

МИКРОКЛИМАТ. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ. ВЫБРОСЫ ПРОИЗВОДСТВА В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

1. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ.

Определить фактическую концентрацию пыли в воздухе и сопоставить ее с нормами ГОСТ 12.1-005-88.

Для санитарной оценки воздушной среды используются несколько видов предельно - допустимой концентрации. Это такая доза, которая не вызывает у работающего, при вдыхании в течений 8 часов, заболеваний или отклонений от нормы в состояний здоровья.

Таблица № 2 Определение предельно – допустимой концентрации (ПДК)

№ вари-анта	Объем протягиваемо-го воздуха м ³ V ₀	Вес фильтра		Объем воздуха протягиваемо-го через фильтр V _t	Барометр давления воздуха мм.рт.ст.	t в месте отбора пробы t ⁰ c
		до, P ₀	после, P ₁			
1	1	0,5	0,9	2,5	754	10
2	2	0,7	1,0	2,8	758	14
3	3	0,9	1,2	3,0	60	16
4	4	0,10	1,4	3,4	62	18
5	5	0,12	1,6	3,6	66	20
6	6	0,14	1,8	3,9	68	22
7	7	0,16	2,0	4,0	70	24
8	8	0,18	2,3	4,2	73	26
9	9	0,20	2,6	4,6	75	30
10	10	0,23	2,8	4,7	78	36

По данным (таблицы № 2) определить количество воздуха для создания нормальных условий работы.

Решение

1. Определить весовую концентрацию пыли в кг/м³.

$$C = \frac{P_1 - P_0}{V_0}, \text{ где}$$

C – весовая концентрация пыли мг/м³; P₀ и P₁ – вес фильтра до и после отбора мг; V₀ – объем воздуха, протянутого через фильтр;

2. Определить объем воздуха при нормальных условиях.

$$V_n = \frac{V_t \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) \cdot 760}, \text{ где}$$

V_t – объем воздуха протянутого через фильтр; B – барометрическое давление мм.рт.ст; t – температура воздуха в месте отбора °C.

Объяснить разницу фактической и нормативной запыленности воздуха.

2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ.

Основными вредными факторами загрязняющими окружающую среду, являются выбросы в атмосферу производственных отходов, таковыми являются пыль, газ и т.д. Для обеспечения оптимальных условий труда важной задачей является снизить эти выбросы.

Научиться определять количество выбрасываемых производственных отходов в атмосферу, определить, как зависит высота и ϕ руды на ПДК, сравнить фактические показатели с ПДК. ГОСТ 12.1.005-88.

Дано: Через вытяжную трубу высотой (H) и диаметром (D) м, выбрасывается в атмосферу вентиляционный воздух после очистки и пылеулавливания. Степень пылеулавливания (F). Объем выбрасываемого воздуха составляет (V) м³/час. Валовый выброс пыли $M = 4$ г/сек. Пыль нетоксична с ПДК $C_{\phi} = 0,15$ мг/м³. Предприятие находится в Европе с коэффициентом (A). A – коэффициент, зависящий от метеорологических условий и равен 120.

Определить величину максимального загрязнения пылью приземного слоя атмосферы и сравнить ее с ПДК (таблица № 3).

Таблица № 3

№ варианта	Высота трубы, Н	Объем выбрасыв. воздуха, V м ³ /ч	Диаметр трубы Д М	Валовый Выброс пыли, М г/с	Крупно дисперсная пыль коэффициента очистки, %
1	15	10000	0,5	2,0	40
2	20	15000	1,0	2,3	45
3	25	20000	1,3	2,5	50
4	30	25000	1,5	2,7	60
5	35	30000	1,7	3,0	75
6	40	35000	2,0	4,0	80
7	15	15000	0,7	2,2	85
8	20	20000	0,8	2,4	90
9	25	25000	1,1	2,8	92
0	30	30000	1,8	3,5	94

Решение

1. Определить скорость выбрасываемого воздуха из трубы.

$$W_0 = \frac{4V}{\pi D^2}, \text{ где}$$

V – объем выбрасываемого воздуха м³/час; π – 3,14; D – диаметр трубы.

2. Находим параметр V_m

$$V_m = 1,3 \cdot W_0 \cdot \frac{D}{H}, \text{ где}$$

V_m – объем валового выброса воздух. (Если $V_m > 2$ то при данной высоте трубы концентрация вредностей в приземном слое будет превышать ПДК. Если $V_m < 2$ м/сек. ,то необходимо сделать пересчет высоты трубы).

$$H = [A \cdot M \cdot F D / (8VC_{\text{пдк}})]^{3/4}$$

3. Определить безразмерный коэффициент n при $V_m < 0,3$ $n = 3$, а при $0,3 < V_m < 2$.

$$n = 3\sqrt{(V_m - 0,3) \cdot (4,36 - V_m)}$$

4. Определить коэффициент K зависящий от диаметра, объема, скорости выброса воздуха.

МИКРОКЛИМАТ. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ. ВЫБРОСЫ
ПРОИЗВОДСТВА В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

$$K = \frac{D}{(8V)} = \frac{1}{(7,1 \cdot \sqrt{W_0 V})}, \text{ где}$$

V – объем выброса газов в един. времени $\text{м}^3/\text{с}$.

5. Определить величину загрязнения приземного слоя атмосферы.

$$C_{am} = A \cdot M \cdot n \cdot K \cdot \frac{F}{H^{4/3}}, \text{ где}$$

M – валовый выброс пыли; n – безразмерный коэффициент; F – коэффициент зависящий от скорости оседания веществ для газообразных веществ в мелкодисперсной пыли, если $n > 90^\circ$ то $F = 2$, если $75 < n < 90^\circ$ то $F = 3$.

6. Определить общее загрязнение с учетом фоновое загрязнение.

$$C_{об} = C_{am} + C_{ф}$$

Сравнить общее загрязнение с СПДК.

Примечание: СПДК = 0,5 $\text{мг}/\text{м}^3$, м/час переводим, в м/сек.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ.

Дано: В строящемся доме, необходимо произвести покраску комнат высотой 2,8м каждая комната имеет площадь S . Покраску производят (n) маляров за время (t). Содержание летучих компонентов в краске ($B\%$). Удельный расход краски b г/м². В качестве растворителя используется ацетон. Комнаты проветривались по 10 мин через открытые форточки размером 2×0,4м.

Определить реальную концентрацию токсичных веществ в воздухе при проведении малярных работ, сравнить с предельно – допустимой концентрацией ($ПДК$) и концентрацией при нижнем пределе воспламенения ($НПВ$). Для ацетона $ПДК = 0,047$ г/м³; $НПВ = 0,95$ об % (см. таблицу № 6).

Таблица № 6

№ варианта	Площадь S м ²	Количество маляров N	Время работы t час	Содержание летучих компонентов B %	Удельный расход σ г/м ²
1	18,2	2	2	35	32
2	24,2	2	2	35	33
3	27,4	2	2	38	33,5
4	32,6	3	2,5	38	33,7
5	41,7	3	2,5	40	34,0
6	56,1	4	3,0	40	34,0
7	68,8	4	3,0	42	34,5
8	76,7	4	3,0	44	34,6
9	90,3	5	3,5	46	34,7
0	102,6	5	4,0	48	34,8

Решение

1. Вычислить производительность труда маляров.

$$П = \frac{S}{t \cdot n} \text{ м}^2/\text{г}$$

2. Определить количество выделившихся паров растворителя.

$$C = 0,01 \cdot B \cdot \delta \cdot П \cdot \eta \text{ г/г}$$

3. Рассчитать необходимый объем воздуха при покрасочных работах.

$$L_p = 1,3 \cdot C / ПДК \text{ м}^3/\text{г}$$

4. Для расчета необходимого воздуха L'_{p1} подаваемого в помещение в течений часа величину L_p необходимо умножить на коэффициент ($d=1,2$)

$$L'_{p1} = L_p \cdot d \text{ (м}^3\text{)}.$$

5. При естественном проветривании в данных условиях скорость движения воздуха $V_e = 0,4$ м/сек., тогда проветривание.

$$t_{np} = L'_{p1} / S_{\phi} \cdot V_e \text{ (час)}.$$

6. Найдем реальную концентрацию токсичных веществ в воздухе.

$$q_p = \frac{1,3 \cdot d \cdot C}{V_{\text{комнаты}}} \text{ г/м}^3$$

Дать рекомендации по обеспечению нормативных условий работы маляру.

МИКРОКЛИМАТ. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ. ВЫБРОСЫ ПРОИЗВОДСТВА В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

4. РАСЧЕТ РУКАВНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА.

Тонкая и полная очистка воздуха от пыли производится с помощью различных фильтров, устанавливаемых на пути прохождения запыленного воздуха. Фильтры разделяют на масляные воздушные, волокнистые воздушные, губчатые воздушные.

Дано: Определить очистку воздуха рукавных фильтров, если объем воздуха равен Q . Подобрать марку рукавного фильтра, определить число фильтров и их фильтрующую поверхность. Используя, задание по (таблице № 7.1) находим:

Таблица № 7.1

№ вари-анта	Удельная воздушная нагрузка на ткань $m^3/m^2 q$	Объем очищаемого воздуха $Q m^3/ч$	Рукавный фильтр
1	10	10000	ФВК – 30
2	15	15000	ФВК – 60
3	20	20000	ФВК – 90
4	25	25000	ФРМ 1 – 6
5	30	30000	ФРМ 1 – 8
6	35	35000	ФРМ 1 – 9
7	40	40000	ФВВ – 45
8	45	45000	ВФФ – 60
9	50	50000	ФВВ – 90
0	55	55000	ФТНС - 4

1. Находим необходимую величину фильтрующей поверхности $S_{об}$.

$$S_{необ} = \frac{Q}{q}, \text{ где}$$

Q – очищаемого воздуха; q – удельная воздушная нагрузка.

2. По (таблице № 7.2) определим общую и рабочую фильтрующую поверхность, а по ним найдем потребное число фильтров n .

$$n = \frac{S_{общ}}{S_{раб}}$$

Таблица № 7.2 Технические показатели рукавных фильтров

Фильтр	Поверхность фильтрации, m^2		Число элементов			Диаметр рукава: мм	Длина рукава, мм	Масса фильтра, кг
	общая	рабочая	Секций	рукавов в секций	рукавов в фильтре			
ФВК-30	30	15	2	18	36	135	2060	1053
ФВК-60	60	45	4	18	72	135	2060	1682
ФВК-90	90	75	6	18	108	135	2060	2300
ФРМ1-6	126	105	6	10	60	135	2060	5776
ФРМ1-8	168	147	8	10	80	135	2060	7147
ФРМ1-9	210	189	10	10	100	135	2060	8633
ФВВ-45	45	30	3	18	54	135	2090	1735
ФВВ-60	60	45	4	18	72	135	2090	2135
ФВВ-90	90	75	6	18	108	135	2090	2935
ФТНС-4	12	12	1	4	4	385	2500	49500
ФТНС-8	24	24	2	4	8	385	2500	990
ФТНС-12	36	36	3	4	12	385	2500	1485

3. Найдем общую фильтрующую поверхность $S_{ф}$ при n – количестве фильтров.

$$S_{ф} = n \cdot S_{необх.}$$

1. Найдем рабочую поверхность фильтров $S'_{раб}$ при полученном n .

$$S_{раб} = \frac{S_{ф}}{S_{общ}}$$

2. Определим фактическую воздушную нагрузку.

$$q_{ф} = \frac{Q}{S_{раб}}$$

Произвести сравнение рабочей и фактической фильтрующей поверхности.

МИКРОКЛИМАТ. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ. ВЫБРОСЫ ПРОИЗВОДСТВА В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

5. ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫБРОСА ОКИСИ УГЛЕРОДА, УГЛЕВОДОРОДА, ОКСИДОВ АЗОТА, СЕРЫ, САЖИ, СВИНЦА.

Научиться производить расчет загрязняющих веществ окружающей среды, помещений, населенных пунктов.

Массовый выброс (M_1) загрязняющих веществ легковыми автомобилями с определенным объемом двигателя при движении по территории населенных пунктов рассчитывается.

$$M_1 = m_1 \cdot L_1 \cdot K_1 \cdot 10^{-6} (\text{т}), \text{ где}$$

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ легковыми автомобилями по территории населенных пунктов.

Таблица № 18.1

№ вари-анта	Рабоч. объем движ. Л.	Пробеговой выброс m_1 г/км					P_B	
		CO	CH	NO ₂	C	SO ₂	A - 76	AU - 93
1	1,2	11,4	2,1	1,3	0	0,052	0,0008	0,017
2	1,4	13	2,6	1,5	0	0,076	0,011	0,025
3	1,6	13,2	2,7	1,6	0	0,077	0,012	0,026
4	1,8	13,5	2,8	1,8	0	0,078	0,013	0,027
5	2,0	14	2,8	2,0	0	0,080	0,014	0,030
6	2,2	14,1	2,9	2,1	0	0,086	0,014	0,031
7	2,4	14,2	2,92	2,2	0	0,088	0,014	0,031
8	2,6	14,3	2,93	2,3	0	0,090	0,014	0,031
9	2,8	14,4	2,94	2,4	0	0,093	0,014	0,031
0	3,0	14,5	2,96	2,7	0	0,096	0,014	0,031

Таблица № 18.2 Значения K_1 зависящий от типа населенных пунктов

№ вари-анта	Тип населенных пунктов.	Значение K_1					
		CO	CH	NO ₂	C	SO ₂	P_B
1	Город с населением 1500 тыс. чел.	1,20	1,20	1,20	0	1,40	1,40
2	10 мил. чел.	1,0	1,0	1,0	0	1,25	1,25
3	500 тыс. чел.	0,6	0,7	0,7	0	1,0	1,0
4	900 тыс. чел.	0,87	0,92	0,94	0	1,15	1,15
5	50 тыс. чел.	0,6	0,7	0,75	0	0,95	0,95
6	100 тыс. чел.	0,7	0,79	0,81	0	1,05	1,05
7	25 тыс. чел.	0,5	0,6	0,8	0	0,8	0,8
8	20 тыс. чел.	0,45	0,55	0,8	0	0,7	0,7
9	15 тыс. чел.	0,4	0,5	0,75	0	0,65	0,65
0	прочие насел.	0,41	0,59	0,6	0	1,0	1,0

Массовый выброс загрязняющих веществ легковыми автомобилями с определенным объемом двигателя в не населенных пунктов (M_2) определяется.

$$M_2 = m_2 L_2 \cdot 10^{-6} (\text{т})$$

Пробеговые выбросы загрязняющих веществ легковыми автомобилями при движении вне населенных пунктов.

МИКРОКЛИМАТ. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ. ВЫБРОСЫ
ПРОИЗВОДСТВА В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Таблица № 18.3

Рабочий объем Л.	Пробеговой выброс m_2 г/км								
	Суммарн. L пробег км/сут		CO	CH	NO ₂	C	SO ₂	P _в	
	По городу	Вне города						A - 76	AU - 93
Менее 1,3	50	30	4,8	1,2	2,3	0	0,052	0,008	0,017
1,3 – 1,8	100	50	5,5	1,5	2,7	0	0,076	0,011	0,025
1,8 – 3,5	200	100	6,0	1,6	4,0	0	0,096	0,014	0,031

Суммарный массовый выброс загрязняющего вещества легковыми автомобилями.

$$M = \sum (M_1 + M_2) \cdot K_n \text{ (т)}$$

Дано: Провести анализ выброса загрязняющих веществ легковыми автомобилями по данным (таблиц № 18.1, № 18.2, № 18.3) по территории, вне территории и в зависимости от типа населенного пункта. Подсчитать суммарный массовый выброс загрязняющих веществ легковыми автомобилями индивидуальных владельцев.

Решение

1. Определить массовый выброс при движении по территории населенного пункта (M_1).

$$M_1 = m_1 \cdot L_1 \cdot K_1 \cdot 10^{-6} \text{ (т)}, \text{ где}$$

m_1 – пробеговой выброс загрязняющих веществ легковых автомобилей с двигателем рабочего объема г/км (таблица № 18.1). L_1 – суммарный пробег легковых автомобилей по территории населенного пункта (км). K_1 – коэффициент учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении по территории населенного пункта (табл. № 18.2) зависит от типа населенного пункта.

2. Определить массовый выброс загрязняющих веществ легковыми автомобилями вне населенных пунктов (M_2).

$$M_2 = m_2 \cdot L_2 \cdot 10^{-6} \text{ (т)}, \text{ где}$$

m_2 – пробеговой выброс загрязняющего вещества легкового автомобиля (таблица № 18.3).

L_2 – суммарный пробег при движении вне населенных пунктов (км).

3. Определить массовый выброс загрязняющего вещества легковым автомобилем (M).

$$M = \sum (M_1 + M_2) \cdot K_n \cdot T, \text{ где}$$

K_n – коэффициент учитывающий влияние технического состояния автомобилей на массовый выброс i – го загрязняющего вещества ($K_{\text{тco}}=1,75$; $K_{\text{тch}}=1,48$; $K_{\text{тно}}=1,0$; $K_{\text{тso}}=1,15$; $K_{\text{тPв}}=1,15$) т.

4. Если отсутствуют данные о пробеге автомобилей в городских и загородных условиях и наличии об общем пробеге автомобилей (L), пробег L_1 и L_2 определить по формулам (индивидуальный владелец) в городах $L_1 = 0,6 \cdot L$; $L_2 = 0,4 \cdot L$ в сельской местности $L_1 = 0,3 \cdot L$; $L_2 = 0,7 \cdot L$

Легковые автомобили, принадлежащие предприятиям:

в городах $L_1 = 0,9 \cdot L$; $L_2 = 0,7 \cdot L$.

6. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВОЗДУХЕ НЕПРОМЫШЛЕННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО ВОЗДУХООБМЕНА ПРИ ОБЩЕОБМЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

При общеобменной вентиляции потребный воздухообмен определяют из условия удаления избыточной теплоты и разбавления вредных выделений свежим воздухом до допустимых концентраций [2, 3]. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны устанавливают по ГОСТ 12.1.005-88.

Расход приточного воздуха

Расход приточного воздуха, м³/ч, необходимый для отвода избыточной теплоты,

$$L_1 = \frac{Q_{\text{изб.}}}{C \rho (t_{\text{уд.}} - t_{\text{пр.}})} \quad (44)$$

где $Q_{\text{изб.}}$ — избыточное количество теплоты, кДж/ч; c — теплоемкость воздуха, Дж/(кг·К); $c = 1,2 \text{ кДж/(кг·К)}$; ρ — плотность воздуха, кг/м³; $t_{\text{уд.}}$ — температура воздуха, удаляемого из помещения, принимается равной температуре воздуха в рабочей зоне, °С; $t_{\text{пр.}}$ — температура приточного воздуха, °С.

Расчетное значение температуры приточного воздуха зависит от географического расположения предприятия; для Москвы ее принимают равной 22,3 °С.

Температуру воздуха в рабочей зоне принимают на 3...5 °С выше расчетной температуры наружного воздуха. Плотность воздуха, кг/м³, поступающего в помещение,

$$\rho = \frac{353}{273 + t_{\text{пр}}} \quad (45)$$

Избыточное количество теплоты, подлежащей удалению из производственного помещения, определяют по тепловому балансу:

$$Q_{\text{изб.}} = \sum Q_{\text{пр.}} - \sum Q_{\text{расх}} \quad (46)$$

Где $\sum Q_{\text{пр.}}$ — теплота, поступающая в помещение от различных источников, кДж/ч; $\sum Q_{\text{расх}}$ — теплота, расходуемая (теряемая) стенами здания и уходящая с нагретыми материалами, кДж/ч.

К основным источникам тепловыделений в производственных помещениях относятся:

- горячие поверхности оборудования (печи, сушильные камеры, трубопроводы и др.);
- оборудование с приводом от электродвигателей;
- солнечная радиация;
- персонал, работающий в помещении;
- различные остывающие массы (металл, вода и др.).

Поскольку перепад температур воздуха внутри и снаружи здания в теплый период года незначительный (3...5 °С), то при расчете воздухообмена по избытку тепловыделений потери теплоты через конструкции зданий можно не учитывать. При этом некоторое увеличение воздухообмена благоприятно влияет на условия труда работающих в наиболее жаркие дни теплого периода года.

С учетом изложенного формула (3) принимает следующий вид:

$$Q_{\text{изб.}} = \sum Q_{\text{пр.}} \quad (47)$$

В настоящем расчетном задании избыточное количество теплоты определяется только с учетом тепловыделений электрооборудования и работающего персонала:

$$\sum Q_{\text{пр.}} = Q_{\text{э.о.}} + Q_{\text{р}} \quad (48)$$

МИКРОКЛИМАТ. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ. ВЫБРОСЫ ПРОИЗВОДСТВА В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

где $Q_{э.о.}$ — теплота, выделяемая при работе электродвигателей оборудования, кДж/ч; Q_p — теплота, выделяемая работающим персоналом, кДж/ч.

Теплота, выделяемая электродвигателями оборудования,

$$Q_{э.о.} = 352 \beta N, \quad (49)$$

Где β — коэффициент, учитывающий загрузку оборудования, одновременность его работы, режим работы;

$\beta = 0,25 \dots 0,35$; N — общая установочная мощность электродвигателей, кВт.

Теплота, выделяемая работающим персоналом,

$$Q_p = n K_p, \quad (50)$$

где n — число работающих, чел.; K_p — теплота, выделяемая одним человеком, кДж/ч (принимается равной при легкой работе 300 кДж/ч; при работе средней тяжести 400 кДж/ч; при тяжелой работе 500 кДж/ч).

Расход приточного воздуха, м³/ч, необходимый для поддержания концентрации вредных веществ в заданных пределах,

$$L_2 = \frac{G}{q_{уд} - q_{пр}} \quad (51)$$

где G — количество выделяемых вредных веществ, мг/ч (см. таблицу); $q_{уд}$ — концентрация вредных веществ в удаляемом воздухе, которая не должна превышать предельно допустимую, мг/м³, т. е. $q_{уд} \leq q_{пдк}$; $q_{пр}$ — концентрация вредных веществ в приточном воздухе, мг/м³.

$$q_{пр} \leq 0,3 q_{пдк} \quad (52)$$

Определение потребного воздухообмена.

Для определения потребного воздухообмена L , необходимо сравнить величины L_1 и L_2 , рассчитанные по формулам (44) и (51), и выбрать наибольшую из них.

$$K = \frac{L}{V_c} \quad (53)$$

где L — потребный воздухообмен, м³/ч; V_c — внутренний свободный объем помещения, м³.

Кратность воздухообмена помещений обычно составляет от 1 до 10 (большие значения для помещений со значительными выделениями теплоты, вредных веществ или небольших по объему).

Для машино- и приборостроительных цехов рекомендуемая кратность воздухообмена составляет 1...3, для литейных, кузнечно-прессовых, термических цехов, химических производств — 3...10.

Задание:

1. Выбрать и записать в отчет исходные данные варианта .
2. Выполнить расчет по варианту .
3. Определить потребный воздухообмен.
4. Сопоставить рассчитанную кратность воздухообмена с рекомендуемой и сделать соответствующий вывод.

МИКРОКЛИМАТ. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ. ВЫБРОСЫ
ПРОИЗВОДСТВА В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Табл. 19. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе, мг/м³

Вещество	В воздухе рабочей зоны	В воздухе населенных пунктов
		Среднесуточная; воздействие 30 мин
Азота диоксид	2	0,04
Азота оксиды	5	0,06
Азотная кислота	2	0,15
Акролеин	0,2	0,03
Аллюминия оксид	6	0,04
Аммиак	20	0,04
Ацетон	200	0,35
Аэрозоль ванадия пентаоксида	0,1	0,002
Бензол	5	0,1
Винилацетат	10	0,15
Вольфрам	6	0,1
Вольфрамовый ангидрит	6	0,15
Гексан	300	-
Дихлоэтан	10	1
Кремния диоксид	1	0,06
Ксилол	50	0,2
Метанол	5	0,5
Озон	0,1	0,03
Полипропилен	10	3
Ртуть	0,01/0,005	0,0003
Серная кислота	1	0,1
Сернистый ангидрит	10	0,05
Сода кальцинированная	2	-
Соляная кислота	5	-
Толуол	50	0,6
Углерода оксид	20	3
Фенол	0,3	0,003
Формальдегид	0,5	0,003
Хлор	1	0,03
Хрома оксид	1	-
Хрома триоксид	0,01	0,0015
Цементная пыль	6	-
Этилендиамин	2	0,001
Этанол	1000	5

МИКРОКЛИМАТ. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ. ВЫБРОСЫ
ПРОИЗВОДСТВА В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Варианты заданий:

Вариант	Габаритные размеры помещения, м			Установочная мощность оборудования	Число работающих, чел.	Категория тяжести работы	Наименование вредного вещества	Количество выделяемого вредного вещества, мг/ч Фактическая концентрация мг/м ³	ПДК вредного вещества, мг/м ³ в воздухе рабочей зоны
	Длина	Ширина	высота						
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
01	86	48	6	190	100	Средней тяжести	Аммиак Азота диоксид Хрома оксид Соляная кислота Серная кислота Сернистый ангидрид	0,4 0,5 0,18 0,4 0,04 0,4	20 2 1 5 1 10
02	94	608	6	180	200	Тяжелая	Озон Азота диоксид Углерода оксид Хлор Хрома триоксид Аэрозоль ванадия пентаоксида	0,05 1 15 0,02 0,09 0,05	0,1 2 20 1 0,01 0,1
03	120	80	7	170	300	Легкая	Ацетон Углерода оксид Кремния диоксид Фенол Формальдегид Толуол	0,2 15 0,2 0,003 0,02 0,5	200 20 1 0,3 0,5 50
04	86	48	6	160	100	Средней тяжести	Азота диоксид Озон Углерода оксид Дихлорэтан Сода кальцинирован. Ртуть	5 0,001 10 5 1 0,001	2 0,1 20 10 2 0,01/0,005
05	78	50	6	150	200	Тяжелая	Аммиак Азота диоксид Хрома оксид Ксилол Ртуть Гексан	0,5 1 5 0,2 0,001 5	20 2 1 0,01/0,005 300
06	84	64	5	150	300	Легкая	Аммиак Азота диоксид Хрома оксид Соляная кислота Серная кислота Сернистый ангидрид	0,4 0,5 0,18 0,4 0,04 0,4	20 2 1 5 1 10
07	60	12	4	160	100	Средней тяжести	Озон Азота диоксид Углерода оксид Хлор Хрома триоксид Аэрозоль ванадия пентаоксида	0,05 1 15 0,02 0,09 0,05	0,1 2 20 1 0,01 0,1
08	100	48	7	170	200	Тяжелая	Ацетон Углерода оксид Кремния диоксид Фенол Формальдегид	0,2 15 0,2 0,003 0,02	200 20 1 0,3 0,5

МИКРОКЛИМАТ. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ. ВЫБРОСЫ
ПРОИЗВОДСТВА В ОКУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

							Толуол	0,5	50
09	84	64	5	180	300	Легкая	Азота диоксид Озон Углерода оксид Дихлорэтан Сода кальцинирован.	5 0,001 10 5 1	2 0,1 20 10 2
10	100	48	7	190	400	Средней тяжести	Аммиак Азота диоксид Хрома оксид Ксилол Ртуть Гексан	0,5 1 5 0,2 0,001 5	20 2 1 0,01/0,005 300 300
11	80	24	6	20	50	Тяжелая	Аммиак Азота диоксид Хрома оксид Соляная кислота Серная кислота Сернистый ангидрид	0,4 0,5 0,18 0,4 0,04 0,4	20 2 1 5 1 10
12	80	24	6	30	60	Средней тяжести	Озон Азота диоксид Углерода оксид Хлор Хрома триоксид Аэрозоль ванадия пентаоксида	0,05 1 15 0,02 0,09 0,05	0,1 2 20 1 0,01 0,1
13	80	24	6	40	70	Тяжелая	Ацетон Углерода оксид Кремния диоксид Фенол Формальдегид Толуол	0,2 15 0,2 0,003 0,02 0,5	200 20 1 0,3 0,5 50
14	80	24	6	50	80	Легкая	Азота диоксид Озон Углерода оксид Дихлорэтан Сода кальцинирован. Ртуть	5 0,001 10 5 1 0,001	2 0,1 20 10 2 0,01/0,005
15	80	24	6	60	90	Средней тяжести	Аммиак Азота диоксид Хрома оксид Ксилол Ртуть Гексан	0,5 1 5 0,2 0,001 5	20 2 1 0,01/0,005 300 300
16	80	24	6	70	100	Тяжелая	Аммиак Азота диоксид Хрома оксид Соляная кислота Серная кислота Сернистый ангидрид	0,4 0,5 0,18 0,4 0,04 0,4	20 2 1 5 1 10
17	80	24	6	80	ПО	Легкая	Озон Азота диоксид Углерода оксид Хлор Хрома триоксид Аэрозоль ванадия	0,05 1 15 0,02 0,09 0,05	0,1 2 20 1 0,01 0,1
18	80	24	6	90	120	Средней тяжести	Ацетон Углерода оксид Кремния диоксид Фенол Формальдегид Толуол	0,2 15 0,2 0,003 0,02 0,5	200 20 1 0,3 0,5 50

МИКРОКЛИМАТ. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ. ВЫБРОСЫ
ПРОИЗВОДСТВА В ОКУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

19	80	24	6	100	130	Тяжелая	Азота диоксид Озон Углерода оксид Дихлорэтан Сода кальцинирован. Ртуть	5 0,001 10 5 1 0,001	2 0,1 20 10 2 0,01/0,005
20	80	24	6	100	140	Легкая	Аммиак Азота диоксид Хрома оксид Ксилол Ртуть Гексан	0,5 1 5 0,2 0,001 5	20 2 1 0,01/0,005 300
21	60	12	4	1	10	Средней тяжести	Аммиак Азота диоксид Хрома оксид Соляная кислота Серная кислота Сернистый ангидрид	0,4 0,5 0,18 0,4 0,04 0,4	20 2 1 5 1 10
22	60	12	4	12	15	Тяжелая	Озон Азота диоксид Углерода оксид Хлор Хрома триоксид Аэрозоль ванадия	0,05 1 15 0,02 0,09 0,1	0,1 2 20 1 0,01 0,1
23	60	12	4	13	20	Легкая	Ацетон Углерода оксид Кремния диоксид Фенол Формальдегид Толуол	0,2 15 0,2 0,003 0,02 0,5	200 20 1 0,3 0,5 50
24	60	12	4	14	25	Средней тяжести	Азота диоксид Озон Углерода оксид Дихлорэтан Сода кальцинирован. Ртуть	5 0,001 10 5 1 0,001	2 0,1 20 10 2 0,01/0,005
25	60	12	4	15	30	Тяжелая	Аммиак Азота диоксид Хрома оксид Ксилол Ртуть Гексан	0,5 1 5 0,2 0,001 5	20 2 1 0,01/0,005 300
26	60	12	4	16	10	Средней тяжести	Аммиак Азота диоксид Хрома оксид Соляная кислота Серная кислота Сернистый ангидрид	0,4 0,5 0,18 0,4 0,04 0,4	20 2 1 5 1 10
27	60	12	4	17	20	То же	Озон Азота диоксид Углерода оксид Хлор Хрома триоксид Аэрозоль ванадия пентаоксида	0,05 1 15 0,02 0,09 0,05	0,1 2 20 1 0,01 0,1
28	60	12	4	18	30	Средней тяжести	Ацетон Углерода оксид Кремния диоксид Фенол Формальдегид Толуол	0,2 15 0,2 0,003 0,02 0,5	200 20 1 0,3 0,5 50

МИКРОКЛИМАТ. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ. ВЫБРОСЫ
ПРОИЗВОДСТВА В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

29	60	12	4	19	40	Тяжелая	Азота диоксид Озон Углерода оксид Дихлорэтан Сода кальцинирован.	5 0,001 10 5 1	2 0,1 20 10 2
30	60	12	4	20	50	Легкая	Аммиак Азота диоксид Хрома оксид Ксилол Ртуть Гексан	0,5 1 5 0,2 0,001 5	20 2 1 0,01/0,005 300

7. РАСЧЁТ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

В результате проведения разнообразных производственных процессов атмосферный воздух может загрязняться взвешенными твёрдыми или жидкими частицами, которые подразделяют на пыль, дым и туман.

Для улавливания взвешенных частиц применяют различную аппаратуру. Наиболее распространённые получили циклонные аппараты для сухого механического пылеулавливания.

Цилиндрические циклоны предназначены для улавливания сухой пыли, золы и т.д. наиболее эффективно циклоны работают, когда размер частиц пыли превышает 20 мкм. Конические циклоны предназначены для очистки газовых и воздушных сред от сажистых частиц. Чем больше диаметр циклона, тем выше его производительность. В таблице 6 приведены некоторые технологические параметры циклонов.

Таблица 6. Значения оптимальной скорости газа в циклоне и дисперсный состав улавливаемой пыли

Параметр	Цилиндрические циклоны			Конические циклоны		
	ЦН-15	ЦН-24	ЦН-11	СДК-ЦН-33	СК-ЦН-34	СК-ЦН-34м
Оптимальная скорость $W_{\text{опт}}$, м/с	3,5	4,5	3,5	2	1,7	20
Дисперсный состав пыли $\lg \sigma$	0,283	0,308	0,352	0,364	0,308	0,34
d_{50}^T , мкм	6	8,5	3,65	2,31	1,95	1,13

Примечание: для циклонов принят следующий ряд внутренних диаметров(мм): 200,300,400,500,600,700,800,900,1000,1200,1400,1600,1800,2000,3000.

Методика расчета:

Для расчёта циклона необходимо выбрать его тип. Задавшись типом циклона, определяют оптимальную скорость газа в циклоне $W_{\text{опт}}$, м/с. Внутренний диаметр циклона, м,

$$D = [4Q / (\pi W_{\text{опт}})]^{1/2} \quad (1)$$

где Q- производительность циклона (количество очищаемого газа), м³/с.

Полученное значение внутреннего диаметра циклона округляют до ближайшего типового значения в соответствии с рядом и все расчёты геометрических размеров циклона ведут по типовому значению D. Если расчётный диаметр циклона превышает его максимально допустимое значение, то необходимо применять 2 или более параллельно установленных циклона. По выбранному диаметру циклона определяют действительную скорость газа в циклоне.

$$W = 4Q / \pi n D^2 \quad (2)$$

где n - число циклонов.

Для оценки эффективности очистки газов в циклоне сначала необходимо рассчитать диаметр частиц, улавливаемых с эффективностью 50 %, мкм.

$$d_{50}^T = d_{50}^T [D/0,6] (3,5/W)^{1/2} \quad (3)$$

где d_{50}^T – диаметр частиц, улавливаемых с эффективностью 50% для типового циклона.

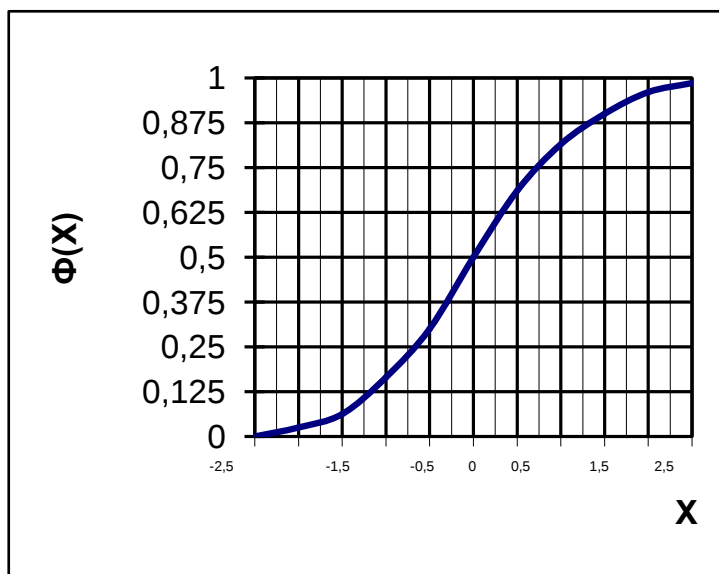


Рис. 2. Зависимость нормальной функции распределения $\Phi(X)$

Далее определяют параметр X .

$$X = [\lg(d_m/d_{50}^T)] / [(\lg \sigma)(\lg \sigma_m)]^{1/2} \quad (4)$$

где d_m и $\lg \sigma_m$ – дисперсный состав пыли, $\lg \sigma$ – дисперсный состав пыли для заданного типа циклона.

По значению параметра X определяют значение нормальной функции распределения $\Phi(X)$.
Эффективность очистки газов в циклоне

$$\eta = 0,5[1 + \Phi(X)] \quad (5)$$

Порядок выполнения задания:

1. Выбрать вариант
2. Ознакомиться с методикой
3. Выбрать тип используемой аппаратуры
4. Выполнить расчёт выбранной аппаратуры
5. Начертить схему выбранной и рассчитанной аппаратуры, оценить эффективность очистки.

Таблица 7. *Варианты заданий*

Вариант	Вид пыли	Дисперсный состав пыли		Количество очищаемого газа, Q , $\text{м}^3/\text{с}$
		$\lg \sigma_m$	d_m мкм	
01	Летучая зола	0,5	10	1
02	Летучая зола	0,5	15	1,1
03	Летучая зола	0,5	20	1,2
04	Летучая зола	0,5	30	1,3
05	Летучая зола	0,5	40	1,4

МИКРОКЛИМАТ. ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ. ВЫБРОСЫ
ПРОИЗВОДСТВА В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

06	Пыль красителей	0,4	9	1,4
07	Пыль красителей	0,4	8	1,3
08	Пыль красителей	0,4	7	1,2
09	Пыль красителей	0,4	6	1,1
10	Пыль красителей	0,4	5	1
11	Силикозоопасные пыли	0,3	5	2
12	Силикозоопасные пыли	0,3	6	2,1
13	Силикозоопасные пыли	0,3	7	2,2
14	Силикозоопасные пыли	0,3	8	2,3
15	Силикозоопасные пыли	0,3	9	2,4
16	Металлургические пыли	0,5	90	2,5
17	Металлургические пыли	0,5	80	2,6
18	Металлургические пыли	0,5	70	2,7
19	Металлургические пыли	0,5	60	2,8
20	Металлургические пыли	0,5	50	2,9
21	Металлургические пыли	0,4	40	3
22	Металлургические пыли	0,4	30	3,1
23	Металлургические пыли	0,4	20	3,2
24	Металлургические пыли	0,4	10	3,3
25	Металлургические пыли	0,4	9	3,4
26	Пыль от вагранок	0,3	8	2
27	Пыль от вагранок	0,3	10	1,9
28	Пыль от вагранок	0,3	20	1,8
29	Пыль от вагранок	0,3	30	1,7
30	Пыль от вагранок	0,3	40	1,6

ПРИМЕР РАСЧЁТА АППАРАТУРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

1. Вид пыли: силикозоопасные пыли.

Дисперсный состав пыли: $\lg \sigma_m = 0,3$

$d_m = 7 \text{ мкм}$

Количество очищаемого газа $Q = 2,2 \text{ м}^3/\text{с}$

2. Конический циклон СК-ЦН-34

3. Внутренний диаметр циклона

$$D = [4Q / (\pi W_{\text{опт}})]^{1/2}$$

где Q – производительность циклона (количество очищаемого газа), $\text{м}^3/\text{с}$

$W_{\text{опт}}$ – оптимальная скорость газа в циклоне

$W_{\text{опт}} = 1,7 \text{ м/с}$

$$D = [4 \cdot 2,2 / (3,14 \cdot 1,7)]^{1/2} = [8,8 / 5,338]^{1/2} = \sqrt{1,65} = 1,28 \approx 1300 \text{ мм}$$

4. Действительная скорость газа в циклоне м/с

$$W = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

где n – число циклов

5. Диаметр частиц, улавливаемых с эффективностью 50%, мкм .

$$W = \frac{4 \cdot 2,2}{3,14 \cdot 1 \cdot 1,32} = 1,66 \text{ м/с}$$

$$d_{50} = d_{50}^t [(D/0,6)(3,5/W)],$$

где d_{50}^t – диаметр частиц, улавливаемых с эффективностью 50% для типового циклона, $= 1,95 \text{ мкм}$.

$$d_{50}^t = 1,95 [(1,3/0,6)(3,5/1,66)]^{1/2} = 1,95 \sqrt{4,57} = 1,95 \cdot 2,14 = 4,17 \text{ мкм}.$$

6. Параметр X :

$$X = [\lg(d_m/d_{50}^t)] / [(\lg \sigma) (\lg \sigma_m)]^{1/2}$$

где d_m и $\lg \sigma_m$ – дисперсный состав пыли

$\lg \sigma_m$ – дисперсный состав пыли для данного типа циклона,

$$X = [\lg(7/1,95)] / [0,308 \cdot 0,3]^{1/2} = [\lg 3,59] / [0,009]^{1/2} = 0,56 / 0,3 = 1,87$$

7. Эффективность очистки газов в циклоне. $\Phi(X) = 0,94$ – значения нормальной функции распределения.

$$\eta = 0,5 [1 + \Phi(X)]$$

$$\eta = 0,5 [1 + 0,94] = 0,97$$

8. РАСЧЁТ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ ПРИ СВАРКЕ

1. Рассчитать количество выделяющихся вредных веществ и максимальный разовый их выброс при ручной электродуговой сварке металлов за смену (8 часов). При сварке используются электроды марки МР-3, расход электродов за смену 5 кг, время чистой работы сварщика 6 часов. Сравнить полученные результаты с ПДК вредных веществ на рабочем месте сварщика и сделать выводы.

2. Рассчитать количество выделяющихся вредных веществ и максимальный разовый их выброс при газовой резке металлов за время проведения работ. При резке используется сталь углеродистая низколегированная, толщина листа 5 мм, время непосредственного проведения резки 3 часа.

Решение.

1. Количество выделяющихся вредных веществ G_i при ручной электродуговой сварке можно определить по формуле (1), кг/смена:

– твердых частиц (пыли)

$$G_{\Pi} = 10^{-3} \cdot 10,6 \cdot 5 = 0,053;$$

– оксиды марганца

$$G_{Mn} = 10^{-3} \cdot 1,56 \cdot 5 = 0,0078;$$

– фтористый водород

$$G_B = 10^{-3} \cdot 0,4 \cdot 5 = 0,002.$$

Максимальный разовый выброс выделяющихся вредных примесей i компонента при проведении электродуговой сварки можно определить по формуле (2), г/с

– твердых частиц (пыли)

$$M_{\Pi} = \frac{10,6 \cdot 5}{3600 \cdot 6} = 0,00245;$$

– оксиды марганца

$$M_{Mn} = \frac{1,56 \cdot 5}{3600 \cdot 6} = 0,00036;$$

– фтористый водород

$$M_B = \frac{0,4 \cdot 5}{3600 \cdot 6} = 0,000093.$$

2. Количество выделяющихся вредных веществ G_i при резке металлов можно определить по формуле (3), кг:

– сварочный аэрозоль

$$G_{св.аэр.} = 10^{-3} \cdot 10,6 \cdot 3 = 0,032;$$

– оксиды марганца

$$G_{Mn} = 10^{-3} \cdot 2,31 \cdot 3 = 0,007;$$

– оксиды углерода

$$G_{CO} = 10^{-3} \cdot 49,5 \cdot 3 = 0,149;$$

– оксиды азота

$$G_{NO} = 10^{-3} \cdot 39,0 \cdot 3 = 0,117.$$

Максимальный разовый выброс выделяющихся вредных примесей i компонента при проведении газовой резке металлов можно определить по формуле (4), г/с:

– сварочный аэрозоль

$$M_{св.аэп.} = \frac{74,0}{3600} = 0,021;$$

– оксиды марганца

$$M_{MnO} = \frac{2,31}{3600} = 0,001;$$

– оксиды углерода

$$M_{CO} = \frac{49,5}{3600} = 0,014;$$

– оксиды азота

$$M_{NO} = \frac{39,0}{3600} = 0,011.$$

Согласно нормативному документу [2], ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны сварщика не должны превышать:

- по оксидам марганца ПДК= 0,3 мг/м³;
- по фтористому водороду ПДК= 0,5 мг/м³;
- по оксиду углерода ПДК= 20,0 мг/м³;
- по фтористому водороду ПДК= 0,5 мг/м³.

При сравнении полученных в расчете величин выделяющихся вредных веществ с нормативными видно, что по оксидам марганца имеется в рабочей зоне сварщика небольшое превышение (должно быть не более 0,3 мг/м³, а имеем 0,36 мг/м³).

Аналогично рассмотренному примеру студент рассчитывает выбросы вредных веществ при сварке и резке металлов по индивидуальным исходным данным по варианту, выданному преподавателем (табл. 4).

Таблица 4

Исходные данные к задаче

№ варианта	Марка электрода	Расход электродов за смену, кг	Время «чис-той» работы сварщика, ч	Вид разрезаемого металла	Толщина листа, мм	Время непосредственного проведения резки, ч
1	МР-3	3	5	Сталь углеродистая низколегированная	5	3
2	АНО-6	6	6	Сталь качественная, легированная	5	2
3	ЭА-903/12	4	3	Сталь углеродистая низколегированная	10	2
4	УОНИ 13/55	7	6	Сталь качественная, легированная	5	6
5	МР-4	5	4	Сталь углеродистая низколегированная	10	4
6	ОЭС-3	5	5	Сталь углеродистая низколегированная	10	3
7	АНО-1	7	3	Сталь углеродистая низколегированная	5	4
8	ЭА-903/12	5	3	Сталь качественная, легированная	10	3
9	ОЭС-6	6	6	Сталь углеродистая низколегированная	5	3
10	АНО-1	4	5	Сталь углеродистая низколегированная	5	4

Продолжение табл. 4

№ варианта	Марка электрода	Расход элект- родов за смену, кг	Время «чис- той» работы сварщика, ч	Вид разрезаемого ме- талла	Толщина листа, мм	Время непосредст- венного проведения резки, ч
11	УОНИ 13/55	2	3	Сталь качественная, легированная	10	4
12	МР-4	3	4	Сталь качественная, легированная	5	2
13	УОНИ 13/65	6	3	Сталь углеродистая низколегированная	10	3
14	ОЭС-3	5	6	Сталь углеродистая низколегированная	5	6
15	АНО-6	2	2	Сталь качественная, легированная	5	2
16	УОНИ 13/45	4	5	Сталь качественная, легированная	10	2
17	ОЭС-3	5	6	Сталь углеродистая низколегированная	5	4
18	ОЭС-1	5	7	Сталь качественная, легированная	5	5
19	МР-4	4	5	Сталь углеродистая низколегированная	10	3
20	АНО-1	3	6	Сталь качественная, легированная	10	4
21	МР-4	7	6	Сталь качественная, легированная	10	6

Продолжение табл. 4

№ варианта	Марка электрода	Расход элек- тродов за смену, кг	Время «чис- той» работы сварщика, ч	Вид разрезаемого ме- талла	Толщина листа, мм	Время непосредст- венного проведения резки, ч
22	ОЭС-3	6	8	Сталь углеродистая низколегированная	5	5
23	УОНИ 13/45	3	4	Сталь качественная, легированная	10	4
24	ОЭС-6	2	3	Сталь качественная, легированная	10	6
25	УОНИ 13/55	5	6	Сталь качественная, легированная	5	2
26	АНО-6	5	5	Сталь углеродистая низколегированная	10	3
27	МР-3	6	8	Сталь качественная, легированная	5	4
28	УОНИ 13/65	8	7	Сталь качественная, легированная	5	5
29	АНО-1	6	6	Сталь качественная, легированная	10	3
30	ОЭС-3	2	5	Сталь углеродистая низколегированная	5	2