ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ОХРАНЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(ГОСКОМЭКОЛОГИИ РОССИИ)

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ОХРАНЫ
АТМОСФЕРНОГО
ВОЗДУХА

(НИИ АТМОСФЕРА)

МЕТОДИКА

РАСЧЕТА ВЫДЕЛЕНИЙ (ВЫБРОСОВ) ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ (ПО ВЕЛИЧИНАМ УДЕЛЬНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ)

Санкт-Петербург
2002

БИБЛИОТЕКА ИНТЕГРАПА

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(ГОСКОМЭКОЛОГИИ РОССИИ)

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОХРАНЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

(НИИ АТМОСФЕРА)

ФИРМА "ИНТЕГРАЛ"

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЫДЕЛЕНИЙ (ВЫБРОСОВ) ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ (ПО ВЕЛИЧИНАМ УДЕЛЬНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ)

Санкт-Петербург
2002

Разработан: НИИ Атмосфера

Утвержден: приказом Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды от 14 апреля 1997 г. № 158.

Введен: в действие с 14 апреля 1997 г. сроком на пять лет для практического применения при учете и оценке выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятиях различных отраслей промышленности и сельского хозяйства Российской Федерации.

Настоящий документ не может быть тиражирован и распространен без разрешения разработчика.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ 4

2. ССЫЛКИ НА НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ 5

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ..... 6

4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 7

5. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ..... 8

5.1. Обработка металлов без охлаждения 8

5.2. Обработка металлов с применением СОЖ. 8

5.3. Расчет выделений (выбросов) загрязняющих веществ при механической обработке металлов..... 9

Литература 18

Приложение А Удельные выделения загрязняющих веществ от электроэрозионных станков.....19

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Настоящий документ:

- разработан с целью создания единой методологической основы по определению выбросов загрязняющих веществ при механической обработке металлов;
- устанавливает порядок определения выбросов загрязняющих веществ при механической обработке металлов расчетным методом на основе удельных показателей выделений;
- распространяется на источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от оборудования механической обработки металлов основного и вспомогательного производств предприятий различных отраслей промышленности и сельского хозяйства;
- применяется предприятиями и территориальными комитетами по охране природы, специализированными организациями, проводящими работы по нормированию выбросов и контролю за соблюдением установленных нормативов ПДВ;

1.2. Полученные по настоящему документу результаты используются при учете и нормировании выбросов загрязняющих веществ от источников предприятий, технологические процессы которых связаны с механической обработкой металлов, а также в экспертных оценках для определения экологических характеристик оборудования и процессов.

2. ССЫЛКИ НА НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Методика разработана в соответствии со следующими нормативными документами:

2.1. **ГОСТ 17.2.1.04-77**. Охрана природы. Атмосфера. Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. М., Издательство стандартов, 1978.

2.2. **ГОСТ 17.2.4.02-81**. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. М., Издательство стандартов,1982.

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термины	Определения
Загрязнение атмосферы	Изменение состава атмосферы в результате наличия в ней примеси
Примесь в атмосфере, оказывающая неблагоприятное действие на окружающую среду и здоровье населения	
Организованный промышленный выброс /организованный выброс/	Промышленный выброс, поступающий в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздуховоды и трубы
Промышленная пыль	Пыль, входящая в состав промышленного выброса

4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1. Разработка настоящего документа проведена исходя из определения термина "унификация" - приведение имеющихся путей расчета выбросов от однотипных производств и видов оборудования механической обработки металлов в пределах массива действующих методик к набольшему возможному единообразию.

4.2. В документе приведены значения удельных технологических нормативов выделений для наиболее распространенных типов оборудования механической обработки металлов. Только , когда на конкретном производстве применяются оборудование и материалы, сведения по которым в настоящей методике отсутствуют, рекомендуется руководствоваться отраслевыми методиками, включенными в Перечень [I].

4.3. При определении выбросов от оборудования механической обработки металлов используются расчетные методы с применением удельных показателей выделения загрязняющих веществ.

4.4. В связи с особенностями процессов механической обработки металлов удельные показатели выделения устанавливают как массу промышленной пыли или другого загрязняющего вещества, выделяемую в единицу времени на единицу оборудования.

4.5. Валовые выделения загрязняющих веществ при механической обработке металлов рассчитываются исходя из нормо-часов работы станочного парка, а их поступление в атмосферу - с учетом эффективности газопылеулавливающего оборудования.

4.6. К механической обработке металлов относятся процессы резания и абразивной обработки, которые в свою очередь включают процессы точения фрезерования, сверления, шлифования, полирования и др.

4.7. Характерной особенностью процессов механической обработки является образование отходов в виде твердых частиц (промышленной пыли) а в случае применения смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) - аэрозолей масла и эмульсола.

4.8. Источниками образования и выделения загрязняющих атмосферу веществ являются различные металлорежущие и абразивные станки. Интенсивность образования загрязнителей зависит, в частности, от следующих факторов:

- вида обрабатываемого материала
- режима обработки
- производительности и мощности оборудования
- геометрических параметров инструмента и обрабатываемых изделий
- от расхода СОЖ.

5. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

5.1. Обработка металлов без охлаждения

Наибольшим пылевыделением сопровождаются процессы абразивной обработки металлов: зачистка, полирование, шлифование и др. Образующаяся при этом пыль на 30-40% по массе представляет материал абразивного круга и на 60-70% - материал обрабатываемого изделия. Интенсивность пылевыделения при этих видах обработки связана, в первую очередь, с величиной абразивного инструмента и некоторых технологических параметров резания. При обработке войлочными и матерчатыми кругами образуется войлочная (шерстяная) или текстильная (хлопковая) пыль с примесью полирующих материалов, например, пасты ГОИ.

Удельные показатели выделения пыли основным технологическим оборудованием при механической обработке металлов без охлаждения приведены в табл. 5.1.1-5.1.4. При составлении таблиц использовались материалы [2-6].

В табл. 5.1.1 даны показатели удельного выделения абразивной, металлической, войлочной и др. пыли по разным видам оборудования. Определяющей характеристикой оборудования является диаметр шлифовального круга. Таблица содержит также сведения по пылеобразованию при обработке деталей из стали, сплавов феррадо, алюминия.

В отдельную табл. 5.1.2 выделены удельные показатели выделения пыли при шлифовке и полировании изделий в гальваническом производстве.

Табл. 5.1.3 содержит показатели удельных выделений пыли при абразивной заточке режущего инструмента по конкретным маркам, моделям или типоразмерам станка.

Удельные выделения пыли при механической обработке чугуна и цветных металлов представлены в табл. 5.1.4.

5.2. Обработка металлов с применением СОЖ.

В ряде процессов механической обработки металлов и их сплавов применяют СОЖ, которые в зависимости от физико-химических свойств основной фазы подразделяются на водные, масляные и специальные.

Применение СОЖ сопровождается образованием тонкодисперсного масляного аэрозоля и продуктов его термического разложения.

Количество выделяющегося аэрозоля зависит от многих факторов:

формы и размеров изделия, режимов резания, расхода и способов подачи СОЖ. Экспериментально установлена зависимость количества выделений масляного аэрозоля от энергетических затрат на резание металла. Удельные показатели выделений в этом случае определяются как масса загрязняющего вещества, выделяемая на единицу мощности оборудования (на 1 кВт мощности привода станка).

Применение СОЖ снижает выделение пыли до минимальных значений, однако, в процессах шлифования изделий количество выделяющейся совместно с аэрозолями СОЖ металло-абразивной пыли остается значительным.

Удельные выделения аэрозолей масла и эмульсола при механической обработке металлов с охлаждением представлены в табл. 5.2.1.

Данные о выделений некоторых загрязняющих веществ при электрофизической обработке металлов приведены в Приложении А.

5.3. Расчет выделений (выбросов) загрязняющих веществ при механической обработке металлов.

Количество загрязняющих веществ, выделяющихся при механической обработке металлов без применения СОЖ за год, определяется по формуле:

$$M_{выд} = 3.6 \cdot K \cdot T \cdot 10^{-3}, \text{ т/год} \qquad (5.1)$$

где: К - удельные выделения пыли технологическим оборудованием (табл. 5.1.1-5.1.4), г/с;
Т - фактический годовой фонд времени работы оборудования, ч.

Количество, пыли поступающей в атмосферу за год, при отсутствии газоочистки определяется по формуле (5.1).

Валовый выброс пыли при наличии газоочистки вычисляется по формуле:

$$M_{выб.} = 3.6 \cdot K \cdot T(1 - j) \cdot 10^{-3}, \text{ т/год} \qquad (5.2)$$

где: j - степень очистки воздуха пылеулавливающем оборудованием (в долях единицы).

Валовый выброс загрязняющих веществ при обработке металлов в

случае применения СОЖ и газоочистки рассчитывается по формуле:

$$M^{x}_{выб} = 3.6 \cdot K \cdot N \cdot T(1-j) \cdot 10^{-3}, \text{ т/год} \qquad (5.3)$$

где: Кх - удельные показатели выделения масла и эмульсола (табл.5.2.1), г/с

кВт - мощности оборудования;

N - мощность установленного оборудования, кВт.

Таблица 5.1.1

Удельное выделение пыли (г/с) основным технологическим оборудованием при механической обработке металлов без охлаждения

Наименование технологического процесса, вид оборудования	Определяющая характеристика оборудования	Выделяющиеся в атмосферу вредные вещества (г/с)		
		Пыль абразивная	Пыль металличес-	Другие виды пыли
1	2	3	4	5
Обдирочно-шлифовальные станки	Диаметр шлифовального круга, мм			
а) рабочая скорость 30 м/с	100	0.62	0.96	
	125	1.06	1.59	
б) рабочая скорость 50 м/с	100	1.46	2.19	
	125	1.92	2.88	
Круглошлифовальные станки	100	0.010	0.018	
	150	0.013	0.020	
	300	0.017	0.026	
	350	0.018	0.029	
	400	0.020	0.030	
	600	0.026	0.039	
	750	0.030	0.045	
	900	0.034	0.052	
Плоскошлифовальные станки	175	0.014	0.022	
	250	0.016	0.026	
	350	0.020	0.030	
	400	0.022	0.033	
	450	0.023	0.036	
	500	0.025	0.038	
Бесцентрошлифовальные станки	30,100	0.005	0.008	
	395,500	0.006	0.013	
	480,600	0.009	0.016	
Зубошлифовальные и резьбошлифовальные станки	Диаметр шлифовального круга, мм			
	75 - 200	0.005	0.008	

1	2	3	4	5
	200 - 400	0.007	0.011	
Внутришлифовальные станки	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 войлочного круга, мм			Пыль войлока и металлов < 2%
	100			0.013
	200			0.019
	300			0.027
	400			0.039
	500			0.050
	600			0.063
Заточные станки	Диаметр шлифовального 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	0.021	
	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 алмазного круга, мм			Пыль неорганическая с содержанием оксида кремния выше 70%
	100		0.005	0.002
	150		0.007	0.003
	200		0.011	0.005
	250		0.014	0.006
	300		0.017	0.007
	350		0.021	0.009
	400		0.025	0.011
	450		0.028	0.012
	500		0.032	0.014
	550		0.035	0.015
Обработка деталей из стали:				
Отрезные станки			0.203	
Крацевальные станки			0.097	

1	2	3	4	5
Обработка деталей из феррадо:				
Сверлильные станки			0.007	
Обработка деталей из алюминия:	Диаметр матерчатого круга, мм			Пыль: алюминия, текстильная, полировальной пасты
Станки полировальные с матерчатыми кругами с применением пасты ГОИ (мод. ВИЗ 9905-1415 и др.)	450			0.313

Примечание: Состав пыли абразивной аналогичен составу материала применяемого шлифовального круга. Состав пыли металлической аналогичен составу обрабатываемых материалов.

Таблица 5.1.2

Удельные выделения пыли при механической обработке металлов в гальваническом производстве

Вид производства, наименование технологической операции	Наименование станочного оборудования	Диметр круга, мм	Выделяющиеся загрязняющие вещества	
			вид пыли	количество г/с на единицу оборудования
1	2	3	4	5
Грубое шлифование перед нанесением покрытий	Станки шлифовальные		металлическая	0.126
			абразивная	0.055
Полировка поверхности изделий перед нанесением покрытий	Станки полировальные с войлочным кругом	150	войлочная	0.108
		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)	Станки полировальные 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

1	2	3	4	5
Полирование поверхности изделий перед нанесением покрытия	Станки полировальные с матерчатыми (текстильными кругами)	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)	Станки полировальные с матерчатыми (текстильными кругами)	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 5.1.3

Удельные выделения пыли при абразивной заточке режущего инструмента

Наименование станочного оборудования	Марка, модель, типоразмер станка	Наименование технологической операции	Диаметр абразивного круга, мм	Количество выделяющейся пыли на один станок, 10^3, г/с
1	2	3	4	5
Универсальные и кругло-шлифовальные станки:				
точильно-шлифовальные	3Б634 (3К634)	Черновая заточка сверл, резцов и др. инструмента абразивным кругом	400	75.0* 29.2**
	3М634			41.5* 17.9**
	3Б34	Тоже		8.2* 3.6**
		Чистовая заточка сверл среднего и малого диаметра		4.8* 2.1**
универсально-заточные	3Б642	Черновая заточка сверл и резцов	200	14.5* 6.3**
	3А64 3Б64		125	24.5* 10.5**
Специальные станки для заточки сверл:				
станки для заточки сверл малого диаметра	КПМ 3.105.014 АУБ-120.000	Заточка сверл малого диаметра	-	0.24* 0.10**
станки для зачистки сверл	КПМ 3.105.014	Зачистка сверл малого диаметра	-	13.90**

1	2	3	4	5
плоско-шлифовальный заточной	3Г71М	Шлифование штампов (матриц) абразивным кругом	250	227.5* 98.1**
Специальные станки для заточки сверл		Профилирование абразивного круга алмазным карандашом		44.70**
		Снятие фасок и заусенец		42.20**,*
алмазно-заточные для заточки резцов	3622	Заточка резцов, сверл и др. инструмента алмазным резцом	150	17.0* 5.8**
		Чистовая заточка резцов		10.7* 4.6**
алмазно-затыловочные	1Б811	Затылование червячных фрез		32.7* 14.0**
Специальные заточные станки				
полуавтомат для заточки торцевых фрез	3Б667	Заточка торцевых фрез	150	23.9* 10.3**
полуавтомат для заточки червячных фрез	3А667	Заточка червячных фрез диаметром 100-150 мм	250 - 300	46.4* 20.0**
	360М	Заточка круглых шлицевых протяжек абразивным кругом	150-250	36.2* 15.5**
		То же протяжек из быстрорежущей стали		14.4* 6.2**
оптико-шлифовальный	395М	Доводка инструмента		13.6* 5.8**
Станки для заточки зубьев дисковых пил отрезных станков	А3	Черновая заточка дисковых пил диаметром менее 500мм	180	32.1* 13.7**
	3Д692	То же диаметром от 500 до 1000мм	200	73.9* 31.7**
		Чистовая заточка зубьев пил		15.3* 6.6**
Станки для заточки режущего инструмента деревообрабатывающих станков	Эн-634	Заточка ленточных пил		11.1**,*
	ТчФА-2	Заточка фрез		5.6**,*
	ТчПН-3	Заточка дисковых пил		16.7**,*
	ТчПН-6 ТчПА	Тоже		34.7**,*

* - пыль металлическая

** - пыль абразивная

Таблица 5.1.4

Удельные выделения пыли при механической обработке чугуна и цветных металлов

Наименование технологической операции, вид обрабатываемого материала	Наименование станочного оборудования	Выделяющиеся вредные вещества	Мощность ставного двигателя кВт	Количество выделяющейся пыли 10^{-3} г/с
1	2	3	4	5
Обработка резанием чугунных деталей без применения СОЖ	Токарные станки, в том числе:			
	токарные станки и автоматы малых и средних размеров	пыль металлическая чугунная	0.65-5.50	6.30
	токарные одношпиндельные автоматы продольного точения		0.65-5.50	1.81
	токарные многошпиндельные полуавтоматы		14.00 - 28.00	9.70
	токарные многорезцовые полуавтоматы		1.00-20.00	9.70
	токарно-винторезные станки			5.60
	фрезерные станки, в том числе		2.80-14.00	13.90
	продольно-фрезерные			2.90
	вертикально-фрезерные			4.20
	карусельно-фрезерные			4.20
	горизонтально-фрезерные			16.700
	фрезерные специальные			5.700
	зубофрезерные		2.00-20.00	1.100
Обработка резанием чугунных деталей без применения СОЖ	барабанно-фрезерные	пыль металлическая чугунная		30,000
	сверлильные станки, в том числе		1.00-10.00	1.100
	вертикально-сверлильные		1.00-10.00	2.200
	специально-сверлильные (глубокого сверления)			8.300
	расточные станки, в том числе			2.100
	вертикально-расточные и наклонно-расточные			2.900
	специально-расточные			5.400
	зубодолбежные станки		0.65-7.00	0.300

1	2	3	4	5
Комплексная обработка чугунных корпусных деталей	станки типа "обрабатывающий центр" с ЧПУ, мод. 2204ВМФ11 и др.	пыль металлическая чугунная		13.100
Обработка резанием бронзы и других цветных металлов	токарные	Пыль цветных металлов		2.500
	фрезерные			1.900
	сверлильные			0.400
	расточные			0.700
	отрезные			14.00
	крацевальные			8.00
	фрезерные специальные	пыль металлическая чугунная		5.700
	зубофрезерные		2.00-20.00	1.100
Обработка резанием чугунных деталей без применения СОЖ	барабанно-фрезерные	пыль металлическая чугунная		30,000
	сверлильные станки, в том числе		1.00-10.00	1.100
	вертикально-сверлильные		1.00-10.00	2.200
	специально-сверлильные (глубокого сверления)			8.300
	Расточные станки, в том числе			2.100
	вертикально-расточные и наклонно-расточные			2.900
	специально-расточные			5.400
	зубодолбежные станки		0.65-7.00	0.300
Комплексная обработка чугунных корпусных деталей	станки типа "обрабатывающий центр" с ЧПУ, мод. 2204ВМФ11 и др.	пыль металлическая чугунная		13.100
Обработка резанием бронзы и других цветных металлов	токарные	Пыль цветных металлов		2.500
	фрезерные			1.900
	сверлильные			0.400
	расточные			0.700
	отрезные			14.00
	крацевальные			8.00
Обработка резанием бериллиевой бронзы	токарные	Бериллий		0.100
	фрезерные			0.014
	сверлильные			1.000
	расточные			0.030
Обработка резанием свинцовых бронз	токарные	Свинец		0.800
	фрезерные			0.600
	сверлильные			1.200
	расточные			0.200

1	2	3	4	5
Обработка резанием алюминиевых бронз	токарные	Свинец		0.050
	фрезерные			0.022
	сверлильные			0.047
	расточные			0.008

Таблица 5.2.1

Удельные выделения (г/с) аэрозолей масла и эмульсола при механической обработке металлов с охлаждением

Наименование технологического процесса, вид оборудования	Количество выделяющегося в *атмосферу масла (эмульсола)*, 10^{-5} (г/с) на 1 кВт мощности станка
Обработка металлов на токарных, сверлильных, фрезерных, строгальных, протяжных, резьбонакатных, расточных станках:	
с охлаждением маслом	5.600
с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3%	0.05
с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3-10%	0.045
Обработка металлов на шлифовальных станках:	
с охлаждением маслом	8,000
с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3%	0.104
с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3-10%	1.035

Примечание: *При обработке металлов на шлифовальных станках выделяется пыль в количестве* 10% от количества пыли при сухой обработке (см.табл.5.1.1-5.1.4). При использовании СОЖ, в состав которых входит триэтаноламин, выделяется $3 \cdot 10^{-6}$ г/ч триэтаноламина на 1 кВт мощности станка.

Литература

1. Перечень методических документов по расчету выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу. Санкт-Петербург, 1997.

2. Методика определения валовых выбросов вредных веществ в атмосферу основным технологическим оборудованием предприятий Минавтосельхозмаша. М., Гипроавтопром, 1991.

3. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. Л. Гидрометеоиздат, 1986.

4. Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для ремонто-обслуживающих предприятий и машиностроительных заводов агропромышленного комплекса. М. Проектпромвентиляция, 1990.

5. Временные методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятиями деревообрабатывающей промышленности. Петрозаводск, Эко-прогноз, 1992.

6. Методика определения валовых выбросов вредных веществ в атмосферу основным оборудованием предприятий химического и нефтяного машиностроения. М. НИИОГаз, 1987.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Удельные выделения загрязняющих веществ от электроэрозиционных станков

Марка, модель, типоразмер станка, режим обработки	Размеры ванны, мм	Площадь ванны, $м^2$	Рабочая жидкость	*Выделяющиеся загрязняющие вещества*		
				наименование	количество	
					10^{-3} г/с	10^{-3} г/с с $м^2$ зеркала ванны
1	2	3	4	5	6	7
Станок электроэррозионный мод.45723 I режим - черновой	640x500	0.32	Трансформаторное масло + керосин (30%)	твердые частицы	0.27	0.83
				масляный аэрозоль	0.36	1.11
				углерода оксид	0.56	1.75
То же II режим - основная обработка	640x500	0.32	Тоже	твердые частицы	0.09	0.28
				масляный аэрозоль	0.32	1.00
				углерода оксид	0.56	1.75
-"- III режим - чистовой	640x500	0.32	-"-	твердые частицы	0.23	0.72
				масляный аэрозоль	0.22	0.69
Станок электроэррозионный МОД.4Е724 I режим - черновой	1118x750	0.84	Трансформаторное масло + керосин (20%)	твердые частицы	2.05	2.44
				железа оксид	0.07	0.09
				масляный аэрозоль	0.79	0.94
				акролеин	0.17	0.21
				углерода оксид	6.41	7.63
Тоже II режим - чистовой	1118x750	0.84	Тоже	твердые частицы	1.74	2.07
				железа оксид	0.74	0.88
				масляный аэрозоль	0.03	0.08
				акролеин	0.03	0.08
				углерода оксид	2.57	3.06
Станок электроимпульсный черновой режим	500x600	0.30	Трансформаторное масло (100%)	твердые частицы	2.93	9.76
				железа оксид	1.87	6.24
				масляный аэрозоль	2.36	7.85
				акролеин	9.98	33.26
				углерода оксид	399.17	1133.06