

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»  
(РУТ (МИИТ))**

Одобрено кафедрой  
«ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г.  
Автор: \_\_\_\_\_

**ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ С МЕТОДИЧЕСКИМИ  
УКАЗАНИЯМИ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Экспертиза проектов**

---

**Уровень ВО:** *Бакалавриат*

**Форма обучения:** *Заочная*

**Курс:** *4*

**Специальность/Направление:** *20.03.01 Техносферная безопасность (ТБб)*

**Специализация/Профиль/Магистерская программа:** *(ББ) Безопасность жизнедеятельности в техносфере*

Москва

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Целью курса «Экспертиза проектов» является формирование у студентов глубоких знаний, необходимых для принятия экологически ориентированных решений в области безопасности жизнедеятельности в различных сферах хозяйственной деятельности, формирование у обучающихся компетенций в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами по специальности «Техносферная безопасность» и приобретение ими:

- знаний законодательной и нормативно-методической базы государственной экологической экспертизы;
- методов определения и нормативных уровней допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду;
- принципов и методов проведения экспертизы экологической и производственной безопасности;
- представлений о месте и значении государственной экологической экспертизы в системе принятия хозяйственных решений и её роли как механизма предупреждения негативных последствий воздействия хозяйственной деятельности на окружающую природную среду;
- умений оценить воздействие различных видов хозяйственной деятельности на состояние окружающей среды и здоровье человека.

Теоретические знания, полученные студентами на лекциях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практических и контрольной работы.

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Экспертиза проектов» студент выполняет одну контрольную работу. При выполнении контрольной работы обращается особое внимание на выработку у студентов умения пользоваться нормативной и справочной литературой, грамотно выполнять и оформлять инженерные расчеты.

Обучаемые в часы самостоятельной работы знакомятся с заданием, изучают рекомендуемую в рабочей программе учебную литературу.

Номера задач выбираются по предпоследней и последней цифрам учебного шифра. К контрольной работе даются методические указания к решению задач. Обучаемые в часы самостоятельной работы знакомятся с заданием, изучают рекомендуемую в рабочей программе учебную литературу. Номера задач выбираются по предпоследней и последней цифрам учебного шифра, либо их сумме. Если сумма цифр получилась менее 10, по получившимся цифрам определяют номер варианта. Например, шифр 1065- п ББ -1231, сумма последней и предпоследней цифр шифра определяется как:  $3+1=4$ . Номер варианта - 4. Если сумма цифр получилась равной 10, то выбирается вариант 10. Если сумма цифр получилась более 10, то получившиеся цифры еще раз складываются. Например, шифр 1065-п ББ - 1238, сумма последней и предпоследней цифр шифра определяется как:  $3+8=11$ , далее еще раз складываем:  $1+1=2$  – вариант 2.

После этого можно перейти к ответу на поставленный вопрос. Ответы на вопросы должны быть изложены в реферативной форме, то есть не должно быть дословного переписывания из литературных источников. В конце контрольной работы указать список используемых источников (законов, ГОСТов, сайтов интернета), поставить подпись и дату.

Контрольную работу следует представлять для рецензирования в сроки, указанные в учебном плане. Студент, получив прорецензированную контрольную работу с замечаниями и указаниями преподавателя, должен исправить ошибки и устранить недостатки, а при необходимости дополнить или переделать работу. В случае направления контрольной работы на повторное рецензирование студент обязан вместе с исправленной контрольной работой представить и рецензию.

Получив зачет по контрольной работе, студент сдает эту работу преподавателю на экзамене или зачете по курсу.

Целью выполнения контрольной работы является получение практических навыков в области составления документов управления в различных областях защиты окружающей среды. Контрольная работа состоит из четырех частей. В первой части необходимо представить краткий обзор литературы по одной из заданных тем, во второй части дается краткое описание производственной площадки предприятия с обязательной схемой промплощадки. Третья часть посвящена инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятий железнодорожного транспорта и составлению формы Воздух-1. В четвертой части контрольной работы осуществляется оценка шумового воздействия предприятия на окружающую среду. В заключении даются основные выводы по полученным результатам.

Контрольная работа состоит из введения, четырех частей, заключения, списка литературы.

Первая представляет обзор литературы по вопросу экологической экспертизы. Вопрос для рассмотрения определяется в приложении 4 по таблице №1. Обзор должен представлять около 10 страниц текста с обязательным указанием в конце всех использованных литературных источников.

Во второй части необходимо на основании исходных данных (Приложение 4 , таблицы 2-3) приводится краткая характеристика рассматриваемого промышленного предприятия. В этой части следует привести ситуационный план предприятия, с указанием розы ветров, условными обозначениями, масштабом.

Третья часть посвящена оценке воздействия загрязняющих веществ на атмосферный воздух. Здесь проводится инвентаризация источников загрязнения атмосферного воздуха предприятием железнодорожного транспорта и заполнение формы Воздух - 1.

В четвертой части осуществляется оценка шумового воздействия предприятия на окружающую среду.

## **Исходные данные**

Предприятие «Локомотивное депо» проводит техобслуживание и ремонт электро- и тепловозов. Город расположения предприятия приводится в таблице 2 приложения.

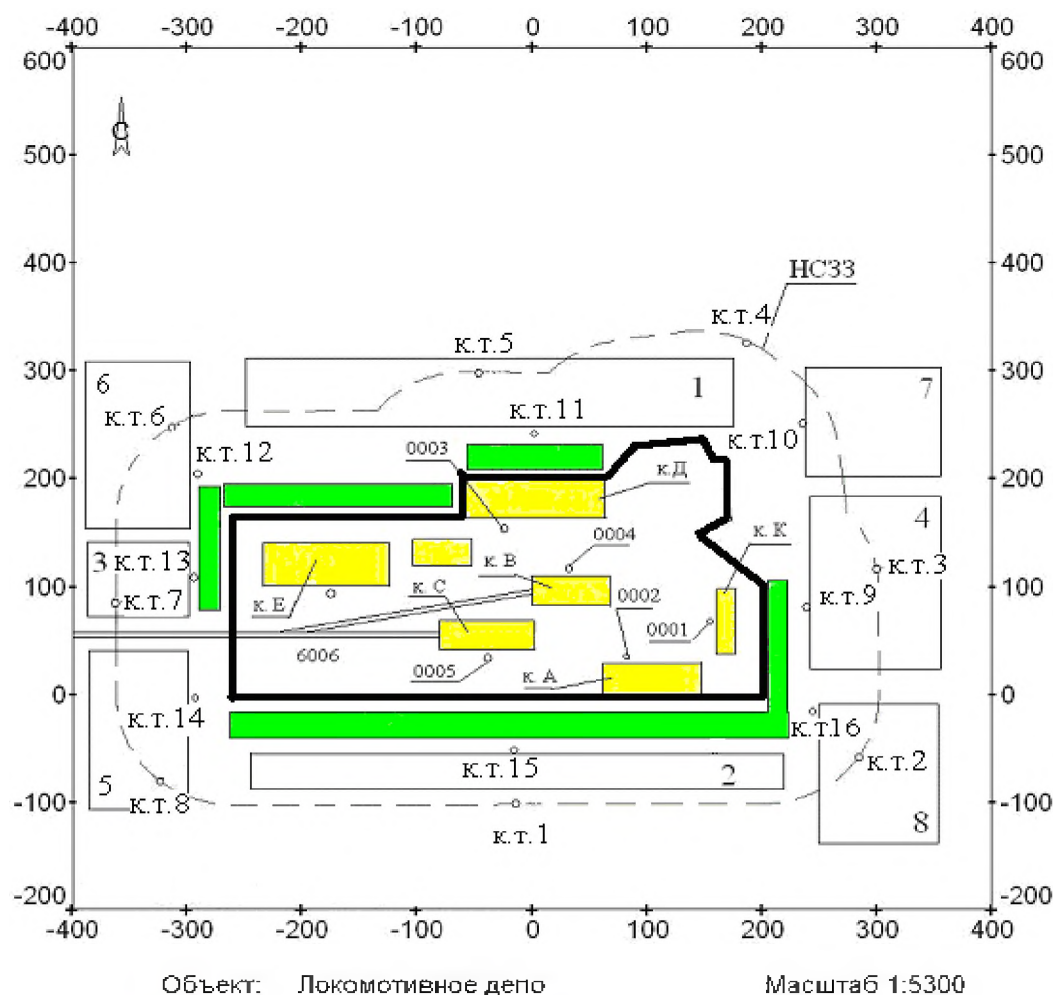
Карта-схема расположения предприятия в заводской системе координат приведена на рисунке 1. Описание расположения района и обозначения на карте-схеме представлены в таблице 2 приложения.

Предприятие работает 250 дней в году, режим работы односменный. В состав предприятия на существующее положение входят следующие производственные цеха и участки:

- механический цех, где производят ремонт и изготовление изделий с помощью металлообрабатывающих станков;
- деревообрабатывающий, где производят ремонт и изготовление столярных изделий из древесины на деревообрабатывающих станках;
- сварочный, где осуществляется электродуговая сварка штучными электродами и газовая резка металлов;
- лакокрасочный, где осуществляется покраска тепловозов после ремонта;
- котельная, осуществляющая обогрев производственных помещений и подачу пара для производственных нужд.

На предприятии имеется маневровый тепловоз.

Исходные данные для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу источниками предприятия приведены в таблице 3. В таблице 4 даны характеристики источников загрязнения атмосферы, необходимые для проведения расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы. Координаты источников определяются по карте.



Условные обозначения: — — — - HC33, — — — - пром. площадка

■ - лесозащитная полоса, ■ - производственные корпуса

0001-0005 - организованные ИЗА, 6006 - неорганизованный ИЗА

к.т.1; к.т.8 - контрольные точки HC33, [1] ÷ [8] - объекты

к.т.9 ÷ к.т.16 - контрольные точки на границе объекта

к.т. - контрольные точки селитебной зоны

Рисунок 1 - Карта-схема района расположения локомотивного депо

## 2 Рекомендации по разработке разделов контрольной работы

**Содержание.** В содержании приводится перечень всех документов, разделов, подразделов, пунктов, приложений, пояснительной записки по порядку их следования. На каждой позиции перечня указывается номер страницы пояснительной записки, с которой она начинается.

**Введение.** Во введении указываются основные особенности рассматриваемого производства и формируется задача контрольной работы.

**Обзор литературы по вопросу экологической экспертизы.** Обзор должен представлять собой самостоятельно проработанный вопрос по экологической экспертизы, ОВОСа или экологического аудита с обязательным указанием в

конце работы всех использованных литературных источников и сайтов Интернета.

Краткая характеристика предприятия как источника загрязнения окружающей среды. На основании исходных данных (Приложение 4 по таблице № 2-3) необходимо дать краткую характеристику рассматриваемого промышленного предприятия. В этой части следует привести ситуационный план предприятия с указанием розы ветров, условными обозначениями, масштабом, нанесенной нормативной санитарно-защитной зоны.

В текстовой части приводятся общие сведения о предприятии, краткое описание основных технологических процессов и оборудования, являющихся источниками загрязнения окружающей среды. Приводится перечень и краткая характеристика используемого сырья и топлива. Дается краткая характеристика условий эксплуатации оборудования, характеристика газоочистных и пылеулавливающих установок (ГОУ).

Загрязнение атмосферы выбросами вредных веществ предприятия. В разделе дается характеристика источников выделения выбросов ЗВ в атмосферу, описываются методы и формулы расчета выбросов ЗВ, приводятся результаты расчета максимально-разовых и валовых выбросов ЗВ в соответствии с исходными данными, приведенными в таблицах 2-5 приложения. Подробное описание методик расчета выбросов ЗВ для различных видов технологических процессов и источников загрязнения атмосферы приведено в методическом разделе настоящего пособия.

Форма 1 - воздух. На основании проведенных расчетов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу заполняется форма 1 «Воздух» (Приложение 2).

Расчет шумового воздействия предприятия на окружающую среду. В данной части осуществляется расчет эквивалентного уровня шума от источников предприятия в контрольных точках нормативной санитарно-защитной зоны и жилой зоны.

Выводы и рекомендации. Приводятся основные результаты инвентаризации источников загрязнения атмосферы на данном предприятии, источники шумового загрязнения и пути их уменьшения.

Список литературы. Приводится перечень нормативно-экологической документации по экспертизе проектов, оценке воздействия на атмосферный воздух, борьбе с шумовым загрязнением.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу**

Инвентаризация выбросов представляет собой систему сведений о распределении источников выделения загрязняющих веществ (ЗВ) на территории предприятия, количестве их и составе выбросов из них ЗВ.

Полученные при проведении инвентаризации данные используются в качестве исходной информации для:

- оценки загрязнения атмосферного воздуха;
- учета источников загрязнения атмосферы (ИЗА);
- нормирования выбросов и установления нормативов предельно-допустимых и временно-согласованных выбросов ЗВ в атмосферу (ПДВ и ВСВ);
- контроля за соблюдением установленных нормативов выбросов;
- оценки состояния пылегазоочистных установок (ПГУ) и очистного оборудования и выработки рекомендаций по улучшению его эксплуатации;
- планирования воздухоохраных мероприятий на предприятии;
- составления статистической отчетности по форме 2 Тп Воздух.

Инвентаризацию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в соответствии с Законом Российской Федерации "Об охране атмосферного воздуха" [1] проводят все действующие предприятия, организации и учреждения независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, производственная деятельность которых связана с выбросом ЗВ в атмосферу. Инвентаризацию осуществляют периодически, но не реже чем один раз в 5 лет.

Определение количественных и качественных характеристик выбросов ЗВ в атмосферу осуществляется на основе данных инструментального анализа ЗВ и (или) с помощью расчетных методов. Выбор метода зависит от характера производства и типа источника. Инструментальные анализы ЗВ проводятся для организованных источников выбросов. Расчетные методы используются для определения характеристик как неорганизованных, так и организованных выбросов.

При инвентаризации должны быть выявлены и учтены все возможные источники выделения и выброса вредных веществ в атмосферу (стационарные и передвижные), а также все вредные вещества, которые могут выделяться при осуществлении всех процессов, предусмотренных технологическим

регламентом производства. На основании проведенной инвентаризации выбросов загрязняющих веществ разрабатывается проект нормативов выбросов ЗВ в атмосферу источниками предприятия.

В соответствии со ст. 14 закона «Об охране атмосферного воздуха» выброс вредных веществ в атмосферный воздух стационарным источником допускается на основании специального разрешения, которым устанавливаются предельно допустимые выбросы и другие условия, обеспечивающие охрану атмосферного воздуха. Предельно допустимый выброс (ПДВ) — норматив предельно допустимого выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, который устанавливается для стационарного источника загрязнения атмосферного воздуха с учетом технических нормативов выбросов и фоновое загрязнение атмосферного воздуха при условии непревышения данным источником гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха. Все источники, относящиеся к конкретной территории предприятия, являются стационарными источниками выброса вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух.

Для определения количественных и качественных характеристик выделений и выбросов ЗВ в атмосферу используются инструментальные и расчетные (балансовые, основанные на удельных технологических нормативах, закономерностях протекания физико-химических процессов и т.д.) методы. Выбор методов определения количественных и качественных характеристик выделений и выбросов ЗВ в атмосферу зависит, в первую очередь, от характера производства и типа источника. Инструментальные методы являются преобладающими для источников с организованным выбросом загрязняющих веществ в атмосферу. Под организованным выбросом понимается выброс, поступающий в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы и трубы; под неорганизованным выбросом понимается выброс, поступающий в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушения герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы вентиляционных систем, местных отсосов в местах загрузки, выгрузки или хранения сырья и т.д. К основным источникам с организованным выбросом относятся: дымовые и вентиляционные трубы; вентиляционные шахты; аэрационные фонари; дефлекторы.

При выполнении данной работы используются расчетные методы. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от источников выбросов

предприятия осуществляется по методикам, утвержденным и допущенным к применению [3].

### **Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу котельными предприятий железнодорожного транспорта**

Котельные являются наиболее распространенными источниками загрязнения атмосферного воздуха среди предприятий железнодорожного транспорта (на их долю приходится до 80% суммы выбросов всех загрязняющих веществ). Паровые котлы котельной вырабатывают пар для технологических нужд и обогрева производственных помещений.

Для котельных, в зависимости от вида топлива, на котором они работают, нормируемыми являются массы выбросов следующих видов загрязняющих веществ:

- оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, твердые частицы для котельных, работающих на твердом или жидком топливе (летучая зола, коксовые остатки или мазутная зола в пересчете на ванадий);

- оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, бенз(а)пирен (для котельных, работающих на газообразном топливе: природный, доменный газ).

Расчет выбросов продуктов сгорания (оксида углерода, оксидов азота, бенз(а)пирена и т.д.) от котельных осуществляется по «Методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал/ч» [4]. В соответствии с методикой проводится расчет валового и максимально - разового выбросов по каждому виду учитываемого ЗВ для всех видов котельных.

Ниже приводятся расчетные формулы для определения выбросов загрязняющих веществ дымовой трубой (источник 0001 на рисунке 1) котельной Локомотивного депо.

Валовые и максимально-разовые выбросы твердых частиц  
в дымовых газах котельных при сжигании твердого топлива

При сжигании твердого топлива (угля, кокса, торфа) и жидкого топлива (мазута, дизтоплива, солярки) с дымовыми газами в атмосферу выбрасываются твердые частицы: летучая зола и несгоревшее топливо.

Суммарное количество твердых частиц (летучей золы и несгоревшего топлива)  $M_{ТВ}$ , поступающих в атмосферу с дымовыми газами котлов (г/с, т/год), вычисляют по формуле

$$M_{ТВ} = 0,01B \left( a_{ун} A^r + q_4 \frac{Q_i^r}{32,68} \right) (1 - \eta_3), \quad (1)$$

где  $B$  - расход натурального топлива, г/с (т/год), указан в задании (приложение 4, таблица 3)<sup>1</sup>;

$A^r$  - зольность топлива на рабочую массу, % (таблица 2); для бурых углей принять  $A^r = 40\%$ , для каменных углей -  $A^r = 43\%$ , для антрацитов -  $A^r = 30\%$ , для торфа -  $A^r = 14\%$ ,

$a_{ун}$  - доля золы, уносимой газами из котла (доля золы топлива в уносе), таблица 5;

$\eta_3$  - доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях (таблица 9); если золоуловители отсутствуют  $\eta_3 = 0$ ;

$q_4$  - потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %; при отсутствии данных можно использовать ориентировочные значения, приведенные в таблице 1.

$Q_i^r$  - низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг (таблица 3);

32,68 - теплота сгорания углерода, МДж/кг.

Количество летучей золы ( $M_3$ ) в г/с (т/год), входящее в суммарное количество твердых частиц, уносимых в атмосферу, вычисляют по формуле

---

<sup>1</sup> При использовании значений расхода топлива  $B$ , приведенного в таблице 3 приложения 4, для расчета максимально-разового выброса необходимо обращать внимание на размерность расхода топлива  $B$ , подставляемого в расчетные формулы, и осуществлять перевод задаваемого максимального расхода  $B_{\max}$  (кг/час) в нужную размерность.

$$M_3 = 0,0 B1_y 4^r (1 - \eta_3), \quad (2)$$

Количество коксовых остатков при сжигании твердого топлива и сажи при сжигании мазута ( $M_K$ ) в г/с (т/год), образующихся в топке в результате механического недожога топлива и выбрасываемых в атмосферу, определяют по формуле

$$M_K = M_T B - M_3, \quad (3)$$

Таблица 1 - Характеристика топок котлов малой мощности

| Вид топок и котлов                                                           | Топливо                                                                               | q <sub>3</sub> , %                       | q <sub>4</sub> , %               | Примечание                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| С неподвижной решеткой и ручным забросом топлива                             | Бурые угли<br>Каменные угли<br>Антрациты АМ и АС                                      | 2,0<br>2,0<br>1,0                        | 8,0<br>7,0<br>10,0               |                                                                              |
| Топки с цепной решеткой                                                      | Донецкий антрацит                                                                     | 0,5                                      | 13,5/10                          | Большие значения q <sub>4</sub> - при отсутствии                             |
| Шахтно-цепные топки                                                          | Торф кусковой                                                                         | 1,0                                      | 2,0                              | средств уменьшения                                                           |
| Топки с пневмомеханическим забрасывателем и цепной решеткой прямого хода     | Угли типа кузнецких<br>Угли типа донецкого<br>Бурые угли                              | 0,5-1,0<br>0,5-1,0<br>0,5-1,0            | 5,5/3<br>6/3,5<br>5,5/4          | уноса; меньшие значения q <sub>4</sub> - при остром дутье и наличии возврата |
| Топки с пневмомеханическими забрасывателями и цепной решеткой обратного хода | Каменные угли<br>Бурые угли                                                           | 0,5-1,0<br>0,5-1,0                       | 5,5/3<br>6,5/4,5                 | уноса, а также для котлов производительностью 25- 35 т/ч                     |
| Топки с пневмомеханическими забрасывателями и неподвижной решеткой           | Донецкий антрацит<br>Бурые угли типа подмосковных, бородинских<br>Угли типа кузнецких | 0,5-1,0<br>0,5-1,0<br>0,5-1,0<br>0,5-1,0 | 13,5/10<br>9/7,5<br>6/3<br>5,5/3 |                                                                              |

|                |                 |     |     |  |
|----------------|-----------------|-----|-----|--|
| Камерные топки | Мазут           | 0,2 | 0,1 |  |
|                | Газ (природный) | 0,2 | 0   |  |
|                | попутный)       | 1,0 | 0   |  |
|                | Доменный газ    |     |     |  |

#### Расчет выбросов мазутной золы в пересчете на ванадий

Мазутная зола представляет собой сложную смесь, состоящую в основном из оксидов металлов. Биологическое ее воздействие на окружающую среду рассматривается как воздействие единого целого. В качестве контролирующего показателя принят ванадий, по содержанию которого в золе установлен санитарно-гигиенический норматив (ПДК).

Суммарное количество мазутной золы ( $M_{мз}$ ) в пересчете на ванадий, в г/с или  $т/год$ , поступающей в атмосферу с дымовыми газами котла при сжигании мазута, вычисляют по формуле

$$M_{мз} = G_v B \left( (1 - \eta_{oc}) \left( 1 - \frac{\eta_{zy}^v}{100} \right) k_n \right), \quad (4)$$

где  $G_v$  - количество ванадия, находящегося в 1  $т$  мазута,  $г/т$ .

$$G_v = 2222A^r, \quad (5)$$

Здесь 2222 - эмпирический коэффициент;

$A^r$  - содержание золы в мазуте на рабочую массу, % (таблица 2).

$B$  - расход натурального топлива; при определений выбросов в  $г/с$   $B$  берется в  $т/ч$ ; при определении выбросов в  $т/год$   $B$  берется в  $т/год$  (таблица 3 приложения 4).

$\eta_{oc}$  - доля ванадия, оседающего с твердыми частицами на поверхности нагрева мазутных котлов, которую принимают равной:

0,07 - для котлов с промпароперегревателями, очистка поверхностей которых производится в остановленном состоянии;

0,05 - для котлов без промпароперегревателей при тех же условиях очистки (использовать при расчетах);

$\eta_{\text{зг}}^v$  - степень очистки дымовых газов от мазутной золы в золоулавливающих установках, %; золоуловители отсутствуют,  $\eta_{\text{зг}}^v=0$ ;

$k_{\text{п}}$  - коэффициент пересчета; при определении выбросов в  $\text{г/с}$   $k_{\text{п}} = 0,278 \cdot 10^{-3}$ ; при определении выбросов в  $\text{т/год}$   $k_{\text{п}} = 10^{-6}$ .

Таблица 2 - Зольность мазутов

| Завод-изготовитель           | Марка мазута           | Зольность<br>$A^r$ , % |
|------------------------------|------------------------|------------------------|
| Московский                   | 40                     | 0,054                  |
|                              | 100                    | 0,033                  |
| Саратовский                  | 40В                    | 0,04                   |
|                              | 40                     | 0,04                   |
| Новополоцкнефтеоргсинт<br>ез | 100В                   | 0,02                   |
|                              | 100<br>высокосернистый | 0,03                   |
| Пермьнефтеоргсинтез          | 40                     | 0,02                   |
|                              | 100                    | 0,03                   |

Таблица 3 - Характеристика топлив

| №№<br>п/п      | Наименование топлива               | $q_T$ , % | $S^r$ , % | $Q_i^r$ , МДж/кг |
|----------------|------------------------------------|-----------|-----------|------------------|
| Уголь          |                                    |           |           |                  |
| 1.             | Подмосковный бассейн (бурый уголь) | 39,0      | 4,2       | 9,88             |
| 2.             | Печорский бассейн (каменный уголь) | 31,0      | 3,2       | 17,54            |
| 3.             | Челябинский бассейн (бурый уголь)  | 29,9      | 1,0       | 14,19            |
| 4.             | Кузнецкий бассейн (каменный уголь) | 13,2      | 0,4       | 22,93            |
| 5.             | Антрацит                           | 29,9      | 1,9       | 16,39            |
| Жидкое топливо |                                    |           |           |                  |
| 6.             | Мазут малосернистый                | 0,1       | 0,5       | 40,30            |
| 7.             | Мазут сернистый                    | 0,1       | 1,9       | 39,85            |
| 8.             | Мазут высокосернистый              | 0,1       | 4,1       | 38,89            |
| 9.             | Дизельное топливо                  | 0,025     | 0,3       | 42,75            |

Для паровых котлов

$$K_{N_2}^r = 0,0 \sqrt{D} + 0,0, \quad (7)$$

где  $D$  - фактическая паропроизводительность котла, т/ч, указана в задании на контрольную работу (приложение 4, таблица 3).

$\beta_K$  - безразмерный коэффициент, учитывающий принципиальную конструкцию горелки.

Для всех дутьевых горелок напорного типа (т.е. при наличии дутьевого вентилятора на котле) принимается  $\beta_K = 1,0$ , для горелок инжекционного типа принимается  $\beta_K = 1,6$ , для горелок двухступенчатого сжигания (ГДС)  $\beta_K = 0,7$ . В котлах установлены дутьевые горелки напорного типа.

$\beta_t$  - безразмерный коэффициент, учитывающий температуру воздуха, подаваемого для горения

$$\beta_t = 1 + 0,002(\dot{O}_A - 30) \quad (8)$$

где  $T_b$  - температура воздуха, °C, указана в задании на контрольную работу (приложение 4, таблица 2);

$\beta_\alpha$  - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние избытка воздуха на образование оксидов азота. При работе котла в соответствии с режимной картой  $\beta_\alpha = 1$ ;

$\beta_r$  - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов через горелки на образование оксидов азота.

При подаче газов рециркуляции в смеси с воздухом

$$\beta_r = 0,16\sqrt{r}, \quad (9)$$

где  $r$  - степень рециркуляции дымовых газов, %, указана в задании (приложение 4, таблица 3);

$\beta_\delta$  - безразмерный коэффициент, учитывающий ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру

$$\beta_\delta = 0,022\delta, \quad (10)$$

где  $\delta$  - доля воздуха, подаваемого в промежуточную зону факела (в

процентах от общего количества организованного воздуха), указана в задании (приложение 4, таблица 3);

$k_{\Pi}$  - коэффициент пересчета; при определении выбросов в граммах в секунду  $k_{\Pi} = 1$ ; при определении выбросов в тоннах в год  $k_{\Pi} = 10^{-3}$ .

При определении максимальных выбросов оксидов азота в граммах в секунду по формуле (6) значения входящих в формулу величин определяются при максимальной тепловой мощности котла.

При определении валовых выбросов оксидов азота за год значения входящих в формулу (6) величин определяются по средней за рассматриваемый промежуток времени нагрузке котла.

В связи с установленными отдельными ПДК для оксида и диоксида азота и с учетом трансформации оксида азота в атмосферном воздухе суммарные выбросы оксидов азота разделяются на составляющие:

$$M_{\text{NO}_2} = 0,8 M_{\text{NO}_x}, \quad M_{\text{NO}} = 0,13 M_{\text{NO}_x} \quad (11)$$

### **Расчет выбросов оксидов азота при сжигании мазута**

Суммарное количество оксидов азота  $\text{NO}_x$  (в  $\text{г/с}$ ,  $\text{т/год}$ ), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами, рассчитывается по формуле

$$M_{\text{NO}_x} = B_p Q_i^r K_{\text{NO}_x}^M \beta_t \beta_\alpha (1 - \beta_r)(1 - \beta_\delta) k_f, \quad (12)$$

где  $B_p$  - расчетный расход топлива,  $\text{кг/с}$  ( $\text{т/год}$ ), определяемый по формуле

$$B_p = B \left( 1 - \frac{q_4}{100} \right), \quad (13)$$

Здесь  $B$  - фактический расход топлива на котел  $\text{кг/с}$  ( $\text{т/год}$ ), приведенный в задании (приложение 4, таблица 3);

$q_4$  - потери тепла от механической неполноты сгорания, % (таблица 1);

$Q_i^r$  - низшая теплота сгорания топлива,  $\text{МДж/кг}$  (таблица 3);

$K_{\text{NO}_x}^M$  - удельный выброс оксидов азота при сжигании мазута,  $\text{г/МДж}$ ;

Для паровых котлов

$$K_{NO\delta}^M = 0,01\sqrt{D} + 0,1, \quad (14)$$

где D - фактическая паропроизводительность котла, т/ч, указана в задании (приложение 4, таблица 3).

Для водогрейных котлов

$$K_{NO\delta}^M = 0,0113\sqrt{Q_T} + 0,1, \quad (15)$$

где  $Q_T$  - фактическая тепловая мощность котла по введенному в топку теплу, определяемая по формуле (9).

Приведенные зависимости  $K_{NO\delta}^M$  от D и  $Q_T$  справедливы для мазутов, поставляемых отечественными нефтеперерабатывающими заводами.

$\beta_t$  - безразмерный коэффициент, учитывающий температуру воздуха, подаваемого для горения; рассчитывается по формуле (10);

$\beta_\alpha$  - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние избытка воздуха на образование оксидов азота при сжигании мазута. При работе котла в соответствии с режимной картой принимается  $\beta_\alpha = 1$ .

$\beta_r$  - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов через горелки на образование оксидов азота.

При подаче газов рециркуляции в смеси с воздухом

$$\beta_r = 0,17\sqrt{r}, \quad (16)$$

где r - степень рециркуляции дымовых газов, %, приведена в задании (приложение 4, таблица 3).

$\beta_\delta$  - безразмерный коэффициент, учитывающий ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру:

$$\beta_\delta = 0,018\delta, \quad (17)$$

где  $\delta$  - доля воздуха, подаваемого в промежуточную зону факела, %, (в процентах от общего количества организованного воздуха, приводится в приложении 4, таблице 3);

$k_n$  - коэффициент пересчета; при определении выбросов в граммах в секунду  $k_n = 1$ ; при определении выбросов в тоннах в год  $k_n = 10^{-3}$ .

В связи с установленными отдельными ПДК для оксида и диоксида азота и с учетом трансформации оксида азота в атмосферном воздухе суммарные выбросы оксидов азота разделяются на составляющие по формуле:

$$M_{NO_2} = 0,8 M_{NO_x}, \quad M_{NO} = 0,13 M_{NO_x} \quad (18)$$

### **Расчет выбросов оксидов азота при сжигании твердого топлива**

Для котлов, оборудованных топками с неподвижной, цепной решеткой, с пневмомеханическим забрасывателем и для шахтных топок с наклонной решеткой суммарное количество оксидов азота  $NO_x$  (в  $г/с$ ,  $т/год$ ), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами при сжигании твердого топлива, рассчитывается по формуле

$$M_{NO_x} = B_p Q_i^r K_{NO_x}^T \beta_r k_f, \quad (19)$$

где  $B_p$  - расчетный расход топлива, определяемый по формуле (16),  $кг/с$  ( $т/год$ ), указан в задании (приложение 4, таблица 3);

$Q_i^r$  - низшая теплота сгорания топлива,  $МДж/кг$ , (таблица 3);

$K_{NO_x}^0$  - удельный выброс оксидов азота при слоевом сжигании твердого топлива,  $г/МДж$ .

Величина  $K_{NO_2}^T$  рассчитывается по формуле

$$K_{NO_2}^T = 0,35 \cdot 10^{-3} \alpha_T \left( 1 + 5,46 \frac{100 - R_6}{100} \right)^4 \sqrt[4]{Q_i^r q_r}, \quad (20)$$

где  $\alpha_T$  - коэффициент избытка воздуха в топке, определяемый по формуле

$$\alpha_T = \frac{2}{2 + O_2}, \quad (21)$$

где  $O_2$  - концентрация кислорода в дымовых газах за котлом, %; при отсутствии информации о концентрации кислорода в дымовых газах за котлом можно принимать  $\alpha_T = 1,4$ ;

$R_6$  - характеристика гранулометрического состава угля - остаток на сите с размером ячеек 6 мм, %; принимается при расчете равным 1 %;

$q_r$  - тепловое напряжение зеркала горения,  $MBt/m^2$ , при расчетах можно использовать значение  $350 MBt/m^2$ .

$\beta_r$  - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов, подаваемых в смеси с дутьевым воздухом под колосниковую решетку, на образование оксидов азота;

$$\beta_r = 1 - 0,07\sqrt{r} \quad (22)$$

где  $r$  - степень рециркуляции дымовых газов, %; указана в таблице 3 приложения 4;

$k_n$  - коэффициент пересчета; при определении выбросов в граммах в секунду (г/с)  $k_n = 1$ ; при определении выбросов в тоннах в год (т/год)  $k_n = 10^{-3}$ .

В связи с установленными отдельными ПДК на оксид и диоксид азота и с учетом трансформации оксидов азота суммарные выбросы оксидов азота разделяются на составляющие по формуле:

$$M_{NO_2} = 0,8 M_{NOx}, \quad M_{NO} = 0,13 M_{NOx} \quad (23)$$

#### Расчет выбросов оксидов серы

Суммарное количество оксидов серы  $M_{SO_2}$ , выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год) при сжигании всех видов топлива, вычисляется по формуле

$$M_{SO_2} = 0,02BS^r(1 - \eta'_{SO_2})(1 - \eta''_{SO_2}), \quad (24)$$

где  $B$  - расход натурального топлива, г/с (т/год), указан в задании (приложение 4, таблица 3);

$S^r$  - содержание серы в топливе на рабочую массу, % (таблица 3);

$\eta'_{SO_2}$  - доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле; ориентировочные значения  $\eta'_{SO_2}$  при сжигании различных видов топлива приведены в таблице 4;

$\eta''_{SO_2}$  - доля оксидов серы, улавливаемых в мокром золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц, при отсутствии золоуловителей принимается

равной нулю.

Таблица 4 - Доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле, для различных видов топлив

| Топливо  | $\eta'_{SO_2}$ |
|----------|----------------|
| антрацит | 0,02           |
| уголь    | 0,1            |
| мазут    | 0,02           |
| газ      | 0              |

#### Расчет выбросов оксида углерода

Расчет суммарного количества выбросов оксида углерода для твердого и жидкого топлива, г/с (*т/год*), выполняется по соотношению

$$M_{CO} = B \cdot C_{CO} \cdot \left( 1 - \frac{q_4}{100} \right) \quad (25)$$

где B - расход топлива, г/с или т/год (приложение 4, таблица 3);

$C_{CO}$  - выход оксида углерода при сжигании топлива, г/кг или кг/т.

Рассчитывается по формуле

$$C_{CO} = q_3 \cdot R \quad (26)$$

где  $q_3$  - потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, % (таблица 1);

R - коэффициент, учитывающий долю вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания оксида углерода; принимается для

твердого топлива..... 1,0  
мазута..... 0,65  
газа..... 0,5

$Q_i$  - низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг, (МДж/м<sup>3</sup>),  
таблица 3;

$q_4$  - потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, % (таблица 1).

Формула (25) для газообразного топлива принимает следующий вид:

- при определении максимальных выбросов

$$M_{CO} = B \cdot C_{CO} (1 - q_4/100) \quad (27)$$

где  $B$  - расход топлива,  $m^3/c$  (приложение, таблица 3);

$C_{CO}$  - имеет размерность  $[г/м^3]$ ;

- при определении валовых выбросов

$$M_{CO} = 10^{-3} \cdot B \cdot C_{CO} (1 - q_4/100) \quad (28)$$

где  $B$  - расход топлива, тыс. $m^3/c$  (приложение, таблица 3);

$C_{CO}$  - имеет размерность  $[кг/тыс.м^3]$ .

Значения  $q_3$ ,  $q_4$  принимаются по таблице 4.

Ориентировочная оценка суммарного количества выбросов оксида углерода  $M_{CO}$ , ( $г/с$ ,  $т/год$ ) может проводиться по формуле

$$M_{CO} = 10^{-3} B Q_i^* K_{CO} \left( 1 - \frac{q_4}{100} \right), \quad (29)$$

где  $K_{CO}$  - количество оксида углерода, образующееся на единицу тепла, выделяющегося при горении топлива,  $кг/ГДж$ , принимается по таблице 5.

#### Расчетное определение выбросов бенз(а)пирена в атмосферу паровыми и водогрейными котлами

Выброс бенз(а)пирена, поступающего в атмосферу с дымовыми газами ( $г/с$ ,  $т/год$ ), рассчитывается по уравнению

$$M_{бп} = C_{бп}^i \cdot V_{ст} \cdot B_p \cdot k_{п} \quad (30)$$

где  $C_{бп}^i$  - массовая концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах при стандартном коэффициенте избытка воздуха  $\alpha_o = 1,4$  и нормальных условиях<sup>2</sup>,  $мг/м^3$ ; верхний индекс концентраций  $C_{бп}^M$  и  $C_{бп}^Г$  указывает на вид топлива ( $M$  – мазут,  $Г$  – газ).

---

<sup>2</sup> Температура 273 К и давление 101,3 кПа.

Таблица 5 - Значения коэффициентов  $K_{co}$  и  $a_{ун}$  в зависимости от типа топки и вида топлива

| Тип топки                                                    | Вид топлива              | $a_{ун}$ | $K_{co}$ ,<br>кг/ГДж |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------|----------|----------------------|
| С неподвижной решеткой и ручным забросом топлива             | Бурые угли               | 0,0023   | 1,9                  |
|                                                              | Каменные угли            | 0,0023   | 1,9                  |
|                                                              | Антрациты                | 0,003    | 1,0                  |
| С пневмомеханическими забрасывателями и неподвижной решеткой | Бурые и каменные угли    | 0,0026   | 0,7                  |
|                                                              | Антрацит                 | 0,0088   | 0,6                  |
| С цепной решеткой прямого хода                               | Антрацит                 | 0,002    | 0,4                  |
| С забрасывателями и цепной решеткой                          | Бурые и каменные угли    | 0,0035   | 0,7                  |
| Шахтная                                                      | Твердое топливо          | 0,0019   | 2,0                  |
| Камерные топки                                               | Мазут, дизельное топливо | 0,01     | 0,13                 |
| Паровые и водогрейные котлы                                  | Газ природный и попутный | -        | 0,1                  |

$V_{cr}$  - объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании 1 кг (1 м<sup>3</sup>) топлива, при  $\alpha_o = 1,4$ , м<sup>3</sup>/кг топлива (м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> топлива). При расчетах использовать значение  $V_{cr}$ , равное 2 м<sup>3</sup>/кг топлива – для мазута и твердого топлива, 2 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> топлива – для природного газа.

$B_p$  - расчетный расход топлива; при определении выбросов в граммах в секунду  $B_p$  берется в т/ч (тыс.м<sup>3</sup>/ч); при определении выбросов в тоннах в год  $B_p$  берется в т/год (тыс. м<sup>3</sup>/год)- из приложения 4, таблицы 3);

$k_n$  - коэффициент пересчета; при определении выбросов в граммах в секунду  $k_n = 0,278 \cdot 10^{-3}$ ; при определении выбросов в тоннах в год  $k_n = 10^{-6}$ .

Расчетный расход топлива  $B_p$ , т/ч (тыс. м<sup>3</sup>/ч) или т/год (тыс. м<sup>3</sup>/год), определяется по соотношению

$$B_p = \left(1 - \frac{q_4}{10}\right) \cdot B, \quad (31)$$

где  $B$  - полный расход топлива на котел, т/ч (тыс. м<sup>3</sup>/ч) или т/год (тыс.

$\text{м}^3/\text{год}$ ), задание исходных данных для расчета в таблице 3 приложения 4;

$q_4$  - потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, % (таблица 1).

Концентрация бенз(а)пирена,  $\text{мг}/\text{м}^3$ , в сухих продуктах сгорания мазута ( $c_{\text{бп}}^{\text{м}}$ ) на выходе из топочной камеры определяется по формуле:

$$c_{\text{бп}}^{\text{м}} = 10^{-3} \cdot \frac{R(0,172 + 0,23 \cdot 10^{-3} q_v)}{e^{1,14(\alpha_T''-1)}} K_{\text{д}} K_{\text{р}} K_{\text{ст}}, \quad (32)$$

Концентрация бенз(а)пирена,  $\text{мг}/\text{м}^3$ , в сухих продуктах сгорания природного газа ( $c_{\text{бп}}^{\text{г}}$ ) на выходе из топочной зоны промтеплоэнергетических котлов малой мощности определяется по формуле:

$$c_{\text{бп}}^{\text{г}} = 10^{-3} \cdot \frac{0,032 + 0,043 \cdot 10^{-3} q_v}{e^{1,14(\alpha_T''-1)}} K_{\text{д}} K_{\text{р}} K_{\text{ст}}, \quad (33)$$

где  $R$  - коэффициент, учитывающий способ распыливания мазута

для паромеханических форсунок  $R = 0,75$ ; для остальных случаев  $R = 1$ ;

$\alpha_T''$  - коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки, принимаем равным 1,4.

$q_v$  - теплонапряжение топочного объема,  $\text{кВт}/\text{м}^3$ ; при сжигании проектного топлива величина  $q_v$  берется из технической документации на котельное оборудование; при расчетах используется значение  $q_v = 300 \text{ кВт}/\text{м}^3$ .

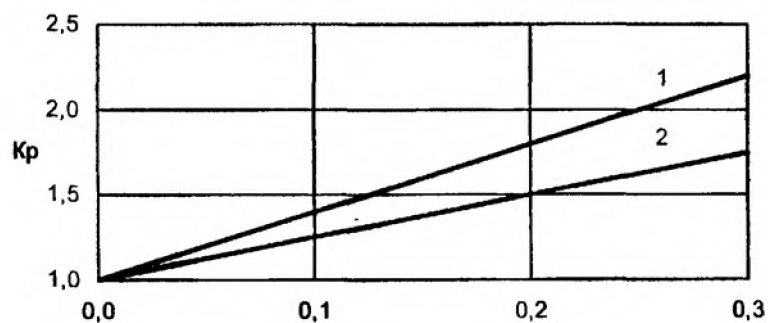
$K_{\text{р}}$  - коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания, (определяется по графику рисунка 2 для случая подачи воздуха в шлицы под горелки);

$K_{\text{д}}$  - коэффициент, учитывающий влияние нагрузки котла на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания, (определяется по графику рисунка 2 в зависимости от относительной нагрузки котла  $D/D_{\text{н}}$ ); значения номинальной и фактической паропроизводительности даны в задании на курсовой проект в таблице 3 приложения 4;

$K_{\text{ст}}$  - коэффициент, учитывающий влияние ступенчатого сжигания на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания, (определяется по графику

рисунка 3 в зависимости от доли воздуха  $\lambda$ , подаваемого помимо горелок).

Коэффициенты, учитывающие влияние различных факторов  
на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания

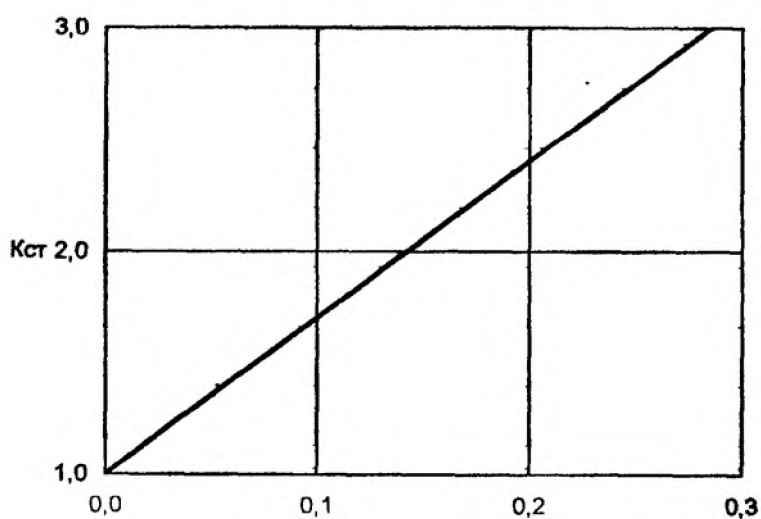


Степень рециркуляции

Рисунок 2 - Зависимость  $K_p$  от степени рециркуляции

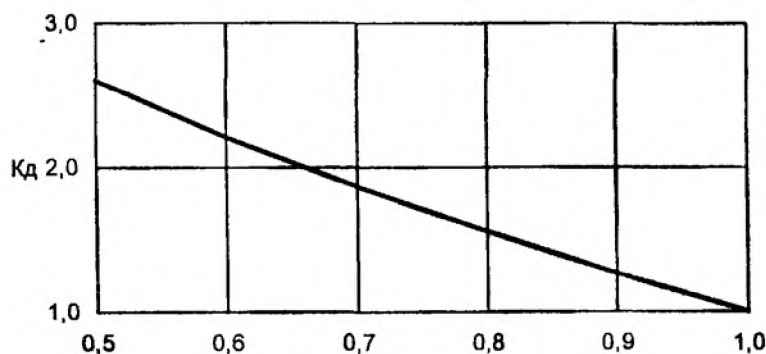
1 - в дутьевой воздух или кольцевой канал вокруг горелок

2 - в щели под горелками



$\lambda$ , доля воздуха, подаваемого помимо горелок (над ними)

Рисунок 3 - Зависимость  $K_{ст}$  от доли воздуха, подаваемого помимо горелок



Относительная нагрузка котла. D/Dн

Рисунок 4 - Зависимость K<sub>д</sub> от относительной нагрузки котла

#### Расчет концентрации бенз(а)пирена в дымовых газах

##### водогрейных котлов при сжигании мазута

Концентрация бенз(а)пирена, мг/м<sup>3</sup>, в сухих продуктах сгорания мазута на выходе из топочной камеры водогрейных котлов определяется по формуле:

$$C_{\text{бп}}^M = 10^{-6} \cdot \frac{R(0,52q_V - 32,5)}{1,16 \cdot e^{3,5(\alpha_T'' - 1)}} K_D K_P K_{CT} K_O, \quad (34)$$

Коэффициенты K<sub>д</sub>, K<sub>р</sub>, K<sub>ст</sub> определяются аналогично вышеприведенным коэффициентам для случая сжигания природного газа.

Коэффициент K<sub>о</sub>, учитывающий влияние дробевой очистки конвективных поверхностей нагрева на работающем котле, принимается:

при периоде между очистками 12 ч ..... 1,5

при периоде между очистками 24 ч ..... 2,0

при периоде между очистками 48 ч ..... 2,5.

В расчетах используем значение K<sub>о</sub> = 2,5.

#### Расчет концентраций бенз(а)пирена в уходящих газах при сжигании твердых топлив

Концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах котлов при слоевом сжигании твердых топлив C<sub>бп</sub><sup>Т</sup> (мг/нм<sup>3</sup>), приведенная к избытку воздуха в газах α = 1,4, рассчитывается по формуле:

$$\tilde{N}_{\dot{a}i}^{\dot{o}} = 10^{-3} \cdot \left( \frac{AQ_i^r}{e^{2,5\alpha_i''}} + \frac{R}{t_i} \right) \hat{E}_{\dot{A}} \hat{E}_{\dot{\zeta}o} \quad (35)$$

где А - коэффициент, характеризующий тип колосниковой решетки и вид топлива;

Коэффициент А принимают равным

для углей, антрацитов и сланцев ..... 2,5

для древесины и торфа ..... 1,5

$Q_i^r$  - низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг (таблица 3);

R - коэффициент, характеризующий температурный уровень экранов;

для  $t_n \geq 150^\circ\text{C}$  ..... R=350

для  $t_n < 150^\circ\text{C}$  ..... R=290

где  $t_n$  - температура насыщения при давлении в барабане паровых котлов или на выходе из котла для водогрейных котлов;  $t_n = 200^\circ\text{C}$ ;

$K_d$  - коэффициент, учитывающий нагрузку котла;

$K_{zy}$  - коэффициент, учитывающий степень улавливания бенз(а)пирена золоуловителем и определяемый по соотношению

$$K_{zy} = 1 - \eta_{zy} \cdot z \quad (36)$$

где  $\eta_{zy}$  - степень очистки газов в золоуловителе, % (таблица 9), при отсутствии золоуловителя  $\eta_{zy} = 0$ ;

z - коэффициент, учитывающий снижение улавливающей способности золоуловителем бенз(а)пирена:

при температуре газов перед золоуловителем  $t'_{zy} \geq 185^\circ\text{C}$

$z = 0,8$  - для сухих золоуловителей

$z = 0,9$  - для мокрых золоуловителей

при температуре газов перед золоуловителем  $t'_{zy} < 185^\circ\text{C}$

$z = 0,7$  - для сухих золоуловителей

$z = 0,8$  - для мокрых золоуловителей.

Принимается  $t'_{zy} = t_n = 200^\circ\text{C}$ .

## Участки механической обработки металлов

На предприятиях железнодорожного транспорта в механическом цехе для ремонта и изготовления различных деталей и изделий используется в основном следующее оборудование: токарные, фрезерные, заточные, сверлильные, шлифовальные станки.

При механической обработке хрупких металлов (чугун, цветные металлы и т.д.) выделяются твердые частицы – пыль металлическая. При обработке стали на шлифовальных и заточных станках также выделяется пыль металлическая (железа оксид) и пыль абразивная, в то время как на других станках – отходы только в виде стружки. При обработке цветных металлов на шлифовальных, токарных, заточных и других металлообрабатывающих станках в качестве пыли металлической выделяются в атмосферу окислы соответствующих металлов. Например, при обработке алюминия выделяются оксиды алюминия.

При применении смазочно-охлаждающих жидкостей в атмосферу выделяются аэрозоли минеральных масел и различных эмульсолов (СОЖ).

Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов в механическом цехе Локомотивного депо (источник загрязнения атмосферы 0002 на рисунке 1) осуществляется согласно [5-8]. Перечень механообрабатывающих станков в механическом цехе, их количество, обрабатываемые металлы, время работы станков приведены в задании (таблица 3 приложения 4).

Количество загрязняющих веществ (пыли), выделяющихся при механической обработке металлов без применения СОЖ, определяется отдельно для каждого станка по формуле [5]:

$$П^c_i = g^c_i * n * t * 3600 * 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (37)$$

где -  $g^c_i$  - удельные выделения загрязняющих веществ при работе оборудования (станка), г/с, (табл. 6, 7);

$t$  – чистое время работы оборудования в день – время, которое идет на

собственное изготовление детали или ее обработку без учета времени на ее установку и снятие, ч;

$n$  – число дней работы станка в год.

Валовый выброс  $i$ -загрязняющего вещества в атмосферу при механической обработке металлов для источника в целом  $\Pi_i$ , т/год определяется как сумма валовых выбросов всех станков по формуле:

$$\Pi_i = \sum \Pi_i^c, \text{ т/год} \quad (38)$$

Максимально-разовый выброс  $i$ -загрязняющего вещества при механической обработке металлов для источника 0002 в целом  $M_i$  определяется как сумма максимально-разовых выбросов (удельных показателей)  $i$ -загрязняющего вещества всех станков по формуле:

$$M_i = \sum M_i^c = \sum g_i^c, \text{ г/с} \quad (39)$$

Валовый выброс  $i$ -загрязняющего вещества источником загрязнения атмосферы (ИЗА) в целом определяется как сумма выбросов этого ЗВ всеми станками (источниками выделения).

При наличии устройств, улавливающих загрязняющие вещества, количество уловленных загрязняющих веществ  $\Pi_i^o$  т/год определяется эффективностью ГОУ ( $\eta$ , в долях единицы):

$$\Pi_i^o = \sum \Pi_i^c * \eta, \text{ т/год} \quad (40)$$

В этом случае при наличии очистного сооружения валовый выброс ЗВ т/год в атмосферу будет определяться по формуле:

$$\Pi_i = \sum \Pi_i^c - \Pi_i^o, \text{ т/год} \quad (41)$$

Максимально-разовый выброс ЗВ г/с при наличии очистного сооружения равен:

$$M_i = \sum M_i^c (1 - \eta) = \sum g_i^c (1 - \eta), \text{ г/с} \quad (42)$$

Таблица 6 - Удельное выделение пыли ( $g_i^c$ , г/с) основным технологическим оборудованием при механической обработке металла без охлаждения (на единицу оборудования)

| Оборудование | Определяющая | Загрязняющие вещества, $g_i^c$ , |
|--------------|--------------|----------------------------------|
|--------------|--------------|----------------------------------|

|                              | характеристика<br>оборудования  | г/с             |                    |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------|
| Круглошлифовальные станки    | Диаметр шлифовального круга, мм | Пыль абразивная | Пыль металлическая |
|                              | 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           | 0,04               |
| Бесцентрошлифовальные станки | 30, 100                         | 0,005           | 0,008              |
|                              | 395, 495                        | 0,006           | 0,013              |
|                              | 480, 600                        | 0,009           | 0,016              |
| Заточные станки              | Диаметр шлифовального           |                 |                    |
|                              | 100                             | 0,004           | 0,006              |
|                              | 150                             | 0,006           | 0,008              |
|                              | 200                             | 0,008           | 0,012              |
|                              | 250                             | 0,011           | 0,016              |
|                              | 300                             | 0,013           | 0,021              |
|                              | 350                             | 0,016           | 0,024              |
|                              | 400                             | 0,019           | 0,029              |
|                              | 450                             | 0,022           | 0,032              |
|                              | 500                             | 0,024           | 0,036              |
|                              | 550                             | 0,027           | 0,040              |

Таблица 7 - Удельное выделение пыли ( $g^c_i$ , г/с) при механической обработке чугуна, цветных металлов на станках без охлаждения

| Вид обработки, оборудование          | Выделяемое вещество          | Количество, г/с ( $g^c_i$ ) |
|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Обработка чугуна резанием:           |                              |                             |
| токарные станки                      | Пыль чугунная (железа оксид) | 0,0063                      |
| фрезерные станки                     | «                            | 0,0139                      |
| сверлильные станки                   | «                            | 0,0022                      |
| расточные станки                     | «                            | 0,0021                      |
| Обработка резанием цветных металлов: |                              |                             |
| токарные станки                      | Пыль цветных металлов        | 0,0025                      |
| фрезерные станки                     | «                            | 0,0019                      |
| сверлильные станки                   | «                            | 0,0004                      |
| расточные станки                     | «                            | 0,0007                      |

Применение смазочно-охлаждающих жидкостей значительно уменьшает выделение пыли. При обработке металлов на шлифовальных станках выбросы пыли при использовании СОЖ составляют 10 % от количества пыли при сухой обработке (таблица 6). В этом случае количество загрязняющих веществ (пыли), выделяющихся при механической обработке металлов с применением СОЖ, определяется отдельно для каждого станка по формуле

$$П^c_i = g^c_i * n * t * K_{мш} * 3600 * 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (43)$$

$$M_i = \sum M^c_i * K_{мш} = \sum g^c_i * K_{мш}, \text{ г/с} \quad (44)$$

$K_{мш} = 0,1$  – коэффициент, учитывающий снижение выбросов пыли при использовании СОЖ.

Максимально-разовый выброс ЗВ г/с с использованием СОЖ при наличии очистного сооружения равен:

$$M_i = \sum M^c_i * K_{мш}(1-\eta) = \sum g^c_i * K_{мш}(1-\eta), \text{ г/с} \quad (45)$$

Валовый выброс загрязняющих веществ источником в целом с использованием СОЖ при наличии очистного сооружения равен:

$$П_i = \sum П^c_i - \sum П^o_i = \sum П^c_i - \sum П^c_i * \eta, \text{ т/год} \quad (46)$$

При использовании СОЖ при обработке металлов образуется

мелкодисперсный аэрозоль СОЖ (масла или эмульсола)<sup>3</sup>, выбросы в атмосферу которой составляют:

$$P_{\text{сож}}^c = g_{\text{сож}}^c * n * t * N * 3600 * 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (47)$$

$$M_{\text{сож}} = \sum M_{\text{сож}}^c = \sum (g_{\text{сож}}^c * N), \text{ г/с} \quad (48)$$

где -  $g_{\text{сож}}^c$  - удельные выделения СОЖ при обработке металла с использованием СОЖ, г/с·кВт, приведены в таблице 8;

$N$  – мощность электромотора  $i$ -станка, кВт.

Таблица 8 - Удельные выделения (г/с) аэрозолей масла и эмульсола при механической обработке металлов с охлаждением

| Наименование технологического процесса, вид оборудования                                                          | Количество выделяющегося в атмосферу СОЖ, (г/с) на 1 кВт мощности станка |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Обработка металлов на токарных, сверлильных, фрезерных, строгальных, протяжных, резбонакатных, расточных станках: |                                                                          |
| с охлаждением маслом                                                                                              | $5,6 \cdot 10^{-5}$                                                      |
| с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3%                                                          | $5 \cdot 10^{-7}$                                                        |
| с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола 3-10%                                                             | $4,5 \cdot 10^{-7}$                                                      |
| Обработка металлов на шлифовальных станках:                                                                       |                                                                          |
| с охлаждением маслом                                                                                              | $8 \cdot 10^{-5}$                                                        |
| с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола менее 3%                                                          | $1,04 \cdot 10^{-6}$                                                     |
| с охлаждением эмульсией с содержанием эмульсола 3-10%                                                             | $1,035 \cdot 10^{-5}$                                                    |

Эффективность газоочистки  $\eta$  определяется типом используемого газоочистного устройства (ГОУ приведены в задании – в таблице 3 приложения), значения эффективности (в процентах) основных газоочистных устройств, в том числе используемых при расчетах выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при металлообработке, приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Средние эксплуатационные эффективности аппаратов газоочистки и пылеулавливания

<sup>3</sup> В зависимости от используемого СОЖ (масла или эмульсола) выделяется в атмосферу аэрозоль масла минерального или эмульсола

| Аппарат, установка                                                     | Эффективность улавливания, %<br>(n) |                                               |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                                                        | твердых<br>и жидких<br>частиц       | газообразных<br>и парообразных<br>компонентов |
| 1                                                                      | 2                                   | 3                                             |
| Отходящие газы котельных                                               |                                     |                                               |
| Батарейные циклоны типа БЦ-2                                           | 85                                  | -                                             |
| Батарейные циклоны на базе секции СЭЦ-24                               | 93                                  | -                                             |
| Дымосос-пылеуловитель ДП-10                                            | 90                                  | -                                             |
| Батарейные циклоны типа ЦБР-150У                                       | 93-95                               | -                                             |
| Электрофильтры                                                         | 97-99                               | -                                             |
| Центробежные скрубберы ЦС-ВТИ                                          | 88-90                               | -                                             |
| Мокропрутковые золоуловители ВТИ                                       | 90-92                               | -                                             |
| Жалюзийные золоуловители                                               | 75-85                               | -                                             |
| Групповые циклоны ЦН-15                                                | 85-90                               | -                                             |
| Аспирационный воздух от оборудования механической обработки материалов |                                     |                                               |
| а) Аппараты и установки сухой очистки                                  |                                     |                                               |
| Пылеосадочные камеры                                                   | 45-55                               | -                                             |
| Циклоны ЦН-15                                                          | 80-85                               | -                                             |
| Циклоны ЦН-11                                                          | 81-87                               | -                                             |
| Циклоны СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34                                            | 85-93                               | -                                             |
| Конические циклоны СИОТ                                                | 60-70                               | -                                             |
| Циклоны ВЦНИИОТ с обратным конусом                                     | 60-70                               | -                                             |
| Циклоны Клайпедского ОЭКДМ Гидродревпрома                              | 60-90                               | -                                             |
| Групповые циклоны                                                      | 85-90                               | -                                             |
| Батарейные циклоны БЦ                                                  | 82-90                               | -                                             |
| Рукавные фильтры                                                       | 99 и выше                           | -                                             |
| Сетчатые фильтры (для волокнистой пыли)                                | 93-96                               | -                                             |
| Индивидуальные агрегаты типа ЗИЛ-900, АЭ212, ПА212                     | 95                                  |                                               |
| Циклоны ЛИОТ                                                           | 70-80                               |                                               |
| б) Аппараты и установки мокрой очистки                                 |                                     |                                               |
| Циклоны с водяной пленкой ЦВП и СИОТ                                   | 80-90                               | -                                             |
| Полые скрубберы                                                        | 70-89                               | -                                             |
| Пенные аппараты                                                        | 75-90                               | -                                             |
| Центробежный скруббер ЦС-ВТИ                                           | 88-93                               | -                                             |

|                                                                              |       |       |
|------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| Низконапорные пылеуловители КМП                                              | 92-96 | -     |
| Мокрые пылеуловители с внутренней циркуляцией типа ПВМ, ПВ-2                 | 97-99 | -     |
| Трубы Вентури типа ГВПВ                                                      | 90-94 | -     |
| Вентиляционные выбросы при химической и электрохимической обработке металлов |       |       |
| Очистка от аэрозоля хромового ангидрида:                                     |       |       |
| насадочные скрубберы с горизонтальным ходом газа                             | 90-95 | -     |
| волоконистые туманоуловители ФВГ-Т                                           | 96-99 | -     |
| гидрофильтр ГПИ «Сантехпроект»                                               | 87-90 | -     |
| пенные аппараты ППП-И                                                        | 80-90 | -     |
| турбулентно-контактные адсорберы типа ТКА                                    | 80-90 | -     |
| жалюзийный сепаратор                                                         | 85-90 | -     |
| Очистка от паров кислот и щелочей:                                           |       |       |
| пенные аппараты                                                              | -     | 80-85 |
| абсорбционно-фильтрующий скруббер НИИОГАЗа                                   | 95-98 | 50-60 |
| форсуночно-насадочные скрубберы                                              | -     | 55-60 |
| Двухступенчатые абсорбционные аппараты:                                      |       |       |
| пары соляной кислоты                                                         | -     | 93-95 |
| пары аммиака                                                                 | -     | 20-30 |
| пары хлора                                                                   | -     | 12-15 |
| Вентиляционные выбросы при окраске изделий                                   |       |       |
| Гидрофильтры:                                                                |       |       |
| форсуночные                                                                  | 86-92 | -     |
| каскадные                                                                    | 90-92 | 20-30 |
| барботажно-вихревые                                                          | 94-97 | 40-50 |
| Установки рекуперации растворителей (адсорбция твердыми поглотителями)       | -     | 92-95 |
| Установки термического окисления паров растворителей                         | -     | 92-97 |
| Установки каталитического окисления паров растворителей                      | -     | 95-99 |

### **Участки механической обработки древесины**

На участках механизированной обработки древесины локомотивных, вагонных депо производятся технологические процессы пиления, строгания,

фрезерования и сверления древесины на деревообрабатывающих станках. При механической обработке древесины выделяется древесная пыль. Количество выделяемой пыли зависит от технологического процесса обработки древесины (пиление, фрезерование, строгание), типа используемого оборудования и количества перерабатываемой древесины. По заданному технологическому процессу обработки древесины подбирается деревообрабатывающее оборудование по таблице 10.

Расчет выбросов загрязняющих веществ при механической обработке древесины в деревообрабатывающем цехе Локомотивного депо (источник загрязнения атмосферы 0003 на рисунке 1) осуществляется согласно [6-8] по удельным показателям в зависимости от времени работы единицы оборудования, типа и количества станков, их марки, приведенных в задании на курсовой проект (таблица 3 приложения 4).

Для расчета используются удельные значения количества пыли, образующейся при механической обработке древесины для различных процессов обработки древесины и оборудования, приведенные в таблице 10.

Валовый выброс древесной пыли рассчитывается по формуле:

$$П_i^c = g_i * n * t * 3600 * 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (49)$$

где -  $g_i$  - удельное количество древесной пыли в выбросах при работе единицы оборудования (станка), г/с, таблица 10;

$t$  – чистое время работы станка в год – время, которое идет на обработку древесины без учета времени на ее установку и снятие, час. (произведение среднего времени работы станка в сутки и количества рабочих дней);

$n$  – количество станков данного типа.

За максимально-разовый выброс станка берется значение  $g_i$  (г/с) для данного типа станка.

Валовый выброс древесной пыли при механической обработке древесины для источника в целом определяется как сумма валовых выбросов всех станков по формуле:

$$\Pi_i = \sum (\Pi^c_i) , \text{ т/год} \quad (50)$$

Максимально-разовый выброс  $i$ -загрязняющего вещества при механической обработке древесины для источника в целом г/с определяется как сумма максимально-разовых выбросов (удельных показателей)  $i$ -загрязняющего вещества максимального количества станков, работающих одновременно, по формуле:

$$M_i = \sum M^c_i = \sum g^c_i, \text{ г/с} \quad (51)$$

Валовый выброс загрязняющих веществ источником загрязнения атмосферы в целом определяется как сумма выбросов ЗВ всех станков источника.

При наличии устройств, улавливающих пыль, количество уловленной пыли определяется эффективностью ГОУ ( $\eta$ ):

$$\Pi^o_i = \sum (\Pi^c_i) * \eta , \text{ т/год} \quad (52)$$

В этом случае валовый выброс пыли древесной в атмосферу будет определяться по формуле:

$$\Pi_i = \sum (\Pi^c_i) - \Pi^o_i, \text{ т/год} \quad (53)$$

Максимально-разовый выброс ЗВ в атмосферу при наличии очистного сооружения равен:

$$M_i = \sum M^c_i * (1 - \eta) = \sum g^c_i * (1 - \eta), \text{ г/с} \quad (54)$$

Таблица 10 - Удельные выделения древесной пыли для процессов обработки древесины на единицу оборудования

| Операция технологического процесса | Модель, марка станка  | Удельные количества выделяемой древесной пыли, г/с ( $g^c_i$ ) |
|------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------|
| Пиление                            | Станки круглопильные, |                                                                |
|                                    | УП                    | 1,75                                                           |
|                                    | Ц6-2                  | 2,97                                                           |
|                                    | У6                    | 2,80                                                           |

|           |                             |       |
|-----------|-----------------------------|-------|
|           | Ц2К12                       | 3,30  |
|           | ЦКБ-4, ЦМЭ-2                | 4,39  |
| Строгание | Станки фуговальные, модели: |       |
|           | СФА-6                       | 13,20 |
|           | СР-3, СР-8                  | 6,70  |
|           | СФАЧ-1                      | 7,2   |
|           | СФ-3, СФ-4                  | 2,27  |

### **Порядок заполнения формы 1 - «Воздух».**

Форма 1 - «Воздух» состоит из титульного листа и пяти разделов. Форма 1 - «Воздух» заполняется в виде таблиц, приведенных в приложении 2 (раздел I-V).

В правом верхнем углу указываются соответствующие коды. Их значения уточняются в местном (областном) статистическом управлении.

Раздел I. Источники выделения загрязняющих веществ.

В графе 1 указывается к какому производству относятся источники выделения в атмосферу (механический цех, котельная и т. д.).

Производство может включать в себя один или несколько цехов, участков. Приводятся конкретные названия цехов, участков.

В графе 2 указываются номера источников загрязнения атмосферы, согласно схеме их расположения, которая должна составляться и храниться на предприятии. Нумерация источников не должна меняться. При появлении нового источника загрязнения атмосферы ему присваивается номер ранее не использовавшийся в отчетности. При ликвидации источника его номер в дальнейшем в отчетности не используют. Всем организованным источникам загрязнения атмосферы присваиваются номера от 0001 до 5999, а всем неорганизованным источникам от 6001 до 9999. При выполнении курсового проекта используется карта-схема расположения источников загрязнения

атмосферы, приведенная на рис. 1.

В графе 3 указываются номера источников выделения согласно схеме расположения их на предприятии. Требования к нумерации такие же, как к источникам загрязнения. Номер источника выделения состоит из двух частей. Первая часть представляет собой четырехзначный номер источника загрязнения атмосферы, к которому подключен источник выделения. Второй частью является двухразрядный его порядковый номер. Таким образом, номер источника выделения первого организованного источника загрязнения атмосферы, будет 0001 01.

В графе 4 указывается наименование и тип установок и агрегатов, где непосредственно образуется загрязняющее вещество (источник выделения - паровой котел, токарный станок, гальваническая ванна, ДВС тепловоза, ДВС автомобилей, разгрузочные площадки и т.д.). Кроме того, к источникам выделения относятся неплотности оборудования, оконные проемы, пруды-отстойники и т. д.

В графе 5 приводится наименование и тип выпускаемой продукции в соответствии с классификатором ОКПО.

В графах 6 и 7 указывается среднее суммарное количество часов работы оборудования за сутки и за предшествующий инвентаризации год.

В графе 8 записывается наименование загрязняющих веществ, которые выбрасываются в атмосферу, независимо от того, имеется для них ПДК или ОБУВ или нет. Наименования записываются в соответствии с таблицей 1 (приложения 1).

В графе 9 указывается код загрязняющего вещества (таблица 1 приложения 1).

В графе 10 приводится масса загрязняющих веществ (тонн в год), отходящих от источника выделения, независимо от того, оснащен он очистными сооружениями или нет. При определении этого показателя необходимо учитывать как неравномерность работы источника в течение года

(определяется цикличностью технологического процесса, простота оборудования, неравномерностью загрузки оборудования и т. д.), так и неравномерность объемов выделения загрязняющих веществ в течение технологического цикла.

Заполнение раздела II «Характеристики источников загрязнения атмосферы».

В графе 1 указывается номер источника загрязнения атмосферы (см. раздел 1, графа 2).

В графе 2.3 приводятся геометрические характеристики источников загрязнения атмосферы (высоты источника над уровнем земли и диаметр или размеры сечения устья источника в метрах - при выполнении курсового проекта используются исходные данные, представленные в таблице 4 приложения 4).

В графах 4, 5, 6 указываются параметры газовойоздушного потока, которые определяются при проведении инвентаризации инструментальным методом. При выполнении курсового проекта используются исходные данные, представленные в таблице 4 приложения 4. В графе 4 указывается скорость (в м/с), в графе 5 объемный расход (в метрах кубических в секунду), в графе 6 - температура выбрасываемой газовойоздушной смеси в устье организованного или на поверхности неорганизованного источника загрязнения атмосферы. Так как в задании дана только скорость, то объемный расход газовойоздушной смеси рассчитывается по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0 \quad (55)$$

где  $D$  (м) - диаметр устья источника выброса;

$\omega_0$  (м/с) - средняя скорость выхода газовойоздушной смеси из устья источника выброса.

В графе 8 приводятся количество загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от источника загрязнения по каждому веществу (г/с), получаемое как произведение максимальной концентрации загрязняющего вещества (г/м<sup>3</sup>)

на объемный расход газовойздушной смеси (графа 5) в устье источника. В графе 9 указывается суммарный выброс загрязняющего вещества за год с учетом времени работы подключенных к нему источников выделения. При заполнении граф 8 и 9 используются данные таблицы 15 (валовые и максимально-разовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу источников 0001-0005 Локомотивного депо).

В графах 10 - 13 приводятся координаты (в метрах) источников загрязнения атмосферы в условной (заводской) системе координат. Для снятия координат источников загрязнения атмосферы используется карта-схема расположения источников предприятия – рис. 1. Для точечного источника, указываются координаты  $X_1$  и  $Y_1$  для линейного источника (например, аэрационный фонарь) координаты начала  $X_1$   $Y_1$  и конца  $X_2$   $Y_2$ .

Заполнение раздела III «Показатели работы газоочистных и пылеулавливающих установок».

В графе 1 указывается номер источника загрязнения атмосферы (см. раздел 1., графа 3), имеющего газоочистное устройство.

В графе 2 перечисляются наименование и тип пылеулавливающего оборудования, используемого для очистки газовойздушной смеси.

В графах 3 и 4 указываются проектные и фактические коэффициенты полезного действия (КПД). Проектный КПД берется из таблицы 9, а фактический КПД – значение, используемое в расчетах.

В графе 5 указывается код загрязняющего вещества (таблица 1 приложения 1).

В графе 6 указывается коэффициент обеспеченности (нормативный) в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02 - 78.

Фактический коэффициент обеспеченности газоочисткой в процентах вычисляется по формуле

$$K'' = T_r * 100 \% / T_t \quad (56),$$

где  $T_t$  - время работы за год технологического оборудования, час;

$T_r$  - время работы за год газоочистных установок (независимо от степени их очистки), час.

В графах 8 и 9 для каждой установки приводятся соответственно капитальные вложения (тыс. руб.) и эксплуатационные затраты на газоочистку в прошедшем году (тыс. руб. год). Эти графы можно не заполнять.

Заполнение раздела IV «Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, их очистка и утилизация в целом по предприятию, т/год».

В графах 1 и 2 указывают код и наименование загрязняющего вещества.

В графу 3 включают количество (массу) загрязняющих веществ (по отдельным веществам), отходящих от всех стационарных источников выделения как собираемых в системе газоотводов (организованный выброс), независимо от того, направляются они или нет на газоочистные установки, так и непосредственно попадающих в атмосферу (неорганизованный выброс). В данное количество загрязняющих веществ не входят вещества, содержащиеся в технологических газах и специально улавливаемые. Для каждого загрязняющего вещества суммарное количество, вносимое в графу 3, должно соответствовать сумме количеств, выделяемых всеми источниками выделения (значения которых приводятся в разделе 1 в графе 9). В графы 4 и 5 вписываются количества загрязняющих веществ, выбрасываемых без очистки и направляемых на очистку, соответственно. Из поступивших на очистку в графе 6 указывается количество, выбрасываемое в атмосферу (т/год) после очистки газовоздушной смеси, в графе 7 – фактически уловленное количество ЗВ. При этом считается, что все уловленное количество ЗВ утилизировано (графа 8). В графу 9 вносится суммарное количество загрязняющего вещества, выбрасываемого без очистки и после очистки.

Раздел V «Выбросы автотранспорта предприятия» не заполняются, так как в задании не даны данные по автотранспорту.

## **Расчет уровня шума, создаваемого источниками предприятия в контрольных точках**

Акустический расчет осуществляется в соответствии с СНиП II-12-77 «Защита от шума» [23], СНИП 23-03-2003 [22] и учетом требований СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [24], Справочником «Борьба с шумом» [21].

В соответствии с инфраструктурой района расположения предприятия определяются контрольные точки на границе жилой зоны и на границе предприятия, для которых будет проведен расчет ожидаемого уровня шума с учетом вклада всех источников шума предприятия. В качестве контрольных (расчетных) точек выбираются точки жилой зоны и зон отдыха (сады, парки отдыха и т.д.), расположенных внутри НСЗЗ, точки НСЗЗ (всего 8 расчетных точек по румбам ветров). На карту-схему (рис. 1) нанести все контрольные точки, в тексте дать пояснения (например, к.т. 1 - точка на границе НСЗЗ, к.т. 2 - граница жилой зоны и т.д.).

Для источников шума (производственного оборудования), расположенных внутри производственных помещений, осуществляется расчет шума, проходящего через преграду (стены производственных помещений), по формуле:

$$L_{p\text{ пр}} = L_{\text{ш}} - R_A - \delta_d \quad (57)$$

где:  $L_{\text{ш}}$  – уровень звукового давления у преграды, дБА;

$\delta_d$  – поправка, учитывающая характер звукового поля при падении звуковых волн на преграду (при падении звуковых волн на преграду из помещения –  $\delta_d = 6$  дБА);

$R_A$  – изоляция шума преградой – стенами помещений, дБА. Согласно [21] для кирпичных оштукатуренных стен толщиной 270 мм звукоизоляция  $R_A$  составляет 46 дБА, толщиной 520 мм – 52 дБА, для железобетонных стен толщиной 100-160 мм – 41-45 дБА. В таблице 4 приложения указан материал,

из которого изготовлены стены производственных корпусов.

В связи с тем, что для локомотивных депо одним из основных источников шума являются тепловозы и электровозы, при оценке шумового загрязнения окружающей среды необходимо учитывать их шум при движении по территории предприятия. При расчетах источник шума, создаваемого тепловозами и электровозами, рассматривается как площадной. При этом для источника шума, соответствующего внутренней железной дороги, по которой осуществляется движение тепловозов и электровозов, используются максимально возможные значения уровня шума для маневровых тепловозов (78 дБА). В действительности ввиду низкой интенсивности движения маневровых тепловозов уровень шума при движении по территории предприятия будет ниже используемого для расчета значения (78 дБА).

Уровень звука от каждого источника шума в контрольных точках определяется по формуле:

$$L_A = L_{P \text{ пр}} - \Delta L_{\text{рас}} - \Delta L_{\text{экp}} - \Delta L_{\text{зел}} \quad (58)$$

где  $\Delta L_{\text{рас}}$  – снижение уровня звука, дБА, в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой, определялось по графику рисунка 5. Необходимо учитывать, что снижение уровня звука в зависимости от расстояния

$\Delta L_{\text{экp}}$  – снижение уровня звука экранами на пути распространения звука, дБА.

$\Delta L_{\text{зел}}$  – снижение уровня звука полосами зеленых насаждений. Снижение уровня звука полосами зеленых насаждений -  $\Delta L_{\text{зел}}$  принимается в зависимости от ширины лесозащитной полосы, указанной в задании, по формуле:

$$\Delta L_{\text{зел}} = 0,08 * z \quad (59)$$

где  $z$  - ширина лесозащитной полосы, указанная в задании (таблица 4 приложения).

Суммарный эквивалентный уровень звука от всех источников в

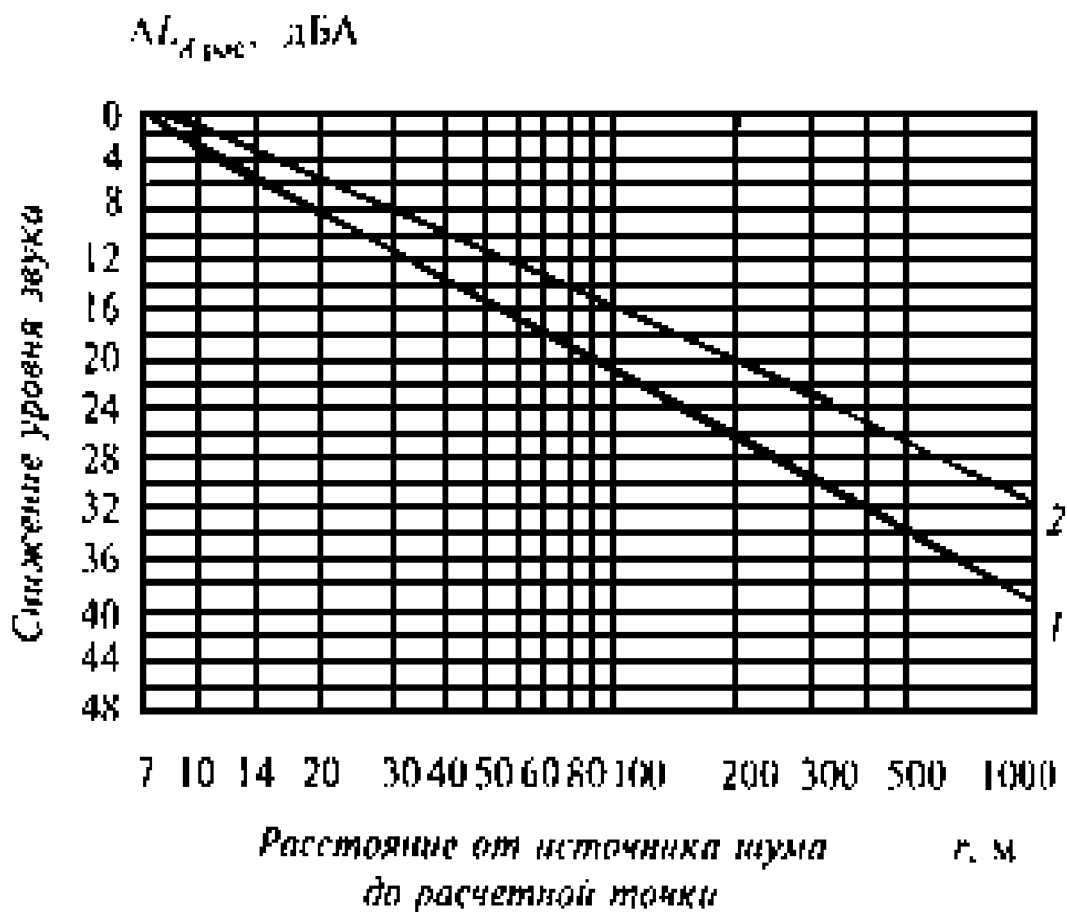
контрольных точках определяется согласно с учетом таблицы 16. Последовательно складываются уровни звуковой мощности, начиная с максимального: сначала определяется разность двух складываемых уровней, затем соответствующая этой разности добавка по табл. 16, после чего добавка прибавляется к большему из складываемых уровней, полученный уровень складывается со следующим. Если разница между наибольшим значением уровня шума и следующим большим значением более 20 дБА, то добавка равна 0.

Значения эквивалентного уровня шума для всех контрольных точек не должны превышать допустимого уровня для жилой зоны [23] – 55 дБА для населенных пунктов для дневного времени.

Таблица 16 - Добавки к более высокому уровню при сложении двух уровней шума

| Разность двух складываемых уровней, дБА                                           | 0 | 1   | 2 | 3   | 4   | 5   | 6 | 7   | 8   | 9   | 10  | 15  | 20 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---|-----|---|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| Добавка к более высокому уровню, необходимая для получения суммарного уровня, дБА | 3 | 2,5 | 2 | 1,8 | 1,5 | 1,2 | 1 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0  |

Примечание. При пользовании табл.16 необходимо последовательно складывать уровни, дБА (звуковой мощности или звукового давления), начиная с максимального. Сначала следует определять разность двух складываемых уровней, затем соответствующую этой разности добавку. После этого добавку следует прибавить к большему из складываемых уровней. Полученный уровень складывают со следующим и т.д.



1 - источники шума внутри групп жилых домов, трансформаторы;

2 - транспортные потоки, железнодорожные поезда

Рисунок 5 - График для определения снижения уровня звука в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой, дБА,

### Список литературы

1. Федеральный Закон «Об охране атмосферного воздуха» М, 1999.
2. Федеральный Закон «Об охране окружающей среды». М., 2002.
3. Перечень документов по расчету выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферный воздух, действующих в 2001-2002 годах. СПб., 2001.
4. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час, или менее 20 Гкал в час. М., 1999.
5. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов (на основе удельных показателей). Фирма «Интеграл». 1997.
6. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих

веществ в атмосферу на предприятиях железнодорожного транспорта (расчетным методом). Минтранс РФ НИИАТ. М. 1992 г.

7. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для авторемонтных предприятий (расчетным методом). М.1998.

8. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом). НИИАТ. М.1998.

9. Экологическое право РФ: Сборник нормативных актов по использованию и охране природных ресурсов. - М.: Щит-М, 2003. - 463 с. - (Законы и законодательные акты).

10. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятиях железнодорожного транспорта (расчетным методом). Минтранс РФ НИИАТ. - М. 1992.

11. РД 32.94.97. Методика определения массы выбросов загрязняющих веществ от тепловозов в атмосферу. - М., 1998.

12. ОНД-86. Госкомгидромет. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л.: Гидрометеиздат. 1987 г.

13. Борьба с шумом. Справочник. Под общей ред. Юдина Е.Я. М.: Машиностроение, 1985. 400 с.

14. СНИП 23-03-2003. Защита от шума.

15. СНИП II-12-77. Защита от шума. Госстрой СССР. 1978 г.

16. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Санитарные нормы. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Минздрав России. М., 1997 г.

17. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. (Дополненное и переработанное) НИИ Атмосфера. С.-Пб., 2005.

Приложение 1

Таблица 1 - Коды загрязняющих веществ выбрасываемых в атмосферный воздух

| Код<br>ЗВ             | Наименование загрязняющего<br>вещества                                | ПДК <sub>м.р.</sub> ,<br>мг/м <sup>3</sup> | ПДК <sub>с.с.</sub> ,<br>мг/м <sup>3</sup> | ОБУВ,<br>мг/м <sup>3</sup> | Класс<br>опас-<br>ности |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1                     | 2                                                                     | 3                                          | 4                                          | 5                          | 6                       |
| Твердые вещества      |                                                                       |                                            |                                            |                            |                         |
| 0101                  | Алюминия оксид (в пересчете на алюминий)                              |                                            | 0,01                                       |                            | 2                       |
| 0110                  | Ванадия пятиокись (пыль)                                              |                                            | 0,002                                      |                            | 1                       |
| 0123                  | Железа оксид (в пересчете на железо)                                  |                                            | 0,04                                       |                            | 3                       |
| 0143                  | Марганец и его соединения (в пересчете на диоксид марганца)           | 0,01                                       | 0,001                                      |                            | 2                       |
| 0146                  | Меди оксид (в пересчете на медь)                                      |                                            | 0,002                                      |                            |                         |
| 0184                  | Свинец и его неорган. соединения (в пересчете на свинец)              | 0,001                                      | 0,0003                                     |                            | 1                       |
| 0328                  | Сажа (углерод черный)                                                 | 0,15                                       | 0,05                                       |                            | 3                       |
| 2902                  | Взвешенные вещества (недиффер. по составу пыль, аэрозоль краски)      | 0,5                                        | 0,15                                       |                            | 3                       |
| 2908                  | Пыль неорганическая (20%<SiO <sub>2</sub> <70%) (Шамот, Цемент и др.) | 0,3                                        | 0,1                                        |                            | 3                       |
| 2930                  | Пыль абразивная (Корунд белый, Монокорунд)                            |                                            |                                            | 0,04                       | -                       |
| 2936                  | Пыль древесная                                                        |                                            |                                            | 0,5                        | -                       |
| 3714                  | Зола угольная                                                         |                                            |                                            | 0,3                        | -                       |
| Жидкие и газообразные |                                                                       |                                            |                                            |                            |                         |
| 0301                  | Азота диоксид                                                         | 0,2                                        | 0,004                                      |                            | 2                       |
| 0304                  | Азота оксид                                                           | 0,4                                        | 0,06                                       |                            | 3                       |
| 0330                  | Ангидрид сернистый                                                    | 0,5                                        | 0,05                                       |                            | 3                       |
| 0333                  | Сероводород                                                           | 0,008                                      |                                            |                            | 2                       |
| 0337                  | Углерода оксид                                                        | 5                                          | 3                                          |                            | 4                       |
| 0342                  | Фтористые соединения газообразные (Фтористый водород, ...             | 0,02                                       | 0,005                                      |                            | 2                       |

|      |                                                                                        |      |          |      |   |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|------|---|
| 0344 | Фториды плохорастворимые (в пересчете на фтор)                                         | 0,2  | 0,03     |      | 2 |
| 0616 | Ксилол                                                                                 | 0,2  |          |      | 2 |
| 0621 | Толуол                                                                                 | 0,6  |          |      | 3 |
| 0703 | Бенз(а)пирен                                                                           |      | 0,000001 |      | 1 |
| 1042 | Спирт н-бутиловый                                                                      | 0,1  |          |      | 3 |
| 1048 | Спирт изобутиловый                                                                     | 0,1  |          |      | 4 |
| 1052 | Спирт метиловый                                                                        | 1    |          |      | 3 |
| 1061 | Спирт этиловый                                                                         | 5    |          |      | 4 |
| 1119 | Этилцеллозольв                                                                         |      |          | 0,7  |   |
| 1210 | Бутилацетат                                                                            | 0,1  | 0,6      |      | 4 |
| 1240 | Этилацетат                                                                             | 0,1  |          |      | 4 |
| 1401 | Ацетон                                                                                 | 0,35 |          |      | 4 |
| 2704 | Бензин                                                                                 | 5    | 1,5      |      | 4 |
| 2732 | Керосин                                                                                |      |          | 1,2  |   |
| 2735 | Масло минеральное                                                                      |      |          | 0,05 | - |
| 2750 | Сольвент                                                                               |      |          | 0,2  |   |
| 2752 | Уайт-спирит                                                                            |      |          | 1    |   |
| 2754 | Углеводороды предельные C <sub>12</sub> -C <sub>19</sub> (в пересчете на орг. углерод) | 1    |          |      | 4 |
| 2868 | Эмульсол                                                                               |      |          | 0,05 | - |

## Приложение 2

# Бланк инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

на \_\_\_\_\_ 200.... год

## Раздел 1. Источники выделения загрязняющих веществ

[illegible]

## Раздел II. Характеристика стационарных источников загрязнения

[illegible]

### Раздел III. Показатели работы газоочистных и пылеулавливающих установок

| Номер источника выделения | Наименование и тип пылегазоулавливающего оборудования | КПД аппаратов, % |            | Код загрязняющего вещества, по которому | Коэффициент обеспеченности $K^1$ , % |             | Капитальные вложения, тыс. руб | Затраты на газоочистку |
|---------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|-------------|--------------------------------|------------------------|
|                           |                                                       | проектный        | фактически |                                         | нормативный                          | фактический |                                |                        |
| 1                         | 2                                                     | 3                | 4          | 5                                       | 6                                    | 7           | 8                              | 9                      |
|                           |                                                       |                  |            |                                         |                                      |             |                                |                        |

**Раздел IV. Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, их очистка  
и утилизация (в целом по предприятию), т/год**

| Код<br>загрязняюще<br>го вещества | Наименован<br>ие<br>загрязняюще<br>го вещества | Количество<br>загрязняющих<br>веществ,<br>отходящих от<br>источника | В том числе                  |                         | Из поступивших на очистку |                        |        | Всего выброшено<br>в атмосферу |
|-----------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|--------|--------------------------------|
|                                   |                                                |                                                                     | выбрасывается<br>без очистки | поступает<br>на очистку | выброшено<br>в атмосферу  | уловлено и обезврежено |        |                                |
|                                   |                                                |                                                                     |                              |                         |                           | фактически             | из них |                                |
| 1                                 | 2                                              | 3                                                                   | 4                            | 5                       | 6                         | 7                      | 8      | 9                              |
| ВСЕГО                             |                                                |                                                                     |                              |                         |                           |                        |        |                                |
| Твёрдые,<br>в том числе           |                                                |                                                                     |                              |                         |                           |                        |        |                                |

**Раздел V. Выбросы автотранспорта предприятия (заполняется транспортными цехами и предприятиями)**

| Группа транспортных средств                                                        | Количество, шт. | Средний годовой пробег на единицу транспорта, млн. км/год | Общий пробег, млн. км/год | Коэффициенты влияния    |                               | Удельные выбросы |              |              | Годовой выброс, т/год |                     |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|--------------|--------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
|                                                                                    |                 |                                                           |                           | среднего возраста парка | уровня технического состояния | окись углерода   | окислы азота | углеводороды | окись углерода, т/год | окислы азота, т/год | углеводороды, т/год |
| 1                                                                                  | 2               | 3                                                         | 4                         | 5                       | 6                             | 7                | 8            | 9            | 10                    | 11                  | 12                  |
| Грузовые и специальные машины с двигателями: бензиновыми дизельными газобаллонными |                 |                                                           |                           |                         |                               |                  |              |              |                       |                     |                     |
| Автобусы с двигателями: бензиновыми дизельными газобаллонными                      |                 |                                                           |                           |                         |                               |                  |              |              |                       |                     |                     |
| Легковые служебные и                                                               |                 |                                                           |                           |                         |                               |                  |              |              |                       |                     |                     |

Руководитель предприятия ..... /Фамилия/      Руководитель организации исполнителя ..... /Фамилия/

(подпись)

(подпись)

МП «....» \_\_\_\_\_ 200... г.

МП «....» \_\_\_\_\_ 200... г

## Приложение 4

Таблица 1- Вопросы по теме «Экспертиза проектов»

| Вариант | Вопрос к первой части курсового проекта                                                                                                                                                                                    |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Законодательные акты и основные нормативно-методические документы, определяющие организацию и проведение государственной экологической экспертизы.                                                                         |
| 2       | Нормативы качества природной среды. Инвентаризация источников загрязнения окружающей среды.                                                                                                                                |
| 3       | ОВОС и его роль в экспертной деятельности.                                                                                                                                                                                 |
| 4       | Основные решаемые задачи, содержание и рекомендации по использованию Российского стандарта ГОСТ Р ИСО 14012-98. Руководящие указания по экологическому аудиту. Квалификационные критерии для аудиторов в области экологии. |
| 5       | Общие причины перехода к экологическому управлению и устойчивому развитию. Материалы Конференции в Рио-де-Жанейро 1992 года                                                                                                |
| 6       | Экологический аудит промышленного предприятия                                                                                                                                                                              |
| 7       | Общественная экологическая экспертиза: возможности и проблемы.                                                                                                                                                             |
| 8       | Порядок проведения экологической экспертизы.                                                                                                                                                                               |
| 9       | Основное содержание Российского стандарта ГОСТ Р ИСО 14011–98                                                                                                                                                              |
| 10      | Термины и понятия в области экологической экспертизы. Основные принципы экологической экспертизы.                                                                                                                          |

Таблица 2 - Географические и метеорологические характеристики размещения предприятий.

|                                             |   | Варианты                 |    |        |    |                          |             |            |    |         |                          |                 |    |                 |    |    |
|---------------------------------------------|---|--------------------------|----|--------|----|--------------------------|-------------|------------|----|---------|--------------------------|-----------------|----|-----------------|----|----|
| Направление                                 |   | 1                        | 2  | 3      | 4  | 5                        | 6           | 7          | 8  | 9       | 10                       | 11              | 12 | 13              | 14 | 15 |
| Север                                       | 1 | Железнодорожные пути     |    |        |    |                          |             |            |    |         |                          |                 |    |                 |    |    |
| Юг                                          | 2 | Лес                      |    | Сады   |    | Селитебная зона          |             |            |    |         | Лесопарк                 |                 |    |                 |    |    |
| Запад                                       | 3 | Парк отдыха              |    |        |    | Промышленное предприятие |             |            |    |         | Селитебная зона          |                 |    |                 |    |    |
| Восток                                      | 4 | Промышленное предприятие |    |        |    |                          | Парк отдыха |            |    |         |                          | Селитебная зона |    |                 |    |    |
| Северо-Запад                                | 6 | Селитебная зона          |    |        |    | Склады                   |             |            |    |         | Парк отдыха              |                 |    |                 |    |    |
| Юго-Запад                                   | 5 | Промышленное предприятие |    |        |    | Промышленное предприятие |             |            |    |         | Промышленное предприятие |                 |    |                 |    |    |
| Северо-Восток                               | 7 | Лес                      |    | Пруд   |    | Селитебная зона          |             |            |    |         | Склады                   |                 |    |                 |    |    |
| Юго-Восток                                  | 8 | Пустырь                  |    |        |    | Лес                      |             |            |    |         | Промышленное предприятие |                 |    |                 |    |    |
| Повторяемость направления ветра и штилей, % |   |                          |    |        |    |                          |             |            |    |         |                          |                 |    |                 |    |    |
| С                                           |   | 6                        | 17 | 10     | 19 | 15                       | 10          | 19         | 6  | 11      | 10                       | 18              | 14 | 8               | 18 | 7  |
| СВ                                          |   | 6                        | 3  | 4      | 11 | 8                        | 9           | 10         | 7  | 12      | 4                        | 10              | 17 | 10              | 9  | 7  |
| В                                           |   | 14                       | 4  | 15     | 9  | 9                        | 11          | 15         | 14 | 2       | 14                       | 9               | 8  | 15              | 14 | 13 |
| ЮВ                                          |   | 34                       | 7  | 10     | 9  | 9                        | 10          | 8          | 33 | 10      | 11                       | 9               | 12 | 16              | 14 | 32 |
| Ю                                           |   | 3                        | 15 | 5      | 8  | 8                        | 19          | 8          | 4  | 12      | 5                        | 9               | 10 | 18              | 9  | 5  |
| ЮЗ                                          |   | 2                        | 9  | 18     | 11 | 14                       | 9           | 11         | 3  | 18      | 17                       | 12              | 8  | 6               | 10 | 6  |
| З                                           |   | 7                        | 23 | 25     | 17 | 21                       | 17          | 14         | 7  | 14      | 24                       | 15              | 15 | 12              | 13 | 8  |
| СЗ                                          |   | 26                       | 18 | 13     | 10 | 12                       | 12          | 13         | 25 | 18      | 12                       | 13              | 12 | 11              | 11 | 21 |
| Штиль                                       |   | 2                        | 4  | 0      | 6  | 4                        | 3           | 2          | 1  | 3       | 3                        | 5               | 4  | 4               | 2  | 1  |
| Тв, °С                                      |   | 24                       | 25 | 25     | 26 | 23                       | 24          | 21         | 20 | 19      | 20                       | 22              | 24 | 21              | 20 | 19 |
| Город                                       |   | Москва                   |    | Казань |    | Киров                    |             | Свердловск |    | Иркутск |                          | Саратов         |    | Санкт-Петербург |    |    |

Таблица 3 - Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

| Исходные данные                                 | Номера вариантов                         |                          |                        |                                                                  |                        |                        |                         |          |          |          |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|----------|----------|----------|
|                                                 | 1                                        | 2                        | 3                      | 4                                                                | 5                      | 6                      | 7                       | 8        | 9        | 10       |
| Котельная                                       |                                          |                          |                        |                                                                  |                        |                        |                         |          |          |          |
| Вид топлива                                     | бурый уголь, Челябинск                   | бурый уголь, Подмосковье | бурый уголь, Челябинск | бурый уголь, Подмосковье                                         | каменный уголь, Печора | бурый уголь, Челябинск | каменный уголь, Кузнецк | антрацит | антрацит | антрацит |
| Степень рециркуляции, г, %                      | 0                                        | 15                       | 15                     | 0                                                                | 15                     | 0                      | 15                      | 0        | 10       | 15       |
| Доля воздуха подаваемого помимо горелок, δ      | 0,1                                      | 0,2                      | 0,3                    | 0,1                                                              | 0,2                    | 0,3                    | 0                       | 0,1      | 0,2      | 0,3      |
| Расход топлива в год, т/год                     | 2 400                                    | 4800                     | 2400                   | 3600                                                             | 4800                   | 3600                   | 4800                    | 3600     | 4800     | 3600     |
| Номинальная паропроизводительность котла, т/час | 5                                        | 10                       | 6                      | 8                                                                | 10                     | 8                      | 10                      | 8        | 10       | 8        |
| Производительность парового котла, т/час        | 4                                        | 8                        | 4                      | 6                                                                | 8                      | 6                      | 8                       | 6        | 8        | 6        |
| Вид топки                                       | с неподвижной решеткой и ручным забросом |                          |                        | с пневматическим забрасывателем и цепной решеткой обратного хода |                        |                        |                         |          |          |          |
| Расход топлива за час,                          | 6                                        | 6,2                      | 6,5                    | 6,8                                                              | 5,5                    | 6,7                    | 5,4                     | 3,1      | 3,4      | 3,2      |

|                                  |                              |                                  |          |                              |                    |                             |                           |                           |              |               |
|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------|------------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|---------------|
| кг/час.                          |                              |                                  |          |                              |                    |                             |                           |                           |              |               |
| ГОУ                              | Дымосос<br>пылеулов<br>итель | Батарейны<br>е циклоны<br>БЦ - 2 | ЦН - 15  | Дымосос<br>пылеуло<br>витель | ЦН - 15            | Жалюзийные<br>золоуловители | Центробежные<br>скрубберы |                           |              |               |
| Механический цех<br>Тип станка   | заточны<br>й                 | круглошлифовальный               |          |                              | плоскошлифовальный |                             |                           | бесцентрошлифовальн<br>ый |              |               |
| Число станков                    | 2                            | 2                                | 2        | 1                            | 2                  | 2                           | 1                         | 2                         | 2            | 1             |
| Диаметр абразивного<br>круга, мм | 350                          | 150                              | 300      | 400                          | 250                | 400                         | 350                       | 30,100                    | 395,49<br>5  | 480,60<br>0   |
| Обрабатываемый<br>металл         | сталь                        | алюминий                         | сталь    | алюмини<br>й                 | сталь              | алюмин<br>ий                | сталь                     | сталь                     | сталь        | алюми<br>ний  |
| СОЖ                              | нет                          | масло                            | эмульсол | масло                        | масло              | эмульсо<br>л                | нет                       | масло                     | масло        | эмульс<br>ол  |
| Мощность станка, кВт             | 4                            | 3,5                              | 5        | 6                            | 4,8                | 5,5                         | 4,8                       | 5                         | 7,5          | 9             |
| Время работы в день,<br>час      | 4,8                          | 4,5                              | 4,7      | 4,9                          | 4,3                | 4,5                         | 4,7                       | 5,1                       | 4,9          | 4,3           |
| Время работы в году,<br>час      | 215                          | 211                              | 198      | 183                          | 211                | 209                         | 225                       | 197                       | 191          | 205           |
| Тип станка                       | токарны<br>й                 | фрезерный                        |          | заточный                     | заточны<br>й       | фрезерн<br>ый               | сверлил<br>ный            | токарн<br>ый              | заточн<br>ый | расточ<br>ной |
| Число станков                    | 5                            | 3                                | 4        | 2                            | 1                  | 3                           | 1                         | 3                         | 1            | 3             |
| Диаметр абразивного<br>круга, мм |                              |                                  |          | 150                          | 350                |                             |                           |                           | 250          |               |

|                          |          |          |         |       |       |          |         |       |         |       |
|--------------------------|----------|----------|---------|-------|-------|----------|---------|-------|---------|-------|
| Обрабатываемый металл    | алюминий | бронза   | чугун   | сталь | сталь | алюминий | бронза  | чугун | сталь   | чугун |
| СОЖ                      | масло    | эмульсол | нет     | нет   | нет   | масло    | масло   | нет   | нет     | нет   |
| Мощность станка, кВт     | 5,5      | 4,8      |         |       |       | 6,5      |         |       |         |       |
| Время работы в день, час | 3,0      | 3,7      | 3,9     | 4,1   | 1.8   | 5,2      | 3,9     | 6     | 4,0     | 3,5   |
| Время работы в год, час  | 120      | 195      | 130     | 210   | 180   | 127      | 207     | 215   | 100     | 207   |
| ГОУ                      | ЦН - 15  | ЦН - 11  | ЦН - 11 | ЛИОТ  | СИОТ  | ЛИОТ     | ЦН - 11 | ЛИОТ  | ЦН - 11 | СИОТ  |

Продолжение таблицы 3

| Исходные данные                 | Номера вариантов |      |               |       |               |       |               |      |               |       |
|---------------------------------|------------------|------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|------|---------------|-------|
|                                 | 1                | 2    | 3             | 4     | 5             | 6     | 7             | 8    | 9             | 10    |
| Деревообрабатывающий цех        |                  |      |               |       |               |       |               |      |               |       |
| Тип станка                      | круглопильный    |      | круглопильный |       | круглопильный |       | круглопильный |      | круглопильный |       |
| Число станков                   | 2                | 3    | 4             | 6     | 4             | 2     | 2             | 3    | 1             | 1     |
| Марка станка                    | УП               | Ц6-2 | У-6           | У2К12 | ЦКБ-4         | ЦМЭ-2 | УП            | Ц6-2 | У-6           | У2К12 |
| Время работы станка в день, час | 4,4              | 4,7  | 4,2           | 4,5   | 4,2           | 3,8   | 4,8           | 4,1  | 4,8           | 4,3   |
| Время работы станка в году дней | 217              | 220  | 210           | 185   | 225           | 178   | 191           | 205  | 190           | 215   |
| Тип станка                      | строгальный      |      | строгальный   |       | строгальный   |       | строгальный   |      | строгальный   |       |
| Число станков                   | 1                | 2    | 1             | 1     | 1             | 1     | 1             | 1    | 1             | 1     |

|                                  |       |       |       |        |       |       |                |                    |       |                |
|----------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|----------------|--------------------|-------|----------------|
| Марка станка                     | СФА-6 | СФ-3  | СР-3  | СФАЧ-1 | СФ-4  | СР-8  | СФА-6          | СФ-3               | СР-3  | СФ-4           |
| Время работы станка в день, час  | 4,1   | 3,5   | 5,2   | 4,8    | 4,3   | 4,7   | 3,0            | 2,8                | 5,4   | 5,2            |
| Время работы станка в году, дней | 115   | 121   | 221   | 205    | 215   | 192   | 115            | 97                 | 195   | 215            |
| ГОУ                              | ЦН-15 | ЦН-15 | ЦН-11 | ЦН-15  | ЦН-11 | ЦН-15 | Циклон<br>ЛИОТ | Рукавный<br>фильтр | ЦН-11 | Циклон<br>ЛИОТ |

Таблица 4 – Характеристики источников загрязнения атмосферы

|                 |      |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |     |      |      |      |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|------|------|------|
| Варианты        | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7   | 8   | 9    | 10   | 11   | 12  | 13   | 14   | 15   |
| Источник 0001,  |      |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |     |      |      |      |
| Высота Н, м     | 15   | 17   | 18   | 19   | 20   | 24   | 25  | 30  | 15   | 17   | 18   | 20  | 25   | 28   | 30   |
| Диаметр, м      | 0,8  | 0,7  | 1,0  | 0,9  | 0,6  | 0,5  | 0,8 | 0,7 | 1,0  | 0,9  | 0,6  | 0,5 | 0,8  | 0,7  | 1,0  |
| Скорость, V м/с | 4    | 5    | 5    | 4    | 4,5  | 3,5  | 3   | 4   | 5    | 4    | 4,5  | 3,5 | 3,7  | 4,2  | 5,1  |
| Температура, °С | 200  | 180  | 185  | 190  | 140  | 150  | 165 | 155 | 180  | 170  | 160  | 185 | 160  | 150  | 160  |
| Источник 0002,  |      |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |     |      |      |      |
| Высота Н, м     | 3    | 3,5  | 4    | 4,5  | 5    | 3    | 3,5 | 4   | 4,5  | 5    | 3    | 3,5 | 4    | 4,5  | 5    |
| Диаметр, м      | 0,3  | 0,4  | 0,46 | 0,32 | 0,35 | 0,36 | 0,3 | 0,4 | 0,46 | 0,32 | 0,35 |     |      |      |      |
| Скорость, V м/с | 8    | 9    | 8    | 11   | 12   | 10   | 9   | 10  | 6    | 7    | 7,5  | 9,5 | 9    | 7,5  | 8    |
| Температура, °С | 20   | 21   | 22   | 19   | 18   | 20   | 21  | 22  | 19   | 18   | 20   | 21  | 22   | 19   | 18   |
| Источник 0003,  |      |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |     |      |      |      |
| Высота Н, м     | 4    | 4,5  | 5    | 3    | 3,5  | 4    | 4,5 | 5   | 3    | 3,5  | 4    | 4,5 | 5    | 3    | 3,5  |
| Диаметр, м      | 0,32 | 0,35 | 0,36 | 0,3  | 0,4  | 0,46 | 0,3 | 0,4 | 0,46 | 0,32 | 0,3  | 0,4 | 0,46 | 0,32 | 0,32 |
| Скорость, V м/с | 9    | 10   | 6    | 8    | 8    | 9    | 8   | 11  | 12   | 10   | 9    | 10  | 10,5 | 9    | 6    |
| Температура, °С | 21   | 19   | 18   | 11   | 14   | 19   | 21  | 20  | 18   | 17   | 22   | 18  | 16   | 20   | 16   |
| Источник 0004,  |      |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |     |      |      |      |
| Высота Н, м     | 15   | 17   | 18   | 19   | 20   | 24   | 25  | 30  | 15   | 17   | 18   | 20  | 25   | 28   | 30   |
| Диаметр, м      | 0,34 | 0,4  | 0,46 | 0,32 | 0,35 | 0,36 | 0,3 | 0,4 | 0,46 | 0,32 | 0,36 | 0,3 | 0,4  | 0,4  | 0,32 |

|                 |     |      |      |      |      |     |     |      |      |    |      |     |      |     |     |
|-----------------|-----|------|------|------|------|-----|-----|------|------|----|------|-----|------|-----|-----|
| Скорость, V м/с | 3   | 15   | 5    | 8    | 8    | 19  | 8   | 4    | 12   | 5  | 9    | 10  | 8    | 9   | 5   |
| Температура, °C | 22  | 19   | 18   | 20   | 21   | 22  | 19  | 18   | 20   | 21 | 22   | 19  | 18   | 19  | 16  |
| Источник 0005,  |     |      |      |      |      |     |     |      |      |    |      |     |      |     |     |
| Высота H, м     | 15  | 17   | 18   | 19   | 20   | 24  | 25  | 30   | 15   | 17 | 18   | 20  | 25   | 28  | 30  |
| Диаметр, м      | 0,4 | 0,46 | 0,32 | 0,35 | 0,36 | 0,3 | 0,4 | 0,46 | 0,32 | 11 | 0,36 | 0,3 | 0,36 | 0,3 | 0,4 |
| Скорость, V м/с | 3   | 15   | 5    | 8    | 8    | 19  | 8   | 4    | 12   | 5  | 9    | 10  | 12   | 9   | 5   |
| Температура, °C | 20  | 21   | 22   | 19   | 18   | 20  | 21  | 22   | 18   | 17 | 22   | 19  | 18   | 20  | 19  |

Таблица 5 – Характеристики источников шума

| Варианты                                                                                 | 1              | 2  | 3  | 4              | 5  | 6  | 7              | 8  | 9  | 10             | 11 | 12 | 13             | 14 | 15 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----|----|----------------|----|----|----------------|----|----|----------------|----|----|----------------|----|----|
| Эквивалентный уровень звукового давления внутри корпусов производственных цехов, Lш, дБА |                |    |    |                |    |    |                |    |    |                |    |    |                |    |    |
| Корпус А                                                                                 | 82             | 79 | 88 | 87             | 80 | 84 | 85             | 82 | 87 | 87             | 88 | 85 | 87             | 83 | 84 |
| Корпус В                                                                                 | 87             | 78 | 90 | 84             | 76 | 85 | 88             | 87 | 84 | 79             | 88 | 87 | 84             | 85 | 82 |
| Корпус С                                                                                 | 84             | 85 | 85 | 75             | 85 | 87 | 83             | 84 | 85 | 84             | 90 | 84 | 85             | 88 | 87 |
| Корпус Д                                                                                 | 80             | 80 | 85 | 89             | 80 | 84 | 85             | 75 | 80 | 80             | 85 | 75 | 87             | 83 | 84 |
| Корпус Е                                                                                 | 90             | 84 | 76 | 85             | 88 | 87 | 88             | 79 | 88 | 87             | 84 | 85 | 82             | 79 | 86 |
| Корпус К                                                                                 | 72             | 72 | 75 | 70             | 80 | 74 | 71             | 75 | 80 | 70             | 69 | 75 | 76             | 77 | 78 |
| Ширина<br>лесозащитных<br>насаждений, z, м                                               | 8              | 9  | 15 | 11             | 12 | 10 | 9              | 10 | 15 | 10             | 12 | 8  | 11             | 12 | 10 |
| Стены корпусов производственных цехов и участков                                         |                |    |    |                |    |    |                |    |    |                |    |    |                |    |    |
| Корпус А                                                                                 | кирпичные      |    |    | железобетонные |    |    | кирпичные      |    |    | железобетонные |    |    | кирпичные      |    |    |
| Корпус В                                                                                 | кирпичные      |    |    | железобетонные |    |    | кирпичные      |    |    | железобетонные |    |    | кирпичные      |    |    |
| Корпус С                                                                                 | железобетонные |    |    | кирпичные      |    |    | железобетонные |    |    | кирпичные      |    |    | кирпичные      |    |    |
| Корпус Д                                                                                 | железобетонные |    |    | кирпичные      |    |    | железобетонные |    |    | кирпичные      |    |    | железобетонные |    |    |
| Корпус Е                                                                                 | кирпичные      |    |    | железобетонные |    |    | кирпичные      |    |    | железобетонные |    |    | кирпичные      |    |    |
| Корпус К                                                                                 | железобетонные |    |    | кирпичные      |    |    | железобетонные |    |    | кирпичные      |    |    | железобетонные |    |    |