО) зависит от массы отливок следующим образом:

М, кг	8-30	31-50	51-100	101-200	201-300	301-500	501-1000	1001-2000
КСО, кг/т	1,2	1,10	1,05	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70

Это дополнительное выделение загрязняющих веществ необходимо учитывать как неорганизованные выбросы.

Емкость электродуговых печей, предназначенных для плавки стали и чугуна, на машиностроительных предприятиях не превышает 100 т. Выделение ими загрязняющих веществ в ходе технологического процесса зависит от марок выплавляемых сплавов, продувки кислородом и ряда других факторов, причем состав и количество выделяющихся компонентов изменяется в течении плавки. Удельные показатели выделения загрязняющих веществ приведены в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Удельные выделения загрязняющих веществ из электродуговых печей

Ем- кость печи, т	Выплавка стали				Выплавка чугуна			
	Произво- дитель- ность печи, т/ч	Наименования и удельные количества выделяемых загрязняющих веществ, кг/т			Произво- дитель- ность печи, т/ч	Наименования и удельные количества выделяемых загрязняющих веществ, кг/т		
		Пыль	Оксид углерода	Диоксид азота		Пыль	Оксид углерода	Диоксид азота
0,5	0,33	9,9	1,4	0,27	-	-	-	-
1,5	0,94	9,8	1,2	0,26	-	-	-	-
3,0	1,56	9,5	1,3	0,26	1,65	9,5	1,3	0,26
5,0	2,0	9,4	1,3	0,26	2,5	9,4	1,3	0,26
6,0	2,7	9,2	1,4	0,27	2,8	9,2	1,4	0,27
10,0	3,0	8,8	1,4	0,27	4,5	8,8	1,4	0,27

12,0	4,2	8,7	1,5	0,29	5,1	8,7	1,5	0,29
20,0	5,9	8,1	1,5	0,29	7,0	8,1	1,5	0,29
25,0	6,2	7,6	1,5	0,29	8,0	7,6	1,5	0,29
40,0	10,6	7,0	1,5	0,29	12,0	7,0	1,5	0,29
50,0	11,4	6,9	1,4	0,28	14,0	6,9	1,4	0,28
100,0	21,0	6,6	1,5	0,29	23,0	6,6	1,5	0,29

Таблица 7.3

Значения коэффициента β

Условия плавки	Для стали	Для чугуна
Кислый процесс	1,00	1,00
Основной процесс	0,80	0,67
Применение кислорода	1,15	1,10
Плавка легированной стали	0,85	-
Предварительный нагрев шихты до 400 °С	-	1,22

Кроме веществ, перечисленных в табл. 7.1, 7.2 в выбросах присутствуют оксиды серы - 1,6 г/т, цианиды - 28,4 г/т, фториды - 0,56 г/т. При плавке нержавеющей, жаропрочных и кислотоупорных сталей удельные показатели выделения пыли в отходящих газах (табл. 7.2) следует увеличить в 1,4 - 1,5 раза, при продувке кислородом - принимать ориентировочно 0,5 кг на 1 м³ кислорода.

Для индукционных тигельных печей промышленной частоты тока, тигельных и канальных печей для плавки чугуна и тигельных печей повышенной частоты тока для плавки стали средний удельный показатель выделения пыли составляет 0,75 - 1,5 кг/т металла, масса выделяемых загрязняющих веществ незначительна.

При работе плавильных агрегатов, кроме организованных, нужно учитывать неорганизованные выделения за счет неплотностей технологического оборудования и при выполнении некоторых операций технологического процесса (например, при выпуске расплавленного металла в изложницы, ковши и др.). Они составляют в среднем 40% массы веществ, выделяемых плавильными агрегатами. Поэтому для оценки количества организованных и неорганизованных выбросов в расчетную формулу вводят коэффициент 1,4.

Плавка цветных металлов и сплавов на их основе на машиностроительных заводах осуществляется в основном в индукционных тигельных и канальных печах, печах сопротивления и электродуговых, производительность которых находится в пределах 0,15 - 2,0 т/ч. В газовых выделениях содержатся возгоны металла и его оксидов, оксиды серы и азота, фтористый водород, аммиак, ионы хлора, графитовая пыль, фтористый кальций, хлористый барий и другие соединения. Количественный состав этих выделений еще недостаточно изучен. В табл. 7.4, 7.5 приведены ориентировочные удельные показатели выделения загрязняющих веществ.

Удельные показатели выделения пыли в процессе складирования и транспортировки сыпучих материалов, входящих в состав шихтовых смесей и формовочных материалов (при скорости ветра 2-5 м/с), приведены в табл.7.7.

Таблица 7.4

**Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при
плавке цветных металлов
и сплавов (на единицу оборудования, кг/ч, на единицу массы
выплавляемого металла, кг/т)**

Тип печи	Характеристика печи			Наименования и удельные количества выделяемых загрязняющих веществ					
	емкость, т	производительность, т/ч	Расход топлива, кг/ч	взвешенные вещества		оксид углерода		диоксид азота	
				кг/ч	кг/т	кг/ч	кг/т	кг/ч	кг/т
Плавка сплавов на медной основе									
Дуговые печи	0,25	0,35	-	0,91-1,02	2,61-2,92	0,65-0,78	1,86-2,24	0,24-0,42	0,68-1,2
типа ДМК,	0,50	0,50	-	1,29-1,64	2,58-2,84	0,89-1,08	1,75-2,18	0,32-0,58	0,65-1,17
ДМБ	1,00	0,70	-	1,71-1,95	2,45-2,78	1,17-1,42	1,68-2,03	0,43-0,80	0,61-1,14
Индукционные	1,00	0,6-0,9	-	0,25-0,64	0,42-0,71	0,07-0,15	0,12-0,17	0,31-0,69	0,51-0,77
тигельные печи	2,50	1,4-1,8	-	0,60-1,35	0,43-0,75	0,15-0,27	0,11-0,15	0,70-1,40	0,50-0,78
промышленной	6,00	2,1-2,8	-	0,88-1,90	0,42-0,68	0,23-0,42	0,11-0,15	1,05-2,38	0,50-0,78
частоты типа	10,00	3,2-3,7	-	0,86-2,55	0,41-0,69	0,25-0,59	0,12-0,16	1,03-2,77	0,49-0,75
ИЛТ	25,00	6,6-7,5	-	2,38-4,35	0,36-0,58	0,72-1,20	0,11-0,16	3,17-5,62	0,48-0,75
Индукционные канальные печи типа ИЛК	1,00- 16,00	0,8-10,0	Удельные выделения загрязняющих веществ приблизительно на 4-5% тигельных печей типа ИЛТ						
Печи сопротивления СМБ	-	-	-	-	0,8-1,27	-	0,2-0,5	-	0,3-0,7

Плавка алюминиевых сплавов									
Индукционные	0,25	0,15	-	0,04-0,08	0,24-0,57	0,01-0,02	0,09-0,13	0,02-0,04	0,17-0,24
тигельные печи	0,40	0,28	-	0,07-0,16	0,24-0,57	0,02-0,04	0,09-0,13	0,05-0,07	0,17-0,24
промышленной	0,60	0,36	-	0,09-0,20	0,24-0,57	0,03-0,06	0,09-0,13	0,06-0,08	0,16-0,23
частоты ИАТ	1,00	0,55	-	0,13-0,31	0,25-0,56	0,05-0,07	0,09-0,13	0,08-0,11	0,15-0,20
	2,50	1,55	-	0,22-0,84	0,21-0,54	0,12-0,19	0,08-0,12	0,23-0,29	0,15-0,19
	6,00	1,95	-	0,39-0,99	0,20-0,51	0,16-0,23	0,08-0,12	0,25-0,33	0,13-0,17
Тигельные печи	0,15	0,05	-	0,03-0,05	0,53-1,08	0,01-0,02	0,15-0,38	0,01-0,02	0,22-0,30
сопротивления	0,25	0,08	-	0,04-0,09	0,53-1,08	0,02-0,03	0,15-0,38	0,02-0,03	0,22-0,30
САТ	0,50	0,125	-	0,06-0,13	0,53-1,05	0,03-0,05	0,15-0,38	0,03-0,04	0,22-0,30
Тигельные	0,18	-	30	0,10-0,16	1,51-2,33	0,03-0,05	0,47-0,70	0,01-0,02	0,23-0,29
газовые печи типа ПГМ	0,25	-	40	0,13-0,19	1,51-2,33	0,04-0,06	0,58-0,81	0,02-0,03	0,25-0,31
Отражательные пламенные	1,00	-	50	1,32-1,64	2,57-3,26	1,03-1,15	2,03-2,26	0,15-0,18	0,30-0,36
мазутные печи	2,00	-	90	2,87-2,66	2,59-3,31	3,59-3,82	3,54-3,77	0,41-0,47	0,39-0,48
	3,50	-	90	3,49-5,67	2,56-3,18	4,96-5,28	3,54-3,77	0,53-0,66	0,39-0,48
	7,00	-	100	6,95-9,42	2,48-3,06	10,98-11,62	3,92-4,15	1,20-1,37	0,43-0,49

	12,00	-	140	11,74-16,35	2,51-3,12	25,52-26,60	5,43-5,66	2,44-2,73	0,52-0,58
Плавка магниевых сплавов в индукционных печах под слоем флюса	-	-	-	-	0,04-1,86	-	-	-	-
Раздаточные печи (миксеры)	-	-	-	0,38-1,18	-	0,06-0,86	-	0,09-0,39	-
Плавильно-заливочные участки:									
литья цветных металлов	-	-	-	0,01-0,02	-	0,33-1,51	-	0,04-0,21	-
литья алюминиевых сплавов	-	-	-	-	0,06-0,09	-	-	-	-
литья магниевых сплавов	-	-	-	-	0,01-0,37	-	-	-	-
Слив и очистка технологического остатка при плавке магниевых сплавов	-	-	-	-	0,01-0,23	-	-	-	-

Примечания: 1. При плавке сплавов на медной основе с высокой температурой плавления (титановые, никелевые и другие) количество выделяющихся загрязняющих компонентов увеличивается на 15-20%. При плавке с флюсами выделение загрязняющих веществ увеличивается на 10-15%;

2. При плавке алюминиевых сплавов с флюсами выделение загрязняющих веществ увеличивается на 10-15%. В составе прочих загрязняющих веществ выделяются: плохо растворимые неорганические фториды до 0,12 кг/т и хлориды - до 0,23 кг/т;

3. При плавке магниевых сплавов в индукционных печах под слоем флюса расход фреона для создания защитной атмосферы составляет 130 л/ч, а при литье - 400 л/ч.

Таблица 7.5

*Удельные показатели выделения загрязняющих от печей
цветного литья
(на единицу оборудования, г/с, на единицу массы выплавляемого
металла, г/кг)*

Тип печи	Марка печи	Тип сплава	Тип состава, применяемого при рафинировании	Загрязняющие вещества
				Наименование
1	2	3	4	5
Индукционные тигельные печи	ИАТ-1М	Алюминиевые сплавы АЛ9, АК7	Хлористый цинк	Взвешенные вещества всего в том числе: оксид алюминия диоксид кремния

			<p>Оксид углерода</p> <p>Диоксид азота</p> <p>Сернистый ангидрид</p> <p>Сероводород</p> <p>Углеводороды</p>
ИАТ-1,5	Алюминиевый сплав АК9	Гексахлорэтан	<p>Взвешенные вещества</p> <p>всего</p> <p>в том числе:</p> <p>оксид алюминия</p> <p>диоксид кремния</p> <p>Оксид углерода</p> <p>Диоксид азота</p> <p>Сернистый ангидрид</p> <p>Углеводороды</p>
ИАТ-2,5	Алюминиевый сплав АК-6	Гексахлорэтан	<p>Взвешенные вещества</p> <p>всего</p> <p>в том числе:</p> <p>оксид алюминия</p> <p>диоксид кремния</p> <p>Оксид углерода</p>

1	2	3	4	Диоксид азота 5 Сернистый ангидрид Углеводороды
	ИАТ-6	Алюминиевый сплав АЛ10В	Гексахлорэтан	Взвешенные вещества всего в том числе: оксид алюминия диоксид кремния Оксид углерода Диоксид азота Сернистый ангидрид Углеводороды Фосфорный ангидрид
Газовая отражательная	ВНИИТ- МАШ	Алюминиевые сплавы АЛ9, АК7	Состав МХЗ (NaCl - 54%, KCl - 32%, Na ₂ SiF ₆ - 14%)	Взвешенные вещества всего в том числе: оксид алюминия диоксид кремния Оксид углерода

				Диоксид азота Хлористый водород Сернистый ангидрид
Тигельно-газовая	“Колеман”	Алюминиевые сплавы АЛ9, АК7, АЛ10В	Хлористый цинк + хлористый магний	Взвешенные вещества всего в том числе: оксид алюминия Оксид углерода Диоксид азота Хлористый водород Сернистый ангидрид
Тигельная	CAT-2,5	Алюминиевый сплав АК21	KCl - 25%, P ₄ S ₁₀ - 30%, C ₂ Cl ₆ - 38%, K ₂ TiF ₆ - 7%	Взвешенные вещества всего в том числе: оксид алюминия Оксид углерода Диоксид азота Хлористый водород Сернистый ангидрид
1	2	3	4	5

				Сероводород Фосфорный ангидрид
Печи сопротивления	САН-2,5	Алюминиевый сплав АК6	Гексахлорэтан	Взвешенные вещества всего в том числе: оксид алюминия Оксид углерода Диоксид азота Хлористый водород Сернистый ангидрид Сероводород
	AR 20000	То же	То же	Взвешенные вещества всего в том числе: оксид алюминия Оксид углерода Диоксид азота Сернистый ангидрид
	AR 60000	-//-	-//-	Взвешенные вещества всего

1				<p>в том числе:</p> <p>оксид алюминия</p> <p>Оксид углерода</p> <p>5</p> <p>Диоксид азота</p> <p>Сернистый ангидрид</p>
	НО-136	Алюминиевый сплав АК6	Хлористый цинк	<p>Взвешенные вещества</p> <p>всего</p> <p>в том числе:</p> <p>оксид алюминия</p> <p>Оксид углерода</p> <p>Диоксид азота</p> <p>Хлористый водород</p> <p>Сернистый ангидрид</p>
Дуговая печь	ДМК-0,5	Бронзовый сплав	Фосфористая медь МФ3	<p>Взвешенные вещества</p> <p>всего</p> <p>Оксид углерода</p> <p>Диоксид азота</p>
Печь сопротивления	НО-195	Бронза Бр05Ц505	Фтористая медь МФ3	<p>Взвешенные вещества</p> <p>всего</p>

				Оксид углерода
				Диоксид азота
				Фосфорный ангидрид

Таблица 7.6

Удельные показатели выделения пыли при обработке материалов на различных участках литейного производства (на единицу массы расходуемых материалов, кг/т)

Операция технологического процесса	Наименования и удельные количества выделяемой пыли, кг/т						
	Песок	Бетонит, пыль	Извест- няк	Кокс литей- ный	Уголь камен- ный	Глина формо- вочная сухая	Опилки, торфяная крошка
Выгрузка из вагонов и самосвалов грейферными механизмами приемные ямы	0,10	0,25	0,23	0,28	0,14	0,08	0,33
Загрузка в приемные бункеры и закрома хранилища через аспирируемые точки	-	0,31	0,75	0,70	0,40	0,22	0,85
Перемещение материала одноковшовым экскаватором производительностью до 90 м ³ /ч	0,05	0,09	0,15	0,05	0,03	0,04	0,05
Перемещение материала мостовыми кранами с грейферными механизмами и канатно- скреперными установками производительностью до 17 м ³ /ч	0,15	0,28	0,45	0,15	0,07	0,12	0,13

Таблица.7.7

Удельные показатели выделения пыли при складировании и транспортировке сыпучих материалов (на единицу массы расходуемых (перерабатываемых) материалов, кг/т)

Вид работ	Материал		
	кусовой (средний диаметр > 8 мм)	порошкообразный (средний диаметр < 8 мм)	горелая земля
1	2	3	4
Загрузка сыпучего материала в желоба при перегрузках и транспортировке	1,41	4,20	-
Разгрузка сыпучего материала из желоба при перегрузках и транспортировке	1,13	2,73	-
1	2	3	4
Пересыпка на транспортеры	0,70	1,53	0,50
Пересыпка из комбинированных укрытий ленточных конвейеров, транспортеров, элеваторов при транспортировке	0,40	1,03	0,30
Пересыпка из комбинированных укрытий в галереях ленточных конвейеров при транспортировке	0,53	1,17	0,43
Местный отсос от питателей и дозаторов	0,50	1,06	0,30

В процессе приготовления формовочных смесей при применении наиболее распространенного на машиностроительных заводах оборудования удельные выделения пыли (кг/т) составляют:

при сушке в барабанном сушиле (горизонтальном)

песка	0,5
глины	2,5
из установки сушки песка	
в потоке горячих газов	2,1
в кипящем слое	1,3
вертикальной	1,0
при дроблении и помоле шихтовых материалов	
в дробилках	
шнековых производительностью до 20 т/ч	6,0
конусных производительностью до 50 т/ч	5,0
молотковых производительностью до 5 т/ч	4,5
в шаровых мельницах производительностью до 1 т/ч	7,0
в молотковых мельницах производительностью до 2 т/ч	7,0
при смешении формовочных материалов	
из сит	
вибрационных	4,0
плоских механических	7,0
барабанных (полигональных и цилиндрических)	3,0
из смесителей периодического действия	
с вертикально вращающимися катками производительностью до 50 т/ч	1,0

с горизонтально вращающимися катками производительностью до 60 т/ч	1,2
из смесителей тарельчатых производительностью до 20 т/ч	0,6
из смесителей непрерывного действия с вертикально вращающимися катками производительностью до 60 т/ч	1,3

При просеивании горячих материалов с температурой 50 °С соответствующие удельные выделения из сит увеличиваются на 25-30 %.

При изготовлении песчано-глинистых формовочных и стержневых смесей с применением оборудования, рассмотренного выше, используются указанные значения удельных выделений.

В состав формовочных смесей для чугуна и стального литья входят в качестве добавок сульфитно-спиртовая (до 3% по массе) или связующее СБ (до 5% по массе). При этом происходит выделение ароматических углеводородов в количестве 40-50 г/т.

При использовании формовочных смесей холодного твердения, содержащих фенолформальдегидную смолу, выделяются оксид углерода, бензол, фенол, формальдегид, метанол; из карбамидной смолы УКС-Л выделяются оксид углерода, формальдегид, метан, цианиды, аммиак и др. В табл. 7.8 приведены данные о выделении отдельных загрязняющих веществ при работе с наиболее распространенными смолами. В табл. 7.9 приведены данные о выделении загрязняющих веществ из холоднотвердеющих формовочных и стержневых смесей и синтетических смол для различных процессов.

В табл. 7.10 приведены средние значения выделения загрязняющих веществ при выбивке форм и стержней. В табл. 7.11 даются удельные выделения пыли при работе основных типов оборудования для разных способов очистки изделий. В табл. 7.12 приводятся сведения о составе и количестве выделяющихся веществ при литье по выплавляемым моделям.

Таблица 7.8

*Удельные показатели выделения загрязняющих веществ
при сушке форм и стержней (на единицу оборудования, кг/ч)*

Тип оборудования	Наименования и удельные количества выделяемых загрязняющих веществ, кг/т						
	оксид углерода	диоксид азота	сернистый ангидрид	фтористый водород	формальдегид	метан	акролеин
Горизонтальные конвейерные сушила	0,511	0,253	0,140	-	0,080	0,031	0,085
Конвейерные сушила ЗИЛ	0,400	0,013	-	0,017	-	-	-
Вертикальные сушила	0,119	0,032	0,097	0,016	-	-	-
Камерные сушила	0,655	0,0012	0,102	-	-	0,033	-

Таблица 7.9

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ из холоднотвердеющих формовочных и стержневых смесей и синтетических смол (на единицу массы расходуемой смолы и на единицу поверхности отверждения)

Заполнение ящиков					
Марка и тип смолы	Наименования и удельные количества выделяемых загрязняющих веществ, мг/(кг ч)				
	формальдегид	фенол	метанол	фурфурол	ацетон
Фенолформальдегидные смолы					
ОФ-1	8,70	4,63	28,30	-	894,5
ОФ-1а	8,08	3,25	26,30	-	831,0

ОФ-3042	10,78	5,72	35,0	-	1112,0
Фенолфурфурановая смола					
ФФ-1Ф	8,53	7,61	75,26	6,66	-
Мочевинофурановые смолы					
БС-40	34,0	-	610,50	46,41	-
УКС-40	34,20	-	614,40	46,41	-
УКС-Л	9,11	-	161,20	6,66	-
Отверждение смесей					
Марка и тип смолы	Наименования и удельные количества выделяемых загрязняющих веществ, мг/(дм ² ч)				
	формальдегид	фенол	метанол	фурфурол	ацетон
Фенолформальдегидные смолы					
ОФ-1	1,39	0,74	5,42	-	142,90
ОФ-1а	1,29	0,52	4,20	-	132,80
ОФ-3042	1,73	0,92	5,61	-	177,10
Фенолфурфурановая смола					
ФФ-1Ф	0,75	0,67	6,61	0,59	-
Мочевинофурановые смолы					
БС-40	3,05	-	547,0	2,29	-
УКС-40	3,02	-	541,0	2,29	-

УКС-Л	0,80	-	142,0	0,59	-	
Охлаждение залитых форм						
Наименования и удельные количества выделяемых загрязняющих веществ ,г/(дм ² ч)						
формальдеги д	фенол	метанол	аммиак	оксид углерода	бензол	цианиды
Фенолформальдегидные смолы						
0,14	3,29	0,21	-	8,75	2,62	-
Фенолфурфурановая смола						
нет сведений						
Мочевинофурановые смолы						
0,25	-	0,26	5,86	18,49	-	1,19

Таблица 7.10

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при выбивке форм и стержней (на единицу массы отливок, кг/т)

Оборудование	Наименования и удельные количества выделяемых загрязняющих веществ, кг/т				
	пыль	оксид углерода	сернистый ангидрид	диоксид азота	аммиак
Подвесные вибраторы при высоте опоки над решеткой не более 1 м	9,7	1,2	0,04	0,2	0,4
Решетки выбивные эксцентриковые	4,8	1,0	0,03	0,2	0,3

грузоподъемностью до 2,5 т/ч					
Решетки выбивные инерционные грузоподъемностью до 10 т/ч	7,9	1,1	0,03	0,2	0,4
Решетки выбивные инерционные грузоподъемностью до 20 т/ч	10,2	1,2	0,04	0,3	0,6
Решетки выбивные инерционно-ударные грузоподъемностью до 30 т/ч	22,3	1,2	0,04	0,3	0,6

Примечание. При температуре выбиваемых отливок выше 200 °С выделение пыли и других компонентов увеличивается на 10-15%.

Таблица 7.11

Удельные показатели выделения пыли при очистке литья черных металлов (на единицу массы отливок, кг/т)

Способ очистки, оборудование	Количество пыли, кг/т, при очистке:	
	чугунного литья	стального литья
1	2	3
I. Пескоструйная очистка в камерах объемом:		
до 1 м ³	7,2	-
до 8 м ³	10,0	-
до 80 м ³	30,0	-
II. Дробеметная очистка		
Барабаны очистные дробеметные для отливок массой:		
до 25 кг	9,3	14,0

до 80 кг	12,8	19,3
до 4000 кг	20,1	530,3
Камеры очистные дробебетные объемом:		
до 2 м ³	11,1	-
до 10 м ³	13,2	19,8
до 80 м ³	24,0	36,1
Столы очистные дробебетные для отливок массой:		
до 150 кг	23,3	34,7
до 300 кг	25,0	37,5
до 600 кг	29,1	43,6
Машины полуавтоматические дробебетные периодического и непрерывного действия для отливок массой:		
до 25 кг	6,9	10,3
до 400 кг	12,8	19,3
Камеры очистные дробебетные непрерывного действия с вращающимися подвесками		
для мелкого и среднего литья	6,0	9,1
для крупного литья	2,8	4,2
III. Дробеструйная очистка		
Камеры очистные дробеструйные, обслуживаемые рабочими снаружи, диаметр сопла 6-8 см		

тупиковые	8,0	12,1
проходные	12,4	19,3
Камеры очистные дробеструйные, обслуживаемые рабочими, находящимися внутри камеры, диаметр сопла 10-12 см		
тупиковые	18,5	27,9
проходные	25,5	38,4
Камеры очистные дробеструйные двухзаходные с вращающимися подвесками		
для мелкого и среднего литья	8,7	13,0
для крупного литья	26,1	39,3
1	2	3
IV. Галтовка		
Барабаны очистные галтовочные для отливок массой:		
до 10 кг	3,0	4,5
до 40 кг	7,5	11,3
до 100 кг	24,0	36,1

Примечание. Ввиду отсутствия значений удельных выделений загрязняющих веществ в процессах очистки цветного литья их можно принимать по соответствующим данным для стального литья.

РАБОТА №8. Расчет выбросов загрязняющих веществ при выполнении химической и электрохимической обработки.

8.1. Цеха и участки химической и электрохимической обработки.

При гальванической обработке деталей выделяются аэрозоли серной и соляной кислот, едких щелочей, оксиды азота, пары азотной и соляной кислот, цианистый водород, хромовый ангидрид, аэрозоли растворов и др.

Для расчета количества загрязняющих веществ, выделяющихся при гальванической обработке, принят удельный показатель q_i отнесенный к площади поверхности гальванической ванны (табл. 8.3, 8.4). В этом случае количество загрязняющего вещества (т/год), отходящего от технологического оборудования определяется по формуле:

$$M_{oi} = q_i T F k_y k_z 10^{-6}, \quad (8.1)$$

где q_i - удельное количество i -го вредного вещества, выделяющегося с единицы поверхности гальванической ванны при номинальной загрузке, г/ч \times м² (табл. 8.3, 8.4); T - годовой фонд рабочего времени, ч/год; F - площадь зеркала ванны, м²; k_y - коэффициент укрытия ванны, при наличии в составе раствора поверхностно-активных веществ (ПАВ) $k_y = 0,5$, при отсутствии ПАВ - $k_y=1$; k_z - коэффициент загрузки ванны.

Количество паров органических растворителей, выделяющихся при обезжиривании изделий определяются по формуле:

$$M_{oi} = q_i T F m 10^{-6}, \quad (8.2)$$

где q_i - удельное количество i -го вредного вещества, выделяющегося с единицы поверхности ванны при процессах обезжиривания, при скорости воздушного потока в помещении 1 м/с и температуре 25 0С г/ч м² (табл. 8.3); m - коэффициент, зависящий от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения (табл. 8.2).

Количество загрязняющего вещества (т/год), выбрасываемого в атмосферный воздух, определяется по формуле:

$$M_{vi} = k_v (1 - \eta) \sum_{j=1}^m M_{oij}, \quad (8.3)$$

где η - степень очистки газопылеулавливающего оборудования источника выброса, %; m - количество источников выделения, объединенных в один источник выбросов; k_v - коэффициент, зависящий от агрегатного состояния i -го вредного вещества (табл. 8.1). Для газов и паров $k_v = 1$, для аэрозолей k_v принимается по графику рис. 8.1.

Таблица 8.1

Агрегатное состояние вредных веществ в выбросах от технологического оборудования гальванических цехов [1]

Наименование вещества	вредного	Агрегатное состояние			
1. Азотная кислота и оксиды азота		Газовая фаза	не менее	99,5%	аэрозольная фаза не более 0,5%
2. Растворимые соли никеля		Аэрозоль			
3. Серная кислота		Аэрозоль			
4. Фтористый водород		Пары			
5. Фосфорная кислота		Аэрозоль			
6. Хромовый ангидрид		Аэрозоль			
7. Хлористый водород		Газовая фаза	не менее	75%	аэрозольная фаза не более 25%
8. Щелочь		Аэрозоль			
9. Цианистый водород		Газовая фаза	не менее	75%	аэрозольная фаза не более 25%
10. Трихлорэтан		Пары			
11. Трифтортрихлорэтан (фреон 113)		Пары			
12. Уайт-спирит		Пары			
13. Бензин БР-1		Пары			
14. Бензол		Пары			

15. Тетрахлорэтилен	Пары
16. Керосин	Пары

Таблица 8.2

Значение коэффициента m [1]

Скорость воздушного потока в помещении, м/с	Значение коэффициента m при температуре t (°C) воздуха в помещении					
	10	15	20	25	30	35
0	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
0,1	0,45	0,39	0,36	0,32	0,27	0,24
0,2	0,69	0,57	0,53	0,44	0,36	0,35
0,5	0,99	0,86	0,81	0,68	0,54	0,48
1,0	1,50	1,31	1,16	1,00	0,84	0,69

Таблица 8.3

Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от основных видов технологических процессов на участках подготовки деталей перед нанесением гальванопокрытий [1]

Технологическая операция	Выделяющиеся вредные вещества	
	наименование	количество, г/(ч м ²)

1	2	3
Обезжиривание органическими растворителями	Уайт-спирит	115,0
	Трихлорэтилен	3290,0
	Перхлорэтилен	925,0
	Ацетон	6170,0
	Бензин	2332,0
	Трифтортрихлорэтан	19430
Обезжиривание:		
химическое в растворах щелочи	Едкая щелочь	1,0
в нагретых растворах моющих средств ($t = 70 \pm 10$ °C)	Препараты МЛ-51, МЛ-52 в пересчете на аэрозоль кальцинированной соды, ТМС-31	5,8
электрохимическое в растворах щелочи	Едкая щелочь	39,6
Травление химическое:		
в растворах соляной кислоты концентрацией: до 200г/л	Хлористый водород	1,1
200-250 г/л	То же	3,0
в концентрированных растворах и нагретых (более 50 °C) разбавленных растворах серной кислоты	Серная кислота	25,2
в растворах щелочи при температуре более 50 °C	Едкая щелочь	39,6

в растворах ортофосфорной кислоты	Кислота фосфорная	2,2
в разбавленных растворах, содержащих азотную кислоту концентрацией до 100 г/л	Кислота азотная	0,07
более 100 г/л	Кислота азотная	1,62
	Оксиды азота	9,18
в растворах, содержащих фтористоводородную кислоту и ее соли концентрацией 20-50 г/л	Водород фтористый	10,0
151-200 г/л	То же	42,0
Снятие травильного шлама:		
в нагретых растворах щелочи (70-90 0С)	Едкая щелочь	39,6
в растворах, содержащих концентрированные серную и азотную кислоты	Кислота серная	25,2
	Кислота азотная	1,62
	Оксиды азота	9,18
Активация:		
в растворах, содержащих соляную кислоту концентрацией до 200 г/л	Водород хлористый	1,1
в растворах серной кислоты концентрацией до 100 г/л	Кислота серная	0,7
180-200 г/л	Кислота серная	25,2
в растворах, содержащих азотную кислоту	Кислота азотная	4,98
	Оксиды азота	28,22

Осветление:		
в растворах хромового ангидрида концентрацией до 40 г/л	Ангидрид хромовый	0,02
в растворах, содержащих азотную кислоту концентрацией до 400 г/л	Кислота азотная	4,98
	Оксиды азота	28,22
в растворах, содержащих азотную кислоту концентрацией до 400 г/л и фтористоводородную кислоту до 30 г/л	Кислота азотная	4,98
	Оксиды азота	28,22
	Водород фтористый	10,00
в растворах, содержащих хромовый ангидрид концентрацией 90-100 г/л	Ангидрид хромовый	0,6
в растворе азотной кислоты концентрацией до 100 г/л	Кислота азотная	0,07
Полирование:		
- химическое		
в концентрированных холодных ($t < 50$ °C) растворах ортофосфорной кислоты	Кислота фосфорная	2,2
в концентрированных нагретых ($t > 50$ °C) растворах ортофосфорной кислоты	Кислота фосфорная	18,0
в нагретых разбавленных растворах, содержащих серную кислоту	Кислота серная	25,2
в разбавленных растворах, содержащих азотную кислоту, концентрацией до 100 г/л	Кислота азотная	0,07
более 100 г/л	Кислота азотная	1,62

	Оксиды азота	9,18
- электрохимическое		
в концентрированных холодных растворах ортофосфорной кислоты	Кислота фосфорная	18,0
в растворе, содержащем - кислоту ортофосфорную концентрацией 800-1200 г/л и ангидрид хромовый концентрацией 108-162 л	Кислота фосфорная	18,0
	Хромовый ангидрид	7,0
Нейтрализация после электрополирования в растворе соды кальцинированной концентрацией 50-100 г/л	Щелочь	1,08
Пассивирование:		
в растворах, содержащих хромовый ангидрид	Хромовый ангидрид	0,60
в подогретых растворах азотной кислоты (t = 55 0C)	Кислота азотная	4,98
	Оксиды азота	28,22
в растворах, содержащих бихромат натрия	Хромовый ангидрид	0,6
Хроматирование:		
в растворах, содержащих натрий двуххромовокислый концентрацией:		
25-35 г/л	Хромовый ангидрид	0,02
100-150 г/л	Хромовый ангидрид	0,60
в растворах, содержащих Ликонды 2А, 1Б	Ликонда 2А в пересчете на бихромат натрия	0,065

в растворах, содержащих ликонду 21	Ликонда 2А в пересчете на бихромат натрия	0,065
в растворах, содержащих ликонду 25	Хромовый ангидрид	0,03
Ингибирование	Ингибитор И-1Е	0,29

Таблица 8.4

Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от основных видов технологических процессов нанесения гальванических покрытий [1]

Технологическая операция	Выделяющиеся вредные вещества	
	наименование	количество, г/(ч м ²)
1	2	3
Электрохимическая обработка металлов в растворах хромовой кислоты концентрацией 150-300 г/л (хромирование, анодирование)	Хромовый ангидрид	36,0
Электрохимическая обработка металлов в растворах хромовой кислоты концентрацией 30-100 г/л (анодирование алюминия, анодирование магниевых сплавов)	Хромовый ангидрид	3,6
Химическая обработка стали в растворах хромовой кислоты и ее солей ($t > 50$ °С) (наполнение и пропитка, обработка в растворе хромпика)	Хромовый ангидрид	0,02
Цинкование:		
в растворах, содержащих аммоний хлористый концентрации 180-220 г/л, цинк хлористый, ликонды ZnSr-	Аммиак	6,34

A, ZnSr-B		
в растворах, содержащих	Аммиак	6,34
цинк сернокислый, цинк хлористый, аммоний хлористый, кислоту борную	Кислота борная	0,02
в растворах, содержащих щелочь, оксид цинка	Щелочь	39,6
в растворах, содержащих	Калий хлористый	2,38
цинк хлористый, калий хлористый, кислоту борную лимеды ОЦ-10, ОЦ-20	Кислота борная	0,02
в растворах, содержащих цианистые соединения	Водород цианистый	5,40
Кадмирование:		
в цианистых растворах	Водород цианистый	20,0
в растворах, содержащих кадмий сернокислый, аммоний-сернокислый, борную кислоту	Кадмий сернокислый	0,18
	Аммиак	1,37
	Кислота борная	0,02
в растворах щелочи	Щелочь	39,6
Оловянирование:		
щелочное	Щелочь	39,6
в растворах, содержащих олово двуххлористое 2-водное, натрий фтористый, кислота соляная	Фтористый водород	10,0
Консервация	Канифоль	4,66
	Спирт этиловый	11,70

Осаждение сплава олово-висмут:		
в растворах, содержащих олово серноокисное (50-60 г/л), кислоту серную (100-140 г/л), соль висмута	Олово серноокисное	0,08
	Кислота серная	0,25
в растворах, содержащих олово серноокисное (30-45 г/л), кислоту серную (140-180 г/л), формалин	Олово серноокисное	0,08
	Кислота серная	0,32
Осаждение сплава олово-свинец:		
в растворах, содержащих борфтористоводородную кислоту концентрации 40-100 г/л, органические добавки	Кислота борфтористоводородная (в пересчете на борфтористый)	1,85
в растворах, содержащих борфтористоводородную кислоту концентрации 45-95 г/л	Кислота борфтористоводородная (в пересчете на борфтористый)	0,24
Оплавление оловянного покрытия	Глицерин	6,0
Оплавление оловянного покрытия	Масло касторовое	0,03
Латунирование:		
в растворах, содержащих цианистые соединения концентрацией до 50 г/л	Водород цианистый	5,4
в растворах, содержащих калий пиррофосфорнокислый	Калий пиррофосфорнокислый (в пересчете на фосфорную кислоту)	0,27
Фосфатирование:		
в растворах, содержащих соль "Мажеф", цинк азотнокислый	Соль "Мажеф" (в пересчете на фосфорную кислоту)	0,18

	Цинк азотнокислый	1,36
в растворах, содержащих	Цинк азотнокислый	5,13
цинк азотнокислый, монофосфат цинка, кислоту ортофосфорную, при температуре 90±5 0С	Монофосфат цинка	1,13
в растворах, содержащих	Цинк азотнокислый	0,105
цинк азотнокислый, монофосфат цинка, натрий азотнокислый, при температуре 15-30 0С	Монофосфат цинка	0,115
в растворах, содержащих	Барий азотнокислый	0,001
барий азотнокислый, цинк азотнокислый, монофосфат цинка, при температуре 80-90 0С	Цинк азотнокислый	0,63
Анодирование:		
в растворах серной кислоты	Кислота серная	25,2
Оксидирование:		
в концентрированных растворах щелочи 600-700 г/л, при температуре 140±5 0С	Щелочь	198,0
в растворах щелочи (50-100 г/л), при температуре 55-65 0С	Щелочь	39,6
В растворах едкого натра концентрации 125-200 г/л при температуре 80-90 0С	Щелочь	79,2
Оксидирование химическое:		
в растворах, содержащих ортофосфорную кислоту концентрацией 40-50 г/л при температуре 20-30 0С	Кислота фосфорная	0,42
в растворах, содержащих аммоний фтористый кислый, ангидрид хромовый при температуре 15-35	Хромовый ангидрид	0,002

0С		
Анодное окисление алюминия в сернокислом электролите	Кислота серная	25,2
Окисление магния:		
в растворах, содержащих бихромат калия (40-55 г/л), азотную кислоту (60-85 г/л), хлористый аммоний, при температуре 60-70 0С	Хромовый ангидрид	3,6
	Кислота азотная	4,33
в растворах, содержащих бихромат калия (30-50 г/л) при температуре 15-30 0С	Хромовый ангидрид	3,6
в растворах, содержащих бихромат калия (70-100 г/л) при температуре 60-70 0С	Хромовый ангидрид	3,6
в растворах, содержащих фтористый калий при температуре 15-35 0С	Водород фтористый	10,0
Никелирование блестящее:		
в растворах, содержащих никель сернокислый, хлорид натрия, кислоту борную при температуре 35-55 0С	Растворимые соли никеля	0,22
	Кислота борная	0,06
Никелирование:		
в растворах никеля сернокислого, хлорида натрия, борной кислоты	Растворимые соли никеля	0,22
	Кислота борная	0,06
в растворах, содержащих никель сульфаминовокислый, никель двуххлористый, додецилсульфофосфорной кислоты-натриевая соль, кислота борная	Растворимые соли никеля	0,54
	Кислота борная	0,06

в растворах, содержащих никель сернокислый, натрий сернокислый, кислота борная и др.	Растворимые соли никеля	0,11
	Кислота борная	0,06
Никелирование химическое:		
в растворах сульфата никеля концентрации 20 г/л, при температуре 90-95 0С	Растворимые соли никеля	0,03
Родирование:		
в растворах, содержащих серную кислоту концентрации 40-60 г/л, при температуре 45-55 0С	Кислота серная	0,68
в растворах, содержащих углекислый аммоний концентрацией 50-100 г/л при температуре 70-80 0С	Аммиак	0,8
Палладирование:		
в растворах, содержащих хлорид аммония	Аммиак	0,7
в растворах фосфорнокислых	Кислота фосфорная	0,21
	Аммиак	0,7
Меднение:		
в растворах, содержащих медь сернокислую, пиррофосфорный натрий, натрий фосфорнокислый двузамещенный при температуре 45-55 0С	Натрий пиррофосфорнокислый (в пересчете на фосфорную кислоту)	4,86
	Натрий фосфорнокислый двузамещенный	2,76
в растворах, содержащих медный купорос, серную кислоту, при	Кислота серная	0,01

температуре 20-25 0С		
в растворах, содержащих кремнефтористую кислоту концентрацией 250-300 г/л	Водород фтористый	6,03
в растворах, содержащих цианистые соединения	Водород цианистый	5,4
меднение железосинеродистое	Водород цианистый	3,9
Золочение:		
в растворах, содержащих калий дицианоаурат, калий цианистый	Водород цианистый	5,4
в растворах, содержащих калий дицианоаурат, калий лимоннокислый трехзамещенный, кислота лимонная	Водород цианистый	2,0
Серебрение		
в растворах, содержащих цианистые соединения	Водород цианистый	19,8

РАБОТА №9. Расчет выбросов загрязняющих веществ(пыли) при складировании и перегрузке сыпучих материалов.

Интенсивными неорганизованными источниками пылеобразования являются пересыпка материала, погрузка материала в открытые вагоны, полувагоны, загрузка материала грейфером в бункер, разгрузка самосвалов в бункер, сыпка материала открытой струей в склад и др. Для процессов перегрузки пылящих материалов следует применять для удельных выбросов (г/с) формулу:

$$M_{ГР} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot G_{ч} \cdot B \cdot 10^6 / 3600, \quad (9.1)$$

а для валовых выбросов (т/год):

$$П_{ГР} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot G_{год} \cdot B, \quad (9.2)$$

где K_1 - весовая доля пылевой фракции в материале. Берется из таблицы 1. Определяется путем отмывки и просева средней пробы с выделением фракции пыли размером от 0 до 200 мкм; K_2 - доля пыли (от всей весовой пыли), переходящая в аэрозоль, берется из таблицы 9.1; K_3 - коэффициент, учитывающий местные метеоусловия, см. табл. 9.2; K_4 - коэффициент, учитывающий местные условия, степень защищенности узла от внешних воздействий, условия пылеобразования, см. табл. 9.3; K_5 - коэффициент, учитывающий влажность материала, определяется в соответствии с данными по таблице 9.4. Под влажностью материала понимается влажность его пылевой и мелкозернистой фракции ($d \leq 1$ мм); K_7 - коэффициент, учитывающий крупность материала, принимается в соответствии с таблицей 9.5; K_8 - коэффициент, учитывающий тип грейфера и род перегружаемого материала. Значение коэффициента K_8 для перегрузки материала грейфером выбирается из табл. 9.6, для остальных неорганизованных источников (разгрузка самосвала в бункер, сыпка материала открытой струей и др.) принимается коэффициент $K_8 = 1$; B - коэффициент, учитывающий высоту пересыпки, принимается по данным таблицы 9.7; $G_{ч}$ - суммарное количество перерабатываемого материала в час, т/час. Определяется главным технологом предприятия; $G_{год}$ - суммарное количество перерабатываемого материала в течении года, т/год. Определяется главным технологом предприятия на основе фактически переработанного материала или планируемого на год.

При статическом хранении пылящих материалов следует применять для удельных выбросов (г/с) формулу:

$$M_{хр} = K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot q \cdot F_{раб} + K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot 0,11 \cdot q \cdot (F_{пл} - F_{раб}) \cdot (1 - \eta/100), \quad (9.3)$$

а для валовых выбросов (т/год)

$$P_{xp} = 0,11 \cdot 8,64 \cdot 10^{-2} \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot q \cdot F_{пл} \cdot (1 - \eta/100) \cdot (365 - T_c), \quad (9.4)$$

где K_6 - коэффициент, учитывающий профиль поверхности складываемого материала, определяется как отношение $F_{факт} / F_{пл}$; $F_{факт}$ - фактическая площадь поверхности материала с учетом рельефа его сечения, m^2 ; $F_{пл}$ - поверхность пыления в плане, m^2 ; $F_{раб}$ - площадь в плане, на которой систематически производятся погрузочно-разгрузочные работы (не реже 1-го раза в неделю), m^2 ; T^c - число дней со снежным покровом за год (запрашивается в территориальном комитете по гидрометеорологии); η - коэффициент эффективности борьбы с поверхностным пылением, %. При использовании в качестве пылесвязующего вещества раствора хлористого кальция, ССБ, битумной эмульсии - $\eta = 80$ %; при использовании лингосульфоната - $\eta = 90$ %; q - максимальная удельная сдуваемость пыли, $г/(m^2 \cdot с)$, определяемая по формуле:

$$q = a \cdot v^b \cdot 10^{-3}, \quad (9.5)$$

где a , b - эмпирические коэффициенты, зависящие от типа перегружаемого материала (таблица 9.8); v - скорость ветра, м/с. Принимается равной "опасной скорости ветра", которая рассчитывается по одной из программ, согласованных в ГГО им. А.И.Воейкова ("Эколог", "Гарант" и др.). Предварительное значение опасной скорости ветра рассчитывают по формулам:

$$v = 0,5 \text{ при } v_m \leq 0,5;$$

$$v = v_m \text{ при } 0,5 < v_m \leq 2;$$

$$v = 2,2 v_m \text{ при } v_m > 2;$$

$$v_m = 1,3 \cdot (1/2\pi) \cdot v_{cp} \cdot ctg\alpha \cdot (h/H)^{0,2} \cdot (1 + \sin\alpha),$$

где v_{cp} - среднемесячная скорость ветра, м/с; α - угол естественного откоса; h - высота склада, м; H - высота флюгера. Принимается равной 10 м.

Таблица 9.1

Значения коэффициентов K_1 и K_2 для определения выбросов пыли

№№ п.п.	Наименование материала	Плотность материала, $г/см^3$	Весовая доля пылевой фракции в материале, K_1	Доля пыли, переходящая в аэрозоль, K_2

1	2	3	4	5
1	Огарки	3,9	0,04	0,03
2	Клинкер	3,2	0,01	0,003
3	Цемент	3,1	0,04	0,03
4	Известняк	2,7	0,04	0,02
5	Мегрель	2,7	0,05	0,02
6	Известь комовая	2,7	0,07	0,02
7	Известь молотая	2,7	0,07	0,05
8	Гранит	2,8	0,02	0,04
9	Мрамор	2,8	0,04	0,06
10	Мел	2,7	0,05	0,07
11	Гипс комовый	2,6	0,03	0,02
12	Гипс молотый	2,6	0,08	0,04
13	Доломит	2,7	0,05	0,02
14	Опока	2,65	0,03	0,01
15	Пегматит	2,6	0,04	0,04
16	Гнейс	2,9	0,05	0,02
17	Каолин	2,7	0,06	0,04
18	Нефелин	2,7	0,06	0,02

19	Глина	2,7	0,05	0,02
20	Песок	2,6	0,05	0,03
21	Песчанник	2,65	0,04	0,01
22	Слюда	2,8	0,02	0,01
23	Полевой шпат	2,5	0,07	0,01
24	Шлак	2,5-3,0	0,05	0,02
25	Диорит	2,8	0,03	0,06
26	Порфиroidы	2,7	0,03	0,07
27	Графит	2,2-2,7	0,03	0,04
28	Уголь	1,3	0,03	0,02
29	Зола	2,5	0,06	0,04
30	Диатомит	2,3	0,03	0,02
31	Перлит	2,4	0,04	0,06
32	Керамзит	2,5	0,06	0,02
33	Вермикулит	2,6	0,06	0,04
34	Аглопорит	2,5	0,06	0,04
35	Туф	2,6	0,03	0,02
36	Пемза	2,5	0,03	0,06
37	Сульфат	2,7	0,05	0,02

38	Шамот	2,6	0,04	0,02
39	Смесь песка и извести	2,6	0,05	0,01
40	Кирпич, бой		0,05	0,01
41	Минеральная вата		0,05	0,01
42	Щебень	2,8	0,04	0,02
43	Песчано-гравийная смесь (ПГС)	2,6	0,03	0,04
44	Зерно	1,3	0,01	0,03
45	Аммофос	2,1	0,02	0,04

Таблица 9.2

Зависимость величины K_3 от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	K_3
до 2	1,0
до 5	1,2
до 7	1,4
до 10	1,7
до 12	2,0
до 14	2,3
до 16	2,6

до 18	2,8
до 20 и выше	3,0

Таблица 9.3

Зависимость величины K_4 от местных условий

Местные условия	K_4
Склады, хранилища открытые:	
а) с 4-х сторон	1,0
б) с 3-х сторон	0,5
в) с 2-х сторон полностью и с 2-х сторон частично	0,3
г) с 2-х сторон	0,2
д) с 1-й стороны	0,1
е) загрузочный рукав	0,2
ж) закрыт с 4-х сторон	0,1

Таблица 9.4

Зависимость величины K_5 от влажности материала

Влажность материала, % *	K_5
0 ÷ 0,5	1,0
до 1,0	0,9
до 3,0	0,8

до 5,0	0,7
до 7,0	0,6
до 8,0	0,4
до 9,0	0,2
до 10,0	0,1
свыше 10	0,01

для песка на складах при влажности 3% и более – выбросы не считать

Таблица 9.5

Зависимость величины K_7 от крупности материала

Размер кусков	K_7
500	0,1
500 ÷ 100	0,2
100 ÷ 50	0,4
50 ÷ 10	0,5
10 ÷ 5	0,6
5 ÷ 3	0,7
3 ÷ 1	0,8
1	1,0

Таблица 9.6

*Зависимость величины K_8 от типа грейфера
и рода перегружаемого материала*

№№ п.п.	Грузо- подъем- ность крана	Тип грейфера	Величина коэффициента K_8 в зависимости от перегружаемого материала					
			Каменный уголь	Щебень	песок	ПГС	зерно (пшеница)	Аммофо с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	2592А	0,452					
2	5	2592Б	0,453					
3	5	2630А	0,474					
4	10	2871В	0,216					
5	10	3298А	0,199					
6	10	3298Б	0,21					
7	15	2586А	0,157					
8	16	3599А	0,134					
9	16	3748	0,13					
10	16	3899	0,123					
11	16	4127	0,13					
12	5	2631Б					0,14	
13	10	2133А					0,1	
14	10	3829					0,1	

15	5	2583B		0,898	0,427	0,6		
16	5	2583		0,898	0,427	0,6		
17	5	3089A		0,744	0,338	0,52		
18	10	2872B		0,41	0,21	0,3		
19	10	3292B		0,41	0,21	0,3		
20	10	3383Б		0,362	0,184	0,286		
21	10	3555A		0,413	0,21	0,3		
22	10	3555B		0,39	0,22	0,32		
23	15	2374Г		0,292	0,14	0,21		
24	15	2587Г		0,271	0,166	0,215		
25	16	3319A		0,231	0,14	0,182		
26	16	3445A		0,245	0,15	0,193		
27	16	3830		0,216	0,15			
28	5	2452B						0,198
29	5	2475Б						0,143
30	10	2745A						0,104
31	10	3963						0,095
32	16	3104						0,09

Таблица 9.7

Зависимость величины В от высоты пересыпки материала

Высота падения материала	В
0,5	0,4
1,0	0,5
1,5	0,6
2,0	0,7
4,0	1,0
6,0	1,5
8,0	2,0
10,0	2,5

Таблица 9.8

Параметры, определяющие удельную сдуваемость с поверхности складов

№№ п.п.	Наименование перегружаемого материала	Параметры		Организация, проводившая
		a	b	Исследование
1	Скальные (роговики, сланцы, окисленные руды)	0,0097	2,887	ВНИИБТГ
2	Мел	0,0058	3,488	ВНИИБТГ
3	Песок	0,00087	4,199	ВНИИБТГ
4	Смесь пород (юрские глины,	0,0137	2,328	ВНИИБТГ

	песок, мел)			
5	Окисленные руды	0,0237	2,356	ВНИИБТГ
6	Каменный уголь	0,1085	2,9195	ВНИПИТстром
7	Щебень	0,0135	2,987	ВНИПИТстром
8	Песчано-гравийная смесь (ПГС)	0,0012	3,97	БТИСМ
9	Зерно (пшеница)	0,001	3,27	БТИСМ
10	Аммофос	0,0013	3,36	БТИСМ

РАБОТА №10. Расчет выбросов загрязняющих веществ от хлебопекарных предприятий

В процессах хлебопекарного производства выделяются этанол, уксусная кислота, уксусный альдегид. Выделение этих веществ происходит в основном в пруферах, печах и на стадии остывания хлеба.

Кроме технологических выбросов на предприятиях данного типа выделяются вредные вещества при сжигании топлива в топочных устройствах хлебопекарных печей и в топках котлов для получения пара и горячей воды, расходуемых на технологические и подсобные нужды производства. Количество вредных веществ, выделяющихся при сжигании топлива следует определять в соответствии с []. Если дымоходы печей и котлов соединены в одну общую трубу, то в дымовых газах присутствуют компоненты технологических выбросов.

В состав хлебопекарных предприятий могут входить следующие вспомогательные производственные участки и отделения: механические (металлообрабатывающие и деревообрабатывающие); участки сварки; автотранспортные цеха и другие вспомогательные производства.

Расчет выбросов вредных веществ на этих участках описан в соответствующих разделах сборника.

Таблица 10.1

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ в процессе хлебопекарного производства

(на единицу массы готовой продукции)

Хлебобулочные изделия	Наименования и удельные количества выделяемых загрязняющих веществ, кг/т			
	Этиловый спирт	Уксусная кислота	Уксусный альдегид	Мучная пыль
из муки:				
пшеничной	1,11	0,10	0,40	0,024 (для БПХМ)
ржаной	0,98	0,20		0,043 (для ТПХМ)

- бестарный способ приема и хранения муки (БПХМ) - процедура пневматической перекачки муки из автомуковоза в бункеры для ее хранения, обеспеченные аспирационными установками;

- тарный способ приема и хранения муки (ТПХМ) - процедура приема и хранения муки в складских помещениях в таре (мешках), включающая очистку тары от мучной пыли.

В случае производства хлебобулочных изделий из муки смешанных валок (смеси ржаной и пшеничной муки) удельные выбросы этилового спирта и уксусной кислоты рассчитываются исходя из рецептуры валок (процентного содержания пшеничной и ржаной муки).

РАБОТА №11. Расчет выбросов загрязняющих веществ

11.1. Участки механической обработки материалов

Характерной особенностью процессов механической обработки материалов является образование в основном только твердых частиц (пыли), а в случае применения смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) при обработке металлов и их сплавов - аэрозолей масла и эмульсола.

Наибольшим пылевыделением сопровождаются операции абразивной обработки металлов - шлифование, полирование и другие. Образующаяся при обработке пыль на 30-40% по массе состоит из материала абразивного круга и на 60-70% - из материала обрабатываемого изделия.

В качестве СОЖ при механической обработке металлов применяют нефтяные минеральные масла, их эмульсии и другие растворы.

В состав СОЖ марки НСК-5у входит триэтаноламин.

Применение водных СОЖ, в состав которых входят триэтаноламин или эмульсолы, сопровождается выделением соответственно триэтаноламина или эмульсолов.

К масляным СОЖ относятся растворы, 60-100% массы которых составляют индустриальные масла общего назначения (велосит, И-5А и др.), сульфифрезол, масло МР-10 и другие.

При электрофизических методах обработки металлов под воздействием электрического тока рабочая жидкость (масло, масло с керосином) нагревается, при этом происходит их быстрое окисление и распад окислов с выделением в атмосферу различных вредных веществ.

Количество вредных веществ, отходящих от технологического оборудования и выбрасываемых в атмосферу, определяется исходя из нормо-часов работы станочного парка по формулам раздела 1. с учетом удельных показателей выделения вредных веществ в единицу времени на единицу технологического оборудования, приведенных в табл. 11.1-11.8.

Таблица 11.1

Удельное выделение пыли основным технологическим оборудованием при механической обработке металлов без охлаждения.

Вид оборудования	Определяющая	Выделяющиеся вещества (г/с)
------------------	--------------	-----------------------------

	характеристика оборудования	Пыль абра- зивная	Пыль металли- ческая	Другие виды пыли	
				Наименова- ние	Коли- чест- во
1	2	3	4	5	6
Шлифовка металлических деталей					
Обдирочно-шлифовальные станки	Рабочая скорость 30 м/с. Диаметр круга, мм: 100	0,62	0,96		
	125	1,06	1,59		
	Рабочая скорость 50 м/с. Диаметр круга, мм: 100	1,46	2,19		
	125	1,92	2,88		
Круглошлифовальные станки	Диаметр круга, мм: 100	0,010	0,018	-	-
	150	0,013	0,020		
	2	3	4	5	6
	300	0,017	0,026	-	-
	350	0,018	0,028	-	-
	400	0,020	0,030	-	-
	600	0,026	0,039	-	-
	750	0,030	0,045	-	-

		900	0,034	0,052	-	-
Плоскошлифовальные станки	Диаметр круга, мм: 175		0,014	0,022	-	-
	250		0,016	0,025	-	-
	350		0,020	0,030	-	-
	400		0,022	0,033	-	-
	450		0,023	0,035	-	-
	500		0,025	0,038	-	-
Бесцентрошлифовальные станки	Диаметр круга, мм: 30-100		0,005	0,008	-	-
	395-500		0,009	0,013	-	-
	480-600		0,011	0,016	-	-
Зубошлифовальные и резьбошлифовальные Станки	Диаметр круга, мм: 75-200		0,006	0,008	-	-
	200-400		0,007	0,011	-	-
Внутришлифовальные станки	Диаметр круга, мм: 5-20		0,003	0,005	-	-
	20-50		0,005	0,008	-	-
	50-80		0,006	0,010	-	-
	80-150		0,010	0,014	-	-
	150-200		0,012	0,018	-	-
Полировальные станки с войлочным кругом	Диаметр круга, мм: 100		-	-	Пыль шерстяная с	0,013

	200	-	-	примесью	0,019
	300	-	-	оксида	0,027
	400	-	-	кремния	0,039
	500	-	-	менее 2%	0,050
	600	-	-		0,063
Заточные станки	Диаметр круга, мм: 100	0,004	0,006	-	-
	150	0,006	0,008	-	-
	200	0,008	0,012	-	-
	250	0,011	0,016	-	-
	300	0,013	0,020	-	-
	350	0,016	0,024	-	-
	400	0,019	0,029	-	-
	450	0,022	0,032	-	-
	500	0,024	0,036	-	-
	550	0,027	0,040	-	-
Заточные станки с алмазным кругом	Диаметр круга, мм: 100	0,005	-	Пыль неорганическая с	0,002
	150	0,007	-	содержанием	0,003
	200	0,011	-	оксида	0,005

1	250	0,014	-	кремния выше 70%	0,006	
	300	0,017	-		0,007	
	350	0,021	-		0,009	
	400	0,025	-		0,011	
	450	0,028	-		0,012	
	2	3	4		5	6
	500	0,032	-		0,014	
	550	0,035	-		0,015	
Обработка стали резанием						
Отрезные станки	-	-	0,203	-	-	
Крацевальные станки	-	-	0,097	-	-	
Обработка деталей из сплавов феррадо						
Сверлильные станки	-	-	0,007	-	-	
Обработка деталей из алюминия						
Станки полировальные с матерчатыми кругами с применением пасты ГОИ (мод. ВИЗ 9905-1415 и др.)	Диаметр матерчатого круга, мм: 450	-	-	Пыль: алюминия, текстильная, полировально й пасты	0,313	
Обработка чугуна резанием						
Токарные станки малых и средних размеров	Мощность двигателя 0,65-5,50 кВт	-	0,00630	-	-	

Токарные одношпиндельные автоматы точения продольного	Мощность двигателя 0,65-5,50 кВт	-	0,00181	-	-
Токарные многошпиндельные полуавтоматы	Мощность двигателя 14,00-28,00 кВт	-	0,00970	-	-
Токарные многорезцовые полуавтоматы	Мощность двигателя 1,00-20,00 кВт	-	0,00970	-	-
Токарные винторезные станки	Мощность двигателя 1,00-20,00 кВт	-	0,00560	-	-
Продольно-фрезерные станки	Мощность двигателя 2,80-14,00 кВт	-	0,00290	-	-
Вертикально-фрезерные станки	Мощность двигателя 2,80-14,00 кВт	-	0,00420	-	-
Карусельно-фрезерные станки	Мощность двигателя 2,80-14,00 кВт	-	0,00420	-	-
Горизонтально-фрезерные станки	Мощность двигателя 2,80-14,00 кВт	-	0,01670	-	-
Фрезерные специальные станки	Мощность двигателя 2,80-14,00 кВт	-	0,00570	-	-
Зубофрезерные станки	Мощность двигателя 2,00-20,00 кВт	-	0,00110	-	-
Барабано-фрезерные	Мощность двигателя 2,00-20,00 кВт	-	0,03000	-	-
Вертикально-сверлильные станки	Мощность двигателя 1,00-10,00 кВт	-	0,00220	-	-

Специально-сверлильные (глубокого сверления) станки	Мощность двигателя 1,00-10,00 кВт	-	0,00830	-	-
1	2	3	4	5	6
Вертикально- и наклонно-расточные станки	-	-	0,00290	-	-
Специальные расточные станки	-	-	0,00540	-	-
Зубодолбежные станки	Мощность двигателя 0,65-7,00 кВт	-	0,00030	-	-
Комплексная обработка чугунных корпусных деталей					
Станки типа "обрабатывающий центр" с ЧПУ, мод. 2204ВМФ11 и др.	-	-	0,01310	-	-

Таблица 11.2

Удельное выделение пыли при механической обработке металлов в гальваническом производстве

Технологическая операция	Наименование оборудования	Диаметр круга, мм	Выделяющиеся вещества	
			вид пыли	количество, г/с
1	2	3	4	5
Грубое шлифование Перед нанесением покрытия	шлифовальные станки		металлическая	0,126
			абразивная	0,055
Полировка поверх-	Полировальные	150	войлочная	0,108

ности изделий перед нанесением покрытий	станки с войлочным кругом	200		0,144
		250		0,181
		300		0,217
		350		0,253
		400		0,289
		450		0,325
Финишное полирование с применением Хромсодержащих паст (паста ГОИ)	Полировальные станки с войлочным кругом	150	войлочная и полировальной пасты	0,017
		200		0,022
		250		0,028
		300		0,033
		350		0,039
		400		0,044
		450		0,050
Полировка поверхности изделий перед нанесением покрытий	Полировальные станки с матерчатым (текстильным) кругом	150	текстильная	0,208
		200		0,278
		250		0,347
		300		0,417
		350		0,486
		400		0,556

		450		0,625
Финишное полирование с применением Хромсодержащих паст (паста ГОИ)	Полировальные станки с матерчатый (текстильным) кругом	150	текстильная и полировальной пасты	0,042
		200		0,056
		250		0,069
		300		0,083
		350		0,097
		400		0,111
		450		0,125

Таблица 11.3

Удельное выделение пыли при абразивной заточке режущего инструмента.

Наименование и марка оборудования	Технологическая операция	Диаметр круга, мм	Выделяющиеся вещества (г/с)	
			Пыль металлическая	Пыль абразивная
1	2	3	4	5
Точильно-шлифовальные станки ЗБ634 (ЗК634)	Черновая заточка сверл, резцов и др. инструмента абразивным кругом	400	75,0	29,2
-//- ЗМ634	То же	400	41,5	17,9
-//- ЗБ34	-//-		8,2	3,6

	Чистовая заточка сверл среднего и малого диаметра		4,8	2,1
Универсально-заточные ЗБ642	Черновая заточка сверл, резцов	200	14,5	6,3
ЗА64 ЗБ64	То же	125	24,5	10,5
Станки для заточки сверл малого диаметра КГМ 3.105.014 АУБ-120.000	Заточка сверл малого диаметра	-	0,24	0,10
Станки для зачистки сверл малого диаметра КГМ 3.105.017	Зачистка сверл малого диаметра	-	-	13,90
Плоскошлифовальный заточной станок ЗГ71М	Шлифование штампов (матриц) абразивным кругом	250	227,5	98,1
Специальные станки для заточки сверл	Профилирование круга алмазным карандашом	-	-	44,70
	Снятие фасок и заусенец	-	-	42,20
Алмазно-заточные для заточки резцов 3622	Заточка сверл, резцов и др. инструмента алмазным резцом	150	8,2	3,6
	Чистовая заточка резцов	150	10,7	4,6
Алмазно-затыловочные 1Б811	Затылование червячных фрез	-	32,7	14,0
Полуавтомат для заточки торцевых фрез ЗБ667	Заточка торцевых фрез	150	23,9	11,3
Полуавтомат для заточки червячных фрез ЗА667	Заточка червячных фрез диаметром 100-150 мм	250-300	46,4	20,0
-//- 360М	Заточка круглых шлицевых протяжек	150-200	36,2	15,5

	абразивным кругом			
	То же протяжек из быстрорежущей стали		14,4	6,2
Оптико-шлифовальный станок 395М	Доводка инструмента	-	13,6	5,8
1	2	3	4	5
Станки для заточки зубьев дисковых пил отрезных станков АЗ	Черновая заточка дисковых пил диаметром менее 500 мм	180	32,1	13,7
-//- ЗД692	То же диаметром от 500 до 1000 мм	200	73,9	31,7
	Чистовая заточка зубьев пил		15,3	4,6
Станки для заточки режущего инструмента деревообрабатывающих станков:				
Эн-634	Заточка ленточных пил	-	-	10,1
ТчФА-2	Заточка фрез	-	-	5,6
ТчПН-2	Заточка дисковых пил	-	-	16,7
ТчПН-6 ТчПА	То же	-	-	34,7

Таблица 11.4

Удельные выделения вредных веществ при механической обработке металлов с охлаждением.

Операция технологического процесса	Охлаждающая жидкость	Количество выделяемых вредных веществ, 10^{-5} г/с на 1 кВт мощности станка	
		Масло	Эмульсол
1	2	3	4
Обработка металлов на металлорежущих станках (кроме шлифовальных)	Масло	5,600	-
	Эмульсия с содержанием эмульсола менее 3%	-	0,05
	Эмульсия с содержанием эмульсола 3 - 10%	-	0,045
Обработка металлов на шлифовальных станках	Масло	8,000	-
	Эмульсия с содержанием эмульсола менее 3%	-	0,104
	Эмульсия с содержанием эмульсола 3 - 10%	-	1,035

Примечание. При обработке металлов на шлифовальных станках выделяется пыль в количестве 10% от количества пыли при сухой обработке. При использовании СОЖ, в состав которых входит триэтанолламин, выделяется $3 \cdot 10^{-6}$ г/ч триэтанолламина на 1 кВт мощности станка.

Таблица 11.5

Удельные выделения вредных веществ при механической обработке бронз и цветных металлов.

Вид оборудования	Выделяющиеся вещества (г/с)	
	Наименование пыли	Количество, г/с

Обработка бронзы и других цветных металлов		
Токарные станки	Пыль цветных металлов	0,00250
Фрезерные станки		0,00190
Сверлильные станки		0,00040
Расточные станки		0,00070
Отрезные станки		0,01400
Крацевальные станки		0,00800
Обработка бериллиевой бронзы		
Токарные станки	Бериллий	0,000100
Расточные станки		0,000030
Сверлильные станки		0,001000
Фрезерные станки		0,000014
Обработка свинцовых бронз		
Токарные станки	Свинец	0,000800
Расточные станки		0,000200
Сверлильные станки		0,001200
Фрезерные станки		0,000600
Обработка алюминиевых бронз		
Токарные станки	Свинец	0,000050

Расточные станки	0,000008
Сверлильные станки	0,000047
Фрезерные станки	0,000022

Таблица 11.6

Удельные выделения пыли при механической обработке изделий из неметаллов (на единицу оборудования, г/с; на единицу массы обрабатываемых деталей, г/кг)

Операция технологического процесса	Вид оборудования	Выделяемое вещество		
		наименование	Количество	
			г/с	г/кг
1	2	3	4	5
Обработка резанием изделий из текстолита	Токарные станки	Пыль текстолита	0,019	-
	Фрезерные станки		0,031	-
	Зубофрезерные станки		0,0083	-
Обработка резанием изделий из текстолита	Токарные и расточные станки	Пыль карболита	0,017	-
	Фрезерные станки		0,064	-
	Сверлильные станки		0,012	-
Обработка пластмасс (фенопластов, амино- пластов, волокнитов,	Токарные станки	Пыль реактопластов	-	7,0 / 11,0*
	Сверлильные станки		-	8,0 / 12,0

стекловолоконитов)			
--------------------	--	--	--

* в числителе приведены значения для изделий массой до 100 г, в знаменателе - при массе от 100 до 1000 г.

Таблица 11.7

Удельные выделения пыли при механической обработке древесины

Наименование оборудования	Выход пыли, кг/ч	Минимальный объем отсасываемого воздуха, м ³ /ч
1	2	3
Круглопильные станки:		
ЦТЭФ	15,700	2520
ЦКБ-4; ЦМЭ-2	15,800	860
Ц2К12	11,800	
ЦА-2	39,700	1500
ЦДК-4	28,100	
ЦМР-1	61,200	1900
Универсальный круглопильный У6	8,400	
Универсальный круглопильный УП	6,300	1900
Фуговальные с механической подачей:		
СФА-6	47,600	
СР-3	24,200	

СК-15, С16-4, С16-5	77,700	
С2Р6, С2Р8	112,000	2500
С2Р12	122,500	3100
С2Р16	139,000	
Фрезерные:		
ФЛ, ФЛА, ФСШ-1	4,8	900

Таблица 11.8

Удельные выделения вредных веществ при электрофизических методах обработки металлов

Наименование оборудования, режим обработки	Размеры ванны, мм	Площадь ванны, м ²	Рабочая жидкость	Выделяющиеся вредные наименование
1	2	3	4	5
Станок электроэрозионный мод. 45723 I режим - черновой	640×500	0.32	Трансформаторное масло + керосин (30%)	Твердые частицы (пыль сажа) масляный аэрозоль Углерода оксид
То же II режим - основная обработка	640×500	0.32	То же	Твердые частицы (пыль сажа) масляный аэрозоль Углерода оксид
То же III режим - чистовой	640×500	0.32	-/-	Твердые частицы (пыль сажа) масляный аэрозоль
Станок электроэрозионный мод. 4E724 I режим - черновой	1118×750	0.84	Трансформаторное масло + керосин (20%)	Твердые частицы (пыль сажа) Железа оксид масляный аэрозоль Акролеин

				Углерода оксид
То же II режим - чистовой	1118×750	0.84	То же	Твердые частицы (пыль сажа)
				Железа оксид
				масляный аэрозоль
				Акролеин
				Углерода оксид
1	2	3	4	5
Станок электроимпульсный черновой режим	500×600	0.30	Трансформаторное масло (100%)	Твердые частицы (пыль сажа)
				Железа оксид
				масляный аэрозоль
				Акролеин
				Углерода оксид

РАБОТА №12. Расчет выбросов загрязняющих веществ при изготовлении и восстановление деталей с применением полимерных материалов.

Основные полимерные материалы, используемые в ремонтном производстве: капроновая смола, полиэтилен высокого и низкого давления, фенопласты, аминопласты, полипропилен, полистирол, полихлорвинил, эпоксидная смола ЭД-6, клей БФ-88Н.

Основные способы восстановления деталей: напыление (наплавление) на поверхность деталей полимерного материала; замена быстроизнашиваемых деталей; заделка трещин эпоксидными смолами; склеивание деталей.

Для газопламенного напыления используют специальную установку типа УПН.

При замене быстроизнашиваемых деталей или их участков полимерными материалами детали восстанавливают или изготавливают способом опрессовки. Он заключается в том, что расплавленный полимер заливают в форму под давлением на литьевой машине (термопластавтомате), прессе или экструдере. Для заделки трещин и сколов деталей машин применяется эпоксидная смола ЭД-6, которая является основной при изготовлении эпоксидных композиций. В качестве пластификатора применяют дибутилфталат, который повышает эластичность, вязкость и текучесть смолы при работе с ней. В качестве отвердителя применяется полиэтиленполиамин, который превращает эпоксидные композиции из тестообразного или жидкого состояния в необратимое твердое.

Для склеивания различных деталей применяется клей БФ-88Н.

Все эти процессы (за исключением литья деталей из капроновой смолы) сопровождаются выделением в атмосферу загрязняющих веществ.

При прессовании полимерных материалов выделяются продукты деструкции пластмасс.

В продуктах деструкции фенопластов основным загрязняющим веществом является фенол. Формальдегид, ацетон, метиловый, пропиловый и бутиловые спирты, ацетальдегид, бензол, ксилол, толуол и предельные углеводороды выделяются в незначительных количествах и в расчет могут не приниматься.

В продуктах деструкции аминопластов основным загрязняющим веществом является формальдегид. Аммиак, цианистый водород, окись

углерода, фенол, амины, альдегиды и углеводороды выделяются в незначительных количествах и в расчет могут не приниматься.

Основными загрязняющими веществами при литье и экструзии пластмасс являются стирол, уксусная кислота, дибутилфталат, метилметакрилат и окись углерода.

Количество загрязняющих веществ (т/год, г/с), выбрасываемых в воздушный бассейн, определяется по формулам (3.9) и (3.10).

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ в процессах изготовления и восстановления деталей машин с применением полимерных материалов приведены в табл. 12.1-12.4.

При изготовлении монтажных заготовок используют, в основном, трубы из полиэтилена высокого давления (ПЭВД) и полиэтилена низкого давления (ПЭВД). Сборка заготовок осуществляется с помощью сварочной установки, при температуре 200 °С. При этом выделяются незначительные количества уксусной кислоты и окиси углерода.

Для придания полиэтиленовым трубам различной конфигурации их разогревают в ванне с глицерином при температуре 125 °С, при этом загрязняющие вещества в воздух не выделяются.

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при сварке полиэтиленовых труб приведены в табл. 12.5.

Таблица 12.1

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при производстве изделий из пластмасс методом прессования (на единицу массы перерабатываемого материала)

Тип оборудования	Перерабатываемые материалы	Выделяемое загрязняющее вещество	
		наименование	количество, г/кг
Гидравлические прессы-полуавтоматы	Фенопласт на основе смолы СФ 090	фенол	0,5
	То же СФ 010	фенол	0,7
	То же СФ 337	фенол	1,0

	То же СФ 330	фенол	2,0
	То же СФ 342 (кроме типа СП)	фенол	0,8
	То же СФ 342, тип СП	фенол	2,5
	Волокнит (на основе смолы СФ 301)	фенол	1,2
	Стеклотекстолит	фенол	1,5
	Аминопласты	формальдегид	0,5
Установки ТВЧ	Фенопласт на основе смолы СФ 090	фенол	0,15
	То же СФ 010	фенол	0,2
	То же СФ 337	фенол	0,25
	То же СФ 342 (кроме типа СП)		0,2
	То же СФ 342, тип СП	фенол	0,5
	Волокнит	фенол	0,3
	Аминопласты	формальдегид	0,2
Таблетмашины, таблетавтоматы	Порошки фенопластов и аминопластов	пыль фенопластов и аминопластов	9,0

Примечание.

Удельные количества выделений приведены для режимов прессования с подпрессовками. Для режимов без подпрессовок следует принимать 2/3 от приведенных значений.

Приведенные значения могут быть уточнены в зависимости от поверхности прессуемого изделия (F , м²) и его массы (M , кг) по формуле:

$K = K_T \cdot F/M$ г/кг, где K_T - табличное значение.

Таблица 12.2

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при производстве изделий из пластмасс методами литья под давлением и экструзии (на единицу массы перерабатываемого материала).

Тип оборудования	Перерабатываемые материалы	Выделяемое загрязняющее вещество	
		наименование	количество, г/кг
1	2	3	4
Литьевые машины	Полиэтилен	Уксусная кислота	0,4
		Оксид углерода	0,8
	Полипропилен	Уксусная кислота	1,5
		Оксид углерода	1,0
	Полистирол	Стирол	0,3
	Сополимеры стирола	Стирол	0,1
	Полиамиды	Аммиак	2,0
		Оксид углерода	1,0
	Этрол	Дибутилфталат	0,4
	ПВХС-70-59М	Хлористый винил	0,01
	Дифлон	Фенол	0,1
	Дакрил	Метилметакрилат	1,0

Растарочная установка	Термопласты	Пыль термопластов	1,0
Роторные измельчители	Термопласты	Пыль термопластов	0,7
Грануляторы на базе экструдера	Полиэтилен и полипропилен	Уксусная кислота	0,3
		Оксид углерода	0,2
	Полистирол и сополимеры стирола	Стирол	0,05
	Полиамиды, этрол, дифлон	Оксид углерода	0,5
Пленочные агрегаты	Полиэтилен	Уксусная кислота	0,35
		Оксид углерода	0,15
Трубные агрегированные линии	Полиэтилен	Уксусная кислота	0,5
		Оксид углерода	0,25
	ПВХ блочный с добавкой свинца (9 вес. частей)	Хлористый винил	0,02
		Свинец	0,01
		Оксид углерода	0,5
Листовальные агрегаты	Полистирол	Стирол	0,42
		Оксид углерода	0,30
Выдувные агрегаты	Полиэтилен	Уксусная кислота	0,4
		Оксид углерода	0,8
Растарочная установка	Термопласты	Пыль термопластов	1,0

Дробилки-измельчители	Термопласты	Пыль термопластов	0,7
Грануляторы на базе экструдеров	Полиэтилен	Уксусная кислота	0,3
		Оксид углерода	0,2
	Полистирол	Стирол	0,1
	ПВХ	Хлористый винил	0,02

Примечание. Удельные количества выделений для процессов производства изделий из пластмасс методом литья под давлением приведены для режимов с холостыми прогонами. При работе без холостых прогонов значения выделений следует снижать в 2 раза.

Таблица 12.3

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ в процессах изготовления и восстановления деталей с применением полимерных материалов (на единицу массы применяемых материалов).

Операция технологического процесса	Применяемые вещества и материалы	Температура, °С	Выделяемое загрязняющее вещество	
			наименование	количество, г/кг
Приготовление эпоксидной композиции (клея)	Эпоксидная смола ЭД-6 (ЭД-16), дибутилфталат, полиэтиленполиамин	20	Эпихлоргидрин	0,376
			Толуол	0,521
			Дибутилфталат	1,875
			Этилендиамин	3,750

Нанесение эпоксидной композиции (клея) на детали	Эпоксидная композиция (клей) на основе смолы ЭД-6 (ЭД-16)	20	Эпихлоргидрин	0,375
			Толуол	0,521
			Дибутилфталат	1,875
			Этилендиамин	3,750
Сушка склеенных деталей	То же	100-	Эпихлоргидрин	2,250
			Толуол	3,126
		150	Дибутилфталат	11,250
			Этилендиамин	4,500
Нанесение клея БФ-88Н на детали	Клей БФ-88Н	20	Этилацетат	120,000
			Бензин	60,000
Сушка склеенных деталей	То же	20	Этилацетат	360,000
			Бензин	180,000
Газоплазменное напыление	Порошок ПФН-12,	200-	Пыль	94,800
			Ацетилен	220
	Формальдегид	0,010		
	Фенол	0,005		
	Диоксид азота	22,000*		

* - значение удельного показателя приведено к массе расходуемого ацетилена

Таблица 12.4

Удельное выделение загрязняющих веществ при производстве изделий из стеклопластиков.

Операция технологического процесса	Выделяемое загрязняющее вещество		Примечание
	наименование	количество	
Приготовление связующего вещества на основе полиэфирных смол	Пары стирола	2 г/кг стирола, входящего в смолу	15 г/кг при открытом разливе связующего вещества
	Пары гипериза	0,8 г/кг гипериза, входящего в связующее	1,7 г/кг при открытом разливе связующего вещества
Приготовление связующего вещества на основе фенолформальдегидных смол	Пары фенола	0,7 г/кг свободного фенола, входящего в смолу	
	Пары формальдегида	1,8 г/кг свободного формальдегида, входящего в смолу	
Пропитка стекложгута, ковров и изделий	Пары стирола	40 г/кг стирола, входящего в смолу	
Контактное формование	Пары стирола	95 г/кг стирола, входящего в смолу	
	Пары гипериза	12 г/кг гипериза, входящего в связующее	
Прессование изделий из материалов на основе полиэфирных смол	Пары стирола	20 г/кг стирола, входящего в смолу	
	Пары гипериза	8 г/кг гипериза, входящего в связующее	
Прессование изделий из прессматериалов АГ-4С	Пары фенола	0,46 г/кг прессматериала	
	Пары формальдегида	0,13 г/кг прессматериала	

	Пары анилина	0,1 г/кг прессматериала	
Прессование изделий из материалов на основе формальдегидных смол	Пары фенола	100 г/кг свободного фенола, входящего в смолу	
	Пары формальдегида	370 г/кг свободного формальдегида, входящего в смолу	
Раскрой стеклоткани на столе 5,3×1,2×0,9 м	Пыль стекловолокна	180 г/ч	
Обрезка труб в установке БИТ-125	Пыль стеклопластика	43,5 г/ч	

РАБОТА №13. Расчет выбросов загрязняющих веществ при термической и горячей обработке металлов

13.1. Термические и кузнечно-прессовые цеха и участки

Производственные процессы термической и горячей обработки металлов состоят из отдельных технологических операций: нагрев заготовок и деталей под ковку и термообработку в кузнечных горнах, нагревательных печах, солевых ваннах, токами высокой частоты (ТВЧ); ковка металла на молотах различного типа и на ковочных машинах; закалка в масляных и водяных ваннах (баках).

Цель термической обработки - придание изделиям определенных химических, механических и металлографических свойств. Наиболее распространенными видами термической обработки металлических изделий являются отжиг, нормализация, закалка, отпуск и цементация.

При нагреве заготовок и деталей в кузнечных горнах и нагревательных печах, работающих на твердом, жидком и газообразном топливе, происходит выделение сернистого ангидрида, оксида углерода, диоксида азота. В отходящих газах присутствуют пыль и сажа.

Количество взвешенных веществ (т/год, г/с), выбрасываемых в атмосферный воздух определяется по формуле:

$$M_{TB} = B \cdot A_p \cdot 0,001, \quad (13.1)$$

где B - расход топлива, т/год, г/с; A_p - зольность топлива, принимается по сертификату на топливо или по табл. 1.

Количество оксида серы (т/год, г/с), выбрасываемого в атмосферный воздух определяется по формуле:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot SP \cdot (1 - \eta'_{SO_2}), \quad (13.2)$$

где SP - содержание серы в топливе, % ; η'_{SO_2} - доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле;

Расчет выбросов оксида углерода в единицу времени (т/год, г/с) выполняется по формуле:

$$M_{CO} = 0,001 \cdot C_{CO} \cdot B \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right), \quad (13.3)$$

где V - расход топлива (т/год, тыс. м³/год, г/с, л/с); CCO - выход оксида углерода при сжигании топлива (кг/т. кг/тыс. м³ топлива) - рассчитывается по формуле:

$$CCO = 0,5 Q_H^p \quad (13.4)$$

Q_H^p - низшая теплота сгорания натурального топлива МДж/кг, МДж/м³; q_4 - потери теплоты вследствие механической неполноты сгорания топлива, %.

Количество оксидов азота (г/с) определяется по формулам:

$$M_{NO_2} = 0,025 V, \quad (13.5)$$

$$M_{NO} = 0,18 V, \quad (13.6)$$

где V - объем газовой смеси принимается по табл. 13.1.

При нагреве деталей в электрических печах и ТВЧ выделяется незначительное количество оксида углерода (за счет сгорания загрязнений в осадке), которое при расчетах выбросов не учитывается. При ковке а также при закалке деталей в водяных баках загрязняющие вещества не выделяются.

Нагрев деталей в соляных ваннах сопровождается незначительными выделениями аэрозоля расплава солей.

Таблица 13.1

*Объем газовой смеси, удаляемой от кузнечных горнов
(топливо каменный уголь)*

Количество сжигаемого угля, кг/ч	Объем газовой смеси, удаляемой от кузнечных горнов и температура смеси газов			
	При одном огне		При двух огнях	
	Объем, м ³ /с	Температура, °С	Объем, м ³ /с	Температура, °С
4	0,58	58	0,58	52
5	0,63	62	0,69	55
6	0,67	68	0,81	58

7	0,69	72	0,89	60
8	0,69	78	0,97	62
9	0,72	85	1,03	65
10	0,72	90	1,06	67
11	0,72	95	1,11	69
12	0,72	100	1,14	70
13	0,75	105	1,17	72
14	0,75	110	1,19	76
15	0,75	116	1,22	78
16	0,75	122	1,25	80
17	-	-	1,26	82
18	-	-	1,28	84
19	-	-	1,29	86
20	-	-	1,29	89

При закалке деталей в минеральном масле, а также при отпуске в нагревательных печах, под воздействием высокой температуры, происходит выделение масляного тумана и продуктов сгорания загрязнений металла.

Расчет выбросов загрязняющих веществ (т/год) производится по формуле:

$$M_{vi} = q_i Q (1 - \eta) 10^{-3}, \quad (13.7)$$

где q_i - удельное выделение вещества на единицу материала, перерабатываемого или используемого в технологическом процессе,

г/кг, г/м³ (табл. 13.2);

Q - объем перерабатываемого или используемого материала, т/год, тыс. м³/год; η - эффективность средств по снижению выбросов в долях единицы.

Расчет максимально разовых выбросов загрязняющих веществ (г/с) производится по формуле:

$$G_{vi} = q_i D (1 - \eta) / 3,6, \quad (13.8)$$

где D - расчетная производительность оборудования, т/ч.

Таблица 13.2

Удельные выделения вредных веществ в атмосферу от основных видов технологического оборудования термических цехов

Наименование технологического процесса, вид оборудования, исходный материал	Выделяющиеся в атмосферу вредные вещества		
	наименование	Количество	
		г/кг, г/м ³	г/ч на установку
1	2	3	4
1. Приготовление эндотермического газа Газоприготовительные установки	Оксид углерода	0,5 м на 1м ³ получаемого эндотермического газа	-
ЭН-16 ИЗ	То же	-	8,0
ЭН-30 ИЗ	-//-	-	15,0
ЭН-60 ИЗ	-//-	-	30,0
2. Нагревательные устройства использованием мазута топочного	Взвешенные вещества	60 г на 1 кг сжигаемого мазута	-
	Сернистый ангидрид	54,9 г на 1 кг	-

высокосернистого		сжигаемого мазута	
	Оксид углерода	37,7 г на 1 кг сжигаемого мазута	-
	Диоксид азота	2,46 г на 1 кг сжигаемого мазута	-
3. Нагревательные устройства с использованием мазута	Взвешенные вещества	5,6 г на 1 кг сжигаемого мазута	-
флотского малосернистого	Сернистый ангидрид	5,9 г на 1 кг сжигаемого мазута	-
	Оксид углерода	37,7 г на 1 кг сжигаемого мазута	-
	Диоксид азота	2,57 г на 1 кг сжигаемого мазута	-
4. Нагревательные устройства с использованием природного газа	Оксид углерода	12,9 г на 1 м ³ сжигаемого газа	-
	Диоксид азота	2,15 г на 1 м ³ сжигаемого газа	-
5. Нагрев стальных деталей под закалку в расплаве хлорида бария при температуре 1200-1300 °С	Аэрозоль хлорида бария	0,4 г на 1 кг нагреваемого металла	-
	Водород хлористый	0,12 г на 1 кг нагреваемого металла	-
Соляные ванны: электропечи			
СВС-2,3/13И1	Аэрозоль хлорида бария	-	30,6
	Водород хлористый	-	10,5
СВС-25/13И1	Аэрозоль хлорида бария	-	63,4

1	2	3	4
<p>6. Нагрев стальных деталей под закалку в расплаве хлоридов калия, натрия и бария при температуре 800-900 °С</p> <p>Соляные электропечи ванны:</p> <p>СВС-1,5.3.4/8,5М</p> <p>СВС-3,5.8.4/6,5М</p> <p>СВС-3,5.8.4/8,5М</p>	<p>Водород хлористый</p> <p>Аэрозоль хлоридов калия, натрия и бария</p> <p>Водород хлористый</p> <p>Аэрозоль хлоридов калия, натрия и бария</p> <p>Водород хлористый</p> <p>Аэрозоль хлоридов калия, натрия и бария</p> <p>Водород хлористый</p> <p>Аэрозоль хлоридов калия, натрия и бария</p> <p>Водород хлористый</p>	<p>-</p> <p>0,35 г на 1 кг нагреваемого металла</p> <p>0,12 г на 1 кг нагреваемого металла</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>21,7</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>38,5</p> <p>13,2</p> <p>77,0</p> <p>26,4</p> <p>94,5</p> <p>32,4</p>
<p>7. Нагрев стальных деталей под закалку</p> <p>Камерные печи:</p> <p>СНЗ-5.10.2/10</p> <p>СНЗ-6,5.13.4/10</p>	<p>Оксид углерода</p> <p>Сернистый ангидрид</p> <p>Оксид углерода</p> <p>Сернистый ангидрид</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>5,75</p> <p>4,78</p> <p>8,35</p> <p>5,64</p>

KS800/37 /ГДР/	Оксид углерода	-	2,85
	Сернистый ангидрид	-	8,08
8. Закалка стальных деталей после пайки ТВЧ			
Масленные ванны:			
диаметром 300 мм	Пары масла	-	30,21
	Оксид углерода	-	9,10
диаметром 350 мм	Пары масла	-	25,20
	Оксид углерода	-	15,90
9. Закалка стальных деталей после обработки в печи	Пары масла	0,11 г на 1 кг обрабатываемого металла	-
Масленные ванны:			
800×600×700	Пары масла	-	13,80
	Оксид углерода	-	34,20
1200×650×800	Пары масла	-	69,00
	Оксид углерода	-	25,80
СВМ-2,5.2.5/3М1	Пары масла	-	6,6
СВМ-3,5.5/3М1	Пары масла	-	27,6
СВМ-5,5/3М1	Пары масла	-	49,5
10. Закалка стальных деталей в тигельных печах-ваннах			
Соляные ванны:			

350×400	Пары хлора	-	0,70
	Оксид углерода	-	1,40
350×450	Пары хлора	-	4,2
1	2	3	4
	Оксид углерода	-	0,7
Закалка алюминиевых деталей из сплавов Al-2			
Шахтная печь	Оксид углерода	-	12,75
СШЗ-6,6/7-М-7	Аэрозоль алюминия	-	0,26
11. Отпуск стальных деталей			
Камерные печи:			
ПН-12	Оксид углерода (при загрузке)	-	7,26
	Оксид углерода (при выгрузке)	-	11,44
	Сернистый ангидрид (при выгрузке)	-	1,76
ПН-30	Оксид углерода (при загрузке)	-	6,60
	Оксид углерода (при выгрузке)	-	4,83
	Сернистый ангидрид (при выгрузке)	-	6,30
СНЗ-6.12.4/10М1	Оксид углерода	-	7,13
	Сернистый ангидрид	-	4,83

СНЗ-11.22.7/2	Оксид углерода	-	8,82
	Сернистый ангидрид	-	3,22
	Акролеин	-	0,2
В-20	Оксид углерода	-	1,78
	Сернистый ангидрид	-	-
600/25	Оксид углерода	-	4,0
	Сернистый ангидрид	-	3,19
	Пары масла	-	2,13
	Акролеин	-	0,14
СНЗ-4.8,0.2.6/10	Оксид углерода	-	13,10
	Сернистый ангидрид	-	5,70
12. Отпуск стальных деталей в тигельных печах-ваннах			
Селитровые ванны:			
420×720	Оксид азота	-	0,138
600×300	То же	-	0,045
500×700	-//-	-	0,051
13. Охлаждение и отпуск стальных деталей в смесях			
карбонатов натрия и калия и хлорида натрия	Аэрозоль карбоната натрия	0,03 г на 1 кг обрабатываемого металла	-
	Аэрозоль карбоната калия	0,11 г на 1 кг обрабатываемого металла	-

	Аэрозоль хлорида натрия	0,11 г на 1 кг обрабатываемого металла	-
Соляные электропечи- ванны:			
1	2	3	4
CBC-1,5.3.4/8,5M	Аэрозоль карбоната натрия	-	3,3
	Аэрозоль карбоната калия	-	12,1
	Аэрозоль хлорида натрия	-	12,1
CBC-3,5.8.4/6,5M	Аэрозоль карбоната натрия	-	6,6
	Аэрозоль карбоната калия	-	24,2
	Аэрозоль хлорида натрия	-	24,2
14. Отпуск стальных деталей при использовании масел "Вапор" и "Цилиндровое"	Пары масла	0,09 на 1 кг обрабатываемого металла	-
Масляные ванны:			
СВМ-2,5.2,5/3M1	То же	-	5,4
СВМ-3,5.5/3M1	-//-	-	22,5
СВМ-5.5/3M1	-//-	-	40,5
15. Отпуск стальных деталей в щелочах	Аэрозоль щелочи	0,4 г на 1 кг обрабатываемого металла	-
Соляные электропечи- ванны:			
СВМ-1,5.3.4/8,5M1	То же	-	44,0

СВМ-3,5.8.4/6,5М1	-//-	-	88,0
16. Цианирование стальных деталей низкотемпературное	Аэрозоль гидроксида натрия	0,25 г на 1 кг обрабатываемого металла	-
	Водород цианистый	0,20 г на 1 кг обрабатываемого металла	-
Соляные ванны: СВГ-10/8,5 СВГ-20/8,5	Аэрозоль гидроксида натрия	-	7,5
	Водород цианистый	-	6,0
	Аэрозоль гидроксида натрия	-	20,0
	Водород цианистый	-	16,0
17. Цианирование стальных деталей высокотемпературное	Аэрозоль гидроксида натрия	0,36 г на 1 кг обрабатываемого металла	-
	Водород цианистый	0,3 г на 1 кг обрабатываемого металла	-
Соляные ванны: СВГ-10/8,5 1 СВГ-20/8,5	Аэрозоль гидроксида натрия	-	10,8
	Водород цианистый	-	9,0
	2	3	4
	Аэрозоль гидроксида натрия	-	28,8

		Водород цианистый	-	24,0
18. Поверхностная цементация стальных деталей:				
Камерные печи ПН-12		Оксид углерода (при загрузке)	-	8,68
		Оксид углерода (при выгрузке)	-	13,02
		Сернистый ангидрид (при выгрузке)	-	2,17
Камерные печи ПН-30		Оксид углерода (при загрузке)	-	4,50
		Оксид углерода (при выгрузке)	-	8,44
		Сернистый ангидрид (при выгрузке)	-	5,7
19. Цементация стальных деталей в жидком карбюризаторе		Углеводороды	4,1 г на 1 м ³ рабочего объема печи	-
		Оксид углерода	0,15 г на 1 м ³ рабочего объема печи	-
Шахтные печи СШЦ-0406/10/Ц-60/		Углеводороды	-	0,4
		Оксид углерода	-	0,02
Шахтные печи СШ-ЦМ-6,12/9М1		Углеводороды	-	1,4
		Оксид углерода	-	0,05
20. Цементация стальных деталей в		Оксид углерода	1,0 г на 1 кг обрабатываемого металла	-

твердом карбюризаторе	Оксид азота	0,16 г на 1 кг обрабатываемого металла	-
Электропечи:			
СНЗ-6,5.13.4,0/12	Оксид углерода	-	150,0
	Оксид азота	-	24,0
СНЗ-8,5.11.5,0/12	Оксид углерода	-	100,0
	Оксид азота	-	16,0
21. Нитроцементация	Оксид углерода	60 г на 1 м ³ эндогаза	-
в защитной эндогазовой атмосфере	Оксид азота	0,6 г на 1 кг обрабатываемого металла	-
Электропечь	Оксид углерода	-	180,0
СНЗ-3.6.2/10М1	Оксид азота	-	30,0
22. Газовая цементация стальных деталей в керосине			
Шахтная печь Ц60	Пары керосина	-	45,5
1	2	3	4
23. Азотирование стальных деталей в защитной аммиачной атмосфере	Аммиак	120 г на 1 м ³ расходуемого аммиака	-
Электропечи шахтные:			
Ц-35	Аммиак	-	75,02
	Оксид углерода	-	20,46

США-3,2.4,8/6	Аммиак	-	48,00
США-8.12/6	То же	-	60,00
24. Нагрев деталей в защитной атмосфере			
Электropечи:			
СНЗ-3.6.2/10М1	Оксид углерода	-	28,0
	Оксид азота	-	5,0
СНЗ-6.12.4/10М1	Оксид углерода	-	114,0
СНЗ-6.12.4/12М1	Оксид углерода	-	19,0
25. Обжиг деталей после закалки в масляной ванне			
Камерные печи В-20	Оксид углерода	-	6,29
	Сернистый ангидрид	-	4,65
26. Воронение деталей в щелочи			
Ванны воронения 330×550	Пары щелочи	-	0,396

РАБОТА №14. Расчет выбросов загрязняющих веществ при обработке зерна

Плановое количество пыли, выбрасываемой в атмосферу зерноперерабатывающими предприятиями и элеваторами, рассчитывается по формуле:

$$M^B = 10^{-2} M^o_n k^8, \quad (14.1)$$

где M^B – количество пыли, выбрасываемой в атмосферу, т/год; M^o_n – количество пыли, отходящей от технологического и транспортного оборудования, т/год; k^B – коэффициент выброса пыли в атмосферу, % равный 3,0% от количества отходящей пыли на элеваторе, 3,2% - на мукомольном заводе, 3,4% - на комбикормовом заводе.

Суммарное количество пыли, отходящей в общем случае от технологического и транспортного оборудования, следует рассчитывать по формуле:

$$M^o_n = a П k, \quad (14.2)$$

где M^o_n – количество пыли, отходящей от технологического и транспортного оборудования и поступающей на очистку в пылеуловители, т/год;

a - коэффициент, равный:

10^{-2} – при заготовке зерна;

10^{-3} – при производстве муки, крупы, комбикормов и БВД;

$П$ – план заготовок зерна и производства муки, крупы, комбикормов и БВД, т/год;

k – безразмерный коэффициент, равный количеству отходящей пыли при заготовке 1т зерна и производстве муки, крупы, комбикормов, БВД.

В общем случае плановое количество пыли, выбрасываемой в атмосферу зерноперерабатывающими предприятиями и элеваторами, следует рассчитывать по формуле:

$$M^B = 10^{-2} M^o_n k^8, \quad (14.3)$$

где M^B – количество пыли, выбрасываемой в атмосферу аспирационными и пневмотранспортными установками, т/год;

M_p^o – количество пыли, отходящей от технологического и транспортного оборудования, т/год;

k^B – коэффициент выброса пыли в атмосферу, % равный 3,0% от количества отходящей пыли на элеваторе, 3,2% - на мукомольном заводе, 3,4% - на комбикормовом заводе.

РАБОТА №15. Расчет выбросов загрязняющих веществ предприятиями радиопромышленности

15.1. Сборочно-монтажные цеха.

Основными технологическими процессами, являющимися источниками загрязнения воздушной среды в сборочно-монтажных цехах, являются: промывка и обезжиривание деталей в органических растворителях, пайка и лужение изделий.

Основными вредными веществами, выделяющимися при этих процессах, являются углеводороды и аэрозоль свинца.

Количество вредных веществ, выделяющихся в процессах пайки и лужения определяется по данным раздела 1.1.

15.1.1. Ремонт силового электрооборудования

Основным элементом силового электрооборудования являются асинхронные трехфазные электродвигатели.

Технологический процесс ремонта электродвигателей состоит из следующих основных операций:

- наружная очистка от грязи и пыли;
- разборка на узлы и детали;
- удаление обмоток;
- ремонт и изготовление узлов и деталей;
- изготовление и укладка обмоток;
- сушильно-пропиточные работы;
- сборка;
- испытание после ремонта;
- внешняя отделка.

При разборке электродвигателя для удаления обмоточных проводов из статора, его помещают в термические печи и выдерживают 10-11 часов при температуре 350-400⁰С. Этот процесс сопровождается деструкцией изоляции обмоточных проводов и выделением оксида углерода, оксидов азота и сажи.

В связи с дефицитностью меди на многих предприятиях выполняют работы по реставрации, правят, калибруют, отжигают без доступа воздуха и покрывают электроизоляционными лаками на поточно-механизированной линии восстановления электропроводов эмалированием. В процессе эмалирования проводов выделяются растворители, входящие в состав лаков.

Восстановленные (или новые) провода используют для изготовления обмоток электродвигателей.

Крепление обмоток в пазах статора производят с помощью деревянных клиньев, пропитанных натуральной олифой или льняным маслом. При этом загрязняющие вещества не выделяются.

Обмотку статора, прошедшего промежуточные контрольные испытания, в дальнейшем подвергают пропитке в электроизоляционном лаке, а затем сушке при температуре 125⁰С.

Собранные электродвигатели, прошедшие испытания, грунтуют и окрашивают.

Все процессы, связанные с пропиткой, грунтовкой, окраской и сушкой, сопровождаются выделением растворителей, входящих в состав лакокрасочных материалов.

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ в процессах нанесения лакокрасочных материалов приведены в МУ по расчету выделений ЗВ при нанесении лакокрасочных покрытий.

При ремонте силового оборудования применяется лужение и пайка проводов. Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при пайке и лужении приведены в табл.15.1.,15.2.

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при термическом выжиге изоляции обмоточных проводов приведены в табл. 15.3.

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при восстановлении электропроводов эмалированием приведены в табл. 15.4.

Таблица 15.1.

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при лужении

и пайке [29] (на единицу массы расходующего припоя, г/кг; на единицу площади зеркала ванны (тигля), г/см²)

Операция технологического процесса	Применяемые вещества и материалы	Выделяемое загрязняющее вещество		
		Наименование	Удельные количества	
			г/кг	г/см ²
Лужение и погружение в припой	Мягкие припои Оловянно-свинцовые (бессурьмянистые) ПОС 60 ПОС 40 ПОС 30 ПОС 70	Свинец	-	0,11x10 ⁻³
		Окислы олова	-	0,05x10 ⁻³
	Оловянно-свинцовые (сурьмянистые) ПОССу 40-0.5 ПОССу 30-2 ПОССу 18-2	Свинец	-	0,11x10 ⁻³
		Окислы олова	-	0,05x10 ⁻³
		Окись сурьмы	-	0,003x10 ⁻³
Лужение и пайка волной	ПОС 40, ПОС 60	Свинец	-	1,40x10 ⁻³
Пайка паяльниками с косвенным нагревом	Оловянно-свинцовые (бессурьмянистые) ПОС 70 ПОС 60 ПОС 40	Свинец	0,51	-
		Окислы олова	0,28	-
	Оловянно-свинцовые (сурьмянистые)	Свинец	0,51	-

	ПОССу 40-0.5			
	ПОССу 30-2	Окислы олова	0,28	-
	ПОССу 18-2	Окись сурьмы	0,016	-
	Олово	Окислы олова	0,56	-
	Твердые припой Медно-цинковые Л60	Окись меди	0,072	-
	Л62	Окись цинка	6,4	-

Таблица 15.2.

*Удельные показатели выделения загрязняющих веществ
при пайке электропаяльниками [29] (на единицу оборудования,
г/с; г/100 паяк)*

Операция технологического процесса	Применяемые вещества и материалы	Выделяемое загрязняющее вещество		
		Наименование	Удельные количества	
			г/с	г/100 паяк
Пайка электропаяльниками мощностью 20-60 Вт	ПОС 30	Свинец	$0,0075 \times 10^{-3}$	-
		Окислы олова	$0,0033 \times 10^{-3}$	-
	ПОС 40	Свинец	$0,0050 \times 10^{-3}$	-
		Окислы олова	$0,0033 \times 10^{-3}$	-

	ПОС 60	Свинец	$0,0044 \times 10^{-3}$	-
		Окислы олова	$0,0031 \times 10^{-3}$	-
	ПОС 40, ПОС 60	Свинец	-	$0,02 \times 10^{-3}$

Таблица 15.3.

*Удельные показатели выделения загрязняющих веществ
при термическом выжиге изоляции обмоточных проводов [29]
(на единицу массы выжигаемых статоров)*

Операция технологического процесса	Вид удаляемой обмотки	Темпера- тура, °C	Выделяемое загрязняющее вещество	
			наименование	количество, г/сх·кг
Термический выжиг изоляции обмоточных проводов	Обмоточные провода, покрытые лаковой изоляцией	300-400	Оксид углерода	0,00038
			Диоксид азота	0,0000275
			Сажа	$0,5 \cdot 10^{-6}$

Таблица 15.4.

*Удельные показатели выделения загрязняющих веществ
при восстановлении электропроводов эмалированием [29]*

(на единицу массы расходуемого лака)

Операция технологического процесса	Применяемые вещества и материалы	Температура, °С	Выделяемое загрязняющее вещество	
			наименование	количество, г/с'кг
Восстановление электропроводов эмалированием	Лак ВЛ-931	270-400	Этилцеллозольв	375,0
			Хлорбензол	375,0
			Фенол	1,4

15.1.2. Пайка и лужение плат

Удельные выбросы вредных веществ от технологического оборудования при снятии изоляции провода обжигом и ручной и автоматизированной пайке и лужении приведены в табл.15.5. и табл.15.6.

Таблица 15.5

Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от технологического оборудования при снятии изоляции провода обжигом [1].

Наименование материала изоляции	Удельное количество вредных веществ, выделяющихся в атмосферу при обжиге 1 г изоляции, мг/г	
	оксид углерода	Фтористый водород
Винипласт	240	-
Полихлорвинил	180	-
Полиэтилен	100	-

Фторопласт	100	3
Хлопок	100	-
Шелк	200	-
Шелк и винипласт	190	-

Таблица 15.6.

Удельные выбросы вредных веществ от технологического оборудования при ручной и автоматизированной пайке и лужении [1].

№№ пп.	Наименование оборудования	Удельное количество аэрозоля свинца мг/ч
1	2	3
1.	Установка для групповой пайки и лужения ГТ-1621	150.0
2.	Механизированная линия пайки ГГ-2334, ЛПМ-02	18.0
3.	Установка ВД-4	9.2
4.	Установка для лужения плат УЛ-5	21.0
5.	Установка для лужения печатных плат УЛ-4	470.0
6.	Линия пайки печатных плат полуавтоматическая АУБ.28.00.00.00	83.0
7.	Линия пайки печатных плат К-30.003	160.0

8.	Полуавтомат лужения выводов микросхем ПЛП-01	0.4
9.	Автомат лужения выводов интегральных микросхем типа "Палмис"	6.5
10.	Автомат пайки микросхем АПМ-1	0.03
11.	Пайка на конвейере	0.058*
12.	Пайка единичных изделий	0.025*

* - удельное количество аэрозоля свинца, выделяющегося на одном рабочем месте.

15.1.3. Флюсование печатных плат

Количества вредных веществ (т/год), выделяющихся при флюсовании печатных плат (ПП) определяют по формуле (15.1):

$$M_{oi} = a_i \cdot P \cdot T \cdot k_i \cdot 10^{-6}, \quad (15.1)$$

где q_i - удельное количество выделяющегося x -го вредного вещества при нанесении или удалении флюса с ПП, г/м², табл. 15.7; P - производительность применяемого оборудования, м²/час; T - годовой фонд рабочего времени, ч/год; k_z - коэффициент загрузки технологического оборудования.

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при обработке ПП в органических растворителях приведены в МУ по расчету выделений ЗВ при гальванической обработке деталей

Таблица 15.7

Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от технологического

оборудования при операциях нанесения флюса на ПП

и удаление остатков флюса [1]

Наименование операции и источник выделения вредных веществ	Материалы	Выделяющиеся вредные вещества	
		наименование	количество, г/м ² ПП
1	2	3	4
Нанесение флюса на поверхность ПП	Флюс ФКТ	Пары: канифоли	0.48-1.20
		спирта этилового	5.99-9.59
	Флюс ФКЭТ	Пары: канифоли	0.24-1.44
		этилацетата	4.8-10.8
Ванны флюсования	Флюс ФСкПс	Пары: семикарбазид гидрохлорида	0.048-0.096
		этилового спирта	7.2-8.76
		глицерина	0.6-1.2
	Флюс ФКСп	Пары: канифоли	0.24-1.44
		этилового спирта	4.8-10.8
	Флюс ЛТИ-120	Пары: канифоли	1.06
		диэтиламина	0.19
		солянокислого триэтанолamina	0.072
		спирта этилового	3.460
2. Удаление остат-	Спирто-	Пары: этилового	

ков флюса кистью или тампоном	бензиновая			
	смесь (1:1)	спирта	11.0	
		бензина	11.0	
3. Обработка в рас- творителях	Растворитель 646	Толуол	145*	
		Бутилацетат	144*	
		Бутанол	3.2*	
		Этанол	28.2*	
		Ацетон	38.4*	
		Этилацетат	16.3*	
	Смесь толуол- ацетон (1:1)	Толуол	26.78*	
		Ацетон	225*	
	4. Удаление остат- ков флюса на уста- новке УЗО-2	Спирто- фреоновая смесь (1:19)	Этиловый спирта	2.38**
			Фреона	45.22**

* - количество вредных веществ показано в г.ч с 1 м² поверхности зеркала ванны.

** - пары спирто-фреоновой смеси выделяются в момент загрузки (выгрузки) печатных плат

15.2. Цеха производства печатных плат

Источниками выделения вредных веществ в атмосферный воздух цеха печатных плат является следующее технологическое оборудование: ножницы для нарезки заготовок, сверлильные и фрезерные станки, установки химической подготовки и подтравливания поверхности, установки

для нанесения фоторезисторов и красок, установки экспонирования, проявления и снятия фоторезисторов, гальванические ванны и прессы.

Валовое выделение загрязняющих веществ определяется исходя из нормо-часов работы оборудования и понятия условной платы.

В табл. 15.8-15.14 приведены удельные показатели выделения вредных веществ в единицу времени на единицу технологического оборудования.

Количество вредного вещества (т/год), отходящего от единицы технологического оборудования определяется по формуле (15.2):

$$M_i = 3,6 \cdot a_i \cdot W_{(1,2,3)} \cdot 10^{-3} , (15.2)$$

где $W(1,2,3)$ - определяется по следующим формулам :

для процессов механической обработки заготовок печатных плат, сверления, фрезерования, нанесения и сушки красок, нанесения и сушки фоторезисторов, химических и гальванических процессов:

$$W_1 = (N_{fi} \div L) \cdot K_{fi}$$

для прессования

$$W_2 = N_{fi} \div 10L$$

для консервации

$$W_3 = S_1 \div S_2 \cdot L ,$$

где S_1 - общая площадь реальных печатных плат (2 стороны); $S_2 = 0,125 \text{ м}^2$ - площадь условной печатной платы (УПП) (2 стороны); N_{fi} - общее количество слоев i -го типа реальной печатной платы, обрабатываемых при τ - технологическом процессе в соответствии с программой выпуска, слоев/год; L - производительность оборудования, рассчитанная на условную печатную плату, усл. слоев/час. За условную печатную плату (УПП) принят слой , имеющий размеры 210×210 мм (заготовка 250×250), 2 фиксирующих и 2 технологических отверстия диаметром 5-6 мм, 1000 монтажных отверстий диаметром 0,4-2,0 мм. q_i - удельное количество выделяющегося при технологическом процессе, отнесенное к слою условной печатной платы (СУПП), г/с; K_{fi} - коэффициент пересчета с СУПП на реальный печатный слой,

при получении заготовок

$$K_{li} = 10^{-3} P_3 = 2 \cdot (a + b) \cdot 10^{-3} ,$$

где P_3 - периметр заготовки реального слоя печатной платы или a, b - ширина и длина слоя реальной платы;

при сверлении фиксирующих и технологических отверстий

$$K_{li} = 0,25 \cdot Z ,$$

где Z - число фиксирующих и технологических отверстий реального слоя печатной платы, шт;

при сверлении монтажных отверстий

$$K_{li} = 10^{-3} \cdot n ,$$

где n - число монтажных отверстий реального слоя печатной платы, шт;

при фрезеровании реального слоя печатной платы по контуру

$$K_{li} = 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot P ,$$

где P - периметр реального слоя печатной платы, мм;

при процессах получения рисунка схемы (нанесения и снятия фоторезисторов или гальванической краски, проявления рисунка)

$$K_{li} = 16 \cdot S ,$$

где S - площадь реального слоя заготовки печатной платы при одностороннем покрытии, m^2 . Значение следует удваивать при двустороннем покрытии.

Таблица 15.8

Количество вредных веществ, выделяющихся в атмосферный воздух при механической обработке заготовок печатных плат [1]

Технологический процесс наименование оборудования	Производительность оборудования, СУПП/час	Марка обрабатываемого материала	Максимальное количество вредных веществ в выбросе, г/с		
			пыль стеклотекстол ита	пыль медная	всего

1	2	3	4	5	6
Получение заготовок					
Ножницы роликовые Ю.1.015.00.00.00 0	360	Стеклотекстолит фольгированный марок: СФ-1Н-35-1,5 СФ-1Н-50-1,5 СФ-2Н-35-1,5 СФ-2Н-50-1,5	0,01250	0,00300	0,01550
		То же, ФТС-1-20А-0,15 ФТС-2-20А-0,18	0,00115	0,00135	0,00250
		То же, ФТС-1-35Б, ФТС-2-23Б	0,00185	0,00180	0,00365
		То же, ФТС-2-35Б, ФДМ-2-0,25	0,00160	0,00310	0,00470
		Гетинакс фольгированный марок: ГФ-1-35-1,5, ГФ-1-50-1,5, ГФ-2-35-1,5, ГФ-2-50-1,5	0,01010	0,00280	0,0129
		То же, ГФ-1-35-2,0,	0,01380	0,00160	0,0154

Ножницы роликовые Ю.1.015.01.00.00 0	720	Стеклотекстолит фольгированный марок: СФ-1Н-35-1,5 СФ-1Н-50-1,5 СФ-2Н-35-1,5 СФ-2Н-50-1,5	0,02500	0,00600	0,0310
		То же, ФТС-1-20А-0,15 ФТС-2-20А-0,18	0,00230	0,00270	0,0500
Ножницы роликовые Ю.1.015.01.00.00 0	720	Стеклотекстолит фольгированный марок: ФТС-1-35Б, ФТС-2-23Б	0,00320	0,00620	0,00940
Ножницы роликовые Ю.1.015.01.00.00 0	720	Стеклотекстолит фольгированный марок: ФТС-2-35Б, ФДМ-2-0,25	0,00320	0,00620	0,00940
		Гетинакс фольгированный марок: ГФ-1-35-1,5, ГФ-1-50-1,5, ГФ-2-35-1,5, ГФ-2-50-1,5	0,02020	0,00760	0,02780
		То же, ГФ-1-35-2,0	0,02760	0,00320	0,03080
Ручная резка					

Ножницы гильотинные	300	Стеклоткань СПТЗ-0,06	0,00400	-	0,00400
		То же СПТЗ-0,025	0,00200	-	0,00200
Получение фиксирующих и технологических отверстий					
Настольно- сверлильный станок 2Н-106П и др.	360	Стеклотекстолит фольгированный марок: СФ-1Н-35-1,5 СФ-1Н-50-1,5 СФ-2Н-35-1,5 СФ-2Н-50-1,5	0,00200	0,00400	0,00600
		То же, ФТС-1-35Б, ФТС-2-23Б, ФТС-2-35Б, ФДМ-2-0,25	0,00300	0,00400	0,00700
		То же, ФТС-1-20А-0,15 ФТС-2-20А-0,18	0,00115	0,00135	0,00250
		Гетинакс фольгированный марок: ГФ-1-35-1,5, ГФ-1-50-1,5, ГФ-2-35-1,5, ГФ-2-50-1,5	0,01600	0,00480	0,02080
Настольно- сверлильный станок 2Н-106П		Гетинакс фольгированный	0,02200	0,00300	0,2500

и др.		ГФ-1-35-2,0			
		Гетинакс 1-1-0,8	0,00900	-	0,00900
		То же 1-1-1,5	0,01700	-	0,01700

Таблица 15.9

Количество вредных веществ, выделяющихся в атмосферный воздух от технологического оборудования при сверлении монтажных отверстий условной печатной платы [1]

Технологический процесс, наименование оборудования	Производительность оборудования, СУПП/ч	Марка обрабатываемого материала	Максимальное количество вредных веществ, г/с			
			Ø сверла от 0,4 до 1,0 мм		Ø сверла от 1,3 до 2,0 мм	
			Пыль стекло-текстолита, гетинакса	пыль медная	Пыль стекло-текстолита, гетинакса	пыль медная
Сверлильный станок с ЧПУ СФ-72Б СФ_101.Ф2 ABL-24 Сверлильно-фрезерный станок СФ-4 и др.	40	Стеклотекстолит фольгированный марок: СФ-1Н-35-1,5 СФ-1Н-50-1,5 СФ-2Н-35-1,5 СФ-2Н-50-1,5	0,01100	0,00110	0,05500	0,06500
		То же, ФТС-1-20А-0,15 ФТС-2-20А-0,18 ФТС-2-35Б,	0,00110	0,00110	0,00660	0,0143

		ФДМ-2-0,25				
		Гетинакс фольгированный марок: ГФ-1-35-1,5, ГФ-1-50-1,5, ГФ-2-35-1,5, ГФ-2-50-1,5	0,00880	0,00220	0,0440	0,05650
		Гетинакс фольгированный ГФ-1-35-2,0	0,01200	0,00110	0,06100	0,00660
		Гетинакс марок 1-1-0,2	0,00110	-	0,00660	-
		1-1-0,5	0,00330	-	0,01550	-
		1-1-0,8	0,00440	-	0,02400	-
		1-1-1,5	0,00880	-	0,04200	-
		Стеклоткань марок СПТЗ-0,06	0,00440	-	0,02310	-
		СПТЗ-0,02200	0,02200	-	0,01000	-

Таблица 15.10

Количество вредных веществ, выделяющихся в атмосферный воздух от технологического оборудования при фрезеровании условной печатной платы по контуру дисковой фрезой [1]

Технологический	Произво	Марка	Максимальное количество вредных
-----------------	---------	-------	---------------------------------

процесс, наименование оборудования	-дитель- ность оборудо- вания, СУПП/ч	обрабатываемого материала	веществ, г/с			
			Ø сверла от 1 до 2 мм		Ø сверла от 3 до 4 мм	
			Пыль стекло- тексто- лита, гети- накса	пыль медная	Пыль стекло- тексто- лита, гети- накса	пыль медная
Станок фрезерный ЗА- 64Д.676П и др.	60	Стеклотекстолит фольгированный марок: СФ-1Н-35-1,5 СФ-1Н-50-1,5 СФ-2Н-35-1,5 СФ-2Н-50-1,5	0,06280	0,01360	0,14060	0,03168
		То же, ФТС-1-20А-0,15 ФТС-2-20А-0,18	0,00560	0,00640	0,01300	0,01500
		То же, ФТС-1-25Б ФТС-2-23Б	0,00860	0,00860	0,02000	0,02000
		То же, ФТС-2-35Б, ФДМ-2-0,25	0,00700	0,01500	0,01700	0,03500
		Гетинакс фольгированный марок: ГФ-1-35-1,5, ГФ-1-50-1,5, ГФ-2-35-1,5, ГФ-2-50-1,5	0,04800	0,01400	0,11300	0,03200

		Гетинакс фольгированный ГФ-1-35-2,0	0,06600	0,00700	0,15400	0,01700
--	--	-------------------------------------	---------	---------	---------	---------

Таблица 15.11

Количество вредных веществ, выделяющихся в атмосферный воздух от технологического оборудования при фрезеровании условной печатной платы по контуру концевой фрезой [1]

Технологический процесс, наименование оборудования	Производительность оборудования, вания, СУПП/ч	Марка обрабатываемого материала	Максимальное количество вредных веществ, г/с			
			Ø сверла от 1 до 2 мм		Ø сверла от 3 до 4 мм	
			Пыль стекло-текстолита, гетинакса	пыль медная	Пыль стекло-текстолита, гетинакса	пыль медная
1	2	3	4	5	6	7
Станок фрезерный ЗА-64Д.676П, станок фрезерный с ЧПУ ГГМЗ.102.101, сверлильно-фрезерный станок СФ-4 и др.	60	Стеклотекстолит фольгированный марок: СФ-1Н-35-1,5 СФ-1Н-50-1,5 СФ-2Н-35-1,5 СФ-2Н-50-1,5	0,12100	0,02700	0,28100	0,06400
		То же, ФТС-1-20А-0,15 ФТС-2-20А-0,18	0,01100	0,01300	0,02600	0,02900
		То же,	0,01500	0,03100	0,03700	0,07300

		ФТС-1-35Б ФТС-2-23Б				
		То же, ФТС-2-35Б, ФДМ-2-0,25	0,01500	0,02900	0,03500	0,06900
		Гетинакс фольгированный марок: ГФ-1-35-1,5, ГФ-1-50-1,5, ГФ-2-35-1,5, ГФ-2-50-1,5	0,09600	0,02700	0,22500	0,06400
		Гетинакс фольгированный ГФ-1-35-2,0	0,13200	0,01500	0,30800	0,03500
То же	240	Стеклотекстолит фольгированный марок: СФ-1Н-35-1,5 СФ-1Н-50-1,5 СФ-2Н-35-1,5 СФ-2Н-50-1,5	0,49700	0,11200	1,16100	0,26200
Станок фрезерный ЗА- 64Д.676П, станок фрезерный с ЧПУ ГГМЗ.102.101,	240	Стеклотекстолит фольгированный марок: ФТС-1-35Б ФТС-2-23Б	0,07200	0,07100	0,16700	0,16700
сверлильно- фрезерный станок СФ-4 и др.		То же, ФТС-2-35Б, ФДМ-2-0,25	0,06200	0,123	0,14600	0,28700
		То же,	0,04700	0,05300	0,10900	0,123

		ФТС-1-20А-0,15 ФТС-2-20А-0,18				
		Гетинакс фольгированный марок: ГФ-1-35-1,5, ГФ-1-50-1,5, ГФ-2-35-1,5, ГФ-2-50-1,5	0,39800	0,11200	0,92900	0,26300
		Гетинакс фольгированный ГФ-1-35-2,0	0,54400	0,06100	1,27100	0,14400

Таблица 15.12

Количество вредных веществ, выделяющихся в атмосферный воздух от технологического оборудования при проявлении сухого пленочного фоторезиста СПФ-2 и снятия гальванической краски СТЗ-13 [1]

Наименование оборудования	Производительность оборудования, СУПП/ч	Выделяющиеся вредные вещества	
		наименование	количество, г/с
Проявление рисунка печатной платы			
Установки: УПФ ГМЗ.250.001, "Процессор"	160*	метилхлороформ	3,75
Удаление фоторезиста и краски			
Установки: ГМЗ.254.001, "Stripping"	160*	метилен хлористый	5,00

* - производительность шт. СУПП/час дана для односторонней обработки слоев.

Таблица 15.13

Количество вредных веществ, выделяющихся в атмосферный воздух от технологического оборудования при экспонировании рисунка печатной платы (фоторезисторы СПФ-2, ТФПК, СПФ-ВЩ, ФПП) [1]

Наименование оборудования	Производительность оборудования, СУПП/ч	Выделяющиеся вредные вещества		
		наименование	количество, г/с	
			фоторезисты СПФ-2, ТФПК, ФПП	фоторезист СПФ-ВЩ
Модель УПФ-1 ГГМЗ.250.001 КНМЗ.258.000	80*	Озон	0,000012	-
Модель УПФ-1 ГГМЗ.250.001 КНМЗ.258.000	240**	Озон	-	0,000036
Установка экспонирования сетчатых трафаретов УЭС-901	10*	Озон	0,000006	-
Установка экспонирования рисунка печатных плат и фотошаблонов СКЦИ.442.152.001	40*	Озон	0,000006	-
Установка экспонирования сетчатых трафаретов	20**	Озон	-	0,000018

УЭТС-901				
Установка экспонирования рисунка печатных плат и фотошаблонов СКЦИ.442.152.001	120**	Озон	-	0,000018

* - время экспонирования - 3 минуты.

** - время экспонирования - 1 минута.

Таблица 15.14

Количество вредных веществ, выделяющихся в воздушную среду от технологического оборудования при прессовании МПП [1]

Наименование оборудования	Производительность*, МПП/ч	Выделяющиеся вредные вещества		
		наименование	количество	
			СПТ 3-0,060	СП Т 3-0,025
Прессы типа "Braali Furton" "Burhle" "Пассадена" КООП-5000М1	5	Эпихлоргидрин	7 0,000	06 0,00
LAM--100	6	Эпихлоргидрин	9 0,000	07 0,00
АК.К12.9 31-02	38	Эпихлоргидрин	5 0,005	43 0,00

* - При прессовании за условную печатную плату (УМПП) принимается десятислойная МПП (размер заготовки 250×250), прокладочной стеклоткани прессуется: 1. СПТЗ-0,025 - 18 слоев,

2. СПТЗ-0,060 - 10 слоев, т.е.

$$N_{i} = N \div 10$$

где N - общее количество слоев.

15.3. Цеха микроэлектронного производства

Исходными данными для определения валовых количеств отходящих от источника выделения вредных веществ служат данные о количестве вредных веществ, выделяющихся в ходе технологической операции, приведенной к единице времени работы установки, единице площади обрабатываемой поверхности или единице площади зеркала ванны (удельные количества выделяющихся вредных веществ или удельные выделения). Удельные количества выделяющихся вредных веществ, приведенные в различных единицах измерения, могут быть использованы при расчетах в форме наиболее удобной для данного технологического оборудования или технологической операции.

Для стандартного технологического оборудования удельные количества установлены применительно к единице времени работы установки (qt) в г/ч и удельной площади обрабатываемой поверхности (qe) в г/дм². Для нестандартного оборудования, когда технологическая операция выполняется в цеховой емкости, удельные количества представлены применительно к единице площади зеркала жидкости в единицу времени (qt) в г/ч дм².

Удельные количества аммиака (qt) в г/ч×л. даны применительно к одному литру объема рабочего раствора.

Расчет количества i-го вещества, отходящего от технологического оборудования G_{0i} (г/с), по удельным количествам, приведенным к единице времени выполняется по формуле (15.3):

$$G_{0i} = q_m \cdot K_U \div 3600, (15.3)$$

Расчет по удельным количествам, приведенным к единице площади зеркала жидкости в емкости и к единице времени (15.4):

$$G_{0i} = q_m \cdot F \cdot K_u \cdot m_u \div 3600, (15.4)$$

где qt - удельные количества вредных веществ применительно к единице времени работы установки; F - фактическая площадь зеркала

жидкости в используемой емкости в дм^2 ; K_u - коэффициент использования оборудования

$$K_u = T_{\text{факт}} \div T_{\text{фонд}} ,$$

$T_{\text{факт}}$ - фактическое время использования оборудования; $T_{\text{фонд}}$ - фондовое время использования оборудования; m_n - коэффициент, характеризующий изменение скорости испарения органических растворителей с изменением площади испарения относительно 1 дм^2 . Значение коэффициента m_n приведены в таблице 15.15.

Для неорганических жидкостей $m_n = 1$.

Расчет по удельным количествам, приведенным к единице поверхности обрабатываемых изделий (оснастки)

$$G_{0i} = q_e \cdot S \div 3600, (15.5)$$

где q_e - удельная площадь обрабатываемой поверхности; S - площадь поверхности изделий, обрабатываемых за 1 час, $\text{дм}^2/\text{ч}$.

В связи с чрезвычайно малой величиной обрабатываемой поверхности, операция сварки микросборок не сопровождается выделением вредных веществ или имеет незначительные выделения в атмосферный воздух, которые можно не учитывать.

Экспериментом установлено, что количество озона, выделяющегося от установок экспонирования в атмосферный воздух составляет 0.002 г/ч .

При очистке поверхностей органическими растворителями методом протирки салфеткой или тампоном, количество выделяющихся паров определяется по расходу растворителей за вычетом количества, находящегося в сборнике для использованных отходов.

Если определение фактического расхода растворителей затруднено, следует пользоваться усредненными удельными количествами, установленными технологическим расчетом по данным предприятий с учетом испарений с тампона и частично из сборника использованных тампонов. Удельные количества ацетона для простых поверхностей $q_0=1,5 \text{ г/дм}^2$, более сложной конфигурации $q_0=1,8 \text{ г/дм}^2$, остальных растворителей: для простых поверхностей $q_0=1,0 \text{ г/дм}^2$, для сложных $q_0=1,2 \text{ г/дм}^2$.

$$G_{0i} = q_e \cdot S \div 3600, (15.6)$$

где S_p - площадь обрабатываемой поверхности изделий (оснастки) $\text{дм}^2/\text{ч}$.

Удельные количества вредных веществ, выделяющихся от технологического оборудования при получении диэлектрических слоев и слоев кремния методами пиролитического и плазмохимического осаждения приведены на толщину осаждаемого слоя 3 микрона на установке УНЭС-2Н-КА и 1 микрон на установках “Окси”, “Полинид”, “Изотрон”, “УВП-2М”.

Таблица 15.15

Значение коэффициента m_n [1].

F, дм ²	m_n
1	2
2 и меньше	1,000
3	0,975
4	0,917
5	0,890
6	0,875
7	0,866
8	0,833
9	0,817
10	0,800
11	0,792
12	0,775
13	0,758
14	0,750

15	0,733
16	0,725
17	0,708
18	0,691
19	0,683
20	0,679

Удельные количества вредных веществ, выделяющихся от технологического оборудования при плазмохимическом травлении плат приведены на глубину травления 1 микрон.

Валовое количество вредных веществ выделяющихся от установок плазмохимического и пиролитического осаждения, плазмохимического травления определяются по формуле (15.9).

Если толщина осаждаемого или глубина отравливаемого слоя отлична от взятых за основу расчета, то удельные количества выделяющихся вредных веществ следует изменить во столько раз, во сколько толщина слоя меньше или больше приведенной расчетной величины (15.7):

$$q_{\phi}^i = q_m \cdot K_c, \text{ г/ч (15.7)}$$

где q_{ϕ}^i - фактическое удельное количество вредного вещества выделяющегося от установки за один час, при выполнении операции заданной величиной слоя; q_m - удельное количество вредного вещества, выделяющегося от установки за один час, в расчете на условную толщину слоя; K_c - коэффициент, указывающий во сколько раз заданная величина слоя больше условной.

Например, если толщина осаждаемого диэлектрического слоя на установке УНЭС-2Н-КР один микрон, то удельное количество аэрозоля тетрахлорида кремния и трихлорсилана, выделяющегося в систему выхлопа форвакуумного насоса составит (15.8):

$$q_{\phi}^i = 1,1/3 = 0.36 \text{ г/ц (15.8)}$$

где 1,1 - q_m - (см. табл. 22).

Количество вредных веществ (T), выделяющихся от единицы технологического оборудования за отчетный период определяется по формуле (15.9):

$$M_{oi} = 10^{-6} \cdot T \cdot G_{oi} \cdot 3600, \quad (15.9)$$

где G_{oi} - определяется по формуле (15.4; 15.5; 15.6); T - фонд рабочего времени за отчетный период в часах.

Удельное количество вредных веществ, отходящих от технологического оборудования представлены в табл. 15.16-15.24.

Каждая таблица соответствует определенному технологическому процессу.

Таблицы состоят из двух частей: первая часть - технологическая характеристика операций, вторая - удельные количества отходящих вредных веществ.

В технологической части табл. 15.16-15.21; 15.24 указана технологическая операция, используемое для ее проведения оборудование, материалы и их количественные соотношения.

Например, в табл. 15.16 пункт 1 "Операция обезжиривания эталонных фотошаблонов" выполняется на модуле фотохимической обработки ГТМ 3.258.002 из комплекса "Растр-Э", ГТМ 3.250.002 из комплекса "Растр-М" в растворе, содержащем 200 г калия двуххромовоокислого на 5 л. серной кислоты.

Во второй части таблицы приведены количества вредных веществ: аэрозоля серной кислоты $q_T=1.5$ г/ч с установки и $q_C=0.015$ г/дм², обрабатываемой поверхности и пары хромового ангидрида $q_T=0.012$ г/ч и $q_C=0.001$ г/дм², выделяющиеся при обезжиривании на одном из указанных видов оборудования и при применении указанного раствора.

В табл. 15.22;15.23 для удобства пользования наименование технологического оборудования вынесено в заголовок.

В табл. 15.22 введены графы для указания количества вредных веществ, удаляющихся местной вытяжной вентиляцией и системой выхлопа форвакуумного насоса. Удаление основного количества вредных веществ, производится через систему выхлопа форвакуумного насоса. Незначительная часть вредных веществ, которая может оказаться в установке на момент ее разгерметизации при выгрузке пластин, удаляется через местную вытяжную систему.

В табл. 15.23 даны количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух после улавливания и нейтрализации гидридных газов и продуктов их реакций, образовавшихся при технологических процессах. В первой части таблицы указаны количества вредных веществ, поступающих с технологических установок на скрубберную обработку, во второй части - количества вредных веществ, выделяющихся после скрубберной обработки в атмосферный воздух.

Таблица 15.16.

Удельные количества вредных веществ, выделяющихся от технологического оборудования производства фотошаблонов [1].

№ пп	Наименование операции	Наименование оборудования	Материалы, используемые для выполнения операции			Вредные вещества, выделяющиеся от		
			наименование	ед. из м.	кол-во	наименование	удельное количество	
							q _т , г/ч	q _с , г/дм ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОПЕРАЦИИ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ								
1	Обезжиривание этапных (промежуточных) фото-	Модуль фото-химической обработки ГГМ 3.258.002 "Растр-Э"	Кислота серная	л	5.0	Аэрозоль серной кислоты	1.5	0.102

	тошаблоно в	ГТМЗ.250.0 02 из комплекса “Растр-М”	Калий дву- хромово- кислый	г	200	Пары хромо- вого ан- гидрида	0.12	0.008
	Очистка за- готовок (пластин) фотошабло - нов перед	Модуль подго- товки поверх- ности загото- вок ГТМЗ.250. 002. из ком-						
	напыление м хрома,	плекса “Растр-М”	то же	то же	то же	то же	то же	то же
	окиси железа	Модуль из ком- плекса “Лада-ФМ”	-”-	-”-	-”-	-”-	-”-	-”-
2	Обезжири- вание хро- ной	Шкаф вытяж- ной	Калий желе- зосинероди с-			Аэро- золь		

	ма		тый	г	20.0	щелочи	0.005	--
		Стакан фарфоровый лабораторный	Калия гидрид окиси	г	3.0			
			Вода дистиллированная	л	0.1			
3	Обезжиривание испарителей	То же	Спирт этиловый	-	-	Пары спирта этилового	20.0	-
			Ацетон	-	-	Пары ацетона	80.0	-
4	Обезжиривание кассет	Шкаф вытяжной	Натр едкий	кг	0.1	Аэрозоль щелочи	0.005	-
		Емкость цеховая	Вода дистиллированная	л	1.0			
5	Отмывка фотошабло	Модуль	Синтенол-			Аэро-	7×	0,5×

	- нов в мою- щем раство- ре	фото- химической об- работки ГГМЗ. 285.002 из ком- плекта "Растр-3"	ДС-10 (5% раствор)	-	-	золь щелочи	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$
6	Ультразву- ковая очистка за- готовок в моющем растворе	Ультразвук о- вая установка УЗУ-025	Калия гид- рат окиси	г	250	То же	0,033	0,001
			Моноэтал- амин	мл	100			
			Спирт изо- пропиловы й	мл	100	Пары моноэ- танола- мина	0,026	0,001
			Вода дистил- лированная	мл	10^4	Пары спирта изопро- пилово- го	0,66	0,02
7	Ультрозву-	То же	Синтанол ДС	г	100	Пары		

	ковая очистка пластин в эмульсии Э-2					трихлор- этилена	16	0,5
			Натрий фос- форнокисл ый	г	250	Аэро- золь	3×	1×
			Смачивате ль СВ-10411	-"-	100	щелочи	×10 ⁻⁴	×10 ⁻⁵
			Трихлорэти -					
			лен	мл	150 0			
			Вода дистил- лированная	мл	850 0			
8	Подготовка посуды	Шкаф вытяж- ной	Кислота серная	л	5	Аэро- золь кислоты серной	0,25	-
		Емкость цехо- вая	Калий дву- хромово- кислый	г	200	Пары хромо- вого ан-	2×	

						гидрида	$\times 10^{-4}$	-
			Диметил- формаид	-	-	Пары димер- тилфор- маида	3,3	-
			Ацетон	-	-	Пары ацетона	80	-
9	Закрепле- ние фото- шаблона на держателе с помощью клея	Кистью	Клей "АГО" нитроцелл ю- лозный	-	-	Пары толуола	-	1,0
Операции фотохимических процессов и процессов напыления и травления маскирующих слоев								
10	Нанесение и сушка фо- торесиста	Модуль изго- товления фото- резистивны х пластин кон-				Пары метилэ- тилке- тона	3	0,02

		тактного раз- множения ГГЗ.				Пары димера		
		249.002. из ком- плекса “Растр-М”				тилфор- мамида	1,2	0,007
			Фоторезист ФП-РН-7	-	-	Пары мономе- тилово- го эфира ацетатэт и- ленгли- коля	1,2	0,02*
			Ацетон (для промывки)	-	-	Пары ацетона	400	-
		Модуль из ком- плекса “Лада-ФМ”	Фоторезист ФП-617	-	-	Пары димети- лового эфира диэти- ленгли- коля	4,2	0,03

11	Проявление	Модуль фото-	Состав 1			Аэрозоль		
	фотопечати	химической обработки ГГМЗ.	Натрий сернистокислый					
		258.002 из комплекса "Растр-Э"	безводный	г	140	щелочи	0,03	2× ×10 ⁻³
			Метол	г	6			
			Гидрохинон	г	20			
			Метобарат калия	г	112			
			Калий бромистый	г	16			
			Клия гидрат окиси	г	23			
			Вода дистиллированная	л	1			
			Состав 2			то же	то же	то же
			Натрий сернистокислый безводный	г	50			
			Метол	г	2.5			
			Гидрохинон	г	10			

			Калий бромистый	г	4					
11	Проявлени е фотопечати	Модуль фото- химической об- работки ГГМЗ.	Натрий угле- кислый безводный	г	46					
			258.002 из ком- плекса	Вода дистил- лированная	л	1				
		“Растр-Э”	Состав 3					Аэро- золь щелочи	0,03	2× ×10 ⁻³
			Натрий сернистоки слый	г	96					
			Метол	г	2					
			Гидрохинон	г	9					
			Калий бромистый	г	5					
			Натрий углекислый безводный	г	48					
			Вода дистил- лированная	л	1					
Операция фотохимических процессов и процессов нанесения и травления маскирующих слоев										
12	Фиксирова- ние изобра-	Модуль фото- химической об-	Натрия тио- сульфат	г	300	-	-	-		

	жения	работки ГМ. 258.002 из ком- плекса	Калий пиро- сернистоки с- лый	г	30			
		“Растр-Э”	Вода дистил- лированная	л	1.0			
13	Проявлени е изображе- ния	Модуль фотохимич еской об- работки ГМЗ. 250.002 из комплекса	Калия гидрид окиси Сульфанол	г мл	6 0,9	Аэрозол ь щелочи	0,006	4×10^{-4}
		“Растр-М”	лированная	л	994			
14	Ретуширо- вание	Установка ла- зерной ретуши ЭМ-551А				Озон	0,001	
		Кисть	Эмаль гравировал ьная	пп	-	-	-	-
			Краска для техническо й ретуши					

			№ 4000-06	-	-	-	-	-
			Эмаль чер- ная ЭП-288	-	-	Пары толуола, ксилола		0,1
15	Травление маскирую- щего слоя:	Модуль фото- химической об- работки ГТМЗ. 250.002 из комплекса "Растр-М"						
	хрома		Церий серно- кислый 4-водный	г	40	Пары хромо- вого ан-	6×	3,5×
			Хрома (IV) окись	г	30	гидрида	×10 ⁻⁴	×10 ⁻⁵
			Кислота серная	мл	10			
			Вода дистил-					

			лированная	мл	960			
	окиси железа		Калий йодистый	г	45	Пары хлорис- того во- дорода	16,8	0,95
			Железо хлорное	г	50			
			Кислота соляная	мл	750			
			Вода дистил- лированная	мл	250			
16	Обработка фотошабло- нов в тра- вителе	Модуль травле- ния вуали, дуб- ления ГГМЗ. 800.010 из комплекса "Растр-Э"	Калий желе- зосинероди- стый	г	25	-	-	-
			Вода	л	1.0			
			Натрия тиосульфат	г	150	-	-	-
			Вода	л	1.0			
17	Удаление (снятие) фо-	Модуль фото- химической об-						Аэро-

	торезиста	работки ГГМЗ. 258.002 из комплекса "Растр-М"	Едкий калий (20%)	-	-	золь щелочи	0,06	0,003
18	Обработка фотошабло - нов в отбе- ливающем растворе	Модуль фото- химической об- работки ГГМЗ. 258.002 из комплекса "Растр-Э"	Аммоний двухромово - кислый или калий дву- хромовокис - лый					
				г	7.0	-	-	-
				То же	10			
				г	10	-	-	-
				л	1.0	-	-	-
19	Обработка фотошабло - нов в освет-	Модуль фото- химической об- работки ГГМЗ.	Натрий сер- нистокислы й	г	20	-	-	-
				л	1.0			
				л	1.0			

	ляющем растворе	258.002 из комплекса "Растр-Э"						
20	Вакуумное напыление	Установка ва- куумная полу- автоматиче- ская резистивног о напыления пле- нок УВП- 71П-3 Установка для многослойн ого нанесения ма- териалов УВН-75П-1 Установка				Аэро- золь масла со сле- дами напыля- емого метал- ла (че- рез сис- тему выхлопа		
		ва- куумного					2,0	-

		напы- ления металли- ческих пленок УВН-73П-2						
21	Ионно- плазменное напылени	Установка ион- ного распыле- ния и электронно го распыле- ния УВН- 75П-1				Аэро- золь ма- сла со следами напыля- емого металла	2,0	-
22	Ионное травление	Установка ион- ного травления УИТ-1				Аэро- золь ма- сла	2,0	-

Таблица 15.17

*Удельные количества вредных веществ, выделяющихся
при механической обработке пьезоматериалов [1]*

№ пп	Наименование операции	Наименование оборудования	Материалы, используемые для выполнения операций			Вредные вещества, выделяющиеся от оборудования		
			Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Наименование	Количество	
							q _т г/ч	q _{сг} /дм ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Наклейка кристалла на стек- лянное ос- нование	Стол мон- тажный, кисть, ем- кость с клеем	Мастика	г/ч	50			
			Состав 1					
			воск - 2 об. части канифоль - 3 об. части			Пары ски- пидара	0,9	-
1	Наклейка кристалла на стек- лянное ос- нование	Стол мон- тажный, кисть, ем- кость с клеем	Состав 2					
			воск - 2 об. части канифоль - 1 об. часть			Пары ски- пидара	0,5	-
			Клей АК-20	г/ч	0.5	бутилаце- тат	0,4	-
						этилцел- лозольв	0,3	-

						ацетон	0,3	-
						бутиловый спирт	0,6	-
						спирт этиловый	0,4	-
						толуол	2,0	-
			Клей 88-Н	г/ч	5.0	Пары бензола	1,0	-
						этилацетата	2,0	-
2	Распиловка кристалла с применением охлаждающей жидкости	Алмаз-4, Алмаз-6, К8611, СРК-2, 2405Т	Пластины из:					
			ниобата лития	-	-	Аэрозоль ниобата лития	0,7	-
			кварца	-	-	Аэрозоль кварца	0,25	-
			Стекла, со-держащие:			Аэрозоль мышьяка	0,5	-
			мышьяк	-	-			

			кадмий	-	-	Аэрозоль кадмия	0,75	-	
			Фосфор	-	-	Пары фосфора	0,3	-	
3	Шлифовка пластин	Шлифо- вальные станки	Пластины из:						
			ниобата						
			лития	-	-	-	-	-	
			кварца	-	-	-	-	-	
			стекла, со-						
			держачие:						
			мышьяк	-	-	-	-	-	
			кадмий	-	-	-	-	-	
			фосфор	-	-	-	-	-	
			Водная суспензия шлифовального порошка № 1,2,8,11,12 или микропорошка М5,М7, М10,						

			M20, M28 и др.					
4	Полировка пластин	Монтажный стол приспособлениями для полировки пластин	Алмазный синтетический микропорошок марки АСМ-2/1, АСМ-1/0 и др. Пасты полировальные "Полирид", "Крокус", "Гои", вода	-	-	-	-	-

Таблица 15.18

Удельные количества вредных веществ, выделяющихся от технологического оборудования производства плат тонкопленочных [1]

№ пп	Наименование операции	Наименование оборудования	Материалы, используемые для выполнения операций	Вредные вещества, выделяющиеся от оборудования
------	-----------------------	---------------------------	---	--

1	2	3				ния		
			Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Наименование	Удельное количество	
							q _т г/ч	q _с г/см ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Операции подготовки поверхности								
1	Обезжиривание	Шкаф вытяжной	Натрия гидрат окиси	кг	0,02-0,03	Аэрозоль щелочи	0,005	-
			Тринатрий-фосфат	кг	0,03-0,05			
	испарителей	Стакан лабораторный стеклянный	Натрий углекислый	"-	0,02-0,03			
			Вода дистиллированная	дм ³	до 1,0			
2	Обработка кассет в моющем растворе	То же	Натрия гидрат окиси	кг	0,1	Аэрозоль щелочи	0,005	-
			Вода дистиллированная	дм ³	до 1,0			
3	Обработка	Установка	Кипящий					

	ка подложек в moyem рас-	08ЧХН-100-005 из линии "Лада-1"	раствор: водорода перикись (1,465)	дм ³	0,32-0,325	-	-	-
	творе	да-1"	Аммиак водный (0.911)	"-	6,8-7,0	-	-	-
			Вода дистиллированная	дм ³	1,0			
4	Обезжиривание перед напылением подложек	Установка ультразвуковой очистки 08ЧУВ-008-002 из линии "Лада-1"	Раствор моющего средства (ТМС-1, Прогресс, ДС-10)	%				
			Синтанол	ве-		Аэрозоль		
			ДС-10	со-	3-5	щелочи	0,0007	
			Тринатрий фосфат	вые				
			Трихлорэтилен	г	10	Аэрозоль щелочи	0,0007	
				г	25			
				г	150	пары трихлорэтлена	20	0,174

		Смачиватель					
		СВ-104П	г	10			
		Вода дистил-					
		лированная	л	1,0			
	Установка						
	обработки						
	в органи-						
	ческих рас-						
	творителях						
	С8ЧХО-100				Пары		
	-003 "Ла-	Трихлорэти-			трихлорэ-		
	да-1"	лен	-	-	тилена	50	0,4
	Навесок	Шкаф фы-					
		тяжной	То же	-	-	То же	50
		Стакан					
		стеклян-					
		ный лабо-					
		раторный					
5	Травле-	Шкаф вы-					
	ние наве-	тяжной					

сок (перед напыле- нием)	Стакан ла- боратор- ный стек- лянный						
Нихромат никель		Натрия (или калия) гид- рат окиси	кг	0,02	Аэрозол ь щелочи	0,005	-
		Натрий угле-					
Алюминий		кислый	кг	0,05			
		Вода дистил- лированная	дм ³	до 1,0			
		Натрий гид- рат окиси	кг	0,06	Аэрозол ь щелочи	0,005	
		Вода дистил- лированная	дм ³	до 1,0			
Ванадий, медь		Кислота азотна	дм ³	0,1 0,15	Аэрозол ь азотной кислоты и пары	0,108	-
		Вода дистил- лированная	дм ³	до 1,0			

						окислов азота		
6	Травле- ние испа- рителей из: молиб- дена и	Шкаф вы- тяжной	Кислота сер- ная	дм ³	0,1- 0,15	Аэрозол ь серной кислоты	0,252	-
		Стеклян- ный стакан	Кислота азотная	дм ³	0,1- 0,15	Аэрозол ь азотной кислоты и		
	тантала		Вода дистил- лированная	-"-	0,1- 0,15	пары окис- лов азота		0,108
			вольфра- ма	Калий желе- зосинеродис- тый	кг	0,3	Аэрозол ь щелочи	0,005
		Натрия гид- рат окиси	кг	0,045				
		Вода дистил- лированная	дм ³	до- 1,0				
	7	Осветле-		Кислота сер-		0,1-	Аэрозол ь	

	ние наве- сок из:	То же	ная (1.84)	-"-	0,15	серной кислоты	0,252	-
			Кислота со- ляная (1.19)	-"-	0,1- 0,15	Пары хло- ристого		
			Вода дистил- лированная	-"-	0,1- -0,15	водород а	0,5	-
	Алюминия		Азотная кислота	-"-	0,05- 0,06	Аэрозол ь азотной кислоты и		
			Вода дистил- лированная	-"-	до 1	пары окис- лов азота	0,01	-
8	Осветле- ние мед- ных кон- тактов ис- парите- лей	То же	Кислота азотная	-"-	0,1- 0,15	Аэрозол ь азотной кислоты и пары окис-		
			Вода дистил- лированная	-"-	1,0	лов азота	0,108	-

9	Промывка подложек	Установка обработки в органических растворителях ОЗЧХО-100-003 из линии "Лада - 1"	Спирт изопропиловый	-	-	Пары спирта изопропилового	20,0	0,1
	Промывка испарителей навесок	Шкаф вытяжной Стекло-анальный стакан лабораторный	Спирт изопропиловый	-	-	Спирт изопропиловый	17,0	
Операции процессов напыления и травления проводниковых и резистивных материалов, вакуумные процессы								
10	Напыление про-	Установка вакуумная	Медь, ванадий, алюми-			Аэрозоль масла со		

воднико- вых структур для НЧ плат	полуавто- матическая резистив- ного напы- ления пле- нок УВН- 71П-3	ний, никель, хром, нихром	-	-	следами напыляе- мых мате- риалов через сис- тему вых- лопа		
	Установка вакуумного						
	нанесения металли- ческих пле- нок УВН- 73П-2	То же			То же	То же	-
	Установка для много- слойного нанесения материа-	Ванадий, медь, алю- миний, ни- кель, хром, нихром,					

		лов УВН-75П-1	тантал	-	-	-"-	-"-	-
1 1	Напыление про-воднико-вых струк-тур для СВЧ-плат (2-х сто-роннее напыле-ние)	Установка вакуумного напыления металли-ческих пленок УВН-74П-3	Хром, них-ром, титан, ванадий, медь, никель	-	-	Аэрозол ь масла со следами напыляе-мых мате-риалов через сис-тему вых-лопа	2,0	
1 2	Вакуум-ное напы-ление на подложки из ситал-лов, кира-мики, по-ликоров							
	Напыле-	Установка	Марки РС и			Аэрозол ь		

ние резис- тивных материа- лов	вакуумная полуавто- матическая напыления пленок УВП-71П-3	СТ, керметы	-	-	масла со следами напыляе- мых мате- риалов	2,0	
	Установка многослой- ного нане- сения мате- риалов УВП-75П-1	Марки РС и СТ, керметы, танталы	-	-	То же	То же	
Напыле- ние мате- риалов методом магнитно- го ней- тронного	Установка вакуумного напыления непрерыв- ного дей- ствия с магнетрон-	Алюминий, медь	-	-	Аэрозол ь масла со следами напыляе- мых мате- риалов через сис-		

распыле- ния	ной систе- мой распы- ления “Оратория - 2М”				тему вых- лопа	2,0	-
	Вакуумная установка магнетрон- ного рас-				То же	То же	
	пыления ВУМР-1 (на базе 74 П-3)						
Высоко- частотное распыле- ние диэ- лектри- ческих материа-	Установка высокочас- тотного распыле- ния УВЧР- -1 ,на базе УВП-71П-3	Диэлектри- ческие мате- риалы марки ДО, двуокиси кремния, мо- ноокись гер- мания, моно-					

	лов		окись крем- ния	-	-	То же	То же	-
1 3	Ионное травление планоч- ных структур	Установка ионного травления УИТ-1 (на базе УВН- 71П-3)				Аэрозол ь масла со следами стравли- ваемых материа- лов через систему выхлопа	2,0	-
Фотохимические процессы								
1 4	Нанесе- ние фото- резиста	Автомат для нанесе- ния фото- резиста 08- ФП-500/60х х48-010) из линии	ФП-383 ФП-РН-7	-	-	Пары ди- оксана Пары ме- тилэтил- кетона Диметил - формам	26,0 0,9	1,5 0,15

		“Знак”				и- да	0,5	0,03
						Мономе- тилового эфира	0,35	0,02
			Ацетон (для промывки)	-	-	Пары ацетона	400	-
			ФН-11, ФН-11К	-	-	Пары кси- лола	5,2	0,3
			ФП-617	-	-	толуола	8,6	0,5
						Пары ди- метилов о- го эфира		
						диэтилен - гликоля	0,2	0,01
1 5	Нанесе-	Полуавто-						

	ние поли- амидного лака	мат нане- сения фо- торезиста ПНФ-6ЛД- -130-3 Виброцен- трифуга ВЦ-3	Лак АД-9108	-	-	Пары ди- метилфо- р- мамида	34,5	0,3
						То же	7,0	0,3
1 6	Сушка	Установка				Озон	0,001	
	фоторе- зиста	инфракрас- ной термо- обработки 02-СТ.1.7.- 017 (из ли- нии "Знак"	ФП-383	-	-	Пары ди- оксана	14,0	0,8
			ФП-РН-7	-	-	Пары ме- тилэтил- кетона	28,0	1,6
						Диметил - формам и- да	6,9	0,4
						мономе- тилового		

						эфира ацетатэт иленглик оля	5,2	0,3
			ФП-11, ФН- ПК	-	-	Пары кси- лола Толуола	8,6	0,5
			ФП617	-	-	Пары ди- метилов о- го эфира диэтилен - гликоля	12,0	0,7
1 7	Проявле- ние фото- резиста	Автомат проявления фоторезис- та 08ФН- 500/60×48- -012/из ли- нии "Знак"						
	ФП-383		Натрий фос- форнокислы					

		й					
		трех замеще- нный	кг	0,008	-	-	-
		Глицерин	дм ³	0,3			
		Вода дистил- лированная	"-	0,1			
	ФП-ПН-7	Глицерин	вес. час- ти	7	Аэрозол ь щелочи	0,007	0,000 4
		Калия гидрат окси (5% раствор)	То же	2			
		Вода дистил- лированная	"-	7			
	ФП-617	Калия гид- рат окиси (0.6-0.8%)	-	-	Аэрозол ь щелочи	0,007	0,000 4
	ФП-11, ФН-11К	Толуол	-	-	Толуол	38,0	2,2
		Диоксан	-	-	Диоксан	50,0	3,0

1 8	Термооб- работка фоторе- зиста (за- дублива- ние)	Установка инфракрас- ной термо- обработки 02-СТ.1.7- 017/из ли- нии "Знак"	ФП-РН-7	-	-	Пары		
						диоксана	7,0	0,40
						Пары ме- тилэтил- кетона	3,5	0,2
						Пары ди- метилфо- р- Мамида	0,9	0,05
						Пары мо- нометил о- вого эффи- ра ацетат этилен- гликоля	0,9	0,05
						Пары кси- лола	2,6	0,15
			ФН-11,	-	-	Пары то-		

			ФН-11К			луола	2,6	0,15
			ФП-617	-	-	Пары ди- метилов о- го эфира диэтилен - гликоля	2,0	0,12
1 9	Удаление фоторе- зиста и полимид- ного лака	Установка химичес- кой обра- ботки 08 ЧХН-100- -002 (из ли- нии "Ла- да-1")						
	ФП-383		Натрия гид-		0,2-	Аэрозол ь		
	ФП-ПН-7		рат окиси	кг	0,25	щелочи	0,04	0,002
			Вода дистил-		0,8-			
			лированная	дм ³	1,0			
	ФН-11,	Установка						

ФН-11К	обработки в органи- ческих рас- творителях 08ЧХО-100 -003 из ли- нии “Лада - 1”	Трихлорэти- лен	-	-	Пары трихлор- этилена	50	0,4
	Шкаф вы- тяжной Стакан ла- боратор- ный стек- лянный	То же	-	-	То же	50	-
ФП-383 ФП-ПН-7 полимид- ный лак	Полуавто- мат снятия фоторезис- та ПВХО- ГС60-1 (из линии “Ти-	Триэтанол-			Пары триэта-		

		тан-ОФ")	амин	-	-	ноламин а	0,8	0,14
2 0	Очистка фотошаб- лонов ме- таллизи- рованных и транс- паратных	Установка отмывки фотошаб- лонов 04- ЧЩ-127- 006 (из ли- нии "Знак")	Раствор мо-					
			ющего сред-	%				
			ства (ТМС-1,	ве-				
			Прогресс,	со-			Аэрозол ь	
ДС-10)	вые	3-5		щелочи	0,0007	6×10^{-6}		
			Синтанол			Аэрозол ь		
			ДС-10	г	10	щелочи	"-	"-
			Тринатрий- фосфат	г	25			
			Трихлорэти- лен	г	150	Пары трихлорэ- тилена	20	0,174
			Смачиватель СВ-104П	г	10			
			Вода дистил- лированная	л	1,0			

2 1	Травление резистивного слоя							
	тантала	Установка травления 08ХОТ-0.004-018 (из линии "Знак")	Натрий фтористый (насыщенный раствор)	дм ³	0,01-0,015	Аэрозоль азотной кислоты и пары окислов азота	0,8	0,046
			Кислота азотная	дм ³	0,09-0,095	Пары и аэрозоль фтористого водорода	0,7	0,041
	Хрома (а так же пленочных	Установка травления 08ХОТ-0.004-0.18	Калий железинеродистый	кг	0,092	Аэрозоль щелочи	0,007	0,0004
Вода дистил-								

структур и адгези- онного подслоя)	(из линии “Знак”)	лированная	дм ³	0,275			
		Калия гид- рат окиси (20 % раствор)	-”-	0,005			
слой из РС-спла- ва	Установка травления 08XOT- 0.004-0.018 (из линии “Знак”)	Кислота азотная	дм ³	0,01- 0,02	Пары и аэрозоль фторист о- го водо- рода	5,0	0,3
		Кислота фто- ристоводо- родная	-”-	0,05- 0,1	Аэрозол ь азотной		
		Натрий фто- ристый (на- сыщенный раствор)	-”-		кислоты и пары окис лов азота	0,756	0,04
Слой из РС-спла-	Установка травления	Кислота фто- ристоводо-		0,5-	Пары и аэрозоль		

ва в при- сутствии проводни- ковых элементов из меди	08ХОТ- 0.004-0.18 (из линии “Знак”)	родная (1.14)	дм ³	0,6	фторист о-	5,0	0,3
		Вода дистил-		0,01-	го водо-		
		лированная	”-	0,02	рода		
		Кислота со-		0,1-			
		ляная	”-	0,2	Пары		
		Натрий фто-			хлористо-		
		ристый (на-			го водо-		
		сыщенный		0,01-	рода	7,0	0,4
		раствор)	”-	0,02			
Кермета	Установка травления 08ХОТ-	Аммоний		0,3-	Пары и		
		фтористый	кг	0,33	аэрозоль		
		Кислота сер-		0,3-	фторист о-		
	0.004-0.18	ная (1.84)	дм ³	0,33	го водо-		
	(из линии “Знак”)	Кислота фто-			рода	3,5	0,2
		ристоводо-		0,05-			
		родная (1.41)	”-	0,07	Аэрозоль		
		Вода дистил-			серной		
		лированная	”-	1,0	кислоты	0,35	0,02

2 2	Травле- ние пле- ночных структур (защитно- го слоя)						
	Никеля	Установка травления 09ХОТ- 0.004-018 (из линии "Знак")	Кислота ор- тофосфорна я Кислота азотная	дм ³ -"	0,09- 0,1 0,005 0,01	Аэрозол ь фосфор- ной кис- лоты Аэрозол ь азотной кислоты и пары окис лов азота	0,14 0,14 0,008 0,14 0,008
	Ванадия (а так же травление	Установка травления 08ХОТ-	Перикись во- дорода (33% раствор)	-	-	-	-

	адгезион-ного под-слоя и резистивно-го слоя)	0.004-018 (из линии "Знак")						
	Нихрома, хрома	Установка травления 08ХОТ-0.004-018 (из линии "Знак")	Соляная кислота (1.19)	-	-	Пары хлористого водорода	20,0	1,2
2 3	Травление проводникового слоя	Установка травления 08ХОТ-0.004-018 (из линии "Знак")	Ангидрид хромовый	кг	0,09	Пары хромового ангидрида	$1,4 \times 10^{-3}$	8×10^{-5}
	алюминия	то же	Вода дистиллированная	то же	0,2	Аэрозоль серной кислоты	0,07	0,01
			Аммоний фтористый	то же	0,04	Фтористый водород	0,7	0,04
			Ангидрид хромовый	то же	0,3	Пары хромового ангидрида	$1,4 \times 10^{-3}$	8×10^{-5}

						а		
			Вода дистиллированная	дм ³	2,0			
24	Травление адгезионного подслоя или резистивного слоя							
	ванадия	см. п. 24	см. п. 24			см.п. 24		
	хрома	см. п. 23	см. п. 23			см. п. 23		
	нихрома, хрома	Установка травления 08ХОТ-0.004-018 (из линии "Знак")	Серная кислота (1.19)			Хлористый водород	20,0	1,2
Операция электрохимических и химических процессов нанесения металлов, анодирование								
25	Декапирование проводникового слоя меди	Установка декапирования и струйной промывки УОХИД-57-002 из линии ЛНГМ-57	Кислота серная (1.84) Вода дистиллированная	дм ³ то же	0,055 1,5	Аэрозоль серной кислоты	0,07	0,004
26	Меднение (электростатическое)	Установка нанесения покрытий	Медь сернокислая	кг/дм ³	0,2	Аэрозоль серной кислоты	0,07	0,004

	кое)	УНГ.ПД-57-001 (из линии ЛНГМ-57) Установка нанесения покрытий УНГ.ПД-57-002 (из линии ЛНГМ-57)Установ- ка нанесения покрытий УНГ.ПД-57-003 (из линии ЛНГМ-57) Установка гальвани- ческого осаждения материалов УГОМ-1 или ванна для электроли- тического осаждения	Кислота серная	то же	0,04	Аэрозол ь меди	1×10^{-4}	-
			Спирт этиловый или добавка ЛТИ	-"-	0,05			
			Вода дистил- лированная	дм ³	до 1,0			
2 7	Золочени е (электро- литичес- кое)	То же и уловитель УОХ.ПД-57-003 (из линии ЛНГМ-57)	Калия дициано(13- аурат в пересчете на золото)	кг/дм ³	0,009- 0,01	Пары цианисто го водород а	0,14	0,008
			Калий лимоннокисл ый однозаме- щенный	то же	0,06- 0,08			
			Кобальт серноокислый	-"-	0,001			
			Вода дистиллирова	дм ³	1,0			

2 8	Покрытие сплавом олово-висмут (электролитическое)	см.п. 30	Олово сернокислое	кг/дм ³	0,03-0,05	Аэрозоль кислоты серной	1,75	0,1
			Кислота серная	то же	0,1-0,115			
			Висмут азотнокислый	то же	3×10^{-4} 8×10^{-4}			
			Препарат ОС-20 или ОП-10	то же	0,003-0,004			
			Клей мездровый	то же	0,002-0,005			
			Натрий хлористый	то же	3×10^{-4} 8×10^{-4}			
			Вода дистиллированная	дм ³	1,0			
2 9	Покрытие сплавом ПОС-61 (электролитическое)	То же	Окись свинца	г/л	30-40	Пары фтористого водорода	5,0	0,3
			Олово	то же	60-70			
			Медь углекислая	-"	55-65	Аэрозоль свинца	$5,0 \times 10^{-4}$	
			Кислота борфтористоводородная	-"	200-220			

			Кислота борная		25-35			
			Клей мездровый	-"	5,0			
			Гидрохинон	-"	1,0			
30	Никелирование (электролитическое)	То же	Никель серноокислый	кг/дм ³	0,2	Аэрозоль растворов солей никеля	0,007	4×10 ⁻⁴
			Натрий хлористый	кг/дм ³	0,01			
			Натрий фтористый	кг/дм ³	0,006			
			Нафталин-1.5 дисульфокислоты динатриевая соль	то же	0,004	Пары и аэрозоль фтористого водорода	0,007	4×10 ⁻⁴
Вода дистиллированная	дм ³	1,0						
31	Никелирование	Шкаф вытяжной	Никель серноокислый	кг/дм ³	0,02	Аэрозоль растворов солей никеля	0,006	3×10 ⁻⁴
		Емкость цеховая	Натрий фосфорноватистокислый (гипофосфит)	то же	0,025			
			Натрий уксуснокислый	-"	0,01			

			й					
			Тиомочевина	-"-	3×10^{-6}			
			Вода дистиллированная	дм ³	1,0			
			Никель хлористый	кг/дм ³	0,02	то же	0,003	2×10^{-3}
			Натрий фосфорноватистокислый (гипофосфат натрия)	то же	0,025			
			Натрий уксуснокислый	то же	0,01			
			Тиомочевина	то же	3×10^{-6}			
			Вода дистиллированная		1,0			
3 2	Золочение (химическое)	То же	Калия дицианоурат	кг/дм ³	0,008	Пары цианистого водорода	0,14	8×10^{-3}
			Аммоний хлористый	то же	0,075			
			Натрий лимоннокислый	-"-	0,05			
			Натрий фосфорноватистый	-"-	0,01			
			Вода дистиллированная	дм ³	1,0			

3 3	Оловяни- рование	Шкаф вытяжной	Двухлористо е олово	кг/дм ³	0,005- 0,008	Аэрозол ь кислоты серной	0,07	0,004
	(химичес- кое)	Ванна цеховая	Тиомочевина	то же	0,035- 0,045			
			Кислота серная	-"-	0,03- 0,04			
			Вода дистил- лированная	дм ³	1,0			
3 4	Анодиро- вание алюминия	Установка аноодирова- ния АТП-1	Кислота щавельная	кг	0,058	Пары этиленгл иколя	0,075	0,03
			Вода дистил- лированная	дм ³	1,4			
			Этиленгли- коль	то же	0,602			
3 5	Анодиро- вание тантала	То же	Кислота щавельная	кг	0,1	Пары этиленгл иколя	0,15	0,06
			Вода дистил- лированная	дм ³	0,22			
			Этиленгли- коль	то же	0,03			

Таблица 15.19

*Удельные количества вредных веществ,
выделяющихся от технологического оборудования
производства плат толстопленочных [1]*

№ п п	Наименование операции	Наименование оборудования	Материалы, используемые для выполнения операции			Вредные вещества, выделяющиеся от оборудования		
			Наименование	ед. изм.	кол- во	Наименование	Удельн. кол-во	
							q _т , г/ч	q _с , г/дм ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Операции подготовки плат и трафаретов								
1	Обезжиривание в моющем растворе подложек	Установка химической обработки 08ЧХН-100-005 из линии "Лада-1"	Водорода перекись (35%)	мл	160,0	Пары аммиака	2,2	0,02
			Аммиак водный (25%)	то же	16,0			
			Вода дистиллированная	то же	1000			
	кассет	Шкаф вытяжной Емкость цеховая	То же	то же	то же	то же	0,43	
2	Очистка сеток трафарета: из нержавеющей стали	Губка поропластовая	2-% раствор щавелевой кислоты	-	-	-	-	-
	из шелка	то же	Аммиак водный (5%)	-	-	Пары аммиака		0,45
3	Ультразвуковая очистка подложек	Установка ультразвуковой очистки 08ЧУВ-008-	Раствор моющего средства (ТМС-1, Прогресс, ДС-	% весов	3-5	Аэрозоль щелочи	7× 10 ⁻⁴	6× 10 ⁻⁶

		002 из линии “Лада-1”	10) Синтанол ДС-10 Тринатрий-фосфат Трихлорэтилен Смачиватель СВ-104П Вода дистиллированная	г то же -”- -”- л	10,0 25,0 150,0 10,0 1,0	Пары трихлорэт илена	20,0	0,17
4	Очистка, сушка подложек	Установка обработки в органических растворителях 08ЧХО-100-003 из линии “Лада-1”	Спирт изопропиловый			Пары спирта изопропилового	100	0,9
Операция изготовления толстых пленок								
5	Нанесение паст на поверхности, торцы и отверстия плат	Установка нанесения паст из автоматизированного комплекса трафаретной печати и низкотемпературной обработки ATK2.539.511 (из комплекса “Лавина - 1”)	Пасты: проводниковая, изоляционная, конденсаторная, лудящая	-	-	Пары циклогексанола или циклогексанона Пары торпинеола	2,5 0,06	0,03 1×10 ⁻³

		Установка полуавтоматическая	То же	-	-	Пары циклогексанона	1,0	
		трафаретной печати ЩИП-1675				Пары торпинеола	0,02	
		Установка трафаретной печати УТПУ-1	Пасты: проводниковая, изоляционная, конденсаторная, лудящая	-	-	Пары циклогексанола или циклогексанона	0,8	
						Пары торпинеола	0,02	
		Установка малогабаритная трафаретной печати	То же	-	-	Пары циклогексанола или циклогексанона	0,4	
		УМТП-1				Пары торпинеола	0,01	
6	Сушка паст (предварительная термообработка)	Печь из автоматизированного комплекса	Пасты, разведенные вазелиновым маслом или ланолином	-	-	Диоксид углерода	$4,7 \times 10^{-2}$	6×10^{-3}
		“Лавина-1”				Оксид углерода	0,05	
						Пары акролеина	2,6	0,03
		Печь сушки пленочных элементов	То же	-	-	То же	то же	то же

	АСП-1						
	Электропечь конвейерная СК-10/16.6-5	То же	-	-	Диоксид углерода	0,15	-
Оксид углерода					0,02	-	
Пары акролеина					0,86	-	
	Печь из автоматизированного комплекса "Лавина-1"	Пасты, разведенные циклогексанолом или циклогексанолом	-	-	Циклогексанол или циклогексанон	7,1	0,083
	Печь сушки пленочных	То же	-	-	Диоксид углерода	0,47	-
	элементов АСП-1				Оксид углерода	0,05	6×10 ⁻³
	Электропечь конвейерная СК-10/16.6-5	То же	-	-	Циклогексанол или циклогексанон	2,4	-
Диоксид углерода					0,15	-	
Оксид углерода					0,02	-	
	Печь из автоматизированного комплекса "Лавина-1"	Пасты, разведенные терпинеолом	-	-	Терпинеол	4,1	0,05
					Диоксид углерода	0,15	
	Печь сушки пленочных	То же			Оксид	0,02	6×

		элементов АСП-1				углерода		10 ⁻³
		Электропечь конвейерная СК-10/16.6-5	То же	-	-	Терпинеол	1,4	
						Диоксид углерода	0,15	
						Оксид углерода	0,02	
7	Выжигание паст (высокотемпературная термообработка)	Автоматизированный комплекс высокотемпературной обработки "Лавина-2"	Пасты, разведенные вазелиновым маслом или ланолином	-	-	Диоксид углерода	11,2	0,1
						Оксид углерода	1,24	9× 10 ⁻³
		Электропечь конвейерная ПЭК-8	То же	-	-	То же	то же	то же
		Электропечь конвейерная СК-10/16.6-5 или СК- 11/16.20-8	Пасты, разведенные вазелиновым маслом или ланолином	-	-	Диоксид углерода	3,9	-
						Оксид углерода	0,44	-
		Печь малогабаритная высокотемпературной термообработки	То же	-	-	Диоксид углерода	1,49	-

					Оксид углерода	0,16	-	
		Автоматизированный комплекс высокотемпературной обработки "Лавина-2"	Пасты, разведенные циклогексанолом или гексанолом	-	-	Диоксид углерода	12,0	0,108
						Оксид углерода	1,45	0,012
		Электропечь конвейерная ПЭК-8	То же			То же	то же	то же
		Электропечь конвейерная СК-10/16.6-5 или СК-11/16.10-				Диоксид углерода	3,1	-
						Оксид углерода	0,38	-
		Печь малогабаритная высокотемпературной обработки	Пасты, разведенные циклогексанолом или гексанолом	-	-	Диоксид углерода	1,6	-
						Оксид углерода	0,19	-
		Автоматизированный комплекс высокотемпературной обработки "Лавина-2"	Пасты, разведенные торпинеолом	-	-	Диоксид углерода	11,5	0,135
						Оксид углерода	1,35	0,015

		Электропечь конвейерная ПЭК-8	То же	-	-	То же	то же	то же
		Электропечь конвейерная СК-10/16.6-5 или СК-11/16.20-8	"-	-	-	Диоксид углерода	3,84	-
						Оксид углерода	0,44	-
		Печь малогабаритная высокотемпературной обработки	"-	-	-	Диоксид углерода	1,27	-
						Оксид углерода	0,14	-
8	Лужение плат	Шкаф вытяжной Ванна цеховая	Припои: ПСрОС-3-58, ПОССу-61-0.5	-	-	Аэрозоль свинца	12×10 ⁻³	
9	Флюсование	То же	Флюсы: ФКТ, ФКСы	-	-	Пары спирта этилового	34,0	
Операции изготовления сетчатых трафаретов								
10	Сонсibilизированные	Шкаф вытяжной Ванна цеховая	Аммоний двуххромовокислый	г	20,0	-	-	-
			Вода дистиллированная	мг	1000			
11	Декапирование заготовок	Комплект оборудования для изготовления трафаретов	Кислота соляная (10%)	-	-	Хлористый водород	0,07	

		“Лавина-6”						
		Установка химической обработки 08ЧХН-100-005 из линии “Лада-1”	То же	-	-	То же	0,044	-
1 2	Протравление поверхности заготовок	То же	Аммоний персульфат	-	-	-	-	-
1 3	Осветление поверхности заготовок	-”-	Натрий хлористый	г	100	-	-	-
			Кислота уксусная	мл	5,0			
			Вода дистиллированная	то же	1000			
1 4	Нанесение лака ВЛ-931	Кисть	Лак ВЛ-931	-	-	Этилцелло-зольва	-	0,1
								Пары хлорбензола
1 5	Нанесение фоторезиста	Пресс	Фоторезисты: СПФ-2, ТФПК			Пары хлористого метилена		1× 10 ⁻³
1 6	Нанесение светочувствительной эмульсии	Комплект оборудования для изготовления	Спирт поливиниловый	г	80-100	Этиловый спирт	8,0 -	-
		трафаретов “Лавина-6”	Аммоний двухромовокислый	то же	20,0			

			Вода дистиллированная	л	1000			
			Спирт этиловый	то же	40			
	Эмульсия ФПП	То же	Эмульсия ФПП			Этиловый спирт	90	-
Ацетона						120	-	
	Фоторезист та ФП-383	То же	Фоторезист ФП-383	-	-	Диоксан	100	-
	Фотосета Ж	То же	Фотосет Ж	-	-	Этиловый спирт	50	-
Ацетона						170	-	
Толуола						20,0	-	
17	Ретуширование трафарета, сушка	Кисть	Лак ВЛ-931	-	-	Пары спирта этилового и бутилового	0,1	-
			Цапоплак	-	-	Пары толуола	0,1	-
18	Полирование поверхности	Фланель	Бензин	мл	100	Пары бензина	1,0	-
	ности фотошаблона		Воск пчелиный	г	10			
19	Проявление фоторезиста	Комплект оборудования изготовления сетчатых трафаретов "Лавина-6"	Метилхлороформ	-	-	Пары метилхлороформа	500	

	Фоторезиста ТПФк и светочувствительных эмульсий	То же	Натрий углекислый	-	-	-	-	-
20	Задубливание проявленного изображения	То же	Ангидрид хромовый Вода дистиллированная	г мл	50 1000	Пары хромового ангидрида	0,07	-
21	Удаление пигментного слоя с рабочей поверхности сетки, снятие эмульсии ФПП	-"-	Едкий натр (5%)	-	-	Аэрозоль щелочи	3,5× 10 ⁻²	-
22	Никелирование заготовок	Шкаф вытяжной Ванна цеховая	Никель сернокислый	г/л	(250-200)	Аэрозоль растворимых солей никеля	1× 10 ⁻³	-
			Кислота борная	то же	20-40			
			Натрий хлористый	то же	10-20			
			Раствор бутинола - 1.4	то же	0,08- 0,12			
			Формалин 0.1- 0.15	то же	1-2			
			Магний сернокислый	то же	30-40			

			Натрий сернокислый	то же	50-70			
			Натрий фтористый	то же	5-6			
			Нафтавлин 1,5 дисульфокислоты динатриевая соль	то же	2-4			
			Сульфанол	то же	0,01-0,15			
23	Удаление задубленного изображения	Комплект оборудования для изготовления трафаретов "Лавина-6"	Кислота щавелевая	г	200	-	-	-
			Натрий хлористый	то же	60			
			Вода дистиллированная	мл	1000			
24	Вытравление участков, не защищенных никелем	То же	Аммония персульфат	г	350	-	-	-
			Кислота серная	мл	6,0			
			Вода дистиллированная	мл	650			
25	Приклеивание прокладок к рамке и	Кисть	Клей БФ-4	-	-	Пары спирта этилового		0,4

	заготовок к сетке трафарета							
26	Корректировка пасты по растекаемости	Пастотерка валковая ПВ-1, пастотерка валковая 74.06.131.0000						
		4004-4011-0902	Вазелиновое масло или ланолин	-	-	-	-	-
		3701	Вазелиновое масло или циклогексанон	-	-	Пары циклогексанола или циклогексанола	3,0	-
		3711	Циклогексанол или циклогексанон	-	-	то же	то же	-
		1001	6% раствор этилцеллюлозы в терпинеоле	-	-	Пары терпинеола	0,1	-

Таблица 15.20

*Удельные количества вредных веществ,
выделившихся от технологического оборудования
производства плат микрополосковых [1]*

№ пп	Наименование операции	Наименование оборудования	Материалы, используемые для выполнения операции			Вредные вещества, выделяющиеся от оборудования	
			Наименование				Удельн. кол-во

				ед.	кол-	Наиме- нование		
				изм.	во		Q _т , г/ч	Q _с , г/дм ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Операция подготовки поверхности								
1	Электрохимическая	Шкаф вытяжной	Натрий углекислый	г/л	200	Аэрозоль щелочи	1× 10 ⁻³	
	очистка подложек	Ванна цеховая	Натрий фосфорнокислый	то же	100			
			Вода дистиллированная	л	1,0			
2	Обезжиривание подложек, снятие мастики с подложек	Установка химической обработки 08ЧХН-100-005 из линии "Лада-1"	Средство моющее ТМС-31 (6% раствор)			То же	4.4× 10 ⁻³	4× 10 ⁻⁵
3	Промывка подложек	То же	Вещество моющее "Прогресс" (3% раствор)					
4	Обезжиривание подложек	То же	Тринатрий-фосфат	г/л	15-30	Аэрозоль щелочи	4.4× 10 ⁻³	4× 10 ⁻⁵
			Натрий углекислый	г/л	15-30			
			Моющее средство	г/л	3-5			

			“Прогресс”					
			Вода дистиллированная	л	1,0			
5	Обезжиривание подложек	Установка химической обработки 08ЧХН-100-005	Калий двуххромовокислый	г	30	Пары хромового ангидрида	4,4×10 ⁻⁴	4×10 ⁻⁶
		из линии “Лада-1”	Кислота серная (1.84)	л	0,5	Аэрозоль серной кислоты		
6	Обработка подложек в моющем растворе	То же	Водорода перекись (30%)	л	0,12	-	-	-
			Вода дистиллированная	то же	0,88	-	-	-
			Аммиак	до рН	7,5			
7	Обработка подложек в щелочном растворе		Натрий гидрат окиси (3% раствор)			Аэрозоль щелочи	4,4×10 ⁻³	4×10 ⁻⁴
8	Обработка подложек в растворе		Калий фосфорнокислый пиро (300г в 500 мл дистиллированной воды)	г	300	-	-	-
			Вода дистиллированная	л	1,0			
9	Обработка поверхности	Установка химической обработки	Калий двуххромовокислый	г	15,0	Пары хромового ангидрида	4,4×10 ⁻⁴	4×10 ⁻³
	подложек хромовой смесью	08ЧХН-100-005	Кислота серная	л	0,1	Аэрозоль серной кислоты	1,1	0,01

		из линии						
		“Лада-1”	Вода дистиллированная	л	0,03			
10	Промывка подложек	То же	Сода кальцинированная	-	-	-	-	-
11	Подготовка поверхности подложек	Установка обработки в органических растворителях 08ЧХН-100-005 из линии “Лада-1”	Трихлорэтилен	-	-	Пары трихлорэтилена	50	0,4
12	Декапирование подложек	Установка химической обработки 08ЧХН-100-003	Кислота соляная (10% р-р) или (3% р-р)			Пары хлористого водорода	0,04	4×10 ⁻⁴
		из линии “Лада-1”	Кислота соляная (1.05)			Пары хлористого водорода	13,0	0,11
13	Обработка подложек	Установка химической	Кислота ортофосфорная	л	0,1	-	-	-
	в растворе для	обработки 08ЧХН-100-”	Вода дистиллированная	л	0,1			
	травления алюминия	005 из линии “Лада-1”	Кислота серная(1.84)			Аэрозоль серной кислоты	1,1	0,01
14	Матирование поверхности и подложек	То же	Кислота фтористоводородная (40%)	вес. части	1	Пары фтористого водорода	1,85	0,02

			Кислота серная	то же	4	Аэрозоль серной кислоты	1,1	0,01	
15	Нейтрализация остатков кислот на подложке	То же	Натрий углекислый	г/л	100	-	-	-	
16	Сонсублизирование поверхности и отверстий подложек	То же	Олово двухлористое	г	10,0	Пары хлористого водорода	0,04	4× 10 ⁻⁴	
			Кислота соляная (1.19)	мл	40,0				
17	Активирование поверхности подложек	Установка химической обработки	Палладий хлористый	г/л	1-2	Пары хлористого водорода	0,04	4× 10 ⁻⁴	
		08ЧХН-100-005	Кислота соляная	мл/л	10-12				
		из линии "Лада-1"	Вода дистиллированная	л	1,0				
18	Обработка в растворе	То же	Гипофосфат натрия (3% р-р)	-	-	-	-	-	
19	Операция химических и электрохимических процессов нанесения металлов, анодирования, травления, вжигания								
	Химическое меднение поверхности подложек и отверстий	Шкаф вытяжной	Медь сернокислая	г/л	15-20	Аэрозоль щелочи	5× 10 ⁻³		
		Ванна цеховая	Никель хлористый	то же	4-6				
			Калий-натрий	-"	60-80				

			винно-кислый					
			Натрия гидрат окиси	-"	15-20			
20	Элек- троли- тичес- кое меднение	Установка гальваниче- ских покрытий	Медь сернокислая	г/л	115- 125	Пары этилендиа- ми- на	2,6	0,9
		УГ-1	Натрий сернокислый	то же	54-60	Аэрозоль меди	1× 10 ⁴	-
	подложек		Аммоний сернокислый	то же	54-60	Аэрозоль кислоты сертной	0,05 2	0,018
			Этиленди-амин	то же	54-60	Пары спирта этилового	9,5	3,4
			Медь сернокислая	г/л	200			
			Кислота серная	то же	40			
			Спирт этиловый или добавки ЛТИ	то же	50			
			Вода дистил- лированная	л	1,0			
21	Химическое никели-	Шкаф вытяжной	Никель хлористый	г/л	30,0	Аэрозоль раствори- мых солей никеля	1× 10 ⁻³	
	рование подложек	Ванна цеховая	Натрий фосфорноватис- токислый (гипофосфит натрия)	то же	40,0			

22	Нанесения на подложку стеклообразующего состава	Автомат нанесения фоторезиста 08ФН-500/60×48-010	В расчете на 10 г: Свинец уксуснокислый	г	8,5	Пары тетраэтаксилана	6,5	
		из линии "Лада-125"	Триметаксидобор	мл	3,2	Пары спирта этилового	17,0	
		"Знак"	Тетраэтоксилан	то же	11,0			
			Этиленгликоль	мл	2-3			
			Спирт этиловый	то же	20,0			
23	Нанесение препарата "жидкое золото"	Кисть	Препарат "жидкое золото"	-	-	-	-	-
24	Втирание стеклообразующей пленки "жидкое золото"	Электропечь СК-11/16.10-1				Пары окиси и двуокиси углерода	7,0	
25	Травление слоя меди	Шкаф вытяжной	Водорода перекись (35% р-р)	л	0,15	Пары хлористого водорода	0,01	
		Ванна цеховая	Кислота соляная (1.19)	л	0,15			
			Вода дистиллированная	л	0,7			
26	Травление подслоя	То же	Калий йодистый	г	80,0			

	золота		Йод	то же	18,0			
			Вода дистиллированная	л	0,7			
27	Анодирование	Установка для анодирования	Кислота щавелевая	г/л	8-12	Пары спирта	0,4	
	алюминиевой пленки	цеховая	Кислота борная	то же	2-3	этилового		
			Глицерин	-"	100-300			
			Спирт этиловый	л	0,005-0,01			
			Вода дистиллированная	то же	1,0			
28	Уплотнение оксидной пленки	То же	Аммоний виннокислый	г/л	30,0	Пары спирта этилового	2,0	
		Спирт этиловый	л	0,005-0,01				
		Вода дистиллированная	л	1,0				
		Аммиак водный	до рН=7					
29	Смазывание пластин слоем приклеочной	Шпатель	Воск	%	30	-	-	-
			Парафин	то же	20			
			Канифоль	-"	50			

	мастики							
30	Подготов-ка поверхност и	То же	Смазки: ГКЖ			Пары бензина		0,4
	приспо- собления		СКТ			Пары толуола		0,4
			К-21			Пары толуола и ксилола		0,4
31	Склеи- вание подложек	Шпатель	Клей BT-25-200					
32	Нанесение клея на фольгу, подложку	Установка нанесения и сушки клея	Клей БФР-4, БФ-4			Пары спирта этилово- го		0,8
33	Нанесение на экран	Кисть	Лак ХС-76			Пары ацетона		0,1
	Пары толуола						0,25	
	Пары цикло- гексанона						0,05	

Таблица 15.21

Производство микросборок полупроводниковых. Химическая обработка.

Удельные количества вредных веществ, выделяющихся от технологического оборудования производства микросборок полупроводниковых [1]

№ п п	Наименование операции	Наименование оборудования	Материалы, используемые для выполнения операции			Вредные выделяющиеся вещества, от		
			Наименование	ед. изм.	кол- во	Наименование	Удельн. кол-во	
							q _т , г/ч	q _с , г/дм ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Обработка пластин	Установка химической обработки	Вода деионизированная	Об. част .	5	Пары аммиака	57,5	0,5
		08ЧХН-100-005 из линии "Лада-1"	Аммиак водный	то же	1	Пары хлористого водорода	0,04	4× 10 ⁻⁴
			Водорода перекись	"-"	1	Пары аммиака	44,2	0,38
			Вода деионизированная	"-"	5	Пары + аэрозоль фтористого водорода	0,04	4× 10 ⁻⁴
			Кислота соляная	"-"	1			
			Водорода перекись	"-"	1			
			Вода деионизированная	мл	800			
			Смачиватель СВ-104 "П"	г	1,0			

			Триаммоний- ная соль оксиэтилиде н- дифсофоров ой кислоты (ТАСОЭДФ)	то же	15,0			
			Аммиак водный	мл	110			
			Аммоний двууглекисл ый	г	55			
			Аммоний фтористый	то же	3,5			
			Аммоний хлористый	-"-	55			
			Вода деиони- зированная	мл	до 100 0			
2	Удаление окисла пластин	Установка химической обработки 08ЧХН-100- 005 из линии "Лада-1"	Фтористово- дородная кислота			Пары фтористого водорода	3,2	0,03
3	Обработка пластин нитрида бора	Шкаф вытяжной Емкость цеховая	Последова- тельно в каждом растворе: Аммиак водный	вес. част .	1	Пары аммиака	7,3	-
			Водорода перекись	то же	10	Пары хлористого водорода	0,01	-

			Вода деионизированная	-"	5	Пары фтористого водорода	0,72	-
			Кислота соляная	-"	1			
			Водорода перекись	-"	1			
			Фтористоводородная кислота	-"	1			
4	Обработка алюминевых гранул	Шкаф вытяжной Стакан кварцевый	Вода деионизированная	мл	50			
			Кислота ортофосфорная	то же	770	Аэрозоль фосфорной кислоты	0,18	
			Кислота азотная	-"	30	Аэрозоль азотной кислоты и пары окислов азота	0,01	
			Кислота уксусная	-"	150	Пары уксусной кислоты	0,28	
			Трихлорэтилен			Пары трихлорэтлена	50,0	
5	Обработка вольфрамовых испарителей и проволоки перед напылением	Шкаф вытяжной Стакан кварцевый	Водорода перекись	об. част.	1	Пары хлористого водорода	0,01	
			Вода деионизированная или	то же	1			
			вода деионизированная	-"	5			

			Кислота соляная	-"	1			
			Водорода перекись	-"	1			
6	Обработка фторопластовой оснастки полиэтиленовых	Шкаф вытяжной Ванна цеховая	Последовательно в каждом растворе: Синтанол ДС-10 (5%)					
	шлангов	Губка из поропласта	Азотная кислота (72%)			Аэрозоль азотной кислоты и пары окислов азота	0,11	
			Вода деионизованная	Об. част	1	Пары хлористого водорода	0,5	
			Кислота соляная	то же	5			
			Вода деионизованная	-"	5			
			Кислота соляная	-"	1			
			Водорода перекись	-"	1			
7	Обработка кварцевой оснасткой	Шкаф вытяжной Ванна цеховая	Фтористоводородная кислота	-"		Пары фтористого водорода	0,72	

Таблица 15.22

Удельные количества вредных веществ, выделяющихся от технологического оборудования при получении диэлектрических слоев

и слоев кремния пиролитического и плазмохимического осаждения.

№ пп	Наименование операции	Материалы, используемые для выполнения операции			Вредные вещества, выделяющиеся от оборудования			
		Наименование	ед. изм.	кол-во	Наименование	Удельное количество		
						“УНЭС-2П-КА”		
						в систему выхлопа	в местную вентиляцию	
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Эпитаксильное наращивание слоя кремния хлоридным методом: а) восстановление тетрахлорида кремния	Тетрахлорид кремния	г/ч	6,0	Аэрозоль тетрахлорида кремния и трихлорсилана	1,1	0,24	
		Водород	м ³ /ч	30,0	Пары хлористого водорода	3,7	0,4	
					Аэрозоль кремния	0,09	0,01	

б) восстановление трихлорсилана	Трихлорилан	г/ч	4,8	Аэрозоль тетрахлорида кремния и трихлорсилана	0,9	0,1
	Водород	м ³ /ч	30,0	Пары хлористого водорода	2,7	0,3
				Аэрозоль кремния	0,09	0,01
	в присутствии легирующей добавки:					
хлорокиси фосфора	Хлорокись фосфора	г/ч	8,4	Аэрозоль хлорокиси фосфора	3,4	0,4
				Аэрозоль фосфорного ангидрида	1,00	1,0
				Пары фосфора	0,23	0,02
Трехбромистого бора	Трехбромистый бор	г/ч	13,3	Пары хлористого водорода	2,30	0,20
				Пары хлора	0,60	0,06
				Аэрозоль трехбромистого бора	5,62	0,60
				Аэрозоль борного ангидрида	0,77	0,08
				Аэрозоль бора	0,04	0,01
				Пары брома	1,80	0,20
Треххлористого бора	Треххлористый бор			Пары бромистого водорода	2,7	0,30
				Аэрозоль треххлористого бора	2,95	0,30

	Треххлористого фосфора	Треххлористый фосфор	г/ч	7,8	Аэрозоль бора	0,20	0,02
					Пары бороводородов	0,16	0,01
					Пары хлористого водорода	2,10	0,20
					Пары хлора	1,10	0,10
					Аэрозоль треххлористого фосфора	3,10	0,40
					Пары фосфора	0,90	0,10
					Пары хлористого водорода	2,40	0,20
					Пары хлора	0,60	0,01
2	Эпитаксильное наращивание слоя кремния хлоридным методом:						
	а) восстановление тетрахлорида кремния	Тетрахлорид кремния	г/ч	6,0	Аэрозоль тетрахлорида кремния и трихлорсилана	1,10	0,24
		Водород	м ³ /ч	30,0	Аэрозоль кремния	0,01	0,001
		Воздух	м ³ /ч	10,0	Пары хлористого водорода	3,70	0,40
					Аэрозоль окиси кремния	0,18	0,02
	б) восстановление трихлорилана	Трихлорсилан	г/ч	4,80	Аэрозоль тетрахлорида кремния и трихлорсилана	0,90	0,10

		Водород	м ³ /ч	30,0	Пары хлористого водорода	2,70	0,30
		Воздух	м ³ /ч	10,0	Аэрозоль окиси кремния	0,18	0,02
					Аэрозоль кремния	0,01	0,001
	в присутствии легирующей добавки:						
	хлорокиси фосфора	Хлорокиси фосфора	г/ч	8,4	Аэрозоль хлорокиси фосфора	3,40	0,40
					Аэрозоль фосфорного ангидрида	1,60	0,20
					Пары фосфора	0,10	0,01
					Пары хлора	0,50	0,06
					Пары хлористого водорода	1,80	0,20
	Трехбромистого бора	Трехбромистый бром	г/ч	13,3	Аэрозоль трехбромистого бора	5,62	0,60
					Аэрозоль борного ангидрида	1,70	0,20
					Аэрозоль бора	0,03	0,01
					Пары брома	1,80	0,20
					Пары бромистого водорода	2,7	0,30
	Треххлористого бора	Треххлористый бор	г/ч	7,2	Аэрозоль треххлористого бора	2,95	0,30

					Аэрозоль борного ангидрида	0,60	0,60
					Аэрозоль бора	0,05	0,005
					Пары хлора	0,90	0,10
					Пары бороводородов	0,10	0,01
					Пары хлористого водорода	1,90	0,20
	Треххлористого фосфора	Треххлористый фосфор	г/ч	7,8	Аэрозоль треххлористого фосфора	3,10	0,30
					Аэрозоль фосфорного ангидрида	1,60	0,20
					Пары фосфора	0,13	0,01
					Пары хлора	0,30	0,03
					Пары хлористого водорода	2,10	0,20
3	Получение слоя кремния с помощью гидридного газа	Моносилан ^x	м ³ /ч	0,5	Аэрозоль кремния	27,5	3,0
					Пары моносилана	0,36	0,04
			то же	0,1	Аэрозоль кремния		
					Пары моносилана		
			то же	0,2	Аэрозоль кремния		
					Пары моносилана		

в 2 присутствии легирующей добавки:	3	4	5	6	7	8
арсина	Арсин ^x	м ³ /ч	0,010	Аэрозоль мышьяка Пары арсина	1,52 0,018	0,16 0,002
		то же	0,002	Аэрозоль мышьяка Пары арсина		
		то же	0,004	Аэрозоль мышьяка Пары арсина		
или диборана	Диборан ^x	м ³ /ч	0,010	Аэрозоль бора Пары диборана	0,43 0,005	0,05 0,0005
		то же	0,002	Аэрозоль бора Пары диборана		
		то же	0,004	Аэрозоль бора Пары диборана		
или фосфина	Фосфин ^x	м ³ /ч	0,010	Пары фосфора Пары фосфина	0,62 0,007	0,07 0,0007
		то же	0,002	Пары фосфора Пары фосфина		
		то же	0,004	Пары фосфора Пары фосфина		

	или стибина	Стибин ^x	м ³ /ч	0,010	Аэрозоль сурьмы	2,44	0,014
					Пары стибина	0,001	0,0001
			то же	0,002	Аэрозоль сурьмы		
					Пары стибина		
			то же	0,004	Аэрозоль сурьмы		
					Пары стибина		
4	Получение пленки окиси кремния с помощью гидридного газа	Моносилан ^x	м ³ /ч	0,50	Аэрозоль окиси кремния	53,0	6,0
		Воздух	то же	до 10	Пары моносилана	0,36	0,04
		Моносилан ^x	"-	0,10	Аэрозоль окиси кремния		
		Воздух	"-	до 10	Пары моносилана		
		Моносилан ^x	"-	0,20	Аэрозоль окиси кремния		
		Воздух	"-	до 10	Пары моносилана		
	в присутствии легирующей добавки:						
	диборана	Диборан ^x	м ³ /ч	0,010	Аэрозоль бора	1,25	0,14
					Пары диборана	0,005	0,0005
			то же	0,002	Аэрозоль бора		

	или фосфина	Фосфин ^x	м ³ /ч	0,010	Пары диборана Аэрозоль фосфорного ангидрида	1,28	0,14
					Пары фосфина	0,005	0,0005
			то же	0,002	Аэрозоль фосфорного ангидрида Пары фосфина		
5	Получение пленки нитрида кремния с помощью гидридного газа	Моносилан ^x	м ³ /ч	0,50	Аэрозоль нитрида кремния	74,20	8,20
		Аммиак (газ)	то же	0,50	Пары аммиака	286,80	31,90
					Пары моносилана	0,360	0,040
		Моносилан ^x	м ³ /ч	0,10	Аэрозоль нитрида кремния		
		Аммиак (газ)	то же	0,10	Пары аммиака Пары моносилана		
		Моносилан ^x	м ³ /ч	0,20	Аэрозоль нитрида кремния		
		Аммиак (газ)	то же	0,20	Пары аммиака Пары моносилана		

6	Утечка моносилана в установочном шкафу	Баллон с моносиланом			Пары моносилана	Установочный шкаф 0,01 г/ч	
	Получение пленки методом осаждения паров из источника с кремнесодержащей жидкостью:						
	гексаметилдисплазан	Гексаметилдисплазан	г/ч	12,0	Аэрозоль кремния	3,15	0,35
					Пары гексаметилдисплазана	6,00	0,70
					Пары аммиака	1,20	0,1
	тетраэтоксилан	Тetraэтоксилан	г/ч	14,0	Аэрозоль кремния	1,1	0,12
					Пары тетраэтоксилана	10,9	1,2
8	Получение пленки окиси кремния методом осаждения паров из источника с кремнесодержащей жидкости:						
	гексаметил-дисилазан	гексаметил-дисилазан	г/ч	12,0	Аэрозоль окиси кремния	6,75	0,75
		Воздух	м ³ /ч	10,0	Пары гексаметилдисилазана	3,0	0,7
					Пары аммиака	1,2	0,1
	тетраэтоксилан	Тetraэтоксилон	г/ч	14,0	Аэрозоль окиси кремния	2,0	0,3
		Воздух	м ³ /ч	10,0	Пары тетраэтоксилана и др.	10,9	1,2

9					Получение пленки нитрида кремния методом осаждения паров из источника с кремнийсодержащей жидкостью:		
	гексаметилдисизан	Гексаметилдисизан	г/ч	12,0	Аэрозоль нитрида кремния		
		Аммиак (газ)	м ³ /ч	0,02	Пары аммиака		
					Пары гексаметилдисилазана		
	тетраэтоксилана	Тетраэтоксилан	г/ч	14,0	Аэрозоль нитрида кремния		
		Аммиак (газ)	м ³ /ч	0,2	Пары аммиака		
					Пары тетраэтоксилана и др.		
10	Удаление продуктов реакции из установок плазмохимического и пиролитического осаждения	Вакуумное масло: ВМ-1, ВМ-5, ВМ-6			Аэрозоль масла		

Таблица 15.23

Удельные количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух после обработки в скруббере вредных выделений после пиролитического и плазмохимического осаждения [1]

№ пп	Наименование операции	Вредные вещества, поступающие на скрубберную обработку				Вредные вещества, выбрасываемые в воздух атмосферы				
		Наименование	Удельное количество от технологических установок перед скрубберной обработкой, г/ч			Наименование	Удельное количество от технологических установок после скрубберной обработки (q _г) г/ч			
			УНЭС-2ПК-КА	Оксин-3, Полинид Изонитрон	УВП-2М		УНЭС-2ПК-КА	Оксин-3, Полиинид, Изонитрон	УВП-2М	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Обработка в скруббере вредных выделений после:										
1	Получение слоя кремния с мощностью гид-									

ридного га- за 1 способ: абсорбция водой	Аэрозоль кремния	27,5 3	5,00	10,50	Аэрозоль кремния окиси кремния	0,47	0,09	0,18
	Пары моно-силана	0,36	0,072	0,135	и крем-ниевой			
	Вода pH ^x 6.5				кислоты			
II способ: сжигание в среде водо- родно-воз- душной смеси с по- следующей очисткой несгорае- мыми фильтрами	Аэрозоль кремния	27,5 3	5,00	10,50	Аэрозоль окиси кремния	0,59	0,11	0,23
	Пары моно-силана	0,36	0,072	0,135				

2	Получение пленки кремния с помощью гидридного газа в присутствии легирующей добавки	Аэрозоль кремния	27,53	5,00	10,5	Аэрозоль окиси кремния	0,77	0,14	0,30
	Обработка	Пары моно-силана	0,36	0,072	0,135				
	проводится в 2 стадии	Легирующие добавки:							
	I стадия- сжигание в среде водородно-воздушной	Аэрозоль мышьяка	1,52	0,30	0,55	Пары мышьяковистой кислоты	0,026	0,005	0,009

смеси II стадия- обработка водой (Вода рН ^х 6.5)	Пары							
	арсина	0,01 8	0,004	0,007				
	аэрозоль							
	бора	0,43	0,087	0,180	Аэрозоль			
	Пары				борной			
	диборана	0,00 52	0,001	0,002	кислоты	0,025	0,005	0,01
	пары							
	фосфора	0,62	0,124	0,246	Пары			
	Пары фос-				фосфорно			
фина или	0,00 7	0,001	0,003	кислоты	0,02	0,004	0,00 8	
Аэрозоль								
сурьмы	2,44	0,544	0,494	Аэрозоль				
Пары сти-				окиси				
бина	0,02 7	0,005 4	0,010	сурьмы	0,03	0,007	0,00 6	

3	Получение пленки окиси кремния с помощью гидридного газа в присутствии легирующей добавки Обработка проводится								
	в 2 стадии I стадия- сжигание в среде водородно-воздушной смеси II стадия обработки	Аэрозоль окиси кремния Пары моносилана Легирующие добавки:	53,0 0,36	9,6 0,072	20,0 0,135	Аэрозоль кремниевой кислоты Аэрозоль	0,69	0,13	0,26

	водой (Вода рН ^х 6.5)	аэрозоль окиси бора	1,25	0,25		борной кислоты	0,023	0,005	-
		Пары диборана или	0,0052	0,001	-				
		Аэрозоль фосфорного ангидрида	1,28	0,254	-	Пары фосфорной кислоты	0,018	0,004	-
		Пары фосфина	0,007	0,0014	-				
4	Получение пленки нитрида кремния с помощью гидридного газа. Абсорбция водой	Аэрозоль нитрида кремния	74,2	13,47	28,29	Аэрозоль нитрида кремния	0,74	0,13	0,28
		Пары аммиака	286,8	58,48	115,9	Пары аммиака	2,87	0,58	1,16
		Пары моносилана	0,36	0,072	0,135				
		Вода рН ^х 6.5							
5	Удаление								

продуктов								
реакции из								
установки								
плазмохи-								
мического и								
пиролити-								
ческого	Масляный				Аэрозоль			
осаждения	туман	-	2,0	2,0	масла	-	0,2	0,2

*- Вода подается противотоком методом орошения.

Таблица 15.24

Удельное количество вредных веществ, выделяющихся от технологического оборудования при термомодиффузионной обработке плат [1]

№ пп	Наименование операции	Наименование оборудования	Материалы, используемые для выполнения операций			Вредные вещества, выделяющиеся от оборудования		
			Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Наименование	Удельное количество	
							q _т г/ч	q _с г/см ²
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Диффузия	Электро-	Фосфорный			Аэрозоль		

	из твердых источников	печь диффузионная СДО-125/3-15	ангидрид Кислород	г/ч	10.0	фосфорного ангидрида	9.0	-
						Пары фосфора	0.35	-
			Борный ангидрид Кислород	г/ч	10.0	Аэрозоль борного ангидрида	9.0	-
						Аэрозоль бора	0.25	-
2	Диффузия из жидких источников	То же	Хлорокись фосфора ($\rho = 1.675 \text{ г/см}^3$) Кислород	-"-	8.4	Аэрозоль хлорокиси фосфора	3.78	-
						Аэрозоль фосфорного ангидрида	1.75	-
						Пары фосфора	0.14	-
						Пары хлора	2.62	-
			Трехбромистый бор ($\rho =$			Аэрозоль трехбромис-		

			$\rho=4.50 \text{ г/см}^3$	г/ч	13.3	того бора	6.12	-
			Кислород			Аэрозоль		
						бора	0.05	-
						Пары брома	5.85	-
						Аэрозоль		
						ангидрида		
						борного	0.85	-
			Треххлористый бор ($\rho=2.50 \text{ г/см}^3$)	-"	12.5	Аэрозоль		
						треххлористого бора	5.63	-
						Аэрозоль бора	0.09	-
						Пары хлора	5.12	-
						Аэрозоль		
						борного		
						ангидрида	1.67	-
		Электропечь диффузионная	Треххлористый фосфор ($\rho=1.557$)			Аэрозоль		
						треххлористого фосфо-		

		СДО-125/3-15	г/см ³)	-"	7,8	ра	3,51	
						Пары фосфора	0,14	
						Пары хлора	2,72	
						Аэрозоль фосфорного ангидрида	1,81	-
3	Диффузия из газообразных источников	Электропечь диффузионная СДО-125/3-15	Арсин ($\rho = 3.50$ г/л) Кислород	л/ч	40,0	Пары арсина	3,22	-
						Аэрозоль окиси мышьяка	4,09	
						Аэрозоль мышьяка	0,54	-
			Дибран ($\rho = 1.24$ г/л) Кислород	-"	40,0	Аэрозоль бора	0,16	-
						Пары диборана	1,12	-
						Аэрозоль борного		

						ангидрида	2,81	-
			Фосфин ($\rho=1.529$ г/л)	-"	40,0	Пары фос- фора	0,22	-
						Пары фос- фина	1,38	-
						Аэрозоль фосфорного ангидрида	2,87	-
			Стибин ($\rho=5.6385$ г/л)	-"	40,0	Аэрозоль сурьмы	0,88	-
						Пары стибина	5,08	-
						Аэрозоль окиси сурь- мы	5,93	-
4	Газовое травление кремние- вых плас-	То же Установка	Хлористый водород ($\rho=1.639$ г/л)	-"	600	Пары хло- ристого во- дорода	981,97	-
			Хлористый			Аэрозоль		

	тин	наращива- ния эпита- сиальных слоев УНЭС-2П- КА	водород ($\rho=1.639$ г/л)	-"	600	тетрахлори- да кремния и трихлорси- алана	1,63	
		Установка наращива- ния слоев при нор- мальном давлении "Оксин-3" при пони- женном давлении "Изотрон" "Полинид"	То же	-"	600	Пары хло- ристого водорода Аэрозоль тетрахлори- да кремния и трихлор- силана	965,6 20,39	- -
5	Диффузия из стекло- видных	Установка нанесения и сушки						

а)	пленок.	фоторе-					
	Нанесе-	зиста 2477.					
	ние плен-	367200.001					
	кообраз-	(центрифу-					
	ных рас-	га)					
	творов (из						
	расчета 2						
	мл раст-						
	вора на						
	пластину						
	Ø 76 мм)						
	содержа-		Бутиловый	%		Пары бути-	
	щий бор		спирт	об.	25,0	лового спир-	
						та	49,52
							0,91
			Этиловый			Пары этило-	
			спирт	"-	24,0	вого спирта	85,67
							1,58
			Раствор				
			борной кис-				
			лоты	"-	21,0	-	-

			0.25N раствор соляной кислоты	-"		Пары хлористого водорода	0,22	0,004
			Тетраэтоксисилан	-"	20,0	Пары тетраэтоксисилана	6,85	0,13
б)	содержащих фосфор		Бутиловый спирт	-"	45,0	Пары бутилового спирта	91,33	1,68
			Этиловый спирт	-"	24,0	Пары этилового спирта	46,31	0,85
			Орто-фосфорная кислота	-"	1,0	-	-	-
			0.25N раствор соляной кислоты	-"	10,0	Пары хлористого водорода	0,22	0,004
			Тетраэтоксисилан	-"	20,0	Пары тетраэтоксисилана	6,85	0,13

в)	содержащих сурьму		Тетрахлористая сурьма	-"	2,0	-	-	-
			Тетраэтоксисилан	-"	9,8	Пары тетраэтоксисилана	3,26	0,06
			Спирт изопропиловый	-"	83,3	Пары изопропилового спирта	163,24	3,00
			0.25N раствор соляной кислоты	-"	4,9	Пары хлористого водорода	0,22	0,004
6	Термострукция полимерных пленок и диффузии из стекло-видных	Электропечь СУЗН-1.6-3/12, 5И1, СДО-125/3-15	Пластины с нанесенной стекловидной пленкой: содержащей бор	-	-	Аэрозоль окиси бора и бора	1,85	0,034
						Пары тетраэтоксисила-		

пленок				на	27,18	0,5
	содержащей фосфор	-	-	Аэрозоль фосфорного ангидрида и пары фос- фора	0,87	0,016
				Пары тетра- этоксисила- на	27,18	0,50
	содержащей сурьму	-	-	Аэрозоль окиси сурь- мы и сурьмы Пары тетра- этоксисила- на	13,59	0,25

15.4. Участки герметизации изделий радиоэлектронной аппаратуры полимерными материалами

Для герметизации изделий радиоэлектронной аппаратуры применяют различные полимерные материалы: компаунды, клеи, эмали, герметики и т. д. При работе с этими материалами в процессе заливки, пропитки и сушки изделий воздух загрязняется парами веществ, входящих в их состав.

Количество вредных веществ (г/с), поступающих в воздушную среду, определяется по формуле (15.10):

$$P = q_{\tau} \cdot \rho \cdot Q / 3600, \quad (15.10)$$

где q_{τ} - удельное количество вредных веществ, выделяющихся в атмосферу, г/кг применяемого пропиточного материала; (табл. 15.25); ρ - удельная норма расхода пропиточного материала, кг/м² пропитываемой поверхности - для пропитки, кг/м³ заливаемого объема - для заливки; Q - производительность единицы оборудования для пропитки в м² пропитываемой поверхности в час., для заливки - в м³ заливаемого объема в час.

Удельное количество вредных веществ (q_{τ}), выделяющихся при пропитке, заливке и сушке изделий, приведены в табл. 15.25. Перечень применяемых материалов взят согласно ОСТ 4Г. 0. 054. 213-76.

При проведении расчетов по рекомендуемой методике следует иметь в виду, что часть установок оборудована герметичными автоклавами и баками, выделение вредных веществ от которых возможно только в период загрузки и выгрузки изделий.

Таблица 15.25

Количество вредных веществ, выделяющихся в атмосферу при герметизации изделий радиоэлектронной аппаратуры [1]

Применяемые материалы	Наименование вредных веществ, выделяющихся	Количество выделяющихся вредных веществ, г/кг	
		пропитка или заливка	сушка
1	2	3	4
1. МКБ-3(НХ)	Толуол	4,00	9,50
	Дибутилфталат	1,50	3,50
	Диметиланилин	1,20	2,80
2. МКБ-1	Толуол	4,05	9,45

3. МКБ-1(Г)	Толуол	4,00	9,30
	Дибутилфталат	2,60	6,20
4. ЭЗК- 4	Эпихлоргидрид	0,15	0,35
	Толуол	0,30	0,70
	Малеиновый ангидрид	0,73	1,69
		0,01	0,03
	Касторовое масло	0,05	0,11
	Диметиламин		
5. ЭЗК- 6	Эпихлоргидрид	0,47	1,08
	Толуол	1,28	2,96
	Полиэтиленполиамин	1,51	3,53
6. ЭЗК - 7	Эпихлоргидрид	0,41	0,94
	Толуол	0,50	1,18
	Бутиловый эфир метакриловой кислоты	10,80	25,20
		0,02	0,05
	Касторовое масло	0,24	0,56
	Гексаметилендиамин		
7. ЭЗК - 9	Эпихлоргидрид	0,12	0,29
	Толуол	0,25	0,57
	Малеиновый ангидрид	0,12	0,29
	Касторовое масло	0,01	0,02
	Диметиланилин	0,04	0,08
	Метилтетрагидрофталовый ангидрид	0,80	1,87
8. ЭЗК - 10	Эпихлоргидрид	0,18	0,42
	Толуол	0,36	0,84
	Малеиновый ангидрид	0,08	0,19
	Фталевый ангидрид	0,42	0,99

	Диметиланилин	0,05	0,13
9. ЭЗК - 11 (без наполнителя)	Эпихлоргидрид	0,42	0,98
	Толуол	0,84	1,96
	Бутиловый эфир метакриловой кислоты	22,80	53,20
	Касторовое масло	0,06	1,18
	Гексаметилендиамин	0,51	0,41
10. ЭЗК - 11	Эпихлоргидрид	0,17	0,41
	Толуол	0,35	0,82
	Бутиловый эфир метакриловой кислоты	9,50	22,10
	Касторовое масло	0,02	0,06
	Гексаметилендиамин	0,21	0,49
11. ЭЗК - 20	Эпихлоргидрид	0,18	0,41
	Толуол	0,36	0,82
	Фталевый ангидрид	0,55	1,27
	Диметиланилин	0,05	0,13
12. ЭЗК - 24	Эпихлоргидрид	0,59	1,59
	Толуол	0,62	1,46
	Метафенилдиамин	0,38	0,87
13. ЭЗК - 25	Эпихлоргидрид	0,49	1,13
	Толуол	0,61	1,42
	Полиэтиленполиамин	1,95	4,55
14. ЭЗК - 26	Эпихлоргидрид	0,15	0,36
	Толуол	0,30	0,72
	Метилтетрагидрофталевого ангидрид	0,78	1,81
	Триэтаноламинтитанат	0,06	0,14

15. ЭЗК - 30	Эпихлоргидрид	0,18	0,41
	Толуол	0,36	0,82
	Метилтетрагидрофталевый ангидрид	0,89	2,06
	Триэтаноламин	0,02	0,04
16. ЭЗК - 31	Эпихлоргидрид	0,45	1,07
	Толуол	0,30	0,71
	Малеиновый ангидрид	0,58	1,36
17. ЭЗК - 67	Эпихлоргидрид	0,39	0,91
	Толуол	0,60	1,39
18. КП - 10	Толуол	5,40	12,60
	Дибутилфталат	2,60	6,00
	Уайт-спирит	3,60	8,40
19. КП - 18	Толуол	6,90	16,10
	Дибутилфталат	3,80	8,90
	Уайт-спирит	4,90	11,40
20. КП - 34	Толуол	9,90	23,10
	Дибутилфталат	0,50	1,20
	Уайт-спирит	3,70	8,50
21. КП - 1	Стирол	62,02	144,70
	Дибутилфталат	1,38	3,21
	Касторовое масло	0,27	0,63
	Гексаметилендиизоционат	0,77	1,81
22. КП - 1BN	Стирол	36,72	85,68
	Дибутилфталат	0,80	1,90
	Касторовое масло	0,16	0,38
	Гексаметилендиизоционат	0,46	1,07

23. ЭПК - 4	Эпихлоргидрид	0,31	0,73
	Толуол	1,46	3,41
	Малеиновый ангидрид	2,27	5,28
	Диметиланилин	0,10	0,22
24. ЭПК - 6	Эпихлоргидрид	0,32	0,76
	Толуол	0,65	1,50
	Метилтетрагидрофталевый ангидрид	2,12	4,95
	Диметиланилин	0,10	0,24
25. ЭПК - 7	Эпихлоргидрид	0,40	0,90
	Толуол	0,80	1,80
	Метилтетрагидрофталевый ангидрид	2,02	4,72
	Триэтаноламинтитанат	0,06	0,14
26. ЭПК - 8	Эпихлоргидрид	0,75	1,78
	Толуол	0,50	1,16
	Бутиловый эфир метакриловой кислоты	56,10	130,80
	Дибутилфтолат	0,57	1,32
27. ЭТП - 16	Эпихлоргидрид	0,36	0,85
	Толуол	0,72	1,70
	Бензол	4,53	10,57
	Метилтетрагидрофталевый ангидрид	1,46	3,40
28. ЭТЗ - 16	Эпихлоргидрид	0,17	0,38
	Толуол	0,33	0,77
	Бензол	2,05	4,79
	Метилтетрагидрофталевый ангидрид	0,66	1,53

29. ЭКК - 4	Эпихлоргидрид	0,35	0,83
	Толуол	0,71	1,65
	Изометилтетрагидрофта- левый ангидрид	2,32	5,41
30. Д1 -Т	Эпихлоргидрид	0,26	0,60
	Толуол	0,51	1,19
	Изометилтетрагидро- фталевый ангидрид	1,67	3,90
31. УП-5-109	Эпихлоргидрид	0,62	1,44
	Толуол	0,67	1,57
	Изометилтетрагидро- фталевый ангидрид	2,43	5,66
32. УП-5-111-1	Эпихлоргидрид	0,66	1,55
	Толуол	0,83	1,93
	Ангидрид трифтороуксусной кислоты	13,42	31,32
33. УП-5-111-3	Эпихлоргидрид	0,17	0,38
	Толуол	0,33	0,77
	Ангидрид трифтороуксус- ной кислоты	5,39	12,56
34. КТ - 102	Касторовое масло	0,35	0,82
	Толуилендиизоцианат	1,31	3,07
35. КТ - 102(с наполнителем)	Касторовое масло	0,24	0,55
	Толуилендиизоцианат	0,84	1,95
36. КТ - 102	Касторовое масло	0,35	0,83
	Гексаметилендиизацианат	1,28	3,00
37. КГМС - 1	Стирол	117,20	273,50

	Дибутилфталат	2,94	6,86
38. ЭТЭЗ - 4	Эпихлоргидрид	0,20	0,47
	Толуол	0,25	0,58
	Бензол	1,79	4,16
	Изометилтетрафталевый ангидрид	0,36	0,83
39. ЭТЭГ - 4	Эпихлоргидрид	0,19	0,45
	Толуол	0,24	0,56
	Бензол	1,71	4,00
	Изометилтетрафталевый ангидрид	0,34	0,80
40. КЛ - 4 и КЛТ - 30	Бензин	68,00	158,60
	Уксусная кислота	0,17	0,41
41. 30 -100	Эпихлоргидрин	0,21	0,49
	Глицидол	0,42	0,99
	Метафенилдиамин	0,08	0,19
42. 31-138 ДФ	Эпихлоргидрин	0,57	1,34
	Глицидол	0,29	0,66
	Метафенилдиамин	0,29	0,67
43. 30 - 138 Д	Эпихлоргидрин	0,36	0,85
	Толуол	0,20	0,47
	Глицидол	0,41	0,94
	Изометилтетрафталевый ангидрид	1,13	2,65
	Ангидрид трифтороуксусной кислоты	0,06	0,14
	Эпихлоргидрин	0,20	0,46

44. 31 - 317 А	Анилин	0,11	0,25
	Глицидол	0,18	0,42
	Изометилтетрафталевый ангидрид	0,63	1,48
		0,32	0,75
	Диметиланилин		
45. 10 - 200	Эпихлоргидрин	2,80	6,54
	Глицидол	0,29	0,69
	Толуилендиизоцинат	2,95	6,88
	Диметилбензиламин	1,99	4,64
46. 34 - 300	Эпихлоргидрин	0,26	0,61
	Глицидол	0,52	1,22
	Изометилтетрафталевый ангидрид	0,61	1,41
47. ЭЦ - 10	Эпихлоргидрин	0,15	0,36
	Глицидол	0,30	0,69
	Толуилендиизоцинат	3,00	6,90
	Ангидрид трифтороуксусной кислоты	0,21	0,48
48. 12 - 200	Эпихлоргидрин	2,34	5,47
	Глицидол	0,25	0,57
	Толуилендиизоцинат	2,46	5,74
	Диметилбензиламин	1,66	3,88
49. ЭК - ЭТ	Эпихлоргидрид	0,38	0,90
	Толуол	0,21	0,50
	Глицидол	0,43	1,00
	Бензол	2,14	5,00
	Изометилтетрафталевый ангидрид	0,43	1,00

50. 30 - 300	Эпихлоргидрин	0,27	0,63
	Глицидол	0,54	1,25
	Изометилтетрафталевый ангидрид	0,62	1,45
	Ангидрид трифтороуксусной кислоты	0,08	0,19
<u>Герметики:</u>			
1. "Виксинит У-1-18" "Виксинит У-2-28" "Виксинит У-4-21" "Виксинит ПК-68" "Виксинит К-68" "Силан"	Бензин или трифтортрихлорэтан	87,70	204,50
2. ВПГ - 2Л	Бензин	60,50	141,30
3. У - 30МЭС - 5, УТ -32, УТ-34	Этилацетат или циклогексанон	81,30	189,80
<u>Лаки:</u>			
1. КО -916 К	Коиллол	91,80	214,20
2. КО - 923	Толуол или ксиллол	129,60	302,40
3. КО - 835	Ксиллол или толуол	151,20	352,80
4. КО - 815	Толуол	170,10	396,90
5. ПЭ - 933	То же	121,50	283,50

6. ПЭ - 943	Трикрезол	29,20	68,00
7. ЭП - 075	Сольвент	116,60	272,20
	Этилцеллозольв или	148,50	346,50
	ацетон	10,40	24,20
	Этанол	22,30	52,00
	Толуол	74,30	173,20
	Бутилацетат	14,80	34,70
	Бутанол	14,80	34,70
8. ФЛ - 98	Этилцеллозольв	11,90	27,70
9. ГФ - 95	Ксилол	124,20	289,80
10. МЛ - 92	Толуол	129,60	302,40
11. Лак бакели- товый ЛБС - 1	Толуол или ксилол	121,50	283,50
	Спирт этиловый	108,00	252,00
12. ВД - 725 Г	Бутилацетат	22,40	52,30
	Спирт этиловый	67,20	156,90
	Бутанол	22,40	52,30
	Толуол	112,10	261,40
13. ВД - 931	Этилцеллозольв или	202,50	472,50
	хлорбензол	101,20	236,30
	Этилцеллозольв	101,20	236,30
Эмаль БТ - 38	Уайт-спирит	62,10	114,90
	Ксилол	37,30	86,90
	Сольвент	24,80	58,00
Клей БФ - 4	Спирт этиловый	234,90	548,10
Состав на основе гидрофобизирующей жидкости	Перхлорэтилен	225,00	525,00

136-41			
<u>Смазки:</u>			
1. На основе кремнийорганической жидкости К - 21	Бензин	250,00	582,00
-	Толуол	244,00	568,00
	Бензин	250,00	582,00
	Спирт этиловый	30,70	71,50
2. На основе каучука СТК	Бензин	258,00	602,00
	Дибутилфталат или	90,00	210,00
3. На основе жидкости 136-41	тритезилфосфат		
4. Поливинило-вая			
5. Полиизобутиловая			
Замазка на основе поливинилхлорид-ной смолы			

РАБОТА №16. Расчет валовых выбросов при производстве металлопокрытий и корректировка удельных показателей.

16.4.1 Характеристика выбросов

Для придания металлическим изделиям защитных, защитно-декоративных и функциональных свойств, обеспечивающих надежную и долговечную работу их в различных эксплуатационных условиях, а также для восстановления деталей, выбракованных при сравнительно малых износах, большую роль играют химические и электрохимические процессы нанесения покрытий.

Электрохимические (гальванические) покрытия широко применяются при восстановлении деталей, выбракованных при сравнительно малых износах.

Электрохимическим способом получают покрытия цинком, кадмием, медью, никелем, хромом. В машино- и приборостроении используют электролитическое осаждение меди, цинка, кадмия, серебра и золота в цианистых ваннах.

Химическим способом нанесения покрытий осуществляют воронение, фосфатиру-вание, химическое оксидирование.

Перед нанесением покрытий производят механическую и химическую подготовку поверхности деталей.

Процессы нанесения покрытий на поверхности металлических изделий связаны с протеканием электрохимических и химических реакций. В качестве электролитов и растворов для нанесения покрытий применяются концентрированные и разбавленные растворы кислот: серной, соляной, азотной, ортофосфорной, хромовой, их солей и др.

Разнообразие гальванических и химических процессов, применяемых при этом химических веществ, температурных режимов обуславливает разнообразие качественного и количественного состава выделяющихся загрязняющих веществ, их агрегатных состояний.

Технологические процессы нанесения электрохимическим способом включают в себя ряд последовательных операций: электрохимическое или химическое обезжиривание, травление, рыхление, шлифование и полирование, декапирование, нанесение покрытий.

Все эти операции сопровождаются выделением в воздух помещения и в атмосферу различных загрязняющих веществ. Особой токсичностью отличаются растворы цианистых солей, хромовой и азотной кислот и др.

Основные выделяющиеся загрязняющие вещества: аэрозоли щелочей, кислот, солей металлов, а также пары аммиака, оксидов азота, хлористого и фтористого водорода, цианистый водород.

Загрязняющие вещества, выделяющиеся при подготовке поверхности и нанесении гальванопокрытий, приведены в таблице 16.4.1.

В табл. 16.4.2 представлено максимальное количество выделяющегося с поверхности электролита загрязняющего вещества, мг/(с·м²).

В табл. 16.4.3 представлено агрегатное состояние загрязняющих веществ в выбросах гальванических цехов.

Для расчета количеств загрязняющих веществ, выделяющихся при гальванической обработке, принят удельный показатель Y^{3B} , отнесенный к площади поверхности гальванической ванны (см. табл. 16.4.4).

При отсутствии данных по технологическим процессам гальванопокрытий, приведенных в табл. 16.4.4, следует произвести расчеты выделений загрязняющих веществ по данным, приведенным в табл. 16.1-16.4 Приложения А.

16.4.2 Общие требования к расчету выбросов

4.2.1 Расчет количества газообразных загрязняющих веществ, выделяющихся в воздушный бассейн при электрохимической и химической обработке металлов с зеркала раствора данной ванны, осуществляется (в общем случае) по формуле:

$$G^{3B} = 10^{-3} \cdot Y^{3B} \cdot F_B \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \text{ (г/с)}, \text{ (16..1)}$$

где Y^{3B} - величина удельного выделения (удельный показатель) k-го 3В, выделяющегося с единицы поверхности гальванической ванны, мг/(с·м²) (табл.16.4.2, 16.4.4 разд. 4 и табл. 16.1-16.4 Приложения А);

F_B - площадь зеркала ванны, м²;

K_1 - коэффициент укрытия ванны. При наличии в составе раствора поверхностно-активных веществ (ПАВ) $K_1 = 0,5$; при отсутствии ПАВ $K_1 = 1$;

$K_2 - K_3$ - коэффициенты (см. Примечания 1-4 к данному подразделу).

Примечания:

1. При всех процессах электрохимии необходимо учитывать коэффициент загрузки ванны K_2 , который рассчитывается по формуле: $K_2 = f_{\text{дет}} / P_{\text{дет}}$.

где $f_{\text{дет}}$ - суммарная площадь поверхности обрабатываемых деталей за один час (производительность ванны по паспорту), м²;

$f_{\text{дет}}$ - фактическая площадь поверхности деталей, м², обрабатываемых за один час;

2. При всех процессах электрохимии, химической обработки и обезжиривании изделий в ваннах необходимо учитывать K_3 - коэффициент заполнения объема ванны раствором: при заполнении ванны на 70% $K_3 = 1$; при заполнении ванны на 100% $K_3 = 1/47$ и в общем случае K_3 определяется из пропорции: $K_3/100 = X/70$, где X - фактический процент заполнения объема ванны;

3. В случае нанесения покрытий на мелкие детали насыпью в колокольных и барабанных ваннах следует учитывать коэффициент K_4 , равный: 1,5 - при покрытии в погруженных (перекидных) колоколах и барабанах; 1,8 - при покрытии в колоколах, требующих заливки электролита после каждой партии деталей;

4. При хромировании в автоматических и полуавтоматических линиях нужно умножать на коэффициент $K_5 = 0,8$.

4.2.2 Количество паров органических растворителей, выделяющихся при обезжиривании изделий, определяется по формуле:

$$G_{3B} = 10^{-3} \cdot y^{3B} \cdot F_B \cdot K_3 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (16..2)$$

где y^{3B} - величина удельного выделения загрязняющего вещества с единицы поверхности ванны в процессе обезжиривания, мг/(с*м²) при скорости воздушного потока в помещении 0 м/с и температуре 20°C (табл. 16.1 Приложения А); F_B - площадь зеркала ванны, м²;

K^3 - коэффициент заполнения объема ванны (см. Примечание 2);

K_6 - коэффициент, зависящий от площади испарения (табл. 16.4.5).

K_7 - коэффициент, зависящий от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения (табл.16.4.6)

4.2.3 Количество загрязняющих веществ, выбрасываемых из воздуховода (без очистки) в виде аэрозолей, определяется по формуле:

$$G^{3B} = 10^{-3} \cdot y^{3B} \cdot F_B \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_8 \text{ (г/с)}, \text{ (16..3)}$$

где K_8 - коэффициент, учитывающий снижение относительного содержания аэрозолей в удаляемом воздухе по пути его движения. Он определяется отношением количества аэрозолей в расчетном сечении воздуховода к количеству аэрозоля, выделяющегося с зеркала раствора данной ванны. Коэффициент K_8 определяется из графика на рис.16.1.

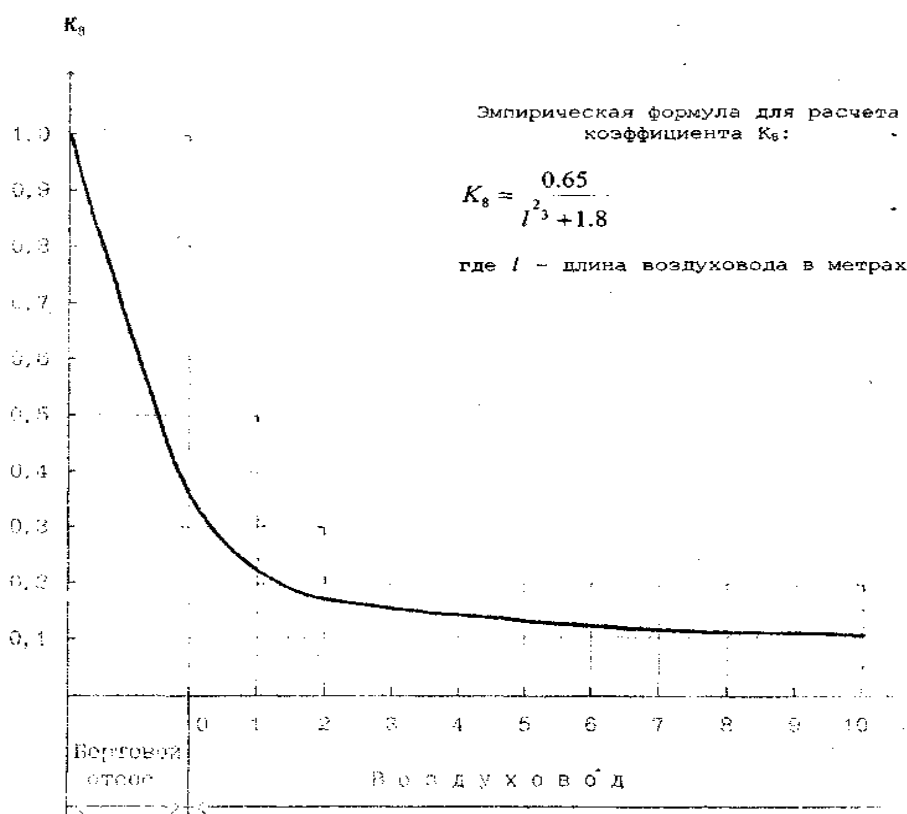


Рис. 1 График снижения относительного содержания аэрозоля загрязняющих веществ в удаляемом воздухе по пути его движения

16.3.4 Расчет выделений (выбросов) загрязняющих веществ от гальванических цехов (участков) при производстве металлопокрытий

4.3.1 Расчет максимального г/с выделения $G^{3B} \max$ k -го ЗВ с поверхности зеркала раствора данной ванны или нескольких ванн,

выделяющих одновременно к-е ЗВ, при электрохимической и (или) химической обработке металлов осуществляется по формуле (16.4) или (16.5):

$$G_{\max}^{ЗВ} = 10^{-3} \cdot y_{\max}^{ЗВ} \cdot \sum_{i=1}^m F_{Vi} \quad ,г/с \quad (4.4)$$

$$G_{\max}^{ЗВ} = 10^{-3} \cdot y_{\max}^{ЗВ} \cdot \sum_{i=1}^m F_{Vi} \cdot (K_{1i} \cdot K_{2i} \cdot \dots \cdot K_{7i})_{\max} \quad ,г/с \quad (4.5)$$

где $y_{\max}^{ЗВ}$ - максимальная величина удельного выделения (удельный показатель) к-го ЗВ, выделяющегося с единицы поверхности гальванической ванны, г/(с м²) (табл. 16.4.2);

где $y^{ЗВ}$ - величина удельного выделения (удельный показатель) к-го ЗВ, выделяющегося с единицы поверхности гальванической ванны, мг/(с м²) (табл. 16.4.4 разд. 4 и табл. 16.1-16.4 обязательного Приложения А). $U_{зв} = U_{азв} + U_{гзв}$;

F_B - площадь зеркала ванны, м².

$(K_{1i}, K_{2i}, \dots, K_{7i})_{\max}$ - максимальные значения коэффициентов, пояснения см. в разд. 4.2.

4.3.2 Расчет осредненного (за время работы гальванической ванны) выделения к-го ЗВ с поверхности зеркала раствора данной ванны или нескольких ванн, выделяющих одновременно к-е ЗВ, при электрохимической и (или) химической обработке металлов осуществляется по формулам:

$$G_0^{ЗВ} = 10^{-3} \cdot y^{ЗВ} \cdot \sum_{j=1}^n F_{Vj} \cdot K_{1j} \cdot K_{2j} \cdot \dots \cdot K_{7j} \quad ,г/с \quad (4.6)$$

$$M_0^{ЗВ} = 3.6 \cdot 10^{-6} \cdot y^{ЗВ} \cdot \sum_{j=1}^n F_{Vj} \cdot K_{1j} \cdot K_{2j} \cdot \dots \cdot K_{7j} \cdot \tau_j \cdot D_j \quad ,т/г \quad (4.7)$$

где $y_0^{ЗВ}$ - величина удельного выделения (удельный показатель) к-го ЗВ, выделяющегося с единицы поверхности гальванической ванны, г/(с·м²) (табл. 16.4.4 разд. 4 и табл. 16.1-16.4 обязательного Приложения А). $U^{ЗВ} = U_a^{ЗВ} + U_r^{ЗВ}$ (пояснения см. в разделе 4.3.3.);

F_{Vj} - площадь зеркала j-й ванны, м².

$K_{1j}, K_{2j}, \dots, K_{7j}$ - вышеупомянутые коэффициенты, которые устанавливаются для

j-й ванны;

τ_j - продолжительность работы j-й ванны, в часах;

D_j - число смен работы j -й ванны в году, в днях.

4.3.3 Расчет количества k -го ЗВ (г/с и т/год), выбрасываемого в атмосферный воздух от гальванического производства с учетом газоочистки и гравитационного оседания аэрозоля в воздуховоде, осуществляется по формулам:

$$G_{\text{в max}}^{\text{ЗВ}} = \sum_{f=1}^z \left(1 - \frac{\eta_f}{100}\right) \cdot G_{f \text{ max}}^{\text{ЗВ}} \cdot \left(\frac{K_{8f} \cdot y_{\text{а}}^{\text{ЗВ}}}{y^{\text{ЗВ}}} + \frac{y_{\text{г}}^{\text{ЗВ}}}{y^{\text{ЗВ}}}\right) \quad \text{г/с} \quad (4.8)$$

$$G_{\text{в 0}}^{\text{ЗВ}} = \sum_{f=1}^z \left(1 - \frac{\eta_f}{100}\right) \cdot G_{0 f}^{\text{ЗВ}} \cdot \left(\frac{K_{8f} \cdot y_{\text{а}}^{\text{ЗВ}}}{y^{\text{ЗВ}}} + \frac{y_{\text{г}}^{\text{ЗВ}}}{y^{\text{ЗВ}}}\right) \quad \text{г/с} \quad (4.9)$$

$$M_{\text{в}}^{\text{ЗВ}} = \sum_{f=1}^z \left(1 - \frac{\eta_f}{100}\right) \cdot M_{0 f}^{\text{ЗВ}} \cdot \left(\frac{K_{8f} \cdot y_{\text{а}}^{\text{ЗВ}}}{y^{\text{ЗВ}}} + \frac{y_{\text{г}}^{\text{ЗВ}}}{y^{\text{ЗВ}}}\right) \quad \text{т/г} \quad (4.10)$$

где $G_{\text{max}}^{\text{ЗВ}}$ - см. формулы (16.4) и (16.5); $G_{\text{озв}}$ - см. формулу (16.6);

h - степень очистки газа пылегазоочистной установки, %;

K_8 - см. график и эмпирическую формулу на рис.1;

$y^{\text{ЗВ}}$ - величина удельного выделения (удельный показатель) k -го ЗВ, выделяющегося с единицы поверхности гальванической ванны, мг/(с·м²) (табл. 16.4.4 разд. 4 и табл. 16.1-16.4 обязательного Приложения А). $U_{\text{зв}} = U_{\text{азв}} + U_{\text{гзв}}$;

$y_{\text{а}}^{\text{ЗВ}}$ - величина удельного выделения аэрозоля k -го ЗВ, выделяющегося с единицы поверхности гальванической ванны, мг/(с·м²) (табл. 16.4.4, с учетом данных табл.16.4.3 разд. 4 и табл. 16.1-16.4 обязательного Приложения А);

$y_{\text{г}}^{\text{ЗВ}}$ - величина удельного выделения (газовая фаза, пары) k -го ЗВ, выделяющегося с единицы поверхности гальванической ванны, мг/(с·м²) (табл. 16.4.4, с учётом данных табл. 16.4.3 разд. 4 и табл. 16.1-16.4 обязательного Приложения А).

16.3.4 Расчет загрязнения атмосферы выбросами гальванического производства

Максимальное значение приземной концентрации загрязняющего вещества $C_{\text{п}}$ (мг/м³) при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях и определяется по формуле (2.1) ОНД-86.

Масса загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени (г/с), рассчитывается по формуле (4.8).

Для оценки концентрации загрязняющих веществ в вентиляционных выбросах приводится расчет расхода воздуха, удаляемого одно- и двубортовыми отсосами. Он определяется по формулам:

$$V = 1400 \cdot \left(0,53 \cdot \frac{B_p \cdot L}{B_p + L} + H_p \right)^{1,3} \cdot B_p \cdot L \cdot K_9 \cdot K_{10} \cdot K_{11}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.11)$$

без поддува:

$$V = 1200 \cdot B_p^2 \cdot L \cdot K_9 \cdot K_{10} \cdot K_{11}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.12)$$

где B_p - расчетная ширина ванны, м;

L - длина ванны, м;

H_p - расчетное расстояние от зеркала электролита до оси щели;

K_9 - коэффициент учета конструкции отсоса, принимаемый равным 1 для дву-бортового отсоса без поддува и однобортового отсоса с поддувом; 1,8 для однобортового отсоса без поддува; 0,7 для двубортового отсоса с поддувом;

K_{10} - коэффициент учета температуры электролита (табл. 4.7);

K_{11} - коэффициент учета токсичности выделяющихся с поверхности раствора в ванне загрязняющих веществ, принимаемый для отсосов без поддува по табл.4.2; для отсосов с поддувом во всех случаях $K_{11} = 1$.

При расчете рассеивания ЗВ необходимо учитывать фоновые концентрации, а также эффект суммации.

Корректировка удельных показателей при нанесении гальванопокрытий на детали различной группы сложности

Все детали, подвергающиеся химической или электролитической обработке, подразделяются на три группы сложности:

I - я группа - пластины и цилиндрические детали (без резьбы);

II - я группа - крепежные детали, рельефные, штампованные детали без полостей, в которых может задерживаться раствор (электролит);

III - я группа - детали с глухими отверстиями, в которых задерживается раствор (электролит), например, стакан с внутренней резьбой, а также детали, имеющие трудно промываемые участки.

Нормы потерь электролита на унос в вентиляцию в зависимости от группы сложности деталей представлены в табл. 4.8.

Удельные выделения электролита с хромовым ангидридом в атмосферу при покрытии одного квадратного метра при толщине 1 мкм следующие:

- при твердом и декоративном хромировании $Y^{CrO_3} = 0,05$ л/м²;

при молочном хромировании $Y^{CrO_3} = 0,1$ л/м².

Концентрация хромового ангидрида C^{CrO_3} в электролите в этом случае:

- для декоративного хромирования $C^{CrO_3} = 300$ г/л;

- для молочного хромирования $C^{CrO_3} = 250$ г/л;

для твердого хромирования $C^{CrO_3} = 200$ г/л.

При гальваническом хромировании покрытий в ваннах с применением местных вытяжных устройств потери электролита на унос в вентиляцию, в зависимости от группы сложности детали, приведены в табл. 4.8.

Примечание: При хромировании с применением хромпика принимают поправочный коэффициент 0,6.

Расход воздуха V , удаляемого бортовыми отсосами от нормализованных ванн, приведен в табл. 4.9.

Примечания:

1. К расходу воздуха V для отсоса без поддува при воздушном перемещении раствора вводится поправочный коэффициент $K_{в.п.} = 1,2$; при укрытии зеркала испарения раствора плавающими телами (шарики, линзы и т.п.) – $K_{ш} = 0,75$; при укрытии зеркала испарения раствора пенообразующим слоем – $K_{п} = 0,5$.

2. В случае применения однобортового отсоса без поддува поправочный коэффициент увеличивают в 1,8 раза.

Таблица 16.4.1

Загрязняющие вещества, выделяющиеся в процессах подготовки поверхности и нанесения гальванопокрытий

Назначение ванн		Температура, °С	Выделяющиеся загрязняющие вещества
Декапирование анодное в хромовой		45 - 50	Хрома (VI) оксид
Лужение:			
Обезжиривание:	анодное и	50-60	Водород цианистый, щелочь
	и травление	50-60	Кислота серная
	Электролитическое анодное и	80-90	Щелочь
	Обработка в	95-98	Хрома (VI) оксид
Оксидирование:	алюминия и его	35-38	Хрома (VI) оксид
	(черное) листов из	85-90	Хрома (VI) оксид
	стали щелочное	138 - 140	Щелочь
Травление:	алюминия, меди и их сплавов	18-60	Азота (IV) оксид, щелочь
	в концентрированной соляной кислоте	18-25	Водород хлористый
	и обезжиривание совместное	50-60	Кислота серная
	Катодное	50-70	Кислота серная

	меди, алюминия и их сплавов	18-60	Азота (IV) оксид, щелочь
	Химическое	18-25	Водород фтористый
	черных металлов	18-25	Кислота серная
	тоже	60-70	Кислота серная
Фосфатирование		94-98	Водород фтористый
Хромирование		45-50	Хрома (VI) оксид
Цинкование:	малоцианистое	18-25	Водород цианистый
	цианистое	18-25	Водород цианистый
Электрополировка меди и ее сплавов		20-40	Хрома (VI) оксид

Таблица 16. 4.2

Загрязняющие вещества, выделяющиеся с поверхности электролита

Технологический процесс	Загрязняющее вещество	Максимальное количество выделяющегося загрязняющего вещества мг/(с·м ²)	Коэффициент K ₁₁
1	2	3	4
1 Электрохимическая обработка металлов в растворах, содержащих хромовую кислоту в концентрации 150-300г/л, при нагрузке на ванну I = 1000А (хромирование,	Хрома (VI) оксид	10,0	2,0

анодное декапирование, снятие меди и др.)			
То же, 30-60 г/л (электрополировка алюминия, стали и др.)	Хрома оксид	(VI) 2,0	1,6
То же, 30-100 г/л, при нагрузке на ванну I = 500А, а также химическое оксидирование алюминия и магния (анодирование алюминия, магниевых сплавов и др.)	Хрома оксид	(VI) 1,0	1,25
.Химическая обработка стали в растворах хромовой кислоты и ее солей при температуре раствора 50°C (пассивация, травление, снятие оксидной пленки, наполнение на хром-пике и др.)	Хрома оксид	(VI) 5,5 · 10 ⁻³	1,0
Химическая обработка металлов в растворах хромовой кислоты и ее солей при температуре раствора 50°C (осветление, пассивация и др.)	Хрома оксид	(VI) 0*	-

То же, в растворах щелочи (окисирование стали, химическое полирование алюминия, рыхление окарины на титане, травление алюминия, магния и их сплавов и др.) при температуре раствора t, °C:	Щелочь	55,0	1,25
	Щелочь	55,0	1,6
>100			
<100			
Электрохимическая обработка металлов в растворах щелочи (анодное снятие шлзма, обезжиривание, лужение, снятие олова, оксидирование меди, снятие хрома и др.)	Щелочь	11,0	1,6
Химическая обработка металлов, кроме алюминия и магния, в растворах щелочи (химическое обезжиривание, нейтрализация и др.) при температуре раствора t, °C:	Щелочь	0*	1,0
	Щелочь	0*	-
>50			
<50			
Кадмирование, серебрение, золочение и электродекапирование в цианистых растворах	Водород цианистый	5,5	2,0
Цинкование, меднение, латунирование, химическое декапирование и амальгамирование в цианистых растворах	Водород цианистый	1,5	1,6

Химическая обработка металлов в растворах, содержащих фтористоводородную кислоту и ее соли	Водород фтористый	20,0	1,6
Химическая обработка металлов в концентрированных холодных и разбавленных нагретых растворах, содержащих соляную кислоту (травление, снятие шлама и др.)	Водород хлористый	80,0	1,25
То же, кроме снятия цинкового и кадмиевого покрытий, в холодных растворах, содержащих соляную кислоту концентрации до 200 г/л (травление, декапирование и др.)	Водород хлористый	0,3	-
Электрохимическая обработка металлов в растворах, содержащих серную кислоту, концентрации 150-300 г/л, а также химическая обработка металлов в концентрированных холодных и разбавленных растворах (анодирование, травление, снятие никеля, серебра, гидридная обработка титана и др.)	Кислота серная	7,0	1,6
Меднение, лужение, цинкование и кадмирование в сернокислых растворах при температуре раствора 50 °С, а	Кислота серная	0*	- -

также химическое декапирование			
Химическая обработка металлов в концентрированных нагретых и электрохимическая обработка в концентрированных холодных растворах, содержащих ортофосфорную кислоту (химическое полирование алюминия, электрополирование стали, меди и др.)	Кислота фосфорная	5	1,6
Химическая обработка металлов в концентрированных холодных и разбавленных нагретых растворах, содержащих ортофосфорную кислоту (фосфатирование и др.)	Кислота фосфорная	0,6	1,25

<p>То же, в разбавленных растворах, содержащих азотную кислоту (осветление алюминия, химическое снятие никеля, травление, декапирование меди, пассивация и др.) при концентрации раствора, г/л: >100 <100</p>	<p>Кислота азотная и азота (IV) оксид То же</p>	<p>3,0 0*</p>	<p>1,25 -</p>
<p>Никелирование в сульфатных растворах при плотности тока 1 - 3 А/дм²</p>	<p>Никеля растворимые соли</p>	<p>0,03</p>	<p>1,6</p>

* Количество выделяющихся загрязняющих веществ столь невелико, что практически может не учитываться.

K_{11} – коэффициент учета токсичности загрязняющих веществ, выделяющихся с поверхности электролита.

Таблица 16. 4.3

Агрегатное состояние загрязняющих веществ в выбросах гальванических цехов

Загрязняющее вещество	Агрегатное состояние
Азота (IV) оксид,	Газовая фаза 100%

- см. Кислота азотная и азота (IV) оксид		Газовая фаза не менее 85%; аэро- золь не более 15%
Водород	Фтористый	Газовая фаза не менее 95%; аэро- золь не более 5%
	Хлористый	Газовая фаза не менее 75%; аэро- золь не более 25%
	Цианистый	Газовая фаза не менее 25%; аэро- золь не более 75%
Кислота:	Азотная	Аэрозоль 100%
	и азота (IV) оксид	Газовая фаза не менее 85%; золь не более 15%
	Борная	Аэрозоль 100%
	Серная	Аэрозоль 100%
	Фосфорная	Аэрозоль 100%
Никеля растворимые соли		Аэрозоль 100%
Органические растворители:	Бензин БР-1	Пары
	Бензол	То же
	Керосин	"-"
	Тетрахлорэтилен	"-"
	Трифтортрихлорэтан (фреон И3)	"-"

	Трихлорэтан	-"
	Уайт-спирит	-"
Хрома (VI) оксид		Аэрозоль 100%
Щелочь		Аэрозоль 100%

Таблица 16.4.4

Удельные показатели загрязняющих веществ, выделяющихся с поверхности гальванических ванн при различных технологических процессах

Технологический процесс, операция	Загрязняющее вещество	Удельный показатель, Y^{3B} , мг/(с·м ²)
1	2	3
1. Обезжиривание изделий:		
а) органическими растворителями	Бензин	1260
	Керосин	430
	Уайт-спирит	1610
	Бензол	825
	Трихлорэтилен	1095
	Тетрахлорэтилен (или фреон 113)	1170
б) химическое	в) Едкая щелочь	$2,8 \cdot 10^{-1}$

растворах щелочи		
в) электрохимическое	Едкая щелочь	11
2. Химическое травление изделий:		
а) в растворах хромовой кислоты и ее солей при $t > 50^{\circ}\text{C}$	Хрома (VI) оксид	$5,6 \cdot 10^{-3}$
б) в растворах щелочи при $t > 50^{\circ}\text{C}$	Едкая щелочь	55
в) в разбавленных нагретых ($t > 50^{\circ}\text{C}$) и концентрированных растворах серной кислоты	Кислота серная	7
г) в растворах соляной кислоты концентрацией, г/л: <200	Водород хлористый	$3,1 \cdot 10^{-1}$
200-250	То же	$8,3 \cdot 10^{-1}$
250-300	-"	2,8
300-350	-"	5,6
350-500	-"	13,9
500-1000	-"	80
д) в разбавленных нагретых ($t > 50^{\circ}\text{C}$) и концентрированных растворах ортофосфорной кислоты	Кислота фосфорная	$6,1 \cdot 10^{-1}$

<p>е) в растворах, содержащих фтористоводородную кислоту и ее соли концентрацией, г/л:</p> <p><10</p> <p>10-20</p> <p>20-50</p> <p>50-100</p> <p>100-150</p> <p>150-200</p> <p>>200</p>	<p>Водород фтористый</p> <p>То же</p> <p>-"</p> <p>-"</p> <p>-"</p> <p>-"</p> <p>-"</p> <p>-"</p>	<p>$2,8 \cdot 10^{-1}$</p> <p>1,4</p> <p>2,8</p> <p>5,0</p> <p>10,0</p> <p>12,0</p> <p>20,0</p>
<p>ж) в разбавленных растворах, содержащих азотную кислоту концентрацией более 100 г/л</p>	<p>Кислота азотная и азота (IV) оксид</p>	<p>3,0</p>
<p>3. Снятие старых покрытий:</p>		
<p>а) олова и хрома</p>	<p>Едкая щелочь</p>	<p>11,0</p>
<p>б) меди</p>	<p>Хрома (VI) оксид</p>	<p>10,0</p>
<p>в) никеля и серебра</p>	<p>Кислота серная</p>	<p>7,0</p>
<p>4. Полирование</p>		
<p>а) химическое в:</p> <p>Концентрированных холодных ($< 50 \text{ }^\circ\text{C}$) растворах ортофосфорной кислоты;</p> <p>Нагретых разбавленных растворах, содержащих серную кислоту;</p>	<p>Кислота фосфорная</p> <p>Кислота серная</p> <p>Кислота азотная и азота (IV) оксид</p>	<p>$6,1 \cdot 10^{-1}$</p> <p>6,9</p> <p>3,0</p>

Разбавленных растворах, содержащих азотную кислоту концентрацией более 100 г/л		
б) электрохимическое в: Концентрированных холодных растворах ортофосфорной кислоты; Растворах, содержащих серную кислоту концентрацией 150 г/л Растворах, содержащих хромовую кислоту или ангидрид хромовый концентрацией 30-60 г/л	Кислота фосфорная Кислота серная Хрома (VI) оксид	5,0 7,0 2,0
5. Нанесение покрытий на изделия:		
а) электрохимическая обработка в растворах хромовой кислоты концентрацией 150-300 г/л при силе тока $I > 1000$ А (анодирование, декапирование, хромирование и др.)	Хрома (VI) оксид	10,0
б) электрохимическая обработка в растворах хромовой кислоты концентрацией 30-100 г/л при силе тока $I < 500$ А (анодирование магниевых сплавов), а	Хрома (VI) оксид	1,0

также химическое оксидирование алюминия и магния		
в) химическая обработка стали в растворах хромовой кислоты и ее солей при $t > 50$ °С (осветление, пассивация, наполнение и пропитка, обработка в растворе хромпика)	Хрома (VI) оксид	$5,6 \cdot 10^{-3}$
г) химическая обработка в растворах щелочи при $t > 50$ °С (получение металлических покрытий контактным способом, оксидирование сталей и чугунов)	Едкая щелочь	55,0
д) электрохимическая обработка в растворах щелочи (цинкование, кадмирование, покрытие сплавом медь-цинк, тонирование и окрашивание)	Едкая щелочь	11,0
е) химическая обработка в растворах соляной кислоты в концентрации до 200 г/л (декапирование, железнение и ДР)	Водород хлористый	$3,1 \cdot 10^{-3}$
ж) электрохимическая обработка в растворах, содержащих серную кислоту концентрацией 150-350 г/л (палладирование, анодное окисление алюминия и его сплавов, родирование)	Кислота серная	7,0

з) электрохимическая обработка в концентрированных холодных растворах, содержащих ортофосфорную кислоту (анодное окисление алюминия и его сплавов)	Кислота фосфорная	5,0
и) химическая обработка в разбавленных нагретых ($t > 50$ °C) и концентрированных холодных растворах, содержащих ортофосфорную кислоту (осветление и пассивирование)	Кислота фосфорная	$6,1 \cdot 10^{-1}$
к) никелирование в хлорид-ных растворах при плотности тока 1-3 А/дм ²	Никеля растворимые соли	$1,5 \cdot 10^{-1}$
л) никелирование в сульфатных растворах при плотности тока 1-3 А/дм ²	Никеля растворимые соли	$3,1 \cdot 10^{-2}$
м) химическая обработка в растворах, содержащих азотную кислоту концентрацией >100 г/л (осветление и пассивирование)	Кислота азотная и азота (IV) оксид	3,0
н) нанесение покрытий в цианистых растворах (кад-мирование, серебрение, золочение, цинкование, меднение, латунирование, амальгамирование) концентрацией, г/л: <50 >50	Водород цианистый То же	1,5 5,6
о) химическая обработка в растворах фтористоводородной кислоты и ее солей кон-	Водород фтористый	$2,8 \cdot 10^{-1}$

центрацией, г/л:	То же	1,4
<10	-"	2,8
10-20	-"	5,0
20-50	-"	10,0
50-100	-"	12,0
100-150	-"	20,0
150-200		
>200		

Таблица 16.4.5

Значение коэффициента K_6 , зависящего от площади испарения

Площадь зеркала ванны, м ²	Коэффициент K_6	Площадь зеркала ванны, м ²	Коэффициент K_6
0,05	2,886	0,55	1,386
0,10	2,560	0,60	1,333
0,15	2,346	0,65	1,272
0,20	2,173	0,70	1,225
0,25	2,000	0,75	1,178
0,30	1,853	0,80	1,133

0,35	1,720	0,85	1,093
0,40	1,600	0,90	1,061
0,45	1,520	0,95	1,034
0,50	1,453	1,00 и более	1,000

Таблица 16. 4.6

Значение коэффициента K_7 , зависящего от скорости воздушного потока над поверхностью испарения и температуры воздуха в помещении

Скорость воздушного потока над поверхностью испарения м/с	Значение коэффициента K_7 в зависимости от температуры воздуха в помещении, в °С					
	10°	15°	20°	25°	30°	35°
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,6	2,6	2,4	2,0	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	3,0	2,4	2,3
0,3	5,5	4,5	4,3	3,5	2,9	2,7
0,4	6,2	5,1	4,9	4,0	3,3	2,9
0,5	6,6	5,7	5,4	4,1	3,6	3,2
1,0	10,0	8,7	7,7	6,5	5,6	4,6

Примечание: Скорость воздушного потока над поверхностью испарения так относится к скорости воздушного потока в воздуховоде, как площадь сечения воздуховода относится к площади сечения ванны. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения, изложены в ГОСТ 17.2.4.06-90.

Таблица 16. 4.7

Коэффициент K_{10} учета температуры электролита

Тип отсоса	Значение K_{10} при разности температур раствора и воздуха Δt , С								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Двубортовой	1,0	1,16	1,31	1,47	1,63	1,79	1,94	2,10	2,26
Однбортовой с поддувом	1,0	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24

Таблица 4.8

Нормы потерь электролита на унос в вентиляцию

Характер электролита	Группа сложности деталей	Нормы потерь электролита на унос в вентиляцию, мл/м ²
Цианистый щелочной	I	15
	II	15
	III	15

Таблица 4.9

Расход воздуха V , удаляемого бортовыми отсосами от нормализованных ванн

Размеры ванны в плане В x L, мм	Значения V, м ³ /ч, при Δt = 0 С и K ₁₁ = 1 для отсоса			Расход воздуха V _n на поддув, м ³ /ч
	без поддува двубортового	однобортового	двубортового	
450 x 800	260	200	-	20
450 x 1100	360	275	-	30
450 x 1500	500	375	-	40
450 X 2200	730	550	-	55
500 x 1100	420	335	-	30
500 x 150	580	455	-	45
560 x 600	250	280	-	20
600 x 1100	540	470	-	40
600 x 1500	740	640	-	50
600 x 2200	1100	940	-	75
700 x 800	480	450	-	35
700 x 1100	660	615	-	45
700 x 1500	910	840	-	60
700 x 2200	1350	1230	-	90
800 x 560	380	395	-	30
800 x 760	530	535	-	35
1000 x 1500	1450	1540	1090	90

1000 x 2200	2180	2260	1600	130
1100 x 560	550	670	475	40
1100 x 760	780	910	675	50
1200 x 1100	1320	1530	1080	80
1200 x 1500	1860	2090	1475	105
1200 x 2200	2760	3060	2155	155

УДЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЫДЕЛЕНИЙ (ВЫБРОСОВ) В АТМОСФЕРУ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ВСЕХ СТАДИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ХИМИЧЕСКИМ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ, ВКЛЮЧАЯ ВСЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ (ТАБЛИЦЫ С 16.1 ПО 16. 4)

Таблица 16.1

Величины удельных выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу от основных видов технологических процессов на участках подготовки деталей перед нанесением металлопокрытий

Наименование технологической операции	Материалы		Температура, °С	Наименование выделяющегося загрязняющего вещества (ЗВ)	Величина удельного выделения $Y^{ЗВ}$, мг/с·м ²)	
	Наименование	Кол-во, г/л			Аэрозоль	Газовая фаза
1	2	3	4	5	6	7
Активация деталей из меди и ее сплавов	Кислота серная	50-100	15-25	Кислота серная	0,50	-
Активация деталей из коррозионно-стойких сталей	Состав I Кислота соляная	150-200	15-25	Водород хлористый	6,50	17,44
	Состав II: Кислота фтористо-водородная Кислота соляная	50-100 50-100	15-25	Водород фтористый Водород хлористый	3,00	4,97 8,52
Активация деталей из сталей и сплавов	Кислота соляная или	50-100	15-25	Водород хлористый Кислота серная	3,00	8,49
	Кислота серная	50-100			0,50	-

Активация деталей из титана и его сплавов	Никель хлористый	200 - 220	20-25	Никеля хлорид Водород хлористый	0,15	- 14,48
	Кислота соляная	140 - 150			4,00	
	Аммоний фтористый	20-40				
Активация деталей из цинкового сплава	Состав I: Натрий кислый сернокислый	20-30		Натрия гидросульфид	0,10	-
	Состав II. Кислота серная Натрий сернокислый	20-30 10-20		Кислота серная	0,10	-
	Состав III. Кислота серная	10-15		Кислота серная	0,05	-
Нейтрализация	Кислота лимонная или	50-100	15-30	Кислота лимонная	2,00-	-
	Кислота винная	50-100	15-30		2,00	
Нейтрализация после полирования электрохимического	Сода кальцинированная	50-100	15-25	Натрия карбонат	5,00	-
Обезжиривание деталей из алюминия и его сплавов	Состав I: Тринатрийфосфат	30-50	70-80	Натрия фосфат Натрия карбонат	4,00	-
	Сода кальцинированная	30-50 0,3-0,5			4,00	
	Сульфанола НП-3					

Обезжиривание деталей из меди и ее сплавов	Состав II:						
	Сода кальцинированная	15-20	60-80	Натрия карбонат	2,00	-	
Тринатрий-фосфат	20-30	Натрия фосфат			2,10		
Синтанол ДС-10	3-5						
Обезжиривание деталей из стали и сплавов	Состав III:						
	Сода кальцинированная	20-30	70-90	Натрия карбонат	2,10	-	
	Тринатрий-фосфат	30-50			Натрия фосфат		4,00
	Жидкое стекло	3-5					
Обезжиривание деталей из стали и сплавов	Состав I:						
	Средство моющее ТМС-31 или "Лабомид"	50-80 20-30	70-80 70-80	Натрия карбонат Натрия карбонат (Сода кальцинированная)	1,60 0,80		
Обезжиривание деталей из стали и сплавов	Состав II:						
	Натрия гидроксид	20-40	50-70	Натрия гидроксид	2,50	-	
	Тринатрий-фосфат	5-15			Натрия фосфат		1,00
	Жидкое стекло	20-30					
Обезжириватель Дв-301	1-6,5						
Обезжиривание деталей из стали и сплавов	Состав III:						
	Натрия гидроксид	7-10	60-70	Натрия гидроксид	1,00		
	Сода кальцинированная	15-20			Натрия карбонат		2,00
	Тринатрий-фосфат	20-30					Натрия фосфат
Синтанол ДС-10	3-5						

Обработка деталей из алюминия и его сплавов специальная	Состав I:					
	Цинка оксид Натрия гидроксид Калий-натрий виннокислый Железо хлорное Натрий азотнокислый	70-100 500-550 8-10 1-2 1-2	15-30	Цинка оксид Натрия гидроксид	1,00 55,00	
	Состав II:					
	Цинк борфтористый б-водный Никель (II) борфтористый б-водный Аммоний тетрафторборат	30-60 120-250 30-60	18-25	Никель борфтористый Водород фтористый Аммиак Кислота борная	0,15 - - 0,25	- 1,26 1,20
	Состав III:					
	Никель двухлористый б-водный Кислота фтористо-водородная Кислота борная	450-600 9-10 28-40	15-30	Никеля хлорид Кислота борная	0,25 0,25	- -
Обработка деталей из титана и его сплавов гидридная	Состав I:					
	Кислота соляная		20-25 50-55	или Водород хлористый	8,00	42,95
	Состав II:					
	Кислота серная Натрий хлористый	700-1100 30-40	80-85	Кислота серная	7,00	-

	Состав I: Кислота азотная	300-400	15-25	Кислота азотная	2,40	-
	Состав II: Кислота азотная (плотность 1,41 г/см ³), л Кислота фтористо-водородная, плотность 1,15 г/см ³	1 118 мл	15-25	Кислота азотная Азота (IV) оксид Водород фтористый	3,00 - -	16,22 3,37
	Осветление деталей из алюминия и его сплавов	90-110 8-12	15-25	Хрома оксид (VI)	1,00	
Осветление деталей из алюминия и его сплавов перед нанесением анодно-окисных покрытий	Кислота азотная	300-400	15-25	Кислота азотная Азота (IV) оксид	2,40 -	- 11,37
Осветление деталей из меди и ее сплавов	Ангидрид хромовый Кислота серная	30-40 30-40	15-25	Хрома оксид (VI) Кислота серная	0,25 0,20	- -
Осветление деталей из стали и сплавов; снятие травильного шлама с деталей из меди и сплавов	Кислота соляная (плотность 1,19 г/см ³), л	1	15-25	Водород хлористый	8,00	42,95

Осветление деталей из титана и его сплавов	Кислота фтористоводородная, мл/л Кислота азотная, мл/л	20 200	20-25	Кислота азотная Азота (IV) оксид	1,15 -	- 9,53
Пассивирование деталей из стали и сплавов	Натрий азотнокислотный Сода кальцинированная или Натрий азотнокислотный Сода кальцинированная	50-150 2-3 100-150 8-12	15-25 65-75	Натрия нитрит Натрия нитрит	7,50 7,50	- - -
Полирование деталей из нержавеющей стали и цветных металлов химическое	Состав I: Кислота серная Кислота соляная Кислота азотная Натрий хлористый Краситель кислотный черный Вода	625-630 70-80 60-65 10-12 3-5 500-550	70-75	Кислота серная Водород хлористый Кислота азотная Азота (IV) оксид	3,00 2,00 0,20 -	- 6,73 - 1,20
	Состав II: Кислота ортофосфорная Кислота азотная	1500-1600 60-80	65-75	Кислота фосфорная Кислота азотная Азота (IV) оксид	8,00 0,20 -	- - 1,20

	Состав III: Кислота ортофосфорная Калий азотнокислый	1300-1400 450-500	15-25	Кислота фосфорная Калия нитрат	8,00 3,00	- -
Полирование деталей из стали цветных металлов электрохимическое	Состав I: Кислота ортофосфорная Кислота серная Ангидрид хромовый	800-1200 184-368 108-162	70-80	Кислота фосфорная Кислота серная	7,00 0,70	- -
	Состав II : Кислота ортофосфорная Бутанол I, мл/л	1800-1300 80-100	70-80	Кислота фосфорная Спирт бутиловый	7,00	- 0,78
Разрыхление окалины на деталях из коррозионно-стойких сталей	Натрия гидроксид Натрий азотнокислый	400-600 100-200	135-145 15-25	Натрия гидроксид Натрия нитрат	55,00 0,90	- -
Снятие травильного шлама с деталей из коррозионно-стойких сталей	Кислота азотная Кислота фтористоводородная	350-450 4-5	15-25	Кислота азотная Азота (IV) оксид	2,40 -	- 15,36
Снятие травильного шлама с деталей из сталей сплавов	Состав: Ангидрид хромовый Кислота серная Натрий хлористый	80-90 30-40 2-4	15-25	Хрома (VI) оксид Кислота серная	0,80 0,20	- -

Травление деталей из алюминия и его сплавов	Состав I:					
	Натрия гидроксид	50-100	60-80	Натрия гидроксид	7,50	-
	Сульфанол НП-3	0,4-0,8				
	Состав II:					
Травление деталей из алюминия и его сплавов	Натрия гидроксид	20-30	50-70	Натрия гидроксид	2,50	-
	Сода кальцинированная	25-100		Натрия карбонат	7,50	-
	Тринатрийфосфат	25-35				
	Вещество вспомогательное ОП-7 или ОП-10	0,5-1,0				
Травление деталей из алюминия и его сплавов	Состав III:					
	Кислота ортофосфорная	80-100	15-25	Кислота фосфорная	0,60	-
Травление деталей из алюминия и его сплавов	Калий кремнефтористый	4-6				
	Состав IV:	240-280	70-80	Кислота серная	1,00	-
Травление деталей из алюминия и его сплавов перед нанесением анодно-окисных покрытий	Натрия гидроксид		70-80	Натрия гидроксид		
	Натрий азотнокислый	160-260		Натрия нитрат	2,00	-
	Тринатрийфосфат	160-260		Натрия нитрит	1,20	-
	Сульфанол НП-3	50-80		Натрия фосфат	1,00	-
	Медь азотнокислая	0,5-1,0				
	Декстрин	0,5-1,0				
	Натрий глюконовокислый	5-10 40-60				

Травление деталей из коррозионно-стойких сталей	Состав I:					
	Кислота азотная	200-240	15-25	Кислота азотная	1,40	-
	Натрий фтористый	20-25		Азота (IV) оксид	-	7,56
	Натрий хлорист.	20-25				
Травление деталей из коррозионно-стойких сталей	Состав II:					
	Кислота соляная	220-250	15-25	Водород хлористый	8,00	22,09
	Уротропин технический	40-50				
Травление деталей из меди сплавов	Состав I:					
	Кислота серная	750-850	15-25	Кислота серная	4,80	-
	Кислота азотная	50-70		Кислота азотная	0,30	-
	Кислота соляная	1-5		Азота (IV) оксид	-	4,59
Травление деталей из меди сплавов	Состав II:					
	Кислота азотная (плотность 1,41 г/см ³), л	1	15-25	Кислота азотная	3,00	-
	Кислота серная (плотность 1,84 г/см ³), л	1		Азота (IV) оксид	-	19,29
		5-10		Кислота серная	0,50	-
	Натрий хлористый					
	Состав III:					
	Кислота уксусная	260-265	15-25	Кислота уксусная	1,50	4,49
	Кислота ортофосфорная	830-850		Кислота фосфорная	7,00	-
	Водорода перекись	90-110				

	Состав IV: Натрий азотнокислый Кислота ортофосфорная	600-800 1400-1700	15-25	Натрия нитрат Кислота фосфорная	4,00 8,00	- -
Травление деталей стали сплавов из и	Состав I: Кислота серная Кислота соляная Ингибитор I-1-E	100-200 15-100 0,1-0,3	50-70	Кислота серная Водород хлористый	0,50 2,50	- 9,32
	Состав II: Кислота соляная (плотность 1,19 г/см ³), Уротропин	1 40-50	15-25	Водород хлористый	8,00	42,95
	Состав III: Кислота соляная Натрий хлористый Цинк хлористый	50-80 160-200 5-10	20-40	Водород хлористый	2,50	7,71
	Состав IV: Кислота соляная (плотность 1,19 г/см ³), Уротропин Калий йодистый	1 10-20 1-2	15-25	Водород хлористый	8,00	42,95
	Состав V: Кислота ортофосфорная (плотность 1,7 г/см ³), Кислота серная (плотность 1,84 г/см ³), л	1 250	15-25	Кислота фосфорная Кислота серная	6,00 0,70	- -

Травление деталей из стали и сплавов	Состав VI: Кислота серная	80-100	50-70	Кислота серная	0,35	-
	Натрий хлористый	80-100				
	Уротропин	8- 10				
	Синтанол ДС-10	5- 10				
Травление деталей из титана и его сплавов	Кислота фтористо-водородная, мл/л	200	20-25	Водород фтористый	-	11,84
	Кислота азотная, мл/л	20				
Удаление жировых загрязнений с поверхности деталей	Ацетон или Бензин или Спирт этиловый или Тетрахлорэтилен или Трихлорэтилен или Уайт-спирит			Ацетон	-	151,22
				Бензин	-	89,28
				Спирт этиловый	-	31,68
				Тетрахлорэтилен	-	20,83
				Трихлорэтилен	-	74,12
				Уайт-спирит	-	3,64
					-	

Таблица 16. 2

Величины удельных выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу от основных видов технологических процессов нанесения металлопокрытий

Наименование технологической операции	Материалы		Температура, °С	Наименование выделяющегося загрязняющего вещества (ЗВ)	Величина удельного выделения $U^{эв}$, мг/(с·м ²)	
	Наименование	Кол-во, г/л			Аэрозоль	Газовая фаза
1	2	3	4	5	6	7
Анодирование деталей из	Состав I: Кислота серная	180-200	15-25	Кислота серная	0,70	-

алюминия и его сплавов	Состав II:						
	Кислота серная	150-200	15-25	Кислота серная	0,70	-	
	Кислота щавелевая	20-25					
	Состав III:						
	Ангидрид хромовый	70-100	30-40	Хрома (VI) оксид	1,00	-	
	Состав IV:						
	Кислота серная	300-350					
	Кислота щавелевая	25-35	12-18	Кислота серная	1,30	-	
	Кислота борная	2-3					
	Глицерин, мл/л	10-12					
	Кислота уксусная, мл/л	0,05-0,1					
Золочение деталей из меди и ее сплавов и сплавов типа 49НД, 29НК	Состав I:		15-25 или	Калия цианид	0,50	-	
	Калия дициано-(1)-аурат (в пересчете на Me)	4-6	45-65	Водород цианистый	0,50	0,15	
	Калий цианистый (свободный)	10-15					
	Состав II:		35-45	Водород цианистый	0,50	0,15	
Калия дициано-(1)-аурат (е пересчете на Me)	8-10						
Кислота лимонная	30-40	Калий лимоннокислый		1,5	-		
	Калий лимонно кислый трехэ-мещенный	30-40					
Золочение деталей из меди и ее сплавов и сплавов типа 49НД, 29НК	Состав III:			Водород цианистый	0,50	0,15	
	Калия дициано (1)-аурат (в пересчете на Me)	14,5-15	55-65	Кислота лимонная	2,00	-	
	Кислота лимонная	100-105					
Золочение деталей из меди и ее сплавов (химическое)	Калия дициано-(1)-аурат	2-8	55-90	Калия цианид	1,00	-	
	Калий цианистый	7-13			Калия гидроксид	1,00	-
	Калия гидроксид	6-12					
	Натрия боргидрид						

		3,5-17				
Кадмирование	Состав I:					
	Кадмий серноокислый	40-60	15-25	Кадмия сульфат	0,20	-
	Аммоний серноокислый	240-260		Аммиак	-	0,38
	Диспергатор НФ, мл/л Уротропин	50-100		Аммония сульфат	0,60	-
Препарат ОС-20	15-20 0,7-1,2					
Кадмирование	Состав II:					
	Кадмий серноокисл.	30-50	15-25	Кадмия сульфат	0,20	-
	Кислота серная	40-60		Кислота серная	0,20	-
	Натрий серноокисл.	40-60		Натрия сульфат	0,20	-
	Синтанол ДС-10	4-6				
Клей мездровый	3-5					
Кадмирование	Состав III:					
	Кадмий серноокисл.	40-60	15-30	Аммония сульфат	0,50	-
	Аммоний серноокислый					
	Кислота борная	150-200		Кадмия сульфат	0,20	-
	Блескообразователь ДХТИ-203-А	20-30		Кислота борная	0,10	-
Блескообразователь ДХТИ-203-Б	10-30 5-8					
Кадмирование	Состав IV:					
	Кадмия оксид	35-45	15-25	Водород цианистый	1,25	0,40
	Натрий цианистый	90-130		Натрия сульфат	0,20	-
	Натрия гидроксид	20-30		Натрия гидроксид	2,00	-
	Натрий серноокислый	40-50				
Никель серноокислый Концентраты литейные сульфитно-спиртовой барды	1-2 8-12					

Латунирование деталей из стали	Состав I:					
	Медь цианистая	15-25	15-30	Водород цианистый	0,50	0,15
	Цинк цианистый	7-15				
	Натрий цианистый	8-12				
	Состав II:					
	Медь (II) сернокислая	1,5-6,2	15-30	Калий пиррофосфорнокислый (в пересчете на фосфорную кислоту)	2,50	-
	Цинк сернокислый	4,4-6,0				
	Калий пиррофосфорнокислый	50-60				
	Калий фосфорнокислый однозавещенный	10-20				
Меднение	Состав I:					
	Медь цианистая	20-30	15-25	Водород цианистый	1,50	0,50
	Натрий цианистый (свободный)	5-15				
	Натрия гидроксид	5-10				
	Состав II:					
	Медь цианистая	50-70	45-55	Водород цианистый	1,50	0,50
	Натрий цианистый(свободный)	5-15			0,50	-
	Натрия гидроксид	10-15		Калий-натрий виннокислый		
	Калий-натрий виннокислый	35-50				
Меднение	Состав III:					
	Медь (II) сернокислая (в пересчете на металл)	15-30	50-60	Меди сульфат	0,50	-
	Калий железосинеродистый	180-250		Калий железосинеродистый	7,00	-
	Калия гидроксид	7-25			1,00	-
	Калий-натрий виннокислый	90-100		Калий-натрий виннокислый		

	Состав IV:			Меди сульфат		
	Медь (II) серноокислая	80-95	30-50	Калий пиродифосфорнокислый (в пересчете на кислоту фосфорную)	0,50 3,30	- -
	Калий пиродифосфорнокислый	280-380				
	Кислота лимонная	15-25				
	Состав V:			Меди сульфат	0,75	-
	Медь (II) серноокислая	120-240	15-30	Кислота серная	0,30	-
	Кислота серная	50-100				
	Состав VI:			Медь кремнефтористая	1,50	-
	Медь кремнефтористая	250-300	15-24	Водород фтористый	-	1,68
	Кислота кремнефтористая(свободная)	10-15				
Меднение деталей из латуни и бронзы перед золочением	Медь цианистая	50-70		Меди цианид		
	Натрий цианистый (свободный)	5,0-15	45-55	Калий-натрий виннокислый сульфат	1,50 0,15	- -
	Натрия гидроксид	10-15		Водород цианистый	1,00	0,30
	Калий-натрий виннокислый	50-70				
Меднение деталей из цинкового сплава	Медь серноокислая	30-50	45-55	Натрия пиродифосфат (в пересчете на фосфорную кислоту)	2,50	-
	Натрий фосфорнокислый, пиродифосфорнокислый	120-180		Натрия гидрофосфат	1,70 0,10	- -
	Натрий фосфорнокислый двузамещенный	60-100		Меди сульфат		-
Нанесение анодно-окисных покрытий на детали титановых сплавов	Состав I: Кислота щавелевая	50-60	15-25	Кислота щавелевая	0,30	-
	Состав II: Кислота серная	180-200		Кислота серная	0,70	-

Нанесение анодно-окисных эматале-вых покрытий на детали из алюминия и его сплавов	Состав I:					
	Калий титанил-щавелевокислый	40-45	30-40	Кислота щавелевая	0,30	-
	Кислота лимонная	1-2				
Кислота борная	8-10					
	Кислота щавелевая	5-7				
	Состав II:					
	Ангидрид хромовый	30-35	42-48	Хрома (VI) оксид	0,50	-
	Кислота борная	1-2				
Нанесение окисных фосфатных и окисных фторидных покрытий на детали из алюминия и его сплавов	Состав I:					
	Кислота ортофосфорная	40-50	20-30	Кислота фосфорная	8,00	-
	Ангидрид хромовый	5-7				
Кислота фтористоводородная(40-процентная), мл/л	3-5					
	Состав II: Аммоний фтористый кислый	1,5	15-35	Хрома (VI) оксид	0,05	-
	Ангидрид хромовый	4-6				
	Калий железосинеродистый	0,5-1,0				
Нанесение покрытия из сплава олово-висмут на детали стали	Состав I:					
	Олово (II) сернокислое	40-60	15-25	Олова сульфат	0,23	-
	Кислота серная	95-140				
	Висмута (III) хлорокись	0,5-1,5		Кислота серная	0,40	-
	Натрий хлористый	0,3-0,8				
Синтанол ДС-10 или ДТ-7	3-5					

	Состав II:					
	Олово (II) сернокислое Кислота серная	40-60 95-140	15-25	Олова сульфат	0,23	-
	Висмут (III) сернокислый 4,4-метиленис (0-анизидин)	1-3 1,5-5,0		Кислота серная	0,35	-
	Препарат ОС-20	5-15				
	Состав III:					
	Олово (II) сернокислое Кислота серная	40-60 100-160	15-25	Олова сульфат	0,23	-
	Висмута (III) хлорокись Ацетилацетон	0,5-1,0		Кислота серная	0,50	-
	Формалин, мл/л	3-4				
	Синтанол ДС-10	5-6 3-5				
	Состав IV:					
	Олово (II) сернокислое	35-45	15-25	Олова сульфат	0,20	-
	Кислота серная	120-180		Кислота серная	0,50	-
	Висмут (III) сернокислый Формалин, мл/л	0,5-2,0 3-5				
	Синтанол ДС-10 или ДТ-7	5-15				
	Блескообразователь Лимеда Sn-2, мл/л	5-10				
Нанесение покрытия из сплава олово-свинец на детали из стали, меди и ее сплавов	Состав I: Олово (II) борфтористое (в пересчете на Me) Свинец борфтористый (в пересчете на металл) Кислота борфтористоводородная (свободная) Кислота борная Пектин сухой ферментативный	35-60 24-40 40-100 25-40 1-2 0,8-1,0	15-25	Олово борфтористое Кислота борная Кислота борфтористоводородная (в пересчете на борфтористый)	0,23 0,50 0,07	- - -

	Гидрохинон					
Нанесение покрытия из сплава олово-свинец на детали из стали, меди и ее сплавов	<p>Состав II:</p> <p>Олово (II) борфтористое (в пересчете на Me) Свинец борфтористый (в пересчете на металл)</p> <p>Кислота борфтористоводородная (свободная)</p> <p>Добавка ДС-натрий (10% - раствор), мл/л</p> <p>Синтанол ДС-10(10% - раствор), мл/л</p>	<p>26-30</p> <p>18-25</p> <p>80-90</p> <p>5</p> <p>60</p>	15-25	<p>Олово борфтористое</p> <p>Кислота борная</p> <p>Кислота борфтористоводородная (в пересчете на борфтористый)</p>	<p>0,15</p> <p>0,50</p> <p>0,07</p>	-
Нанесение покрытия из сплава палладий-никель на детали из меди и ее сплавов	<p>Состав I: Палладия (II) хлорид (в пересчете на Me) Никель хлористый (в пересчете на металл) Аммоний хлористый Аммоний сульфаминоватокислый</p> <p>Аммиак водный</p> <p>до pH 8,3-8,7</p>	<p>7,0-10</p> <p>25-30</p> <p>50-100</p> <p>60-130</p>	25-35	<p>Аммиак</p> <p>Никеля хлорид</p>	<p>-</p> <p>$1,00 \cdot 10^{-3}$</p>	<p>0,40</p> <p>-</p>
	<p>Состав II:</p> <p>Палладия (II) хлорид (в пересчете на Me)</p> <p>Никель хлористый (в пересчете на металл)</p> <p>Аммоний хлористый</p> <p>Аммиак водный</p>	<p>18-20</p> <p>20-25</p> <p>20-25</p> <p>ДО pH 8,8-9,3</p>	20-30	<p>Аммиак</p> <p>Аммония хлорид</p> <p>Никеля хлорид</p>	<p>-</p> <p>0,10</p> <p>$1,00 \cdot 10^{-3}$</p>	<p>0,20</p> <p>-</p> <p>-</p>
	<p>Состав I: Серебро азотнокислое или Калия дициано-(1)-аргентат (в пересчете на металл) Калий цианистый (свободный)</p> <p>Калий углекислый</p>	<p>25-40</p> <p>50-70</p> <p>20-30</p>	15-25	<p>Калий-натрий виннокислый</p> <p>Водород цианистый</p>	<p>1,5</p> <p>1,50</p>	<p>-</p> <p>0,50</p>

	Калий антимония-винноокислый (в пересчете на сурьму)	4,0-5,5 50-60					
	Калий-натрий винноокислый	5-10					
	Калия гидроксид						
Нанесение покрытия сплавом серебро-сурьма на детали из стали, меди и ее сплавов	Состав II. Калия дициано-(1)-аргентат (в пересчете на металл)	35-50			Калия роданид	5,50	-
	Калий роданист.	200-250			Водород цианистый	1,50	0,50
	Калий углекисл.	20-30	15-25			1,50	-
	Сурьмы (III) оксид	20-30			Калий-натрий винно кислый		
	Калий-натрий винноокислый	50-60					
	Состав III: Серебро азотнокислое или Калия дициано-(1)-аргентат (в пересчете на Me)	18-22			Калия цианид	1,5	-
	Калий цианистый (свободный)	60-70	15-25		Водород цианистый	1,00	0,30
	Селен технический Диспергатор НФ(в пересчете на сухой остаток)	0,001-0,005 0,08-0,125 0,5-1,0					
	Сурьма треххлористая (в пересчете на сурьму)						
Наполнение анодной пленки	Калий двуххромовоокислый или Натрий двуххромовоокислый	80-100	80-90		Калия бихромат(в пересчете на хрома(IV) оксид)	$1,25 \cdot 10^{-3}$	-
Наполнение окис-ной пленки в хром-пике	Калий двуххромовоокислый	40-50	90-100		Калия бихромат (в пересчете на хрома(IV) оксид)	$0,80 \cdot 10^{-3}$	
Нейтрализация после анодирования алюминия	Натрий углекислый 10-водный	5-10	15-25		Натрия карбонат	0,10	-

Никелирование деталей из алюминия и его сплавов	Состав I:					
	Никель серноокисл.	180-230	40-50	Никеля сульфат	0,03	-
	Натрий серноокисл. Кислота борная	40-60 23-28				
	Натрий хлористый	1-3				
Калий надсерноокислый	1-3					
	Натрий фтористый	1-3				
	Состав II:					
	Никель (II) сульфаминовокисл.	400-450		Никель сульфаминовокислый	0,35	-
	Никель хлористый	2-5				
	Кислота борная	25-35				
	Вещество жидкое мощнее "Прогресс"	0,5-0,8				
	Состав III:					
	Никель серноокислый	140-200	15-25	Никеля сульфат	0,15	-
	Магний серноокислый					
	Натрий серноокислый	30-50				
	Кислота борная	50-70				
	Натрий хлористый	25-30		Магния сульфат	0,15	-
		5-10				
				Кислота борная	0,50	-
	Состав IV:					
	Никель серноокислый	20-25	85-90	Никеля сульфат	$1,00 \cdot 10^{-3}$	-
	Натрий фосфорноватистокислый	15-18				
	Натрий уксуснокислый	10-12				
	Натрий фтористый	10-12				
	Тиомочевина	0,8-1,0				
	Кислота уксусная, мл/л	0,002-0,003 6,2-6,5				
Никелирование деталей из коррозионностойких сплавов	Никель двуххлористый	200-250	15-25	Никеля хлорид	0,05	-
	Кислота соляная	50-100				
				Водород хлористый	3,00	8,13

(предварительное)							
Никелирование деталей из стали, меди и ее сплавов (химическое)	Состав I:						
	Никель сернокислый	20-25	90-95	Никеля сульфат	$1,00 \cdot 10^{-3}$	-	
	Натрий фосфорноватистокислый	15-18		Натрий фосфорноватистокислый (в пересчете на натрия фосфат)	0,40	-	
Натрий уксуснокислый	10-12						
Тиомочевина	0,002-0,00						
Состав II:	Никель сернокислый	30	90-95	Никеля сульфат	$1,00 \cdot 10^{-3}$	-	
	Натрий фосфорноватистокислый	20		Натрий фосфорноватистокислый (в пересчете на натрия фосфат)	0,40	-	
	Натрий уксуснокислый	15					
	Кислота борная	8					
	Аммоний хлористый	8					
Тиомочевина	6						
		0,003					
Состав III:	Никель сернокислый	20-25	80-90	Никеля сульфат			
	Натрий фосфорноватистокислый	15-20		Натрий фосфорноватистокислый (в пересчете на натрия фосфат)	$1,00 \cdot 10^{-3}$	-	
	Кислота молочная (40%-ная)	35-40			0,40	-	
	Тиомочевина	0,001			0,30	-	
	Тиомочевина	11-12					
	Аммиак водный, мл/л	10-15			Кислота молочная		
	Кислота борная						

	<p>Состав IV:</p> <p>Никель сернокислый 23-35</p> <p>Кислота аминокусная 25-40</p> <p>Натрий уксуснокислый 25-40</p> <p>Натрий фосфорноватисто-кислый 3-7</p> <p>Медь (II) сернокислая 20-30</p> <p>а - Цистеин 0,1-0,3</p> <p>0,001-0,002</p>		80-90	Никеля сульфат	$1,00 \cdot 10^{-3}$	-
Никелированные детали из стали, сплавов типа 47НД, 29НК, меди и ее сплавов	<p>Состав I:</p> <p>Никель сернокислый 140-200</p> <p>Магний сернокисл. 30-50</p> <p>Натрий сернокисл. 50-70</p> <p>Кислота борная 25-30</p> <p>Натрий хлористый 5-10</p>		15-25	Никеля сульфат Магния сульфат Натрия сульфат Кислота борная	0,15 0,15 0,20 0,50	- - - -
	<p>Состав II:</p> <p>Никель сернокисл. 250-300</p> <p>Кислота борная 30-40</p> <p>Натрий хлористый 10-20</p> <p>Водный раствор 1,4-бутиндиола (в пересчете на 100%), мл/л 0,08-0,12</p> <p>Формалин технический, мл/л 0,05-0,1</p>		35-45	Никеля сульфат Кислота борная	0,15 0,50	- -

	<p>Состав III:</p> <p>Никель серноокислый Натрий хлористый</p> <p>Натрий фтористый</p> <p>Кислота борная</p> <p>Нафталин - 1,5 - дисульфокислоты динатриевая соль</p> <p>Формалин технический, мл/л</p> <p>Сульфанол</p>	<p>250-300</p> <p>10-15</p> <p>5-6</p> <p>25-30</p> <p>2-4</p> <p>1-2</p> <p>0,01-0,015</p>	<p>35-45</p>	<p>Никеля сульфат</p> <p>Кислота борная</p>	<p>0,15</p> <p>0,50</p>	<p>-</p> <p>-</p>
	<p>Состав IV:</p> <p>Никель серноокисл.</p> <p>Натрий хлористый</p> <p>Натрий фтористый</p> <p>Кислота борная</p> <p>Водный раствор 1,4- бутиндиола (в пересчете на 100%), мл/л</p> <p>Формалин технический, мл/л</p>	<p>250-300</p> <p>10-15</p> <p>1-2</p> <p>30-40</p> <p>0,5-1,5</p> <p>0,03-0,05</p>	<p>50-55</p>	<p>Никеля сульфат</p> <p>Кислота борная</p>	<p>0,15</p> <p>0,50</p>	<p>-</p> <p>-</p>
<p>Никелирование деталей из стали, сплавов типа 47НД, 29НК, меди и ее сплавов</p>	<p>Состав V:</p> <p>Никель сульфаминовокислый</p> <p>Никель двухлористый</p> <p>Кислота борная</p> <p>Натриевая соль додецилсульфо-кислоты</p> <p>Сахарин</p>	<p>300-400</p> <p>12-15</p> <p>30-35</p> <p>0,1-1,0</p> <p>0,5-1,5</p>	<p>45-55</p>	<p>Никель сульфаминово- кислый</p> <p>Кислота борная</p>	<p>0,25</p> <p>0,50</p>	<p>-</p> <p>-</p>

	<p>Состав VI:</p> <p>Никель серноокисл, 125</p> <p>Железо (II) серноокислое 25</p> <p>Кислота сульфосалициловая 15-25</p> <p>Аммоний хлористый 40-50</p> <p>Водный раствор 1,4-бутиндиола (в пересчете на 100%), мл/л 10</p> <p>1,5-2,0</p> <p>Натриевая соль додецилсульфо-кислоты 0,05-0,1</p>						
Никелирование деталей из титана и его сплавов	<p>Состав I:</p> <p>Никель серноокислый 140-200</p> <p>Магний серноокислый 30-50</p> <p>Натрий серноокислый 50-70</p> <p>Кислота борная 25-30</p> <p>Натрий хлористый 5-10</p>		15-25	<p>Никеля сульфат 0,15</p> <p>Магния сульфат 0,15</p> <p>Натрия сульфат 0,20</p> <p>Кислота борная 0,50</p>			
	<p>Состав II:</p> <p>Никель серноокислый 20</p> <p>Натрий фосфорноватистоокислый 15</p> <p>Натрий уксуснокислый 10</p> <p>Тиомочевина 0,003</p> <p>Кислота уксусная, мл/л 5,2-6,2</p> <p>Натрий фтористый 1,5-2,0</p>		85-90	<p>Никеля сульфат $1,00 \cdot 10^{-3}$</p>			
Обработка в растворе спиртоканифольного флюса	<p>Канифоль</p> <p>Спирт этиловый 200-400</p> <p>технический 600-800</p>		15-25	Спирт этиловый	10,00	25,00	
Обработка препаратом ТМФ	<p>Тиомочевина 18-18,5</p> <p>Аммоний хлористый 19-19,5</p> <p>Формалин 0,20-0,25</p>		15-25	<p>Аммиак -</p> <p>Тиомочевина 0,08</p>		0,22	

Окрашивание алюминия после анодирования неорганическими красителями	Медь (II) сернокислая 5-водная	17-25	15-25	Меди сульфат	0,10	-
	Кислота серная	3,8-5,5				
Окрашивание алюминия после анодирования органическими красителями	Краситель глубоководный светопроочный для алюминия	8-10	50-60	Анилин	-	0,20
Оксидирование	Натрий сернистый	25-30	15-25	Натрия сульфид Натрия сульфит	0,20	-
	Натрий сернистокислый	15-20			0,12	-
Оксидирование деталей из стали	Состав I:		135-145	Натрия гидроксид Натрия нитрат Натрия нитрит	55,00	-
	Натрия гидроксид	600-700			0,30	-
	Натрий азотистокислый	200-250			1,40	-
	Натрий азотнокислый	50-70				
	Состав II:		130-140	Натрия гидроксид Натрия фосфат	55,00	-
	Натрия гидроксид	600-700			4,00	-
	Тринатрийфосфат	20-60				
	Натрий азотнокислый	120-160				
Оксидирование деталей из стали	Состав III:		15-30	Натрия сульфит Аммония хлорид	0,25 0,25	- -
	Натрий серноватистокислый	75-85				
	Аммоний хлористый	75-85				
	Кислота азотная, мл/л	1-3				
	Кислота ортофосфорная, мл/л	4-6				

Оксидированные детали из меди и ее сплавов	Состав I: Калий надсернокислый Натрия гидроксид	15-30 50-100	55-65	Натрия гидроксид	7,50	-
	Состав II: Натрия гидроксид	125-200	80-90	Натрия гидроксид	10,00	
Оксидированные детали из магния и его сплавов	Состав I: Калий двуххромовокислый Кислота азотная Аммоний хлористый	40-55 65-85 0,75-1,25	60-70	Калия бихромат (в пересчете на хрома(IV) оксид) Кислота азотная Азота (IV) оксид	0,75·10 ⁻³ 0,45 -	- - 1,20
	Состав II: Калий двуххромовокислый Квасцы алюминиевокалиевые Кислота уксусная, мл/л	30-50 8-12 5-12	15-30	Калия бихромат (в пересчете на хрома (VI) оксид)	0,75·10 ⁻³	-
	Состав III: Калий двуххромовокислый Магний сернокислый Аммоний сернокислый	70-100 40-50 40-50	15-30	Калия бихромат (в пересчете на хрома(IV) оксид) Магния сульфат Аммония сульфат	1,20·10 ⁻³ 0,50 0,50	- - -
	Состав IV: Аммоний фтористый Натрий двуххромовокислый Кислота ортофосфорная	300-400 60-80 100-120	70-80	Аммония фторид Натрия бихромат (в пересчете на хрома (VI) оксид) Кислота фосфорная	10,00 0,80·10 ⁻³ 1,70	- - -
	Состав V: Аммоний фтористый	300-400	15-35	Аммиак Водород фтористый	- -	1,76 11,67

	Состав VI: Калий фтористый водный 2-	50-60	15-35	Калия фторид	1,00	-
Оловянирование деталей из стали, меди и ее сплавов	Состав I: Натрий оловянноокислый, мета-	20-90	70-80	Натрия станнит Магния сульфат	0,23	-
	Натрия гидроксид	7-15			0,15	-
	Натрий уксуснокислый 3-водн.	10-20				
	Водорода перекись, мл/л	1-2				
Оловянирование деталей из стали, меди и ее сплавов	Состав II: Олово двухлористое 2-водное	30-50	15-25	Олова хлорид Водород фтористый	0,18	-
	Натрий фтористый	30- 70			-	1,68
	Кислота соляная	0,5-4				
	Препарат ОС-20					
Оловянирование деталей из стали, меди и ее сплавов	Состав Ш: Олово (II) сернокислое	40-60	15-25	Олова сульфат Кислота серная	0,23	-
	Кислота серная	95-110			0,30	-
	Синтанол ДС-10 или ДТ-7	1,5-3				

Оловянированные детали из стали, меди и ее сплавов	Состав IV: Олово двухлористое 2-водное Калий пирофосфорнокислый Гидразин солянокислый Смачиватель 133 или СВ-104 "П" или Вещество жидкое моющее "Прогресс" Клей мездровый или желатина	130-160 500-570 14-40 1-2	15-25	Олова хлорид Калия дифосфат	0,25 7,00	- -
	Состав V: Олово сернокислое Кислота серная Синтанол ДС-10 Формалин Ацетилацетон	40-60 100-160 3-5 5-6 3-4	15-25	Олова сульфат Кислота серная	0,23 0,40	- -
Оплавление покрытия олово-свинец	Состав I: Масло касторовое		240-260	Масло касторовое	-	$8,3 \cdot 10^{-3}$
	Состав II: Глицерин Диэтиламин солянокислый	950 50	240-260	Глицерин	-	1,66
Палладированные детали из меди и ее сплавов, серебра, никеля и сплавов типа 47НД, 29НК	Состав I: Палладия (II) хлорид или Палладия трансдихлордиамин (в пересчете на Me) Аммоний хлористый Аммиак водный Ангидрид малеиновый	15-25 15-20 2-5 0,05-0,15	15-25	Аммиак Аммония хлорид	- 0,10	0,22 -

	<p>Состав II:</p> <p>Палладия (II) хлорид (в пересчете на Me)</p> <p>Натрий фосфорнокислый двухзамещенный</p> <p>Аммоний фосфорнокислый двухзамещенный</p> <p>Кислота бензойная</p>	<p>15-20</p> <p>50-60</p> <p>1,5-3</p>	<p>65-75</p>	<p>Натрия гидрофосфат</p> <p>Аммония гидрофосфат</p>	<p>1,50</p> <p>0,80</p>	<p>-</p> <p>-</p>
<p>Палладиrowан ие деталей из меди и ее сплавов, серебра, никеля и сплавов типа 47НД, 29НК</p>	<p>Состав III:</p> <p>Палладия (II) хлорид (в пересчете на Me)</p> <p>Аммоний хлористый</p> <p>Натрий азотисгокислый</p> <p>Кислота сульфаминовая</p>	<p>10-15</p> <p>40-50</p> <p>50-80</p> <p>80-100</p>	<p>28-32</p>	<p>Кислота сульфаминовая</p> <p>Натрия нитрит</p> <p>Аммония хлорид</p>	<p>1,00</p> <p>0,40</p> <p>0,20</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>
<p>Палладиrowан ие деталей из меди .и ее сплавов (химическое)</p>	<p>Палладия (II) хлорид (в пересчете на Me)</p> <p>Трилон Б</p> <p>Этилендиамин (70-процентный), см³/л</p> <p>Натрия гипофосфит</p>	<p>8-10</p> <p>23-25</p> <p>37-40</p> <p>27-30</p>	<p>79-83</p>	<p>Натрия гипофосфит (в пересчете на натрия фосфат)</p> <p>Аммиак</p>	<p>0,50</p> <p>-</p>	<p>-</p> <p>0,20</p>
<p>Пассивирован ие деталей из коррозионно-стойких ; сталей, меди и ее сплавов, алюминия и</p>	<p>Состав I:</p> <p>Ангидрид хромовый</p> <p>Кислота серная</p>	<p>145-155</p> <p>1,2-1,6</p>	<p>80-90</p>	<p>Хрома (VI) оксид</p>	<p>1,50</p>	<p>-</p>

его сплавов	Состав II: Кислота азотная	280-500	45-55	Кислота азотная Азота (IV) оксид	2,40 -	- 15,36
	Состав III: Ангидрид хромовый Кислота серная	80-100 5-10	15-25	Хрома (VI) оксид	1,00	-
	Состав IV: Натрий двуххромовокислый Кислота серная	90-100 20-25	15-25	Натрия бихромат (в пересчете на хрома(IV) оксид)	$1,40 \cdot 10^{-3}$	-
	Состав V: Ангидрид хромовый Калий железосинеродистый Кислота борная Калий кремнефтористый	5-8 3-4 3-4 3-4	20-30	Хрома (VI) оксид	0,05	-
	Пассивирование деталей из коррозионно-стойких сталей, меди и ее сплавов, алюминия и его сплавов	Состав VI: Ангидрид хромовый Композиция Ликонда 71 Ацетонитрил, мл/л	2-7 2-4 1-10	16-20	Хрома (VI) оксид	0,05
Пассивирование после серебрения	Калия гидроксид Натрий углекислый	40-80 80-150	15-25	Калия гидроксид Натрия карбонат	5,00 8,00	- -

Родирование деталей из серебра, никеля, меди и ее сплавов	Состав I: Родий треххлористый (в пересчете на металл) Кислота серная	4-8 40-60	15-30	Кислота серная	0,20	-
	Состав II: Родий треххлористый (в пересчете на металл) Аммоний углекислый	5-7 50-100	70-80	Аммиак	-	0,22
Серебрение деталей из стали и ее сплавов, меди	Состав I: Серебро азотнокислое Калия дициано (I)-аргентат (в пересчете на металл) Калий углекислый Калий цианистый	25-30 20-30 10-70	15-25	Калия цианид	1,50	-
	Состав II: Калия дициано (I)-аргентат (в пересчете на металл) Калий углекислый Калий роданистый	35-50 20-30 200-250	15-25	Калия роданид Водород цианистый	5,50 1,50	- 0,50
	Состав III: Серебро йодистое (в пересчете на металл) Калий йодистый Трилон Б Желатин полиграфический	8-12 400-450 10-20 0,02-0,03	15-25	Калия йодид Водород йодистый	10,00 0,50	- 1,50

	<p>Состав IV:</p> <p>Серебро азотнокислое или калия дициано(1)-аргентат (в пересчете на металл) Калий цианистый</p> <p>Селен технический</p> <p>Этамон ДС</p> <p>Диспергатор НФ, марка Б (в пересчете на сухое вещество)</p>	<p>35-40</p> <p>130-160</p> <p>0,03-0,05</p> <p>0,4</p> <p>0,08-0,125</p>	15-25	<p>Калия цианид</p> <p>Водород цианистый</p>	<p>2,50</p> <p>1,50</p>	<p>-</p> <p>0,50</p>
Серебрение деталей из стали и ее сплавов, меди	<p>Состав V:</p> <p>Серебро азотнокислое (в пересчете на металл)</p> <p>Калий углекислый</p> <p>Калий цианистый</p> <p>Эльдин</p>	<p>25-35</p> <p>20-30</p> <p>50-100</p> <p>1-4</p>	15-22	<p>Калия цианид</p> <p>Водород цианистый</p>	<p>1,50</p> <p>0,30</p>	<p>-</p> <p>0,10</p>
Серебрение химическое деталей из меди и ее сплавов	<p>Состав I:</p> <p>Калия дициано (I)-аргентат Калий цианистый Гидразина борат</p>	<p>4-8</p> <p>6-12</p> <p>1-2</p>	40-50	<p>Калия цианид</p> <p>Водород цианистый</p>	<p>1,00</p> <p>1,00</p>	<p>-</p> <p>0,30</p>
	<p>Состав II:</p> <p>Серебро азотнокислое (в пересчете на Me)</p> <p>Калий железосинеродистый</p> <p>Калий углекислый</p>	<p>10-15</p> <p>25-30</p> <p>10-20</p>	45-55	Калия карбонат	2,00	-
Фосфатирование	<p>Барий азотнокислый</p> <p>Цинк азотнокислый</p>	<p>30-40</p> <p>10-20</p>	80-90	Бария нитрат	0,25	-

	Цинк фосфорнокислый одноза-мещенный	8-12				
Фосфатирование стальных деталей и деталей с нанесенными цинковыми и кадмиевыми покрытиями	Состав I: Препарат "Мажеф"	20-22	15-25	Соль "Мажеф" (в пересчете на фосфорную кислоту)	0,05	-
	Цинк азотнокислый б-водный	6-80-100			0,52	-
	Натрий фтористый	3-4		Цинка нитрат		
	Состав II: Концентрат фосфатирующий КФЭ-1	35-45	90-95	Концентрат КФЭ-1 (в пересчете на фосфорную кислоту)	0,06	-
	Состав III: Цинк азотнокислый б-водный	42-56	85-95	Цинка нитрат Цинка дигидрофосфат	1,50	-
	Цинк фосфорнокислый одноза-мещенный	28-36			0,30	-
	Кислота ортофосфорная	9,5-13,5				
Фосфатирование стальных деталей и деталей с нанесенными цинковыми и кадмиевыми покрытиями	Состав IV: Цинк азотнокислый б-водный	80-100	15-30	Цинка нитрат Цинка дигидрофосфат	1,52	-
	Цинк фосфорнокислый одноза-мещенный	60-70			0,40	-
	Натрий азотнокислый	0,2-1,0				

	<p>Состав V:</p> <p>Барий азотнокислый 30-40</p> <p>Цинк азотнокислый б-водный 10-20</p> <p>Цинк фосфорнокислый одноза-мещенный 8-12</p>		80-90	<p>Бария нитрат 1,50</p> <p>Цинка нитрат 0,30</p>		- - -
Хроматирование	<p>Состав I:</p> <p>Натрий двуххромовокислый 100-150</p> <p>Кислота серная 8-10</p>		15-30	Хрома (VI) оксид	$1,75 \cdot 10^{-3}$	-
	<p>Состав II:</p> <p>Натрий двуххромовокислый 25-35</p> <p>Натрий сернокислый 10-15</p> <p>Кислота азотная 4-7</p>		15-30	Натрия бихромат (в пересчете на хрома (VI) оксид)	$0,30 \cdot 10^{-3}$	-
	<p>Состав III:</p> <p>Соль Ликонда 2А-Т 60-70</p> <p>Соль Ликонда 1Б 0,1-0,3</p> <p>Кислота серная 1,3-2,2</p>		18-30	<p>Хрома (VI) оксид 0,25</p> <p>Кислота борная 0,50</p>	- -	
	<p>Состав IV:</p> <p>Композиция Ликонда 21 40-50</p> <p>Композиция Ликонда 25 70-78</p> <p>Кислота серная 1,5-1,8</p>		18-30	<p>Хрома (VI) оксид 0,20</p> <p>Кислота борная 0,50</p>	- -	

	Калий хромовокислый	30-50	15-25	Калия гидроксид Калия хромат (в пересчете на хрома (VI) оксид)	4,00 5,00	- -
	Калия гидроксид	30-50				
Хромирование	Состав I: Ангидрид хромовый Кислота серная Препарат "Хромин"	200-300 2-3 1-3	45-55 или 68-72 или 45-50-60	Хрома (VI) оксид	5,00	-
	Состав II: Ангидрид хромовый	250-290	45-52	Хрома (VI) оксид	5,00	-
	Кислота серная Добавка ДХТИ-1	1,55-1,81 5,5-7,0	45-52	Хрома (VI) оксид	5,00	-
	Состав III: Ангидрид хромовый Стронций серноокислый Калий кремнефтористый Препарат "Хромин"	225-300 5,5-6,5 18-20 1-3	55-65	Хрома (VI) оксид	5,00	-

	<p>Состав IV:</p> <p>Ангидрид хромовый 180-200</p> <p>Кислота серная 0,8-1,2</p> <p>Натрий кремнефтористый 4,5-5,5</p> <p>Натрий двухромовокислый 10-25</p> <p>Кадмий металлический 13-17</p>		58-62	Хрома (VI) оксид	3,50	-
	<p>Состав V:</p> <p>Ангидрид хромовый 250-300</p> <p>Кислота фтористоводородная 0,2-0,8</p>		15-35	Хрома (VI) оксид	5,00	-
Цинкование деталей из стали, меди и ее сплавов	<p>Состав I:</p> <p>Цинка оксид 10-20</p> <p>Натрия гидроксид 130-150</p> <p>Полиэтиленполиаминотехнические 1-3</p> <p>Тиомочевина 0,8-1,0</p>		18-25	Натрия гидроксид	7,50	-
Цинкование деталей из стали, меди и ее сплавов	<p>Состав II:</p> <p>Цинка оксид 35-40</p> <p>Аммоний хлористый 200-220</p> <p>Уротропин 20-25</p> <p>Аммоний уксуснокислый 80-100</p> <p>Диспергатор НФ 6-8</p> <p>Препарат ОС-20 4-5</p>		18-35	Аммиак	-	1,76
				Водород хлористый	0,80	12,78
				Кислота уксусная	-	2,44
Цинкование деталей из стали, меди и ее сплавов	<p>Состав III: Цинк хлористый 80-100</p>		до 30	Водород хлористый	0,80	17,81
	Аммоний хлористый 180-220					

Блескообразователь Ликонда Zn SR- A, мл	30-70		Аммиак	-	1,29
Блескообразователь Ликонда Zn SR - B, мл	3-5				
Состав IV:					
Цинк хлористый	60-120				
Калий хлористый или Аммоний хлористый	150-200	15-30	Водород хлористый	0,80	17,81
Кислота борная	120-200		Аммиак	-	1,29
Блескообразователь Лимеда ОЦ-1	15-30		Кислота борная	0,50	-
Блескообразователь Лимеда ОЦ-2	20-30				
	2-3				
Состав V:					
Цинка оксид	12-15				
Натрий цианистый	22-40	15-30	Водород цианистый	0,75	0,25
Натрия гидроксид	40-70		Натрия гидроксид	5,00	-
Натрий сернистый	0,5-5,0				
Глицерин	0,5-1,0				
Состав VI:					
Цинка оксид	18-20				
Калий цианистый	60-80	15-30	Водород цианистый	1,50	0,50
Калия гидроксид	75-100		Калия гидроксид	7,50	-
Калий титановокислый, мета-4-водный (в пересчете на титан)	0,4-1,0				
Глицерин	0,5-5,0				
Калий сернистый водный	7-0,7-7,0				

Таблица 16.3

Величины удельных выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу от основных видов

технологических процессов на участках изготовления штампов

с применением гальванопластики и пластмасс

Наименование технологической операции	Материалы		Температура, °С	Наименование выделяющегося загрязняющего вещества (ЗВ)	Величина удельного выделения $Y^{зв}$, мг/(с·м ²)	
	Наименование	Кол-во, г/л			Аэрозоль	Газы (пары)
1	2	3	4	5	6	7
Изготовление вставок матрицы и съёмника штампа						
Активация	Кислота соляная	550-600	20-25	Водород хлористый	8,00	42,95
Изолирование пуансона герметиком (нанесение и вулканизация)	Компаунд КЛТ-30	-	20-25	Бензин	-	226,60 г/кг
				Уксусная кислота	-	0,58 г/кг
Нанесение сплава никель-кобальт	Никель сульфаминовоокислый	330-340	40-55	Никель сульфаминовоокислый	0,25	-
	Кобальт сульфаминовоокислый	15-20		Кобальт сульфаминовоокислый		
		2-4		Кислота борная		
	Никель двухлористый	30-40				
	Кислота борная	0,7-1,0				
	Натрий лаурил-					

	сульфат					
Никелирование химическое	Никель сернокислый Натрий фосфорноватистокислый Натрий уксуснокислый Тиомочевина	20-25 15-18 10-12 0,002-0,003	90-95	Никеля сульфат	$1,00 \cdot 10^{-3}$	-
Никелирование электрохимическое	Никель сульфаминовокислый		40-55	Никель сульфаминовокислый	0,25	-
	Никель двухлористый Кислота борная Натрий лаурилсульфат	340-360 3-5 30-50 0,1-1,0		Кислота борная	0,50	-
Обезжиривание	Средство моющее МЛ-51 или	30-50	65-85	Средство моющее МЛ-51 (в пересчете на натрия карбонат)	1,60	-
	Средство моющее МЛ-52	30-50		Средство моющее МЛ-52 (в пересчете на натрия карбонат)	1,60	-
Пассивирование	Калий двухромовокислый	120-130	20-25	Калия бихромат (в пересчете на хрома (VI) оксид)	$1,75 \cdot 10^{-3}$	-
Сборка пакета штампа						

Изготовление гальванопласт-массовой вставки	Смола эпоксидная ЭД-20, вес. ч. Полиэтиленполиамин марки А, Порошок железный ПЖМ, вес. ч.	100 15 вес. ч. 250-350	20-25	Эпихлоргидрин Толуол Полиэтиленполиамин	- - -	0,96 г/кг 1,20 г/кг 3,60 г/кг
Склеивание (на несение и отверждение)	Смола эпоксидная ЭД-20, вес. ч. Дибутилфталат, весовых частей Полиэтиленполиамин марки А, Цемент глиноземистый, марка 400, вес. ч.	100 11 16 вес. ч. 400-100	18-25	Эпихлоргидрин Толуол Дибутилфталат Полиэтиленполиамин	- - - -	0,94 г/кг 1,18 г/кг 25,80 г/кг 3,76 г/кг

Таблица 16 4

Величины удельных выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу от основных видов технологических процессов на участках металлзации пластмасс

Наименование технологической операции	Материалы		Температура, °С	Наименование выделяющегося загрязняющего вещества (ЗВ)	Величина удельного выделения $Y^{ЗВ}$, мг/(см ³ ·с)	
	Наименование	Кол-во, г/л			Аэрозоль	Газы (пары)
1	2	3	4	5	6	7
Подготовка поверхности полимерных материалов перед металлзацией						

Активация	Состав I: Палладий хлористый Кислота соляная, плотность 1,19 г/см ³ , мл/л	0,25-0,50 10-20	18-25	Водород хлористый	0,30	0,84
	Состав II: Палладий хлористый Кислота соляная, плотность 1,19 г/см ³ Спирт этиловый, мл/л	1-2 18 мл/л 150-200	18-25	Водород хлористый Спирт этиловый	0,50 1,50	1,51 4,00
	Состав Ш: Палладий хлористый Олово двухлори-стое Кислота серная, плотность 1,84 г/см ³ Кислота соляная, плотность 1,19 г/см ³	0,5 40 50 мл/л 40 мл/л	18-25	Водород хлористый	1,50	4,18
Активация	Состав IV: Палладий хлористый Олово двухлори-стое Кислота соляная, плотность 1,19 г/см ³ , мл/л Калий	0,2-1,2 40-70 140-180 150-200 116-120	18-25	Водород хлористый Калия хлорид Натрия хлорид	2,50 3,00 2,50	10,19 - -

	хлористый Натрий хлористый					
Обезжиривани е	Отработанный раствор травления		18-25	Хрома (VI) оксид Кислота серная	0,38 0,19	- -
Обработка растворе ускорителя (206)	Кислота соляная, плотность 1,19 г/см ³ , мл/л	80-120	18-25	Водород хлористый	3,00	10,22
Сенсибилизаци я	Состав I: Олово двухлори-стое Кислота соляная, плотность 1,19 г/см ³	20-25 45-60	18-25	Водород хлористый	2,50	5,88
	Состав II: Олово двухлори-стое Кислота соляная, плотность 1,19 г/см ³	50-60 60-80	18-25	Водород хлористый	3,00	8,68
	Состав III: Олово двухлористое Кислота соляная, плотность 1,19 г/см ³	10-30 10-40	18-25	Водород хлористый	1,50	4,18

Травление химическое	Состав I: Хромовый ангидрид Кислота серная плотность 1,84 г/см ³	350-370 390-408	18-25	Хрома (VI) оксид Кислота серная	10,00 2,30	- -
	Состав II: Хромовый ангидрид Кислота серная плотность 1,84 г/см ³ Кислота ортофосфорная, плотность 1,60 г/см ³	8-10 990 250	50-60	Кислота серная Кислота фосфорная	7,00 4,20	- -
	Состав III: Хромовый ангидрид Кислота серная плотность 1,84 г/см ³	10-12 1650	75-80	Кислота серная Кислота фосфорная	7,00 6,50	- -
	Состав IV: Хромовый ангидрид Кислота серная плотность 1,84 г/см ³	75-80 1460	85-95	Хрома (VI) оксид Кислота серная	0,60 7,00	- -
	Состав V: Хромовый ангидрид Кислота серная плотность 1,84 г/см ³ Кислота ортофосфорная, плотность 1,60 г/см ³	10-15 770 460	90-115	Кислота серная	7,00	-

Металлизация пластмасс химико-электролитическим методом						
Декапирование	Кислота серная, плотн. 1,84 г/см ³	60-80	18-25	Кислота серная	0,15	-
Меднение химическое	Состав I: Медь сернокислая Калий-натрий виннокислый Натрий углекислый Натрия гидроксид Формалин (40%) Стабилизатор	6-10 30-50 2-4 8-10 8-10 0,8 мл/л	18-25	Калий-натрий виннокислый	0,50	-
	Состав II: Медь сернокислая Калий-натрий виннокислый Никель сернокислый Натрия гидроксид Натрий углекислый Вещество жидкое моющее "Прогресс" Формалин (40%) Стабилизатор, мл/л	25-35 150-170 3-4 40-50 25-35 0,5-1,0 10-15 мл/л 0,002-0,003	18-25	Калий-натрий виннокислый	1,25	-

	<p>Состав III:</p> <p>Калий-натрий виннокислый 50</p> <p>Медь сернокислая 10</p> <p>Натрия гидроксид 10</p> <p>Формалин 40 % 12,9 мл/л</p>		18-25	Калий-натрий виннокислый	0,50	-
Меднение электро-химическое (блестящее)	<p>Медь сернокислая 210-225</p> <p>Кислота серная, плотн. 1,84 г/см³ 50-60</p> <p>Натрий хлористый 0,04-0,06</p> <p>Марганец (II) сернокислый 5-водный 4-6 мл/л</p>		18-25	<p>Меди сульфат 1,00</p> <p>Кислота серная 0,15</p>		-
iМеднение электро-химическое (матовое)	<p>Состав I:</p> <p>Медь сернокислая 210-225</p> <p>Кислота серная плотн. 1,84 г/см³ 50-60</p>		18-25	Меди сульфат	1,00	-
	<p>Состав II:</p> <p>Медь сернокислая</p> <p>Натрий пирофосфорнокислый 30-35</p> <p>120-145</p> <p>Натрий фосфорнокислый двузамещенный 60-100</p>		45-55	<p>Меди сульфат</p> <p>Натрия пирофосфат (в на пересчете фосфорную кислоту) 0,10</p> <p>2,20</p> <p>Натрия гидрофосфат 1,50</p>		- - -

Никелирование химическое	Состав I:					
	Никель сернокислый	20-22	86-88	Никеля сульфат	1,00·10 ⁻³	-
Натрий уксуснокислый	8-10					
Натрий фосфорноватистокислый	20-22					
	Метилтетрагидрофталевого ангидрида	1,5-2,5				
Никелирование химическое	Состав II:					
	Никель сернокислый	20-30	70-90	Никеля растворимые соли	2,00 10 ⁻³	-
	Никель двухлористый 6-водный	20-30				
	Натрий лимоннокислый	40-50				
	Аммоний хлористый	30-40				
	Натрий фосфорноватистокислый	15-20				
	Аммиак водный	до pH 8-9				
Никелирование электрохимическое	Состав I:					
	Никель сернокислый	200-300	50-60	Никеля растворимые соли	0,20	-
	Никель двухлористый	40-60				
	Кислота борная	30-35				
	Сахарин	0,7-1,2				
	1,4-Бутиндиол (35%), мл/л	0,7-0,75				
Фталиимид	0,08-0,10					
			Кислота борная	0,50	-	
Никелирование электрохимическое	Состав II:		48-56	Никеля сульфат	0,15	-
	Никель	250-300		Кислота борная	0,5	-

еское	сернокислый Натрий хлористый Кислота борная Натрий фтористый Хлорамины Б 1,4-Бутиндиол (35%), мл/л Формалин, мл/л	10-15 30-40 1-2 1-2 0,35-1,5 0,03-0,05				
Хромирование (блестящее)	Ангидрид хромовый Кислота серная плотн. 1,84 г/см ³ Препарат "Хромин"	250-300 2,5-3,5 1,5-3,0	48-54	Хрома (VI) оксид	10,00	-

РАБОТА №17. Расчет выбросов загрязняющих веществ при эксплуатации животноводческих комплексов

Настоящая Работа разработана в соответствии с Законом Российской Федерации «Об охране окружающей среды» с целью создания единой методологической основы по определению расчетным методом выделений загрязняющих атмосферу веществ от объектов с.-х. животноводства. Она позволяет производить расчет мощности выделения (г/с и т/год) животноводческого комплекса или зверофермы на основе величин удельных выделений.

Работа распространяется на источники выделений загрязняющих атмосферу веществ от основного производства крупных животноводческих комплексов и звероферм (помещения для содержания КРС, МРС, свиней (организованный выброс), клетки для содержания пушных зверей, пруды-отстойники, очистные сооружения, навозохранилища свиноводческих комплексов (неорганизованный выброс) и рекомендуется к применению заинтересованными предприятиями и территориальными комитетами по охране природы.

Данными из настоящей методики следует руководствоваться при учете и нормировании выделений загрязняющих веществ в атмосферу от объектов с.-х. животноводства, технологические процессы которых связаны с выращиванием, откормом и содержанием животных, очисткой и хранением навоза от свиней, а также в экспертных оценках для определения экологических характеристик объектов животноводств в вышеперечисленных технологических процессах.

Разработчики документа:

Миляев В.Б. (научный руководитель), Трещалов О.Л. (ответственный исполнитель), Турбин А.С., Соснин А.С.

17.1. Ссылки на нормативные документы.

В настоящей методике использованы ссылки на следующие стандарты:

- 1.1. ГОСТ Р 1.5-92. Государственная система стандартизации Российской Федерации. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов. Переиздание 1994 г. с Изменением 1.
- 1.2. ГОСТ 17.2.1.04-77. Охрана природы. Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения. М., Издательство стандартов, 1978.
- 1.3. ГОСТ 17.2.4.02-81. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. М., Издательство стандартов, 1982.

17.2. Термины и определения

Термин	Определение
Величина удельного выделения загрязняющего атмосферу вещества	Количество (масса) данного вещества, выделившееся в ходе технологического процесса, отнесенное к единице материального показателя, характеризующего этот процесс
Вещество, загрязняющее атмосферу	по ГОСТ 17.2.1.04-77
Выброс вещества	по ГОСТ 17.2.1.04-77
Загрязнение атмосферы антропогенное	по ГОСТ 17.2.1.04-77
Загрязнение атмосферы естественное	по ГОСТ 17.2.1.04-77
Инвентаризация выбросов	по ГОСТ 17.2.1.04-77
Источник антропогенного загрязнения атмосферы	по ГОСТ 17.2.1.04-77
Источник загрязнения атмосферы	по ГОСТ 17.2.1.04-77
Концентрация примеси в атмосфере предельно допустимая	по ГОСТ 17.2.1.04-77
Мощность выброса	по ГОСТ 17.2.1.04-77
Неорганизованный выброс	
Организованный выброс	по ГОСТ 17.2.1.04-77

17.3. Сокращения и условные обозначения

АГ1К - агропромышленный комплекс

КРС - крупный рогатый скот

МРС - мелкий рогатый скот

П - переходный период года (пояснения в разд. 5)

Т - теплый период года (пояснения в разд. 5)

X - холодный период года (пояснения в разд. 5)

ц ж.м. - центнер живой массы

17.4. Общие положения

4.1. Настоящая Работа разработана в соответствии с требованиями ГОСТ Р 1.5-92 [1.1].

4.2. Определение терминов по ГОСТ 17.2.1.04-77 [1.2].

4.3. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ изложены в ГОСТ 17.2.4.02-81 [1.3].

4.3. Работа устанавливает порядок расчета выделений загрязняющих атмосферу веществ источниками загрязнения атмосферы на крупных животноводческих комплексах и зверофермах.

4.4. Специфика предприятий по выращиванию, откорму и содержанию животных определяется следующим:

- преобладающее влияние неорганизованных выбросов (пруды - отстойники, навозохранилища, очистные сооружения) - до 99,5% от общей массы выделений;

- нерегулярный характер процессов выделения и образования загрязняющих веществ, определяющих выбросы как от самих животных, так и от продуктов их жизнедеятельности, связанный с деятельностью микроорганизмов –деструкторов, которая зависит от температурных условий и среды обитания.

4.5. Для определения выделений загрязняющих веществ непосредственно от животных и продуктов их жизнедеятельности на практике применяются два метода:

- метод инструментально-лабораторного измерения концентрации загрязняющих веществ;

- расчетный метод.

Вышеуказанная специфика объектов промышленного животноводства затрудняет использование метода натуральных измерений для решения задач инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от животных на действующих комплексах и зверофермах.

4.6. В основу разработки настоящей методики заложены данные натуральных измерений, которые были опубликованы в методических документах [1] и [2], отчетах НИР НИИ Атмосфера и других организаций, а

также в ряде документов по инвентаризации объектов с.-х животноводства и проектов нормативов ПДВ, которые рассматривались в НИИ Атмосфера. Эти данные были переработаны, обобщены и дополнены с учетом данных источников [3-8].

4.7. Все исследования по определению величин удельных выделений загрязняющих атмосферу веществ на единицу продукции производились согласно требований [9].

4.8. Уточнен и дополнен качественный состав загрязняющих атмосферу веществ, наименования загрязняющих веществ были приведены в соответствие с рекомендованными в Перечне [10].

4.9. В настоящей методике представлены значения величин удельных технологических нормативов выделений от наиболее распространенных видов животных при сбалансированном кормлении с применением синтетических добавок и антибиотиков.

В случаях, когда на конкретном животноводческом комплексе или звероферме применяются технологии и материалы, сведения по которым в настоящей методике отсутствуют, рекомендуется руководствоваться отраслевыми Работами, включенными в Перечень [11].

17.5. расчет выжлений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу от крупных животноводческих комплексов и звероферм по величинам удельных выделений.

В расчетах учитываются десять основных загрязняющих атмосферу веществ: микроорганизмы, меркаптаны (по метилмеркаптану), амины (по диметиламину), аммиак, сероводород, карбоновые кислоты (по капроновой кислоте), карбонильные соединения (по альдегиду пропионовому), пыль меховая (шерстяная, пуховая), сульфиды (по диметилсульфиду), фенолы (по фенолу).

Для отдельных видов животных приводятся ориентировочные данные по величинам удельных выделений летучих органических соединений (ЛОС), метана, углекислого газа (углерода диоксид), а также данные по расходу кисло-

рода на окисление органики.

Настоящая Работа позволяет производить расчет выделений любого из десяти рассматриваемых основных загрязняющих атмосферу веществ от животных и продуктов их жизнедеятельности (экскрементов) по усредненным за год, а для крупных свиноводческих комплексов - за любой период года, величинам удельных выделений. Значения величин удельных выделений для различных видов животных представлены в табл. 5.1-5.9 и в

Приложении А. Представленные в таблицах значения величин удельных выделений отражают характеристику источника выделения (организованный или неорганизованный), вид животных (свиньи, КРС, МРС, пушные звери), технологический процесс (выращивание, откорм, содержание), период года... и отнесены к одному центнеру живой массы.

Для осуществления расчетов необходимо иметь данные об общей массе животных, одновременно принимающих участие в конкретном технологическом процессе, и длительности расчетных периодов для данного региона РФ.

Длительность расчетных периодов для каждого региона и среднемесячная температура принимается по Научно-прикладному справочнику по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные.

Периоды года (теплый, переходный, холодный) условно определяются по величине среднемесячной температуры. Месяцы со среднемесячной температурой выше $+5^{\circ}\text{C}$ относятся к теплomu периоду года, месяцы, в которых среднемесячная температура колеблется от $+5^{\circ}\text{C}$ до -5°C - к переходному, ниже -5°C - к холодному периоду. Для животноводческих комплексов и звероферм, находящихся в разных климатических зонах, продолжительность условных периодов будет разной.

На протяжении каждого отдельно взятого периода величины удельных выделений (выбросов) загрязняющих веществ существенно не меняются. При переходе из одного периода в другой качественный и количественный состав загрязняющих веществ заметно меняется и, следовательно, изменяются и величины удельных выделений. В холодный период, находясь в неотапливаемом помещении, животное усваивает кормов на (10 - 12)% больше, чем в теплый и выделяет больше загрязняющих веществ (больше "сжигает топлива"). С другой стороны, навоз, урина в холодный период почти не разлагаются, накапливаясь в помещениях для содержания скота, или в лучшем случае, в навозохранилищах. В начале теплого периода все меняется: животные выделяют меньше загрязняющих веществ (исключая жаркое время, когда они потеют), навоз и урина, накопленные за весь холодный и переходный периоды, начинают разлагаться, выбрасывая в атмосферу загрязняющих веществ в сотни раз больше, чем сами животные, что особенно характерно для северных регионов РФ.

17.5.1. Свиноводческие комплексы.

При расчетах мощности выделения (г/с) и (т/год) 1-го загрязняющего вещества крупных свиноводческих комплексов величины удельных выделений следует выбирать в соответствии с мощностью предприятия и источника выделения (сами животные, продукты их жизнедеятельности) по таблицам, перечисленным ниже:

Мощность свиноводческого предприятия	Источник выделения	
	организованный	неорганизованный
12 тыс. свиней в год	Табл. 5.1	Табл. 5.3
24 тыс. свиней в год	То же	То же
36 тыс. свиней в год	-«-	-«-
54 тыс. свиней в год	Табл. 5.2	-«-
108 тыс, свиней в год	То же	Табл. 5.4
216 тыс. свиней в год	-«-	Табл. 5.5

Мощность выделения загрязняющего вещества из помещений для содержания сельскохозяйственных животных определяется видом и количеством скота, технологической схемой отвода навоза и периодичностью влажной уборки помещений.

17.5.2. Животноводческие комплексы по содержанию КРС

При расчетах мощности выделения (г/с) и (т/год) *i*-го загрязняющего вещества величины удельных выделений загрязняющих веществ от организованных источников животноводческих комплексов по содержанию и откорму КРС непосредственно от животных и продуктов их жизнедеятельности на различных этапах технологического процесса содержания, выращивания и откорма животных при ежедневной чистке и удалении навоза из помещений молочного комплекса на 1200 скотомест, комплекса по выращиванию нетелей на 2500 скотомест, комплекса по откорму крупного рогатого скота на 10000 скотомест при ежедневной чистке и удалении навоза, следует выбирать из таблицы 17.5.6 и

17.5.3. . Животноводческие комплексы по содержанию МРС

При расчетах мощности выделения (г/с) и (т/год) *i*-го загрязняющего вещества величины удельных выделений загрязняющих веществ из кошар фермы на 2 тысячи овцематок при ежедневной чистке и удалении навоза, рассчитанные по результатам анализа и усреднения данных [3], следует выбирать из таблицы 5.7.

При расчетах мощности выделения (г/с) и (т/год) i -го загрязняющего вещества величины удельных выделений загрязняющих веществ из кошар различного типа на откормочных предприятиях при ежедневной чистке и удалении навоза, рассчитанные по результатам анализа и усреднения данных [3], следует выбирать из таблицы 5.8.

17.5.4. Зверофермы

Основными источниками загрязнения атмосферы на зверофермах являются цех по приготовлению кормов и экскременты.

Ориентировочные данные по величинам удельных выделений загрязняющих веществ непосредственно от пушных зверей представлены в табл. 17.5.9 настоящей методики. Величины удельных выделений загрязняющих атмосферу веществ от мочи, экскрементов, навоза, помета в 10-200 раз могут превышать величины удельных выделений соответствующих загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу непосредственно от пушных зверей и уточняются инструментальными замерами. Для расчета выделений от цеха по приготовлению кормов следует руководствоваться [2].

В табл.17. 6.4.2 [2] даны величины удельных выделений альдегидов (пропаналь), аминов (диметиламин), аммиака, карбоновых кислот (валериановая кислота), кетонов (ацетон), мегилмеркаптана, сероводорода, спиртов (пентанол), сульфидов (диметилсульфид), фенолов (фенол), этилмеркаптана при получении кормовой муки (мясокостная, мясная кровяная, костная, кератиновая) из исходного сырья для производства сухих животных кормов различного состава.

В табл. 17.6.4.3 рассматриваемого документа [2] даны величины удельных выделений пыли животного происхождения от оборудования и из помещений цеха технических фабрикатов, а ниже - примеры расчета выделений пыли костной муки и массового выделения (выброса) вышеперечисленных загрязняющих веществ, M (г/с), а также (т/год) для цеха технических фабрикатов.

17.5.5. Расчет мощности выделения

В основу расчета мощности выделения загрязняющих веществ в атмосферу от крупных животноводческих комплексов и звероферм в настоящей методике положено экспериментально подтвержденное на примере свиноводческих комплексов правило десяти процентов или принцип (закон) Линдемана [12], согласно которому около 10% энергии поступает от каждого предыдущего трофического уровня к последующему. Согласно этому правилу, животными усваивается от 7 до 13% энергии (или вещества в энергетическом выражении). Оставшиеся (87 - 93)% органического вещества (продуктов жизнедеятельности животных) будут переработаны

микроорганизмами или утилизированы. Из усвоенных животными 10% кормов в результате их ферментативного разложения непосредственно от животных в атмосферу выделится десятая часть загрязняющих веществ.

Таким образом, отношение величины выделения загрязняющего вещества непосредственно от животного к величине выделения от продуктов его жизнедеятельности составляет в первом приближении 1:100 за год (на пыль это правило не распространяется).

В разные периоды года это различие может быть существенным. Так, в холодный период года величина выделений загрязняющих веществ в атмосферу животными, находящимися в теплом помещении, в несколько раз может превышать величину выделений от навоза, находящегося на скотном дворе на морозе, а в весенне-летний период, когда накопившийся за зиму навоз хорошо прогреется и увлажнится, величины выделений от навоза (в расчете на 1 ц ж.м.) в сотни раз будут превышать величины выделений от животных. Если навоз всю зиму не убирался и находился в помещении для содержания скота, то это различие сглаживается.

Правило десяти процентов позволяет рассчитать мощность выделения (т/год) от мест переработки и хранения навоза любого животноводческого комплекса или зверофермы по величинам удельных выделений непосредственно от животных.

Мощность выделения загрязняющих веществ в атмосферу крупного животноводческого комплекса или зверофермы складывается из мощностей выделения от мест:

а) содержания животных (вентиляционные выбросы);

б) переработки и хранения навоза для каждого i -го вещества по формуле:

$$M_{\text{общ}}^i = M_{\text{вен}}^i + M_{\text{навоз}}^i \quad (17.5.1)$$

5.5.1. Мощность выделения загрязняющих веществ от мест содержания животных складывается из мощностей выделений от каждой группы животных одного вида, объединенных общим технологическим процессом (содержание, выращивание или откорм) при одинаковом рационе кормления и ежедневном удалении навоза, и рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{вен}}^i = \sum_{n=1}^n M_n^i \quad (17.5.2)$$

Мощность выделения (M_n^i) i -го вещества рассчитывается по формуле:

$$M_n^i = Y_n^i \cdot N \cdot q, \text{ г/с} \quad (17.5.3)$$

или

$$M_n^i = K \cdot Y_n^i \cdot N \cdot q, \text{ т/год (17.5.4)}$$

где i - условное обозначение загрязняющего вещества (с 1 по 10).

Для микроорганизмов ($i=1$) в формулах (17.5.3) и (17.5.4) устанавливается раз-

мерность кл./с и $\cdot 10^6$ кл./год соответственно;

n - условное обозначение группы животных одного вида, объединенных общим технологическим процессом;

K - коэффициент перехода от размерности (г/с) к (т/год), в формуле (17.5.4).

$$K = 31,5;$$

Y_n^i - величины удельного выделения i -го загрязняющего вещества, установленная для животных определенного вида, участвующих в общем технологическом процессе. Следует выбирать величину удельного выделения с учетом периодичности удаления навоза из помещения для содержания животных;

N - количество животных, участвующем в общем технологическом процессе;

q - средняя масса в центнерах одного животного из группы животных, участвующих в общем технологическом процессе. Произведение $N \cdot q$ может быть заменено на массу всех животных, участвующих в одном технологическом процессе.

Максимально разовое (г/с) выделение рассчитывается аналогично, но в этом случае все расчетные данные выбираются с максимальными значениями.

5.5.2. Мощность выделения загрязняющих веществ от мест переработки и хранения навоза крупного свиноводческого комплекса на 54, 108 или 216 тыс. голов в год складывается из мощностей выделений за каждый период года:

$$M_{наг}^i = \sum_{j=1}^j M_j^i \text{ (17.5.5)}$$

Мощность выделения M_j^i рассчитывается по формуле:

$$M_j^i = Y_j^i \cdot N \cdot q, \text{ г/с (17.5.6)}$$

или

$$M_j^i = K \cdot C_n \cdot Y_j^i \cdot N \cdot q, \text{ т/пер (17.5.7)}$$

где i - условное обозначение загрязняющего вещества (с 1 по 10).

Для микроорганизмов ($i=1$) в формулах (17.5.6) и (17.5.7) устанавливается размерность кл./с и $\cdot 10^6$ кл./год соответственно;

j - период года (теплый -Т, переходный -П, холодный -Х);

K – коэффициент перехода от размерности (г/с) к (т/год), в формуле (5.7)

$$K = 8,64 \cdot 10^{-2};$$

C_n - количество суток в расчетном периоде (теплом, переходном, холодном);

Y_j^i - величина удельного выделения i -го загрязняющего вещества, установленная для мест переработки и хранения навоза свиноводческого комплекса соответствующей мощности и периода года j ;

N - количество животных, содержащихся на свиноводческом комплексе;

q - средняя масса (в центнерах) животного на комплексе. Произведение $N \cdot q$ может быть заменено на массу всех животных, содержащихся на комплексе.

Максимально разовое (г/с) выделение рассчитывается аналогично, но в этом случае все расчетные данные выбираются с максимальными значениями.

Таблица 17.1

Величины удельных выделений загрязняющих веществ непосредственно от животных ($\cdot 10^{-6}$ г/с х 1 центнер живой массы (ц ж.м.), кроме микроорганизмов), установленные для различных этапов технологического процесса воспроизводства, содержания, выращивания и откорма свиней на свиноводческих комплексах мощностью 12, 24 и 36 тыс. свиней в год при ежедневной чистке и удалении навоза из помещений для со-держания скота (по результатам анализа и усреднения данных [3])

Наименование загрязняющего	Пе	Источники выделений загрязняющих веществ, для которых установлены величины удельных выделений
----------------------------	----	---

вещества	ри од	Содержа ние су- порос- ных ма- ток (ма- точник)	Содержа- ние под- сосных маток с поро- сятами	Доращи- вание поросят- отъемы- шей (отъем)	Ремонт- ный мо- лодняк	Откорм	Логово	Логово с пунктом искусст- венного осемене- ния
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Микроорга- низмы (клеток/с на 1 ц ж.м.)	Т	72	68	72	64	76	56	68
	П	60	52	52	48	60	60	56
	Х	64	60	64	60	68	64	60
Аммиак	Т	7,5	19	41	18,5	24	9	12,0
	П	8,0	20	43	19,5	25	9,5	12,5
	Х	8,5	21	45	20,5	26	10	13,0
Сероводород	Т	1,7	4,2	9,2	4,2	5,4	2,0	2,7
	П	1,8	4,5	9,7	4,4	5,6	2,1	2,8
	Х	1,9	4,7	10,1	4,6	5,8	2,2	2,9
Меркаптаны (по метил- меркаптану)	Т	0,08	0,21	0,46	0,21	0,27	0,09	0,13
	П	0,09	0,22	0,48	0,22	0,28	0,10	0,14
	Х	0,10	0,23	0,50	0,23	0,29	0,11	0,15
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)		150	160	150	140	140	145	150

Примечание 1. Величины удельных выделений фенола, альдегида пропионового, капроновой кислоты, диметилсульфида и диметиламина следует выбирать из четвертой колонки таблицы рекомендуемой Приложения А.

Примечание 2. Средняя за год величина удельного выделения летучих органических соединений (ЛОС) составляет 15,0 г/сут. х 1 ц. ж.м.

Примечание 3. Если животные находятся в отапливаемых помещениях, то для расчетов следует выбирать величины удельных выделений, установленные для теплого периода.

Примечание 4. Величины удельных выделений, установленные для технологических процессов переработки и хранения навоза, представлены в табл. 17.5.3. В случае, если навоз из помещения для содержания животных не удаляется длительное время, величины удельных выделений от навоза определяются для различных периодов инструментальными методами. В общем случае эти величины не превышают 100-кратного значения величин удельных выделений, установленных для животных.

Таблица 17.2

Величины удельных выделений загрязняющих веществ непосредственно от животных ($\cdot 10^6$ г/с х 1 центнер живой массы, кроме микроорганизмов), установленные для различных этапов технологического процесса воспроизводства, содержания, выращивания и откорма свиней на свиноводческих комплексах мощностью 54, 108 и 216 тыс. свиней в год при ежедневной очистке и удалении навоза из помещений для содержания скота (по результатам анализа и усреднения данных [1])

Наименование загрязняющего вещества	Пе-ри-од	Источники выделений загрязняющих веществ, для которых установлены величины удельных выделений					
		Содержание холостых, осемененных свиноматок и хряков	Содержание супоросных свиноматок	Содержание подсосных свиноматок с поросятами-сосунами	Доразивание поросят, отставших в росте «Пиг-баблей»	Доразивание поросят-отъемышей	Откорм свиней
1	2	3	4	5	6	7	8
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц ж.м.)	Т	14	18	17	16	17	18
	П	14	14	13	12	12	15
	Х	15	16	15	15	15	17
Аммиак	Т	9,0	7,5	19	20	18,5	24
	П	9,5	8,0	20	21	19,5	25

	X	10,0	8,5	21	22	20,5	26
Сероводород	T	2,0	1,7	4,2	4,5	4,2	5,4
	П	2,1	1,8	4,5	4,7	4,4	5,6
	X	2,2	1,9	4,7	4,9	4,6	5,8
Меркаптаны (по метил-меркаптану)	T	0,09	0,08	0,21	0,22	0,21	0,27
	П	0,10	0,09	0,22	0,23	0,22	0,28
	X	0,11	0,10	0,23	0,24	0,23	0,29
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)		50	57	45	40	50	55

Примечание. Величины удельных выделений загрязняющих веществ от канала навозоудаления и навоза, находящегося в помещении для содержания скота, учтены в табл. 17.5.3-17.5.5; (см. также примечания с 17. по 4 к таблице 17.5.1)

Таблица 17.3

Величины удельных выделений загрязняющих веществ в атмосферу ($\cdot 10^6$ г/с х 1 центнер живой массы, кроме микроорганизмов), установленные для различных этапов технологического процесса биологической очистки и хранения свиного навоза свиноводческих комплексов мощностью А) 12, Б) 24, В) 36, Г) 54 тыс. свиней в год при ежедневном поступлении навоза из помещений для содержания скота (по результатам анализа и усреднения данных [1] и [4])

Наименование загрязняющего вещества	Пе ри од	Источник выделений загрязняющих веществ в атмосферу, для которых установлены вели										
		Навозоаккумулятор			Пруд-осветлитель			Цех разделения навоза на фракции	Первичные отстойники жидкой фракции	Сооружения биологической очистки I, II и III ст. (в сумме)	Минерализаторы избыточного тила и осадка	
		А	Б	В	А	Б	В					Г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц ж.м.)	Т								27	5	247	41
	П	3100	3200	3300	3100	3200	3300	14	4	146	24	
	Х							1	2,7	44	6,3	
Аммиак	Т							0,4	3,7	139,9	54	
	П	500	525	550	500	525	550	0,2	1,8	72	27	
	Х							0,1	0,1	3,8	0,3	
Сероводород	Т							0,5	6,2	107	84	
	П	220	228	234	220	228	234	0,3	3,5	57	43	
	Х							0,1	0,7	7	1,5	

Меркаптаны (по метил- меркаптану)	Т										
	П	20	21	20	5	5	7				
	Х										

Таблица 17.4

Величины удельных выделений загрязняющих веществ в атмосферу ($\cdot 10^6$ г/с х 1 центнер живой массы, кроме микроорганизмов), установленные для различных этапов технологического процесса биологической очистки и хранения свиного навоза свиноводческих комплексов мощностью 108 тыс. свиней в год при ежедневном поступлении навоза из помещений для содержания скота (по результатам анализа и усреднения данных [4])

Наименование загрязняющего вещества	Период	Источник выделений загрязняющих веществ в атмосферу, для которых установлены нормы						
		Центральная насосная станция с приемным резервуаром	Цех разделения навоза на фракции	Вертикальные отстойники жидкой фракции	Сооружения I ступени биологической очистки	Канализационная насосная станция	Сооружения II ступени биологической очистки	Приемники избыточного тила и осадка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц ж.м.)	Т	0,01	1,6	0,6	27,3	0,02	9,3	82
	П	0,01	1,0	0,5	20,6	0,1	7,0	61
	Х	0,005	0,45	0,3	14	0,008	4,6	39
Аммиак	Т	0,1	0,5	2,3	148	0,1	24	550
	П	0,1	0,6	3,2	128	0,1	26	278
	Х	0,1	0,6	4,3	109	0,1	28	6
Сероводород	Т	0,1	3,0	5,7	32	0,2	18	42
	П	0,1	1,9	6,2	18	0,2	16	32
	Х	0,1	0,8	6,6	17	0,2	14	24

Таблица 17.5

Величины удельных выделений загрязняющих веществ в атмосферу ($\cdot 10^6$ г/с х 1 центнер живой массы, кроме микроорганизмов), установленные для различных этапов технологического процесса биологической очистки и хранения свиного навоза свиноводческих комплексов мощностью 216 тыс. свиней в год при ежедневном поступлении навоза из помещений для содержания скота (по результатам анализа и усреднения данных [4])

Наименование загрязняющего вещества	Период	Источник выделений загрязняющих веществ в атмосферу, для которых установлены величины								
		Центральная насосная станция с приемным резервуаром	Цех разделения на фракции	Резервуары-усреднители жидкой фракции	Первичные отстойники жидкой фракции	Приемник осадка	Сооружения биологической очистки	Резервуар осветленных стоков	Приемник избыточного ила	Площадка компостирования твердой фракции
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц ж.м.)	Т	0,16	1,6	1,1	7,3	0,2	0,9	0,05	0,9	15
	П	0,08	1,0	0,6	6,4	0,13	0,8	0,05	0,7	14
	Х	0,02	0,4	0,2	5,6	0,1	0,7	0,06	0,5	13
Аммиак	Т	1,2	2,0	4,1	34	0,1	2,5	0,6	4,1	163
	П	0,9	1,6	3,5	27	0,1	2,2	0,6	3,9	160
	Х	0,7	1,3	2,9	21	0,1	2,0	0,6	3,7	156
Сероводород	Т	0,9	2,0	21,0	78	10,8	5,5	0,5	2,8	33
	П	0,7	2,0	12,3	56,3	9,4	4,8	0,5	1,8	31
	Х	0,5	2,1	3,6	25	8,0	3,1	0,5	0,8	29

Таблица 17.6

Усредненные за год величины удельных выделений загрязняющих веществ в атмосферу непосредственно от животных ($\cdot 10^{-6}$ г/с х 1 центнер живой массы, кроме микроорганизмов), установленные для различных этапов технологического процесса содержания, выращивания и откорма КРС: А) молочного комплекса на 1200 скотомест, общая масса животных 4800 центнеров; Б) комплекса по выращиванию нетелей на 2500 скотомест, общая масса животных 5216 центнеров; В) комплекса по откорму крупного рогатого скота на 10000

скотомест общей массой 30000 центнеров (по результатам анализа и усреднения данных [5])

Наименование загрязняющего вещества	Источник выделений загрязняющих веществ в атмосферу, для которых установлены выделений						
	Помещение для содержания 200 коров	Карантинное помещение на 160 телят	Карантинное помещение на 80 телят	Карантинное помещение на 180 телят	Помещения для содержания 300 телок	Помещения для содержания 250 телок и нетелей	Помещение для содержания голов К
	А	Б	Б	Б	Б	Б	В
1	2	3	4	5	6	7	8
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц ж.м.)	60	33	26	31	28	27	65
Аммиак	28,5	41,5	41,0	42,5	44,0	43,5	23,5
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	90	45	40	50	65	60	47

Таблица 17.7

Усредненные за год величины удельных выделений загрязняющих веществ в атмосферу непосредственно от животных ((10-6 г/с х 1 центнер живой массы, кроме микроорганизмов), установленные для различных этапов технологи-ческого процесса содержания и выращивания овей на овцеферме мощностью 2 тысячи овцематок (по результатам анализа и усреднения данных [6])

Наименование загрязняющего вещества	Источник выделений загрязняющих веществ в атмосферу, для которых установлены величины удельных выделений					
	Кошара для искусственного выращивания и откорма (доращивания) молодняка	Кошара для ягненка	Кошара для ремонтного молодняка	Кошара для условно-суягных маток	Кошара на 600 суягных маток на соломенной подстилке	Ферма на 835 овцематок с ягнятами на соломенной подстилке
1	2	3	4	5	6	7
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц ж.м.)	90	105	95	95	100	105
Аммиак	45	13	31	15	13	32
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	150	150	140	145	150	160

Примечание 1. Величины удельных выделений сероводорода, фенола, альдегида пропионового, капроновой кислоты, диметилсульфида и диметиламина следует выбирать из третьей колонки таблицы рекомендуемого Приложения А.

Примечание 2. Средняя за год величина удельного выделения углерода диоксида (углекислого газа) составляет 17,0 мг/с х 1 ц ж. м. МРС.

Таблица 17.8

Усредненные за год величины удельных выделений загрязняющих веществ в атмосферу непосредственно от животных ((10-6 г/с х 1

центнер живой массы, кроме микроорганизмов), установленные для различных этапов технологического процесса откорма овец в кошарах различного типа (по результатам анализа и усреднения данных [6])

Наименование загрязняющего вещества	Источник выделений загрязняющих веществ в атмосферу			
	Кошара на 2500 голов на подстилке	Кошара полуоткрытого типа, на щелевом полу, голов:		
		2100	3000	5800
1	2	3	4	5
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц ж.м.)	108	110	115	120
Аммиак	40	40	41	42
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	160	140	142	145

См. Примечания 17.1 и 17.2 к табл. 17.5.7.

Таблица 17.9

Усредненные за год величины удельных выделений загрязняющих веществ не-посредственно от животных ($\cdot 10^{-6}$ г/с х 1 центнер живой массы, кроме микроорганизмов), установленные для процессов выращивания и содержания пушных зверей в клетках (по результатам анализа и усреднения данных [2] и [8])

Наименование загрязняющего вещества	Источник выделений загрязняющих веществ в атмосферу	
	Пушные звери, содержащиеся в клетках	
	травоядные	плотоядные

	кролики	нутрии	лисицы	соболи	норки	песцы
1	2	3	4	5	6	7
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц ж.м.)	68	65	82	78	85	70
Аммиак	17	15	21	19	16	17
Сероводород	0,7	0,6	3,2	3,0	2,8	2,9
Фенол	0,07	0,06	0,3	0,35	0,28	0,26
Альдегид пропионовый	0,7	0,8	2,7	2,5	2,2	2,3
Капроновая кислота	13	12	3,1	3,0	2,6	2,7
Метилмеркаптан	0,07	0,06	0,3	0,50	0,28	0,40
Диметилсульфид	0,27	0,3	1,4	1,42	1,12	1,6
Диметиламин	5,3	5,4	8,7	8,5	8,0	8,2
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	120	90	145	135	150	140

Примечание. Пояснения по применению величин удельных выделений

от пушных зверей см. в разделе 17. 5.4.

Таблица 17.10

Усредненные за год величины удельных выделений загрязняющих веществ непосредственно от животных, содержащихся на скотобазах ($\cdot 10^6$ г/с х 1центнер живой массы, кроме микроорганизмов)

Наименование загрязняющего вещества	Источник выделений загрязняющих веществ в атмосферу			
	Животные, находящиеся в помещениях для предубойного содержания			
	КРС	МРС (овцы, козы)	Свиньи	Куры
1	2	3	4	5
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц ж.м.)	135	140	160	175
Аммиак	27	22	13,5	16
Сероводород	2,2	1,8	2,7	4,4
Фенол	0,2	0,2	0,3	0,4
Альдегид пропионовый	1,5	1,3	1,8	2,2
Капроновая кислота	1,8	3,1	1,0	2,5
Метилмеркаптан	0,2	0,15	0,1	0,4
Диметилсульфид	0,6	1,4	2,0	3,8
Диметиламин	13,2	8,6	8,0	8,8

Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	50	150	60	180
---	----	-----	----	-----

Примечание 1. Расчет выделений загрязняющих веществ в атмосферу непосредственно от животных производится за период переваривания пищи, т.к. животных на скотобазах не кормят.

Примечание 2. Величины удельных выделений загрязняющих веществ в атмосферу от экскрементов животных в первые сутки в среднем в два раза превышают величины удельных выделений, указанных в таблице и уменьшаются в каждые последующие сутки. Их изменение зависит от многих факторов и определяется в каждом конкретном случае инструментальными методами.

РАБОТА №18. Расчет выбросов загрязняющих веществ в полиграфических производствах.

Результат расчетов и прямых замеров выбросов загрязняющих веществ по всем технологическим процессам полиграфических производств представлены в табл.1. В зависимости от конкретных условий проектирования и эксплуатации приведенные показатели могут изменяться.

Таблица 18.1

Количество вредных веществ, выделяющихся от полиграфического оборудования

Наименование цехов, отделений и оборудования	Марка оборудования	Источники выделения вредных веществ, площадь источника, температура	Выделяющееся вредное вещество		
			Наименование	Количество	
				мг/м ²	мг/ч
1	2	3	4	5	6
1. Фототехнический и фотонаборный участки					
Двухкомнатный вертикальный аппарат	РВД-40	Две лампы ДКСТ-2000	Озон	—	3,26
Двухкомнатный горизонтальный аппарат	РГД-70	Четыре лампы ДКСТ-2000	Озон		6,82
То же при условии осветителей с дуговыми фонарями	То же	4-е дуговые фонаря ДФ-4 по 1.5 кВт	окислы азота		202
			окись углерода		12,6·10 ³

Репродукционный увеличитель	РУЦ-50	Одна лампа ДКСТ-2000	озон		1,63
Ротационная электрографическая машина	РЭМ-600		полистирол	—	4,4·10 ³
	РЭМ-600К		сажа		
	РЭМ-620				
2. Цех производства форм для офсетной печати					
2.1. Участок подготовки пластин и отделки копий					
Монометрические формы		Поверхность раковины мойки			

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
Раковины мойки		при обработке пластины р-ром ортофосфорной кислоты 5% T _ж =20 °С	пары ортофосфор ной кислоты	197,5	
Раковина мойка		при проявлении пластины р-ром фосфорно- кислого натрия 3% T _ж =20 °С T _п =15 °С	пары воды	1960 00	
		при обработке пластины фосфорной кислотой 3% T _ж =20 °С T _п =15 °С	пары фосфорной кислоты	195,7	

Центрифуга	ФЦВ-66Н	При поливе пластины $T_{ж}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{п}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$	Пары: этилцеллозу льва	630	
			диметилформамида	140	
			ацетона	4450	
Биметаллические формы					
Раковина-мойка		Поверхность пластины при обработке ортофосфорной кислотой $T_{ж}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{п}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$	пары ортофосфорной кислоты	196	
Установка для отделки копий	"Ротари" "Дрем"	$T_{ж}=30\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{п}=25\text{ }^{\circ}\text{C}$	Пластина при ее травлении	пары ортофосфорной кислоты	364
			То же	хлористый водород	29*

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
2.2. Участок приготовления раствора Реактор для изготовления травящего раствора		Установка "Ротари" $T_{ж}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{п}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$	Пары фосфорной кислоты	196*	
2.3. Гальваноучасток. Изготовление биметаллических пластин.					

Ванна декопирования		Поверхность пластины при ее очистке р-ром щелочи 5% $T_{ж}=60\text{ }^{\circ}\text{C}$	Пары едкого натра	171	
		То же при очистке р-ром серной кислоты 5% $T_{ж}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{п}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$	Пары серной кислоты	198	
Ванна цинкования		Поверхность пластины $T_{ж}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{п}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$	пары едкого натра	81	
Ванна меднения		То же	пары серной кислоты	198	
Ванна хромирования		То же	пары хромового ангидрида	220	
Ванна снятия хрома		То же	пары едкого натра81		
Ванна анодного травления		Поверхность ванны $T_{ж}=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{п}=70\text{ }^{\circ}\text{C}$	пары серной кислоты	3968	
Ванна снятия задубленного слоя		Поверхность пластины $T_{ж}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{п}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$	пары едкого натра	81	
2.4.Изготовление монометаллических пластин на алюминиевой основе					

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
Ванная регенерации пластин		Поверхность пластин при снятии с нее копир. Слой и обезжир. раствором натра, 5% $T_{ж}=20^{\circ}\text{C}$ $T_{п}=15^{\circ}\text{C}$	Пары едкого натра	11	
Ванна обезжиривания		Поверхность ванны при обезжиривании пов-ти 8% р-ром едкого натра $T_{ж}=60^{\circ}\text{C}$ $T_{п}=50^{\circ}\text{C}$	Пары едкого натра	473	
Ванна декапирования		Поверхность ванны при очистке поверхности пластин азотной кислотой 20% фторидом аммония 2.5% $T_{ж}=20^{\circ}\text{C}$ $T_{п}=15^{\circ}\text{C}$	пары азотной кислоты	230	
Ванна электролитического зернения		Поверхность ванны при электрохимическом зернении в р-ре соляной кислоты 1.3% $T_{ж}=20^{\circ}\text{C}$ $T_{п}=15^{\circ}\text{C}$	пары хлористого водорода	0,3	

Ванна оксидации		Поверхность пластины при обработке ее раствором соляной кислоты $T_{ж}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{п}=15\text{ }^{\circ}\text{C}$	пары серной кислоты	0,444	
			пары щавелевой кислоты	195,7	
3. Цех высокой печати					

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
3.1.Отделение листовой печати	ПТ-4	листы бумаги	бумажная пыль	0,01 мг/ оттиск	20
Тигельная печатная машина	ПТ-4	листы бумаги	декстриновая пыль	0,1 мг/ оттиск	200
Листовая ротационная машина высокой печати формат 70×100 см	ПВЛ	то же	то же		то же
Листовая машина для печати с гибких форм	ПГФ-70-2	то же	то же		то же
3.2. Отделение ролевой книжно-журнальной печати.					
Печатная машина, формат 92*120 см.	ПРК-2М	То же	Бумажная пыль	0,015 мг/оттиск	30

То же	ПРК-3	То же	То же	0,015 мг/от тиск	30
Иллюстративная книжно-бумажная машина	ПВК-84-4	-//-	-//-	0,015 мг/от тиск	40
3.3. Отделение ролевой печати Ролевая ротационная машина формат 600- 700-900 мм	ПОК-70-2	резальный, фальцоваль- ный аппарат	бумажная пыль	0,001 5мг/л исто- прого н	10
Ролевая ротационная машина офсетной печати формат 600-700- 900 мм	ПОК-70-4	резальный, фальцовальный аппарат	То же	0,001 5мг/л истоп рогон	10
3.4.Отделение плоской печати Малая плоскопечатная стопцилиндровая машина формат 46*60 см	ПС-1М	Листы бумаги	Бумажная пыль	0,001 7мг/о ттиск	5
Плоскопечатный автомат формат 46*60 см	ПС-А3	То же	То же	То же	5

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
4. Цех офсетной печати 4.1.Отделение листовой печати					
Двухкрасочная листовая машина офсетной печати формат 90*120 см	ПОЛ-6	То же	То же	0,017	30

Многокрасочная листовая машина офсетной печати	ПОЛ-84-4	То же	То же	0,017	30
5. Цех глубокой печати.					
Машина глубокой печати	“Пламаг”	Печатание на машинах глубокой печати 2-х красочных	пары толуола	450мг /ч листо-прогнон	$3,6 \cdot 10^6$
		4-х красочных	То же	750 мг/ч листо-прогнон	$8 \cdot 10^6$
Листовая машина глубокой печати		6-ти красочных	То же	1000 мг/ч листо-прогнон	$8 \cdot 10^6$
		8-ми красочных	То же	1310 мг/ч листо-прогнон	$10,5 \cdot 10^6$
	ПГЛ	То же	То же	340мг /оттиск	$3 \cdot 10^6$
	ПЭГ-6	То же	То же		$3 \cdot 10^6$
6.Переплетно-брошюровочный цех. 6.1.Участок обработки листов оттисков					

Одноножевая бумагорезальная машина	БР-3	Механизм для резания стопы бумаги	Бумажная пыль		40
	БРП-4М		То же		40
	БР-136		-//-		40
Ножевая фальцевальная машина	БФА-2	Фальцеваль- ный аппарат	-//-		30

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6	
Кассетная фальцевальная машина	Модель 570	То же	-//-		30	
	ФК-60					
Пресс позолотный	ПЗ-1	Фольговый аппарат	Пыль фольги и краски		5	
	БЗП-3	Красочный аппарат	То же		5	
	БЗА-2	Аппарат тиснения	-//-		5	
Комбинированная фальцевальная машина	Рекорд-158	Фальцеваль- ный аппарат	Бумажная пыль		30	
6.2. Участок комплектования и скрепления печатных листов в книжные и брошюрные блоки						
	Проволокошвейные машины	БШП-4	Швейный аппарат	Бумажная пыль	-	5
		ПШ-4		То же	-	5

Ниткошвейные машины	2ПШ-4 БШП-30		То же	5	-
	НШ-2	Самонаклад- раскрыватель	Бумажная пыль	-	-
	Модель311	Швейный аппарат	То же	-	8
	Автомат БНА		То же	-	8
6.3.Участок получения корректируемых оттисков					
Электрорафический аппарат	ЭР-420К ЭР-300К2	Поверхность оттиска	Сажа газовая	-	0,0165
Установка для получения контрольного текста	ФКУ	То же	То же	-	0,00165
7.Ремонтно- механический цех. 7.1. Участок обработки валиков.					
Ванна для прмывки деталей		Поверхность ванны T=20 °C	Пары едкого натра	620	-
Токарно-винторезный станок	НМЦ-2800 1А,6А,163	Резец	Резиновая пыль	-	7·10 ⁶
8.Химикоаналитическая лаборатория. Вытяжной шкаф		Поверхность жидкости T=20 °C	Пары едкого натра	620	-

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
9. Цех изготовления форм высокой печати					
Ящик для сбора изгари		Площадь 1м ²	аэрозоли свинца	-	20
Матричный пресс	СМП-200		Пары хлористого винила	3872 3	-
			Пары хлористого водорода	-	66690
Установка для обжига копий в расплавах солей	ФОР-50М	Поверхность испарения 0.08-0.6 м	Пары солей KNO ₃	-	540
			NaNO ₃	-	719
10. Цех фотонабора.					
Устройство для получения корректурных отпечатков.	ФЛК		сажа	-	17,5
Стол радиомонтажа			пары канифоли	-	0,252
11.Производственная лаборатория.					
Вытяжной шкаф.	-	-	пары хлористого водорода	78,4 620	- -
			пары едкого натра		
12.Цех изготовления форм офсетной печати.					
Копировальная рама	ФК-16 "Виакон"	Электронная и другая аппаратура	озон		0,26

Копировальная рама	ФК-66	То же	озон		0,26
Копировально-множительная машина	М115-К		озон		0,28
			окись углерода		2970
			двуокись азота		1220
То же	Бузард		озон		0,34
Станок для проявления диазобумаги	УПД	при T=20°C C=10%	пары аммиака	3500 0	
12.1. Поточная линия проявления форм	ВПП-120		Хромовой ангидрид озон	211,6 8 -	- 0,89

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
12.2. Поточная линия изготовления форм а) секция травления	ФПТ-120	-	пары МС	460	
			H ₂ PO ₄	486	
			Na ₃ PO ₄	280	
б) секция раздубливания			пары NaOH	130	
			Ka ₂ MnO ₄	122	

в) секция обработки пробелов			аммоний щавелевый кислый	159	
			щавелевая кислота	268	
			ортофосфорная кислота	246	
			перекись водорода	709	
12.3.Поточная линия нанесения защитного слоя	ФПН-120		аэрозоль декстрина	3	
а) секция нанесения коллоида					
б) секция сушки			то же	2,5	
раковина - мойка	РЦ-1		пары: ортофосфорной кислоты	246	
			щавелекислого аммония	159	
раковина- мойка	РЦ-1		пары: этилового спирта	2000 00	
			диметилформамида	242	
Реактор для изготовления травящего р-ра	РСЭрНО, 16-1		пары: ортофосфорной кислоты	1,7	
Реактор для изготовления раздубливающего р-ра	РСЭрНО, 0.16-1		пары: едкого натра	130	

Реактор приготовления очищающего р-ра	для	То же		Пары:	159	
				щавелево-кислый аммоний		
				щавелевая кислота	268	

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
Шкаф вытяжной			Пары:	73,4	
			хлористого водорода		
			едкого натра	620	
13. Трафаретная печать. Офсетная и высокая печать. Автоматическая машина для трафаретной печати.	-	-	Пары этилцеллозу льва	1274	-
Печатные многокрасочные машины	ПОЛ-70		Противоотмарочный порошок	6,2	
Ролевая офсетная машина	2ПОК-84-П Л-01		Бумажная пыль		10
14. Брошюровочно-переплетный цех.					
Машина для швейного скрепления книг.	“Соло” “Пони 3020”		Пары: глицеринового эфира канифоли	1012 5	

			парафина	2152 7	
Бачок для разогрева термокля к машине.			Пары: глицериново о эфира канифоли	1988	
			парафина	4227	
Агрегат бесшвейного крепления блоков	Норм-Биндер		Пары: глицериново о эфира канифоли	1012 5	
			парафина	2152 7	
Лакировальная машина			Пары этилового спирта	4500	
Место разлива спирта и приготовления лака			Пары этилового спирта	2800 00	
Машина прессовки пленки			Пары стирола	6300 0	
			пары бутилацетата	2200 0	
			Пары толуола	1000 0	

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
			пары бутилацетат а	1000 0	

в)			Пары толуола	10000	
г)			пары формальгликоля	53000	
Пачковязальная машина	МОП		Пары полипропилена	17	
Высокочастотный пресс для изготовления переплетных крышек	ЛСП-1-4		Пары хлористого винила	38783	
			хлористого водорода	66690	
15.Оперативно-множительные службы					
Светокопировальный аппарат	2СКА-3		озон		0,248
			пары аммиака	238000	
Шкаф для хранения и проветривания светокопий			пары аммиака	11900	
Электрографический аппарат	ЭП-120М2		озон		0,223
			пары ацетона	893000	
То же	Ксерокс-3107		сажа	17,5	
			сажа	14,0	
	Ксерокс-7000		сажа	11	
	И-ВК 2000		сажа	17	

	Салон NP-500		сажа	14	
16. Микрофильмирование. Прибор обратного увеличения.	Пентакта Р-100		пары уайт-спирита	110000	
Дублирующий прибор	Докуматор - ДДВ		пары аммиака	238000	
Вытяжной шкаф	ОН-11-893/6		пары уайт-спирита	110000	
			пары аммиака	231000	

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
17. Участок изготовления шильдов. Стол со шкафным укрытием.		—	пары аммиака	893000	—
18. Ремонтно-механические мастерские. Пропиточный бак			пары этилового спирта	280000	
Стол решеточный			пары этилового спирта	280000	
Стол сварщика			Ферромарганец		0,36

19.Технологический процесс изготовления монометаллических офсетных формных пластин и печатных форм на углеродной стали					
Предварительная очистка поверхности металла			Пары бензина	1286000	
			керосина	3514	
Электрохимическое обезжиривание			Пары едкого натра	130	
Декапирование		$T_{ж}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ C=6%	Пары соляной кислоты	14,1	
		$T_{ж}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ C=8%	Аэрозоли двух-и трех валентного железа	335	
			Пары соляной кислоты	33	
			Хлористый натрий	4163	
Электрохимическое удаление шлама		$T_{ж}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ C=15%	Пары едкого натра	620	
Сушка			Силикаты натрия	198	
Нанесение светочувствительного слоя на основе ортонафтохипонизидов	ФЦВ-115М		Пары:		
			этицеллозол ь-ва	126000	

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
			диметилформамида	28000	
			ацетона	893000	
			ксилола	228	
			циклогексана	246	
			диоксана	274	
Подготовка монтажа диапозитивов		Тв=20 С Тп=-10С	Пары бензина	1286000	
			Проявление	ФМО-120	
Корректурa	ФМО-120	Тп=20С	Пары едкого натра (С=5%)	43	
			спирта	28000	
Очистка поверхности стали	ФМО-120		Аэрозоли щавелевой кислоты	190	
			Гидрофилизация и нанесение защитного коллоида	ФМО-120	
Нитрит натрия	350				
Калий железосинеродистый	73				

Сушка			Озон		0,23
20. Наборный участок					
Наборная строкотливная машина	Н-14,Н-7,Н-4		Аэрозоли свинца		5,0
Наборная строкотливная машина	Н-15,Н-11,Н-12, Н-10, 2Н-10, Н-6,Н-5		То же		5,2
Наборная строкотливная машина	Н-121,Н-122,НА-140, НА-240, Н-240, Н-244		-//-		2,8
Наборный буквоотливной автомат, монотип	МО, МО-2,МО-5		-//-		20
21. Участок верстки					
Крупнокегельная стркоотливная машина	СК-1, СК-2, СК-3		-//-		6,6
22. Участок отливки шрифта и гартоплавка					

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
Шрифтолитейная машина	НШЛ-2		-//-		7,8
Шрифтолитейная крупнокегельная машина	НШП-3 НШП-4		-//-		7,8

Автомат мелкокегельный шрифтолитейный	АМШ		-//-		7,8
Пробельно-линеечный автомат					
АПП			-//-		6,5
эльрод			-//-		5,9
Полуавтомат для литья слитков с изложницами	2СЛВ-2 СЛВ		Аэрозоли свинца		120,0
Гартоплавильный котел емкостью 1-1.5 т			То же		162,8
Гартоплавильная установка, емкость котла 50 кг	МГУ-1		-//-		22,4
Гартоплавильная установка, емкость котла 100 кг	СЛВ-100		-//-		43,1
Ящик для сбора изгара			-//-		20,0
23. Участок отливки гартовых стереотипов					
Стереотипный круглоотливной автомат	ЗОГА, ЧОГА		-//-		191,1
Стереотипный отливной полуавтомат к машине ПРГ	СЛП		-//-		450
Стереотипный отливной автомат к машине ПСН-5 и стереотипный автомат к машине ПВТ-60	СЛП-205 СЛП-263		-//-		81,0

Стереотипный отливной полуавтомат к книжно-журнальным ротационным машинам ПРК-3 и ПРК-84-4	СЛП-347		-//-		125,6
Стереотипный отливной полуавтомат к книжно-журнальной ротационной машине ПРК-2М	СЛП-385		-//-		120,2

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
Стереотипный отливной полуавтомат к газетно-журнальной ротационной машине ПВТ (взамен ГПО)	СЛП-372		-//-		81,0
Стереотипный отливной полуавтомат к листовой ротационной машине НВП-84	СЛП-350		-//-		102,6
Стереотипный отливной полуавтомат к листовой ротационной машине ПВЛ-70-2	СЛП-310		-//-		120,6
Стереотипный отливной полуавтомат к листовой ротационной машине ПРЛ-4 (взамен СЛК-4)	СЛП-450		Аэрозоли свинца		109,9
Станок ручной для отливки стереотипов	2СЛР		То же		152,5
Полуавтомат для отливки плоских стереотипов	СЛХ-2		-//-		61,3

Полуавтомат для отливки стереотипов к книжно-журнальным ротационным машинам	ПРК-3 ПВК-84-4 ПРК-2		-//-		102.6
24. Участок очистки матриц и магазинов					
Чистка магазинов (рабочий стол)			бензин		7000
Чистка матриц:					
а)вручную тринатрийфосфатом (рабочий стол, ванна, раковина, мойка)			аэрозоль тринатрифосфата		2000
б) вручную бензином (рабочий стол, ванна, раковина, мойка)			пары бензина		30000
Чистка шрифтомасс (вытяжной шкаф, пылесос)			пыль свинца		0,3
25. Участок матрицирования					
Матричный пресс	МП-400				
Матричный пресс	МП-150				

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
Матричный пресс			Хлористый водород		2400
			Хлористый винил		4200

Нагревательное устройство к прессу СМП-200			Хлористый водород Хлористый винил	2000 15000
26. Копировальный участок Осветительная установка для освещения копировальных рам форматом до 66*73 см	РСК-7		Озон, тепло	3,26
Осветительная установка к копировальной раме ФКР-115	2РСК-6		То же	4,44
27. Участок травления клише Машина однопроцентного травления, емкость до 120 л	ФТЭ-50Н		оксиды азота	420·10 ³
Машина кислотного травления , емкость ванны 45 л	ФТК-50		Оксиды азота Хлористый водород	300·10 ³ 3·10 ³
28. Участок никелирования стереотипов и клише				
Гальванованна электрохимического обезжиривания стереотипов			Аэрозоли едкого натра едкого калия	13000 9000
Гальванованна электрохимического обезжиривания стереотипов			Водород Кислород	390 378

Гальванованна электрохимического травления стереотипов Хромирование клише			Диоксид азота		500
			Водород		1,5
			Пары соляной кислоты		100
			Хромовый ангидрид		27000

Продолжение таблицы 18.1

1	2	3	4	5	6
29. Участок изготовления гальваностереотипов Гальванованна. Получение медного гальваноотложения Гальванованна. Осаждение на поверхность медного гальваноотложения сплава свинец-олово			Пары серной кислоты		18000
			Водород		60
			Пары оловофеносульфонового		1100
			Пары свинцафеносульфонового		900
30. Участки подготовки основы, подготовки композиции, изготовления и отделки форм					

Раковина-мойка для подготовки стекол (или стальной пластины)			Пары аммиака	3
Гальванован-на никелирования стереотипов			Пары серной кислоты	17600
			Водород	520
Рабочий стол для протирки лицевой стороны клише бензином			Пары бензина	7000
Емкость для снятия эмали с поверхности клише раствором щелочи			Аэрозоли едкого натра	120000
			едкого калия	168000
Раковина-мойка для обезжиривания щелочью в смеси с аслом			Аэрозоли едкого натра	3900
Ванна для декапирования клише			Пары серной кислоты	700
Гальванованна никелирования клише			То же	7000
31. Участок хромирования стереотипов и клише ¹				
Гальванован-на хромирования стереотипов			Хромовый ангидрид	27000
			Водород	810

$T_{ж}$ - температура жидкости;

$T_{п}$ - температура поверхности жидкости;

\wedge - выделяются в результате травления, в воздушную среду попадает около 5%.

РАБОТА №19. Расчет выбросов загрязняющих веществ предприятиями промышленности строительных материалов.

Основными вредными веществами, поступающими от неорганизованных стационарных источников загрязнения окружающей среды в промышленности строительных материалов являются пылевывбросы и газообразные компоненты (CO, SO_x, NO_x и др.), выделяющиеся при работе карьерного транспорта, буровых и взрывных работах.

В промышленности строительных материалов источниками неорганизованных выбросов являются узлы пересыпки материалов, перевалочные работы на складе, хранилища пылящих материалов, узлы загрузки продукции в неспециализированный транспорт навалом; хвостохранилища, карьерный транспорт и механизмы, дороги с покрытиями и без покрытия, погрузочно-разгрузочные работы, бурение шурфов и скважин, взрывные работы.

Расчет пылевывделений при пересыпке и при статическом хранении пылящих материалов приведен в разделе 8. При работе экскаваторов пыль выделяется, главным образом, при погрузке материалов в автосамосвалы. Объем пылевывделения в данном случае определяется по формулам 8.1, 8.2 раздела 8.

19.1. Карьеры

Карьеры можно рассматривать как единые источники равномерно распределенных по площади выбросов от автотранспортных, выемочно-погрузочных, буровых и взрывных работ.

19.1.1. Выбросы пыли при автотранспортных работах

Движение автотранспорта в карьерах обуславливает выделение пыли, а также газов от двигателей внутреннего сгорания. Пыль выделяется в результате взаимодействия колес с полотном дороги и сдува ее с поверхности материала, груженного в кузов машины.

Общее количес

тво пыли (г/с), выделяемое автотранспортом в пределах карьера, можно характеризовать следующим уравнением:

$$M = (C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot K_5 \cdot N \cdot L \cdot C_7 \cdot q_1) / 3600 + C_4 \cdot C_5 \cdot K_5 \cdot q_2 \cdot F_0 \cdot n ,$$

(19.1)

где C_1 - коэффициент, учитывающий среднюю грузоподъемность единицы автотранспорта и принимается в соответствии с табл. 19.1; C_2 - коэффициент, учитывающий среднюю скорость передвижения транспорта в карьере и принимаемый в соответствии с табл. 19.2. Средняя скорость транспортирования (км/ч) определяется по формуле:

$$V = (N \cdot L) / n, (19.2)$$

C_3 - коэффициент, учитывающий состояние дорог и принимаемый в соответствии с табл. 19.3; C_4 - коэффициент, учитывающий профиль поверхности материала на платформе и определяемый как отношение фактической поверхности материала с учетом рельефа его сечения к площади платформы. Значение C_4 колеблется в пределах 1,3 - 1,6 в зависимости от крупности материала и степени заполнения платформы; C_5 - коэффициент, учитывающий скорость обдува материала, которая определяется как геометрическая сумма скорости ветра и обратного вектора средней скорости движения транспорта. Значение коэффициента приведено в табл. 19.4; K_5 - коэффициент, учитывающий влажность поверхностного слоя материала. Принимается по табл. 19.4; N - число ходок (туда и обратно) всего транспорта в час; L - средняя протяженность одной ходки в пределах карьера, км; q_1 - пылевыделение в атмосферу на 1 км пробега при принимается равным 1450 г; q_2 - пылевыделение с единицы фактической поверхности материала на платформе, г/(м² с). Определяется по табл. 19.5; F_0 - средняя площадь платформы, м²; n - число автомашин работающих в карьере; C_7 - коэффициент, учитывающий долю пыли, уносимой в атмосферу, равный 0,01.

Таблица 19.1

Зависимость C_1 от средней грузоподъемности автотранспорта

Средняя грузоподъемность, т	C_1
5	0,8
10	1,0
15	1,3
20	1,6
25	1,9

30	2,5
40	3,0

Таблица 19.2

Зависимость C_2 от средней скорости транспортирования

Средняя скорость транспортирования, км/ч	C_2
5	0,6
10	1,0
20	2,0
30	3,5

Таблица 19.3

Зависимость C_3 от состояния дорог

Состояние карьерных дорог	C_3
Дорога без покрытия (грунтовая)	1,0
Дорога с щебеночным покрытием	0,5
Дорога с щебеночным покрытием, обработанная раствором хлористого кальция, ССБ, битумной эмульсией	0,1

Таблица 19.4

Зависимость C_5 от скорости обдува кузова

Скорость обдува, м/с	C_5
до 2	1,0
5	1,2
10	1,5

Таблица 19.5

Пылевыведение с единицы фактической поверхности материала

Складируемый материал	q_2 , г/(м ² с)
Клинкер, шлак	0,002
Щебенка, песок, кварц	0,002
Мегрель, известняк, огарки, цемент	0,003
Сухие глинистые материалы	0,004
Хвосты асбестовых фабрик, песчаник, известь	0,005
Уголь, гипс, мел	0,005

19.1.2. Выбросы токсичных газов при работе карьерных машин

Расход топлива в кг/ч на одну л. с. мощности составляет ориентировочно для карбюраторных двигателей 0,4 кг/(л.с. ч) и для дизельных двигателей - 0,25 кг/(л.с. ч). Более точные данные необходимо брать по техническим характеристикам. Количество токсичных веществ в выхлопных газах автомобилей можно рассчитать используя коэффициенты эмиссии, приведенные в табл. 19.6.

Таблица 19.6

Выбросы вредных веществ при сгорании топлива

Наименование вещества	Выбросы вредных веществ двигателями, т/т	
	карбюраторными	Дизельными
Оксид углерода	0,6	0,1
Углеводороды	0,1	0,03
Диоксид азота	0,04	0,04
Сажа	$0,58 \cdot 10^{-3}$	$15,5 \cdot 10^{-3}$
1	2	3
Диоксид серы	0,002	0,02
Свинец	0,3	-
Бенз/а/пирен	$0,23 \cdot 10^{-6}$	$0,32 \cdot 10^{-6}$

Количество вредных веществ, поступающих в атмосферу, определяют путем умножения величины расхода топлива в тоннах на соответствующие коэффициенты. Данные по расходу топлива для некоторых автомашин приведены в табл. 19.7.

Таблица 19.7

Расход топлива различными транспортными средствами

Марка автомашины	Вид топлива	Расход топлива, т/ч
КАМАЗ-511	Дизельное	0,013

КРАЗ-256 Б-1	Дизельное	0,019
ЗИЛ ММЗ-555	Бензин	0,014

19.1.3. Выбросы при буровых работах

Для расчета количества пыли (т/год), выбрасываемого в атмосферу при бурении используют формулу:

$$M_s = 0,758 d^2 v_b \rho T b k_1 (1 - \eta), \quad (19.3)$$

где d - диаметр буримых скважин, м; v_b - скорость бурения, м/ч; ρ - плотность породы, т/м³; T - годовое количество рабочих часов, ч/год; b - содержание пылевой фракции в буровой мелочи (принимается равным 0,1); k_1 - доля пыли, переходящая в аэрозоль (принимается равной 0,02); η - эффективность систем пылеочистки, в долях единицы.

Максимально разовый выброс пыли при работе буровых станков определяется по формуле:

$$M_s = 0,758 d^2 v_b \rho T b k_1 (1 - \eta) 10^6 / 3600, \quad (19.4)$$

19.1.4. Выбросы при взрывных работах

Загрязнение атмосферного воздуха при взрывных работах происходит за счет выделения вредных веществ из пылегазового облака и выделения газов из взорванной горной массы.

Взрывные работы сопровождаются массовым выделением пыли, Большая мощность пылевыведения обуславливает кратковременное загрязнение атмосферы, в сотни раз превышающее ПДК.

Расчет количества вредных веществ (т), выбрасываемых с пылегазовым облаком за пределы разреза при производстве одного взрыва, определяется по формуле:

$$M_s = K q_i A (1 - \eta), \quad (19.5)$$

где K - безразмерный коэффициент, учитывающий гравитационное оседание вредных веществ в пределах разреза (для твердых частиц принимается равным 0,16; для газов - 1,0) q_i - удельное выделение вредных веществ при взрыве 1 т взрывчатых веществ, т; A - величина заряда ВВ, т; η - эффективность средств пылеподавления.

При проведении взрывных работ с применением средств пылегазоподавления могут быть приняты следующие значения η :

при гидрозабойке скважин $\eta = 0,6$ для твердых частиц и $\eta = 0,85$ для газов;

при гидrogелевой забойке - соответственно 0,50 и 0,85;

для обводненных скважин $\eta = 0,5$ для твердых частиц.

Для определения значений q_i предварительно рассчитывают удельный расход ВВ на 1 м³ взорванной массы по формуле:

$$\Delta = 1000 A / V_{Г.М.}, \quad (19.6)$$

где $V_{Г.М.}$ - объем взорванной горной массы, м³ (принимается по данным маркшейдерской службы).

Значения q_i твердых частиц и оксида углерода для различных видов ВВ с учетом их удельного расхода приведены в табл. 19.8, 19.9, Для оксидов азота q_i принимается равным 0,0025 т/т.

При использовании одновременно нескольких видов ВВ расчет количества вредных веществ (т), выбрасываемых с пылегазовым облаком за пределы разреза при производстве одного взрыва, производится по формуле:

$$M_{\varepsilon} = K (q_{i1} A_1 + q_{i2} A_2 + \dots + q_{in} A_n)(1 - \eta), \quad (19.7)$$

Количество выделяющегося из горной массы после взрыва оксида углерода следует принимать равным 50% о его выброса с пылегазовым облаком:

$$M_{ГМ}^{CO} = 0,5M_B^{CO}, \quad (19.8)$$

Количество выделяющихся из горной массы после взрыва твердых частиц и оксидов азота принимается равным 0.

Для укрупненных расчетов валовых выбросов при планировании количество выбрасываемых вредных веществ определяется с учетом приведения взрывчатых веществ к граммониту 79/21 по формуле:

$$M_{\varepsilon} = a K q'_i A_{Г} (1 - \eta), \quad (19.9)$$

где a - безразмерный коэффициент, учитывающий выделение вредных веществ из взорванной горной массы (для оксида углерода принимается равным 1,5; для твердых частиц и оксидов азота - 1); q'_i - удельное выделение вредных веществ при взрыве 1т граммонита 79/21,

т/т (принимается в соответствии с данными табл. 19.8); A_T - общий расход взрывчатых веществ, т/год.

Для определения q'_i по табл. 19.8. предварительно находится удельный расход ВВ (кг/м^3), приведенных к граммониту 79/21 по формуле:

$$\Delta = 1000 (A_1 b_1 + A_2 b_2 + \dots + A_n b_n) / V_{Г.М.}, \quad (19.10)$$

где b_1, b_2, \dots, b_n - безразмерные коэффициенты, учитывающие работоспособность взрывчатых веществ (принимается в соответствии с данными табл. 19.10)

19.2. Производство строительных материалов

19.2.1. Нерудные строительные материалы

Исходной горной массой при производстве нерудных строительных материалов являются изверженные (граниты, сиениты, диориты), осадочные (известняки, доломиты, песчаники) и метаморфические (кварциты, гнейсы) породы, а так же гравий и песок. Наиболее интенсивным пылеобразованием сопровождаются процессы дробления, сортировки (грохочения) перегрузки и транспортировки

Максимально разовые выбросы пыли, удаляемые аспирационными установками, определяются по формуле:

$$G = Q \cdot C (1 - \eta \cdot A) / 3600, \quad (19.11)$$

где Q - производительность аспирационной установки, определяемая по количеству воздуха, удаляемого от технологического оборудования, $\text{м}^3/\text{ч}$ (табл. 19.11); C - концентрация пыли в отходящем воздухе, г/м^3 (табл. 19.11); η - эффективность очистной установки; A - коэффициент, учитывающий исправную работу очистных установок, определяемый по формуле:

$$A = N / N_1, \quad (19.12)$$

N - количество дней исправной работы очистных сооружений за год;
 N_1 - количество дней работы технологического оборудования за год.

Валовые выбросы пыли определяются по формуле:

$$M = Q (C \cdot n_1 + C' \cdot n_2) (1 - \eta \cdot A) 10^{-6}, \quad (19.13)$$

где C' - концентрация пыли в отходящем воздухе с учетом гидрообеспыливания, г/м^3 ; n_1 - число часов работы в году установки без применения гидрообеспыливания, ч/год; n_2 - число часов работы в году установки с применением гидрообеспыливания, ч/год.

Таблица 19.8

**Удельное выделение твердых частиц на 1 т ВВ при
взрывных работах**

Удельный расход ВВ, кг/м ³	Удельное выделение твердых частиц для различных ВВ, т/т							
	Граммони т 79/21 Аммонит №6ЖВ	Игданит Гранулит М	Граммони т	Граммони т	Гранулото л	Граммона л А-45	Граммона л А-8	Гранулит АС-8
0,05	0,148	0,151	0,155	0,148	0,153	0,143	0,143	0,145
0,10	0,088	0,092	0,096	0,088	0,094	0,082	0,082	0,084
0,15	0,069	0,074	0,079	0,069	0,076	0,062	0,062	0,065
0,20	0,061	0,067	0,073	0,062	0,070	0,053	0,054	0,057
0,25	0,058	0,065	0,072	0,058	0,069	0,049	0,049	0,063
0,30	0,057	0,065	0,074	0,058	0,070	0,046	0,047	0,051
0,35	0,058	0,068	0,079	0,059	0,074	0,045	0,046	0,051
0,40	0,060	0,072	0,085	0,061	0,079	0,045	0,046	0,052
0,45	0,063	0,077	0,094	0,064	0,086	0,046	0,047	0,054
0,50	0,067	0,084	0,104	0,069	0,094	0,047	0,048	0,056
0,55	0,072	0,092	0,117	0,074	0,105	0,049	0,050	0,059
0,60	0,079	0,102	0,133	0,080	0,118	0,052	0,052	0,063
0,65	0,086	0,114	0,152	0,088	0,133	0,054	0,056	0,068
0,70	0,094	0,128	0,174	0,097	0,151	0,058	0,059	0,073

0,75	0,104	0,145	0,201	0,107	0,173	0,061	0,063	0,079
0,80	0,116	0,164	0,233	0,119	0,198	0,066	0,068	0,086
0,85	0,129	0,187	0,272	0,133	0,229	0,071	0,073	0,094
0,90	0,144	0,214	0,317	0,149	0,264	0,076	0,079	0,103
0,95	0,162	0,245	0,372	0,167	0,307	0,083	0,085	0,114
1,00	0,182	0,282	0,436	0,188	0,357	0,090	0,093	0,125

Таблица 19.9

**Удельное выделение оксида углерода на 1т ВВ
при взрывных работах**

Удельный расход ВВ, кг/м ³	Удельное выделение оксида углерода для различных ВВ, т/т			
	Граммонит 79/21	Граммонит 30/70	Игданит	Прочие
0,05	0,104	0,040	0,009	0,037
0,10	0,076	0,037	0,007	0,032
0,15	0,056	0,034	0,006	0,028
0,20	0,040	0,032	0,005	0,024
0,25	0,030	0,029	0,004	0,021
0,30	0,022	0,027	0,004	0,018
0,35	0,016	0,025	0,003	0,016
0,40	0,012	0,023	0,002	0,014
0,45	0,008	0,021	0,002	0,012
0,50	0,006	0,020	0,002	0,010
0,55	0,004	0,018	0,001	0,009
0,60	0,003	0,017	0,001	0,008
0,65	0,002	0,015	0,001	0,007
0,70	0,001	0,014	0,001	0,006
0,75	0,001	0,013	0,001	0,005

0,80	0,001	0,012	0,001	0,005
0,85	0,001	0,011	0,001	0,004
0,90	0,001	0,010	0,001	0,003
0,95	0,001	0,010	0,001	0,003
1,00	0,001	0,009	0,001	0,003

Таблица 19.10

Значение переводного коэффициента для различных ВВ

ВВ	В
Граммонал А-45	0,79
Граммонал А-8	0,80
Гранулит АС-8	0,89
Аммонал водостойчивый	0,90
Гранулит АС-4	0,98
Аммонит №6ЖВ	1,00
Граммонит 79/21	1,00
Граммонит 50/50-В	1,01
Граммонал А-50	1,08
Гранулит М	1,13

Игданит	1,13
Гранулотол	1,20
Граммонит 30/70-В	1,26

Таблица 19.11

Параметры воздуха, удаляемого от технологического оборудования щебеночных заводов

Наименование технологического процесса	Наименование источника выделения	Параметры аспирационного воздуха		
		Количество аспирацион- ного воздуха, м ³ /ч	Концентрация пыли, г/м ³ , при переработке пород без гидропылеподавления	
			извержен- ных, метаморфи- ческих	Осадочных
1	2	3	4	5
Первичное (грубое) дробление	Дробилки щековые: С-644			
	- узел загрузки	1000	0,8-1,0	1,0-1,5
	- узел выгрузки	5000	5,0	7,0
	СМ-741			
	- узел загрузки	1560-2000	-//-	-//-
	- узел выгрузки	5700-6000		
	ЩКД-9×12 (СМД 111,			

	900×1200×130)			
	- узел загрузки	2000	0,5	0,8
	- узел выгрузки	5000-10000	5,0	7,0
	ЩҚД-12×15 (1200×1500×150)			
	- узел загрузки	3500-4250	0,4	0,8
	- узел выгрузки	7500-10000	5,0	7,0
	ЩҚД-15×21 (1500×2100×180)			
	- узел загрузки	-	-	-
	- узел выгрузки	20000	4,0	-
	Роторные дробилки: СМД-86 (1000×900)			
	- узел выгрузки	6600	-	25,0
	СМД-95А (1250×1100)			
	- узел выгрузки	7900	-	25,0
	СМД-87 (С-790А) 1600×1450			
	- узел выгрузки	9000	-	25,0
Среднее и мелкое дробление	Конусные дробилки среднего дробления: КСД-1200			
	- узел загрузки	800	0,4	0,6
	- узел выгрузки	5200	10,0	15,0
	КСД-1750 (КСД-1750Б, КСД-			

1	1750П)			
	2	3	4	5
	- узел загрузки	1500-2700	1,5	3,0
	- узел выгрузки	7500-9000	15,0	20,0
	КСД-2200 Гр (КСД-220Б)			
	- узел загрузки	2100-4200	0,25-1,5	0,5-3,0
- узел выгрузки	8900-9700	20,0	25,0	
Среднее и мелкое дробление	Конусные дробилки мелкого дробления КМД-12000			
	- узел загрузки	-	-	-
	- узел выгрузки	5000	15	18
	КМД-1750 (КМД-1750Б, КМД-1750Т)			
	- узел загрузки	1100-3000	2,0	3,5
	- узел выгрузки	5900-8700	15-20	20-30
	КМД-2200 (КМД-2200Т, КМД-2200Гр)			
	- узел загрузки	2600-3700	0,25-1,5	2,0-3,5
	- узел выгрузки	7000-10100	20-25	30-40
	Роторные дробилки СМД-94 (среднее дробление)			
- узел выгрузки	9700	-	30-40	

	СМД-75 (мелкое дробление) - узел выгрузки	8700	-	30-50	
Сортировка	Грохот колосниковый инерционный ГИТ-41 (1500×3000) перед щековой дробилкой	3100	0,5-1,5	3,5	
	Грохот инерционный ГИТ-52Н (ГИТ-52) перед конусными дробилками КСД	1200-1500	8	10	
	Грохоты инерционные наклонные: ГИС-52 - предварительная сортировка	3900	-	10	
	ГИС-62 перед конусными дробилками КМД	4150	12	15	
	ГИС-62 загружаемый вибропитателем	3500	8	10	
	ГИС-62 сортировка, верхний ярус ГИС-62 сортировка, нижний ярус	3500-5000 1800-2000	12 8	15 10	
Транспорт	Узлы перегрузок:				
1	Материалов - с грохота ГИТ-52Н на ленточный конвейер (h = 1,8 м)	3600	5,0	7,0	
		2	3	4	5
	- с грохота ГИС-62 на ленточный конвейер (h до 1,5 м и фр. 20-40 мм)	1500-1800	3,0	5,0	
	-/- фр. 10-20 мм	2000-4000	5,0	7,0	

	-//- фр. 5-10 мм	2000-3700	5,0	7,0
	- с грохота ГИТ-52 на ленточный конвейер фр. 0-10 (20) мм	1000	5,0	7,0
Транспорт материалов	- с грохота ГИС-62 на ленточный конвейер фр. 40-90 мм	3000-4000	3,0	5,0
	фр. 20-40 мм	3000-4300	3,0	5,0
	фр, 0-20 мм	1500	7,0	10,0
	- с грохота ГИС-62 на ленточный конвейер фр. 40-70 мм	2800-3500	-	12,0
	фр. 20-40 мм	2200-2900	-	15,0
	фр, 0-10 мм	2500	-	15,0
	- с ленточного конвейера на ленточный конвейер (B = 800)			
	фр. 20-40 (40-70) мм	4000	5,0	7,0
	фр, 10-20 мм	3700	5,0	7,0
	фр. 5-10 мм	3700	6,0	8,0
фр, 0-10 мм	2000-3000	7,0	10,0	
	- с ленточного конвейера на ленточный конвейер (B=1200) в конусе сортировки (Q=800 т/ч)	8000-10000	7,0	10,0
	- с ленточного конвейера на ленточный конвейер промежуточного склада	4000-6700	0,5	0,75
	- с вибропитателя на ленточный конвейер	4000	1,0	1,2

	(подштабельные галереи)			
	- просыпи с пластинчатого питателя на ленточный конвейер	1700-2000	1,0-1,5	2,0-3,0
	- с ленточного конвейера в бункер конусной дробилки	2500-3300	3,5	5,0
	- с ленточного конвейера в бункер грохотов корпуса сортировки	4450-8000	3,5	5,0

Примечание: Концентрация пыли с учетом гидроподавления сокращается в 2 раза.

19.2.2. Железобетонные изделия

Основные источники выделения загрязняющих веществ при производстве железобетонных изделий приведены в табл. 19.12.

Расчет пылевыведений от складов и постов разгрузки железнодорожных вагонов рекомендуется проводить по формулам раздела 8.

Количество пыли (кг/ч), выделяющейся при перекачивании цемента пневмотранспортом, рассчитывается по упрощенной формуле:

$$P_{\Gamma} = V_{\Gamma} \cdot C \cdot 10^{-3}, \quad (19.14)$$

где V_{Γ} - средний выход загрязненного газа, м³/ч; C - средняя концентрация цемента в потоке загрязненного газа, г/м³.

Усредненная концентрация пыли у источника выделения при перекачивании цемента пневмотранспортом составляет 8,2 г/м³; количество пыли, выделяющейся при подаче цемента пневмотранспортом, - 9,5 кг/ч; удельное пылевыведение - 0,8 кг/т.

Количество пыли, выделяющейся при работе дозаторных устройств и бетоносмесителей, определяется по формуле (19.11). Усредненная концентрация пыли в газовой смеси составляет 3,2 г/м³; количество пыли, выделяющейся при работе дозаторного устройства и бетоносмесителя, - 3,5 кг/ч; удельное пылевыведение - 1,33 кг/т.

Показатели выделения пыли для основных переделов производства приведены в табл. 19.13.

Таблица 19.12

**Основные источники выделения и выбросов загрязняющих веществ
при производстве железобетонных изделий**

Цех, участок	Источники выделения	Источники выброса
Склад хранения цемента	Посты разгрузки железнодорожных вагонов	Неорганизованные
	Загрузка цемента в емкости (пневмотранспорт)	Выхлопные трубы пылеуловителей
Склад хранения инертных материалов	Посты разгрузки железнодорожных вагонов	Неорганизованные
	Транспортеры инертных материалов	Выхлопные трубы пылеуловителей
Бетоносмесительный узел	Расходные бункера	То же
	Бетоносмесители	-//-
Участок приготовления смазки	Емкости для хранения смазочных материалов	Неорганизованные
	Пост смешения и подогрева смазки	То же
1	2	3
Арматурный	Правильно-отрезные станки	Выхлопные трубы пылеуловителей
	Посты ручной и полуавтоматической сварки	То же
	Оцинковка закладных деталей	-//-

Таблица 19.13

Усредненные показатели выделения пыли для основных технологических переделов при производстве железобетонных изделий

Источник выделения вещества	Вещество	Концентрация пыли в газах до очистки, г/м ³	Количество выделяющейся пыли, г/с	Удельное пылевыведение, кг/т
Посты выгрузки Вагонов	Цементная пыль		2,3	0,08
	Щебень		2,7	0,11
	Песок		0,5	0,03
Пневмотранспорт, Склады, хранилища	Цементная пыль	8,2	2,6	0,80
	Щебень		14,0	
	Песок		1,3	
Дозаторы, бетоно-смесители	Цементная пыль, пыль инертных материалов	3,2	1,0	1,33

19.2.3. Керамзит

Основными источниками выделения пыли при производстве керамзита являются печи обжига керамзита, сушильные камеры и посты загрузки транспортных средств.

Количество пыли, выделяющейся при погрузке керамзита в транспортные средства, рассчитываются по формулам раздела 8.

Усредненные показатели выделения загрязняющих веществ при производстве керамзита приведены в табл. 19.14.

Таблица 19.14

*Усредненные показатели выделения загрязняющих веществ
при производстве керамзита*

Источник выделения	Загрязняющее вещество и используемое топливо	Количество загрязняющего вещества, г/с	Удельное пылевыведение кг/м ³ керамзита
Печь обжига керамзита	Керамзитовая пыль (газ, мазут)	40,00	7,30
	Оксиды азота		
	газ	2,40	0,50
	мазут	0,16	0,10
	Оксид углерода		
	газ	0,80	0,40
мазут	1,35	0,38	
	Сернистый ангидрид (мазут)	0,64	0,16
Пост погрузки керамзита	Керамзитовая пыль	9,7	0,7

РАБОТА №20. Расчет выбросов загрязняющих веществ при производстве мебели, фанеры и древесно-стружечных плит.

20.1 Деревообрабатывающее производство

Механическая обработка древесины связана с выделением загрязняющих веществ (древесная пыль, опилки, стружка). В лесопильных цехах при распиловке лесоматериалов хвойных и лиственных пород образуется кора, горбыль, опилки.

В деревообрабатывающих цехах в процессах раскроя пиломатериалов на заготовки и рейки, в цехах по изготовлению оконных и дверных блоков, дверей, досок пола, паркета, плинтусов, заготовок мебели, товаров культбыта, тары и др. выделяется древесная пыль. Источниками выделения древесной пыли являются циркульные пилы, станки фуговальные, рейсмусовые, сверлильные, фрезерные, строгальные, шипорезные и др. оборудование (табл.20.1). При производстве этих операций образуется пыль различной крупности. Содержание пыли в отходах при различных технологических процессах обработки древесины приведено в табл.20.2.

Источниками выбросов древесной пыли в атмосферу являются трубы пылеулавливающих сооружений.

Количество пыли (т/год), поступающей в пылеулавливающее сооружение, определяется по формуле:

$$M_{oi} = K_o T q_i k_3 10^{-3}, \quad (20.1)$$

где T - годовой фонд рабочего времени, ч/год; K_o - коэффициент эффективности местных отсосов ($K_o=0.7...0,9$ [2]); q - удельный показатель пылеобразования на единицу оборудования (кг/ч), по таблице 20.1 (графа 3); k_3 - коэффициент нестационарности выделения вредных веществ

$$k_3 = t / T,$$

t - время работы технологического оборудования, за которое происходит выделение вредных веществ, ч., определяется расчетным методом или путем фотографирования времени техпроцесса.

Количество i -го вредного вещества (г/с), отходящего от отдельного источника выделения определяется по формуле:

$$G_{oi} = K_o q_i k_3 / 3600, \quad (20.2)$$

Если непрерывное время работы технологического оборудования, за которое происходит выделение вредных веществ превышает 20 мин., то в формуле 2 $k_3=1$.

Количество i -го вредного вещества (т/год), выбрасываемого в атмосферный воздух, определяется по формулам 1.5-1.7.

Степень очистки газопылеулавливающего оборудования рекомендуется принимать по результатам измерений не свыше годичной давности. Ориентировочные значения эффективности аппаратов пылегазоочистки применяемых в деревообрабатывающей промышленности приведены в табл. 20.3.

Таблица 20.1

Пылеобразование при механической обработке древесины

Наименование оборудования	Вид отходов	Максимальный мгновенный выход (кг/час) пыли (200 мкм и менее)	Минимальный объем отсасываемого воздуха (м ³ /час)	Примечание
1	2	3	4	5
Станок круглопильный универсальный Ц6-2	пыль	3,133	840	
Станок фрезерный одношпиндельный				
Ф-4	пыль	1,352	1350	
Ф-5	-//-	1,352	1500	
Ф-6	-//-	1,352	1350	
Станок фрезерный одношпиндельный с механической подачей ФС-1	-//-	2,288	1350	
Станок фрезерный с верхним расположением	-//-	2,113	400	

шпинделя ВФК-2				
Станок сверлильно-шлифовальный с механической подачей СВА-2, СВА-2М	пыль	2,028	100	
Станок вертикальный сверлильно-пазовальный СВП-2	пыль	2,028	150	
Сверлильно-присадочный многошпиндельный горизонтально-вертикальный СГВП-1, СГВП-1А	пыль	1,814	1000	
Станок полировальный однобарабанный	пыль, в том числе: лаковая паста полировальная текстильные волокна	0,022 0,774 0,033		
Линия крашения мебельных щитов МКП-3М. Станок для удаления пыли. Щетки	пыль древесная	0,120	3564	
Линия лакирования нитроцеллюлозными лаками. Станок для очистки пыли МЛН-1-10	пыль древесная	0,100	3887*	*общее от линии
Станок для промежуточного шлифования лаковой пленки Шл2В. Шлифовальный агрегат	пыль грунтовки	1,000	707	
Станок шлифовальный ленточный с ручным перемещением стола и утюжка ШЛПС-5П	пыль древесная	3,380	3000*	* общее от станка

Станок шлифовальный ленточный с механическим перемещением стола и утюжка ШЛПС-7	пыль древесная	6,695	3000*	* общее от станка
Станок шлифовальный ленточный с конвейерной подачей и протяжным утюжком ШЛПС-10	пыль	45,045	14486*	* общее от станка
ШЛПС-9	пыль	45,045	14486*	* общее от станка
Станок кромкошлифовальный ленточный ШЛНСВ	пыль	1,430	2400*	-//-
Станок для раскроя плит с программным управлением ЦТМФ	пыль	17,225	12207*	* общее от станка
Станок форматно-обрезной трехпильный ШЗФ-1	пыль	4,745	2520*	-//-
Круглопильные станки				
ЦТЭФ	пыль	15,700	2520	
ЦКБ-4, ЦМЭ-2	пыль	15,800	860	
Ц2К12	пыль	11,800		
ЦА-2	пыль	39,700	1500	
ЦДК-4	пыль	28,100		
ЦМР-1	пыль	61,200	1900	
Универсальный круглопильный У6	пыль	8,400		
Универсальный круглопильный УП	пыль	6,300	1900	

Фуговальные механической подачей:	с			
ОФА-6	пыль	47,600		
СР-3	пыль	24,200		
СК-15, С16-4, С16-5	пыль	77,700		
С2Р6, С2Р8	пыль	112,000	2500	
С2Р12	пыль	122,500	3100	
С2Р16	пыль	139,000		
Фрезерные ФСШ-1	ФЛ, ФЛА, пыль	4,8	900	
ФА-4	пыль	8,8	1350	
ФТК	пыль	4,4		
ВФК-2	пыль	5,4	400	
СР-6	пыль	61,2		
СР-12	пыль	83,7		
СР-18	пыль	125,000		
СГ-30, С-26	пыль	150,000		
Ленточнопильные:				
ЛС-80	пыль	9,800	1150	
ЛД-140	пыль	83,500	2500	
ЛС-80-1, ЛС-40-1	пыль	12,000		

Сверлильные долбежные станки:	и			
СВПА	пыль	1,500		
2Н, 125Л	пыль	6,000		
ДМА-2	пыль	4,800		
Токарный 1Б61М, 1А61В	пыль	6,000		
Шлифовальные:				
ШлДБ	пыль	3,100		
ШлНС	пыль	2,700		
ШлСЛ	пыль	1,700		
Шл2Д	пыль	3,800		
Шл3Ц-2		26,500		
Шл3Ц13-3		45,600		
Линия облицовочных плит	раскря и пыль	МРД-1 31,98	14100	
Круглоприльный станок ЦРЛ-20 для раскря плит и листовых материалов	пыль	5,2	7750	
Линия обработки и фанерования кромок мебельных щитов				
МОК-3, МОК 3.01	пыль	104	17433	
МОК 3.02	пыль	104	17433	
Станок десятипильный	прирезной ЦМР-3 пыль	53,950	6500	

Станок односторонний фуговальный ОФ 4-1А (ножевой вал)	пыль	19,500	1500	
Станок фуговальный односторонний ОФ6-1А, фреза	пыль	27,950	1600	
Станок деревообрабатывающий комбинированный КСМ-1А, ножевой вал	пыль	27,950	11083	
Станок вертикальный сверлильно-пазовальный с механической подачей СВА-3	пыль	2,028	400	
Станок агрегатный односторонний для облицовывания кромок мебельных щитов МОК 4.10				
шлифовальная головка	пыль	1,170	2239	
сверло, нож, пила	пыль	27,950	11083	

ДСП и производство цементно-стружечных плит				
Линия распределения сырой стружки ДЛС-2	пыль	следы	4749*	* общее от линии
Устройство рассеивающее для стружки ДРФ-2 (рассеивающие вальцы)	пыль	0,360	3000*	* общее от линии

Линия для непрерывной подачи пыли и стружки в смеситель ДЛС-1	пыль	2,10	9000*	-//-
Линия распределения стружки ДЛФ-1, течка		следы	113,6	-//-
Станция чистки поддонов щетки	пыль цементного камня	500,000	17572*	-//-
Станок форматный, круги алмазные отрезные	-//-	80,000	4000*	-//-
Станция формирующая (устройство рассеивающее)	пыль	следы		
Пильный агрегат	пыль	20,300		
Зона над первым бункером	пыль	30,000		
Устройство для обдува	пыль	12,500		

Транспортер скребковый	пыль	50,000		
Дробилка:				
аспирационные отверстия	пыль	20,000		
зонТ	пыль	20,000		
Станки форматные для обработки щитов ЦФ-2М, ЦФ-2 (фреза, пила)	пыль	10,400	9888*	* общее от линии
Станок шлифовальный широколентный с конвейерной подачей 2ШлКА	шлифовальная пыль	260,000	34000*	-//-
Станок калибровочный ДКШ2	пыль	1170,000	67517*	-//-
Станок калибровочный ДКШ6	пыль	585,000	45849*	-//-
Станок круглопильный ЦА-2А (пила)	пыль	32,500	850	

Станок прирезной с гусеничной подачей ЦДК-4-2	пыль	9,7500	698	
Станок прирезной однопильный ЦДК-4-3	пыль	9,7500	1000	
Станок прирезной пятипильный ЦДК-5-2	пыль	32,500	1200	
Станок прирезной десятипильный ЦМР-2	пыль	32,500	5004	
Станок торцовочный с автоподачей ЦПА-2	пыль	7,475	840	
Станок торцовочный с прямолинейным расположением суппорта ЦПА-40	пыль	7,475	633	
Станок ленточнопильный столярный ЛС-40-01 пила	пыль	18,850	435	

Станок ленточнопильный столярный ЛС-80-6 пила	пыль	18,850	1272	
Станок фрезерный одношпиндельный шипорезной кареткой фреза ФСШ-I, ФСШ-II	пыль	2,600	1350	
Станок фрезерный карусельный ФТК-2	пыль	2,600	1000	
Станок фрезерный шлифовальный карусельный специализированный ФТК-2А	пыль	6,240	2000*	* общее от станка
Станок сверлильный пазовальный СВПГ-2, СВПГ-2В	пыль	3,250	950	
СГВП-3	пыль	3,250	513	
Для заделки сучков СВ СА-2, СВ СА-3	пыль	0,975	500	
Станок четырехсторон	пыль	18,850	3648*	* общее от станка

ний строгальный С16-1А				
С10-3	пыль	13,000	4572	
С26-2М	пыль	37,700	4104	
Станок фуговальный односторонний СФ4-1, СФА4-1	пыль	26,000	1500	
Станок фуговальный с ручной подачей СФ-6, СФ6-1, СФК6- 1, СГФ3-3	пыль	19,500	1320, 1600, 1600, 1764	для каждого станка
Станок фуговальный с ручной подачей СФМ- 1	пыль	16,250	1764	
Станок четырёхсторон ний строгальный С16-4А	пыль	18,850	5690*	* общее от станка
Станок четырёхсторон ний строгальный С16-2А	пыль	18,850	4560*	* общее от станка
Многошпиндел ьный	пыль	4,160	756	

шипорезный полуавтомат ШЛХ-2				
Станок шипорезный для ящичного типа ШЛХ-3	пыль	4,160	595	
Станок шипорезный для ящичного прямого типа ШПА-40, ШПК- 40	пыль	4,550	1907, 1270	
Станок шипорезный рамный односторонний Ш010-4	пыль	13,000	2016*	* общее от станка
Ш016-4	пыль	17,550	-//-	-//-
Станок с автоматическо й подачей Ш010-А	пыль	13,000	3332*	-//-
Станок с конвейерной подачей Ш015- А-1	пыль	17,550	3332*	-//-
Станок односторонний шипорезный Ш0-6	пыль	13,000	5735*	-//-
Станок	пыль	18,200	11668	

двухсторонний шипорезный ШД-12				
ШД-10	пыль	18,200	6042	
ШД-15	пыль	35,230	6042	
Шипорезный рамный двухсторонний ШД10-8	пыль	18,200	7200	
Станок двухсторонний шипорезный ящичный Ш2ПА-2	пыль	9,100	4562	
Станок круглопалочный КПА-20, КПА-20-1, КПА-5Ф, КПА-50-1	пыль	58,5	586, 801, 798, 848	для каждого станка
Станок шлифовальный широколенточный ШлК6, ШлК8	пыль	45,500	5087	
Станок цепнодолбежный с автоподачей ДЦА-4	пыль	4,225	500	
Станок шлифовальный	пыль	4,992	4524	

й с дисками и бабиной ШлДБ-5				
ШлДБ-4	пыль	4,160	2200	

Таблица 20.2

Содержание (K_n , %) пыли в отходах при различных технологических процессах обработки древесины [2]

Процесс	K_n	Процесс	K_n
Пиление	36,0	Получение технологической щепы	10,0
Фрезерование	12,5	Получение сырой технологической щепы	1,0
Сверление	18,0	Получение сухой стружки	25,0
Строгание	12,5		
Шлифование	90,0		

Таблица 20.3

Ориентировочная эффективность аппаратов газоочистки

Наименование пылеулавливающего оборудования	Эффективность улавливания (в долях единицы)	Способ очистки	Примечание
Циклон ЛТА	0,85-0,90	сухой	

Циклон с обратным конусом	0,70	сухой	
Циклон НИИОГАЗ ЦН-11	0,95	сухой	Рекомендованы для очистки от грубых фракций пыли.
Циклон НИИОГАЗ ЦН-15	0,7-0,9	сухой	
Циклон СИОТ	0,70	сухой	Для очистки от сухой неслипающейся волокнистой пыли
Циклон УЦ	0,8-0,9	сухой	Предназначен для неслипающихся пылей, а также смесей пылей с опилками и стружками при начальном пылесодержании выше 1000 мг/м ³
Пылеуловитель УДС-ЛИОТ	0,85-0,9	мокрый	
Фильтр воздуха мокрый ФВМ	0,95	мокрый	
Циклон с водяной пленкой ЛИОТ ЦВП	0,90-0,95	мокрый	
Циклон ЛИОТ-2	0,9	сухой	Для улавливания металлической и шлифовальной пыли.
Пылеосадительные камеры	0,40-0,50	сухой	Для предотвращения уноса частиц из камер, скорость газового потока не должна превышать 2-3 м/с
Циклон УЦ-38	0,7- 0,9	сухой	Для улавливания мелкодисперсной пыли (при шлифовании плит ДСП на калибровочно-шлифовальных станках, шлифовальных д/о станках).
Индивидуальные агрегаты типа ЗИЛ-900, АЭ-212	0,9	сухой	
Фильтры рукавные ФРО, ФРОС	0,9	сухой	

Фильтр ФРКН	0,999	сухой	Для улавливания мелкодисперсных неагрессивных и взрывоопасных пылей с медианным размером частиц 3-5 мкм.
Пылеуловитель мокрого типа модели 2400	0,99	мокрый	Для очистки от мелкодисперсной пыли, максимальная производительность по воздуху 30 м ³ /ч.
Гидрофильтры форсуночные	0,87-0,94	мокрый	Эффективность по очистке от газообразных 0,05-0,35
Гидрофильтры каскадные	0,86-0,92	мокрый	Эффективность по очистке от газообразных 0,20-0,40