

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 08.10.2013 15:50:30

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a574211359257dc1caab673e745a74a0511da5d10093

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего профессионального образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2013 г.



ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания к проведению практического занятия
по дисциплине «Оценка воздействия на окружающую среду»

для студентов направления подготовки

022000.62 Экология и природопользование

Курск 2013

УДК 500.3

Составитель В.В. Протасов, В.В. Юшин, В.М. Попов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.В. Беседин*

Оценка воздействия на окружающую среду различных технологических процессах обработки материалов: методические указания к проведению практического занятия по дисциплине «Оценка воздействия на окружающую среду» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.В. Протасов, В.В. Юшин, В.М. Попов. Курск, 2013. 14 с.: Библиогр.: с. 9.

Представлена методика расчета выделения загрязняющих веществ в атмосферу при различных технологических процессах обработки материалов.

Предназначены для студентов направления подготовки 022000.62 Экология и природопользование, изучающих дисциплину «Оценка воздействия на окружающую среду» дневной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 0,81. Уч.-изд.л.0,74. Тираж 30 экз. Заказ 162 . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: приобретение, отработка и закрепление практических умений и навыков применения теоретических знаний при решении практических задач, связанных с расчетами выделения загрязняющих веществ в атмосферу при различных технологических процессах обработки материалов.

Механическая обработка материалов

Характерной особенностью процессов механической обработки материалов является выделение твердых частиц (пыли), а при обработке материалов с применением смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) - дополнительно выделение аэрозоля СОЖ (нефтяные минеральные масла и различные эмульсии, уменьшающие выделение пыли на 85-90 %).

При обработке металлов и сплавов наилучшим вариантом, который используется для дальнейших расчетов и установления нормативов загрязнения атмосферы, считается тот, при котором химический состав пыли идентифицируется как оксиды соответствующих металлов.

При обработке заточных и шлифовальных станков наряду с пылью металлической, имеющей состав обрабатываемого материала (или оксидов, обрабатываемого материала), выделяется также пыль абразивная, по составу аналогичная материалу заточного (шлифовального) круга.

1. *Максимально разовое выделение (в г/с) загрязняющего вещества (ЗВ) (пыли) от группы из m штук одновременно работающих станков определяется по формуле*

$$G = \sum_{i=1}^m \frac{g_i k_i^{\text{СОЖ}}}{3600}, \quad (1)$$

где g_i - удельное выделение ЗВ при работе на i -м станке, г/ч; $k_i^{\text{СОЖ}}$ - коэффициент, учитывающий применение (равно 0,15) или отсутствие (равно 1) СОЖ на i -м станке.

2. *Валовое выделение (в т/год) ЗВ (пыли) от группы из m штук станков:*

$$M = \sum_{i=1}^m g_i \cdot k_i^{\text{СОЖ}} \cdot T_i \cdot 10^{-6} = \sum_{i=1}^m g_i \cdot k_i^{\text{СОЖ}} \cdot t_i \cdot N_i \cdot 10^{-6}, \quad (2)$$
 где T_i - суммарное время работы на i -м станке за год, ч/год; N_i - количество дней работы на i -м станке за год; t_i - время работы на i -м станке за день, ч.

3. Максимально разовое выделение (в г/с) аэрозоля СОЖ от группы из m штук одновременно работающих станков:

$$G^{сож} = \sum_{i=1}^m \frac{g_i^{сож} W_i^*}{3600}, \quad (3)$$

где $g_i^{сож}$ - удельное выделение аэрозоля СОЖ при работе на i -м станке, г/кВт·ч; W_i^* - мощность электродвигателя i -го станка, кВт.

4. Валовое выделение (в т/год) аэрозоля СОЖ от группы из m штук станков определяется по формуле

$$M = \sum_{i=1}^m g_i^{сож} W_i^* \cdot T_i \cdot 10^{-6} = \sum_{i=1}^m g_i^{сож} \cdot W_i^* \cdot t_i \cdot N_i \cdot 10^{-6}, \quad (4)$$

где T_i - суммарное время работы на i -м станке за год, ч/год; N_i - количество дней работы на i -м станке за год; t_i - время работы на i -м станке за день, ч.

5. Если в справочных изданиях приводятся удельные нормативы выделения ЗВ, отнесенные к единице массы материала, расчет удельного выделения, отнесенного к единице времени (в г/с), проводится по формуле

$$g = g^* \cdot p / (T_{пер} \cdot 3600), \quad (5)$$

где g^* - удельное выделение ЗВ, г/кг; p - количество перерабатываемого материала за цикл, кг/цикл; $T_{пер}$ - длительность цикла переработки материала, ч/цикл.

Сварка, наплавка, пайка, электрогазорезка металлов

Процессы сварки, наплавки и тепловой резки металлов сопровождаются выделением сварочного аэрозоля и газов, количество которых пропорционально расходу сварочных материалов (электродов, сварочной проволоки и т. п.), а при контактной электро-сварке - номинальной мощности применяемого оборудования.

Сварочные аэрозоль и аэрозоль, выделяющийся при газовой резке, преимущественно состоят из оксидов свариваемых (разрезаемых) металлов или компонентов сплавов (железа, марганца, хрома, титана и т. д.).

Применение для нагрева деталей тепла от сжигания горючих газов (ацетилена, пропан-бутановой смеси и т. п.) ведет к выделению оксидов азота и углерода в количестве, зависящем от вида процесса нагрева и расхода горючего газа.

1. Максимально разовое выделение (в г/с) ЗВ (компонентов сварочного аэрозоля и сопутствующих газов) от группы из m штук одновременно работающих сварочных постов (машин электроконтактной сварки) определяется по формуле

$$G = \sum_{i=1}^m g_i^* \cdot p / (T_{\text{пер}} \cdot 3600), \quad (6)$$

где g_i^* - удельное выделение ЗВ i -го поста, г/кг; p - количество использованного сварочного материала за время непрерывной работы (цикл) i -го поста, кг/цикл; $T_{\text{пер}}$ - длительность цикла сварки i -го поста, ч/цикл; или

$$G = \sum_{i=1}^m g_i^* \cdot W_i / (50 \cdot 3600), \quad (7)$$

где g_i^* - удельное выделение ЗВ при работе i -й электроконтактной машины, г/ч на 50 кВт номинальной мощности машины; W_i - номинальная мощность i -й электроконтактной машины, кВт.

2. Максимально разовое выделение (в г/с) ЗВ (продуктов горения) от группы из m штук одновременно работающих горелок при сварке, наплавке, пайке или газорезке металлов определяется по формуле

$$G = \sum_{j=1}^m g_j^* \cdot p / (T_{\text{пер}} \cdot 3600), \quad (8)$$

где g_j^* - удельное выделение ЗВ j -й горелки, г/кг; p - количество использованного горючего газа за время непрерывной работы (цикл) j -й горелки, кг/цикл; $T_{\text{пер}}$ - длительность цикла сварки j -й горелки, ч/цикл.

3. Максимально разовое выделение (в г/с) ЗВ (компонентов аэрозоля и сопутствующих газов) от группы из m штук одновременно работающих газовых резаков:

$$G = \sum_{i=1}^m g_i / 3600, \quad (9)$$

где g_i - удельное выделение ЗВ при работе i -го резака, г/ч.

4. Пересчет справочных значений удельных выделений ЗВ от газового резака можно провести по формуле

$$g = g^0 - L, \quad (10)$$

где g - удельное выделение ЗВ при работе резака, г/ч; g^0 - удельное выделение ЗВ при работе резака, г/пог.м; L - производительность газового резака, пог.м/ч.

5. Валовое загрязнение (в т/год) ЗВ от группы из m штук сварочных постов (машин электроконтактной сварки) определяется по формулам:

$$M = \sum_{i=1}^m g_i^* \cdot P_i \cdot 10^{-6}, \quad (11)$$

где g_i^* - удельное выделение ЗВ i -го поста, г/кг; P_i - общее количество сварочного материала или горючего газа, использованного i -м постом за год, кг/год; или

$$M = \sum_{i=1}^m g_i^* \cdot W_i \cdot T_i \cdot \frac{10^{-6}}{50} = \sum_{i=1}^m g_i^* \cdot t_i \cdot W_i \cdot N_i \cdot \frac{10^{-6}}{50}, \quad (12)$$

где T_i - суммарное время сварки на i -й машине за год, ч/год; t_i - время сварки на i -й машине за день, ч; N_i - количество дней работы на i -й машины за год.

6. Валовое выделение (в т/год) ЗВ от группы из m штук газовых резаков:

$$M = \sum_{i=1}^m g_i \cdot T_i \cdot 10^{-6} = \sum_{i=1}^m g_i \cdot t_i \cdot N_i \cdot 10^{-6}, \quad (13)$$

где g_i - удельное выделение ЗВ i -го резака, г/ч; T_i - суммарное время работы на i -м станке за год, ч/год; t_i - время сварки на i -м станке день, ч; N_i - количество дней работы на i -м станке за год.

Нанесение лакокрасочных материалов

Для нанесения на изделие защитных и декоративных покрытий используют различные шпатлевки, грунтовки, эмали и лаки, содержащие пленкообразующую основу (минеральные и органические пигменты, пленкообразователи и наполнители) и растворители или разбавители (преимущественно смеси легколетучих углеводов ароматического ряда, эфиров, спиртов и т. п.).

Формирование покрытия на поверхности изделий заключается, как правило, в нанесении лакокрасочного материала (ЛКМ) и его сушке. При этом в воздух выделяются аэрозоль краски и пары компонентов растворителя, количество которых зависит от технологии окраски, производительности применяемого оборудования, состава ЛКМ и растворителей.

При распылении ЛКМ образуется аэрозоль краски, первоначальный состав которого идентичен составу наносимой смеси ЛКМ

с растворителем (разбавителем). Через определенное время растворитель из жидких капель аэрозоля переходит в газообразную фазу, и аэрозоль краски представляет смесь воздуха с твердыми частицами сухого остатка ЛКМ. От способа распыления зависит доля уноса краски в виде аэрозоля (нанесение покрытия при помощи кисти, методом окунания, обливом и подобным им процессом не сопровождаются образованием аэрозоля краски).

Исходный состав ЛКМ может разбавляться растворителями (разбавителями) до определенной вязкости в соответствии с требованиями технологии конкретных способов нанесения ЛКМ.

В связи с незначительным содержанием растворителей в шпатлевке учитывать их отдельно нецелесообразно, а рекомендуется включать в расход растворителей при окраске и сушке.

Расчет выделения ЗВ на участках (в цехах) окраски ведется раздельно для окрасочного аэрозоля (сухого остатка) и компонентов растворителей, для грунтовки, ручной покраски и послойного нанесения многослойных покрытий ЛКМ, а также для окраски и для сушки.

Общее валовое выделение летучих компонентов растворителей в соответствии с материальным балансом должен равняться расходу растворителей, разбавителей и летучей части исходных ЛКМ, использованных на рассматриваемом участке за соответствующий период времени (месяц, год). Общий валовый выброс летучих компонентов в атмосферу всех вентиляционных систем равен разнице между их общим валовым выделением и суммарным уловом этих компонентов в действующих газоочистных установках на рассматриваемом участке (цехе).

1. Валовое выделение (в т/год) аэрозоля краски в процессе окраски определяется по формуле

$$M_{\text{аэр}} = Z_{\text{кр}} \cdot \Delta_{\text{сух}} \cdot \delta_{\text{аэр}} \cdot 10^{-4}, \quad (14)$$

где $Z_{\text{кр}}$ - количество израсходованного исходного ЛКМ, т/год; $\Delta_{\text{сух}}$ - доля сухого остатка в исходном ЛКМ, %; $\delta_{\text{аэр}}$ - доля ЛКМ, потерянного в виде аэрозоля, %.

Способ распыления	$\delta_{\text{аэр}}$, %
Пневматическое	3,0
Безвоздушное	2,5
Пневмоэлектростатическое	3,5
Электростатическое	0,3

2. *Валовое выделение (в т/год) i -го летучего компонента:*
в процессе окраски

$$M_i^{ок} = Z_{кр}(1 - \Delta_{сух}10^{-2}) \cdot \psi_i^{кр} \cdot \beta^{ок} \cdot 10^{-4} + Z_{раст} \cdot \psi_i^{раст} \cdot \beta^{суш} \cdot 10^{-4}, \quad (15)$$

в процессе сушки

$$M_i^{суш} = Z_{кр}(1 - \Delta_{сух}10^{-2}) \cdot \psi_i^{кр} \cdot \beta^{суш} \cdot 10^{-4} + Z_{раст} \cdot \psi_i^{раст} \cdot \beta^{суш} \cdot 10^{-4}, \quad (16)$$

где $Z_{раст}$ - количество растворителя, израсходованного за год на разбавление исходного ЛКМ до требуемой вязкости, т/год; $\psi_i^{кр}(\psi_i^{раст})$ - доля i -го компонента в летучей части исходного ЛКМ (в растворителе-разбавителе), %; $\beta^{ок}(\beta^{суш})$ - доля растворителя, испаряющаяся за время окраски (сушки), %.

Способ распыления	$\beta^{ок}$, %	$\beta^{суш}$, %
Пневматическое	25	75
Безвоздушное	23	77
Пневмоэлектростатическое	20	80
Электростатическое	50	50

3. *Максимальное разовое выделение (в г/с) ЗВ* определяется для наиболее напряженного времени работы участка (печи), когда расходуется наибольшее количество ЛКМ, по формуле

$$G_i^{аэп} = M_{max} \cdot 10^6 / (3600 \cdot n \cdot t), \quad (17)$$

где M_{max} - валовое выделение i -го компонента растворителя (аэрозоль краски) за месяц наиболее напряженной работы ($M_i^{ок}$, $M_i^{суш}$, или $M_i^{аэп}$), т/месяц; n - число дней работы участка (печи) в этом месяце, дн./месяц; t - среднее чистое время работы (окраски, сушки) участка (печи) за день в наиболее напряженный месяц, ч/день.

Задание 1. Рассчитать валовое и максимальное разовое выделение загрязняющих веществ, попадающих в воздушную среду при механической обработке металлов на технологических участках по вариантам, приведенным в таблице 1. Как и на сколько изменятся выделение пылей, а также, какое количество ЗВ будет выделяться дополнительно при применении СОЖ на всех станках соответствующего производственного участка.

Задание 2 Рассчитать валовое и максимальное разовое выделение загрязняющих веществ, попадающих в воздушную среду при

сварке, пайке, электрогазорезке материалов на технологических участках по вариантам, приведенным в таблицах 2-3.

Задание 3. Рассчитать валовое и максимальное разовое выделение загрязняющих веществ, попадающих в воздушную среду при нанесении ЛКМ на технологических участках по вариантам, приведенным в таблице 4.

Контрольные вопросы

1 Загрязнение атмосферы и расчет загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработки материалов.

2 Загрязнение атмосферы и расчет загрязняющих веществ в атмосферу при сварки, наплавки, пайки, электрогазорезки металлов.

3 Загрязнение атмосферы и расчет загрязняющих веществ в атмосферу при нанесении лакокрасочных материалов.

Список рекомендуемой литературы

1. Инженерная защита окружающей среды: учебное пособие /под ред.О. Г. Воробьева. - СПб.: Издательство «Лань», 2002.

2. Лакокрасочные покрытия в машиностроении: справочник / под ред.М. М. Гольдберга. - М.: Машиностроение, 1974.

3. Каралюнец А. В. Основы инженерной экологии. Термические методы обращения с отходами: Учебное пособие./ А. В. Каралюнец, Т. Н. Маслова, В. Т. Медведев. - М.: Издательство МЭИ, 2000.

Таблица 1 Исходные данные по расчету выделения загрязняющих веществ при механической обработке металлов

Исходные данные	Вариант																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
-тип станков	Токарные						Фрезерные				Сверлильные				Шлифовальные		
- мощность двигателя, кВт	2,0	2,5	2,7	3,2	5,0	5,5	2,8	4,4	6,8	10,0	3,0	7,0	10,0	9,0	3,5	4,0	5,0
- максимальное число станков, работающих одновременно, шт	11	23	20	7	14	22	18	16	14	13	15	24	18	20	14	13	12
- в т.ч. работающих с СОЖ	3	17	15	6	10	12	12	9	14	5	4	21	4	16	12	6	10
-удельное выделение пыли металлической	21,6 г/ч	21,6 г/ч	21,6 г/ч	21,6 г/ч	21,6 г/ч	21,6 г/ч	0,017 г/с	0,017 г/с	0,017 г/с	0,017 г/с	0,002 г/с	0,002 г/с	0,002 г/с	0,002 г/с	29,8 г/ч	29,8 г/ч	29,8 г/ч
- удельное выделение эмульсола СОЖ на 1 кВт мощности двигателя, г/ч	0,0063														0,165		
- удельное выделение масляного тумана СОЖ на 1 кВт мощности двигателя, г/ч	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	30,0	30,0	30,0
- время обработки материала на 1-м станке: часов за год	-	-	-	990	570	-	-	-	789	888	788	-	-	-	1020	-	900

Продолжение табл. 1

Исходные данные	Вариант																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
дней за год	189	245	300	-	-	134	127	203	-	-	-	90	107	133	-	190	-
часов за день	3	4	2,5	-	-	7	6	4	-	-	-	12	14	7	-	4,5	-
- обрабатываемый материал	Конструкционная сталь			Алюминиевый сплав				Инструментальная сталь				Латунь				Чугун	

Таблица 2 Исходные данные заданий по расчету выделения загрязняющих веществ при сварке, пайке, электрогазорезке материалов

Исходные данные	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-тип техпроцесса	Ручная дуговая электросварка									
-общее количество постов, шт.	12	9	11	14	15	4	6	8	12	10
-максимальное число постов, работающих одновременно, шт.	9	3	7	11	11	3	5	5	4	10
-выделяется ЗВ:	г/кг		г/кг				г/кг			
FeOx	11,41		21,00				10,49			
MnO	0,86		0,92				0,11			
HF	1,53		1,83				1,03			
Электроды (сварочная проволока)										
-марка	ОЗС-4		ОЗС-6		ЦЛ-17		ИАТ-1		ОЗЛ-7	
-средний расход за год на 1 пост, кг	710		1300		2350		750		380	
-расход за цикл сварки, кг	3	4	3	5	4	5	7	8	3	5
-длительность цикла сварки, ч	2	2	3	4	3	4	7	8	4	5

Продолжение табл. 2

Исходные данные	Вариант						
	11	12	13	14	15	16	17
-тип техпроцесса	Электроконтактная точечная сварка						
-общее количество постов, шт.	9	16	6	7	11	12	15
-максимальное число постов, работающих одновременно, шт.	7	11	3	3	10	9	13
-номинальная мощность машины, кВт	150	50	100	100	100	100	50
-выделяется ЗВ:	г/ч			г/ч			
FeOx	2,344			2,940			
MnO	0,011			0,019			
HF	0,012			0,066			
	Среднее время работы поста						
-часов за год	-	-	230	-	-	220	289
-дней за год	120	290	-	167	189	-	-
-часов за день	3	4	-	4	6	-	-

Таблица 3 Исходные данные заданий по расчету выделения загрязняющих веществ при сварке, электрогазорезке материалов

Исходные данные	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-тип техпроцесса	Газосварка									
-общее количество постов, шт.	5	9	7	11	8	9	6	12	14	10
-максимальное число постов, работающих одновременно, шт.	2	4	4	7	4	6	3	6	5	6
-материал	Тонколистовая сталь углеродистая низколегированная									
	Сварочная проволока									
-марка	СВ-08Г2С		СВ-10Х22СН7СТ			ЭП-215		СВ-08ХГН2МТ		
-расход за цикл, кг	1,1	1,1	1,4	1,4	1,4	0,5	0,5	2	2	2

Продолжение табл. 3

Исходные данные	Вариант												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
-длительность сварки, ч	2	2	3	3	3	1,5	1,5	3,5	3,5	3,5			
Горючая газовая смесь: ацетилен-кислород													
-расхрд за цикл, кг	2,5	2,5	3,5	3,5	3,5	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0			
-длительность цикла, ч	4	4	4	4	4	2	2	1,5	1,5	1,5			
-удельное выделение NOx, г/кг	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22			
Среднее время работы 1 поста													
-часов за год;	930	995	-	-	-	590	800	-	-	860			
-дней за год;	-	-	185	129	3	233	-	-	136	3	215	2	-
-часов за день			2			3,5							
Исходные данные	Вариант												
	11	12	13	14	15	16	17						
-тип техпроцесса	Газорезка												
-общее количество постов, шт.	4	4	6	5	4	4	3						
-максимальное число постов, работающих одновременно, шт.	2	4	2	2	4	3	3						
-материал	Качественная легированная сталь толщиной 10 мм												
Выделяющиеся ЗВ при газовой резке, г/ч													
-FeO	145,5		145,5		145,5		145,5						
-CrO	6,68		6,68		6,68		6,68						
-CO	55,2		55,2		55,2		55,2						
-NOx	43,4		43,4		43,4		43,4						
Среднее время работы 1 поста													
-часов за год	630	170	-	-	-	590	700						
-дней за год	-	-	189	213	203	-	-						
-часов за день	-	-	2	3	2,5	-	-						

Таблица 4 Исходные данные заданий по расчету выделения загрязняющих веществ при нанесении ЛКМ

Исходные данные	Вариант																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
-ЛКМ	Эмаль										Грунт						
-тип	НЦ-25				МЛ-029			МЛ-197			ГФ-017				ГФ-021		
-состав:																	
сухой остаток, %	34				33			38			22				25		
летучая часть:																	
а) бутиловый спирт, %	15				12			20			10				15		
б) уайт-спирит, %	85				88			80			90				85		
-израсходовано за год, т	1,5	1,2	0,6	0,8	0,5	4	5	14	16	22	5	6	12	7	66	45	40
- израсходовано за месяц напряженной работы, т	0,04	0,06	0,2	0,1	0,06	1,0	0,5	2,4	2,4	4,1	1	1	1,2	0,7	12	10	10,1
	Разбавитель																
-тип	№ 649			№ 646				№ 649			№ 647			№ 646			
-состав, %:																	
ксилол	50			45				50			50			45			
изобутиловый спирт	20			15				10			20			15			
этилцеллозольв	30			40				40			30			40			
-израсходовано за год, т	0,15	0,2	0,05	0,01	0,01	1	0,3	2,8	4,2	5,7	1	1,5	3,0	2,1	14,6	10	10
- израсходовано за месяц напр. работы, т	0,05	0,02	0,01	0,001	0,001	0,2	0,05	0,3	0,4	0,7	0,09	0,4	0,5	0,4	3	1,3	1,2
	Время работы участка в наиболее напряженный месяц																
-дней за месяц	21	22	24	23	20	21	17	23	23	24	21	9	21	18	19	21	19
-средн. за день (окр.), ч	1	5	4	4	3	3	2	3	7	4	1	1	5	12	7,5	1	5
-средн. за день (суш.), ч	2	8	4	6	6	4	2	6	5	6	2	2	6	6	4	2	5
-способ нанесения	пневмоэлектростатическое							безвоздушное			электростатическое						