

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет инженерно-физический
Кафедра безопасности жизнедеятельности
Направление подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность
Направленность (профиль) образовательной программы Безопасность жизнедеятельности в техносфере

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав. кафедрой

 Н.В. Шкрабтак


«14» 06 2022 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Анализ воздействия котельной ПК «Серешевский» на окружающую среду и разработка мероприятий по ее защите

Исполнитель

студент группы 813-об



(подпись, дата)

А.Е. Максименко

Руководитель

доцент, канд.биол.наук



(подпись, дата)


Т.В. Иваныкина

Консультанты:

по безопасности и

экологичности

доцент, канд.биол.наук

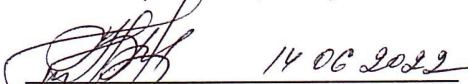


(подпись, дата)

Т.В. Иваныкина

по экономике

профессор, докт.техн.наук

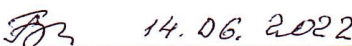


(подпись, дата)

Н.В. Шкрабтак

Нормоконтроль

инженер



(подпись, дата)

В.П. Брусницына

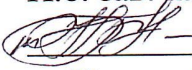
Благовещенск 2022

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет инженерно-физический
Кафедра безопасности и жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой

 — Н.В. Шкрабтак
«17» 06 2022 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента 813-об Максименко Алины Евгеньевны

1. Тема выпускной квалификационной работы: Анализ воздействия котельной ПК «Серешевский» на окружающую среду и разработка мероприятий по ее защите

(утверждена приказом от 23.05.2022 №1078-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта): 14.06.2022

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе:

3.1 ПДВ 2020 котельная ПК «Серешевский»

3.2 Инвентаризация котельная ПК «Серешевский»

3.3 Декларация за негативное воздействие 2021 год

3.4 Декларация о воздействии на окружающую среду

3.5 Политика в области охраны труда

3.6 Приказ по СИЗ

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов):

1) Общая характеристика деятельности предприятия; 2) Сведения о воздействии на окружающую среду; 3) Меры и средства защиты атмосферного воздуха, используемые на предприятии; 4) Разработка мероприятий по уменьшению воздействия на атмосферный воздух; 5) Безопасность и экологичность; 6) Технико-экономическое обоснование разработанных мероприятий

5. Перечень материалов приложения:

5.1 Общая характеристика деятельности предприятия;

5.2 Сведения о воздействии на окружающую среду;

5.3 Меры и средства защиты атмосферного воздуха, используемые на предприятии;

5.4 Разработка мероприятий по уменьшению воздействия на атмосферный воз-
дух;

5.5 Безопасность и экологичность;

5.6 Технико-экономическое обоснование разработанных мероприятий;

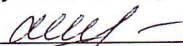
6. Консультанты по выпускной квалификационной работе: по безопасности и
экологичности Иваныкина Т.В., по экономике Шкрабтак Н.В.

7. Дата выдачи задания: 18.04.2022

Руководитель выпускной квалификационной работы Иваныкина Татьяна Вик-
торовна, доцент, кандидат биологических наук, доцент

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата): 18.04.2022


(подпись студента)

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 72 с., 5 рисунков, 16 таблиц, 3 приложения, 27 источников.

СКРУББЕР ВЕНТУРИ, ЗОЛОШЛАКОВЫЙ ОТВАЛ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ, СТОЧНЫЕ ВОДЫ

В данной бакалаврской работе проанализирована система очистки отходящих дымовых газов от котлоагрегатов котельной и предложены мероприятия по ее улучшению на ПК «Серешевский» (г. Белогорск).

Цель работы – разработка мероприятий для улучшения состояния окружающей среды на примере котельной ПК «Серешевский».

Объектом бакалаврской работы является котельная ПК «Серешевский».

Предметом бакалаврской работы является оборудование отходящих дымовых газов от котлоагрегатов котельной циклон-пылеуловитель типа ЦН-15.

Задачами бакалаврской работы являются: проведение анализа воздействия котельной на окружающую среду; проанализировать имеющуюся систему очистки отходящих дымовых газов от котлоагрегатов котельной; разработать мероприятия по уменьшению негативного воздействия на окружающую среду; рассчитать стоимости затрачиваемых средств.

REPORT

The bachelor's thesis contains 72 pages, 5 figures, 16 tables, 3 appendices, 27 sources.

VENTURI SCRUBBER, ASH AND SLAG DUMP, ENVIRONMENTAL SAFETY, ENVIRONMENTAL POLLUTION, DISPOSAL METHODS, SOIL POLLUTION, WASTE WATER

In this bachelor's work, the system of cleaning waste flue gases from boiler units of the boiler house is analyzed and measures are proposed to improve it on the PC "Sereshevsky" (Belogorsk).

The purpose of the work is to develop measures to improve the state of the environment on the example of the boiler room of the PC "Sereshevsky".

The object of the bachelor's work is the boiler room of the PC "Sereshevsky".

The subject of the bachelor's work is the equipment of exhaust gases from boiler units of the cyclone boiler-dust collector type TSN-15.

The objectives of the bachelor's work are: to analyze the impact of the boiler house on the environment; to analyze the existing system for cleaning flue gases from boiler units of the boiler house; to develop measures to reduce the negative impact on the environment; to calculate the cost of the funds spent.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Общая характеристика деятельности предприятия	11
1.1 Общие сведения о предприятии	11
1.2 Краткое описание технологического процесса	11
2 Сведения о воздействии на окружающую среду	17
2.1 Качественные и количественные характеристики выделений и выбросов загрязняющих веществ	17
2.1.1 Загрязнение атмосферы	17
2.1.2 Загрязнение гидросферы	20
2.1.3 Загрязнение почвы	21
2.2 Зависимость санитарно-защитной зоны от шумового загрязнения	23
3 Меры и средства защиты атмосферного воздуха, используемые на предприятии	28
3.1 Перечень мероприятий по сокращению влияния выбросов загрязнений в атмосферу	28
3.2 Анализ результатов расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере	31
3.3 Перечень мероприятий по сокращению влияния выбросов загрязнений в почву	34
4 Разработка мероприятий по уменьшению воздействия на атмосферный воздух	36
4.1 Краткая характеристика очистного сооружения	36
4.2 Расчет скруббера Вентури	39
4.3 Мероприятия по утилизации золшлаковых отходов	46
5 Безопасность и экологичность	50
5.1 Сведения об охране труда	50
5.2 Сведения о промышленной безопасности	51

5.3 Сведения о пожарной безопасности	54
6 Технико-экономическое обоснование разработанных мероприятий	56
6.1 Расчет капитальных затрат	56
6.2 Расчет заработной платы	59
6.3 Расчет снижения платы за загрязнение окружающей среды	60
Заключение	63
Библиографический список	64
Приложение А Результаты измерения уровня шума котельной (весна)	67
Приложение Б Результаты измерения уровня шума котельной (лето)	69
Приложение В Результаты измерения уровня шума котельной (осень)	71

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей выпускной квалификационной работе использованы ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

ГОСТ 12.1.005 - 88. ССБТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.4.026 - 01. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная.

ГОСТ 12.4.009 - 83. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.

СП 112.13330 2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200 - 03. Санитарно - защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема охраны окружающей среды на сегодняшний день является главной в природоохранном комплексе. По объемам выброса вредных веществ в атмосферу предприятия теплоэнергетики занимают лидирующее место. Это почти тридцать процентов от общего числа выбросов всех предприятий различных отраслей нашей страны.

В России тепловое хозяйство развивается уже на протяжении нескольких лет по пути концентрации тепловых нагрузок, централизации теплоснабжения и совмещенной выработки тепловой и электрической энергии. Большое развитие получила теплофикация, являющаяся наиболее рациональным методом использования топливных ресурсов для теплоснабжения и электроснабжения.

Для удовлетворения отопительной и бытовой нагрузок жилых домов, общественных зданий, а также промышленных предприятий используется главным образом горячая вода.

Система теплоснабжения состоит из ряда крупных сооружений и устройств, служащих для производства тепловой энергии, ее транспортировки, распределения и использования.

Основная задача теплоснабжения состоит в обеспечении потребителей теплом со строго установленными техническими параметрами обязательными для исполнения (температура, количество, давление).

Главной проблемой при сжигании органического топлива является загрязнение окружающей среды окислами азота, серы, золой.

В настоящее время возникает вопрос: с одной стороны, без энергии нельзя обеспечить благополучия людей, а с другой – сохранение существующих темпов ее производства и потребления может привести к разрушению окружающей среды, и как следствие – к снижению жизненного уровня и даже нанести серьезный ущерб человеческой популяции.

Экологической безопасностью, вопросами сохранения для жизни окружающей среды занимаются государственные и общественные организации.

Важный аспект их деятельности – нормирование показателей качества, а также контроль выполнения показателей качества. Нормативные документы в сфере природопользования устанавливают допустимые нормы выбросов и нормы воздействия на среду обитания. Оцениваются физические, химические, биологические и иные показатели качества. Нормы сбросов сточных вод от системы шлака-золоудаления, нормы вредных (загрязняющих) выбросов в атмосферу от газоочистного оборудования и других действий лимитируются с учетом особенностей каждой конкретной теплоснабжающей организацией.

Целью квалификационной работы является разработка мероприятий для улучшения состояния окружающей среды на примере котельной ПК «Серешевский».

Данная тема является актуальной, так как наиважнейшая проблема сегодняшнего дня – это сохранение природных богатств и ресурсов, благоприятной среды обитания для всех живых организмов, флоры, фауны, включая человека, в условиях все возрастающей хозяйственной деятельности.

Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать имеющуюся систему очистки отходящих дымовых газов от котлоагрегатов котельной, а также провести анализ методов утилизации золы.

- разработать мероприятия по уменьшению воздействия на атмосферный воздух и почву;

- рассчитать приблизительную стоимости затрачиваемых средств для улучшения системы очистки отходящих дымовых газов от котлоагрегатов котельной и способов утилизации золы.

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

1.1 Общие сведения о предприятии

Колбасный цех в г.Белогорске принадлежит Индивидуальному предпринимателю Мельниченко В.И. Промплощадка объекта расположена в восточной части г.Белогорска по ул.Сенная,2.

Данное предприятие специализируется на производстве колбасных изделий, мясных деликатесов и их реализации потребителям. Мощность колбасного цеха составляет 17887 т в год, из них:

- вареной колбасы – 17208 т/год;
- полукопченой колбасы – 645 т/год;
- мясных деликатесов – 34 т/год.

Производственный корпус (колбасный цех) расположен в центральной части промплощадки объекта. Вокруг территории промплощадки данного объекта расположена производственная застройка данного района города Белогорска.

Севернее промплощадки предприятия находятся ремонтное подразделение Забайкальской железной дороги, южнее – складская территория, восточнее и западнее – свободные от застройки территории. Въезд на территорию предприятия осуществляется с юго-восточной стороны. Вокруг площадки объекта находятся: территории производственных баз, предприятий, складов, а также жилая застройка в юго-западном и северо-западном направлении. Площадка предприятия по периметру огорожена бетонным забором и охраняется.

Близлежащие территории с нормируемыми показателями качества атмосферного воздуха (земли поселений) для размещения многоквартирных жилых домов находятся в юго-западном направлении на расстоянии 218 м и в северо-западном 108 м от границ земельного участка [10].

1.2 Краткое описание технологического процесса

На период проведения инвентаризации на территории предприятия по производству колбасных изделий ИП Мельниченко В.И. по ул.Сенная,2 г. Бе-

логорска находятся: собственная котельная, склад топлива, зольник, главный производственный корпус с оборудованием по выпуску колбасных и мясных изделий, лабораторией, холодильные камеры, административно-бытовое здание, мастерские с постами по ремонту автомобилей и оборудования, закрытые склады материалов, закрытые отапливаемые стоянки автомобилей и техники.

Котельная обеспечивает теплоснабжение производственных и административных сооружений данного предприятия. Котельная работает на угле Райчихинского месторождения.

В котельной установлены 3 котла типа Е-1/9, работающие в водогрейном режиме, 1 паровой котел для резервных целей. В максимальную нагрузку отопительного периода в работе находятся 3 котла Е-1/9. Котлы работают отопительный период по 24 часа. В теплый период года работает один котел на горячее водоснабжение.

Фактическая теплопроизводительность котла Е-1/9 - 0,44 МВт. Фактический максимальный расход топлива 2,15 т в сутки или 467 т/год на котел Е-1/9. Годовой расход угля Райчихинского месторождения составляет 467 т /год на один котёл. Температура уходящих дымовых газов – 180 С. Высота дымовой трубы – 18 м, диаметр – 0,6 м. Топки котлов с неподвижной решеткой и ручным забросом топлива без золового помещения.

Установлен дымосос ДН-8 производительностью 10000 м³/час. Рециркуляции дымовых газов нет. Для очистки дымовых газов установлен циклон типа Ц со средней степенью очистки дымовых газов от твердых частиц 80%.

Уголь на территорию котельной доставляется автотранспортом грузоподъемностью 5 т. Топливо выгружается у стены котельной на закрытый с трех сторон склад площадью 100 м².

Зола из-под котлов удаляется вручную, заливается водой и выгружается на открытой площадке, зола из бункера циклона выгружается в тележку по мере заполнения бункера и вывозится на склад. Для погрузки золы на складе используется погрузчик. Влажную золу регулярно вывозят автотранспортом.

Основным отличительным признаком водогрейной котельной от других остальных является наличие водогрейного котла, который обеспечивает получение горячей воды заданных параметров для теплоснабжения систем отопления и вентиляции, бытовых и технологических потребителей. Водогрейные котлы, работающие обычно по прямоточному принципу с постоянным расходом воды, устанавливают не только на ТЭЦ, но и в районных отопительных, а также отопительно-производственных котельных в качестве основного источника теплоснабжения.

Водогрейная котельная работает следующим образом. Сырая вода из ближайшего водоема или из наружной водопроводной сети с помощью насоса сырой воды (5) поступает в теплообменник (подогреватель сырой воды). Там она нагревается до температуры 20°C - 30°C с помощью теплоты сетевой воды, поступающей из подогревателя химически очищенной воды (12). Затем сырая вода либо сразу отправляется на химводоочистку (11), либо проходит через охладитель деаэрированной воды (14), где охлаждают воду, идущую на подпитку тепловой сети. На химводоочистке производится уменьшение жесткости сырой воды в Na-катионитовых или H-катионитовых фильтрах. После химводоочистки (11) сырая вода становится химически очищенной (умягченной). Химически очищенная вода поступает в подогреватель химически очищенной воды (12), где она нагревается за счет теплоты сетевой воды из котельного агрегата. После (12) химически очищенная вода пройдя через охладитель выпара (8) поступает в вакуумный деаэратор (7). Деаэраторы в котельной предназначены для удаления из воды коррозионно-активных газов (O_2 , CO_2) при одновременном ее подогреве. В водогрейных котельных подогрев химически очищенной воды в вакуумном деаэраторе (7) осуществляется за счет теплоты сетевой воды, поступающей из водогрейного котла.

Как правило, в водогрейных котельных применяются вакуумные деаэраторы (ДВ). В этих деаэраторах удаление O_2 и CO_2 происходит при рабочем давлении $0,16 \div 0,5$ атм. ($0,016 \div 0,05$ МПа). Средний подогрев воды в вакуумных деаэраторах составляет от 15°C - 25°C . Температура деаэрированной воды на вы-

ходе из вакуумного деаэрата (7) составляет $55^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$. Для поддержания вакуума в вакуумном деаэрате (7) используются паровоздушные эжектора, которые последовательно включены с баком для сбора конденсата из деаэрационного насоса (6).

После процесса деаэрации химочищенная вода становится подпиточной. Если ее температура после вакуумных деаэраторов получится выше значения $65^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$, то она проходит через охладитель деаэрированной воды (14), где охлаждается сырой водой. После охладителя деаэрированной воды (14) подпиточная вода смешивается с потоком сетевой воды после подогревателя сырой воды (13), а затем с помощью подпиточного насоса (3) поступает на подпитку водяной тепловой сети (в обратный трубопровод). Подогрев сетевой воды для систем отопления, вентиляции и ГВС зданий осуществляется в водогрейном котле. При разработке и расчете тепловых схем с водогрейными котлами необходимо учитывать некоторые особенности их конструкций и эксплуатации [5].

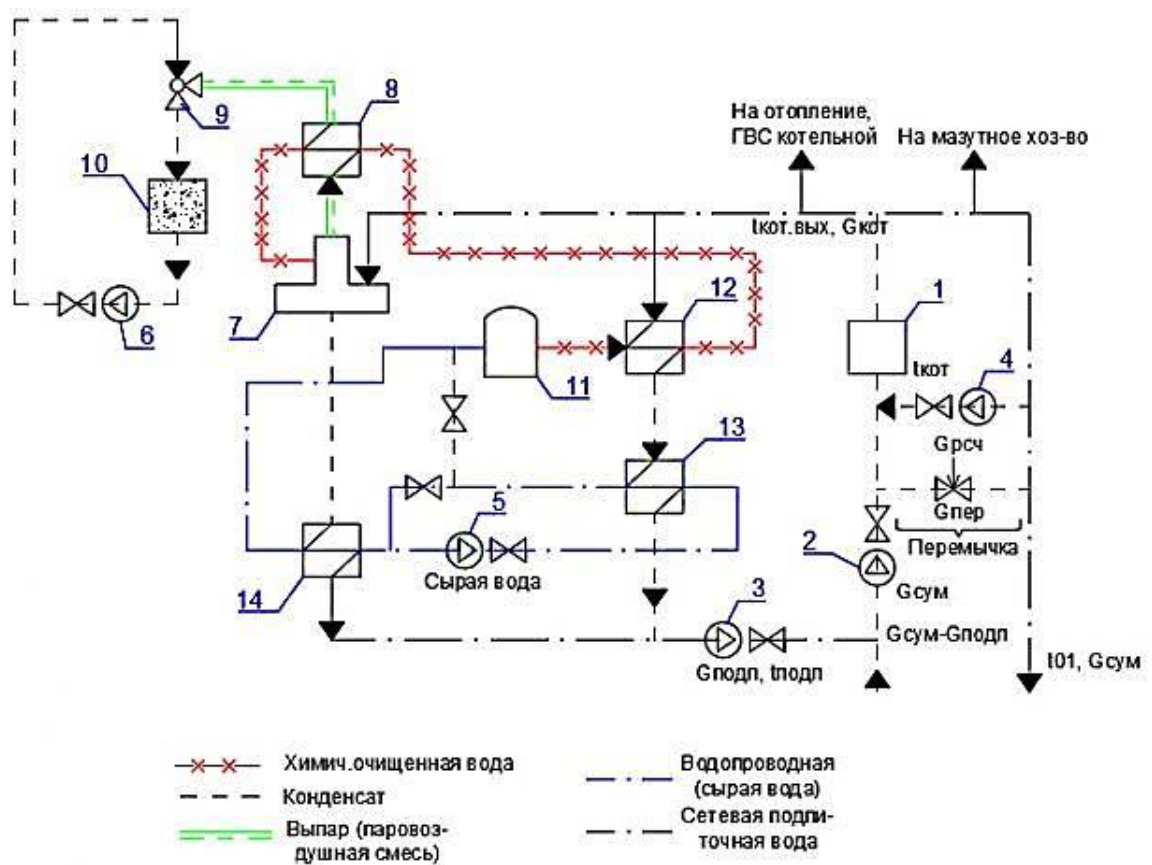


Рисунок 1 – Тепловая схема котельной с водогрейными котлами

1 – водогрейные котлоагрегаты; 2 – сетевые насосы; 3 – подпиточные насосы; 4 – рециркуляционные насосы; 5 – насосы сырой воды; 6 – деаэрационные насосы; 7 – вакуумный деаэратор; 8 – охладитель выпара; 9 – пароводяной эжектор; 10 – бак для сбора конденсата; 11 – химводоочистка; 12 – подогреватель химически очищенной воды; 13 – подогреватель сырой воды; 14 – охладители деаэрированной воды.

Водогрейные котлы работают надежно и экономично только при поддержании постоянного расхода сетевой воды, проходящей через них. Также должна поддерживаться неизменной температура сетевой воды на выходе из котла, т.е. $\tau_{\text{КОТ}}^{\text{ВЫХ}} = \text{const}$, $G_{\text{КОТ}} = \text{const}$.

Для того, чтобы обеспечить температуру сетевой воды в тепловой сети в соответствии с установленным температурным графиком должно быть предусмотрено наличие перепускного участка (перемычки). Через этот участок сетевая вода из обратного трубопровода тепловой сети в количестве $G_{\text{ПЕР.}}$ подмешивается в подающий трубопровод тепловой сети. За счет этого происходит уменьшение температуры на выходе из котла $\tau_{\text{КОТ}}^{\text{ВЫХ}}$ до значений τ_{01} . Для предупреждений низкотемпературной коррозии внутренних поверхностей нагрева водогрейных котлов температура сетевой воды на входе в котлы $\tau_{\text{КОТ}}^{\text{ВХОД}}$ должна быть выше температуры точки росы продуктов сгорания, что бы не произошло реакции между сконденсированными водяными парами и окислами серы и как следствие, значение температуры сетевой воды на входе в котел $\tau_{\text{КОТ}}^{\text{ВХОДА}}$ должны быть:

- не ниже 60°C при работе водогрейных котлов на газообразном топливе;
- не ниже 70°C при работе водогрейных котлов на малосернистом мазуте;
- температура на входе в котел $\tau_{\text{КОТ}}^{\text{ВХОДА}} \geq 110^{\circ}\text{C}$ при работе на высокосернистом мазуте или твердом топливе.

Для того, чтобы поддерживать температуру сетевой воды на входе в котел $\tau_{\text{КОТ}}^{\text{ВХОД}}$ на нужном уровне и для того чтобы поддерживать постоянный расход сетевой воды через котел устанавливаются рециркуляционные насосы.

При их помощи осуществляется подмешивание сетевой воды, выходящей из котла в обратный трубопровод тепловой сети.

Для удаления дымовых газов установлен дымосос ДН-8 производительностью 10000 м³/час и дымовая труба высотой 18 м. Для очистки дымовых газов от твердых частиц установлен циклон-пылеуловитель типа ЦН-15. Средняя степень очистки дымовых газов от твердых частиц составляет 80 %.

2 СВЕДЕНИЯ О ВОЗДЕЙСТВИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

2.1 Качественные и количественные характеристики выделений и выбросов загрязняющих веществ

2.1.1 Загрязнение атмосфера

Для определения количественных и качественных характеристик выделений и выбросов загрязняющих веществ в атмосферу используются инструментальные и расчетные (расчетно-аналитические) методы.

Инструментальные методы являются превалирующими для источников с организованным выбросом ЗВ в атмосферу. При инструментальных измерениях должны применяться только газоаналитические средства, предназначенные для контроля промышленных выбросов и внесенные в Государственный реестр средств измерений.

Расчетные методы используются в основном для определения характеристик организованных выделений (выбросов), к которым относятся:

- не плотности технологического оборудования (пропуски технологических газов через уплотнения перекачивающего оборудования и запорно-регулирующую арматуру, расположенную вне вентилируемых помещений), в том числе работающего при избыточном давлении;
- факельные установки и амбары для сжигания некондиционного углеводородного сырья;
- открытое хранение топлива, сырья, материалов и отходов, в том числе пруды-отстойники и накопители, нефтеловушки, шламохранилища, золоотвалы, отвалы горных пород, открытые поверхности испарения и т.п.;
- погрузочно-разгрузочные работы, в том числе маршруты перемещения сыпучих материалов;
- карьеры добычи полезных ископаемых, открытые участки их дробления, отсева на фракции;
- оборудование и технологические процессы, расположенные в производственных помещениях, неоснащенных вентиляционными установками, так-

же расположенные на открытом воздухе (например, передвижные сварочные посты, пилорамы и т.д.).

Оценка выбросов от организованных источников выполняется с помощью расчетных (расчетно-аналитических) методов, базирующихся на удельных технологических показателях, балансовых схемах, закономерностях протекания физико-химических процессов, а также на сочетании инструментальных измерений и расчетных формул, учитывающих параметры конкретных неорганизованных источников [14].

Расчетные методы применяются также при определении характеристик организованных источников загрязнения атмосферы, например, для определения выбросов от типичных для многих предприятий производств: сварочных и окрасочных работ, механической обработки материалов, нанесения металлопокрытий гальваническим способом, котельных и других топливосжигающих устройств малой производительности, транспортных средств и инфраструктуры транспортных объектов.

При отсутствии методов по расчету выделений (выбросов) в атмосферу от оборудования, расположенного в производственных помещениях, и невозможности проведения инструментальных измерений (по причинам технического или экономического характера) в отдельных случаях для определения массы выделения (выброса) в качестве исходной информации используются значения ПДК рабочей зоны и расчетные оценки воздухообмена в данном помещении.

Источниками загрязнения атмосферного воздуха на котельной являются: дымовая труба котельной, операции выгрузки, хранения и перемещения угля на открытом складе угля, зольник.

Дымовая труба котельной загрязняет атмосферный воздух выбросами:

- оксидов азота /диоксид азота (0301), оксид азота(0304)/,
- углерода (сажи) (0328),
- оксида углерода (0337),
- диоксида серы (0330),
- бензпирена (0703),

- пыли неорганической с содержанием двуокси кремния 20 % - 70 % (2908);

Открытый склад топлива и операции с ним загрязняет атмосферный воздух выбросами пыли неорганической с содержанием двуокси кремния ниже 20%(2909);

Склад золы и шлака и операции с ним загрязняет атмосферный воздух выбросами пыли неорганической с содержанием двуокси кремния 70 % - 20 % (2908);

При функционировании данных объектов в атмосферный воздух выбрасывается 8 загрязняющих веществ. Количественная характеристика и перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу на период инвентаризации

Код	Вещество Наименование	ПДК мак- симальная разовая, мг/м ³	ПДК среднесу- точная, мг/м ³	Класс опасно- сти	Выброс ве- щества, г/с	Суммарный выброс веще- ства, т/год
0301	Азота диоксид	0.20	0.04	3	0.11	1.23
0304	Азот (II) оксид	0.40	0.06	3	0.02	0.19
0328	Углерод (сажа)	0.15	0.05	3	0.17	2.97
0330	Сера диоксид	0.50	0.05	3	0.41	7.59
0337	Углерода оксид	5,00	3,00	4	1.92	32.73
2908	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния 70 % - 20 %	0.30	0.10	3	0.30	5.53
2909	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 20%	0.50	0.15	3	-	-
	В С Е Г О :					50.24

Таблица 2 – Характеристика режима работы участков предприятия с учетом одновременности

№ источника выброса	Наименование цеха (участка)	Наименование источников выделения	Возможность одновременности проведения операций	Количество установленных станков, машин, постов и др.	Количество одновременно работающих станков, машин, постов и др.
Котельная					
0001	Котельная	Е-1/9	+	3	3
6002	Склад угля	выгрузка, хранение угля	+	2	2
6003	Склад золы и шлака	выгрузка золы из бункера циклона	+	1	1
6004	Склад золы и шлака	хранение и погрузка золы.	+	2	2

Исходя из таблицы 1 можно сделать вывод о том что преобладающее вещество выбрасываемое в атмосферу является углерода оксид. В целом все показатели в таблице не превышают норму.

2.1.2 Загрязнение гидросферы

Сточные воды котельных систем гидрозолошлакоудаления из котельных, работающих на твердом топливе, возникают при транспорте шлака и золы технической водой на золоотвалы, расположенные часто на значительном расстоянии от котельной.

Взаимодействие золы с водой приводит к тому, что определенная часть золы растворяется в воде, остальная образует с водой суспензию (пульпу). Состав примесей в воде и их количество зависят от химического состава золы, от системы гидрозолоудаления и от степени очистки дымового газа от золы [8].

По основному насыщающему веществу различают следующие типы вод гидрозолошлакоудаления:

- насыщенные $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - известковые;
- насыщенные CaSO_4 ,
- одновременно содержащие $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и CaSO_4 ;

- относительно маломинерализованные.

Сточные воды котельных гидрозолошлакоудаления может содержать повышенную концентрацию фторидов, мышьяка, ванадия, редко ртути и германия и часто канцерогенные органические соединения, например как фенолы, т. е. вещества и соединения, имеющие вредные свойства. При прямоточной системе гидрозолошлакоудаления в водоем сбрасываются все примеси в истинно растворенном состоянии и часть грубодисперсных примесей, не успевших осесть в золоотвале. При оборотной системе гидрозолошлакоудаления часть вредных примесей может попасть в водоем за счет фильтрации золоотвала.

Таблица 3 – Показатели качества сточной воды

Показатели качества сточной воды	Исходные	После очистки
Цветность, градусы	13833	10
pH	5,9	5,8
Мутность, мг/дм ³	769	<0,5
Взвешенные вещества, мг/дм ³	293	10
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	5673	71
ХПК, мгО ₂ /дм ³	17096	847
Фенольный эквивалент, мг фенола/дм ³	1094	<0,025
NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	н/о	<0,01
PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³	н/о	1,33

По данным котельной ПК «Серешевский» превышения в выбросах загрязняющих веществ не обнаружено, все показатели находятся в пределах нормы. Очистное оборудование находится в исправном состоянии. Степень очистки составляет 97 %.

2.1.3 Загрязнение почвы

Золошлаковые отходы образуются в топках тепловых электростанций, теплоэлектроцентралей и котельных.

В результате горения твердого топлива образуются летучие газообразные вещества, происходят потери угля за счет недожога, остается минеральная несгорающая часть — смесь золы, шлака, частиц закоксованного угля.

В основном отходы относятся к 4 и 5 классам опасности для окружающей среды – малоопасному и практически неопасному соответственно. Исключение

составляет единственный в этой группе отход 3 класса опасности – зола с высокой концентрацией ванадия, образовавшаяся при сжигании мазута.

Отходы неблагоприятны для окружающей среды из-за токсичных веществ и тяжелых металлов, входящих в их состав.

Золоотвалы формируют техногенно-трансформированные ландшафты, создают благоприятные условия для развития хемоземов – антропогенно-преобразованных почв.

Таблица 4 – Химический состав пробы золы

Символ элемента	Название элемента	Содержание г/т
Ba	Барий	110
P	Фосфор	450
Ti	Титан	100
Mn	Марганец	120
In	Индий	133
Ge	Германий	145
Ga	Галлий	32,5
Pb	Свинец	32,5
Au	Золото	53,5
Co	Кобальт	42,5
V	Ванадий	250

Для сжигания используется уголь разных месторождений, поэтому химический состав смеси ЗШО в отвалах неоднороден и сильно колеблется. В данном случае анализируется уголь Райчихинского месторождения.

Если рассмотреть химический состав золошлаковой массы, то в основном это оксиды кремния и алюминия, кроме того, содержится железо, кальций, магний, триоксид серы и другие элементы. Для Райчихинской породы характерно содержание ванадия, индия и германия.

При сжигании каменного угля в различных топках образуются спекшиеся или рыхлые силикатные массы, которые называют котельными (или топливными) шлаками. Свойства топливных шлаков зависят от качества угля и технологического процесса его сгорания [20].

Топливные шлаки получают при сжигании угля слоевым и камерным (пылевидным) способами. В первом случае получают шлаки, неоднородные

по химико-минералогическому составу структуре; во втором – более постоянного и минералогического состава и тонкопористой стекловатой структуры.

Топливные шлаки в отвалах обычно неоднородны по гранулометрическому составу. Большой частью это рыхлый материал в виде низкопрочных кусков различной величины и формы. Наряду со шлаком, содержащим 70 % - 80 % пористого кускового материала, имеются шлаки, содержащие по 40 % золы и несгоревшего угля

2.2 Зависимость санитарно-защитной зоны от шумового загрязнения

Санитарно-защитные зоны устанавливаются в отношении действующих, планируемых к строительству, реконструируемых объектов капитального строительства, являющихся источниками химического, физического, биологического воздействия на среду обитания человека (далее – объекты), в случае формирования за контурами объектов химического, физического, биологического воздействия, превышающего санитарно-эпидемиологические требования согласно п.1.

Установление размеров СЗЗ для промышленных объектов и производств осуществляется при наличии проекта обоснования санитарно-защитной зоны с расчетами загрязнения атмосферного воздуха, физического воздействия на атмосферный воздух с учетом результатов натурных исследований и измерений атмосферного воздуха, уровней физического воздействия на атмосферный воздух, выполненных в соответствии с программой наблюдений согласно п.4.1.

Согласно требованиям проект СЗЗ должен содержать:

- сведения о размерах санитарно-защитной зоны;
- сведения о границах СЗЗ (наименования административно-территориальных единиц и географическое описание местоположения границ такой зоны, перечень координат характерных точек этих границ в системе координат, используемой для ведения Единого реестра недвижимости, в том числе в электронном виде);
- обоснование размеров и границ СЗЗ в соответствии с требованиями законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благо-

получия населения, в том числе с учетом расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, физического воздействия на атмосферный воздух и оценки риска для здоровья человека;

- перечень ограничений использования земельных участков, расположенных в границах СЗЗ;

- обоснование возможности использования земельных участков в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.

В 2019 году был выполнен проект обоснования санитарно-защитной зоны для котельной, где предложено установить расчётную санитарно-защитную зону размером 100 м во всех направлениях от границ земельного участка на основании результатов расчетов рассеивания загрязняющих веществ и физического воздействия на атмосферный воздух [24].

При эксплуатации предприятия в штатном режиме максимальные приземные концентрации всех загрязняющих веществ (с учетом фоновых) на границе расчётной СЗЗ размером 100 м во всех направлениях не превышают действующих критериев качества атмосферного воздуха (1,0 ПДК).

В границах санитарно-защитных зон промышленных объектов или производств допускается использование земельных участков для размещения следующих объектов:

- нежилые помещения для дежурного аварийного персонала;
- объекты по охране общественного и индивидуального транспорта;
- объекты по техническому обслуживанию автотранспортных средств;
- местные и транзитные коммуникации;
- линии электропередач;
- электрические подстанции;
- артезианские скважины для технического водоснабжения;
- водоохлаждающие сооружения для подготовки технической воды;
- канализационно-насосные станции;
- сооружения оборотного водоснабжения;

- автозаправочные станции для заправки жидким и газовым топливом грузового и легкового транспорта;

- объектов связи;

- объектов строительной промышленности;

- склады строительных материалов и грузов.

По результатам расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и расчетов шумового воздействия предложен расчетный размер санитарно-защитной зоны для котельной – 100 м.

Максимальные расчетные приземные концентрации на границе жилой застройки, расчетной санитарно-защитной зоны меньше гигиенических критерием качества атмосферного воздуха 1 ПДК населенных мест.

Максимальные и эквивалентные уровни шумового воздействия на границе жилой застройки и на границе расчетной санитарно-защитной зоны размеров 100 м меньше предельно допустимых уровней шума: ПДУ_{макс} и ПДУ экв.

Данные расчеты загрязнения атмосферного воздуха с учетом фоновой концентрации, уровней шумового воздействия должны быть подтверждены результатами натурных лабораторных наблюдений за состоянием атмосферного воздуха согласно п.2.1. Для этого в проекте предложена точка для исследования качества атмосферного воздуха для подтверждения достаточности расчетной санитарно-защитной зоны [17].

Лабораторные исследования (измерения) химических, физических и биологических факторов, а также экспертизы результатов таких исследований (измерений) осуществляется должностными лицами, юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями, экспертами, имеющими право на их проведение в соответствии с законодательством РФ согласно п.8.

Для подтверждения санитарно-защитной зоны предлагаемого размера необходимо на ее границе проведения лабораторных исследований атмосферного воздуха и измерения физического воздействия. Для объективного доказательства достижения уровня химического загрязнения атмосферного воздуха и физических воздействий на атмосферный воздух до ПДК и ПДУ на границе са-

нитарно-защитной зоны и за ее пределами по данным натурных исследований приоритетных показателей за состоянием загрязнения атмосферного воздуха (4 раза в год посезонно на ингредиент в отдельной точке).

Приоритетными приняты вещества, преобладающие в процессе производственной деятельности предприятия, максимальные приземные концентрации без учета фоновой концентрации которых составляют более 0,1 ПДК – диоксид азота, углерод (сажа), сера диоксид, углерода оксид, пыль неорганическая с содержанием двуоксида кремния 70 % - 20 %.

Для подтверждения измерениями уровней физического воздействия на атмосферного воздуха на границе расчетной санитарно-защитной зоны до гигиенических нормативов и ниже.

Таблица 5 – Программа измерений уровня физического воздействия для подтверждения достаточности расчетной санитарно-защитной зоны

№ Контрольной точки	Координаты контрольной точки	Предельно допустимый уровень шума (эквивалентный), дБА		Периодичность измерений	Расчетный эквивалентный уровень звука, дБА	Кем осуществляется измерения	Предельно допустимый уровень шума (максимальный), дБА
1	к.т. №1 (граница жилой зоны в северо-западном направлении на расстоянии 108 м)	С 7 часов до 23 часов (дневное время суток)	55	2 измерения посезонно (зима-весна, лето-осень) в дневное и ночное время суток	Не более 55 53,01 дБА	Аттестованная лаборатория	70

Таблица 6 – Программа измерений уровня физического воздействия для подтверждения достаточности расчетной санитарно-защитной зоны

№ Контрольной точки	Координаты контрольной точки	Предельно допустимый уровень шума (эквивалентный), дБА		Периодичность измерений	Расчетный эквивалентный уровень звука, дБА	Кем осуществляется измерения	Предельно допустимый уровень шума (максимальный), дБА
1	к.т. №1 (граница жилой зоны в северо-западном направлении на расстоянии 108 м)	С 23	45	2 измерения сезонно (зима-весна, лето-осень) в дневное и ночное время суток	Не более 45 42,95 дБА	Аттестованная лаборатория	60

Для определения СЗЗ проводились замеры уровня шума от котельной в зависимости от расстояния. Источниками физического фактора были шум котельной (работающей на полной мощности в соответствии с технологией) и фоновый шум (автотранспорт и железнодорожная станция Белогорск-2). Результаты измерений были внесены в протокол. Нормативные документы в соответствии с которыми проводились измерения:

- ГОСТ 23337-2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий»;
- МУК 4.3.2194-07 «Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях»

Результаты измерения уровня шума котельной за весну, лето и осень приведены в приложении А, Б и В.

3 МЕРЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ

3.1 Перечень мероприятий по сокращению влияния выбросов загрязнений в атмосферу

Планировочные мероприятия влияют на уменьшение воздействия выбросов промплощадки объекта на нормируемые территории и предусматривают наличие обоснованной расчетной санитарно-защитной зоны размером 100 м.

Специальные мероприятия влияют на сокращение объемов выбросов, а также их токсичности и предусматривают:

- наличие дымовой трубы высотой 18 м;
- оборудование отходящих дымовых газов от котлоагрегатов котельной циклоном-пылеуловителем типа ЦН-15. Средняя степень очистки дымовых газов от твердых частиц составляет не менее 80 %;
- орошение золошлаковых отходов и хранение их во влажном состоянии.

В проведении дополнительных специальных мероприятий нет необходимости.

Циклонные пылеуловители типа ЦН-15 относятся к категории механических инерционных осадителей, в которых частицы пыли, взвешенные в воздухе, осаждаются на внутренних стенках циклона под действием силы инерции (центробежной силы), возникающей при вводе воздушного потока в камеру пылеулавливающего устройства. Для технической реализации инерционного осаждения пыли в циклоне используется конструктивное решение, являющееся базовым для всех многочисленных конструкций [3].

Корпус циклона собран из цилиндрической обечайки (3), конического днища (2) и крышки (5). Днищу (2) и бункеру-пылесборнику (1) придается коническая либо пирамидальная форма. Тем самым обеспечивается полноценный сбор осажденной пыли в пылесборнике и последующая ее выгрузка по мере заполнения бункера. Нормальная работа циклона будет обеспечена только при

герметичном бункере, иначе пыль с потоками уходящего воздуха будет просачиваться через верхние выходные каналы.

Патрубок (4), называемый также вводом, необходим для направления входящего воздушного потока по образующей поверхности корпуса (3).

Принцип инерционной сепарации, используемый в работе циклона, состоит в следующем.

1. Поток запыленного воздуха подается в корпус циклона через тангенциальный патрубок (4) по касательной к его цилиндрической обечайке (3).

2. В циклоне формируется вращательно-поступательное движение воздушного потока, в процессе которого на частицы пыли начинает действовать центробежная сила.

3. Под воздействием центробежной силы пылевидные частицы выбрасываются из воздушной массы к стенкам циклона, прижимаются к их поверхности, оседают на них и стекают вниз в пылесборник.

4. Очищенный от пыли воздушный поток по центральной выхлопной трубе (7) выводится через патрубок (6) из циклона в атмосферу.

Циклон-пылеуловитель типа ЦН-15 представлен на рисунке 2 следующими конструктивными элементами:

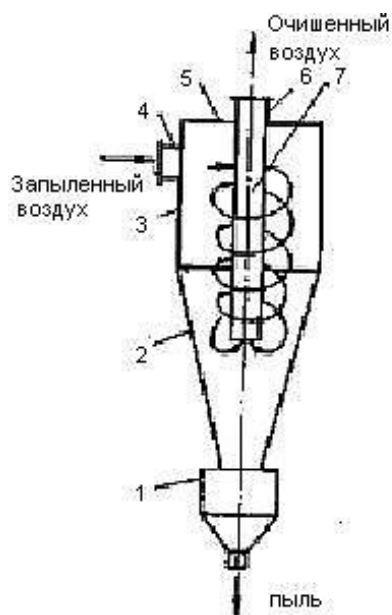


Рисунок 2 – Циклон-пылеуловитель типа ЦН-15

1 – бункер-пылесборник; 2 – коническое днище циклона; 3 – цилиндрическая обечайка корпуса циклона; 4 – патрубок для ввода запыленного воздуха; 5 – крышка циклона; 6 – патрубок для вывода очищенного воздуха; 7 – центральная выхлопная труба.

Циклон типа ЦН-15 обладает следующими достоинствами:

- простой конструкцией, не имеющей движущихся частей;
- несложной технологией изготовления, обеспечивающей повышенную ремонтпригодность;
- невысокой стоимостью по сравнению с другими типами пылеосадителей;
- высокой надежностью, длительным ресурсом безаварийной работы при очистке газовых сред;
- сравнительно малым энергопотреблением в сравнении с другими устройствами пылеочистки;
- высокую производительность и эффективность;
- при повышении концентрации пыли фракционная эффективность циклона не снижается.

К недостаткам циклона типа ЦН-15 относят следующие факторы:

- высокое гидравлическое сопротивление, достигающее 1500 Па;
- небольшой ресурс работы при очистке сред с абразивной пылью;
- низкую эффективность при улавливании частиц размерами < 5 мкм;
- невозможность использования для улавливания слипающей пыли.

Эффективность работы циклонов характеризуется степенью очистки, показывающей в процентном выражении количество осевшей пыли в сравнении с содержанием пыли в поступающем воздухе. Для циклонов типа ЦН эффективность очистки достигает следующих показателей:

- до 99,5 % - для частиц условного диаметра 20 мкм;
- до 95 % - для частиц диаметром 10 мкм;
- 83 % - для малых частиц диаметром 5 мкм.

Таблица 7 – Характеристика вентиляционного и пылегазоочистного оборудования

Характеристика пылеочистного оборудования				
Наименование ПГУ	Код вещества по которому производится очистка	Степень очистки, % норматив / факт	Участок, цех	Источники выделения ЗВ, оснащенные оборудованием
Циклон-пылеуловитель типа ЦН-15	0328	85/80	Котельная	0001
	2908	85/80		0001
	0337	56		0001

3.2 Анализ результатов расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере

Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для котельной показал, что максимальные приземные концентрации (с учетом фоновых) загрязняющих веществ составляют в долях ПДК величины, представленные в таблице 5.

Для анализа результатов расчета рассеивания загрязняющих веществ выбраны три точки максимума:

- 1) на расчетном прямоугольнике;
- 2) на границе жилой застройки г. Белогорска;
- 3) на границе расчетной СЗЗ размером 100 м.

Таблица 8 – Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Наименование ингредиента	Расчетные максимальные приземные концентрации, доли ПДК		
	на расчетном прямоугольнике	на границе жилой застройки	на границе расчетной СЗЗ размером 100 м
Диоксид азота	0.87186<1	0.47275<1	0.61674<1
Углерод (сажа)	0.50612<1	0.32971<1	0.43882<1
Диоксид серы	0.59719<1	0.5485<1	0.56848<1
Оксид углерода	1.0596>1	0.40853<1	0.5816<1
Неорганическая пыль с содержанием двуокси кремния 70-20%	0.55811<1	0.31098<1	0.40024<1

Анализ результатов расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе показал, что максимальные приземные концентрации с учетом

фоновых концентраций, превышающие ПДК по оксиду углерода наблюдаются только на территории котельной объекта, где действуют другие гигиенические нормативы качества атмосферного воздуха – ПДК рабочей зоны.

Остальные загрязняющие вещества не предназначены для детальных расчетов рассеивания загрязнений согласно таблицы 3.2. проекта и п.3.1.1. раздела 3.

На границах нормируемых территорий приземные концентрации (с учетом фона) по всем ингредиентам не превышают действующих критериев качества атмосферного воздуха (1,0 ПДК) населенных мест.

Для сравнения расчетных максимальных приземных концентраций на границе жилой города Белогорска, предельно допустимых и фоновых концентраций приведена таблица 6. Перечень источников, дающих наибольшие вклады в уровень загрязнения атмосферного воздуха приведён в таблице 7. Все это необходимо для расчетов рассеивания загрязняющих веществ в воздухе. От проведенных расчетов зависит то, какое очистное сооружение будет поставлено для очистки атмосферного воздуха от преобладающего вида загрязнения. Также от расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе зависит размер санитарно-защитной зоны [12].

Таблица 9 – Сравнение расчетных максимальных приземных, предельно допустимых и фоновых концентраций

Наименование ингредиента	Приземная концентрация на границе жилой застройки, мг/м ³	Приземная концентрация на границе расчетной СЗЗ размером 100 м, мг/м ³	Фоновая концентрация, мг/м ³	Предельно допустимая концентрация, (ПДК нас.мест), мг/м ³
Азота диоксид	0.09455	0.12335	0.08	0.2
Углерод(сажа)	0.04946	0.06582	0.03	0.15
Углерода оксид	2.74251	2.84241	2.6	5.0
Сера диоксид	0.00409	0.00582	0.002	0.01
Пыль неорганическая содержащая двуокись кремния 70-20%	0.09329	0.12007	0.06	0.3

Таблица 10 – Перечень источников, дающих наибольшие вклады в уровень загрязнения

Код вещества	Наименование вещества	Расчетная максимальная приземная концентрация (общая и без учета фона) доля ПДК / мг/м ³		Источники, дающие наибольший вклад в макс. концентрацию, % вклада		Принадлежность источника (производств, цех, участок)
		В зоне жилой зоне	На границе санитарно - защитной зоны	В зоне жилой зоне	на границе санитарно - защитной зоны	
1	2	3	4	5	6	7
0301	Азота диоксид	0.47275(0.121252)/ 0.09455(0.0242504) вклад предпр.=25.6 %	0.61674(0.361232)/ 0.12335(0.0722476) вклад предпр.=58.6 %	55,8 25,9 7,6	71,2 8,6 10,8	паросиловое
0328	Углерод (сажа)	0.32971(0.216187)/ 0.04946(0.0324303) вклад предпр.=65.6 %	0.43882(0.398031)/ 0.06582(0.0597019) вклад предпр.=90.7 %	88.7 8.6	82.5 16.1	паросиловое
0337	Углерода оксид	0.40853(0.347551)/ 0.00409(0.0034795) вклад предпр.=85.1 %	0.5816(0.5416)/ 0.00582(0.0054197) вклад предпр.=93.1 %	26.2 25.4 24.7	26.5 25 25.2	паросиловое
0330	Сера диоксид	0.3564(0.260666)/ 0.00356(0.0026037) вклад предпр.=73.1 %	0.4462(0.4062)/ 0.00446(0.0040602) вклад предпр.= 91 %	26.2 25.4 24.7	26.5 25 25.2	паросиловое

Код вещества	Наименование вещества	Расчетная максимальная приземная концентрация (общая и без учета фона) доля ПДК / мг/м ³		Источники, дающие наибольший вклад в макс. концентрацию, % вклада		Принадлежность источника (производств, цех, участок)
		В зоне жилой зоне	На границе санитарно - защитной зоны	В зоне жилой зоне	на границе санитарно - защитной зоны	
1	2	3	4	5	6	7
2908	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния 70 % - 20 %	0.31098(0.184964)/0.09329(0.0554868) вклад предпр.=59.5 %	0.40024(0.33373)/0.12007(0.1001173) вклад предпр.=83.4 %	97.2	93.4 5.1	паросиловое

3.3 Перечень мероприятий по сокращению влияния выбросов загрязнений в почву

Среди промышленных отходов одно из ведущих мест по объему выпуска занимают золы и шлаки от сжигания угля как основного или угля и мазута как резервного топлива тепловых электрических станций. С учетом растущих потребностей в электроэнергии и недостаточных темпов развития других источников ее производства, количество складированных золошлаковых отходов будет возрастать.

На данный момент на котельной ПК «Серешевский» предусмотрен золошлаковый отвал, куда вывозят образовавшуюся золу и шлак после сжигания топлива на хранение [22].

Золошлаковые отходы подлежат сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению, условия и способы которых должны быть безопасными для здоровья населения и среды обитания и которые должны осуществляться в соответствии с СанПиН 2.1.3684-21 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сель-

ских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий" и иными нормативными правовыми актами РФ.

Минусы этого способа: предприятие платит за землю, где размещается золоотвал и за воду для гидрозолоудаления.

При хранении отходов на открытых промплощадках должны соблюдаться следующие условия (СанПиН 2.1.3684-21):

- временные склады и открытые площадки должны располагаться с подветренной стороны по отношению к жилой застройке;
- по периметру площадки должны быть предусмотрены обваловка и обособленная сеть ливнеотоков.

4 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

4.1 Краткая характеристика очистного сооружения

Скруббер Вентури – один из самых популярных и эффективных аппаратов мокрой очистки газов (газопромыватель). Главная особенность этого скруббера – труба-распылитель. Она позволяет производить качественную очистку газов от большого числа загрязнений, включая мелкие фракции пыли. Простейший скруббер Вентури включает трубу Вентури и прямоточный циклон [26].

Данный тип газопромывателя необходим для мокрой очистки газа от дыма, химии, аэрозолей и пыли. Могут применяться для абсорбации газообразных загрязнений. В данном случае вместо поступающей в скруббер жидкости должны быть специальные растворы.

Области применения скрубберов Вентури: очистка от органических соединений, очистка от серосодержащих соединений, очистка от частиц пыли не органических соединений, очистка от фенола и формальдегида, аэрозолей, паров, смесей кислот.

Принцип работы скруббера Вентури основывается на явлении смачивания – способности жидкости прилипать к твердым поверхностям. Технологически эти устройства относят к аппаратам мокрой очистки. Наиболее эффективно скрубберы работают при улавливании пыли. Также аппараты данного типа могут использоваться для абсорбции газообразных загрязнений, если вместо воды использовать растворы реагентов. Наряду с очисткой воздух охлаждается и увлажняется.

Процесс очистки воздуха от пыли в этих аппаратах происходит благодаря коагуляции твердых частиц при смачивании жидкостью. Принцип работы скруббера Вентури основывается на этом физическом явлении. Намокшие пылинки, двигаясь в газоздушном потоке, при соударении слипаются, сепарируются в уловителе и удаляются [2].

Главная задача мокрой очистки воздуха от пылевых частиц – обеспечение максимальной площади контакта газовой смеси с жидкостью. Процесс осуществляется внутри трубы Вентури – основного элемента схемы скрубберов данного типа. Конструкция состоит из двух конусообразных отрезков труб, присоединенных к горловине суженными частями. Форма трубы напоминает песочные часы.

Запыленный воздух подается в конфузор. Продвигаясь по трубе сужающегося диаметра, газовой смеси поток разгоняется согласно уравнению Бернулли. Чем больше перепад площади поперечного сечения на входе и выходе конфузора, тем выше скорость. В полость сужающейся секции по форсункам подается техническая вода или раствор абсорбирующего реагента [11].

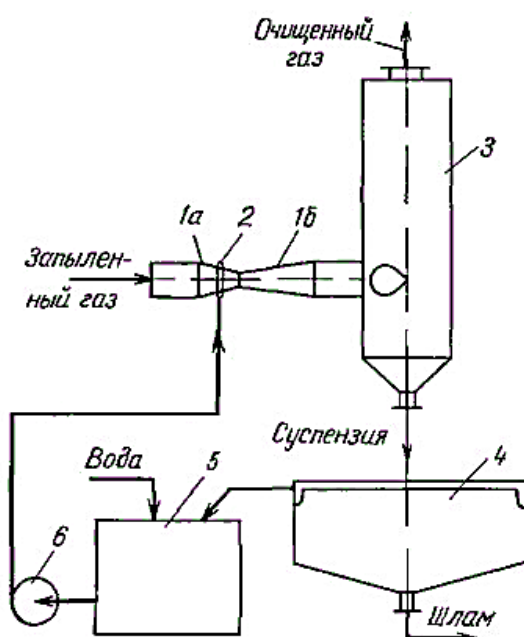
В быстро движущемся газовом потоке возникают завихрения, которые дробят распыленную форсунками жидкость на капли микроскопического размера. Подобная схема обуславливает высокую эффективность очистки от газов и твердых включений в скрубберах Вентури. Микрокапли обволакивают пылевые частицы, вызывая их слипание, или абсорбируют вредные газообразные компоненты.

В целом конструктивное устройство скрубберов Вентури позволяет достигать хороших результатов:

- степень очистки 96 % - 99 %;
- максимальная запыленность очищаемого воздуха – до 90-100 г/м³;
- фракция улавливаемых твердых частиц – до 0.5-1 мкм;
- скорость движения газового потока в горловине – до 170 м/сек;
- средний расход воды или абсорбирующего раствора – 0.5 – 1.5 л/м³;
- разность давления на трубе от 0,5 до 20 – 30 кПа.

Дробление и слияние капель воды или реагента протекает не по константе. Также вариативность присутствует при теплообмене между жидкостью, газом и твердыми загрязнениями. На сегодня надежной теории расчета для подобного оборудования не существует.

Системы газоочистки изготавливаются для каждого объекта индивидуально. Расчет технических характеристик скруббера Вентури производится в зависимости от требуемой степени очистки, предполагаемого расхода и концентрации загрязняющих компонентов. Соответственно поставленной задаче, инженеры проводят серию испытаний.



1 – труба Вентури (1а – диффузор, 1б – конфузор); 2 – распределительное устройство для подачи воды; 3 – циклонный сепаратор; 4 – отстойник для суспензии; 5 – промежуточная емкость, 6 – насос.

Рисунок 3 – Скруббер Вентури

Скрубберы с трубами Вентури на сегодняшний день во всём производственно-технологическом секторе Мира являются наилучшими санитарными пылеочистными аппаратами комплексной газоочистки [18].

Специальная конструкция труб Вентури позволяет успешно применять их для очистки дымовых газов от пыли, содержащих соли жесткости Ca, Mg и др., горячих сухих дымов способных вызывать отложения (инкрустации) в полых скрубберах, сероочистки. Прекрасно справляются с обеспыливанием горячих

сухих газов без предварительного их охлаждения. Возможна очистка газов с высоким начальным пылесодержанием тонких фракций без опасения отложений в корпусе, засорений проточной части.

Скруббер Вентури – наилучший санитарный аппарат для очистки газов и дымов от взвешенных фракций: пыль, туман, возгоны, аэрозоли, пар смол, пары кислот и подобного. Скруббер Вентури применяется в различных отраслях промышленности: в черной и цветной металлургии, химической и нефтяной промышленности, промышленности строительных материалов, энергетике [23].

Преимущества и недостатки скрубберов Вентури

- долговечность и надёжность (за счет отсутствия подвижных механизмов в скруббере снижается износ аспирационной установки);
- компактность (процесс очистки происходит в трубе, которая не занимает много места);
- универсальность (справляется почти со всеми типами загрязнений, малое гидравлическое сопротивление);
- высокая степень очистки газо-воздушного потока.

Единственный недостаток – абразивный износ стенок, возникающий вследствие высоких скоростей газа. Но эту проблему можно решить путем покрытия горловины изнутри слоем карбида кремния или сделать сменной внутреннюю втулку из этого вещества.

4.2 Расчет скруббера Вентури

Таблица 11 – Исходные данные

Расход влажных газов при нормальных условиях, V_0 , м ³ /ч	150000
Температура газов на входе в скруббер, t_1 , °С	200
Разрежение газа перед скруббером, p_r , кПа	5
Плотность газа при нормальных условиях, ρ_0 , кг/м ³	1,29
Концентрация пыли в газе на входе в скруббер, z_1 , г/м ³	5
Напор поступающей на орошение воды, $p_{ж}$, кПа	300
Необходимая концентрация пыли в газе на выходе из скруббера, z_2 , мг/м ³	100

При расчете скрубберов отдадут предпочтение энергетическому методу, согласно которому эффективность работы мокрых пылеуловителей определяется затратами энергии на процесс очистки газа. Затраты энергии складываются из гидравлического сопротивления аппарата Δp_{an} и давления распыляемой жидкости на входе в аппарат $\Delta p_{ж}$:

$$K = \Delta p_{an} + m \cdot \Delta p_{ж}, \quad (1)$$

где m – удельный расход орошающей жидкости, кг/м³ газа.

Степень улавливания пыли в зависимости от затрат энергии на очистку определяется по формуле:

$$\eta = 1 - \exp(-B_1 \cdot K^x), \quad (2)$$

где B_1 и x – константы, зависящие от свойств улавливаемой пыли.

По заданным начальной z_1 и конечной z_2 запыленности газа вычисляется требуемая степень улавливания пыли:

$$\eta = \frac{z_1 - z_2}{z_1}. \quad (3)$$

$$\eta = \frac{5 - 0,1}{5} = 0,98.$$

В соответствии со значением η и принятыми значениями B_1 и x из выражения вычисляется значение K :

$$K = \sqrt[x]{-\frac{1}{B_1} \cdot \ln(1 - \eta)}. \quad (4)$$

$$K = \sqrt[1,619]{-\frac{1}{1,57 \cdot 10^{-6}} \cdot \ln(1 - 0,98)} = 8928 \frac{\text{кДж}}{1000\text{м}^3} \text{ газа.}$$

Принимается удельный расход орошающей жидкости $m = 0,001 \text{ м}^3/\text{м}^3$ газа и в соответствии с выражением определяется гидравлическое сопротивление скруббера:

$$\Delta p_{an} = K - m \cdot \Delta p_{ж}. \quad (5)$$

$$\Delta p_{an} = 8928 - 0,001 \cdot 300000 = 8628 \text{ Па}.$$

Плотность газа с учетом действительных условий составит:

$$\rho_d = \rho_0 \cdot \frac{273 \cdot (101,3 - p_r)}{(273 + t_1) \cdot 101,3}. \quad (6)$$

где 101,3 – давление газа при нормальных условиях, кПа

$$\rho_d = 1,29 \cdot \frac{273 \cdot (101,3 - 5)}{(273 + 200) \cdot 101,3} = 0,71 \text{ кг/м}^3.$$

Объемный расход поступающей на очистку газа при действительных условиях:

$$V_d = V_0 \cdot \frac{\rho_0}{\rho_d}; \quad (7)$$

$$V_d = 150000 \cdot \frac{1,29}{0,71} = 273000 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Расход орошающей жидкости (воды):

$$M = m \cdot V_d; \quad (8)$$

$$M = 0,001 \cdot 273000 = 273 \text{ кг/ч}$$

Гидравлическое сопротивление скруббера Δp_k на основании опыта работы аналогичных установок принимается 100 Па.

Определяется гидравлическое сопротивление каплеуловителя Δp_k и вычисляется гидравлическое сопротивление трубы скруббера:

$$\Delta p_{\text{тр}} = \Delta p_{\text{ан}} - \Delta p_{\text{к}}. \quad (9)$$

$$\Delta p_{\text{тр}} = 8628 - 100 = 8528 \text{ Па} \approx 8,5 \text{ кПа}.$$

Температура насыщенного влагой газа на выходе из скруббера определяется по формуле:

$$t_2 = (0,133 - 41 \cdot m) \cdot t_1 + 35; \quad (10)$$

$$t_2 = (0,133 - 41 \cdot 0,001) \cdot 200 + 35 = 53,4 \text{ }^\circ\text{C} \approx 53 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Плотность газа на выходе из трубы:

$$\rho_2 = \rho_0 \cdot \frac{273 \cdot [101,3 - (p_r + \Delta p_{\text{тр}})]}{(273 + t_2) \cdot 101,3}; \quad (11)$$

$$\rho_2 = 1,29 \cdot \frac{273 \cdot [101,3 - (5 + 8,5)]}{(273 + 53) \cdot 101,3} = 0,93 \text{ кг/м}^3;$$

Принимают обозначения конструктивных характеристик трубы скруббера:

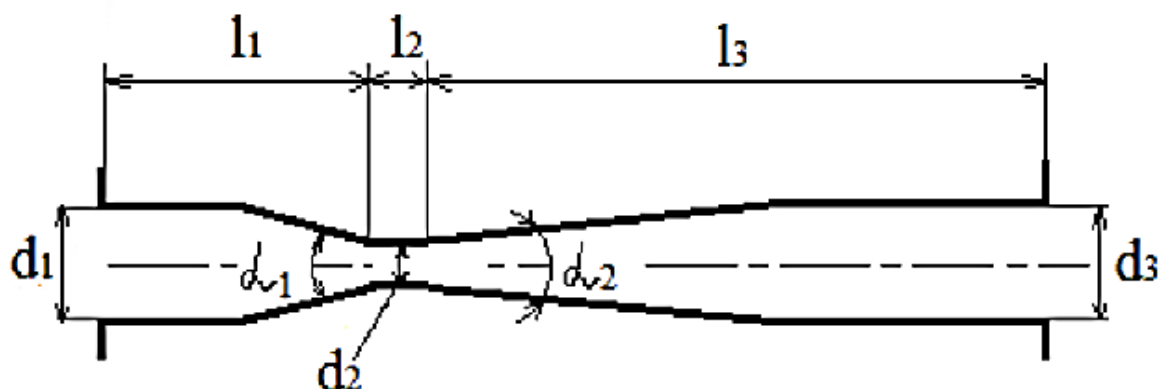


Рисунок 4 – Труба скруббера Вентури

d_1, l_1, α_1 – диаметр входного сечения, длина и угол сужения конфузора;

d_2, l_2 – эквивалентный диаметр и длина горловины;

d_3, l_3, α_2 – диаметр выходного сечения, длина и угол сужения конфузора.

Определяются или принимаются значения коэффициента гидравлического сопротивления сухой (без подачи орошающей жидкости) трубы скруббера ξ_1 и коэффициента, учитывающего дополнительные потери давления, вызванные подачей в трубу орошающей жидкости ξ_2 .

При оптимальных с аэродинамической точки зрения длине горловины трубы-распылителя $l_2 = 0,15 \cdot d_2$ коэффициент сопротивления ξ_1 принимается в пределах $0,12 \div 0,15$, т.е. $\xi_1 = 1,25$. Указанные значения ξ_1 могут быть распространены как на круглые трубы так и на трубы с прямоугольным сечением горловины.

Коэффициент сопротивления трубы скруббера, обусловленный вводом орошающей жидкости определяется по формуле:

$$\xi_2 = A \cdot \xi_1 \cdot m^{B_2}, \quad (12)$$

где A и B_2 – эмпирические коэффициенты, значения которых принимаются равными $0,63$ и $-0,3$.

$$\xi_2 = 0,63 \cdot 0,125 \cdot 0,001^{-0,3} = 0,62.$$

Вычисляется скорость газа в горловине трубы скруббера, м/с:

$$u_{\Gamma} = \left(\frac{2 \cdot \Delta p_{\text{тр}}}{(\xi_1 \cdot \rho_{\Gamma}) + (\xi_2 \cdot m \cdot \rho_{\text{ж}})} \right)^{0,5}, \quad (13)$$

где ρ_{Γ} и $\rho_{\text{ж}}$ – соответственно, плотность очищаемого газа и орошающей жидкости, кг/м³.

$$u_{\Gamma} = \left(\frac{2 \cdot 8528}{(0,125 \cdot 0,93) + (0,62 \cdot 0,001 \cdot 1000)} \right)^{0,5} = 152 \text{ м/с.}$$

Объемный расход газа на выходе из трубы скруббера составит:

$$V_2 = V_0 \cdot \frac{\rho_0}{\rho_2}; \quad (14)$$

$$V_2 = \frac{150000}{3600} \cdot \frac{1,29}{0,93} = 57,8 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Определяется диаметр горловины трубы скруббера, м:

$$d_2 = 1,13 \cdot \left(\frac{V_2}{u_r}\right)^{0,5}, \quad (15)$$

$$d_2 = 1,13 \cdot \left(\frac{57,8}{152}\right)^{0,5} = 0,69,$$

где V – расход очищаемого газа при рабочих условиях, $\text{м}^3/\text{с}$; 1,13 – коэффициент, заменяющий $\sqrt{4/\pi}$.

Так как полученный диаметр горловины значительно превышает наибольшее значение диаметра горловины типоразмерного ряда высоконапорных труб, то следует устанавливать несколько параллельно работающих труб скруббера. Принимаем число труб $n = 4$. В этом случае диаметр горловины каждой из четырех идентичных труб составит:

$$d_2 = 1,13 \cdot \left(\frac{V_2}{n \cdot u_r}\right)^{0,5}; \quad (16)$$

$$d_2 = 1,13 \cdot \left(\frac{57,8}{4 \cdot 152}\right)^{0,5} = 0,35 \text{ м}.$$

В соответствии с типоразмерным рядом принимается диаметр горловины трубы скруббера 370 мм.

При этом длина горловины составит:

$$l_2 = 0,15 \cdot d_2; \quad (17)$$

$$l_2 = 0,15 \cdot 0,35 = 0,0525 \text{ м}.$$

Скорость газа в горловине трубы в этом случае составит:

$$u_r = \frac{1,13^2 \cdot V_2}{d_2^2 \cdot n}, \quad (18)$$

$$u_r = \frac{1,13^2 \cdot 57,8}{0,35^2 \cdot 4} = 150,6 \text{ м/с.}$$

Принимается скорость газа на входе в конфузор и на выходе из диффузора трубы скруббера равной 20 м/с. При этой скорости диаметр входного сечения конфузора составит:

$$d_1 = 1,13 \cdot \left(\frac{273000}{3600 \cdot 4 \cdot 20} \right)^{0.5} = 1,1 \text{ м.}$$

Диаметр входного сечения составит:

$$d_3 = 1,13 \cdot \left(\frac{57,8}{4 \cdot 20} \right)^{0.5} = 0,96 \text{ м.}$$

Принимаются оптимальные следующие конструктивные соотношения трубы скруббера:

Угол сужения конфузора: $\alpha_1 = 25 \div 28^\circ$; принимаем $\alpha_1 = 25^\circ$;

Длина конфузора: $l_1 = [(d_1 - d_2)/2] : tg(\alpha_1/2)$;

$$l_1 = [(1,1 - 0,35)/2] : tg(25/2) = 1,7 \text{ м.}$$

Длина горловины трубы: $l_2 = 0,15 \cdot d_2$;

Угол раскрытия диффузора: $\alpha_2 = 6 \div 7^\circ$; принимаем $\alpha_2 = 6^\circ$;

Длина диффузора: $l_3 = [(d_3 - d_2)/2] : tg(\alpha_2/2)$;

$$l_3 = [(0,96 - 0,35)/2] : tg(6/2) = 5,8 \text{ м.}$$

Таблица 12 – Результаты расчета скруббера

Наименование показателей	Обозначение	Величина
Размеры скруббера:		
Диаметр входного сечения конфузора, м	d_1	1,1
Длина конфузора, м	l_1	1,7
Угол сужения конфузора, град.	α_1	25
Диаметр горловины, м	d_2	0,35
Длина горловины, м	l_2	0,05
Угол раскрытия диффузора, град.	α_2	6
Длина диффузора, м	l_3	5,8
Диаметр выходного сечения диффузора, м	d_3	0,96
Эффективность (степень) улавливания пыли	η	0,98
Гидравлическое сопротивление:		
Трубы скруббера, Па	$\Delta p_{тр}$	8528
Каплеуловителя, Па	$\Delta p_{к}$	100
Скруббера в целом	$\Delta p_{ан}$	8628

4.3 Мероприятия по утилизации золошлаковых отходов

Один из распространенных методов утилизации золошлаковых отходов котельной – применение золошлака как сырья в различных отраслях промышленности, что позволит не только снизить экологическую нагрузку на прилегающие территории золоотвалов, но и принести существенную экономическую пользу. Для этого исходное золошлаковое сырье необходимо осушить и дополнительно измельчить до необходимого помола и влажности 1% и добавления, при необходимости, на стадии измельчения специальных добавок. В дальнейшем полученное сырье можно использовать в качестве добавок, наполнителей, при производстве строительных изделий и в др [15].

Золошлаковые и шламовые отходы котельной в основном используются при производстве шлакощебня, шлакоситалов, керамической плитки, кирпича и других стройматериалов, а также фаянсовых изделий. Подавляющая же часть этих отходов складывается на территориях предприятий и представляет собой определенную угрозу окружающей среде.



Рисунок 5 – Методы утилизации золошлаковых отходов

Для решения проблемы складирования золошлаковых отходов на полигоне был выбран метод использования золошлаковых отходов для производства строительных материалов.

Известково-зольный кирпич – это одна из популярных разновидностей силикатного кирпича. Он изготавливается по аналогичной технологии производства и имеет похожие характеристики. В строительстве зольный кирпич служит оптимальным выбором между бетонным блоком и керамическим кирпичом [6].

Изготовление зольного кирпича основывается на смеси из золы и известки в соотношении 3 к 1. В процессе производства образовывается пористая структура, превосходящая силикатный кирпич по техническим и эксплуатационным характеристикам. Цвет готового изделия – серый. Стандартный размер изделия 250x120x88 мм. Такие габариты обеспечивают небольшой расход раствора (или клея) для кладки и очень удобны для монтажных работ.

Методика изготовления известково-зольного кирпича похожа на производство силикатного кирпича, за исключением первого этапа.

Для подготовки смесового состава используется около 70 % - 80 % золы и 20 % - 30 % известки. Все компоненты измельчаются и перемешиваются до однородности, после чего помещаются под специальный пресс.

По завершению процесса прессования изделие готово к сушке. Это один из самых важных и ответственных этапов и осуществляется при помощи автоклава (стальной цилиндр от 2-х метров в диаметре и длиной до 30 м, с герметично закрытыми торцами). Сушка кирпича проходит при температуре 1200 °С и давлении в 8-12 бар.

Автоклавный метод обеспечивает кирпичу прочность и устойчивость к высоким нагрузкам. Увеличение прочностных характеристик продолжается и после выгрузки кирпича из автоклава, при высыхании изделия [13].

Качество и долговечность известково-зольного кирпича напрямую зависит от соблюдения технологического процесса производства. Правильная дозировка основных компонентов, соблюдение температурных режимов, степень

измельчения золы и извести, соблюдение временных интервалов «обжига» – каждый этап влияет на технические характеристики изделия. Поэтому лучше купить кирпич производства крупных компаний и заводов.

Главным преимуществом известково-золяного кирпича является прочность. Различают несколько модификаций материала в зависимости от прочностных характеристик. Определить уровень прочности можно согласно маркировке, она показывает величину нагрузки на см² изделия: М75, М100, М125, М150.

Не менее важной характеристикой для современного строительства остается теплопроводность. Сохранение тепла и соответственно экономия энерго-ресурсов – очень актуальный вопрос на сегодня.

Пористая структура благодаря специфике состава золяного кирпича способствует низкой теплопроводности, по сравнению с силикатным и керамическим аналогами. Известково-золяный кирпич имеет коэффициент теплопроводности 0,3 Вт/м•°С.

По уровню морозостойкости данный вид кирпича не уступает силикатным и керамическим аналогам. Он выдерживает несколько периодов поочередной заморозки и размораживания, без утраты основных технических свойств [21].

Уровень влагопоглощения материала в пределах 20,1 % - 22,3 % влаги от всего объема изделия. Плотность известково-золяного кирпича колеблется в диапазоне 1400-1600 кг/м³.

Применение золяного кирпича дает возможность делать стены тоньше в несколько раз, соответственно, снижать нагрузку на фундамент здания. Кроме того – это значительная экономия материалов для возведения основных и несущих конструкций.

Высокие показатели по экологической безопасности – еще одно преимущество кирпича из золы. Переработка отходов техногенных предприятий осуществляется сразу, поэтому они не накапливаются и не вредят окружающей среде.

Основные преимущества зольного кирпича:

- Экологичность. Материал безопасен для окружающей среды и жителей домов, при строительстве которых был использован.
- Низкая теплопроводность. Сохраняет тепло внутри помещения, так образом экономя энергоресурсы и финансы собственников жилья.
- Небольшой вес. Облегчает процесс укладки кирпича.
- Морозостойкость. Сохраняет все технические характеристики даже через несколько циклов заморозки-разморозки.
- Прочность.
- Правильная геометрия. Ускоряет процесс кладки.
- Не поддается плесени и процессам гниения.
- Быстрый монтаж за счет оптимальных габаритов кирпича.
- Укладка при помощи клея или кладочной смеси.
- Доступная стоимость. На известково-зольный кирпич цена сравнительно небольшая, за счет использования вторичного сырья (золы, как отхода при сжигании каменного угля в котельных).

Известково-зольный кирпич применяется для устройства зданий небольшой высоты в пределах 9 м (трех этажей). Благодаря легковесности и хорошей плотности очень часто его используют для возведения верхних этажей, а также межкомнатных перегородок промышленных и гражданских зданий [25].

Популярность зольного кирпича обеспечена долговечностью, прочностью и низкой теплопроводностью.

Не рекомендуется использовать известково-зольный кирпич для облицовки зданий (за исключением основы под сайдинг), устройства фундаментов, цоколей и подвальных помещений. Из-за низкой жаростойкости изделие не предусмотрено для кладки и облицовки печей и каминов.

Экспорт золы будет осуществляться путем самовывоза предприятием ОАО "Бочкаревский кирпичный завод". С заводом заключается контракт на бесплатное пользование зольными отходами. Из золы котельной будет изготавливаться кирпич для строительства оградительных сооружений.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

5.1 Сведения об охране труда

Соблюдение требований законодательства в области охраны труда является важной и неотъемлемой частью общей системы управления деятельностью Общества, залогом стабильности бизнеса и улучшения экономического положения и благополучия всех сотрудников организации в целом.

Политика в области охраны труда включает в себя следующие ключевые принципы и цели, выполнение которых Общество принимает на себя:

1) обеспечение безопасности и охрану здоровья всех работников организации путем предупреждения несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве;

2) соблюдение соответствующих национальных законов и иных нормативных правовых актов, программ по охране труда, коллективных соглашений по охране труда и других требований, которые организация обязалась выполнять;

3) обязательства по проведению консультаций с работниками и их представителями и привлечению их к активному участию во всех элементах системы управления охраной труда;

4) непрерывное совершенствование функционирования системы управления охраной труда.

Цели:

- обеспечение безопасности и здоровья сотрудников в процессе трудовой деятельности;

- стремление к нулевому травматизму, исключение чрезвычайных, аварийных ситуаций;

- предотвращение возникновения профессиональных заболеваний.

Для достижения указанных целей индивидуального предпринимателя берет на себя следующие обязательства:

- соблюдать требования применимого к деятельности индивидуального предпринимателя международного, федерального и муниципального законодательства, а также иные требования в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды, которые индивидуальный предприниматель обязуется выполнять;

- принимать меры по предотвращению производственного травматизма, профессиональных заболеваний, снижению негативного воздействия на окружающую среду, а также снижению риска пожароопасных и аварийных ситуаций, уменьшению масштабов возможных аварий и пожаров, предотвращению их распространения за территорию производственных объектов индивидуального предпринимателя;

- осуществлять рациональное природопользование, охрану и восстановление природных ресурсов, реабилитацию территорий, загрязненных в результате прошлой хозяйственной деятельности;

- проводить консультации с работниками по вопросам обеспечения промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды;

- постоянно улучшать систему управления и показатели в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды;

- соблюдать законодательные и нормативные требования в области обеспечения охраны и условий труда;

- обеспечивать соответствие системы менеджмента охраны труда

5.2 Сведения о промышленной безопасности

В котельном помещении должны быть часы и телефон для связи с потребителями пара и горячей воды, а также с техническими службами и администрацией эксплуатирующей организации. При эксплуатации котлов-утилизаторов, кроме того, должна быть установлена телефонная связь между пультами котлов-утилизаторов и источников тепла [27].

В здания и помещения, в которых эксплуатируются котлы, не должны допускаться лица, не имеющие отношения к эксплуатации котлов и иного взаимосвязанного с ними основного и вспомогательного оборудования. В необхо-

димых случаях посторонние лица могут быть допущены в указанные здания и помещения только с разрешения эксплуатирующей организации и в сопровождении ее представителя.

Запрещается поручать специалистам и рабочим, находящимся на дежурстве по обслуживанию котлов, выполнение во время работы котла каких-либо других работ, не предусмотренных производственной инструкцией по эксплуатации котла и технологического вспомогательного оборудования.

Допускается эксплуатация котлов без постоянного наблюдения за их работой со стороны обслуживающего персонала при наличии автоматики, сигнализации и защит, обеспечивающих:

- 1) ведение проектного режима работы;
- 2) предотвращение аварийных ситуаций;
- 3) остановку котла при нарушениях режима работы, которые могут вызвать повреждение котла.

Участки элементов котлов и трубопроводов с повышенной температурой поверхности, с которыми возможно непосредственное соприкосновение обслуживающего персонала, должны быть покрыты тепловой изоляцией, обеспечивающей температуру наружной поверхности не более 55 °С при температуре окружающей среды не более 25 °С.

При эксплуатации котлов должны быть обеспечены:

- 1) надежность и безопасность работы всего основного и вспомогательного оборудования;
- 2) возможность достижения номинальной паропроизводительности котлов, параметров и качества пара и воды;
- 3) режим работы, установленный на основе пусконаладочных и режимных испытаний и руководства (инструкции) по эксплуатации;
- 4) регулировочный диапазон нагрузок, определенный для каждого типа котла и вида сжигаемого топлива;
- 5) изменение паропроизводительности котлов в пределах регулировочного диапазона под воздействием устройств автоматики;

б) минимально допустимые нагрузки.

Вновь вводимые в эксплуатацию паровые котлы после монтажа должны быть подвергнуты очистке совместно с основными трубопроводами и другими элементами водопарового тракта. Способ очистки указывают в руководстве (инструкции) по эксплуатации. Паровые котлы и водогрейные котлы перед вводом в эксплуатацию должны быть подвергнуты щелочению или иной очистке в соответствии с указаниями руководства (инструкции) по эксплуатации [7].

Перед пуском котла после ремонта должны быть проверены исправность и готовность к включению основного и вспомогательного оборудования, контрольно-измерительных приборов, средств дистанционного и автоматического управления, устройств технологической защиты, блокировок, средств информации и оперативной связи. Выявленные при этом неисправности должны быть устранены до пуска.

Перед пуском котла после нахождения его в резерве более трех суток должны быть проверены:

1) работоспособность оборудования, контрольно-измерительных приборов, средств дистанционного и автоматического управления, устройств технологической защиты, блокировок, средств информации и связи;

2) прохождение команд технологических защит на все исполнительные устройства;

3) исправность и готовность к включению тех устройств и оборудования, на которых за время простоя производились ремонтные работы.

Выявленные при этом неисправности должны быть устранены до пуска котла. При неисправности защитных блокировок и устройств защиты, действующих на остановку котла, пуск его не допускается [19].

Пуск и остановка котла могут быть произведены только по указанию специалиста, ответственного за исправное состояние и безопасную эксплуатацию, с соответствующей записью об этом в оперативном журнале в порядке, установленном производственными инструкциями и режимными картами. О време-

ни пуска уведомляют весь персонал, связанный с эксплуатацией пускаемого котла.

Режим работы котла должен строго соответствовать режимной карте, составленной на основе испытания оборудования и инструкции по эксплуатации. В случае реконструкции (модернизации) котла и изменения марки и качества топлива должна быть проведена пуско-наладка или режимная наладка с составлением отчета и новой режимной карты [16].

При эксплуатации котлов должны быть включены все работающие тягодутьевые машины. Длительная работа при отключении части тягодутьевых машин (в случае если это установлено в руководстве (инструкции) по эксплуатации и режимной карте) допускается при условии обеспечения равномерного газовоздушного и теплового режима по сторонам котла. При этом должна быть обеспечена равномерность распределения воздуха между горелками и исключен переток воздуха (газа) через остановленный вентилятор (дымосос).

5.3 Сведения о пожарной безопасности

Газорегуляторный пункт (ГРП) котельной должен отвечать требованиям и эксплуатироваться в соответствии с «Правилами безопасности в газовом хозяйстве».

В помещениях ГРП должны быть вывешены схемы и инструкции по эксплуатации оборудования. Снаружи и внутри помещений на видных местах должны быть установлены знаки пожарной безопасности.

Помещение с контрольно-измерительными приборами и устройствами управления должно быть удалено от ГРП стеной, в которой не допускаются сквозные отверстия и щели. Прохождение коммуникаций через стену допускается только с применением специальных устройств (сальников).

Запрещается начинать операции по растопке котла в следующих случаях: технологическое оборудование имеет дефекты, не позволяющие обеспечить нормальный режим работы, а также угрожающие пожарной безопасности; не работают контрольно-измерительные приборы (в т.ч. регистрирующие), определяющие основные параметры работы котла; имеются неисправности цепей

управления, а также технологических защит и блокировок, действующих на остановку котла; не закончены изоляционные работы; отсутствуют средства пожаротушения.

При возникновении пожара в котельном отделении котел должен быть немедленно остановлен, если огонь или продукты горения угрожают жизни работников, а также имеется непосредственная угроза повреждения оборудования, цепей управления и защиты котла. Котел должен быть остановлен также в аварийных ситуациях, предусмотренных требованиями ПТЭ.

При пожаре в помещении котельной должна быть немедленно вызвана пожарная охрана и отключены непосредственного воздействия огня или высоких температур. При возможности следует принять меры к опорожнению газопроводов от горючих материалов [9].

Внутри котельных отделений на вводных задвижках, напорных и обратных линиях газопроводов должны быть вывешены таблички «Закрыть при пожаре!». Запрещается загромождать проход к указанным задвижкам деталями оборудования и материалами. Работники должны хорошо знать места установки вводных задвижек. На газопроводах должна применяться арматура с уплотнительными кольцами из материала, который при трении и ударах не дает искрообразования.

Все трубопроводы в котельном отделении должны иметь цветные кольца с опознавательной окраской, в зависимости от свойств транспортируемых веществ, а в помещениях и на оборудовании должны быть вывешены знаки пожарной безопасности. Все газопроводы должны быть окрашены в желтый цвет.

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

6.1 Расчет капитальных затрат

На современном производстве полностью провести очистку воздуха, используя известные решения, не удастся, и некоторая часть вредных веществ выбрасывается в атмосферу. Процесс рассеивания определяется характером местности, свойствами выбросов, состоянием атмосферы и другими условиями. Он осуществляется через высотные трубы. Основным условием рассеивания газопылевых выбросов является обеспечение допустимых концентраций выделяющихся вредных веществ в приземном слое атмосферы.

При расчете рассеивания определяются величины:

- максимальной приземной концентрации вредных веществ;
- расстояний от источника выброса, на котором концентрация вредных веществ достигает своего максимального значения;
- концентраций вредных веществ на любом расстоянии от источника выброса, а также предельно допустимый выброс вредного вещества и минимальная высота источника выброса.

Величина максимальной приземной концентрации каждого вредного вещества в приземном слое атмосферы не должна превышать величины максимально разовой предельно допустимой концентрации данного вещества в атмосферном воздухе. Для нормирования выбросов используется также понятие Предельно допустимый выброс (ПДВ). ПДВ является нормативным показателем, устанавливаемым для конкретного источника загрязнения атмосферного воздуха, обеспечивающим при условии рассеивания вредных веществ в атмосфере приземные концентрации, отвечающие требованиям санитарных норм (не выше ПДК) [4].

Таблица 13 – Расчет годовой производственной мощности основного оборудования

Показатели	Количество	
	базовый	проект
Календарная продолжительность года, сутки	365	365
Плановые простои оборудования, сут.	14	14
Эффективное время работы оборудования, сут.	351	351
Эффективное время работы оборудования, час.	8424	8424
Часовая производительность оборудования, м3/ч	1,8	2,4
Годовая производственная мощность, м3/год.	15000	20000

Капитальные затраты на приобретение и монтаж оборудования складываются из прямых затрат на его приобретение и сопутствующих затрат и определяются по формуле:

$$K_{П.об} = K_{об} + K_{con}, \quad (19)$$

где $K_{П.об}$ – капитальные затраты на оборудование;

$K_{об}$ – прямые затраты на приобретение оборудования;

K_{con} – сопутствующие затраты на оборудование.

Таблица 14 – Прямые капитальные вложения в основное оборудование

Наименование оборудования	Количество	Стоимость оборудования, руб.	
		за ед.	всего
Скруббер Вентури	1	250000	250000
Итого:	1	250000	250000

Произведем расчёт сопутствующих капитальных вложений.

Сопутствующие капитальные вложения складываются из следующих затрат:

- на проектирование новой техники и технологии $K_{пр}$;
- затрат на доставку приобретённого оборудования, $K_{дост}$;
- затраты на монтаж оборудования, $K_{монт}$;

- затраты на обвязку трубопроводами, $K_{\text{труб}}$;
- затраты на оснащение контрольно-измерительными приборами, $K_{\text{кип}}$;
- затраты пуско-наладочные работы $K_{\text{пн}}$;
- затрат на демонтаж и утилизацию заменяемого оборудования $K_{\text{дем}}$.

Рассчитываем затраты на проектирование:

$$K_{\text{пр}} = T_{\text{пр}} \cdot Z_{\text{кчас}}, \quad (20)$$

где $T_{\text{пр}}$ – трудоёмкость проектирования (в часах) техники, технологии;

$Z_{\text{кчас}}$ – часовая заработная плата конструктора, руб.

Условно для расчётов трудоёмкость проектирования можно принять 640 часов. Для инженерно-технических работников, устанавливается месячный оклад (O_k). Определим часовую заработную плату ($Z_{\text{кчас}}$) конструктора по формуле:

$$Z_{\text{кчас}} = \frac{O_k}{168}, \quad (21)$$

где 168 – среднемесячный часовой фонд конструктора.

$$Z_{\text{кчас}} = 15000/168 = 89,3 \text{ руб.}$$

Теперь рассчитываем затраты на проектирование по формуле (2):

$$K_{\text{пр}} = 640 \cdot 89,3 = 57152 \text{ руб.}$$

Остальные затраты примем по укрупнённым нормам в процентах от стоимости оборудования:

- затраты на доставку приобретенного оборудования $K_{\text{дост}} - 2 \%$
- затраты монтаж оборудования $K_{\text{монт}} = 10 \%$;
- затраты на обвязку трубопроводами $K_{\text{труб}} - 8 \%$;
- затраты на оснащение КИП $K_{\text{кип}} - 3 \%$;
- затраты на пуско-наладочные работы $K_{\text{пн}} - 2 \%$;

- затраты на демонтаж устаревшего оборудования $K_{дем} - 5\%$.

Сопутствующие капитальные затраты на оборудование рассчитываются по формуле:

$$K_{con} = K_{пр} + K_{об} \cdot \frac{K_{дост} + K_{монт} + K_{труб} + K_{кип} + K_{пн} + K_{дем}}{100\%} - K_{ост}. \quad (22)$$

Подставим значения в формулу, получим:

$$K_{con} = 72183 + 250000 \cdot \frac{2+10+10+5+2+5}{100\%} = 157183 \text{ руб.}$$

Так как демонтируемое оборудование отправляется на склад и пока не реализуется то, $K_{ост} = 0$.

Для установки нового производственного оборудования нового здания не требуется, поэтому затрат на капитальное строительство нет, затрат на модернизацию оборудования нет.

Рассчитываем общую сумму капитальных вложений по формуле (19):

$$K_{общ} = 250000 + 157183 = 407183 \text{ руб.}$$

6.2 Расчет заработной платы

Расчет оплаты труда будет рассчитываться следующим образом:

- определим среднюю оплату труда работника, она составляет 650 рублей (статистические данные);
- установкой скруббера занимается бригада в количестве 5 человек;
- количество часов за которое будет полностью выполнена работа по установке скруббера составляет 5 часов.

В таком случае заработная плата составит:

$$K_{зп} = K_{ч} \cdot K_{ср} \cdot K_{чел}, \quad (23)$$

где $K_{ч}$ – количество часов за которое будет выполнена работа;

$K_{ср}$ – средняя оплата труда работника;

$K_{чел}$ – количество человек.

$$K_{зп} = 5 \cdot 5 \cdot 650 = 16250 \text{ руб.}$$

В связи с тем что цены на доставку и монтаж оборудования сильно разнятся в зависимости от фирм предоставляющих подобные услуги, принимаем средние значения затрат на транспортировку и монтаж. Данные по затратам приведены в таблице 12.

Таблица 15 – Средние затраты на транспортировку и монтаж

Наименование	Цена, руб.	Сумма, руб.
Доставка скруббера	3000	3000
Монтаж скруббера	4500	4500

6.3 Расчет снижения платы за загрязнение окружающей среды

Сначала рассчитаем плату за загрязнение окружающей среды с использованием циклона ЦН-15 в качестве очистной установки. Степень очистки при этом составляет 80 %.

Расчет платы за загрязнение окружающей среды находится по формуле:

$$П = \sum_{i=1}^m C_{Hi} \cdot M_i, \quad (24)$$

где П – размер платы за загрязнение окружающей среды, руб/год;

C_{Hi} – нормативная ставка за загрязнение, руб/т, ($C_{Hi} = 67,12$);

M_i – годовой фактический объем образования выбросов, т/год, ($M_i = 50,25$).

Нормативную ставку за загрязнение примем равную 67,12 руб/т. Тогда получим:

$$П_1 = 67,12 \cdot 50,25 = 3372,78 \text{ руб.}$$

Теперь рассчитаем плату за загрязнение окружающей среды, но уже с использованием скруббера Вентури. Произведя некоторые расчеты получим данные суммарных выбросов веществ при степени очистки 98 % и внесем их в таблицу.

Таблица 16 – Суммарный выброс веществ при степени очистки 98 %

Вещество		Суммарный выброс вещества, т/год
Код	Наименование	
0301	Азота диоксид	0,95
0304	Азот (II) оксид	0.15
0328	Углерод (сажа)	2.30
0330	Сера диоксид	5,88
0337	Углерода оксид	25,37
2908	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния 70 % - 20 %	4,29
	ВСЕГО:	38,94

Расчет платы за загрязнение окружающей среды с использованием скруббера составит:

$$P_2 = 67,12 \cdot 38,94 = 2613,65 \text{ руб.}$$

В таком случае разница платы за загрязнение окружающей среды составит:

$$P_3 = 3372,78 - 2613,65 = 759,13 \text{ руб.}$$

Рассчитаем рентабельность использования скруббера в качестве очистной установки:

$$P = \frac{\Pi}{C_{\Pi}} \cdot 100 \%, \quad (25)$$

где Π – разница платы за загрязнение окружающей среды;

C_{Π} – плата за загрязнение окружающей среды.

Получим следующие показатели рентабельности:

$$P = \frac{759,13}{3372,78} \cdot 100 \% = 22,5 \%,$$

Таким образом, технико-экономическое сравнение различных методов и средств очистки газов подтвердило перспективность принятых решений.

Предлагаемая газоочистная установка требует для своей работы небольшие энергетические затраты, при этом позволяет получить высокую степень очистки и полезные вторичные продукты, которые могут быть реализованы

стороннему потребителю. Проведенная технико-экономическая оценка показала, что газоочистная установка может себя окупить. Рентабельность продукции составила около 22,5 %. Следовательно, предлагаемая газоочистная установка является привлекательной для предприятия не только за счет высокой степени очистки газовых выбросов, но и за счет экономических показателей [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе написания бакалаврской работы была рассмотрена система очистки отходящих дымовых газов от котлоагрегатов котельной и предложены мероприятия по ее улучшению на ПК «Серешевский».

Основная цель бакалаврской работы, а именно разработка мероприятий для улучшения состояния окружающей среды на примере котельной ПК «Серешевский», была выполнена.

В результате проведенного анализа были решены следующие задачи:

1 проведение анализа имеющейся системы очистки отходящих дымовых газов от котлоагрегатов котельной;

2 разработаны мероприятия по уменьшению воздействия на атмосферный воздух;

3 произведён расчет средств на улучшения системы очистки отходящих дымовых газов от котлоагрегатов котельной.

В результате проделанной работы анализ расчетов приземных концентраций выявил, что котельная является источником воздействия на среду обитания таких веществ как оксид углерода, пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния 70 % - 20 %, диоксид серы. Для снижения негативного влияния котельной на атмосферный воздух предложены мероприятия по уменьшению организованных и неорганизованных выбросов загрязняющих веществ посредством установки скруббера Вентури со степенью очистки 98 %.

Согласно технико-экономическому обоснованию, для реализации предложенной модернизации системы очистки выбросов на котельной потребуется 407183 тыс. руб. При этом предприятие снизит плату за НВОС на 759 руб

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Сборник типовых расчетов и задач по экологии: Учеб. пособие – 2-е изд., перераб. и доп. / С.А. Бережной, В.А. Мартемьянов, Ю.И. Седов [и др.]; под ред. С.А. Бережного. – Тверь : ТГТУ, 1999. – 160 с.
- 2 Циклоны НИИОГАЗ. Руководящие указания по проектированию, изготовлению, монтажу и эксплуатации. – Верхнее – Волжское книжное издательство Комитета по печати при Совете Министров РСФСР, 1970. – 92 с.
- 3 Хватов, Ю.В. Выбор и расчет обеспыливающего оборудования для очистки вентиляционного воздуха / Ю.В. Хватов. – Свердловск. : Издательство УПИ, 1971. – 114 с. : ил.
- 4 Охрана окружающей среды: Учеб. для техн. спец. Вузов / С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков [и др.]; под ред. С.В. Белова. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 1991. – 319 с. : ил.
- 5 Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов / Д.А. Кривошеин, Л.А. Муравей, Н.Н. Роева [и др.]; под ред. Л.А. Муравья. – М. : ЮНИТИ–ДАНА, 2002. – 447 с.
- 6 Вальдберг, А.Ю., Исянов, Л.М., Яламов, Ю.И. Теоретические основы охраны атмосферного воздуха от загрязнения промышленными аэрозолями. Санкт-Петербург, МП "НИИО-ГАЗ-Фильтр". СПб. ГТУ РП, 1993. 235 с.
- 7 Панов, С.Ю. Повышение эффективности аппарата распылительного типа при решении проблем промышленной экологии / С.Ю. Панов, М. Химвинга, А.В. Зинковский // Вестник ВГУИТ. 2014. №1. С. 160-164.
- 8 Лазарев, Н.В. Вредные вещества в промышленности: справочник для химиков, инженеров и врачей / Н.В. Лазарев, И.Д. Гадаскина, // Химия. 2001. Т. 3. С. 608.
- 9 Учитель, Ю.Г. SWOT-анализ и синтез – основа формирования стратегии организации / Ю.Г. Учитель, М.Ю. Учитель. -М.: Либроком, 2010. 328 с.
- 10 Дубровин, И. Бизнес планирование на предприятии. Дашков и К, 2012. 432 с.

11 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Сжигание топлива на крупных установках в целях производства энергии», ИТС-368-2017. М.: Бюро НДТ, 2017. 271 с.

12 Целыковский, Ю.К. Утилизация золошлаковых материалов угольных тепловых электростанций России / Под ред. А.Г. Тумановского. М.: ВТИ, 2003. 132 с.

13 Козлов, И.М. Применение новых технологий при переработке золошлаковых отходов на ТЭЦ-22 ОАО «Мосэнерго» / И.М. Козлов, Е.В. Чернышев, С.Н. Кочуров // Электрические станции. 2005 г., №11. С.22-26.

14 Зверева, Э.Р. Результаты промышленных испытаний карбонатной присадки к мазуту / Э.Р. Зверева, А.В. Дмитриев, М.Ф. Шагеев // Теплоэнергетика. 2017. № 8. С. 50-56.

15 Зверева, Э.Р. Улучшение вязкостных характеристик котельного топлива присадками / Э.Р. Зверева, Г. Р. Мингалеева, Р. В. Хабибуллина // Нефтехимия. 2016. Т.56. №1. С.73-75.

16 Зверева, Э.Р. Повышение показателей качества котельного топлива при использовании присадок / Э.Р. Зверева, О.С. Зуева, Р.В. Хабибуллина // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2016. № 1-2. С. 28-36.

17 Зверева, Э.Р. Воздействие на реологические характеристики жидкого котельного топлива присадок, включающих углеродные нанотрубки / Э.Р. Зверева, О.С. Зуева, Р.В. Хабибуллина // Химия и технология топлив и масел. 2016. № 5 (597). С. 15-19.

18 Зверева, Э.Р. Изменение реологических свойств тяжелого котельного топлива при добавлении углеродных нанотрубок и обезвоженного карбонатного шлама / Э.Р. Зверева, Р.В. Хабибуллина, А.О. Макарова // Нефтехимия. 2019. Т. 59. № 1. С. 98-103.

19 Зверева, Э.Р. Использование золошлаковых отходов, образующихся при сжигании мазутов на тепловых электрических станциях / Э.Р. Зверева, М.Ф. Шагеев, А.В. Дмитриев // Вестник КГЭУ. 2018. Том 10. №1(37). С. 64-73.

20 Балбукова, Е.В. Снижение динамики накопления золошлаковых отходов и производство товарной продукции из золошлаков Апатитской ТЭЦ филиала «Кольский» ПАО «ТГК-1» // Сборник работ лауреатов международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие топливно-энергетической и добывающей отрасли. М.: Министерство энергетики Российской Федерации, ООО «Технологии развития», 2019.

21 Ващук, В.И., Меламед, Б.Г., Калинин, Н.Ф., и др. Производственный комплекс по переработке и утилизации нефтешламов. Патент РФ на изобретение № 76252. 20.09.2008. Бюл. № 26.

22 Прокопьев, С.А., Болотин, М.Л. Способ комплексной переработки золошлаковых отходов (варианты). Патент РФ на изобретение № 2588521. 27.06.2016. Бюл. №18.

23 Кузьмин, В.И., Пашков, Г.Л., Карцева, Н.В., и др. Способ извлечения редкоземельных металлов и иттрия из углей и золошлаковых отходов от их сжигания. Патент РФ на изобретение №2293134. Опубликовано 10.02.2007. Бюл. №4. 2019.

24 Концевой, А.А. Извлечение скандия и иттрия из золошлаковых отходов / А.А. Концевой, А.Д. Михнев, Г.Л. Пашков // Журнал прикладной химии. 1995. Т. 68. №7. С. 1075.

25 Веселовская, Е.В. Исследование структуры и особенностей адсорбционных взаимодействий на поверхности энергетических углей // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2017. № 2(194). С. 40-45.

26 Русакова, М.В., Белосельский, Б.С., Зайцев, А.Н. Экстрагирование соединений ванадия из ванадийсодержащих шламов ТЭС / М.В. Русакова, Б.С. Белосельский, А.Н. Зайцев // Теплоэнергетика. 2003. №5. С. 71-75.

27 Слотвинский-Сидак, Н. П., Жуковский, Т.Ф. Утилизация ванадийсодержащих отходов.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Результаты измерения уровня шума котельной (весна)

Величины	Контрольная точка №1		Контрольная точка №3		Контрольная точка №4		Контрольная точка №5		Контрольная точка №6		Контрольная точка №7	
	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА
Измеренные уровни звука	52,6	64,7	53,0	61,9	51,2	60,0	57,2	66,1	54,1	62,6	52,4	63,1
	52,9	65,0	52,7	61,2	51,5	60,1	57,0	66,0	54,0	62,4	52,7	63,5
	53,1	64,9	52,9	62,0	51,8	60,5	57,1	65,4	54,5	62,0	53,0	62,9
Средний (эквивалентный) и максимальный по замерам уровень звука	52,9	65,0	52,9	62,0	51,5	60,5	57,1	66,1	54,2	62,6	52,7	63,5
Коррекция К1, дБА	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

Продолжение таблицы А.1

Коррек- ция К2,дБА	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Коррек- ция К3,дБА	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0
Коррек- ция К4,дБА	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Коррек- ция К5,дБА	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Откор- ректи- рован- ный средний уровень звука	49,9	62,0	49,9	59,0	48,5	57,5	54,1	63,1	51,2	59,6	49,7	60,5
Расши- ренная неопре- делен- ность измере- ний	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8
Оце- ночный уровень звука	50,7	62,8	50,7	59,8	49,4	58,3	54,9	63,9	52,1	60,4	50,6	61,3

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Результаты измерения уровня шума котельной (лето)

Величины	Контрольная точка №1		Контрольная точка №3		Контрольная точка №4		Контрольная точка №5		Контрольная точка №6		Контрольная точка №7	
	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА
Измеренные уровни звука	53,9	62,5	57,0	63,0	56,7	61,4	56,4	66,1	56,7	66,8	57,3	65,0
	52,8	65,1	56,0	63,4	57,2	62,5	56,2	66,0	57,2	67,5	56,9	66,2
	53,4	61,3	57,1	64,2	56,8	62,0	57,5	66,5	57,4	68,0	57,1	65,8
Средний (эквивалентный) и максимальный по замерам уровень звука	53,4	65,1	56,7	64,2	56,9	62,5	56,7	66,5	57,1	68,	57,1	66,2
Коррекция К1, дБА	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Продолжение таблицы Б.1

Коррек- ция К2,дБА	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Коррек- ция К3,дБА	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0
Коррек- ция К4,дБА	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Коррек- ция К5,дБА	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Откор- ректи- рован- ный средний уровень звука	50,4	62,1	53,7	61,2	53,9	59,5	53,7	63,5	54,1	65,0	54,1	63,2
Расши- ренная неопре- делен- ность измере- ний	1,0	0,8	1,1	0,8	0,9	0,8	1,1	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8
Оце- ночный уровень звука	51,4	62,8	54,8	62,0	54,8	60,3	54,9	64,3	55,0	65,8	54,9	64,0

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 – Результаты измерения уровня шума котельной (осень)

Величины	Контрольная точка №1		Контрольная точка №3		Контрольная точка №4		Контрольная точка №5		Контрольная точка №6		Контрольная точка №7	
	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА	Эквивалентный уровень звука, дБА	Максимальный уровень звука, дБА
Измеренные уровни звука	53,8	66,7	52,8	62,7	50,5	58,8	57,1	64,2	55,2	64,2	57,4	64,7
	53,9	66,5	52,0	62,0	50,8	58,9	57,0	64,8	55,8	64,0	57,5	64,2
	53,0	66,0	52,9	62,5	51,8	60,3	56,2	63,0	54,7	63,7	56,0	64,0
Средний (эквивалентный) и максимальный по замерам уровень звука	53,6	66,7	52,6	62,7	50,8	60,3	56,8	64,8	55,3	64,2	57,0	64,7
Коррекция К1, дБА	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В

Продолжение таблицы В.1

Коррек- ция К2,дБА	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Коррек- ция К3,дБА	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0
Коррек- ция К4,дБА	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Коррек- ция К5,дБА	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Откор- ректи- рован- ный средний уровень звука	50,6	63,7	49,6	59,7	47,8	57,3	53,8	61,8	52,3	61,2	54,0	61,7
Расши- ренная неопре- делен- ность измере- ний	1,0	0,8	1,0	0,8	0,9	0,8	1,0	0,8	1,0	0,8	1,3	0,8
Оце- ночный уровень звука	51,6	64,5	50,6	60,5	48,7	58,1	54,8	62,6	53,3	62,0	55,3	62,5