



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Безопасность технологических процессов
и производств»

Практикум

для обучающихся по направлению
подготовки 20.03.01 «Техносферная
безопасность»

«Охрана воздушного бассейна. Часть 2»

Авторы
Соколова Г.Н.,
Нихаева А.В.

Ростов-на-Дону, 2018

Аннотация

Охрана воздушного бассейна, часть 2: практикум для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Предназначено для обучающихся, изучающих дисциплину «Охрана воздушного бассейна», для разработки домашних заданий по материалам теоретического курса.

Авторы

к.т.н., доцент кафедры
«БТПиП» Соколова Г.Н.

к.т.н., доцент кафедры
«БТПиП» Нихаева А.В.



Оглавление

1. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АККУМУЛЯТОРНЫХ РАБОТ	4
1.1. Общие сведения	4
1.2. Разряд и заряд АКБ. Физика и химия процесса	5
1.3. Виды и конструктивные особенности АКБ	7
1.4. Расчет выделений (выбросов) загрязняющих веществ при работе с аккумуляторными батареями	11
2. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ (ПО ВЕЛИЧИНАМ УДЕЛЬНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ)	16
2.1. Общие сведения	16
2.2. Механическая обработка металлов без охлаждения	17
2.3. Механическая обработка металлов с применением СОЖ	17
2.4. Расчет выделений (выбросов) загрязняющих веществ при механической обработке металлов	18
3. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ СВАРОЧНЫХ РАБОТАХ	27
3.1. Общие сведения	27
4. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	33
4.1. Общие сведения	33
4.2. Количественный и качественный состав выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от основных технологических процессов	34
4.3. Производство ДСП	37
Основная литература	43

1. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АККУМУЛЯТОРНЫХ РАБОТ

Цель работы. Изучить принцип работы аккумуляторных батарей (АКБ) и оценить влияние автомобильных и других АКБ с точки зрения загрязнения атмосферы при проведении аккумуляторных работ.

1.1. Общие сведения

Автомобильный аккумулятор выполняет три функции: во-первых, он запускает двигатель, во-вторых, питает некоторые электрические устройства, например, сигнализацию и телефон, когда двигатель не работает. И, наконец, он «помогает» генератору, когда тот не справляется с нагрузкой.

Стандартный автомобильный аккумулятор состоит из шести 2-вольтовых элементов, что дает на выходе 12 вольт. Каждый элемент состоит из свинцовых решетчатых пластин, покрытых активным веществом и погруженных в кислотный электролит. Отрицательные пластины покрыты мелкопористым свинцом, а положительные двуокисью свинца. Когда к аккумулятору подключают нагрузку, активное вещество вступает в химическую реакцию с сернокислотным электролитом, вырабатывая электрический ток. На пластинах при этом осаждается сульфат свинца, и электролит, соответственно, истощается. При зарядке эта реакция проходит в обратном направлении, и способность аккумулятора давать ток восстанавливается.

Свинцовая стартерная аккумуляторная батарея (АКБ) – вторичный источник электрической энергии. Это значит, что после глубокого разряда ее работоспособность можно полностью восстановить при помощи заряда – пропускания электрического тока в направлении, обратном тому, в котором протекал ток при разряде.

Работает АКБ по принципу превращения электрической энергии в химическую (при заряде) и обратном превращении – химической энергии в электрическую (при разряде). Активные вещества заряженного свинцового аккумулятора, принимающие участие в токообразующем процессе:

- на положительном электроде – двуокись свинца темно-коричневого цвета;
- на отрицательном электроде – губчатый свинец серого цвета.

Электролит – водный раствор серной кислоты плотностью 1,28 г/см³, который, как и активная масса электродов, принимает участие в токообразующем процессе.

1.2. Разряд и заряд АКБ. Физика и химия процесса

В процессе разряда (рис. 1.1) активная масса как положительного, так и отрицательного электродов превращается в сульфат свинца (белого цвета). Поэтому теория, описывающая химические процессы, протекающие при заряде и разряде свинцового аккумулятора, называется теорией двойной сульфатации. При этом плотность электролита снижется к концу разряда до 1,08 – 1,10 г/см³.

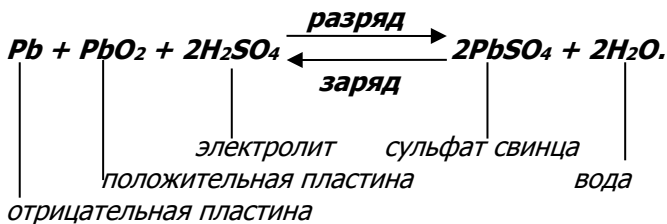


Рис. 1.1. Химическая формула, описывающая процесс разряда и заряда АКБ

Процесс зарядки батареи состоит в электрохимическом разложении PbSO₄ на электродах под воздействием постоянного тока внешнего источника. Данный процесс похож на процесс разряда как бы развивающийся в обратном направлении. Первоначально ток заряда достаточно велик и ограничен лишь способностью внешнего источника генерировать необходимый ток и сопротивлением токонесущих элементов. Теоретически он ограничен только скоростью, с которой продукты реакции выводятся из активной зоны. Затем, по мере "растворения" молекул серной кислоты, ток снижается.

Стандартно свинцовую АКБ рекомендуют заряжать, используя источник напряжения. Теоретически рекомендуемое напряжение заряда на одну ячейку составляет приблизительно 2.23 В или 13.4 В на всю батарею. Более высокое напряжение заряда приводит к более быстрому накоплению заряда, но одновременно увеличивает количество разлагаемой воды. Часть ионов кислорода и водорода остается в растворе, обеспечивая ему избыточную проводимость (повышая тем самым паразитный ток), часть выводится

в виде газа. Аккумулятор "кипит". При увеличении избыточного зарядного напряжения на аккумуляторе в два раза, ток подзаряда возрастает в десять раз, что приводит к неоправданному расходу воды и преждевременному выходу АКБ из строя (рис. 1.2).

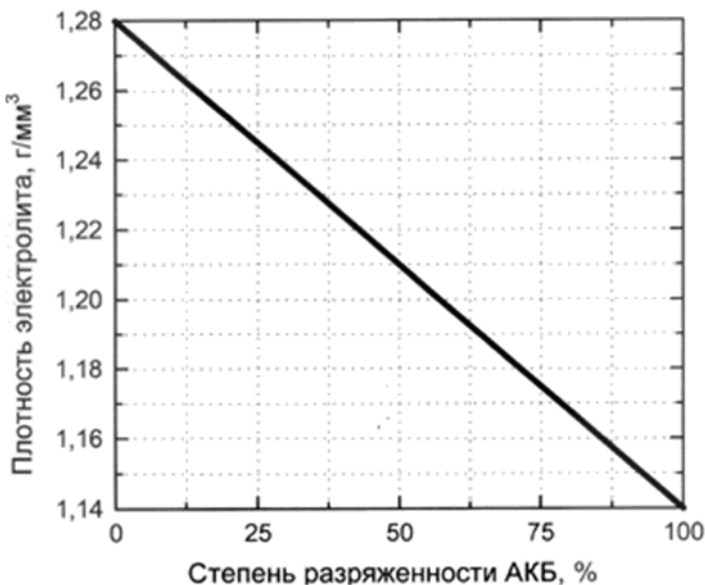


Рис. 1.2. Зависимость разряженности АКБ от плотности электролита

При разряде аккумулятора генерируется ток за счет осаждения SO_4^{2-} на пластинах, в связи с чем снижается концентрация электролита и постепенно повышается внутреннее сопротивление. При полном разряде практически вся активная масса превращается в сернокислый свинец (сульфат свинца), который имеет свойство постепенно кристаллизоваться и терять способность к электрохимическим преобразованиям, после чего батарею практически невозможно восстановить. Этот процесс называется «сульфатацией». Поэтому долгое пребывание в состоянии разрядки губительно для аккумулятора. Чтобы избежать «сульфатации» необходимо как можно быстрее произвести зарядку разряженной батареи.

1.3. Виды и конструктивные особенности АКБ

В зависимости от применяемых при производстве материалов и используемых конструктивных, технологических и эксплуатационных особенностей, современные батареи можно подразделить на два основных вида: классического (традиционного) и необслуживаемого исполнения.

Основы традиционного исполнения батарей сформировались уже в начале 20-го века и постепенно трансформировались до современного состояния по мере появления новых конструкционных материалов, но их эксплуатационные недостатки при этом сохранились. В России батареи традиционного исполнения выпускают как в моноблоках с отдельными крышками (рис. 1.3), герметизируемыми битумной смазкой, так и в моноблоках с общей крышкой, герметизируемой контактно-тепловой сваркой.

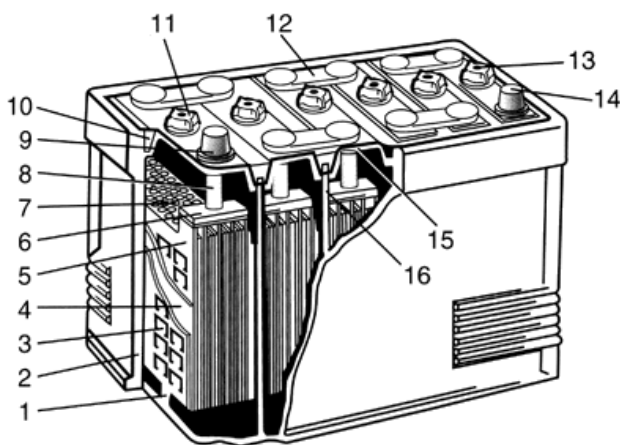


Рис. 1.3. Аккумуляторная батарея с отдельными крышками

Аккумуляторные батареи с отдельными крышками (рис. 1.3) собирают в одном многоячеечном корпусе – моноблоке (2), выполненном из эбонита или другой кислотостойкой пластмассы, разделенном перегородками (16) на отдельные камеры-ячейки (банки), по числу аккумуляторов в батарее. В каждую из ячеек помещен блок, состоящий из чередующихся положительных (5) и отрицательных (3) электродов, разделенных сепараторами (4). Он представляет собой отдельный аккумулятор напряжением 2В. Про-

странство между дном моноблока и верхними кромками фиксирующих электроды опорных призм (1) служит для накаливания шлама – осадка, образующегося в процессе эксплуатации вследствие оплывания частиц активной массы положительных электродов. Когда объем шламового пространства заполняется, происходит замыкание нижних кромок разноименных электродов и аккумулятор теряет работоспособность.

Электроды состоят из активной массы, нанесенной на токоотвод решетчатой конструкции – решетку. Сепараторы разделяют участвующие в электрохимических превращениях реагенты, а также обеспечивают возможность диффузии электролита от одного электрода к другому. Сторона сепаратора, обращенная к положительному электроду для облегчения доступа электролита к поверхности активной массы, выполнена ребристой.

Борн (8), который служит наружным токоотводом аккумулятора, последовательно соединяет соседние аккумуляторы между собой в батарею. К выводным борнам крайних аккумуляторов батареи привариваются полюсные выводы (9) и (14), служащие для соединения батареи с внешней электрической цепью. Положительный (9) и отрицательный (14) выводы имеют разный диаметр, что позволяет исключить возможность переполюсовки при подключении АКБ к бортовой цепи автомобиля.

В верхней части электродного блока устанавливают щиток (7), предохраняющий верхние кромки сепараторов (4) от повреждения при замерах уровня и плотности электролита.

Каждый аккумулятор после установки электродного блока в камеру–ячейку моноблока закрывают сверху отдельной пластмассовой или эбонитовой крышкой (15). В ней выполняют по два отверстия с втулками для выводных борнов электродного блока. Между ними расположено резьбовое отверстие для заливки электролита и периодического обслуживания аккумулятора в процессе эксплуатации. После заливки электролита резьбовое отверстие закрывают пробкой из полиэтилена (11), имеющей небольшое вентиляционное отверстие (13), предназначенное для выхода газов при эксплуатации.

Физические процессы, происходящие при пуске двигателя, отличаются от процессов при медленном разряде батареи потребителями. При пуске участвует не весь объем активной массы и электролита, а лишь та ее часть, которая находится на поверхности пластин и соприкасающийся с поверхностью пластин электролит. Поэтому, после неудачной попытки запустить двигатель, следует

подождать некоторое время для того, чтобы электролит перемешался, плотность его выровнялась, он проник в поры активной массы. Нормальный запуск двигателя при однократном вращении стартера в течении 10 с забирает емкость около $400\text{А} \times 10\text{с} = 4000\text{Ас} = 1.1\text{А/ч}$, что составляет около 2% от емкости стандартной батареи 60 а/ч.

При заряде от генератора (который «прикидывается» источником напряжения, на самом деле являясь источником тока, придушенным регулятором), напряжение должно соответствовать условиям быстрого подзаряда и определяется реле регулятором. Свинцово-кислотный аккумулятор не портится в режиме непрерывного подзаряда. Этот режим всячески поощряется и рекомендуется.

Недостатки традиционных свинцовых батарей обусловлены тем, что содержащаяся в сплаве положительных токоотводов сурьма постепенно, по мере их коррозии, через раствор переходит на поверхность отрицательного электрода. Осаждение большого количества сурьмы на поверхности отрицательной активной массы снижает напряжение на электродах батареи, при котором начинается разложение воды на водород и кислород. Поэтому, в конце зарядного процесса и при небольшом перезаряде, происходит бурное газовыделение, сопровождающееся «кипением» электролита вследствие электролитического разложения входящей в него воды.

За последние 20-25 лет, по мере развития технологии и совершенствования оборудования, появилось несколько разновидностей батарей так называемого «необслуживаемого» исполнения. Их основная отличительная особенность – использование сплавов с пониженным содержанием сурьмы или вовсе без нее для производства токоотводов.

В России выпускаются необслуживаемые батареи емкостью от 44 до 90 А·ч с токоотводами из малосурьмяного сплава с содержанием сурьмы 1,7-3,0%.

Подавляющее большинство АКБ, поступающих в Россию из стран Европы, выпускают, как правило, в гибридном исполнении, либо с токоотводами обеих полярностей из свинцово-кальциевых сплавов. При изготовлении сухозаряженных батарей многие производители применяют для электродов обеих полярностей малосурьмяные сплавы с содержанием сурьмы 1,6-1,8%.

С недавнего времени большой популярностью стали пользоваться аккумуляторы, в которых вместо привычного жидкого электролита применяют электролит в виде геля, т.е. гелиевые аккумуля-

ляторы. Такие аккумуляторные батареи более долговечны, обладают высокими пусковыми характеристиками, в отличие от обычных кислотных батарей. Так же некоторые производители аккумуляторных батарей изготавливают сепараторы в виде пористого материала, который удерживает электролит внутри, такая технология получила название AGM. По своим свойствам аккумуляторы, изготовленные по технологии AGM, схожи с гелиевыми аккумуляторами.

Для увеличения сроков службы свинцовых пластин в современных аккумуляторах применяют легирование, то есть добавление в состав свинца различных добавок. Наибольшее распространение получили пластины легированные кальцием и серебром. Кальций позволяет снизить газообразование при зарядке аккумуляторной батареи, что позволяет производить аккумуляторы не требующие доливать дистиллированную воду в течении всего срока эксплуатации батареи. Серебро снижает электрическое сопротивление пластин, не вступает в реакцию с кислотой и тем самым увеличивает срок эксплуатации пластин в аккумуляторной батарее. Главным критерием при выборе аккумулятора является его емкость. На аккумуляторах меньшей емкости можно сэкономить, но они будут хуже справляться с проблемами при зимнем запуске. При некоторых режимах работы двигателя (холостой ход) и малых дневных пробегах автомобиля, аккумулятор в темное время "помогает" генератору питать включенные потребители. При малой собственной электрической емкости глубина разряда при этом может быть более 40-50%, что приведет к снижению работоспособности аккумулятора в режиме пуска двигателя. Повторяющиеся глубокие разряды аккумулятора приведут к сокращению его ресурса. Аккумуляторы меньшей емкости стандартного исполнения, как правило, имеют и меньший пусковой ток.

Запас энергии в аккумуляторах большей емкости будет большим, что предполагает большее количество попыток пуска двигателя. Существует распространенное мнение, что генератор не сможет справиться с зарядом аккумулятора большей емкости, однако это не совсем так. На пуск двигателя от аккумулятора любой емкости требуется, примерно одно и то же (на 1-4 попытки пуска по 5-10 с.). Это же количество (А·ч) генератор должен вернуть в аккумулятор после пуска двигателя и в штатных режимах разница в емкости не имеет значения.

Реальный (фактический) срок службы стартерной батареи полностью зависит как от её качества, так и от условий работы

автомобиля, качества техобслуживания батареи и технических показателей электрооборудования.

У автомобилей с усредненным режимом эксплуатации (при пробеге 15-20 тыс. км в год) срок работоспособности аккумуляторов может достигать до 4-х лет, но лишь при условии неукоснительного соблюдения требований по их техническому контролю и обслуживанию. На практике имели место случаи, когда отдельные батареи на легковых автомобилях успешно работали 6-8 лет.

Выход батареи из строя при отсутствии производственного дефекта обусловлен износом пластин, который непрерывно (с различной интенсивностью) происходит, начиная от момента заливки электролита и первой зарядки аккумулятора.

Техническое обслуживание АКБ вызывает загрязнение атмосферы, в том числе выделение паров серной кислоты (при зарядке кислотных аккумуляторов), гидроксида натрия (при зарядке щелочных аккумуляторов), масляный туман и свинец (при разборке и сборке аккумуляторных батарей, при отливке свинцовых клемм и межэлементных соединений).

1.4. Расчет выделений (выбросов) загрязняющих веществ при работе с аккумуляторными батареями

При работе с аккумуляторными батареями в воздух выделяются газы:

- водород;
- кислород;
- серная кислота – при зарядке кислотных аккумуляторов;
- гидроксид натрия – при зарядке щелочных аккумуляторов.

Количество выделяющихся газов зависит от многих факторов, сопровождающих процесс заряда аккумуляторных батарей (степень разряженности и изношенности батареи, температура, время заряда). Наибольшее выделение газов наблюдается в конце заряда. Основным загрязняющим веществом, подлежащим определению, является аэрозоль серной кислоты (гидроксида натрия), которые выделяется одновременно с водородом и кислородом.

Расчет выбросов, выделяющихся от всех источников на аккумуляторном участке, ведется через удельное выделение аэрозоля серной кислоты (гидроксида натрия), которое для свинцовых аккумуляторных батарей принято равным 1 мг/А·ч.

Валовый выброс серной кислоты и гидроксида натрия M , т/год, рассчитывается по формуле 1.1:

Охрана воздушного бассейна. Часть 2

$$M = 0,9 \cdot g \cdot (Q_{1a1} + Q_{2a2} + \dots + Q_{na_n}) \cdot 10^{-9}, \text{ т/год} \quad (1.1)$$

где g – удельное выделение серной кислоты или гидроксида натрия. Для серной кислоты $g = 1 \text{ мг/А}\cdot\text{ч}$; для гидроксида натрия $g = 0,8 \text{ мг/А}\cdot\text{ч}$; Q_n – номинальная емкость каждого типа аккумуляторных батарей, имеющихся на предприятии, А·ч; a_n – количество проведенных зарядок батарей соответствующей емкости за год (по данным учета предприятия).

Расчет максимально разового выброса серной кислоты или гидроксида натрия производится исходя из условий, что мощность зарядных устройств используется с максимальной нагрузкой. При этом сначала определяется валовый выброс за день по формуле 1.2:

$$M_{\text{сут}} = 0,9 \cdot g \cdot Q \cdot a \cdot 10^{-9}, \text{ т/сут} \quad (1.2)$$

где Q – номинальная емкость наиболее емких аккумуляторных батарей, имеющихся на предприятии, А·ч; a – максимальное количество вышеуказанных батарей, которые можно одновременно подсоединять к зарядному устройству.

Максимально разовый выброс серной кислоты или гидроксида натрия $G_{\text{раз}}$, г/с, определяется по формуле 1.3:

$$G_{\text{раз}} = \frac{M_{\text{сут}} \cdot 10^6}{3600 \cdot T}, \text{ г/с} \quad (1.3)$$

где T – время зарядки в часах.

Кроме того, при разборке и сборке аккумуляторных батарей используют битумную мастику, при разогреве которой выделяется аэрозоль масла. При отливке свинцовых клемм и межэлементных соединений выделяется свинец.

Валовый выброс масляного тумана и свинца M_6 определяется по формуле 1.4:

$$M_6 = j \cdot t \cdot S \cdot n \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (1.4)$$

где: j – удельный выброс i -го вещества на единицу площади зеркала тигля, г/с·м² (табл. 1.1); n – количество разогревов тигля в год; S – площадь зеркала тигля, в котором плавится свинец (битумная мастика), м²; t – время нахождения свинца (мастики) в расплавленном виде в тигле при одном разогреве, с.

Таблица 1.1

Удельные выделения загрязняющих веществ (j) при ремонте аккумуляторных батарей (на единицу площади зеркала тигля, $г/с \cdot м^2$)

Наименование технологического процесса	Применяемые материалы	Температура, °С	Выделяемое загрязняющее вещество	
			наименование	удельные кол-ва, $г/с \cdot м^2$
Восстановление (отливка) межэлементных перемычек и клеммных выводов	Расплав свинца	300 – 500	Свинец	0,0013
Приготовление битумной мастики для ремонта корпусов аккумуляторов	Расплав мастики	100 – 150	Масло минеральное нефтяное (масляный туман)	0,003

Максимально разовый выброс масляного тумана и свинца G_6 рассчитывается по формуле 1.5:

$$G_6 = j \cdot S_i \text{ г/с} \quad (1.5)$$

Пример расчета

Рассчитать выбросы паров серной кислоты, при зарядке кислотного аккумулятора исходя из данных, представленных в табл. 1.2

Таблица 1.2

Исходные данные к примеру расчета

Номинальная емкость, Q_n	60	75	90	132	190
Количество проведенных зарядок, a_n	18	12	10	30	60
Максимальное количество наиболее емких аккумуляторных батарей, которые можно одновременно подсоединять к зарядному устройству равно 4. Время зарядки Т, 10 час					

Валовые выбросы паров серной кислоты при зарядке кислотного аккумулятора рассчитаем по формуле 1.1:

$$M = 0,9 \cdot 1 \cdot (60 \cdot 18 + 75 \cdot 12 + 90 \cdot 10 + 132 \cdot 30 + 190 \cdot 60) \cdot 10^{-9} = 0,0000163 \text{ т/год}$$

Количество выбросов паров серной кислоты в сутки при зарядке кислотного аккумулятора рассчитаем по формуле 1.2:

$$M_{сут} = 0,9 \cdot 1 \cdot (190 \cdot 4) \cdot 10^{-9} = 0,000000684 \text{ т/день}$$

Максимально-разовые выбросы рассчитаем по формуле 1.3:

$$G_{раз} = \frac{0,000000684 \cdot 10^6}{3600 \cdot 10} = 0,000019 \text{ г/с}$$

Рассчитаем валовые и максимально разовые выбросы масляного тумана и свинца при разборке и сборке аккумуляторных батарей и отливке свинцовых клемм, исходя из условия, что время нахождения свинца (мастики) в расплавленном виде в тигле t при одном разогреве составляет 11 секунд, количество разогревов тигля в год n равно 56; а площадь зеркала тигля S , в котором плавится свинец (битумная мастика), составляет $0,8 \text{ м}^2$. Расчет проводим по формулам 1.4 и 1.5.

$$M_{б \text{ тум.}} = 0,003 \cdot 11 \cdot 0,8 \cdot 56 \cdot 10^{-6} = 1,478 \cdot 10^{-6} \text{ т/год}$$

$$M_{б \text{ св.}} = 0,0013 \cdot 11 \cdot 0,8 \cdot 56 \cdot 10^{-6} = 0,64 \cdot 10^{-6} \text{ т/год}$$

$$G_{б \text{ тум.}} = 0,003 \cdot 0,8 = 0,0024 \text{ г/с}$$

$$G_{б \text{ св.}} = 0,0013 \cdot 0,8 = 0,00104 \text{ г/с}$$

Задание по работе

Рассчитать выбросы паров серной кислоты при зарядке аккумулятора и определить валовые и максимально разовые выбросы масляного тумана и свинца при разборке и сборке аккумуляторных батарей, а также отливке свинцовых клемм, согласно номеру варианта, который задает преподаватель. Исходные данные представлены в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Варианты исходных данных для расчёта

№ п/п	Тип АКБ	Номинальная емкость Q_n и количество проведенных зарядок a_n АКБ						Время зарядки T , ч	Количество разогревов тигля в год n , раз	Площадь зеркала тигля S , m^2	Время нахождения свинца (мастики) в расплавленном виде, t , с
		Q_1	a_1	Q_2	a_2	Q_3	a_3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	кислотный	60	18	75	12	90	10	10	50	1,5	20
2	щелочной	60	16	75	10	90	9	12	51	1,4	21
3	кислотный	65	14	80	12	110	8	14	52	1,3	22
4	щелочной	65	12	80	10	110	7	16	53	1,2	25
5	кислотный	70	18	90	12	160	10	18	54	1,1	28
6	щелочной	70	16	90	10	160	9	20	56	1,0	30
7	кислотный	75	14	100	12	190	8	21	57	0,9	35
8	щелочной	75	12	100	10	190	7	22	58	0,8	33
9	кислотный	80	18	110	11	180	7	23	59	1,5	34
10	щелочной	80	16	110	12	180	8	24	60	1,4	37
11	кислотный	60	14	75	10	90	9	10	57	1,3	20
12	щелочной	60	12	80	9	90	10	12	58	1,2	21
13	кислотный	65	18	80	8	110	10	14	59	1,1	22
14	щелочной	65	16	90	10	110	9	16	60	1,0	25
15	кислотный	70	14	90	11	160	8	18	52	0,9	28
16	щелочной	70	12	100	12	160	7	20	53	0,8	30
17	кислотный	75	18	100	14	190	6	21	54	1,5	35
18	щелочной	75	16	110	12	190	8	22	56	1,4	33
19	кислотный	80	14	110	11	180	9	23	57	1,3	34
20	щелочной	80	12	90	10	180	10	24	51	1,2	37

2. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ (ПО ВЕЛИЧИНАМ УДЕЛЬНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ)

Цель работы. Изучить источники выделения и выбросов загрязняющих веществ при механической обработке металлов и оценить их влияние с точки зрения загрязнения атмосферы.

2.1. Общие сведения

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

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.

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.

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

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.

Источниками 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.

2.2. Механическая 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.

В методике расчета [3, 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.

2.3. Механическая 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.

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

Количество загрязняющих веществ, выделяющихся при механической обработке металлов без применения СОЖ за год и при отсутствии газоочистки, определяется по формуле 2.1:

$$M_{\text{выд}} = 3,6 \cdot K \cdot T \cdot 10^{-3}, \text{ т/год} \quad (2.1)$$

где K – удельные выделения пыли технологическим оборудованием [3, табл. 5.1.1 – 5.1.4]), г/с; T – фактический годовой фонд времени работы оборудования, ч.

Валовый выброс загрязняющих веществ при наличии газоочистки вычисляется по формуле 2.2:

$$M_{\text{выб}} = 3,6 \cdot K \cdot T \cdot (1 - j) \cdot 10^{-3}, \text{ т/год} \quad (2.2)$$

где: j – степень очистки воздуха пылеулавливающим оборудованием (в долях единицы).

Валовый выброс загрязняющих веществ при обработке металлов в случае применения СОЖ и газоочистки рассчитывается по формуле 2.3:

$$M_{\text{выб}}^x = 3,6 \cdot K_x \cdot N \cdot T \cdot (1 - j) \cdot 10^{-3}, \text{ т/год} \quad (2.3)$$

где: K_x – удельные показатели выделения масла и эмульсола, г/с [3, табл. 5.2.1]); N – мощность установленного оборудования, кВт.

Пример расчета

Определить количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу во время механической обработки металлов при наличии газоочистки и выделяющихся загрязняющих веществ при её отсутствии, без применения СОЖ и с применением, исходя из данных, представленных в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Исходные данные к примеру расчета

№ п/п	Наименование используемого оборудования	вещество		K, г/с	T, ч	j	K _{кв} 10 ⁻⁵ г/с на 1 кВт мощности станка	M, Вт
		код	наименование					
1.	Заточной центр для сверел KAINDL SZ	0123	Железа оксид	0,007	1247	0,85	–	–
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,003				
	Заточный станок с диаметром шлифовального круга 100 мм	2930	Пыль абразивная	0,004	736	0,67	–	–
		0123	Железа оксид	0,006				
	Обработка металлов на токарных станках с охлаждением маслом	2735	Масло минеральное нефтяное	–	736	0,67	5,6	300

I. Количество загрязняющих веществ, выделяющихся при механической обработке металлов без применения СОЖ за год, при отсутствии газоочистки определяется по формуле 2.1:

а) при работе заточного центра для сверел:

– для железа оксид $M_{\text{выд. Fe}} = 3,6 \cdot 0,007 \cdot 1247 \cdot 10^{-3} = 0,0314$ т/год;

– для пыли неорганической $M_{\text{выд. пыль}} = 3,6 \cdot 0,003 \cdot 1247 \cdot 10^{-3} = 0,0135$ т/год.

б) при работе заточного станка с диаметром шлифовального круга 100 мм:

– для железа оксид $M_{\text{выд. Fe}} = 3,6 \cdot 0,006 \cdot 736 \cdot 10^{-3} = 0,0159$ т/год;

– для пыли абразивной $M_{\text{выд. пыль}} = 3,6 \cdot 0,004 \cdot 736 \cdot 10^{-3} = 0,0106$ т/год.

II. Валовой выброс загрязняющих веществ при механической обработке металлов без применения СОЖ за год и при наличии газоочистки, вычисляется по формуле 2.2:

а) при работе заточного центра для сверел:

– для железа оксид $M_{\text{выб. Fe}} = 3,6 \cdot 0,007 \cdot 1247 \cdot (1-0,85) \cdot 10^{-3} = 0,0047$ т/год;

– для пыли неорганической $M_{\text{выб. пыль}} = 3,6 \cdot 0,003 \cdot 1247 \cdot (1-0,85) \cdot 10^{-3} = 0,0020$ т/год.

б) при работе заточного станка с диаметром шлифовального круга 100 мм:

– для железа оксид $M_{\text{выб. Fe}} = 3,6 \cdot 0,006 \cdot 736 \cdot (1-0,67) \cdot 10^{-3} = 0,0052$ т/год;

– для пыли абразивной $M_{\text{выб. пыль}} = 3,6 \cdot 0,004 \cdot 736 \cdot (1-0,67) \cdot 10^{-3} = 0,0035$ т/год.

III. Валовой выброс загрязняющих веществ при обработке металлов в случае применения СОЖ и газоочистки рассчитывается по формуле 2.3:

$$K_{\text{выб}}^{\text{масло}} = 3,6 \cdot 5,6 \cdot 10^{-5} \cdot 0,3 \cdot 736 \cdot (1-0,67) \cdot 10^{-3} = 0,0000147$$

т/год

Задание по работе

Рассчитать количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу во время механической обработки металлов при наличии газоочистки и выделяющихся загрязняющих веществ при её отсутствии, без применения СОЖ и с применением, исходя из данных, представленных в табл. 2.2 согласно номеру варианта, который задает преподаватель.

Таблица 2.2

Варианты исходных данных для расчёта

№ п/п	Наименование используемого оборудования	Вещество		K, г/с	T, ч	j	K _x , 10 ⁻⁵ г/с на 1 кВт мощности станка	N, Вт
		код	наименование					
1.	Заточной центр для сверел KAINDL SZ	0123	Железа оксид	0,007	1000	0,75	-	-
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,003				
	Заточный станок с диаметром шлифовального круга 100 мм	2930	Пыль абразивная	0,004	855	0,98	-	-
		0123	Железа оксид	0,006				
	Обработка металлов на шлифовальных станках с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3 %	2868	Эмульсол	-	855	0,98	0,104	350
2.	Ручной станок для заточки круглых дисковых пил (Wragor WCM)	2930	Пыль абразивная	0,006	1500	0,85	-	-
		0123	Железа оксид	0,008				
	Крацевальные станки	0123	Железа оксид	0,097	2100	0,99	-	-
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	1,0				
	Обработка металлов на шлифовальных станках с охлаждением маслом	2735	Масло минеральное нефтяное	-	2100	0,99	8,00	450
3.	Плоскошлифовальные станки	2930	Пыль абразивная	0,014	785	0,78	-	-
		0123	Железа оксид	0,022				
	Заточные станки с алмазным кругом диаметром 100 мм	0123	Железа оксид	0,005	670	0,92	-	-
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,002				
	Обработка металлов на токарных станках с охлаждением маслом	2735	Масло минеральное нефтяное	-	670	0,92	5,6	400
4.	Бесцентро шлифовальные станки	2930	Пыль абразивная	0,005	2390	0,97	-	-
		0123	Железа оксид	0,008				
	Заточной центр для сверел KAINDL SZ	0123	Железа оксид	0,007	2234	0,75	-	-
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,003				

Продолжение табл. 2.2

№ п/п	Наименование используемого оборудования	Вещество		K, г/с	T, ч	j	K _x , 10 ⁻⁵ г/с на 1 кВт мощности станка	N, Вт
		код	наименование					
4.	Обработка металлов на токарных станках с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3 %	2868	Эмульсол	–	2234	0,75	0,05	300
5.	Внутришлифовальные станки	2930	Пыль абразивная	0,003	3110	0,99	–	–
		0123	Железа оксид	0,005				
	Заточные станки с алмазным кругом диаметром 150 мм	0123	Железа оксид	0,007	1784	0,78	–	–
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,003				
	Обработка металлов на токарных станках с охлаждением маслом	2735	Масло минеральное нефтяное	–	1784	0,78	5,6	320
6.	Заточные станки диаметр шлифовального круга 100 мм	2930	Пыль абразивная	0,004	1760	0,87	–	–
		0123	Железа оксид	0,006				
	Заточные станки с алмазным кругом диаметром 200 мм	0123	Железа оксид	0,011	945	0,95	–	–
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,005				
	Обработка металлов на токарных станках с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3 %	2868	Эмульсол	–	945	0,95	0,05	400
7.	Заточные станки диаметр шлифовального круга 300 мм	2930	Пыль абразивная	0,013	1300	0,68	–	–
		0123	Железа оксид	0,021				
	Заточной центр для сверел KAINDL SZ	0123	Железа оксид	0,007	890	0,93	–	–
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,003				
	Обработка металлов на токарных станках с охлаждением маслом	2735	Масло минеральное нефтяное	–	890	0,93	5,6	300
8.	Заточные станки диаметр шлифовального круга 500 мм	2930	Пыль абразивная	0,024	1010	0,89	–	–
		0123	Железа оксид	0,036				

№ п/п	Наименование используемого оборудования	Вещество		K, г/с	T, ч	j	K _к , 10 ⁻⁵ г/с на 1 кВт мощности станка	N, Вт
		код	наименование					
8.	Заточные станки с алмазным кругом диаметром 250 мм	0123	Железа оксид	0,014	784	0,67	-	-
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,006				
	Обработка металлов на токарных станках с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3 %	2868	Эмульсол	-	784	0,67	0,05	300
9.	Заточные станки с алмазным кругом, диаметр алмазного круга 100 мм	0123	Железа оксид	0,005	3300	0,97	-	-
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,002				
	Внутришлифовальные станки с диаметром шлифовального круга 5-20 мм	2930	Пыль абразивная	0,003	576	0,87	-	-
		0123	Железа оксид	0,005				
Обработка металлов на шлифовальных станках с охлаждением маслом	2735	Масло минеральное нефтяное	-	576	0,87	8,0	500	
10.	Заточные станки с алмазным кругом диаметр 250 мм	0123	Железа оксид	0,014	1230	0,99	-	-
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,006				
	Внутришлифовальные станки с диаметром шлифовального круга 20-50 мм	2930	Пыль абразивная	0,005	849	0,85	-	-
		0123	Железа оксид	0,008				
Обработка металлов на шлифовальных станках с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3 %	2868	Эмульсол	-	849	0,85	0,104	450	
11.	Заточные станки с алмазным кругом диаметр 350 мм	0123	Железа оксид	0,021	1050	0,68	-	-
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,009				
	Ручной станок для заточки круглых дисковых пил Wgravor WCM)	2930	Пыль абразивная	0,006	1670	0,94	-	-
		0123	Железа оксид	0,008				
Обработка металлов на токарных станках с охлаждением маслом	2735	Масло минеральное нефтяное	-	1670	0,94	5,6	300	

№ п/п	Наименование используемого оборудования	Вещество		K, г/с	T, ч	j	K _x , 10 ⁻⁵ г/с на 1 кВт мощности станка	N, Вт
		код	наименование					
12.	Заточные станки с алмазным кругом, диаметр алмазного круга 450 мм	0123	Железа оксид	0,028	1830	0,88	-	-
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,012				
	Круглошлифовальные станки с диаметром шлифовального круга 100 мм	2930	Пыль абразивная	0,010	888	0,91	-	-
		0123	Железа оксид	0,018				
	Обработка металлов на шлифовальных станках с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3 %	2868	Эмульсол	-	888	0,91	0,104	350
13.	Заточные станки с алмазным кругом, диаметр алмазного круга 550 мм	0123	Железа оксид	0,015	2000	0,98	-	-
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,006				
	Плоскошлифовальные станки	2930	Пыль абразивная	0,014	1111	0,77	-	-
		0123	Железа оксид	0,022				
	Обработка металлов на шлифовальных станках с охлаждением маслом	2735	Масло минеральное нефтяное	-	1111	0,77	8,0	300
14.	Заточной центр для сверел KAINDL SZ	0123	Железа оксид	0,007	3400	0,99	-	-
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,003				
	Заточный станок с диаметром шлифовального круга 100 мм	2930	Пыль абразивная	0,004	523	0,70	-	-
		0123	Железа оксид	0,006				
	Обработка металлов на токарных станках с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3 %	2868	Эмульсол	-	523	0,70	0,05	550
15.	Ручной станок для заточки круглых дисковых пил Wravor WCM)	2930	Пыль абразивная	0,006	1655	0,9	-	-
		0123	Железа оксид	0,008				
	Крацевальные станки	0123	Железа оксид	0,097	2007	0,8	-	-
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	1,0				

Продолжение табл. 2.2

№ п/п	Наименование используемого оборудования	Вещество		K, г/с	T, ч	j	K _х , 10 ⁻⁵ г/с на 1 кВт мощности станка	N, Вт
		код	наименование					
15.	Обработка металлов на шлифовальных станках с охлаждением маслом	2735	Масло минеральное нефтяное	–	2007	0,8	8,0	450
16.	Плоскошлифовальные станки	2930	Пыль абразивная	0,014	1790	0,97	–	–
		0123	Железа оксид	0,022				
	Заточные станки с алмазным кругом диаметром 100 мм	0123	Железа оксид	0,005	498	0,67	–	–
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,002				
	Обработка металлов на токарных станках с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3 %	2868	Эмульсол	–	498	0,67	0,05	300
17.	Бесцентро шлифовальные станки	2930	Пыль абразивная	0,005	1697	0,88	–	–
		0123	Железа оксид	0,008				
	Заточной центр для сверел KAINDL SZ	0123	Железа оксид	0,007	742	0,88	–	–
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,003				
		Обработка металлов на токарных станках с охлаждением маслом	2735	Масло минеральное нефтяное	–	742	0,88	5,6
18.	Заточные станки диаметр шлифовального круга 300 мм	2930	Пыль абразивная	0,013	2101	0,95	–	–
		0123	Железа оксид	0,021				
	Заточной центр для сверел KAINDL SZ	0123	Железа оксид	0,007	777	0,76	–	–
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,003				
		Обработка металлов на токарных станках с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3 %	2868	Эмульсол	–	777	0,76	0,05
19.	Заточные станки диаметр шлифовального круга 500 мм	2930	Пыль абразивная	0,024	1439	0,99	–	–
		0123	Железа оксид	0,036				

Продолжение табл. 2.2

№ п/п	Наименование используемого оборудования	Вещество		K, г/с	T, ч	j	K _х , 10 ⁻⁵ г/с на 1 кВт мощности станка	N, Вт
19.	Заточные станки с алмазным кругом диаметром 250 мм	0123	Железа оксид	0,014	1006	0,7	-	-
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,006				
	Обработка металлов на токарных станках с охлаждением маслом	2735	Масло минеральное нефтяное	-	1006	0,7	5,6	350
20.	Заточные станки с алмазным кругом, диаметр алмазного круга 100мм	0123	Железа оксид	0,005	2045	0,93	-	-
		2907	Пыль неорганическая (SiO ₂ выше 70%)	0,002				
	Внутришлифовальные станки с диаметром шлифовального круга 5-20 мм	2930	Пыль абразивная	0,003	989	0,75	-	-
		0123	Железа оксид	0,005				
	Обработка металлов на шлифовальных станках с охлаждением маслом	2735	Масло минеральное нефтяное	-	989	0,75	8,0	400

3. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ СВАРОЧНЫХ РАБОТАХ

(ПО ВЕЛИЧИНАМ УДЕЛЬНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ)

Цель работы: Изучить источники образования и выделения загрязняющих атмосферу веществ во время проведения сварочных работ и оценить их влияние с точки зрения загрязнения атмосферы.

3.1. Общие сведения

Сварка – это технологический процесс получения соединений материалов посредством установления межатомных связей между ними. Сваркой можно соединить как однородные, так и разнородные материалы, также сваркой можно соединить сплавы. Сварка широко применяется практически во всех областях машиностроения и строительства.

Виды сварки, в зависимости от формы энергии, используемой для образования сварного соединения, разделяют на три класса: термический, термомеханический и механический классы сварки.

К термическому классу сварки относятся виды сварки, осуществляемые плавлением, с использованием тепловой энергии, здесь выделяют такие типы сварки, как: дуговая сварка, плазменная сварка, электрошлаковая сварка, газовая сварка.

К термомеханическому классу сварки относятся виды сварки, с использованием давления и тепловой энергии, к данному классу сварки относятся: контактная сварка и диффузионная сварка.

К механическому классу сварки относятся виды сварки, производимые с использованием механической энергии и давления, в данном классе выделяют: ультразвуковая сварка, сварка взрывом, сварка трением, холодная сварка.

Рассмотрим подробнее контактную сварку. Контактная сварка относится к термомеханическому классу сварки и характеризуется кратковременным нагревом места соединения без оплавления или с оплавлением разогретых при сварке заготовок. При контактной сварке образуется пластическая деформация, в ходе которой происходит сварное соединение. При использовании контактной сварки, место соединения разогревается электрическим током, который проходит по металлу в месте сварки, при этом максимальное количество теплоты выделяется в месте сварочного контакта.

По типу сварного соединения контактную сварку разделяют на стыковую сварку, точечную сварку и шовную сварку.

Точечная сварка. При данном типе сварки, заготовки сваривают в отдельных точках. Заготовки зажимают между электродами, проводящими ток к месту сварки. Поверхности, соприкасающиеся с медными электродами при точечной сварке, нагреваются медленнее их внутренних слоев.

Нагрев продолжают до пластичного состояния внешних слоев и расплавления внутренних слоев, затем выключается ток и снимается давление. В результате данной процедуры, образуется литая сварная точка. Точечная сварка может быть двусторонней или односторонней, в зависимости от расположения электродов по отношению к свариваемым заготовкам.

При выполнении сварочных работ атмосферный воздух загрязняется сварочным аэрозолем, в составе которого в зависимости от вида сварки, марок электродов и флюса находятся вредные для здоровья оксиды металлов (железа, марганца, хрома, ванадия, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.), а также газообразные соединения (фтористые, оксиды углерода и азота, озон и др.).

Количество загрязняющих веществ, выделяющихся при сварке или наплавке под флюсами, принято характеризовать валовыми выделениями, отнесенными к 1 кг расходуемых сварочных материалов.

На рабочих местах свариваемые изделия, как правило, небольших габаритов и веса, подаются и убираются из рабочего места подсобными рабочими, а сварщик при выполнении сварки находится в ограниченном кабиной рабочем месте.

От типа рабочего места сварщика зависит и его организация, а также оснащенность его оборудованием и инструментом. Рабочие места сварщиков комплектуются: сварочным оборудованием, устройствами для сварки и инструментом; приспособлениями для подачи и уборки деталей; приспособлениями для крепления или размещения деталей при сварке; устройствами для вентиляции, как правило, стационарными; кабиной сварщика.

Удаление вредных газов и пыли из зоны сварки и резки, а также подача чистого воздуха обычно осуществляется местной и общей вентиляцией. Объем подаваемого свежего воздуха должен быть не менее 30 м³/ч. Без вентиляции сварка внутри замкнутых пространств не разрешается. Поэтому, если часовой расход электродов менее 0,2 кг на 1 м³ объема помещения и если концентрация сварочной пыли меньше предельно допустимой, разрешается

естественное проветривание помещений. Значения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны приняты согласно ГОСТ 12.1.005-88* [4], ГН 2.2.5.1313-03 [5] и приведены в табл. 3.1.

Если сварка и газовая резка металлов производятся в одном цехе, то при определении валового выброса той или иной примеси необходимо суммировать все выделения в том и другом процессах.

Расчет вредных веществ, выделяющихся при сварке металлов, определяется из расчета расхода массы электродов.

Количество выделяющихся вредных примесей i -го компонента при ручной электродуговой сварке на 1 кг израсходованных электродов можно определить по формуле 3.1:

$$G_i = 10^{-3} \cdot g_i \cdot B, \text{ кг} \quad (3.1)$$

где g_i – удельное выделение i компонента на 1 кг израсходованных электродов (табл. 3.1); B – масса расходуемых электродов за рассматриваемый промежуток времени (час, смену, год и т.п.), кг.

Расчет вредных веществ, выделяющихся при газовой сварке металлов, определяется из расчета времени проведения работ. При газовой сварке в ацетилено-кислородном пламени выделяются оксиды азота в количестве 22 г на 1 кг ацетилена. При сварке в пламени пропан-бутановой смеси выделяется 15 г оксидов азота на 1 кг смеси.

Максимальный разовый выброс выделяющихся вредных примесей i компонента при проведении сварки можно определить по формуле 3.2:

$$M_i = \frac{g_i \cdot B}{3600 \cdot \tau}, \text{ г/с} \quad (3.2)$$

где B – максимальное количество электродов, израсходованных в течение смены, кг; τ – время непосредственно проведения сварки в течение смены, ч.

Таблица 3.1

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при ручной дуговой сварке на 1 кг израсходованных электродов

Марка электродов	Наименование и удельные количества выделяемых загрязняющих веществ, г/кг							
	Твердые частицы сварочного аэрозоля					Газообразные вещества		
	железа оксид	марганец и его соединения	хром (VI) триоксид	пыль неорганическая (SiO ₂ – 20 – 70%)	фториды	фтористый водород	диоксид азота	оксид углерода
УОНИ-13/45	10,69	0,92	-	1,40	3,3	0,75	1,50	13,3
УОНИ-13/55	14,90	1,09	-	1,0	-	0,93	2,70	13,3
УОНИ-13/65	4,49	1,41	-	0,80	0,80	1,17	-	-
УОНИ-13/80	8,32	0,78	-	1,05	1,05	1,14	-	-
УОНИ-13/85	9,80	0,60	-	1,30	1,30	1,10	-	-
ЭА 606/П	9,72	0,68	0,30	-	-	0,004	1,30	1,40
ЭА 395/9	15,47	0,10	0,43	-	-	0,90		0,5
ЭА 981/15	8,08	0,70	0,72	-	-	0,80	-	-
ЭА 400У	7,40	0,70	0,9	-	2,0	1,60	-	-
ЭА 48/22	6,79	1,01	1,30	-	1,50	0,001	0,85	-
АНО-1	9,17	0,43	-	-	-	2,13	-	-
АНО-4	15,73	1,66	-	0,41	-		-	-
АНО-7	8,53	1,77	-	1,10	1,00	0,40	0,35	4,5
Э48-М/18	9,27	1,00	1,43	-	1,50	0,001	-	-
ВИ-10-6	13,84	0,31	0,45	-	1,0	0,39	-	-
ОЗЛ-7	6,52	0,21	0,47	-	0,4	0,69	-	-
ОЗЛ-14	6,53	1,41	0,46	-	-	0,91	-	-
МР-3	9,77	1,73	-	-	-	0,40	-	-
К-5А	24,1	18,54	1,11	-	-	0,50	-	-
ВП-4	9,39	-	1,11	-	3,6	0,10	-	-
Яф-1	13,07	-	1,03	-	7,5	0,10	-	-
ДС-12	11,93		0,64	-	13,03	0,10	-	-
ПДК_{р.з.}, мг/м³	6,0	0,3	0,01	2,0	0,5	0,1	2,0	20,0

Пример расчета. 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, ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест и сделать выводы.

Решение. Количество выделяющихся вредных веществ G_i при ручной электродуговой сварке можно определить по формуле (3.1), кг/смена:

- железа оксид: $G_{Fe} = 10^{-3} \cdot 9,77 \cdot 5 = 0,04885$ кг
- оксиды марганца: $G_{Mn} = 10^{-3} \cdot 1,73 \cdot 5 = 0,00865$ кг
- фтористый водород: $G_H = 10^{-3} \cdot 0,4 \cdot 5 = 0,002$ кг

Максимальный разовый выброс выделяющихся вредных примесей i компонента при проведении электродуговой сварки можно определить по формуле (3.2):

- железа оксид: $M_{Fe} = \frac{9,77 \cdot 5}{3600 \cdot 6} = 0,00226$ г/с
- оксиды марганца: $M_{Mn} = \frac{1,73 \cdot 5}{3600 \cdot 6} = 0,0004$ г/с
- фтористый водород: $M_H = \frac{0,4 \cdot 5}{3600 \cdot 6} = 0,0001$ г/с

Концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны:

$$C_{Fe} = 2,26 \text{ мг/с} : 1 \text{ м}^3/\text{с} = 2,26 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{Mn} = 0,4 \text{ мг/с} : 1 \text{ м}^3/\text{с} = 0,4 \text{ мг/м}^3$$

$$C_H = 0,1 \text{ мг/с} : 1 \text{ м}^3/\text{с} = 0,1 \text{ мг/м}^3$$

Согласно ГОСТ 12.1.005-88* [4] и ГН 2.2.5.1313-03 [5], ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны сварщика не должны превышать:

- по оксиду железа ПДК_{р.з.} = 6,0 мг/м³;
- по оксидам марганца ПДК_{р.з.} = 0,3 мг/м³;
- по фтористому водороду ПДК_{р.з.} = 0,1 мг/м³.

При сравнении полученных в расчете величин, выделяющихся вредных веществ, с нормативными, видно, что по оксидам марганца в рабочей зоне сварщика имеется небольшое превыше-

ние (должно быть не более $0,3 \text{ мг/м}^3$, а имеем $0,4 \text{ мг/м}^3$), следовательно, необходимо провести инженерно-экологические мероприятия, с целью снижения данного показателя в воздухе рабочей зоны.

Задание по работе

Рассчитать количество выделяющихся вредных веществ и максимальный разовый их выброс при ручной электродуговой сварке металлов за смену (8 часов) исходя из данных, представленных в табл. 3.2 согласно номеру варианта, который задает преподаватель с учетом приведенных данных в таблице 3.1.

Сравнить полученные результаты с ПДК вредных веществ на рабочем месте сварщика.

Таблица 3.2

Варианты исходных данных к расчету

№ вар	Марка электродов	Расход электродов за смену, B , кг	Время работы сварщика, τ , ч
1	УОНИ-13/45	4,0	3
2	УОНИ-13/55	4,5	4
3	УОНИ-13/65	5,0	5
4	УОНИ-13/80	5,5	6
5	УОНИ-13/85	6,0	7
6	ЭА 606/П	4,0	3
7	ЭА 395/9	4,5	4
8	ЭА 981/15	5,0	5
9	ЭА 400У	5,5	6
10	ЭА 48/22	6,0	7
11	АНО-1	4,0	3
12	АНО-4	4,5	4
13	АНО-7	5,0	5
14	Э48-М/18	5,5	6
15	ВИ-10-6	6,0	7
16	ОЗЛ-7	4,0	3
17	ОЗЛ-14	4,5	4
18	К-5А	5,0	5
19	ВП-4	5,5	6
20	Яф-1	6,0	7

4. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ДЕРЕVOOБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Цель работы. Изучить источники загрязнения газопылевых выбросов предприятий механической обработки древесины и оценить влияние предприятий деревообрабатывающей промышленности с точки зрения загрязнения атмосферы от основных технологических процессов.

4.1. Общие сведения

Современная деревообрабатывающая промышленность, производство мебели, фанеры, древесностружечных (ДСП) и древесноволокнистых (ДВП) плит имеют разнообразные виды отходов, загрязняющих окружающую среду.

Отдельные технологические процессы указанных производств сопровождаются выделением и выбросом в атмосферу загрязняющих веществ. Последние образуются как в основных технологических процессах, так и во вспомогательных подразделениях (котельные, сварочные посты, кузницы и т.д.).

От технологических линий в атмосферу поступают твердые пылевидные выбросы – древесная и лакокрасочная пыль, а также парогазовоздушные отходы: летучие компоненты лакокрасочных материалов и растворителей, пары смолосодержащих клеевых материалов.

Источники загрязнения атмосферного воздуха состоят из источников выделения и источников выброса загрязняющих веществ в атмосферу.

Источником выделения загрязняющих веществ называется технологический агрегат (установка, устройство и т.п.), выделяющий в процессе эксплуатации загрязняющие вещества.

Источником выброса загрязняющих веществ называется устройство (труба, аэрационный фонарь, вентиляционная шахта), посредством которого осуществляется выброс загрязняющих веществ в атмосферу.

Источники выбросов подразделяются на организованные и неорганизованные.

4.2. Количественный и качественный состав выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от основных технологических процессов

4.2.1 Классификация источников газопылевых выбросов

На рис. 4.1 приводится классификация источников загрязнения атмосферного воздуха основными технологическими процессами деревообрабатывающей промышленности.

Определение качественного и количественного состава газовыделений от других технологических процессов, таких как количественное выделение фенола, формальдегида, метанола при сушке древесины и др. требуют дальнейшей проработки.

4.2.2 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. Древесная пыль от лесорам не выделяется. 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 (*код вещества 2936*).

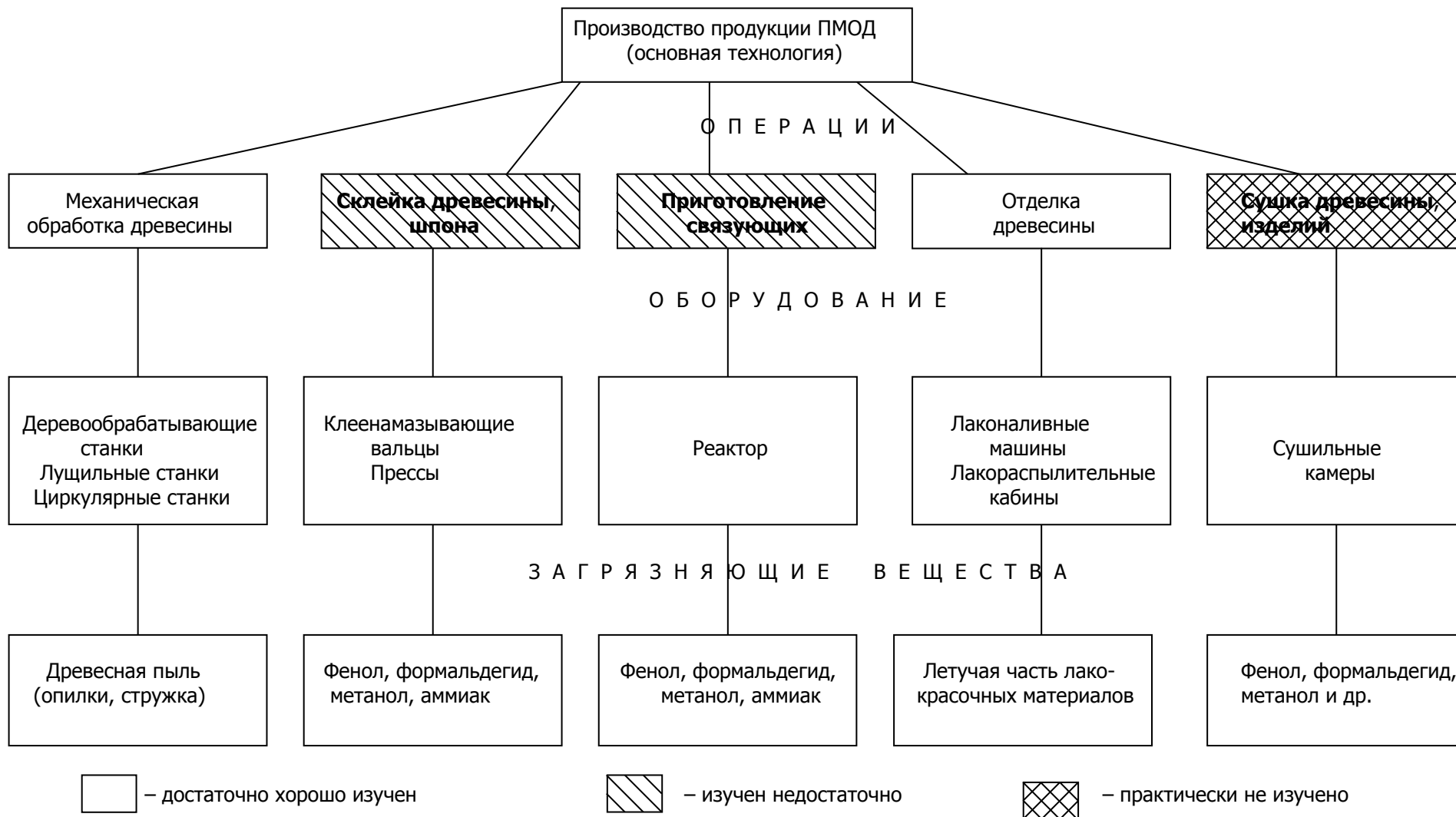


Рис. 4.1. Классификация источников загрязнения газопылевых выбросов предприятий механической обработки древесины

Источниками выделения древесной пыли являются циркульные пилы, торцовочные станки, станки фуговальные, рейсмусовые, сверлильные, фрезерные, строгальные, шипорезные, шлифовальные и др. При производстве этих операций образуется пыль различной крупности. Содержание пыли в отходах при различных технологических процессах обработки древесины приведено в таблице 4.1.

Источниками выбросов древесной пыли в атмосферу являются трубы пылеулавливающих сооружений.

Таблица 4.1

Содержание (Кп, %) пыли в отходах при различных технологических процессах обработки древесины

Процесс	Кп, %	Процесс	Кп, %
Пиление	36,0	Получение технологической щепы	10
Фрезерование	12,5	Получение сырой технологической щепы	1,0
Сверление	18,0	Получение сухой стружки	25,0
Строгание	12,5		
Шлифование	90,0		

Количество пыли, образующееся при обработке древесины на деревообрабатывающих станках (т/год), определяется по формуле 4.1:

$$M_n = \frac{Y \cdot T}{10^3}, \text{ т/год} \quad (4.1)$$

где M_n – количество пыли, образующейся при обработке древесины, (т/год); Y – удельный показатель пылеобразования на единицу оборудования (кг/ч), [6, Приложение 2.2.1]; T – время работы технологического оборудования (ч/год).

Для источников выделения, необеспеченных газоочисткой, количество пыли (т/год), поступающей в атмосферу, определяется по формуле 4.2:

$$M_{n \text{ ат}} = \frac{K_0 \cdot Y \cdot T}{10^3}, \text{ т/год} \quad (4.2)$$

где K_0 – коэффициент эффективности местных отсосов, принимается равным 0,9 (при необходимости уточняется на основе инструментальных замеров). Остальные обозначения те же.

Для обеспеченных газоочисткой источников выделения, количество древесной пыли (т/год), поступающей в атмосферу, определяется по формуле 4.3:

$$M_{nam} = \frac{K_0 \cdot Y \cdot T}{10^3} \left(1 - \frac{\eta}{100} \right), \text{ т/год} \quad (4.3)$$

где M_{nam} – количество пыли, поступающей в атмосферу, (т/год); η – степень очистки воздуха пылеулавливающим оборудованием, (%), определяется по результатам последних наладочных испытаний или паспортным данным. В случае отсутствия последних принимается по [6, Приложение 2.2.5]. Формула применима в том случае, если время работы технологического оборудования равно времени работы пылеулавливающей установки. При меньшем времени работы пылеулавливающей установки (ремонт или др. причины) по сравнению со временем работы технологического оборудования количество выбрасываемого в атмосферу загрязняющего вещества (т/год) определяется по формуле 4.4:

$$M_{nam} = \frac{K_0 \cdot Y}{10^3} \left(T - T_x \cdot \frac{\eta}{100} \right), \text{ т/год} \quad (4.4)$$

T_x – продолжительность работы пылеулавливающего аппарата (одновременно с работой технологического оборудования), ч/год.

4.3. Производство ДСП

В производстве древесностружечных плит при изготовлении и сортировке щепы, изготовлении стружки, при механической обработке плит (обрезка, шлифование, раскрой) выделяются отходы древесины, в т.ч. древесная пыль. В процессе пропитки стружки смолой, горячего прессования, охлаждения, выдержки плит выделяются вредные парогазовоздушные смеси из расходуемых смоло-содержащих материалов.

Количество вредных веществ, образующихся при механической обработке древесины, рассчитывается по формулам методических указаний [6, раздел 2.2.1].

Количество свободного формальдегида и фенола M (кг/ч, т/год), поступающих в атмосферу, следует определять по формуле 4.5:

$$M = \frac{B \cdot \varphi \cdot K_{\phi}}{100}, \quad (4.5)$$

где B – расход смолы, (кг/ч, т/год); φ – содержание свободного формальдегида и фенола в составе смолы, %, [6, Приложение 2.2.7 – 2.2.9]; K_{ϕ} – коэффициент поступления свободного формальдегида и фенола в атмосферу, принимается равным – 0,4.

В атмосферу поступает 40 % от валового количества свободного формальдегида и фенола, которые распределяются по участкам. Распределение валового количества фенола и формальдегида по участкам:

- участок размещения главного конвейера и пресса – 36 %;
 - участок приготовления связующих – 3,7 %;
 - склад готовой продукции – 0,3 %.
- Итого: 40,0 %.

Из этого количества могут выбрасываться в атмосферу:

- точечными источниками – 90 %;
- линейными – 10 %.

Пример расчета

Рассчитать выбросы древесной пыли, при механической обработке древесины и определить валовые и максимально разовые выбросы свободного формальдегида, поступающего в атмосферу, исходя из данных, представленных в табл. 4.2. Время работы технологического оборудования равно времени работы пылеулавливающей установки.

Таблица 4.2

Исходные данные к примеру расчета

№ п/п	Наименование используемого оборудования	У, кг/ч	K ₀	Т, ч/год	η, %	Расход смолы, В		Содержание свободного формальдегида в составе смолы, ф, %
						кг/ч	т/год	
1*	Станок форматно-раскроечный	5,2	0,9	1500	99,5	–	–	–
	Станок токарный по дереву	6	0,9	1500	99,5	–	–	–
	Кромко-облицовочный станок	–	–	–	–	1,7	2,5	Карбамидо-формальдегидные смолы КФ-МТ: 0,3

I. Для обеспеченных газоочисткой источников выделения, количество древесной пыли (т/год), поступающей в атмосферу, определяется по формуле (4.3):

- Станок форматно-раскроечный:

$$M_{\text{др.п.ам}} = \frac{0,9 \cdot 5,2 \cdot 1500}{10^3} \left(1 - \frac{99,5}{100}\right) = 0,0351 \text{ т/год}$$

Максимально разовый выброс с учетом работы пылеулавливающего оборудования принимаем равным 0,00722 г/с (т.е. переводим удельный показатель пылеобразования на единицу оборудования (кг/ч) в (г/с) и учитываем степень очистки воздуха пыле-

улавливающим оборудованием, получаем

- Станок токарный по дереву:

$$M_{\text{др.п.ам}} = \frac{0,9 \cdot 6 \cdot 1500}{10^3} \left(1 - \frac{99,5}{100}\right) = 0,0405 \text{ т/год}$$

Максимально разовый выброс с учетом работы пылеулавливающего оборудования принимаем равным 0,00833 г/с.

II. Количество свободного формальдегида (кг/ч, т/год), поступающего в атмосферу, определяют по формуле (4.5):

Таблица 4.3

Варианты исходных данных для расчёта

№ п/п	Наименование используемого оборудования	У, кг/ч	K ₀	Т, ч/год	η, %	Расход смолы, В		Содержание свободного формальдегида в составе смолы, ф, %
						кг/ч	т/год	
1	Станок форматно-раскrojный	5,2	0,9	2000	99,5	–	–	–
	Станок токарный по дереву	6	0,9	2000	99,5	–	–	–
	Кромкооблицовочный станок	–	–	–	–	1,2	2,4	Карбамидоформальдегидные смолы КФ-МТ: 0,3
2	Сверлильно-присадочный станок	1,814	0,9	1700	99,5	–	–	–
	Фуговальный станок	26	0,9	1700	99,5	–	–	–
	Кромкооблицовочный станок	–	–	–	–	1,0	2,0	Карбамидоформальдегидные смолы КФ-Б: 0,9
3	Шлифовальный станок	3,1	0,9	2350	99,5	–	–	–
	Станок ленточнопильный по дереву	9,8	0,9	2350	99,5	–	–	–
	Кромкооблицовочный станок	–	–	–	–	1,7	3,0	Карбамидоформальдегидные смолы ПМФ: 0,4
4	Станок круглопильный универсальный Ц6-2	3,133	0,9	3000	99,5	–	–	–
	Станок фуговальный с ручной подачей СГФ4-1	16,250	0,9	3000	99,5	–	–	–
	Кромкооблицовочный станок	–	–	–	–	1,3	2,5	Мочевино-формальдегидные смолы УКС-А: 1,2
5	Ленточнопильные: ЛД-140	83,5	0,9	3500	99,5	–	–	–
	Шлифовальные: ШЛНС	2,7	0,9	3500	99,5	–	–	–
	Кромкооблицовочный станок	–	–	–	–	2,1	4,0	Мочевино-формальдегидные смолы КС-68А: 1,0
6	Линия раскrojа облицовочных плит МРД-1	31,98	0,9	1800	99,5	–	–	–
	Станок фрезерный одношпиндельный: Ф-4	1,352	0,9	1800	99,5	–	–	–
	Кромкооблицовочный станок	–	–	–	–	1,4	2,6	Мочевино-формальдегидные смолы М-4: 1,5

№ п/п	Наименование используемого оборудования	У, кг/ч	K ₀	Т, ч/год	η, %	Расход смолы, В		Содержание свободного формальдегида в составе смолы, ф, %
						кг/ч	т/год	
7	Станок для промежуточного шлифования лаковой пленки ШЛ2В.	1,0	0,9	4000	99,5	–	–	–
	Станок четырехсторонний строгальный С16-4А	18,85	0,9	4000	99,5	–	–	–
	Кромкооблицовочный станок	–	–	–	–	2,2	4,4	Пропиточные смолы ММПК-25: 1,4
8	Многошпиндельный шипорезный полуавтомат ШЛХ-2	4,160	0,9	2200	99,5	–	–	–
	Станок с конвейерной подачей ШО15-А-1	17,55	0,9	2200	99,5	–	–	–
	Кромкооблицовочный станок	–	–	–	–	1,1	2,3	Пропиточные смолы СПМФ-4: 0,4
9	Станок шлифовальный с дисками и бобиной: ШЛДБ-5	4,992	0,9	3100	99,5	–	–	–
	Круглопильные станки: ЦТЭФ	15,7	0,9	3100	99,5	–	–	–
	Кромкооблицовочный станок	–	–	–	–	1,8	3,3	Пропиточные смолы ПМФ: 1,0
10	Фуговальные с механической подачей: СФА-6	47,6	0,9	5100	99,5	–	–	–
	Фрезерные ФЛ, ФЛА, ФСШ-1	4,8	0,9	5100	99,5	–	–	–
	Кромкооблицовочный станок	–	–	–	–	2,6	4,2	Пропиточные смолы МФП: 1,5
11	Сверлильные, и долбежные станки: СВПА	1,5	0,9	6000	99,5	–	–	–
	Шлифовальные: ШЛЗЦ13-3	45,6	0,9	6000	99,5	–	–	–
	Кромкооблицовочный станок	–	–	–	–	2,8	4,9	Меламиноформальдегидные смолы СМ 60-08: 0,4
12	Станок вертикальный сверлильно-пазовальный с механической подачей СВА-3	2,028	0,9	3740	99,5	–	–	–
	Круглопильные станки: ЦА-2	39,7	0,9	3740	99,5	–	–	–
	Кромкооблицовочный станок	–	–	–	–	1,5	5,0	Меламиноформальдегидные смолы СПМФ-1: 0,6
13	Круглопильные станки: ЦМР-1	61,2	0,9	2634	99,5	–	–	–
	Фрезерные: ВФК-2	5,4	0,9	2634	99,5	–	–	–
	Кромкооблицовочный станок	–	–	–	–	3,0	6,0	Меламиноформальдегидные смолы СПМФ-7: 0,5

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом), М.: Минтранс РФ, 1998
2. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятиях железнодорожного транспорта (расчетным методом) М., Минтранс РФ, 1992
3. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов (по величинам удельных выделений). Санкт-Петербург, 2002.
4. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.09.1988 N 3388) (ред. от 20.06.2000).
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30.04.2003 N 76 (ред. от 16.09.2013) "О введении в действие ГН 2.2.5.1313-03" (вместе с "ГН 2.2.5.1313-03. Химические факторы производственной среды. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы", утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27.04.2003) (Зарегистрировано в Минюсте России 19.05.2003 N 4568).
6. Временные методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятиями деревообрабатывающей промышленности». Петрозаводск, 1992 (Издание второе переработанное и дополненное), ЧИП «ЭКО-Прогноз».