

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

**РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ
ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ**

Методические указания
для выполнения практических занятий
для студентов направлений (специальностей)
13.03.02, 15.03.01, 23.03.03, 23.03.01, 27.03.04,
15.03.04, 27.03.01, 20.03.01, 23.05.01, 23.05.02

Курган 2016

Кафедра: «Экология и безопасность жизнедеятельности»

Дисциплина: «Источники загрязнения среды обитания»
(направление 20.03.01)
«Экология»
(направления 13.03.02, 15.03.01, 23.03.03, 23.03.01,
27.03.04, 15.03.04, 27.03.01, 20.03.01, 23.05.01, 23.05.02)
«Нормативы по защите окружающей среды»
(направление 23.03.03)

Составил: канд. техн. наук, доцент А.И. Микуров.

Утверждены на заседании кафедры 28 декабря 2015 г.

Рекомендованы методическим советом университета «19» декабря 2014 г.

Содержание

1	Цель работы и порядок оформления расчетов.....	4
2	Основные понятия из технологии механической обработки материалов.....	6
3	Обозначение материалов и сплавов	8
4	Основы нормирования загрязнения окружающей среды	10
5	Методические основы для решения задачи.....	12
6	Задание и ход выполнения работы	13
7	Контрольные вопросы.....	17
	Список литературы.....	17

1 Цель работы и порядок оформления расчетов

Определение степени воздействия на окружающую среду является актуальной экологической задачей современности.

При изучении курса «Источники загрязнения среды обитания», «Экология» будущие специалисты в области экологической безопасности на основании знаний о протекании технологических процессов производства материальных ценностей определяют загрязнение среды обитания.

Целью практических заданий данных методических указаний является изучение студентами основ расчета массовых выбросов от различного металлообрабатывающего оборудования для прогнозирования загрязнения атмосферы от производственных мощностей. В ходе выполнения настоящей работы студенты приобретают навыки расчета валового и максимально разового выбросов от участка механической обработки как источника загрязнения атмосферы.

При выполнении практических работ в соответствии с заданиями студенты более углубленно усваивают компетенции согласно ФГОС.

Источники загрязнения среды обитания (направление 20.03.01): способность использовать методы определения нормативных уровней допустимых негативных воздействий на человека и природную среду (ПК–14).

Экология

Направление 13.03.02: способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК–3).

Направление 15.03.01: умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении (ОПК–4).

Направление 23.03.03: готовность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды (ОПК–4).

Направление 23.03.01: способность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды (ОПК–4).

Направление 27.03.04: способность обеспечить экологическую безопасность проектируемых устройств автоматики и их производства (ПК–12).

Направление 15.03.04: способность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ППК-2).

Направление 27.03.01: способность проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ (ПК–9).

Направление 23.05.01: способность сравнивать по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учётом требований надёжности, технологичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности (ПК–9).

Направление 23.05.02: способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности (ОПК–2).

Нормативы по защите окружающей среды

Направление 23.03.03: готовность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды (ОПК–4).

Данные методические указания базируются на методиках расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов (на основе удельных показателей) и данных сборника удельных показателей образования отходов производства и потребления, содержат задания к практическим занятиям и рекомендации к их выполнению, список рекомендованной литературы, а также сведения об удельных показателях образования загрязняющих веществ (отходов) при механической обработке материалов, изложенных в литературе [3; 4; 6].

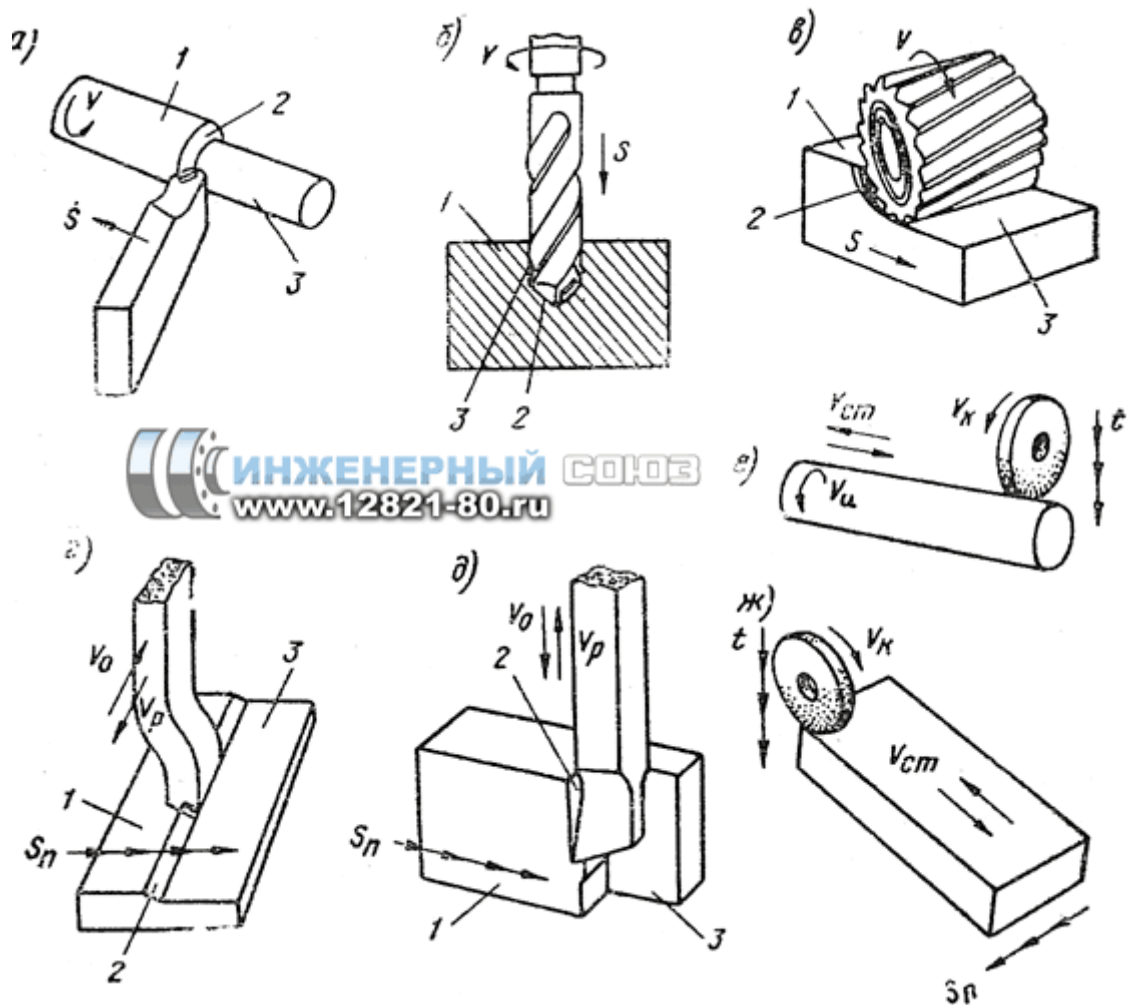
Практическое задание выполняется по варианту, номер которого определяется номером позиции фамилии студента в экзаменационной ведомости.

Практическое задание выполняется на листах формата А4 (210х297 мм). Форма титульного листа приведена в приложении Г].

2 Основные понятия из технологии механической обработки материалов

Механическая обработка – обработка заготовки из различных материалов при помощи механического воздействия различной природы с целью создания по заданным формам и размерам, а также требуемым показателям качества изделия или заготовки для последующих технологических операций.

Все виды механической обработки металлов и материалов резанием подразделяются на *лезвийную* и *абразивную* обработку согласно ГОСТ 25761–83 и ГОСТ 23505–79 [7; 8], обработку *методом пластической деформации*, обработку *методом деформирующего резания* и *электрофизическую* обработку. Часть видов механической обработки приведена на рисунке 1.



a – точение, б – сверление, в – фрезерование, г – строгание, д – долбление, е – круглое шлифование, ж – плоское шлифование;

1 – обрабатываемая поверхность, 2 – поверхность резания,

3 – обработанная поверхность

Рисунок 1 – Виды обработки металлов резанием

Под *лезвийной обработкой* материалов обычно понимают процессы резания, производимые режущей кромкой инструмента (операции: точение, фрезерование, сверление, строгание, протягивание – применяется лезвийный инструмент), под *абразивной обработкой* – процессы резания, осуществляемые

множеством абразивных зерен (операции: обдирка, заточка, шлифование, полировка – применяется абразивный инструмент).

При обработке *методом пластической деформации*, обработке методом деформирующего резания и электрофизической обработке происходит изменение геометрии или шероховатости поверхности деталей (дорнование, накатывание, виброобкатывание, электроэрозионная обработка).

Станок (оборудование, на котором производится тот или иной вид механической обработки) носит название, производное от выполняемой технологической операции: токарный, фрезерный, сверлильный, строгальный, протяжной, заточной, шлифовальный, полировальный и т.д. В названии станка может присутствовать обозначение расположения оси вращения режущего инструмента (горизонтально-фрезерный, вертикально-сверлильный) или особенности обработки поверхностей деталей (внутришлифовальный, круглошлифовальный, отрезной).

При работе металлообрабатывающего оборудования в атмосферный воздух выделяются загрязняющие вещества, связанные с обработкой металлов резанием и технологиями финишной обработки металлов. Они содержат пыли неорганического происхождения, металлическую стружку, туманы масел и других охлаждающихся жидкостей и летучие продукты, образующиеся при обработке пластмасс. Резание таких хрупких материалов, как бронза, чугун, текстолит, стеклопластик, дерево, связано с образованием стружки, размер которой может достигать нескольких миллиметров, и мелких пылевых частиц с размерами от единицы до сотен микрометров.

Размер пылевых частиц колеблется в широком диапазоне – от 2 до 60 мкм. При обработке латуни, бронзы, карболита, графита на высоких скоростях резания ($v = 300 \div 400$ м/мин) количество пылевых частиц размером до 10 мкм составляет 50-60% от общего их числа.

Интенсивность пылеобразования зависит от ряда технологических факторов: скорости резания, величины подачи режущего инструмента, геометрических параметров инструмента и обрабатываемой детали, а также от состава материалов инструмента и заготовки. При обработке резцами серого чугуна увеличение скорости в 3 раза приводит к увеличению концентрации пыли почти в 4,5 раза, а при обработке оловянистой бронзы увеличение скорости в 4 раза влечет за собой возрастание концентрации в 5,3 раза. Одновременно с этим в пыли чугуна увеличивается содержание частиц размером до 5 мкм, в то время как в случае бронзы оно уменьшается.

Пыль от абразивной обработки обычно на 20...40% состоит из материала абразивного круга, остальное – материал обрабатываемого изделия. Количество выделяющейся пыли (металлической и абразивной) зависит от твердости обрабатываемого материала, диаметра и окружной скорости абразива, а также от способа подачи обрабатываемой поверхности, режимов работы инструмента, соотношения прочности круга и обрабатываемого материала.

При расчете выбросов задают не вид обработки, а тот или иной вид станка, для которого определены на основании статистических данных удельные коэффициенты выделения загрязняющих веществ.

Обработка всухую абразивными инструментами (шлифовальными и полировальными кругами и лентами) сопровождается выделением абразивной и металлической пыли. Поступление вредных веществ в атмосферный воздух при абразивной обработке материалов (зачистке, заточке, шлифовании) зависит от мощности шлифовальных станков, глубины резания, диаметра круга. Имеется прямая зависимость между съемом металла (кг/час) и износом круга (кг/час) при номинальных режимах шлифования (определенная при зачистке стальных отливок и обработке проката).

Технологии механической обработки материалов и сплавов предусматривают обработку материалов инструментами как с применением смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), так и без применения СОЖ.

При механической обработке в металлообрабатывающих станках для улучшения условий резания применяются СОЖ на масляной и водной основе. По составу различают СОЖ следующих видов: масляные, минеральные, водосмешиваемые, синтетические и полусинтетические, эмульсии. Поэтому СОЖ в механической обработке материалов условно подразделяют на водные (растворы поверхностно-активных веществ и электролитов в воде) и масляные (смесь нефтепродуктов – минеральных масел с химически активными присадками, керосином, растительными маслами и др.). Последние традиционно считаются более опасными для здоровья человека. Состав распространенных СОЖ приведен в таблице В1.

3 Обозначение материалов и сплавов

В настоящее время чистые материалы (металлы) для заготовок в производстве практически не применяются ввиду повышенных требований к механическим свойствам деталей. Наиболее распространенными металлическими сплавами являются стали, чугуны, латуни и бронзы.

Сталь – сплав железа с углеродом, содержащий углерода до 2,1%.

По назначению различают стали конструкционные с содержанием углерода в сотых долях процента и инструментальные с содержанием углерода в десятых долях процента. По химическому составу стали подразделяются на углеродистые и легированные.

Углеродистые стали подразделяются на стали обыкновенного качества и качественные стали. В сталях обыкновенного качества количество вредных примесей повышенное (серы до 0,06%, фосфора до 0,08%). В качественных сталях допускается серы не более 0,04%, фосфора – 0,035...0,040%.

Углеродистые стали обыкновенного качества делятся на три группы: А, Б и В. Изготавливают сталь обыкновенного качества следующих групп (марок): группа А (Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6), группа Б (БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5, БСт6), группа В (ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5).

Буквы Ст в марке означают сталь, цифра от 0 до 6 – условный номер марки, буквы Б и В перед обозначением марки означают группу стали (группа А в обозначении марки не указывается).

Сталь всех групп с номерами марок 1, 2, 3, 4 по степени раскисленности изготавливают кипящей, полуспокойной и спокойной; сталь с номерами 5 и 6 – полуспокойной и спокойной.

Для обозначения степени раскисления стали после номера марки добавляют индексы: кп – кипящая, пс – полуспокойная, сп – спокойная.

Углеродистые стали, за исключением сталей обыкновенного качества, маркируются по содержанию углерода.

В конструкционных легированных сталях две цифры в начале марки показывают содержание углерода в сотых долях процента. Например, сталь 20ХНЗА в среднем содержит 0,20% С, 1% Cr и 3% Ni. Буква А в конце марки означает, что сталь высококачественная.

Марка легированной стали состоит из сочетания букв и цифр, обозначающих ее химический состав. По ГОСТ 4543–71 принято обозначать хром – Х, никель – Н, марганец – Г, кремний – С, молибден – М, вольфрам – В, титан – Т, ванадий – Ф, алюминий – Ю, медь – Д, ниобий – Б, бор – Р, кобальт – К. Цифра, стоящая после буквы, указывает на примерное содержание легирующего элемента в процентах. Если цифра отсутствует, то легирующего элемента меньше или около одного процента.

Чугун – сплав железа с углеродом (и другими элементами). Содержание углерода в чугуне не менее 2,14%.

Виды чугуна: серый, белый, ковкий, высокопрочный и половинчатый.

Серый чугун маркируется буквами СЧ – серый чугун и цифровое обозначение величины минимального временного сопротивления при растяжении в МПа·10⁻¹. Наибольшее распространение получили чугуны марок: СЧ12; СЧ15; СЧ18; СЧ21; СЧ24; СЧ25; СЧ30; СЧ35. Высокопрочные чугуны маркируются буквами ВЧ и цифровое обозначение величины минимального временного сопротивления при растяжении в МПа·10⁻¹. Например, ВЧ 60 или ВЧ 40. Ковкий чугун маркируют буквами КЧ и двумя числами, которые указывают уменьшенное в 10 раз значение (в мегапаскалях) временного сопротивления при растяжении и относительное удлинение в процентах (КЧ 30–6, КЧ 60–3).

Латунь – это двойной или многокомпонентный сплав на основе меди, где основным легирующим элементом является цинк, иногда с добавлением олова (с содержанием олова меньшим, чем цинка, иначе получится традиционная оловянная бронза), никеля, свинца, марганца, железа и других элементов. По металлургической классификации к бронзам не относится.

Обычно латунью называется сплав меди с цинком. Латунни бывают двойными (простые) и многокомпонентными (легированные). Двойные латуни маркируются буквой «Л» (латунь) и цифрами, показывающими среднее содержание меди в процентах. Латунни с содержанием более 90% Cu называются томпаком (Л 96), при 80-90% Cu – полутомпаком (Л 90, Л 80). В марках легированных латуней кроме цифры, показывающей содержание меди, даются буквы и цифры, обозначающие название и количество в процентах легирующих элементов. Например, ЛАН 59–3–2 содержит: 59% Cu, 3% Al, 2% Ni.

Бронза – сплав меди, обычно с оловом в качестве основного легирующего компонента, но к бронзам также относят медные сплавы с алюминием, кремни-

ем, бериллием, свинцом и другими элементами, за исключением цинка (это латунь) и никеля. Как правило, в любой бронзе в незначительных количествах присутствуют добавки: цинк, свинец, фосфор и др.

По технологическим свойствам медные сплавы подразделяют на деформируемые и литейные, по способности упрочняться с помощью термической обработки – на упрочняемые и не упрочняемые термической обработкой. Но наиболее распространена классификация по химическому составу. По химическому составу медные сплавы подразделяются на две основные группы: латуни и бронзы.

Бронзами называют сплавы меди со всеми элементами кроме цинка. Название бронзам дают по основным легирующим элементам. Так, их подразделяют на оловянные, алюминиевые, бериллиевые, кремнистые и др. Бронзы маркируются буквами «Бр» (бронза), за которыми следуют буквы, а затем цифры, обозначающие название и содержание в процентах легирующих элементов. Например, БрОЦС 6–6–3 содержит: 6% Sn, 6% Zn, 3% Pb. Сплавы меди с никелем имеют также и другие названия: мельхиоры, куниали, нейзильберы.

4 Основы нормирования загрязнения окружающей среды

В процессе решения задачи определяются выбросы загрязняющих веществ в атмосферу только при проведении операций механической обработки материалов (по величинам удельных выделений), не рассматривая процессы подготовки оснастки, инструмента и др. вспомогательные операции, а также операции по приготовлению составов смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ). В задаче рассчитываем загрязнения твердых и газообразных загрязняющих веществ только от операций механической обработки.

При механической обработке материалов *источниками образования (выделения)* вредных веществ в атмосферу являются различные металлообрабатывающие станки, работающие с охлаждением и без него, и отдельные типы вспомогательного оборудования. При работе данного оборудования отходящие газы, содержащие взвешенные вещества (пыль) и/или парообразные вещества (СОЖ) загрязняют атмосферу при выходе из помещения через вентиляционную систему или через окна, дверные проемы.

Лезвийная обработка материалов без применения СОЖ приводит к образованию металлической пыли обрабатываемого материала, которая будет нормироваться как загрязняющее вещество. При обработке металлов лезвийными инструментами с применением СОЖ загрязняющим веществом для атмосферы будет только аэрозоль СОЖ как парообразное (газообразное) загрязняющее вещество, т.к. пыль металла, смоченная СОЖ, будет оседать в поддон станка. Нормирование производится по компонентам СОЖ.

При *абразивной обработке* металлов без применения СОЖ от металлообрабатывающих станков выделяется металлическая и абразивная пыли. В случае применения СОЖ при абразивной обработке в выбросах содержится аэрозоль СОЖ и пыль (металлическая и абразивная) в количестве 10% от количества абразивной и металлической пыли при сухой обработке.

При механической обработке металлов выделяющуюся металлическую пыль классифицируют по основному компоненту соединения: при обработке чугуна – как оксид железа (код 123); при обработке цветных металлов пыли присваивается код оксида обрабатываемого металла; при обработке сплавов цветных металлов кодирование пыли производится по оксиду металла, являющегося основным (по массе) компонентом сплава. В таблицах приложения Б приведены удельные показатели выделения пыли для чугуна и цветных металлов, которые относятся к «хрупким» материалам. При обработке стали («пластичного» материала) на станках фрезерных, сверлильных, токарных без применения СОЖ образуется металлическая стружка, т.е. выделения пыли размером 200 мкм и менее не происходит, при применении СОЖ в атмосферу выделяются только аэрозоли СОЖ [610]. При отсутствии соответствующих критериев качества атмосферного воздуха на пыль цветных металлов выделяемой пыли можно присваивать код 2902 (взвешенные вещества). При обработке металлических деталей на полировальных станках с использованием пасты ГОИ выделяемая пыль имеет следующий состав (по экспертным оценкам НИИ Атмосфера): пыль оксида металла как оксид железа (код 123) – 25%; пыль войлочная (код 2920) или текстильная (код 2917) – 10%; оксид хрома трехвалентного (код 0228) – 65%. При полировании металлических деталей без пасты ГОИ выделяется пыль войлочная или хлопковая до 98% и пыль оксида металла до 2% [6]. Для определения кода и агрегатного состояния загрязняющего вещества нужно воспользоваться таблицей А1 [10].

Для определения предела (степени) воздействия веществ на организм человека установлен норматив качества воздуха – предельно допустимая концентрация (ПДК).

Предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества в атмосферном воздухе – максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного действия, включая отдаленные последствия, и на окружающую среду в целом.

От вида воздействия (резобивное или рефлекторное) загрязняющих веществ на организм человека веществам устанавливаются следующие виды ПДК:

- ПДК_{сс} – предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) вдыхании;
- ПДК_{мр} – предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация при вдыхании в течение 20-30 мин не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

Класс опасности вредных веществ – условная величина, предназначенная для упрощенной классификации потенциально опасных веществ. Согласно стандарту [10] по степени воздействия на организм вредные вещества подраз-

деляются на четыре класса опасности (расположены в порядке убывания опасности веществ):

- I класса – вещества чрезвычайно опасные,
- II класса – вещества высокоопасные,
- III класса – вещества умеренно опасные,
- IV класса – вещества малоопасные.

Класс опасности вещества определяется по величине ПДК: чем меньше величина ПДК, тем выше класс опасности.

Загрязнение атмосферы определяют по показателям валового и максимально разового выброса. Валовый выброс загрязняющих веществ – выделение загрязняющего вещества, поступающего в атмосферу за отчетный период времени (год). Максимально разовый выброс – максимальное по технологическим возможностям поступление загрязняющего вещества в атмосферу из источника загрязнения атмосферы (оборудования как источника выделения загрязнений).

5 Методические основы для решения задачи

Методика расчета массовых выбросов загрязняющих веществ по удельным показателям приведена в «Методике расчета...» [4].

Формулы для определения валовых и максимально разовых выбросов и удельные выделения пыли от единицы технологического оборудования (станка, г/с) в зависимости от обрабатываемого материала, мощности станка, диаметра и материала шлифовального круга (для абразивной обработки) также приведены в «Методике проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом)» [3].

Валовый выброс твердых загрязняющих веществ (за год), выделяющихся при механической обработке металлов, определяется по формуле, т/год:

$$M_{\text{выд.}}^i = 3,6 \cdot K \cdot T \cdot (1 - \eta) \cdot A \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где K – удельные выделения пыли технологическим оборудованием (таблицы Б1–Б3), г/с;

T – фактический годовой фонд времени работы оборудования, час;

A – коэффициент, учитывающий исправную работу очистных устройств;

η – эффективность очистки воздуха пылегазоулавливающим оборудованием (по паспортным данным).

Коэффициент A рассчитывается по формуле:

$$A = N / N_1, \quad (2)$$

где N – количество дней исправной работы очистных устройств за год;

N_1 – количество дней работы участка в год (принимается количество рабочих дней указанного предыдущего года или по указанию преподавателя).

Фактический годовой фонд времени работы станков одной группы T , (час) определяем по формуле

$$T = N_1 \cdot t \cdot m, \quad (3)$$

где t – чистое время работы единицы оборудования в день (в задаче принимаем $t = 8$ час);

m – количество станков одной группы.

Количество пыли, поступающей в атмосферу за год, при отсутствии пылеочистки также определяется по формуле (1), при этом принимается, что $\eta = 0$.

Валовый выброс газообразных загрязняющих веществ (пары СОЖ) при механической обработке материалов рассчитывается по формуле, т/год:

$$M_{\text{выд}}^i = 3,6 \cdot K \cdot P \cdot T \cdot (1-\eta) \cdot A, \quad (4)$$

где K – удельные показатели выделения масла или эмульсола (таблица Б2), г/с на 1кВт мощности оборудования;

P – мощность станка одной группы, кВт, для которого определен удельный показатель выделения паров масла или эмульсола.

Количество СОЖ, поступающей в атмосферу за год, при отсутствии газоочистки также определяется по формуле (4), при этом принимается, что $\eta = 0$.

Общий валовый выброс загрязняющих веществ по агрегатному состоянию M_{Σ}^i находится суммированием валовых выбросов твердых или газообразных веществ по каждой n -ой группе станков.

$$M_{\Sigma}^i = \sum_{j=1}^n M_{\text{выд}}^i. \quad (5)$$

Максимально разовый выброс $G_{\text{выд}}^i$ определяется исходя из условия равномерной в течение года работы участка по формуле, г/с

$$G_{\text{выд}}^i = K \cdot (1-\eta) \cdot A, \quad (6)$$

где K – удельные показатели выделения загрязняющего вещества: твердые вещества – по таблицам Б1 и Б3, парообразные (СОЖ) – по таблице Б2 приложения Б (для подсчета выброса СОЖ значение $K=K_p \cdot P$).

Общий максимально разовый выброс *твердых* загрязняющих веществ находится суммированием максимально разовых выбросов твердых веществ по каждой группе станков (обозначения – как в предыдущих в формулах):

$$G_{\Sigma}^i = \sum_{j=1}^n G_{\text{выд}}^i, \quad (7)$$

Общий максимально разовый выброс *газообразных* загрязняющих веществ находится суммированием максимально разовых выбросов газообразных веществ (обозначения – как в предыдущих в формулах):

$$G_{\Sigma}^i = \sum_{j=1}^n G_{\text{выд}}^i, \quad (8)$$

6 Задание и ход выполнения работы

Задание. Расчетным путем определить валовые и максимально разовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от местной вентиляционной системы участка механической обработки. Коэффициент эффективности пылеулавливающего оборудования принять равным 0,9, исправная работа которого составляла 200 дней в году (N). Расчетное количество рабочих дней в году принимается по пятидневной рабочей неделе предыдущего года. Интенсивность производства механической обработки считать равномерной в течение года.

Привести характеристику заданных металлообрабатывающих станков

(мощность, максимальные размеры детали и перечень применяемого инструмента) и обрабатываемых материалов (химический состав, код и ПДК веществ, выбрасываемых в атмосферу).

Исходные данные для проведения расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

№ вар.	Тип (группа) станка	Мощность, кВт (Ø шлиф. круга)	К-во станков т, шт.	Обрабатываемый материал	СОЖ
1	Токарный	1,5	7	Латунь Л70	+
	Токарный	2,5	14	Бронза Бр08Ц4	
2	Фрезерный	1,6	7	Латунь Л80	
	Токарный	2,5	14	Сплав алюминия АЛ32	
3	Токарный	5,0	11	Латунь Л90	+
	Токарный	2,5	12	Бронза БрС30	
4	Сверлильный	1,7	2	Бронза БрАЖЗЛ	-
	Токарный	7,0	1	Чугун СЧ18	
5	Токарный	5,5	3	Чугун СЧ21	+
	Сверлильный	4,0	7	Чугун СЧ28	
6	Продольно-фрезерный	2,8	5	Чугун СЧ12	-
	Сверлильный	2,5	12	Чугун СЧ24	
7	Плоскошлифовальный	3,0 (350мм)	3	Чугун КЧ30 –6	+
	Плоскошлифовальный	1,5 (180мм)	15	Чугун КЧ 30 –6	
8	Заточной	2,7 (250 мм)	5	Чугун КЧ 30 –6	-
	Токарный	2,5	8	Чугун СЧ18	
9	Сверлильный	2,5	4	Чугун СЧ18	+
	Фрезерный	3,5	3	Чугун СЧ18	
10	Сверлильный	1,7	14	Чугун СЧ24	-
	Фрезерный	3,5	4	Чугун СЧ18	
11	Плоскошлифовальный	3,0 (300 мм)	6	Чугун КЧ 30 –6	+
	Заточной	3,2 (350 мм)	8	Чугун КЧ 30 –6	
12	Токарный	2,5	15	Латунь Л96	-
	Сверлильный	2,5	7	Чугун СЧ 18	
13	Фрезерный	1,6	3	Латунь Л90	+
	Токарный	1,5	3	Чугун СЧ24	
14	Токарный	2,5	7	Чугун СЧ32	-
	Фрезерный	3,5	1	Чугун СЧ28	
15	Токарный	2,5	4	Чугун СЧ38	+
	Плоскошлифовальный	1,4 (170 мм)	4	Чугун КЧ 30–6	
16	Вертикально-фрезерный	3,5	14	Чугун СЧ 24	-
	Токарно-револьверный	1,8	4	Чугун СЧ38	
17	Токарный	1,7	18	Латунь Л 90	+

Продолжение таблицы 1

№ вар.	Тип (группа) станка	Мощность, кВт (Ø шлиф. круга)	К-во станков т, шт.	Обрабатываемый материал	СОЖ
	Вертикально-фрезерный	3,5	4	Сплав алюминия АЛ 3	
18	Сверлильный	1,7	11	Латунь Л 70	–
	Фрезерный	1,5	4	Сплав алюминия АЛ8	
19	Плоскошлифовальный	3,0 (300 мм)	12	Чугун СЧ18	+
	Заточной универсальный	3,0 (350 мм)	2	Чугун КЧ 30 – 6	
20	Токарный	7,0	3	Чугун СЧ12	–
	Вертикально-сверлильный	5,5	10	Чугун СЧ24	
21	Заточной	1,8 (250 мм)	12	Чугун КЧ30 – 6	+
	Кругло-шлифовальный	3,2 (400 мм)	6	Чугун КЧ30 – 6	
22	Сверлильный	2,8	4	Чугун СЧ28–48	–
	Координатно-расточной	4,5	8	Чугун СЧ12	
23	Токарный	2,8	12	Чугун СЧ24	+
	Сверлильный	1,6	4	Сплав алюминия АЛ 8	
24	Шлифовальный	1,8 (200 мм)	5	Чугун СЧ12	–
	Отрезной	1,5 (280 мм)	4	Чугун СЧ24	
25	Сверлильный	1,7		Чугун СЧ21	+
	Заточной	3,0 (300 мм)		Чугун КЧ 30 – 6	
26	Шлифовальный	3,2 (350 мм)		Чугун СЧ18	–
	Сверлильный	2,2		Сплав алюминия АЛ 8	
27	Заточной	2,2 (250 мм)		Чугун СЧ18	+
	Сверлильный	2,5		Чугун СЧ24	
28	Токарный	3,2		Сплав алюминия АЛ 8	–
	Заточной	2,8 (300 мм)		Чугун КЧ 30 – 6	

Примечание: 1) «+» обозначает наличие СОЖ при обработке, «–» – отсутствие,
2) марка материалов соответствует принятой в машиностроении маркировке сталей и сплавов [2; 5]

Ход выполнения работы

Для расчета выброса загрязняющих веществ, выделяющихся на участке механической обработки металлов, необходимо произвести следующие операции:

- 1) оформить титульный лист в соответствии с приложением Г;
- 2) определить и записать цель занятия, задание (вариант, исходные данные);
- 3) по заданному обрабатываемому материалу и технологии определить загрязняющие вещества, выделяющиеся при выполнении операций от станка (вид загрязняющего вещества, агрегатное состояние и код соотнести с таблицей А1);
- 4) по определенному годовому фонду рабочего времени и эффективности пылеулавливания определить валовые и максимально разовые выбросы загрязняющих веществ (формулы (1), (4), (6));
- 5) определить суммарный валовые и максимально разовые выбросы загрязняющих веществ по агрегатному состоянию (формулы (5), (7), (8));
- 6) оформить расчеты в отчете с указанием загрязняющих веществ (их кода);
- 7) результаты расчетов занести в таблицу 2;

Таблица 2 – Результаты расчета выбросов загрязняющих веществ

Загрязняющее вещество	Код	Агрегатное состояние	К (K_p), г/с (г/с*кВт)	М, т/год	G, г/с

- 8) оформить результаты в виде итоговой таблицы (таблица 3);

Таблица 3 – Итоговая таблица расчета выбросов

Загрязняющее вещество	Код	М, т/год	G, г/с
1 Твердые			
в том числе			
2 Газообразные			
в том числе			
3 Всего ($\Sigma=1 + 2$)			

- 9) оформить графически результаты расчетов в виде гистограммы (пример – рисунок 1);
- 10) сформулировать вывод по расчету и по работе в целом (в соответствии с поставленной целью занятия).

В выводах по расчету привести загрязняющие вещества по каждому наименованию с указанием агрегатного состояния (твердое или газообразное вещество). Вывод по работе – определить достигнута ли цель занятия (с. 4) при выполнении данной работы.

Решение задач и ответ на вопрос должны сопровождаться ссылками на литературные источники, описаниями (рисунками) схем операций резания (шлифования), а также гистограммами валовых выбросов загрязняющих веществ от производства.

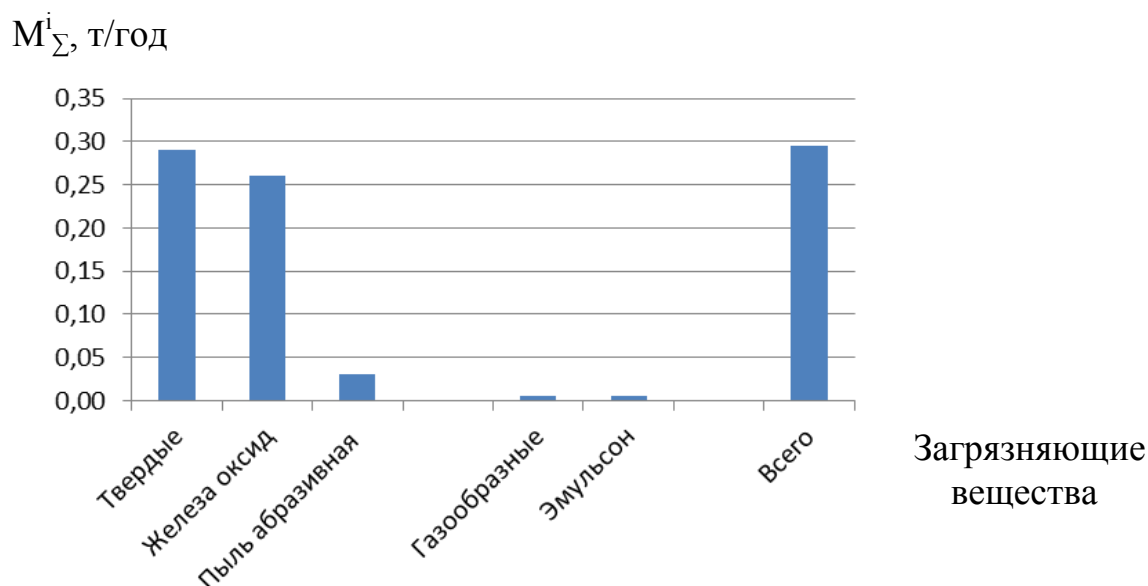


Рисунок 1 – Пример оформления выбросов загрязняющих веществ

7 Контрольные вопросы

- 1 Виды механической обработки материалов.
- 2 Источники выделения загрязняющих веществ при механической обработке.
- 3 Показатель, определяющий класс опасности вещества.
- 4 Параметры, определяющие качественный состав аэрозолей.
- 5 Виды загрязняющих веществ по агрегатному состоянию. Примеры.
- 6 Параметры, определяющие выбросы загрязняющих веществ при механической обработке.
- 7 Классификация механической пыли в выбросах загрязняющих веществ по химическому составу.

Список литературы

- 1 Блумберг В. А., Зазерский Е. И. Справочник токаря. Л. : Машиностроение. Ленинградское отд., 1981. 406 с.
- 2 Лахтин Ю. М. Металловедение и термическая обработка металлов. М. : Металлургия, 1993. 447 с.
- 3 Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом). Министерство транспорта РФ. М., 1998. 95 с.
- 4 Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов (на основе удельных показателей). М. : НИИ Атмосфера, «ИНТЕГРАЛ», 1997. 20 с.
- 5 Методические указания к выполнению индивидуальной работы по технологии конструкционных материалов. Курган : Изд-во КГУ, 1996.
- 6 Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов за-

грязняющих веществ в атмосферный воздух. СПб. : НИИ Атмосфера, МПР РФ, 2002.

Перечень основных государственных стандартов и других нормативных правовых актов по охране природы

- 7 ГОСТ 25761–83. Виды обработки резанием. Термины и определения общих понятий. URL : <http://protect.gost.ru/v.aspx?control=7&id=144863>
- 8 ГОСТ 23505–79. Обработка абразивная. Термины и определения. URL : <http://gostexpert.ru/gost/gost-23505-79>. (дата обращения 3.03.2014)
- 9 ГОСТ 12.1.007–76 . Классификация вредных веществ и общие требования безопасности. URL : <http://gostexpert.ru/gost/gost-12.1.007-76> (дата обращения 3.03.2014)
- 10 Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферных воздух. СПб., 2000.
- 11 ГН 2.1.6.1338–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы URL:
<http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=165384> (дата обращения 3.03.2014).
- 12 ГН 2.2.5.1313–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. URL:
<http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=46339;fld=134;dst=100013;rnd=0.1884026019833982> (дата обращения 3.03.2014).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А1 – Характеристика загрязняющих веществ

Наименование вещества	Код	Класс опасности	Агрегатное состояние
1 Алюминия оксид (в пересчете на алюминий)	101	2	т
2 Железа оксид (в пересчете на железо)	123	3	т
3 Натрия карбонат (сода кальцинированная)	155	3	т
4 Сажа	328	3	т
5 Бензин(а)пирен	703	1	т
6 Пенициллин	2506	3	т
7 Взвешенные вещества	2902	3	т
8 Зола сланцевая	2903	3	т
9 Мазутная зола теплоэлектростанций	2904	2	т
10 Пыль неорганическая, содержанием двуокиси кремния 70% и выше (динас и др.)	2907	3	т
11 Пыль неорганическая: 20-70% двуокиси кремния (шамот, цемент и др.)	2908	3	т
12 Пыль неорганическая: ниже 20% содержания двуокиси кремния (доломит и др.)	2909	3	т
13 Пыль хлопковая	2917	3	т
14 Пыль цементного производства (СаО 60%, диоксид кремния 20%)	2918	3	т
15 Пыль абразивная (корунд белый, монокорунд)	2930	3	т
16 Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) (по асбесту)	2931	1	т
17 Пыль древесная	2936	3	т
18 Пыль текстолитовая	2953	3	т
19 Пыль прессматериала к-81-39 (по двуокиси кремния)	2971	3	т
20 Пыль латуни (в пересчете на медь)	2987	3	т
21 Твердые вещества от сгорания твердого топлива	3991	3	т
22 Пыль угольная	3995	3	т
23 Пыль графитовая	3996	3	т
24 Анилин	1805	2	п
25 Смазка «Укринол – 211м»	2777	4	п
26 Смазка «Укринол – 215»	2778	4	п
27 Смазка «Укринол – 214»	2779	4	п
28 Эмульсол (состав: вода – 97,6%, нитрит натрия – 0,2%, сода кальцинированная – 0,2%, масло минеральное – 2%)	2868	3	п

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б1 – Удельные выделения аэрозолей масла и СОЖ при лезвийной обработке металлов без охлаждения

Наименование технологической операции, вид обрабатываемого материала	Наименование станочного оборудования	Выделяющиеся вредные вещества	Мощность главного двигателя, кВт	Количество выделяющейся пыли · 10 ⁻³ г/с
1	2	3	4	5
Обработка резанием чугуновых деталей без применения СОЖ	Токарные станки, в том числе:			
	токарные станки и автоматы малых и средних размеров	пыль металлическая чугуновая	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
	горизонтально-фрезерные	– " –		16,700
	фрезерные специальные	— " —		5,700
	зубофрезерные	— " —	2,00–20,00	1,100
	барабанно-фрезерные	— " —		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
Обработка резанием чугуновых деталей без применения СОЖ	Расточные станки, в том числе:	пыль металлическая чугуновая	0,65– 7,00	2,100
	вертикально-расточные и наклонно-расточные			2,900
	специально-расточные			5,400
	зубодолбежные станки			0,300

Продолжение таблицы Б1

Наименование технологической операции, вид обрабатываемого материала	Наименование станочного оборудования	Выделяющиеся вредные вещества	Мощность главного двигателя, кВт	Количество выделяющейся пыли · 10 ⁻³ г/с
Комплексная обработка чугунных корпусных деталей	Станки типа «обрабатывающий центр» с ЧПУ, мод.2204ВМФ 11 и др.	пыль металлическая чугунная		13,100
Обработка резанием бронзы и других цветных металлов	Токарные	Пыль цв. 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
Обработка резанием алюминиевых бронз	Токарные	Свинец		0,050
	Фрезерные			0,022
	Сверлильные			0,047
	Расточные			0,008

Таблица Б2 – Удельные выделения аэрозолей масла и эмульсола при механической обработке металлов с охлаждением

Наименование технологического процесса, вид оборудования	Кол-во ЗВ, $\cdot 10^{-5}$ (г/с)
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 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 3-10%	1,035
<p><i>Примечание:</i> 1) Удельные показатели выделения масла и эмульсола приведены к 1 кВт мощности станка, т.е. в г/с на 1кВт мощности оборудования. 2) При обработке металлов на шлифовальных станках выделяется пыль в количестве 10% от количества пыли при сухой обработке (таблица Б1). 3) При использовании СОЖ, в состав которых входит триэтанолламин, выделяется $3 \cdot 10^{-6}$ г/ч триэтанолламина на 1 кВт мощности станка.</p>	

Таблица Б3 – Удельные выделения пыли металлообрабатывающими станками при абразивной обработке металлов без охлаждения

Наименование технологического процесса, вид оборудования	Определяющая характеристика оборудования (диаметр шлифовального круга, мм)	Выделяющиеся в атмосферу вредные вещества (г/с)	
		пыль абразивная	пыль метал.
Обдирочно-шлифовальные станки			
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	75 – 200	0,005	0,008
	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
Заточные станки			
	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

Продолжение таблицы БЗ

Наименование технологического процесса, вид оборудования	Определяющая характеристика оборудования (диаметр шлифовального круга, мм)	Выделяющиеся в атмосферу вредные вещества (г/с)	
		пыль абразивная	пыль метал.
Заточные станки	400	0,019	0,029
	450	0,022	0,032
	500	0,024	0,036
	550	0,027	0,040
Обработка деталей из стали:			
Отрезные станки			0,203
Крацевальные станки			0,097
<p><i>Примечание:</i> состав пыли абразивной аналогичен составу материала применяемого шлифовального круга. Состав пыли металлической аналогичен составу обрабатываемых материалов.</p>			

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В1 – Смазочно-охлаждающие жидкости для металлорежущих станков

Наименование	Состав	Содержание, % от общей массы
Водные		
Эмульсол	вода	97,6
	нитрит натрия –	0,2
	сода кальцинированная	0,2
	масло минеральное	2,0
Водный раствор кальцинированной соды	Кальцинированная сода	1,0
	Нитрит натрия	0,25
	Вода	98,75
Эмульсия	Паста или эмульсол	5–20
	Вода	95–80
Масляные		
Сульфозрезол Р	Сера в порошке	0,9–1,2
	Нигрол тракторный	9,1–10,8
	Масло соляровое	90–88
Сульфозрезол В	Сера в порошке	1,5–2,5
	Нигрол тракторный	17,5–18,5
	Масло веретенное № 3	81–79
Компаундированные масла	Сульфозрезол	70–90
	Масло растительное	30–10
Керосин	Керосин	100
Касторовое масло	Касторовое масло	100
Триэтаноламин (эмульсия)	Триэтаноламин	2,5
	Мочевина	0,5
	Вода	0,7
Аквол–3 (эмульгируемая СОЖ)	Смесь минерального масла с противоизносными и противозадирными присадками эмульгаторов и ингибиторов коррозии	Для точения 3–5%-я эмульсия; для развертывания 5–10%-я эмульсия

Таблица В2 – Удельные выделения пыли при механической обработке чугуна и цветных металлов

Наименование технологической операции и материала	Наименование станочного оборудования	Выделяющиеся вредные вещества	Мощность гл. 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:	пыль чугунная	0,65–5,50	6,30			
	токарные станки и автоматы малых и средних размеров						
	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
	барабанно–фрезерные				– " –		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)	пыль чугунная		8,300			
	Расточные станки, в том числе:	– " –		2,100			
	вертикально-расточные	– " –		2,900			
	специально-расточные	– " –	0,65– 7,00	5,400			

Продолжение таблицы В2

Наименование технологической операции и материала	Наименование станочного оборудования	Выделяющиеся вредные вещества	Мощность гл. двигателя, кВт	Количество выделяющейся пыли, 10^{-3} г/с
	Зубодолбежные станки	пыль чугунная		0,300
Обработка резанием бронзы и других цветных металлов	Токарные	Пыль цв. металлов		2,500
	Фрезерные	– " –		1,900
	Сверлильные	– " –		0,400
	Расточные	– " –		0,700
	Отрезные	– " –		14,00
	Крацевальные	– " –		8,00

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ
ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Решение по практическому занятию по дисциплине
«Источники загрязнения среды обитания»

Выполнил студент гр. _____,
Номер группы, _____
Фамилия, И.О.

Проверил преподаватель _____
Фамилия, И.О.

Оценка:

Курган 201..._

Микуров Алексей Иванович

РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ
ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Методические указания для выполнения
практических занятий
для студентов направлений
13.03.02, 15.03.01, 23.03.03, 23.03.01, 27.03.04, 15.03.04,
27.03.01, 20.03.01, 23.05.01, 23.05.02

Редактор Н.М. Быкова

Подписано в печать 18.04.17	Формат 60*84 1/16	Бумага 65г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,75	Уч.-изд. л. 1,75
Заказ №75	Тираж 300	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета.
640000, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.