


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

Зав. кафедрой

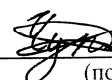
  
А.Б. Булгаков  
«26» 06 2021 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: Анализ воздействия выбросов асфальтобетонного завода «НИККО CBD-100» АО «Асфальт» на атмосферный воздух и разработка мероприятий по его защите

Исполнитель

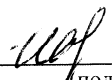
студент группы 713-об

  
21.06.2021  
(подпись, дата)

А.Е. Чупраков

Руководитель

доцент, канд.биол.наук


  
21.06.2021  
(подпись, дата)

Т.В. Иваныкина

Консультанты:

по безопасности  
и экологичности


доцент, канд.биол.наук

  
21.06.2021  
(подпись, дата)

Т.В. Иваныкина

по экономике

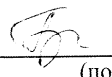
профессор, докт.техн.наук

  
21.06.2021  
(подпись, дата)

Н.В. Шкрабтак

Нормоконтроль

инженер

  
21.06.2021  
(подпись, дата)

В.П. Брусницына


Благовещенск 2021

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

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

 А.Б. Булгаков  
« 05 » 04 2021 г.

### З А Д А Н И Е

К выпускной квалификационной работе студента группы 713-об Чупракова Андрея Евгеньевича

1. Тема выпускной квалификационной работы: Анализ воздействия выбросов асфальтобетонного завода «НИККО CBD-100» АО «Асфальт» на атмосферный воздух и разработка мероприятий по его защите (утверждена приказом от 24.05.2021 № 1008-уч).
2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта): 18.06.2021 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: Спецификация на установку по изготовлению асфальтной смеси: модель CBD-100ABD; Отчет по инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по Благовещенскому АБЗ АО «Асфальт».
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов): 1 Общие сведения об объекте исследования; 2 Общий анализ воздействия на атмосферный воздух; 3 Мероприятия по охране атмосферы, проводимые на АБЗ; 4 Разработка мероприятий по уменьшению воздействия АБЗ на атмосферный воздух; 5 Безопасность и экологичность; 6 Техно-экономическое обоснование разработанных мероприятий.
5. Перечень материалов приложения: (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.): Общие све-

дения об объекте исследования; Общий анализ воздействия на атмосферный воздух; Мероприятия по охране атмосферы, проводимые на АБЗ; Разработка мероприятий по уменьшению воздействия АБЗ на атмосферный воздух; Безопасность и экологичность; Технико-экономическое обоснование разработанных мероприятий.

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов): Иваныкина Т.В. (безопасность и экологичность), Шкрабтак Н.В. (технико-экономическое обоснование разработанного мероприятия).

7. Дата выдачи задания: 05.04.2021 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы: Иваныкина Татьяна Викторовна, доцент, кандидат биологических наук, доцент.

Задание принял к исполнению (дата): 05.04.2021



(подпись студента)

## РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 55 с., 10 таблиц, 5 рисунков, 3 приложения, 27 источников.

### АСФАЛЬТОБЕТОННЫЙ ЗАВОД, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА, АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ, ВАЛОВЫЙ ВЫБРОС, ОХРАНА ТРУДА, ОПАСНЫЕ И ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ, СКРУББЕР ВЕНТУРИ

В выпускной квалификационной работе был проведен анализ воздействия выбросов асфальтобетонного завода «НИККО CBD-100» АО «Асфальт» на атмосферный воздух и разработаны мероприятия по его защите.

Цель бакалаврской работы – анализ воздействия выбросов асфальтобетонного завода на атмосферу и разработка мероприятий по уменьшению выбросов загрязняющих веществ.

АБЗ является источником воздействия на среду обитания по диоксиду азота, диоксиду серы, ксилолу, метилбензолу, бутиловому спирту, бутилацетату, углеводородам предельным C12-19, пыли неорганической, 31 и 41 группам суммации и т.д.

Для снижения негативного влияния АБЗ на атмосферный воздух разработаны мероприятия по уменьшению организованных и неорганизованных выбросов загрязняющих веществ.

Предложена модернизация системы очистки выбросов АБЗ путем установки скруббера Вентури и даны технико-экономические обоснования.

## ABSTRACT

Bachelor's work contains 55 pages, 10 tables, 5 figures, 27 sources, 3 applications.

ASPHALT PLANT, POLLUTANTS, ATMOSPHERIC AIR, GROSS EMISSIONS, OCCUPATIONAL SAFETY, HAZARDOUS AND HARMFUL FACTORS, SCRUBBER VENTURI

In the final qualification work, an analysis of the impact of emissions from the NIKKO CBD-100 asphalt plant of JSC "Asphalt" on atmospheric air was carried out and measures for its protection were developed.

The purpose of the bachelor's work is to analyze the impact of asphalt plant emissions on the atmosphere and to develop measures to reduce the emissions of pollutants.

ABS is a source of impact on the environment for nitrogen dioxide, sulfur dioxide, xylene, methylbenzene, butyl alcohol, butylacetate, limit C12-19 hydrocarbons, inorganic dust, 31 and 41 summation groups, etc.

To reduce the negative impact of the ABZ on the atmospheric air, measures have been developed to reduce organized and unorganized emissions of pollutants.

The modernization of the ABZ emission cleaning system by installing a Venturi scrubber is proposed and feasibility studies are given.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Общие сведения об объекте исследования	9
1.1 Организационная структура АО «Асфальт»	9
1.2 Физико-географическая характеристика	11
1.3 Климатическая характеристика	12
1.4 Краткая характеристика производственного процесса	14
2 Общий анализ воздействия на атмосферный воздух	19
2.1 Источники загрязнения атмосферного воздуха	19
2.2 Расчет выбросов загрязняющих веществ	22
3 Мероприятия по охране атмосферы, проводимые на АБЗ	27
4 Разработка мероприятий по уменьшению воздействия АБЗ на атмосферный воздух	29
5 Безопасность и экологичность	39
5.1 Промышленная безопасность	39
5.2 Производственные факторы	40
5.3 Охрана труда	43
6 Технико-экономическое обоснование разработанных мероприятий	47
Заключение	51
Библиографический список	53
Приложение А Метеорологические характеристики для расчета загрязнения атмосферы	56
Приложение Б Каталог скрубберов Вентури	57
Приложение В Сводная ведомость результатов проведения СОУТ	58

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время темпы и объемы строительства и содержания (ремонта) автомобильных дорог все больше возрастают. Это предопределяет развитие производства дорожно-строительных материалов, основным из которых является асфальтобетон (асфальт). Асфальт – это плотная смесь, которая состоит из минерального порошка, битума, песка и щебня, предназначенная для различных дорожных покрытий.

Асфальтобетонные заводы (далее – АБЗ) являются одними из популярных, востребованных, а также и «грязных» производств. Они входят в состав автомобильно-дорожного комплекса и предназначены для производства асфальтобетонных смесей. Результатом деятельности АБЗ является выделение в окружающую среду загрязняющих веществ: углеводороды, сажа, фенол, оксиды азота и углерода, формальдегид и т.п.

Одна из значимых экологических проблем технологий АБЗ – это отсутствие специальных устройств для очистки выбросов от вредных газов в условиях увеличения экологической нагрузки на атмосферу. В связи с этим выбранная тема исследования приобретает особую актуальность и практическую значимость.

Объектом исследования является асфальтобетонный завод НИККО CBD-100 АО «Асфальт».

Предметом исследования выступает влияние асфальтобетонного завода на качество атмосферного воздуха.

Цель бакалаврской работы – анализ воздействия выбросов асфальтобетонного завода на атмосферу и разработка мероприятий по уменьшению выбросов загрязняющих веществ.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- 1) дать физико-географическую и климатическую характеристику объекта исследования;

- 2) изучить технологический процесс на АБЗ НИККО CBD-100 АО «Асфальт»;
- 3) рассмотреть опасные и вредные производственные факторы и способы защиты от них, промышленную безопасность предприятия;
- 4) провести анализ воздействия АБЗ на атмосферный воздух;
- 5) разработать мероприятия по уменьшению воздействия выбросов АБЗ на атмосферный воздух;
- 6) провести экономический расчет реализации разработанных мероприятий.

Объектом исследования является асфальтобетонный завод НИККО CBD-100 АО «Асфальт».

Предметом исследования выступает влияние асфальтобетонного завода на качество атмосферного воздуха.

Основу методологии исследования составляют сравнительный и аналитический методы, методы обобщения и формализации, коэффициентный анализ.

Для написания работы использовались нормативные правовые акты, монографии, учебная литература, периодические издания, ресурсы Интернета, локальные документы филиала АО «Асфальт».



## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 1.1 Организационная структура АО «Асфальт»

Акционерное общество «Асфальт» – это одно из крупных предприятий области, которое занимает на Дальнем Востоке лидирующие позиции в сфере дорожно-строительных работ и производства щебня, асфальтобетона и других строительных материалов.

В настоящее время АО «Асфальт» имеет 5 подразделений и предоставляет обширный перечень услуг, также насчитывает:

- 7 производственных участков;
- 1500 рабочих мест;
- 400 единиц техники;
- 150 наименований промышленных строительных материалов.

Основные направления работы:

- 1) строительство крупных дорожных объектов на территории Амурской области и Дальнего Востока;
- 2) деятельность дорожно-строительной лаборатории;
- 3) производство и продажа дорожно-строительных материалов: щебень, песок, асфальтобетон, бетон, битум, минеральный порошок;
- 4) полный комплекс работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог;
- 5) сдача в аренду дорожно-строительной техники;
- 6) автомобильные перевозки и собственный крупный ремонтно-испытательный комплекс.

Подразделение «Управление промстройматериалов» осуществляет производство и обеспечение строительными материалами объектов строительства, ремонт и содержание автомобильных дорог, благоустройство населенных пунктов области.

Производственные мощности управления включают:

- пять заводов от японского производителя НИККО по производству ас-

фальтобетонных смесей, суммарная производительность которых составляет 5 тыс. тонн за смену;

- три завода по производству товарного бетона и растворов, производящих до 400 м<sup>3</sup> продукции за смену;

- четыре дробильно-сортировочных комплекса, снабжающих производственные узлы предприятия качественным щебнем;

- три установки по производству битумной эмульсии, производительностью до 40 тыс. тонн за смену каждая;

- две грунтосмесительных установки, производительность которых составляет 2 тыс. тонн за смену;

- производство модифицированного битума.

Один из участков по приготовлению дорожно-строительных материалов расположен в селе Верхнеблаговещенское Благовещенского района – это асфальтобетонный завод НИККО CBD-100 (рисунок 1).



Рисунок 1 – Расположение объекта

В состав производственной базы данного асфальтобетонного завода входят: склады ПГС, дробильно-сортировочная установка, склады различных

фракций щебня и песка, установка NIKKO CBD-100, емкости минерального порошка, резервуары битума, маслогреющий котел, емкости для дизельного топлива, бетонно-растворный узел, аварийная дизельная электростанция (ДЭС). Режим работы 8 часов в сутки (в дневное время), круглогодично.

## **1.2 Физико-географическая характеристика**

Село Верхнеблаговещенское находится на левом берегу реки Амур, выше областного центра. Расположено на юге Амурско-Зейской равнины, междуречье Амура и Зеи.

Асфальтобетонный завод NIKKO CBD-100 АО «Асфальт» по выпуску асфальтобетонной смеси размещается западнее г. Благовещенска и севернее с. Верхнеблаговещенское. Территорию АБЗ окружают лесные насаждения хвойного и лиственного характера. Ближайшая застройка размещается на расстоянии 1,2 км от АБЗ.

Данная местность холмисто-рядовая, местами низкогорная, с абсолютной высотой 200-400 метров. Гряды гор и холмов имеют плоские, реже округлые гребни, склоны их крутые, изрезаны многочисленными лощинами. Гряды разделены широкими (до 2 км) речными долинами, с плоским заболоченным дном. Склоны долин крутые, местами обрывистые и скалистые. Грунты бурые лесные и буропodzолистые. В холмистой и низкогорной части территории преобладают щебеночно-суглинистые грунты. Замерзают грунты в ноябре, глубина промерзания к концу зимы достигает 2-2,5 метра, начинает оттаивать в конце апреля, полностью оттаивает к августу. Грунтовые воды на склонах холмов и гор залегают на глубине от 5 до 30 метров и более, на равнине и в долинах рек – на глубине от полутора метров.

Территория находится в нескольких природных зонах – лесной и лесостепной. Растительность здесь богата и разнообразна. Ее главные особенности – это обилие видов растений и контрастность растительного покрова. Также здесь сходятся, взаимно проникают и смешиваются представители нескольких флор: охотско-камчатской, маньчжурской, тихоокеанской, восточносибирской и монголо-даурской, иными словами, существуют растения 3-х поясов.

Произрастают в лесах твердолиственные породы, которые составляют 60 % всех лесопокрытых земель, в том числе дуб монгольский – 56 %.

Насаждения хвойных пород занимают около 15 %. Также в состав лесов входит липа, осина, берёза, ива древовидная и клён. Преобладают разновозрастные, среднеплотные дубовые и бело-берёзовые насаждения с подлеском из лещины, леспедеции, шиповника, разнотравного покрова. Производительность лесов низкая и составляет IV класс бонитета. Основное влияние на состояние растительности оказывают низовые весенние и осенние пожары и антропогенный фактор.

Луговая и водная растительность представлена вейником и осокой, которая произрастает преимущественно по поймам рек, на хорошо увлажнённых лугах, на озёрах встречается водяной орех и ряска.

На полях в основном растёт вика, полынь, клевер, осот и пырей. Напочвенный покров состоит из мхов, иногда покрывающих почву сплошным ковром. В пойме реки Зeya и её притоках произрастает многообразная растительность с обилием лютика, ирисов, купальницы, кроме того, встречается кровохлёбка, вейник.

Животный мир также богат и разнообразен: восточносибирская, приамурская, манголо-даурская и охотско-камчатская фауны.

Типичное животное: бурундук, белка, маньчжурский фазан, ондатра, енотовидная собака, волк, сибирская косуля, лиса, уссурийский кабан.

В реках и озерах встречаются следующие виды рыб: щука, ратан, сом, карась, таймень, пескарь, ленок, голянь, верхогляд, вьюн, чебак, касатка и другие.

### **1.3 Климатическая характеристика**

Данный район характеризуется резко-континентальным климатом с чертами муссонности. Формирование такого климата связано со взаимодействием факторов, к которым относятся циркуляция воздушных масс, солнечная радиация и географические факторы. Под географическими факторами подразумевают следующее: удаленность территории от моря; широтное положение; влия-

ние подстилающей поверхности в виде растительности, рельефа, водных объектов.

Сезонным изменениям подвержены многие показатели климата. Так, летом с возрастанием испарения увеличивается абсолютная и относительная влажность, а в силу сухости воздуха, весной, снежный покров большей частью испаряется и следствием этого становится незначительный весенний подъем уровня воды в реках.

Зима (ноябрь-март) суровая, холодная и малоснежная, с преобладанием ясной погоды. Температуры днем равны от  $-15^{\circ}\text{C}$  до  $-25^{\circ}\text{C}$ . Иногда температура воздуха опускается до  $-44^{\circ}\text{C}$ . В этот период года выпадает наименьшее в году количество осадков (в месяц 4-7 дней с осадками, обычно в виде сухого снега). Устойчивый снежный покров уже образуется в начале ноября. Его толщина в марте не превышает 20-30 см.

Весна (апрель-май) прохладная и пасмурная. Температура днем обычно положительная ( $4^{\circ}\text{C}$ - $12^{\circ}\text{C}$ ), но каждую ночь до середины мая бывают заморозки (до  $-8^{\circ}\text{C}$ ). Интенсивное таяние снега происходит в конце марта, и окончательно снег сходит в первой половине апреля, только в оврагах не редко он лежит до начала мая.

Лето (июнь-август) теплое и дождливое. Температура воздуха днем обычно достигает  $19^{\circ}\text{C}$ - $24^{\circ}\text{C}$ . В то время выпадает максимальное количество осадков в году (до 70 % годовой нормы осадков), особенно дождливы июль и август, когда часто идут ливневые дожди, иногда с грозами. Годовое количество осадков составляет 550 мм. Ежемесячно бывает 2-3 дня с туманом.

Осень (сентябрь-октябрь) теплая и сухая, с ясной погодой, и лишь во второй половине сезона наступает пасмурная, прохладная и дождливая погода. Температуры днем обычно положительны ( $4^{\circ}\text{C}$ - $15^{\circ}\text{C}$ ), по ночам обычны заморозки (до  $-5^{\circ}\text{C}$ ).

Сезонным изменениям подвержены многие показатели климата. Так, летом при возрастании испарения увеличивается относительная и абсолютная влажность, а при сухости воздуха весной снежный покров преимущественно

испаряется, и, как следствие этого, образуется незначительный подъем уровня воды в реках.

#### **1.4 Краткая характеристика производственного процесса**

Основные задачи асфальтобетонного завода НИККО CBD-100 АО «Асфальт» (рисунок 2): производство товарного бетона, производство асфальтобетона и щебня, заготовка гравия, дробление щебня, а также монтаж и ремонт оборудования участков УПСМ.



Рисунок 2 – Асфальтобетонный завод НИККО CBD-100

Данная асфальтобетонная установка включает в себя основное и дополнительное оборудование [24].

*Основное оборудование* состоит из следующих секций:

- 1) холодная секция:
  - а) наклонный ленточный конвейер;
- 2) секция сушки:
  - а) сушильный барабан;
  - б) горелка;
- 3) секция сбора пыли:
  - а) пылеуловитель;
  - б) ротор подачи пыли;
  - в) спуск выгрузки пыли;

- г) компрессор;
  - д) вытяжной выхлопной вентилятор;
  - е) дымоход;
  - ж) труба;
- 4) секция смешивания:
- а) горячий элеватор;
  - б) грохот;
  - в) горячий бункер;
  - г) дозаторы;
  - д) миксер;
  - е) разбрызгиватель битума;
  - ж) элеватор наполнителя;
  - з) питатель наполнителя;
- 5) секция управления
- а) комната управления;
  - б) панель управления;
  - в) принтер;
  - г) распределитель № 1 и № 2;
  - д) распределитель нагревателя;
  - е) вторичная электроразводка;
  - ж) первичная электроразводка.

*Дополнительное оборудование* состоит из следующих секций:

- 1) секция подачи битума:
- а) резервуар битума;
  - б) трубопроводы битума и гор. масла;
  - в) нагреватель гор. масла;
- 2) секция подачи наполнителя:
- а) силос наполнителя;
  - б) шнек силоса наполнителя;
- 3) секция подачи топлива:

- а) резервуар дизтоплива;
- б) трубопровод дизтоплива;
- 4) секция подачи инертных:
  - а) бункер инертных;
  - б) питатель инертных;
  - в) горизонтальный ленточный конвейер;
- 5) секция подачи гранулированных добавок:
  - а) лебедка;
  - б) бункер;
  - в) дозирующий роторный клапан;
  - г) клапан-бабочка выгрузки;
  - д) весы;
  - е) дозирующий клапан выгрузки;
- б) система слежения.

Технические характеристики АБЗ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики АБЗ НИККО CBD-100

Наименование	Показатель
Производительность	100 т/ч
Диаметр сушильного барабана	1750 мм
Длина сушильного барабана	7300 мм
Площадь фильтрации	284 м <sup>2</sup>
Производительность грохота	40 т/ч
Горячий бункер	12 м <sup>3</sup>
Производительность помпы	500 л/мин
Бункер инертных материалов	8 м <sup>3</sup> х5
Производительность питателя	30 т/ч
Силос	30 тх2
Шнек	12 т/ч
Топливный резервуар	20 т

Производительность АБЗ НИККО CBD-100 составляет 100 т/час готовой асфальтобетонной смеси. При производстве асфальтобетона сушка и разогрев составляющих ингредиентов осуществляется с помощью дизельного топлива.



Годовой расход дизельного топлива составляет 320 т, при расходе 8 кг на 1 т асфальтобетона.

Для приготовления асфальта в асфальтосмесители, кроме смеси инертных, подаются минеральный порошок и битум. Битум на АБЗ поступает автомобильным транспортом.

Разогрев битума, поступающего на изготовление асфальтобетонной смеси, осуществляется с помощью масла, циркулирующего по трубам, установленным в емкостях хранения. Нагрев масла производится нагревателем, работающим на дизельном топливе. Годовой расход топлива составляет 23,5 т при часовом расходе 70 л.

В качестве минерального порошка используется зола ТЭЦ. Зимой минеральный порошок завозится и накапливается в 2-х емкостях основного склада. Летом минеральный порошок перевозится в 2 емкости, установленные рядом с асфальтобетонной установкой.

Процесс приготовления асфальтобетонной смеси включает несколько этапов [13]:

1) подготовка минеральных материалов (подача погрузчиком или экскаватором минеральных материалов со склада к смесителю; подача песка и щебня в сушильный барабан; просушка и нагрев минеральных материалов; разделение их по фракции; точное окончательное дозирование щебня, песка, порошка);

2) подготовка битума (подача из хранилища в битумоплавилку, удаление влаги, нагрев до рабочей температуры, дозирование подогретого битума);

3) перемешивание минеральных материалов с битумом;

4) выгрузка готовой асфальтобетонной смеси в накопительный бункер или автомобиль.

Схематично данный процесс изображен на рисунке 3.

Также в технологический процесс приготовления асфальтобетона входит еще ряд операций, которые связаны с приготовлением и переработкой отдельных материалов, а также погрузочно-разгрузочные и транспортные операции.

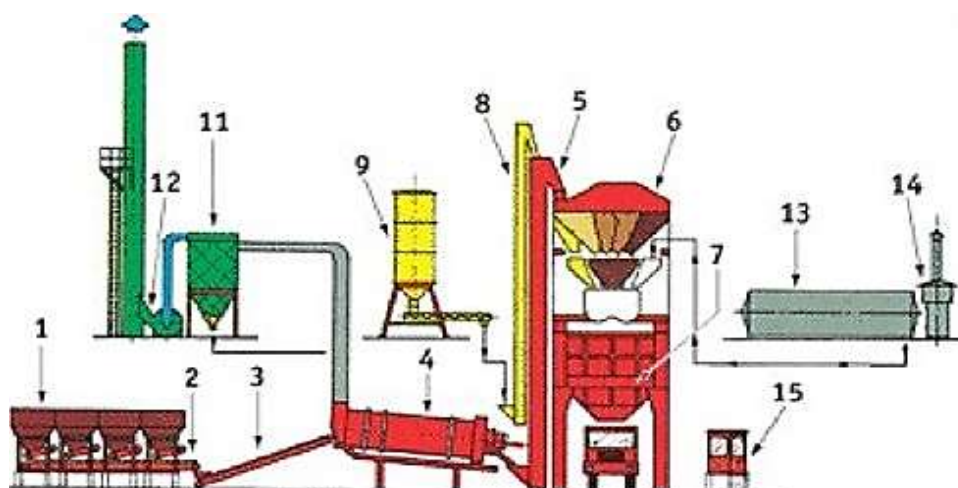


Рисунок 3 – Технологическая схема получения асфальтобетонной смеси:  
 1 – бункеры-дозаторы; 2 – сборный конвейер; 3 – конвейер с контролем влажности; 4 – сушильно-смесительный барабан; 5 – грохот; 6 – смесительная зона; 7 – накопительный бункер; 8 – конвейер; 9 – силос минерального порошка; 11 – пылеуловитель и силос пыли; 12 – пылесос-вентилятор; 13 – битумный бак-цистерна; 14 – нагреватель масла; 15 – кабина управления.

Отметим, что в соответствии с критериями отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, утвержденными постановлением Правительства РФ от 31.12.2020 № 2398, АБЗ относится к объектам *III категории*: «объекты, оказывающие незначительное негативное воздействие на окружающую среду».

## 2 ОБЩИЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

### 2.1 Источники загрязнения атмосферного воздуха

Вещества, поступающие в атмосферу с выбросами, ухудшают состояние воздушной среды, влияют на состояние почвы и гидросферы, являются источниками вторичного загрязнения, нарушают нормальное функционирование растений и живых организмов, а также негативно сказываются на органах дыхания человека и на здоровье в целом.

Источники загрязнения воздушного бассейна подразделяются на:

- источники выделения;
- источники выбросов.

Источники выделения загрязняющих веществ на АБЗ – это технологические агрегаты, входящие в состав установки, и т. п., выделяющие в процессе эксплуатации загрязняющие вещества (таблица 2).

Источниками выбросов загрязняющих веществ являются труба, аэрационный фонарь, бункер, вентиляционная шахта, люк и т. п. устройства, посредством которых осуществляется выброс загрязняющих веществ в атмосферу.

Таблица 2 – Источники выделения и выбросов вредных веществ на АБЗ НИККО CBD-100

Название участка	Источники выделения	Источники выбросов
Холодная секция	Наклонный ленточный конвейер	Неорганизованные выбросы
Секция сушки	Сушильный барабан	Дымовая труба
Секция сбора пыли	Ротор подачи пыли, дымоход	
Секция смешивания	Горячий бункер	
Секция подачи инертных	Горизонтальный ленточный конвейер	Неорганизованные выбросы
Автотранспорт	Двигатель	Выхлопная труба

Выбросы загрязняющих веществ бывают двух видов [10]:

- организованные;
- неорганизованные.

Организованными выбросами являются выбросы, отводимые от мест выделения системой газоотводов. Для их улавливания используются соответствующие установки.

Неорганизованными являются выбросы, которые возникают за счет негерметичности технологического оборудования, газоотводных устройств, резервуаров, открытых мест пыления и т. д.

АБЗ НИККО СВД-100 спроектирован и построен с учетом санитарно-гигиенических требований и имеет установленные границы санитарно-защитной зоны.

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-эпидемиологические правила и нормы. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и других объектов» санитарно-защитные зоны (СЗЗ) для объектов Благовещенского АБЗ составляют:

- производство щебенки, гравия, песка (ДСУ) – 300 м (раздел 7.1.4, класс Ш, п.3);
- асфальтобетонная установка – 500 м (раздел 7.1.4, класс II, п.2);
- установка по производству бетона (БРУ) – 100 м (раздел 7.1.4, класс IV, п.5);
- гаражи – разрыв от гаражей-стоянок принимается на основании результатов расчетов загрязнений в атмосферном воздухе и уровне физического воздействия;
- остальные объекты не классифицируются [5].

Расстояния от производственных площадок Благовещенского АБЗ до ближайшей жилой застройки с. Верхнеблаговещенское составляют:

- 1) промежуточный склад ПГС – 400 м;
- 2) площадка ДСУ со складами ПГС, щебня, песка – 400 м;
- 3) площадка АБЗ – 700 м;
- 4) гараж – 800 м;
- 5) площадка БРУ – 880 м.

Расчетные концентрации загрязняющих веществ в 1 ПДК за пределы территории Благовещенского АБЗ распространяются на расстояния:

- 1) диоксид азота – 75-185 м;
- 2) ксилол – не выходит за границы предприятия;
- 3) метилбензол – не выходит за границы предприятия;
- 4) бутиловый спирт – 0-35 м;
- 5) бутилацетат – 0-20 м;
- 6) углеводороды предельные C12-19 – 30-280 м;
- 7) пыль неорганическая (70 %-20 % двуокиси кремния) – 0-95 м;
- 8) 31 группа суммации – 0-100 м;
- 9) 41 группа суммации – 0-210 м.

На Благовещенском АБЗ выявлен 51 источник выбросов загрязняющих веществ, из которых 12 источников организованных и 39 источников неорганизованных. При работе АБЗ в атмосферу выбрасывается 24 вида загрязняющих веществ. Некоторые из этих веществ образуют 5 групп суммации.

Валовый выброс загрязняющих веществ составляет 29,064 т/год.

На асфальтобетонном заводе при разгрузке минеральных материалов в силосы выделяется много пыли, которую целесообразно отсасывать в верхней части силосных складов. При просушивании и нагревании песка и щебня выделяется большое количество пыли и несгораемых частиц жидкого топлива. Основными местами интенсивного пылевыведения являются дымовая труба, загрузочная и разгрузочная коробки сушильного барабана, а также места загрузки, разгрузки, грохочения сухих минеральных материалов.

Основой любого АБЗ являются смесительные цехи, являющиеся источниками дымо- и пылеобразования. Обусловлено это неполным сгоранием топлива и большой кинетической энергией газов, способной уносить мелкие частицы минералов. Неполное сгорание топлива связано с одной стороны, с камерой сгорания топок сушильных барабанов, с другой стороны – с конструкцией применяемых форсунок, имеющих длинный вытянутый факел.

Также источниками загрязнения атмосферы являются выбросы аэрозолей из сушильных барабанов. Происходят разовые выбросы аэрозолей при хранении наполнителя и его обработке, с дорог на территории завода и выбросы пахучих смолистых веществ с мест хранения, асфальта и установок для его смешивания.

АБЗ обслуживает автотранспорт: погрузчик – 2 ед., самосвал. Данные транспортные средства работают на дизельном топливе. Загрязнение атмосферного воздуха происходит отработавшими и картерными газами, испарениями из топливных баков автомобилей – CO, CH, C, SO<sub>2</sub> и т.п.

При этом превышений ПДК по всем веществам и группам суммации на жилой застройке с. Верхнеблаговещенское не наблюдается.

Расчетная СЗЗ по фактору химического загрязнения атмосферного воздуха определяется объединенной изолинией в 1 ПДК от различных веществ и составляет:

- в северном направлении – 150 м;
- в восточном направлении – 250 м;
- в южном направлении – 200 м;
- в западном направлении – 300 м.

Расстояние между границами территории Благовещенского АБЗ и жилой застройкой с. Верхнеблаговещенское в 400 м обеспечивает соблюдение гигиенических показателей качества атмосферного воздуха нормируемых территорий.

Помимо химического воздействия, на территории промплощадки предприятия установлено 22 источника шумового воздействия на атмосферный воздух. По результатам расчетов установлено, что при эксплуатации объекта в режиме основного производства максимальные уровни звука на границе расчетной СЗЗ и за ее пределами не превышают ПДУ.

## **2.2 Расчет выбросов загрязняющих веществ**

Расчет приземных концентраций основных загрязняющих веществ выполнен на ПВЭМ по программному комплексу (ПК) ЭРА v 2.0, разработанному

Новосибирским предприятием ООО «ЛОГОС-ПЛЮС». Метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере с. Верхнеблаговещенское представлены в Приложении А.

Перечень вредных веществ, которые выделяются в атмосферу при работе АБЗ, их качественная и количественная характеристика представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Концентрации загрязняющих веществ в приземном слое

Код	Наименование примеси	Концентрация загрязнений в приземном слое в долях ПДК			
		Фоновая концентрация (ПДК)	Макс. концентрация	Макс. Концентрация на границе Ж.З.	Вклад источников в загрязнение на границе Ж.З.
0123	Железа оксид	0,20	0,352	0,204	0,004
0301	Азота диоксид	0,40	1,628	0,790	0,390
0304	Азота оксид	0,20	0,299	0,213	0,013
0328	Сажа	0,20	0,529	0,262	0,062
0330	Сера диоксид	0,022	0,359	0,188	0,166
0337	Оксид углерода	0,58	0,656	0,621	0,041
0616	Ксилол	0,20	1,425	0,211	0,011
0621	Метилбензол	0,20	1,411	0,211	0,011
1042	Бутиловый спирт	0,20	2,376	0,219	0,019
1119	Этилцеллозольв	0,20	0,365	0,201	0,001
1210	Бутилацетат	0,20	1,651	0,213	0,013
1401	Ацетон	0,20	0,490	0,202	0,002
2732	Керосин	0,20	0,250	0,208	0,008
2752	Уайт-спирит	0,20	0,445	0,202	0,002
2754	Углеводороды пр. C12-19	0,20	13,864	0,472	0,272
2902	Взвешенные вещества	0,20	0,606	0,201	0,001
2908	Пыль неорганич. 70-20 %	0,20	4,087	0,356	0,156
31 гр.	Азота диоксид + Сера диоксид	0,40	1,235	0,733	0,333
41 гр.	Оксид углерода + Пыль неорганич. 70-20 %	0,58	4,499	0,778	0,198

Анализ расчетов приземных концентраций выявил, что АБЗ является источником воздействия на среду обитания по диоксиду азота (0301), диоксиду серы (0330), углеводородам предельным C12-19 (2754), пыли неорганической

(2908), 31 и 41 группам суммации, вклад которых в загрязнение атмосферного воздуха на границе ближайшей жилой застройки превышает 0,1 ПДК.

Также, согласно анализу полученных расчетов, наблюдается превышение ПДК на территории Благовещенского АБЗ по диоксиду азота, ксилолу, метилбензолу, бутиловому спирту, бутилацетату, углеводородам предельным C12-19, пыли неорганической (70 %-20 % двуокиси кремния), 31 и 41 группам суммации.

При этом превышений ПДК по всем веществам и группам суммации на жилой застройке с. Верхнеблаговещенское не наблюдается.

Расчетная СЗЗ по фактору химического загрязнения атмосферного воздуха определяется объединенной изолинией в 1 ПДК от различных веществ и составляет:

- в северном направлении – 150 м;
- в восточном направлении – 250 м;
- в южном направлении – 200 м;
- в западном направлении – 300 м.

Расстояние между границами территории Благовещенского АБЗ и жилой застройкой с. Верхнеблаговещенское в 400 м обеспечивает соблюдение гигиенических показателей качества атмосферного воздуха нормируемых территорий.

Далее произведем расчет валовых выбросов данных загрязняющих веществ, используя следующие выражения (формулы 1-2):

$$M = K_x \cdot T \cdot B \cdot Y_1 \cdot Y_2 \cdot \dots \cdot Y_n, \quad (1)$$

$$M^* = M \cdot \left(1 - \frac{K}{100}\right), \quad (2)$$

где  $M$  – валовый выброс, т/год;  $K_x$  – количество загрязняющего вещества;  $T$  – время работы оборудования, ч;  $B$  – расход топлива, т/год;  $Y_1, Y_2, Y_n$  –



другие параметры (определяются в зависимости от загрязняющего вещества);  
 $M^*$  – валовый выброс с учетом очистки, т/год;  $K$  – коэффициент очистки, %.

Приведем пример расчета валового выброса для некоторых загрязняющих веществ АБЗ:

1) *Пыль неорганическая:*

время работы оборудования  $T = 400$  ч;

объем отходящих газов  $V = 8,333$  м<sup>3</sup>/сек;

концентрация пыли  $C = 11$  г/м<sup>3</sup>;

коэффициент очистки  $K = 91$  %;

валовый выброс  $M = 0,00028 \cdot 400 \cdot 8,334 \cdot 11 = 10,27$  т/год;

валовый выброс (с учетом очистки)  $M^* = 10,27 \cdot (1-0,91) = 0,924$  т/год.

2) *Сера диоксид:*

сернистость топлива  $SR = 0,3$ ;

доля диоксида серы, связываемого летучей золой топлива  $NiSO_2 = 0,029$ ;

расход топлива  $B = 320$  т/год;

валовый выброс  $M = 0,03 \cdot 320 \cdot 0,3 \cdot (1-0,02) = 2,7$  т/год.

3) *Оксид углерода:*

потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива  $Q_3 = 50$  %;

низшая теплота сгорания  $QR = 42,62$  Мдж/кг;

коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива  $R = 0,65$ ;

выход оксида углерода  $CCO = 0,5 \cdot 0,65 \cdot 42,62 = 13,85$  кг/т;

валовый выброс  $M = 0,002 \cdot 13,85 \cdot 320 = 9,59$  т/год.

3) *Азота диоксид:*

коэффициент трансформации окислов азота в  $NO_2$   $K_{NO_2} = 0,8$ ;

производительность установки  $P = 100$  т/час;

количество окислов азота  $N_{NO_2} = 0,085$  кг/1 Гдж тепла;

валовый выброс оксидов азота  $M_{об} = 0,007 \cdot 320 \cdot 42,62 \cdot 0,085 = 8,11$  т/год;

валовый выброс  $M = 8,11 \cdot 0,8 = 6,49$  т/год.

4) Саж:

зольность топлива  $GT = 5,5 \%$ ;

безразмерный коэффициент  $K_1 = 0,056$ ;

расход топлива  $V = 320$  т/год;

валовый выброс  $M = 0,055 \cdot 320 \cdot 0,056 = 0,99$  т/год.

В таблице 4 представлены характеристики загрязняющих веществ на АБЗ.

Таблица 4 – Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

Загрязняющее вещество		Класс опасности	ПДКс.с, ПДКмакс*, ОБУВ**, мг/м <sup>3</sup>	Суммарный выброс вещества	
код	наименование			г/с	т/год
0123	Железа оксид	3	0,04	0,0127	0,0263
0301	Азота диоксид	3	0,04	1,5403	6,4840
0304	Азота оксид	3	0,06	0,2502	1,0536
0328	Сажа	3	0,05	0,1027	0,9953
0330	Сера диоксид	3	0,05	1,6381	2,7077
0337	Оксид углерода	4	3,00	4,0197	9,5905
0616	Ксилол	3	0,2*	0,0104	0,0675
0621	Метилбензол	3	0,6*	0,0309	0,2500
1042	Бутиловый спирт	3	0,1*	0,0093	0,075
1119	Этилцеллозольв	-	0,7**	0,0049	0,0400
1210	Бутилацетат	4	0,1*	0,0062	0,0500
1401	Ацетон	4	0,35*	0,0043	0,0350
2732	Керосин	-	1,2**	0,2195	1,3879
2752	Уайт-спирит	-	1**	0,0104	0,0675
2754	Углеводороды пр. C12-19	4	1*	1,3976	5,2397
2902	Взвешенные вещества	3	0,15	0,0061	0,0198
2908	Пыль неорганич. 70-20 %	3	0,10	0,4129	0,9238
<b>Всего веществ: 17</b>				<b>9,677</b>	<b>29,064</b>
в том числе твердых: 4				0,535	2,016
жидких/газообразных: 13				9,142	27,048

Как видим, основную долю в валовых выбросах АБЗ НИККО CBD-100 занимают выбросы оксид углерода (33 %), азота диоксид (22 %) и углеводороды предельные C12-19 (18 %). Остальные вещества занимают менее 10 %.

### 3 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ АТМОСФЕРЫ, ПРОВОДИМЫЕ НА АБЗ

Природоохранная деятельность предприятия – это комплекс мероприятий, направленных на защиту окружающей среды.

Для защиты окружающей среды от загрязнения на АБЗ предусмотрены организационные, технологические и инженерно-технические природоохранные мероприятия, которые позволяют предотвратить или максимально снизить негативное воздействие на природную среду.

Система мониторинга АО «Асфальт» включает в себя контроль за качеством атмосферного воздуха на границе СЗЗ и ближайшей жилой застройки, на территории промышленной площадки, а также включает мониторинг выбросов от источников загрязнения.

Контролю подлежат концентрации следующих загрязняющих веществ: диоксид азота, ксилол, сера диоксид, метилбензол, бутиловый спирт, бутилацетат, смесь предельных углеводородов C12-19, пыль неорганическая (70 %-20 % двуокиси кремния), 31 и 41 группы суммации.

На объекте осуществляется инвентаризация выбросов вредных загрязняющих веществ в атмосферный воздух с периодичностью 1 раз в 5 лет. Ответственность за полноту и достоверность данных инвентаризации несет руководитель предприятия. Также на объекте имеется План-график контроля за соблюдением нормативов ПДВ.

Основные мероприятия, проводимые по охране атмосферного воздуха на АБЗ НИККО СВД-100:

- контроль за техническим состоянием техники, своевременный технический осмотр и ее ремонт;
- недопущение работы двигателей машин вхолостую во время их стоянки и механизмов с двигателями внутреннего сгорания;
- запрет мойки машин и механизмов, слива горюче-смазочных материалов на территории объекта;

- защита от коррозии технологического оборудования путем нанесения антикоррозионных покрытий;
- оснащение оборудования контрольно-измерительными приборами и системами автоматизации для предупреждения аварийных ситуаций, а также уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за счет точного соблюдения заданных технологических параметров;
- в период проведения ремонтных работ – использование запорно-регулирующей арматуры и технологического оборудования, соответствующих параметрам рабочего процесса и коррозионной активности среды.

## 4 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ АБЗ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Согласно проведенному анализу, АБЗ НИККО CVD-100 является источником загрязнения атмосферного воздуха различными вредными веществами.

Выбросы завода во многом схожи с выбросами энергетического сектора – превалируют концентрации азотистых и сернистых соединений, а также выделяются большие количества пыли (от вибрационных грохотов).

Для уменьшения неорганизованных выбросов пыли предлагается применять укрепления щитами из мелкоячеистой строительной неметаллической сетки по периметру малогабаритных неорганизованных источников пыли и полное укрытие протяженных и складированных источников таких выбросов.

Что касается организованных выбросов, в настоящее время в газоочистке существует множество разных технологий и методов фильтрации, но все устройства, как правило, делятся по фундаментальному признаку на сухие и мокрые [23]:

1) мокрые дымоуловители и золоуловители: скрубберы и абсорберы (газопромыватели);

2) сухие дымоочистные аппараты: циклоны и электрофильтры, рукавные фильтры (мешочные пылеуловители).

Стоит отметить, что мокрые дымоочистители – в промышленной фильтрации дымов – обладают, по сравнению с сухими, несколькими важными преимуществами:

– комплексная очистка сильнозапыленных потоков, а также улавливание битумных паров: оксидов серы, окислов азота, ароматических углеводородов, спиртов, кетонов, эфиров, аэрозолей, масел, смол;

– контакт дыма с жидкостью приводит автоматически к снижению температуры, а также к увлажнению дымопотока;

– естественная самоочистка насадочного слоя и рабочей камеры;

– автоматизация, высокая производительность, простота в обслуживании,

низкие эксплуатационные траты, надежность и долговечность;

– эффективная и безопасная очистка пыледымовых смесей, склонных к самовозгоранию.

В настоящее время на АБЗ НИККО СВД-100 установлена двухуровневая система очистки выбросов: сухой пылесборник + камера рукавных фильтров. Коэффициент очистки равен 91 %. Поэтому в качестве сооружения для защиты атмосферного воздуха от загрязнений, выделяемых АБЗ, предлагаем использовать аппарат мокрой очистки отходящих газов и запыленного вентиляционного воздуха – скруббер Вентури в комплексе с каплеуловителями.

Скруббер Вентури позволяет обеспечить эффективность очистки до 98 %-99 % на пылях со средним размером частиц 1-2 мкм при начальной концентрации пыли до 100 г/м<sup>3</sup>. Удельный расход воды на орошение при этом составляет 0,4-0,6 л/м<sup>3</sup>.

Пылегазоуловитель Вентури является одним из наиболее универсальных и востребованных промышленных воздухоочистителей. Размеры скрубберов Вентури зависят от требуемых значений технических характеристик.

Эффективность улавливания примесей обусловлена использованием сопла Вентури (рисунок 4), как ключевого элемента аппарата, – трубы переменного диаметра, которая представляет собой сочленение двух конусов, соединенных горловиной (конфузорами).



Рисунок 4 – Скруббер Вентури

Такая конструкция, согласно закону Бернулли, обеспечивает значительный разгон потока частиц при его приближении к наиболее узкой части (конфузор), а затем – при движении в расширяющейся части (диффузор) – его торможение.

Принцип работы скруббера Вентури основывается на коагуляции твердых частиц при их смачивании жидкостью. Намокшие пылинки, двигаясь в газоздушном потоке, слипаются при соударении, сепарируются в уловителе и удаляются, а очищенный воздух выбрасывается в атмосферу.

Расчет скруббера Вентури проведем по методике [11], состоящей из 15 этапов.

1. Из уравнения теплового баланса, составленного для 1 м<sup>3</sup> сухого газа методом последовательных приближений, находим температуру газа, на выходе из скруббера Вентури, формула 3:

$$C_2 \cdot \rho_2 \cdot (t_2^{ex} - t_2^{blx}) + r(d_{ex} - d_{blx}) + C_{\eta}(d_{ex} \cdot t_2^{ex} - d_{blx} \cdot t_2^{blx}) > C_{ж} \cdot m(t_{ж}^{blx} \cdot t_{ж}^{ex}), \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (3)$$

где  $C_{г}$ ,  $C_{п}$ ,  $C_{ж}$  – соответственно теплоемкость газа, пара и жидкости, ккал/кг,  $^\circ\text{C}$ ; их примем  $C_{г} = 0,24$ ,  $C_{п} = 0,48$ ,  $C_{ж} = 1$  соответственно;  $\rho_{г}$  – плотность газа, кг/м<sup>3</sup> с.г.: принимаем  $\rho_{г} = 0,876$  кг/м<sup>3</sup>;  $t_{г}$ ,  $t_{ж}$  – температура газа, жидкости,  $^\circ\text{C}$ : примем  $t_{ж} = 30$   $^\circ\text{C}$  и  $t_{г} = 130$   $^\circ\text{C}$ ;  $r$  – скрытая теплота испарения, ккал/кг;  $d$  – влагосодержание газа, кг/м<sup>3</sup>: принимают  $d_{вх} = 0,5$ , тогда  $d_{вых} = 0,409$ ;  $d_{вх} = 0,4$ , тогда  $d_{вых} = 0,318$ ;  $m$  – удельный расход воды на орошение, кг/м<sup>3</sup>; вх., вых. – надстрочные индексы, относящиеся соответственно к параметрам входа и выхода трубы Вентури.

Тогда, приняв удельный расход воды на орошение равным 1,5 кг/м<sup>3</sup>, температура газа на выходе из скруббера Вентури составит:

$$0,24 \cdot 0,876 \cdot (130 - t_{г}^{вых}) + 540 \cdot (0,4 - 0,318) + 0,48 \cdot (0,4 \cdot 130 - 0,318 \cdot t_{г}^{вых}) \geq 1 \cdot 1,5 \cdot (t_{г}^{вых} - 30 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$141,5312 \text{ } ^\circ\text{C} \geq 2,19024 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot t_{г}^{вых};$$

$$t_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}} = 141,5312 / 2,19024 = 64,62 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}} \leq 64,6 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Задаваясь значением  $t_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}} = 64,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , при котором  $d_{\text{ВЫХ}} = 0,318$ , кг/м<sup>3</sup> с.г., методом последовательных приближений находим  $t_{\text{Ж}}^{\text{ВЫХ}}$ ;  $t_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}} = t_{\text{Ж}}^{\text{ВЫХ}}$ , так как потерями тепла в окружающую среду через стенки оборудования можно пренебречь.

2. Объем газа при нормальных условиях определяют по формуле 4:

$$Q_{\Gamma}^{\text{Н}} = Q_{\text{с.г.}} \cdot \frac{273}{273+t_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}}} \cdot \frac{B+P_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}}}{B}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4)$$

где  $Q_{\text{с.г.}}$  – объем газа на входе в скруббер Вентури, м<sup>3</sup>/ч;  $B$  – барометрическое давление,  $B = 760$  мм рт. ст.;  $P_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}}$  – разрежение газа перед трубой Вентури, мм рт. ст. Его принимают в диапазоне 11-13 мм рт. ст.

Рассчитаем объем газа при нормальных условиях,  $V=3,9 \text{ м}^3/\text{с} = 14040 \text{ м}^3/\text{ч}$ :

$$Q_{\Gamma}^{\text{Н}} = 14\,040 \cdot \frac{27}{273+1} \cdot \frac{760+12}{760} = 9\,661,13 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Влажосодержание на входе в трубу Вентури равно  $d_{\text{ВХ}}=400$  г/м<sup>3</sup> с.г., что соответствует температуре точки росы 72 °С (33 % влаги). Тогда объем сухого газа будет равен (формула 5):

$$Q_{\Gamma} = Q_{\Gamma}^{\text{Н}} \cdot 0,672, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (5)$$

$$Q_{\Gamma} = 9\,661,13 \cdot 0,672 = 6\,492,28 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Количество жидкости, подаваемое на трубу Вентури (формула 6):

$$G_{\text{Ж}} = m \cdot Q_{\Gamma}, \text{ кг/ч} \quad (6)$$

где  $m$  – удельный расход воды на орошение, который принимается от 0,3 до 5 кг/м<sup>3</sup>:  $m = 1,5 \text{ кг/м}^3$ .

$$G_{\text{Ж}} = 1,5 \cdot 6\,492,28 = 9\,738,42 \text{ кг/ч}.$$



5. Разность влагосодержания на входе в трубу Вентури и выходе из нее (формула 7):

$$\Delta d = d_{\text{вх}} - d_{\text{вых}}, \text{ кг/м}^3 \text{ с.г.} \quad (7)$$

$$\Delta d = 0,4 - 0,318 = 0,082 \text{ кг/м}^3 \text{ с.г.}$$

6. Количество сконденсированной влаги находится по формуле 8:

$$G_{\text{ск.вл.}} = \Delta d \cdot Q_{\text{г}}, \text{ кг/ч} \quad (8)$$

$$G_{\text{ск.вл.}} = 0,082 \cdot 6\,492,28 = 532,37 \text{ кг/ч.}$$

7. Объем сконденсированной влаги (формула 9):

$$Q_{\text{вл.}} = \frac{G_{\text{ск.вл.}}}{\rho_{\text{н.}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (9)$$

где  $\rho_{\text{н.}}$  – плотность водяного пара при нормальных условиях,  $\rho_{\text{н.}} = 0,804 \text{ кг/м}^3$ .

$$Q_{\text{вл.}} = \frac{532,37}{0,804} = 662,15 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

8. Объем газа на выходе из скруббера при нормальных условиях (формула 10):

$$Q_{\text{г.вых.}}^{\text{н}} = Q_{\text{г}}^{\text{н}} - Q_{\text{вл.}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (10)$$

$$Q_{\text{г.вых.}}^{\text{н}} = 9\,661,13 - 662,15 = 8\,998,98 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

9. Объем газа по условиям выхода из скруббера Вентури (формула 11-13):

$$Q_{\text{г}}^{\text{вых}} = Q_{\text{г.вых.}}^{\text{н}} \cdot \frac{273 + t_{\text{г.вых.}}}{273} \cdot \frac{B}{B - \frac{p_{\text{г}}}{13,6}}, \text{ м}^3/\text{ч в.г.} \quad (11)$$

$$\rho_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}} = \Delta P_{\text{Т.В.}} + \Delta P_{\text{ЦИКЛ}}, \text{ кг/м}^3 \quad (12)$$

где  $\Delta P_{\text{Т.В.}}$  – гидравлическое сопротивление трубы Вентури (формула 13).

$$\Delta P_{\text{Т.В.}} = \frac{K_T - 2,724 \cdot 10^{-3} \cdot m \cdot P_{\text{Ж}} \cdot 10}{2,724 \cdot 10^{-3}}, \text{ кг/м}^2 \quad (13)$$

где  $K_T$  – энергетические затраты на очистку  $1000 \text{ м}^3$  газа. По зависимости фракционной эффективности улавливания от энергозатрат на процесс очистки, определяем величину  $K_T = 1,25 \text{ кВт/}1000 \text{ м}^3$ ;

$m$  – величина удельного орошения, рассчитанная по температуре и давлению газа на выходе из трубы Вентури,  $\text{л/м}^3$ ;  $m = 0,6 \text{ л/м}^3$ ;

$P_{\text{Ж}}$  – давление орошающей жидкости,  $\text{кг/м}^2$ ;  $P_{\text{Ж}} = 1-3 \text{ кг/м}^2$ .

$$\Delta P_{\text{Т.В.}} = \frac{1,25 - 2,724 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6 \cdot 2 \cdot 10}{2,724 \cdot 10^{-3}} = 446,88 \text{ кг/м}^2$$

$$\Delta P_{\text{ЦИКЛ}} = 13,4 \text{ кг/м}^2$$

$$\rho_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}} = 446,88 + 13,4 = 460,28 \text{ кг/м}^3$$

Тогда объем газа по условиям выхода из скруббера Вентури составит:

$$Q_{\text{г}}^{\text{ВЫХ}} = 8\,998,98 \cdot \frac{273+6}{27} \cdot \frac{760}{760 - \frac{460,28}{13,6}} = 11\,647,10 \text{ м}^3/\text{ч в.г.}$$

10. Значение скорости газа в горловине трубы Вентури (формула 14):

$$\overline{W}_r = \sqrt{\frac{\Delta P_{\text{Т.В.}} \cdot 2g}{\rho_{\text{ВЛ.Г}}^{\text{ВЫХ}} \cdot \left( \alpha_{\text{С}} + \alpha_{\text{Ж}} \frac{m \cdot c_{\text{н}}}{\rho_{\text{ВЛ.Г}}^{\text{ВЫХ}}} \right)}, \text{ м/с} \quad (14)$$

где  $g$  – ускорение силы тяжести,  $\text{м/с}^2$ ;  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ;

$\rho_{\text{ВЛ.Г}}^{\text{ВЫХ}}$  – плотность газа при условиях (по температуре и давлению) выхода из трубы Вентури, находится по формуле 15:

$$\rho_{\text{ВЛ.Г}}^{\text{ВЫХ}} = \rho \frac{273}{273 + t_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}}} \cdot \frac{B - \frac{\rho_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}}}{13,6}}{B}, \text{ кг/м}^3 \quad (15)$$

$\xi_c$  – коэффициент гидравлического сопротивления сухой трубы Вентури, находится по формуле 16:

$$\xi_c = 0,165 + 0,034 \cdot I_r/d_r - (0,06 + 0,028 \cdot I_r/d_r) \cdot M, \quad (16)$$

где  $I_r/d_r$  – отношение длины к диаметру горловины трубы Вентури;  $I_r/d_r$  – задается от 0,15 до 3.

$M$  – число Маха (формула 17):

$$M = \frac{W_r}{386,5}, \quad (17)$$

где  $W_r$  – скорость газа в горловине. Ее зададим в пределе 120 м/с.

$\xi_{ж}$  – коэффициент гидравлического сопротивления жидкости, находится по формуле 18:

$$\xi_{ж} = 0,63 \cdot \xi_c \cdot (0,6 \cdot 10^{-3})^{-0,3}, \quad (18)$$

Найдем плотность газа при условиях (по температуре и давлению) выхода из трубы Вентури:

$$\rho_{\text{ВЛ.Г.}}^{\text{ВЫХ}} = 0,876 \cdot \frac{273}{273+64,6} \cdot \frac{760 - \frac{46,28}{13,6}}{760} = 0,677 \text{ кг/м}^3$$

Для расчета коэффициента гидравлического сопротивления сухой трубы Вентури найдем число Маха:

$$M = \frac{120}{386,5} = 0,31 \text{ м/с.}$$

$$\xi_c = 0,165 + 0,034 \cdot 2 - (0,06 + 0,028 \cdot 2) \cdot 0,31 = 0,197$$

Коэффициент гидравлического сопротивления жидкости составит:

$$\xi_{ж} = 0,63 \cdot 0,197 \cdot (0,6 \cdot 10^{-3})^{-0,3} = 1,15$$

Тогда значение скорости газа в горловине трубы Вентури равно:

$$\overline{W_r} = \sqrt{\frac{446,88 \cdot 2 \cdot 9,8}{0,677 \cdot (0,197 + 1,15 \cdot \frac{0,6 \cdot 0,804}{0,677})}} = 112,8 \text{ м/с}$$

12. При этой скорости газа в горловине трубы Вентури и  $Q_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}}$  площадь сечения горловины равна (формула 19):

$$S_{\Gamma} = \frac{Q_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}}}{W_{\Gamma} \cdot 3600}, \text{ м}^2 \quad (19)$$

$$S_{\Gamma} = \frac{11\,640,10}{11,8 \cdot 3600} = 0,03 \text{ м}^2.$$

13. Диаметр горловины (формула 20):

$$d_{\Gamma} = \sqrt{\frac{4S_{\Gamma}}{\pi}}, \text{ м} \quad (20)$$

$$d_{\Gamma} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,03}{3,14}} = 0,20 \text{ м}.$$

14. По каталогу выбираем подходящую модель скруббера Вентури.

По каталогу (приложение Б) подходит скруббер Вентури типа СВ210/120 – 1200 с расчетным диаметром горловины 210 мм.

15. Уточняем режим работы скруббера Вентури (формула 21):

$$W_r = \frac{Q_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}}}{0,785 \cdot d_{\Gamma}^2 \cdot 3600}, \text{ м/с.} \quad (21)$$

$$W_r = \frac{11\,640,10}{0,785 \cdot 0,22^2 \cdot 3600} = 103,04 \text{ м/с}.$$

Погрешность разности в скоростях расчетной и уточненной составляет 0,04 %, что вполне удовлетворяет заданной точности.

Далее рассчитаем остальные конструктивные параметры трубы Вентури.

Длина горловины находится по формуле 22:

$$l_{\Gamma} = 2 \cdot d_{\Gamma}, \quad (22)$$

$$l_r = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ м.}$$

Параметры конфузора:

Диаметр конфузора (формула 23):

$$d_k = 2,75 \cdot d_r, \quad (23)$$

Длина конфузора (формула 24):

$$l_k = \frac{d_k - d_r}{2 \tan \frac{\alpha_1}{2}}, \quad (24)$$

Параметры диффузора:

Диаметр диффузора (формула 25):

$$d_d = 1,8 \cdot d_r, \quad (25)$$

Длина диффузора (формула 26):

$$l_d = (d_d - d_r) \cdot 2 \tan \frac{\alpha_2}{2}, \quad (26)$$

Примем угол сужения конфузора  $\alpha_1 = 20^0$ ; угол расширения диффузора  $\alpha_2 = 10^0$ .

Получаем следующие параметры:

– конфузора:  $d_k = 0,55$  м;  $l_k = 0,51$  м;

– диффузора:  $d_d = 0,50$  м;  $l_d = 0,80$  м.

Исходя из полученных расчетов высота трубы Вентури составит 1,7 м. Конструкционная схема скруббера представлена на рисунке 5.

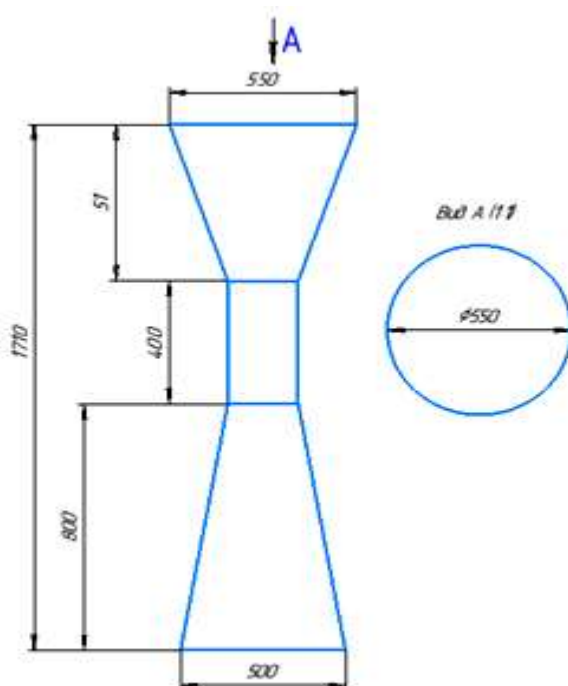


Рисунок 5 – Конструкционная схема скруббера Вентури

Таким образом, модернизация системы очистительных сооружений позволит повысить эффективность очистки выбросов загрязняющих веществ с 91 % до 99,8 %.

Также рекомендуется использовать для трубы Вентури повторное использование воды (оборотное водоснабжение), чтобы сократить объемы выброса загрязненной воды в окружающую среду и избежать выплат штрафов за нарушение норм законодательства в сфере экологии.

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

### 5.1 Промышленная безопасность

В соответствии со ст. 2 Федерального закона от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» асфальтобетонные заводы относятся к категории опасных производственных объектов (ОПО), так как дорожный битум является горючим веществом [20].

В связи с чем АО «Асфальт», эксплуатирующее опасный производственный объект (АБЗ НИККО CBD-100), выполняет целый комплекс мероприятий по промышленной безопасности, включая идентификацию, регистрацию, страхование опасного производственного объекта, подготовку и аттестацию работников в области промышленной безопасности, проведение производственного контроля и другие мероприятия.

Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» обязывает организации среди прочих требований:

- обеспечивать укомплектованность штатов работников ОПО в соответствии с установленными требованиями;
- допускать к работе на ОПО лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной работе;
- обеспечивать проведение подготовки и аттестации работников в области промышленной безопасности.

Основную роль в обеспечении промбезопасности в компании играют сами работники организаций. Уровень их знаний и навыков в области безопасного выполнения работ, а также дисциплинированность в соблюдении действующих требований определяют степень безопасности в компании.

Рабочие и служащие АБЗ обязаны: полностью соблюдать требования по технике безопасности, производственной санитарии и противопожарной охране, предусмотренные соответствующими правилами и инструкциями; пользо-

ваться выданной спецодеждой и предохранительными приспособлениями; содержать в порядке и чистоте свое рабочее место (согласно СНиП 12-03-2001).

Пожарная безопасность объекта – это состояние объекта, при котором с регламентируемой вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Обобщение статистических данных о пожаре показывает, что на территории завода основными причинами пожаров и загораний являются:

- короткое замыкание неисправной электропроводки;
- курение в неположенных и необорудованных местах;
- нарушения правил противопожарного режима;
- механические искры при эксплуатации неисправного оборудования.

Все места АБЗ, опасные в пожарном состоянии (асфальтобетонные установки, битумоплавильные установки, битумохранилища), снабжены щитами с противопожарным инвентарем и оборудованием, огнетушителями с заряженными баллонами, водоемами, рукавами с брандспойтами насосами для подачи воды, ящиками с сухим чистым песком с закрывающимися крышками.

## **5.2 Производственные факторы**

Вредный производственный фактор – это фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего, при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.), может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

Опасный производственный фактор – это фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти.

В зависимости от количественной характеристики и продолжительности действия отдельные вредные производственные факторы могут стать опасными.

Вредными производственными факторами могут быть [12]:



- 1) физические;
- 2) химические;
- 3) биологические;
- 4) фактор трудового процесса (тяжесть, напряженность труда);
- 5) травмоопасный фактор.

Во время работы АБЗ на работников могут оказывать неблагоприятное воздействие следующие опасные и вредные производственные факторы:

- неудовлетворительные микроклиматические условия в рабочем помещении;
- химические факторы и АПФД;
- недостаточная освещенность рабочего места (рабочей зоны);
- шум и вибрация;
- тяжесть и напряженность трудового процесса.

К поступающим в биосферу веществам, оказывающим негативное воздействие на организм человека, в первую очередь, относятся углеводороды, диоксид серы, монооксид углерода, оксиды азота, сажа.

Аэрозоли, образующиеся в процессе производства, оказывают как прямое, так и косвенное влияние на здоровье людей. Косвенное воздействие: уменьшение поступления на земную поверхность биологически активного УФ-излучения, необходимого для поддержания нормальной температуры человеческого тела и для образования витамина D<sub>3</sub>, приводит к недостатку этого витамина в организме. Кроме того, УФ-излучение уничтожает микроорганизмы и оказывает стерилизующее действие. Уменьшение доли УФ-лучей в пыльной атмосфере повышает вероятность инфекционных бактериальных заболеваний.

Прямое воздействие аэрозольных частиц проявляется в возникновении ряда специфических заболеваний дыхательных путей. Частота респираторных заболеваний, инфекций, таких как катары верхних дыхательных путей и бронхит, возрастает при увеличении содержания твердых частиц в воздухе.

Присутствие твердых частиц в воздухе вместе с оксидами серы очень опасно. Сульфатные частицы имеют минимальные размеры и легко проникают

в легкие. Вследствие своих малых размеров эти частицы дольше, чем частицы больших размеров, остаются взвешенными в воздухе, переносясь на большие расстояния, измеряемыми сотнями километров.

Отметим, что технологические операции приготовления асфальтобетонной смеси сопровождаются шумом, часто превышающим установленные нормы. Методы снижения шума заключаются в следующем: уменьшении шума в источнике его образования путем звукопоглощения, звукоизоляции; удалении по возможности самого источника; применении индивидуальных средств защиты от шума.

Таким образом, асфальтобетонные заводы, являясь источником загрязнения окружающей среды, негативно влияет на здоровье человека, приводя к развитию всевозможных заболеваний и отравлений.

Таблица 5 – Фактические и нормативные значения измеряемых параметров

Наименование рабочего места, фактора	Источник вредных веществ	Фактическое значение	ПДК	Класс условий труда	Время, %
<b>Водитель погрузчика ТСМ 1500</b>	Двигатель погрузчика			<b>2</b>	
<b>Кабина погрузчика</b>					
Азота оксиды (в пересчете на NO <sub>2</sub> ), мг/м <sup>3</sup>		1.0	5	2	60
Углерод оксид, мг/м <sup>3</sup>		ННПО*	20	2	60
Углеводороды алифатические предельные C1-10 (в пересчете на C), мг/м <sup>3</sup>		50	900/300	2	60
Проп-2-ен-1-аль (Пропан-2-ен-1-аль; Акролеин), мг/м <sup>3</sup>		ННПО	0.2	2	60
<b>Машинист перегружателей (на перегрузке цемента)</b>	Растарка цемента			<b>3.1</b>	
<b>Зона растарки цемента</b>					
Силикатсодержащие пыли, силикаты, алюмосиликаты) высокоглиноземистая огнеупорная глина, цемент, оливин, апатит, глина, мг/м <sup>3</sup>		13,75	-/8	3.1	70

\* - ниже нижнего предела обнаружения

В таблице 5 приведены результаты исследований (испытаний) и измерений химического фактора и АПДФ для двух работников АБЗ НИККО CBD-100.

Как видим, химические факторы находятся в допустимых пределах, но являются одними из главных параметров, определяющих условия труда работников на АБЗ.

### **5.3 Охрана труда**

Основные мероприятия по охране труда, проводимые ежегодно на АБЗ АО «Асфальт»:

- комплексные и целевые проверки состояния охраны труда в подразделениях филиалов;
- проверки рабочих мест и бригад, контроль приема-сдачи смены;
- инструктажи и опросы персонала;
- обучение, повышение квалификации, специальная подготовка персонала;
- обеспечение персонала необходимыми средствами индивидуальной защиты, приспособлениями, специальной одеждой и спецобувью в соответствии с Приказом Минздравсоцразвития России от 01.06.2009 № 290н «Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты»;
- повышенная оплата труда работников;
- проведение медицинских осмотров;
- предоставление ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска;
- выдача молока или других равноценных пищевых продуктов;
- организация рациональных режимов труда и отдыха.

В соответствии с ч. 1 ст. 217 Трудового Кодекса РФ в АО «Асфальт» имеется служба охраны труда. Данной службой руководит главный инженер по охране труда – начальник службы.

Кроме того, во исполнение требований ФЗ от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» в АО «Асфальт» проведена специальная оценка условий труда (далее СОУТ) на всех рабочих местах [21].

Специальная оценка условий труда – это совокупный комплекс мероприятий, который включает в себя проверку соответствия условий труда на рабо-

чих местах нормативным требованиям охраны труда и в случае их несоответствия – разработку и осуществление мероприятий по доведению условий труда до нормативных требований, а также предоставление работникам, занятым на рабочих местах с вредными условиями труда, соответствующей компенсации за наносимый ущерб их здоровью [5].

Сводная ведомость результатов проведения СОУТ по УПСМ представлена в Приложении В.

Основные классы условий труда работников АБЗ: 2, 3.1 и 3.2.

В таблице 6 приведена оценка условий труда по вредным (опасным) факторам для двух работников АБЗ NIKKO CVD-100.

Таблица 6 – Оценка условий труда по вредным (опасным) факторам

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда	
	Оператор пульта управления в производстве строительных изделий	Водитель погрузчика ТСМ 1500
Химический	-	2
Биологический	-	-
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	-	-
Шум	-	3.1
Инфразвук	-	-
Ультразвук воздушный	-	-
Вибрация общая	-	2
Вибрация локальная	-	2
Неионизирующие излучения	-	-
Ионизирующие излучения	-	-
Параметры микроклимата	-	-
Параметры световой среды	2	-
Тяжесть трудового процесса	-	1
Напряженность трудового процесса	1	1
<b>Итоговый класс (подкласс) условий труда</b>	<b>2</b>	<b>3.1</b>

Как видим, по данным должностям необходимо осуществлять мероприятия по улучшению условий труда и соблюдать требования по подбору работников и организации режима труда и отдыха.

Для организации оптимального режима труда и отдыха предлагаем ввести проведение физкультурных минуток (пауз) для работников АБЗ. Они поз-

воляют сохранять на высоком уровне до конца рабочей смены работоспособность и увеличивать производительность труда примерно на 6 %-7 % [27].

Приведем комплекс производственной гимнастики для оператора пульта управления (2 класс труда):

а) *Гимнастика для глаз*: осуществлять расслабляющие движения верхнего века, поочередно переводить внимание на близко находящийся и удаленный предмет, осуществить «моргание» глазами и вновь расслабляющие движения для верхнего века глаз;

б) *Гимнастика для тела*:

1) исходное положение (далее – И.П.) – стойка ноги врозь, руки на пояс. Выполнять наклоны головы вправо, влево, вперед и назад – 4-6 раз;

2) И.П. – стойка ноги врозь, руки на пояс. Выполнять повороты головы вправо и влево – 4-6 раз;

3) И.П. – стойка ноги врозь. Правая рука находится перед собой влево, левая рука выполняет растягивающее движение, потом вернуться в И.П., то же другой рукой – 3-4 повторения;

4) И.П. – широкая стойка, руки на пояс. Выполнять наклон туловища влево, правая рука вверх, потом вернуться в И.П., то же влево – 4-6 повторений;

5) И.П. – сед, руки на колени. Выполнять поворот туловища вправо, доставая левой рукой спинки стула, потом вернуться в И.П., то же влево – 4-6 повторений;

6) И.П. – стойка ноги врозь. Выполнять присед, руки вперед – 4-6 раз.

Далее представим комплекс производственной гимнастики для водителя погрузчика (3.1 класс труда):

1) И.П. – стойка ноги врозь, руки на пояс. Выполнять наклоны головы вправо, влево, вперед и назад – 4-6 раз;

2) И.П. – широкая стойка. Выполнять наклоны вправо, руки в стороны, потом вернуться в И.П., то же влево – 4-6 раз;

3) И.П. – стойка ноги врозь руки вперед, ладони друг к другу. Выполнять

поворот туловища влево, руки в стороны, потом вернуться в И.П., то же вправо – 6-8 повторений;

4) И.П. – основная стойка. Выполнять выпад вправо, полуприсед на левой ноге, потом вернуться в И.П., то же влево – 3-4 раза;

5) И.П. – стойка, руки в стороны. Выполнять подъем правой ноги к противоположной руке, рука сгибается в локтевом суставе, потом вернуться в И.П., то же левой ногой – 6-8 раз;

6) И.П. – стойка ноги врозь. Выполнять присед, руки вперед – 4-6 раз;

7) бег на месте – 25-30 сек.

## 6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Предложенное мероприятие по уменьшению воздействия АБЗ на атмосферный воздух требует осуществления капитальных затрат, которые рассчитываются по формуле 27:

$$K = C_{об} + T_p + Z_{смр} + C_{пл}, \quad (27)$$

где  $K$  – единовременные капитальные затраты, руб.;  $C_{об}$  – стоимость оборудования, руб.;  $T_p$  – транспортные расходы, руб.;  $Z_{смр}$  – затраты на строительные-монтажные работы, руб.;  $C_{пл}$  – аренда (стоимость) производственной площади, руб.

Расчет капитальных затрат на внедрение на АБЗ НИККО CBD-100 скруббера Вентури представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет капитальных затрат на внедрение скруббера Вентури

Наименование статьи затрат	Сумма, руб.
Стоимость скруббера Вентури	190 000,0
Транспортные расходы на доставку	58 000,0
Расходы на монтаж оборудования	20 000,0
<b>Итого затрат</b>	<b>268 000,0</b>

Согласно полученным расчетам, общие затраты на модернизацию системы очистки выбросов на АБЗ составит 268 000 руб.

Экономический эффект мероприятия состоит в сокращении расходов предприятия на платежи за негативное воздействие на окружающую среду.

В настоящее время по каждому загрязняющему веществу установлена ставка платы за негативное воздействие на окружающую среду (далее – НВОС) [22]. В таблице 8 представлена информация о ставках для загрязняющих веществ, которые выбрасываются в атмосферу на АБЗ.

Таблица 8 – Ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду стационарными источниками

Загрязняющее вещество		Ставки платы за 1 тонну загрязняющих веществ (отходов производства и потребления), руб.
код	наименование	
0123	Железа оксид	1369,7
0301	Азота диоксид	138,8
0304	Азота оксид	93,5
0328	Сажа	15,1
0330	Сера диоксид	45,4
0337	Оксид углерода	1,6
0616	Ксилол	29,9
0621	Метилбензол	9,9
1042	Бутиловый спирт	56,1
1119	Этилцеллозольв	56,1
1210	Бутилацетат	56,1
1401	Ацетон	16,6
2732	Керосин	6,7
2752	Уайт-спирит	6,7
2754	Углеводороды пр. C12-19	10,8
2902	Взвешенные вещества	36,6
2908	Пыль неорганич. 70-20 %	56,1

В 2021 году указанные ставки применяются с дополнительным коэффициентом 1,08. Произведем расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду, которое оказывает АБЗ в настоящее время, используя формулу 28:

$$P_{\text{НВ}} = \sum M_i \cdot C_i \cdot K, \quad (28)$$

где  $P_{\text{НВ}}$  – размер платы за НВОС;  $M_i$  – платежная база за выброс  $i$ -го загрязняющего вещества;  $C_i$  – ставка платы за выброс  $i$ -го загрязняющего вещества;  $K$  – дополнительный коэффициент.

Результаты расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду АБЗ НИККО СВД-100 с учетом установки скруббера Вентури представлены в таблице 9.



Таблица 9 – Расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду  
АБЗ НИККО CBD-100

Загрязняющее вещество		Суммарный выброс вещества, т/год	Плата за выбросы в ат- мосферу, руб.
код	наименование		
0123	Железа оксид	0,0263	38,90
0301	Азота диоксид	6,484	971,98
0304	Азота оксид	1,0536	106,39
0328	Сажа	0,9953	16,23
0330	Сера диоксид	2,7077	132,76
0337	Оксид углерода	9,5905	16,57
0616	Ксилол	0,0675	2,18
0621	Метилбензол	0,25	2,67
1042	Бутиловый спирт	0,075	4,54
1119	Этилцеллозольв	0,04	2,42
1210	Бутилацетат	0,05	3,03
1401	Ацетон	0,035	0,63
2732	Керосин	1,3879	10,04
2752	Уайт-спирит	0,0675	0,49
2754	Углеводороды пр. С12-19	5,2397	61,12
2902	Взвешенные вещества	0,0198	0,78
2908	Пыль неорганич. 70-20 %	0,9238	55,97
<b>Итого</b>			<b>1 426,72</b>

После модернизации системы очистки выбросов на АБЗ НИККО CBD-100 ее эффективность, как отмечалось ранее, повысится на 8,8 % до 99,8 %. Следовательно, объемы выбросов загрязняющих веществ уменьшатся, и как следствие, снизится размер платы за НВОС.

По формуле 29 произведем расчет новых размеров выбросов вредных веществ и найдем сумму платы за НВОС:

$$M_{\text{н}} = \frac{M}{I} \cdot K_{\text{п}}, \quad (29)$$

где  $M_{\text{н}}$  – новый размер валового выброса загрязняющего вещества, т/год;  
 $I$  – процент недоочистки;  $K_{\text{п}}$  – поправочный коэффициент (новое значение коэффициента недоочистки).

Результаты расчетов представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет новой платы за негативное воздействие на окружающую среду АБЗ NIKKO CBD-100

Загрязняющее вещество		Суммарный выброс вещества, т/год	Плата за выбросы в атмосферу, руб.
код	наименование		
0123	Железа оксид	0,0058	8,65
0301	Азота диоксид	1,4409	215,99
0304	Азота оксид	0,2341	23,64
0328	Сажа	0,2212	3,61
0330	Сера диоксид	0,6017	29,50
0337	Оксид углерода	2,1312	3,68
0616	Ксилол	0,0150	0,48
0621	Метилбензол	0,0556	0,59
1042	Бутиловый спирт	0,0167	1,01
1119	Этилцеллозольв	0,0089	0,54
1210	Бутилацетат	0,0111	0,67
1401	Ацетон	0,0078	0,14
2732	Керосин	0,3084	2,23
2752	Уайт-спирит	0,0150	0,11
2754	Углеводороды пр. C12-19	1,1644	13,58
2902	Взвешенные вещества	0,0044	0,17
2908	Пыль неорганич. 70-20 %	0,2053	12,44
<b>Итого</b>			<b>317,05</b>

Как видим, установка дополнительного очистного сооружения – скруббера Вентури – приведет к снижению платы за НВОС на 88 %. Она составит 327,1 руб. в год. Ежегодный чистый доход (результат) будет равен 1109,67 руб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выпускной квалификационной работы был проведен анализ воздействия выбросов асфальтобетонного завода «НИККО CBD-100» АО «Асфальт» на атмосферный воздух и разработаны мероприятия по его защите.

Асфальтобетонный завод НИККО CBD-100 АО «Асфальт» специализируется на производстве товарного бетона, асфальтобетона и щебня. Его производительность составляет 100 т/час готовой асфальтобетонной смеси.

АБЗ НИККО CBD-100 спроектирован и построен с учетом санитарно-гигиенических требований и имеет установленные границы санитарно-защитной зоны. На АБЗ предусмотрена двухуровневая система очистки выбросов: сухой пылесборник + камера рукавных фильтров. Коэффициент очистки равен 91 %.

Анализ расчетов приземных концентраций выявил, что АБЗ является источником воздействия на среду обитания по диоксиду азота (0301), диоксиду серы (0330), углеводородам предельным C12-19 (2754), пыли неорганической (2908), 31 и 41 группам суммации, вклад которых в загрязнение атмосферного воздуха на границе ближайшей жилой застройки превышает 0,1 ПДК.

Также, согласно полученным результатам, наблюдается превышение ПДК на территории Благовещенского АБЗ по диоксиду азота, ксилолу, метилбензолу, бутиловому спирту, уксусной кислоте, углеводородам предельным C12-19, пыли неорганической (70-20 % двуокиси кремния), 31 и 41 группам суммации.

Для снижения негативного влияния АБЗ на атмосферный воздух предложены мероприятия по уменьшению организованных и неорганизованных выбросов загрязняющих веществ.

По результатам расчетов подобран скруббер Вентури типа СВ 210/120-1200 с производительностью 7-2 тыс. м<sup>3</sup>/ч. Он повысит эффективность очистки выбросов АБЗ НИККО CBD-100 до 99,8 %: объемы выбросов загрязняющих веществ уменьшатся с 29,01 т до 6,45 т. Также произведены расчеты основных параметров трубы скруббера и построена ее конструктивная схема.

Кроме того, дана рекомендация по использованию для трубы Вентури повторного использования воды (оборотного водоснабжения), чтобы сократить объемы выброса загрязненной воды в окружающую среду и избежать выплат штрафов за нарушение норм законодательства в сфере экологии.

Более того, для организации оптимального режима труда и отдыха предложены комплексы упражнений для проведения физкультурных минуток (пауз) для работников АБЗ.

Согласно технико-экономическому обоснованию, для реализации предложенной модернизации системы очистки выбросов на АБЗ потребуется 268,0 тыс. руб. При этом предприятие снизит плату за НВОС на 1109,67 руб.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Акционерное общество «Асфальт» [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: <http://www.asfalt-amur.ru>. – 07.05.2021.
- 2 Асфальтобетонные заводы: загрязняющие вещества и технология очистки [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: <http://www.os1.ru>. – 10.05.2021.
- 3 Ахметзянов, Р.Р. Оценка влияния асфальтобетонного завода на качество атмосферного воздуха / Р.Р. Ахметзянов // YOUNG ELPIТ: международный инновационный форум молодых ученых в рамках VI международного экологического конгресса. – 2017. – № 1. – С. 20-25.
- 4 Баздарев, Д.А. Очистка выбросов асфальтобетонного завода / Д.А. Баздарев // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности: материалы VI Всероссийской научно-технической конференции молодых исследователей. – 2019. – № 1. – С. 122-124.
- 5 Беляков, Г.И. Охрана труда и техника безопасности: учебник / Г.И. Беляков. – 4-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 360 с.
- 6 Беляков, Г.И. Пожарная безопасность: учебное пособие / Г.И. Беляков. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 143 с.
- 7 Бурлака, С.Д. Анализ проблем экологической безопасности технологических процессов на асфальтобетонных заводах / С.Д. Бурлака // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КУБГТУ». – 2020. – № 1. – С. 75-82.
- 8 Долгушева, А.В. Методическое пособие для выполнения экономического раздела бакалаврской работы для студентов направления 20.03.01 «Техносферная безопасность» / А.В. Долгушева. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2017. – 52 с.
- 9 Завертаная, Е.И. Управление качеством в области охраны труда и предупреждения профессиональных заболеваний: учебное пособие / Е.И. Завертаная. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 313 с.

10 Зудова, Т.А. Влияние выбросов асфальтобетонного завода на загрязнение приземных слоев атмосферы / Т.А. Зудова, Е.Г. Климентова, В.Н. Филиппов // Экология промышленного производства. – 2016. – № 1. – С. 7-10.

11 Каракеян, В.И. Процессы и аппараты защиты окружающей среды в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для вузов / В.И. Каракеян, В.Б. Кольцов, О.В. Кондратьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Изд-во Юрайт, 2020. – 277 с.

12 Карнаух, Н.Н. Охрана труда: учебник / Н.Н. Карнаух. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 380 с.

13 Лупанов, А.П. Переработка асфальтобетона на АБЗ / А.П. Лупанов. – Москва: Изд-во Экон-Информ, 2017. – 212 с.

14 Лупанов, А.П. Обеспечение экологической безопасности при производстве асфальтобетонных смесей на асфальтобетонном заводе АБЗ / А.П. Лупанов, О.Н. Ильина // Известия КСАГУ. – 2017. – № 1. – С. 1-8.

15 Неклюдов, А.В. Оценка современных условий обеспечения безопасности сложных промышленных объектов / А.В. Неклюдов // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2018. – № 2. – С. 5-14.

16 Об охране атмосферного воздуха [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 96-ФЗ от 04.05.1999 (ред. от 08.12.2020). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

17 Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ № 2398 от 31.12.2020. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

18 Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты [Электронный ресурс]: Приказ Минздравсоцразвития России от № 290н 01.06.2009 (ред. от 12.01.2015). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

19 О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зо-

ны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [Электронный ресурс]: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 74 от 25.09.2007 (ред. от 25.04.2014). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

20 О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 (ред. от 08.12.2020). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

21 О специальной оценке условий труда [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013 (ред. от 30.12.2020). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

22 О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ № 913 от 13.09.2016. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

23 Очистка дымовых газов, методы и установки для сухой и мокрой фильтрации воздуха от газовых, аэрозольных и твердых выбросов [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Режим доступа: <https://очистка-газов.рф>. – 16.05.2021.

24 Спецификация на установку по изготовлению асфальтной смеси: модель CVD-100ABD. – Japan: NIKKO CO., LTD, – 2019. – 24 с.

25 Трудовой Кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: № 197-ФЗ от 30.12.2001 (ред. от 20.04.2021). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

26 Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО 2017) [Электронный ресурс]: Приказ Росприроднадзора № 242 от 22.05.2017 (ред. от 02.11.2018). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

27 Производственная гимнастика с учетом факторов трудового процесса: методическое пособие / Т.Н. Шутова [и др.]. – М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2018. – 236 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Метеорологические характеристики для расчета загрязнения атмосферы

Таблица А.1 – Метеорологические характеристики для расчета приземных концентраций загрязняющих веществ

<b>Наименование характеристики</b>	<b>Величина</b>
Коэффициент, зависящий от сертификации атмосферы, А	200
Коэффициент рельефа местности в городе	1,00
Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, °С	27,00
Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее холодного месяца года, °С	-24,1
Среднегодовая роза ветров, %:	
С	18,0
СВ	9,0
В	4,0
ЮВ	8,0
Ю	13,0
ЮЗ	8,0
З	10,0
СЗ	30,0
Среднегодовая скорость ветра, м/с	2,0
Скорость ветра, повторяемость превышения которой составляет 5 %, м/с	6,0



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Каталог скрубберов Вентури

Таблица Б.1 – Техническая характеристика скрубберов Вентури с кольцевой горловиной

Показатели	СВ150/90-800	СВ210/120-1200	СВ300/180-1600	СВ400/250-2200	СВ900/820-1600	СВ1020/920-2000	СВ1150/1020-2400	СВ1380/1220-2000	СВ1620/1420-2400	СВ1800/1620-2800
Производительность, тыс. м <sup>3</sup> /ч										
максимальная	7	15	30	50	80	120	180	240	340	500
минимальная	2	7	15	30	50	80	120	160	240	340
Высота скруббера, мм	4095	4980	6205	7400	9160	11060	13165	11060	13165	14880
Размеры трубы-распылителя, мм										
диаметр горловины	150	210	300	400	900	1020	1150	1380	1620	1800
диаметр обтекателя	90	120	180	250	820	920	1020	1220	1420	1620
ход обтекателя	250	250	350	350	150	185	212	245	350	400
Число каплеуловителей, шт	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Диаметр каплеуловителя, мм	800	1200	1600	2200	1600	2000	2400	2000	2400	2800
Скорость газов в свободном сечении каплеуловителя, м/с										
максимальная	5,0	5,0	5,0	5,0	11,0	10,6	11,0	10,6	10,4	11,3
минимальная	1,0	2,3	2,5	3,0	6,9	7,1	7,4	7,1	7,4	7,7
Масса, т	1,14	1,90	3,70	6,63	8,06	10,73	14,17	19,96	27,00	34,47

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Сводная ведомость результатов проведения СОУТ

Таблица В.1 – Сводная ведомость результатов проведения СОУТ на АБЗ

№ п/п	Профессия/должность работника	Классы (подклассы) условий труда														Итоговый класс (подкласс) условий труда	Повышенный размер оплаты труда	Ежегодный доп. оплачиваемый отпуск	Сокращенная продолжительность рабочего времени	Молоко или другие равноценные продукты	Лечебно-профилактическое питание	Льготное пенсионное обеспечение
		химический	биологический	АПФД	шум	инфразвук	ультразвук воздушный	вибрация общая	вибрация локальная	неионизирующие излучения	ионизирующие излучения	микроклимат	световая среда	тяжесть трудового процесса	напряженность трудового процесса							
1	Главный механик	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
2	Оператор технологической установки	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
3	Дробильщик	-	-	3.1	3.2	-	-	2	-	-	-	-	2	2	3.2	Да	Да	Нет	Да	Нет	Нет	
4	Слесарь-ремонтник	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-	2	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	
5	Бетонщик	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	
6	Специалист АСУ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	
7	Электрогазосварщик	3.2	-	-	2	-	-	-	-	3.1	-	-	3.1	-	3.2	Да	Да	Нет	Да	Нет	Да	

## Общие сведения об объекте исследования

1

Процесс приготовления асфальтобетонной смеси включает несколько этапов:

- 1) подготовка минеральных материалов (подача погрузчиком или экскаватором минеральных материалов со склада к смесителю; подача песка щебня в сушильный барабан; просушка и нагрев минеральных материалов; разделение их по фракции; точное окончательное дозирование щебня, песка, порошка);
- 2) подготовка битума (подача из хранилища в битумоплавулку, удаление влаги, нагрев до рабочей температуры, дозирование подогретого битума);
- 3) перемешивание минеральных материалов с битумом;
- 4) выгрузка готовой асфальтобетонной смеси в накопительный бункер или автомобиль.

Схематично данный процесс изображен на рисунке 3.

Также в технологический процесс приготовления асфальтобетона входит еще ряд операций, которые связаны с приготовлением и переработкой отдельных материалов, а также погрузочно-разгрузочные и транспортные операции.

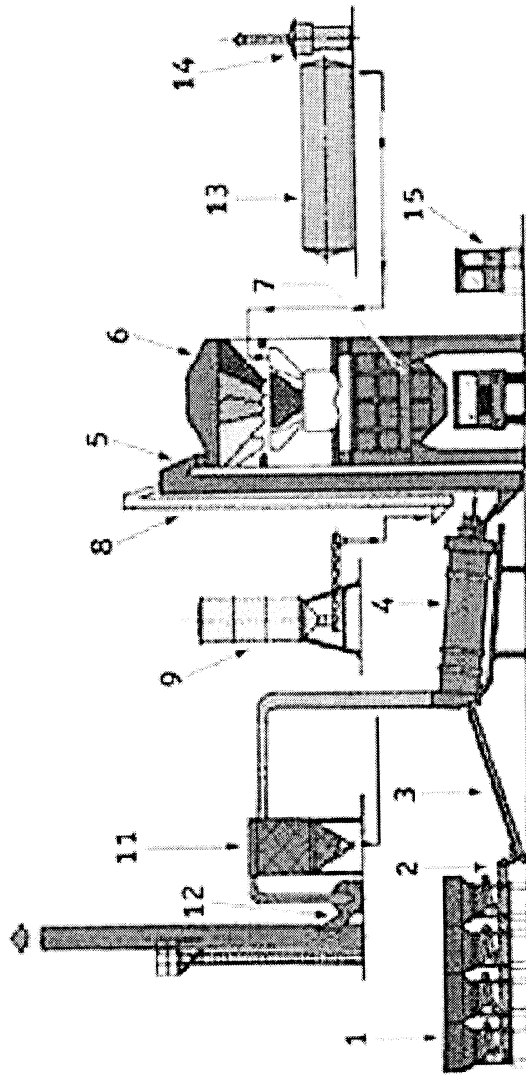


Рисунок 3 – Технологическая схема получения асфальтобетонной смеси:  
 1 – бункеры-дозаторы; 2 – сборный конвейер; 3 – конвейер с контролем влажности; 4 – сушильно-смесительный барабан; 5 – грохот; 6 – смесительная зона; 7 – накопительный бункер; 8 – конвейер; 9 – силос минерального порошка; 11 – пылеуловитель и силос пыли; 12 – пылесос-вентилятор; 13 – битумный бак-цистерна; 14 – нагреватель масла; 15 – кабина управления.

ВКР 171966 2003.01.СХ		11	
№ п/п	Имя	Фамилия	Подпись
1	Иванов	Иван	
2	Петров	Петр	
3	Сидоров	Сидор	
4	Смирнов	Смирнов	
5	Климов	Климов	
6	Куликов	Куликов	
7	Левченко	Левченко	
8	Михайлов	Михайлов	
9	Новиков	Новиков	
10	Орлов	Орлов	
11	Попов	Попов	
12	Рябенко	Рябенко	
13	Савин	Савин	
14	Соловьев	Соловьев	
15	Тихонов	Тихонов	
16	Федотов	Федотов	
17	Харин	Харин	
18	Цыганков	Цыганков	
19	Чайков	Чайков	
20	Шаров	Шаров	
21	Шевченко	Шевченко	
22	Щербина	Щербина	
23	Юрьев	Юрьев	
24	Яковлев	Яковлев	
25	Яковлев	Яковлев	
26	Яковлев	Яковлев	
27	Яковлев	Яковлев	
28	Яковлев	Яковлев	
29	Яковлев	Яковлев	
30	Яковлев	Яковлев	

# Общий анализ воздействия на атмосферный воздух

Источники выделения и выбросов вредных веществ на АБЗ НИККО СВД-100

Название участка	Источники выделения	Источники выбросов
Холодная секция	Наклонный ленточный конвейер	Неорганизованные выбросы
Секция сушки	Сушильный барабан	Дымовая труба
Секция сбора пыли	Ротор подачи пыли, дымоход	
Секция смешивания	Горячий дунжер	
Секция подачи инертных	Горизонтальный ленточный конвейер	Неорганизованные выбросы
Автотранспорт	Двигатель	Выхлопная труба

## Концентрации загрязняющих веществ в приземном слое

Код	Наименование примеси	Концентрация загрязнений в приземном слое в долях ПДК			Вклад источников в загрязнение на границе ЖЗ
		Фонная концентрация (ПДК)	Макс. концентрация	Макс. Концентрация на границе ЖЗ	
0123	Железа оксид	0,20	0,352	0,204	0,004
0301	Азота диоксид	0,40	1,628	0,790	0,390
0304	Азота оксид	0,20	0,299	0,213	0,013
0328	Сажа	0,20	0,529	0,262	0,062
0330	Сера диоксид	0,20	0,359	0,188	0,166
0337	Оксид углерода	0,58	0,656	0,621	0,041
0616	Ксилол	0,20	1,425	0,211	0,011
0621	Метилбензол	0,20	1,411	0,211	0,011
1042	Бутиловый спирт	0,20	2,376	0,219	0,019
1119	Этилцеллозоль	0,20	0,365	0,201	0,001
1210	Бутилацетат	0,20	1,651	0,213	0,013
1401	Ацетон	0,20	0,490	0,202	0,002
2732	Керосин	0,20	0,250	0,208	0,008
2752	Уайт-спирит	0,20	0,445	0,202	0,002
2754	Углеводороды пр. С12-19	0,20	13,864	0,472	0,272
2902	Взвешенные вещества	0,20	0,606	0,201	0,001
2908	Пыль неорганич. 70-20 %	0,20	4,087	0,356	0,156
31 гр	Азота диоксид + Сера диоксид	0,40	1,235	0,733	0,333
41 гр	Оксид углерода + Пыль неорганич. 70-20 %	0,58	4,499	0,778	0,198

## Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

код	Загрязняющее вещество	Класс опасности	ПДКс.с., ПДКмакс., ОБСЗВ**, мг/м³	Суммарный выброс вещества	
				г/с	т/год
0123	Железа оксид	3	0,04	0,0127	0,0263
0301	Азота диоксид	3	0,04	15,403	6,4840
0304	Азота оксид	3	0,06	0,2502	1,0536
0328	Сажа	3	0,05	0,1027	0,9953
0330	Сера диоксид	3	0,05	1,6381	2,7077
0337	Оксид углерода	4	3,00	4,0197	9,5905
0616	Ксилол	3	0,2*	0,0104	0,0675
0621	Метилбензол	3	0,6*	0,0309	0,2500
1042	Бутиловый спирт	3	0,1*	0,0093	0,075
1119	Этилцеллозоль	-	0,7**	0,0049	0,0400
1210	Бутилацетат	4	0,1*	0,0062	0,0500
1401	Ацетон	4	0,35*	0,0043	0,0350
2732	Керосин	-	1,2**	0,2195	1,3879
2752	Уайт-спирит	-	1**	0,104	0,0675
2754	Углеводороды пр. С12-19	4	1*	1,3976	5,2397
2902	Взвешенные вещества	3	0,15	0,0061	0,0198
2908	Пыль неорганич. 70-20 %	3	0,10	0,4129	0,9238
Всего веществ				9,677	29,064
в том числе твердых				4	2,016
жидких/газообразных				13	27,048

ВКР 171966 200301 СХ

№ документа	171966	№ документа	200301
Дата	17.08.2017	Дата	17.08.2017
Исполнитель	И.И.И.	Исполнитель	И.И.И.
Проверенный	И.И.И.	Проверенный	И.И.И.
Согласованный	И.И.И.	Согласованный	И.И.И.
Утвержденный	И.И.И.	Утвержденный	И.И.И.

АМУС группа 719-00

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ АТМОСФЕРЫ, ПРОВОДИМЫЕ НА АБЗ

Группа	Мероприятия
Организационные	<ul style="list-style-type: none"> <li>- мониторинг выбросов от источников загрязнения;</li> <li>- контроль за качеством атмосферного воздуха на границе СЗЗ;</li> <li>- проведение инвентаризации выбросов вредных загрязняющих веществ;</li> <li>- запрет мойки машин и механизмов, слюба горюче-смазочных материалов на территории объекта;</li> <li>- недопущение работы двигателей машин вхолостую во время их стоянки и механизмов с двигателями внутреннего сгорания;</li> <li>- контроль за техническим состоянием техники, своевременный технический осмотр и ее ремонт;</li> </ul>
Технологические	<ul style="list-style-type: none"> <li>- защита от коррозии технологического оборудования путем нанесения антикоррозионных покрытий;</li> <li>- оснащение оборудования контрольно-измерительными приборами и системами автоматизации для предупреждения аварийных ситуаций, а также уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за счет точного соблюдения заданных технологических параметров;</li> </ul>
Инженерно-технические	<ul style="list-style-type: none"> <li>- в период проведения ремонтных работ — использование запорно-регулирующей арматуры и технологического оборудования, соответствующих параметрам рабочего процесса и коррозионной активности среды.</li> </ul>

ВКР 171966 200301 СХ	
№ п/п	Исполнитель
1	И.И.И.
2	И.И.И.
3	И.И.И.
4	И.И.И.
5	И.И.И.
6	И.И.И.
7	И.И.И.
8	И.И.И.
9	И.И.И.
10	И.И.И.
11	И.И.И.
12	И.И.И.
13	И.И.И.
14	И.И.И.
15	И.И.И.
16	И.И.И.
17	И.И.И.
18	И.И.И.
19	И.И.И.
20	И.И.И.
21	И.И.И.
22	И.И.И.
23	И.И.И.
24	И.И.И.
25	И.И.И.
26	И.И.И.
27	И.И.И.
28	И.И.И.
29	И.И.И.
30	И.И.И.
31	И.И.И.
32	И.И.И.
33	И.И.И.
34	И.И.И.
35	И.И.И.
36	И.И.И.
37	И.И.И.
38	И.И.И.
39	И.И.И.
40	И.И.И.
41	И.И.И.
42	И.И.И.
43	И.И.И.
44	И.И.И.
45	И.И.И.
46	И.И.И.
47	И.И.И.
48	И.И.И.
49	И.И.И.
50	И.И.И.
51	И.И.И.
52	И.И.И.
53	И.И.И.
54	И.И.И.
55	И.И.И.
56	И.И.И.
57	И.И.И.
58	И.И.И.
59	И.И.И.
60	И.И.И.
61	И.И.И.
62	И.И.И.
63	И.И.И.
64	И.И.И.
65	И.И.И.
66	И.И.И.
67	И.И.И.
68	И.И.И.
69	И.И.И.
70	И.И.И.
71	И.И.И.
72	И.И.И.
73	И.И.И.
74	И.И.И.
75	И.И.И.
76	И.И.И.
77	И.И.И.
78	И.И.И.
79	И.И.И.
80	И.И.И.
81	И.И.И.
82	И.И.И.
83	И.И.И.
84	И.И.И.
85	И.И.И.
86	И.И.И.
87	И.И.И.
88	И.И.И.
89	И.И.И.
90	И.И.И.
91	И.И.И.
92	И.И.И.
93	И.И.И.
94	И.И.И.
95	И.И.И.
96	И.И.И.
97	И.И.И.
98	И.И.И.
99	И.И.И.
100	И.И.И.

И.И.И.

И.И.И.

## РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ АБЗ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

В настоящее время на АБЗ НИККО СВД-100 установлена двухуровневая система очистки выбросов: сухой пылесборник + камера рукавных фильтров. Коэффициент очистки равен 91 %.

Скруббер Вентури позволяет обеспечить эффективность очистки до 98 %-99 % на пылях со средним размером частиц 1-2 мкм при начальной концентрации пыли до 100 г/м<sup>3</sup>. Удельный расход воды на орошение при этом составляет 0,4-0,6 л/м<sup>3</sup>.

Исходные данные для расчета параметров трубы Вентури

Исходная величина	Sr	Wr	a1	a2
Результат	0,03	112,8	20	10

Диаметр горловины рассчитывается по формуле:

$$d_r = \sqrt{\frac{4S_r}{\pi}}$$

где  $S_r$  – площадь сечения горловины, м<sup>2</sup>.

Длина горловины находится по формуле:

$$l_r = 2 * d_r$$

Диаметр конфузора определяем по формуле:

$$d_k = 2,75 * d_r$$

Длина конфузора находится по формуле:

$$l_k = \frac{d_k - d_r}{2 \tan \alpha}$$

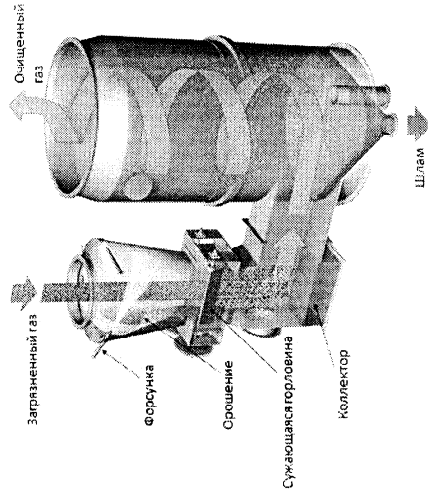
Диаметр диффузора определяем по формуле:

$$d_d = 1,8 * d_r$$

Длина диффузора находится по формуле:

$$l_d = (d_d - d_r) * 2 \tan \frac{\alpha}{2}$$

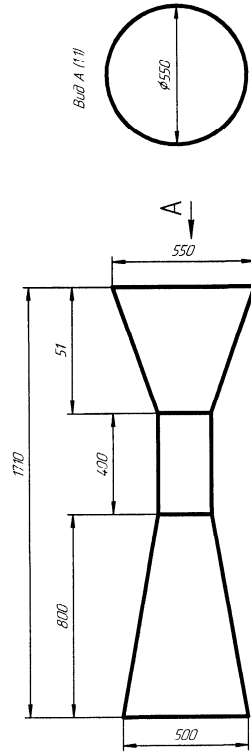
### Скруббер вентури



### Результаты расчета

Параметр	Конфузор	Горловина	Диффузор
Диаметр, м	0,55	0,20	0,50
Длина, м	0,51	0,40	0,80

### Конструкционная схема трубы Вентури



По каталогу подходит скруббер Вентури типа СВ210/120-1200 с расчетным диаметром горловины 210 мм.

ВКР 171966 200301 СХ	
№ п/п	Исполнитель
1	Иванов И.И.
2	Петров П.П.
3	Сидоров С.С.
4	Кузнецов К.К.
5	Лебедев Л.Л.
6	Зинченко З.З.
7	Корнилов К.К.
8	Мухоморов М.М.
9	Попов П.П.
10	Степанов С.С.
11	Суров С.С.
12	Тихонов Т.Т.
13	Фролов Ф.Ф.
14	Харьков Х.Х.
15	Цыганов Ц.Ц.
16	Чайков Ч.Ч.
17	Шаров Ш.Ш.
18	Щеголов Щ.Щ.
19	Юрьев Ю.Ю.
20	Яковлев Я.Я.
21	Амусь А.А.

# БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

В соответствии со ст. 2 Федерального закона от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» асфальтобетонные заводы относятся к категории опасных производственных объектов (ОПО), так как дорожный битум является горючим веществом.

В связи с чем АО «Асфальт», эксплуатирующее опасный производственный объект (АБЗ НККО СВД-100), выполняет целый комплекс мероприятий по промышленной безопасности.

Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» обязывает организацию среди прочих требований:

- обеспечить укомплектованность штатов работников ОПО в соответствии с установленными требованиями;
- допускать к работе на ОПО лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной работе;
- обеспечивать проведение подготовки и аттестации работников в области промышленной безопасности.

## Фактические и нормативные значения измеряемых параметров

Наименование рабочего места, фактора	Источник вредных веществ	Фактическое значение	ПДК	Класс условий труда	Время, %
<b>Водитель погрузчика ТСМ 1500</b>	Двигатель погрузчика			2	
Кабина погрузчика					
Азота оксиды (в пересчете на NO <sub>2</sub> ), мг/м <sup>3</sup>		10	5	2	60
Углерод оксид, мг/м <sup>3</sup>	ННПО*		20	2	60
Углеводороды алифатические предельные С1-10 (в пересчете на С), мг/м <sup>3</sup>		50	900/300	2	60
Проп-2-ен-1-аль (Пропан-2-ен-1-аль, Акролеин), мг/м <sup>3</sup>	ННПО		0.2	2	60
<b>Машинист перегружателей (на перегрузке цемента)</b>	Расstarка цемента			3.1	
Зона расstarки цемента					
Силикатсодержащие пыли, силикаты, алюмосиликаты)					
Высокоалюминистая огнеупорная глина, цемент, олибин, апатит, глина, мг/м <sup>3</sup>	13,75	-/8		3.1	70

\* - ниже нижнего предела обнаружения

В таблице приведены результаты исследований (испытаний) и измерений химического фактора и АПДФ для двух работников АБЗ НККО СВД-100.

Как видим, химические факторы находятся в допустимых пределах, но являются одними из главных параметров, определяющих условия труда работников на АБЗ.

Основные мероприятия по охране труда, проводимые ежегодно на АБЗ АО «Асфальт»:

- комплексные и целевые проверки состояния охраны труда в подразделениях филиалов;
- проверки рабочих мест и бригад, контроль приема-сдачи смены;
- инструктажи и опросы персонала;
- обучение, повышение квалификации, специальная подготовка персонала;
- обеспечение персонала необходимыми средствами индивидуальной защиты, приспособлениями, специальной одеждой и спецодеждой в соответствии с Приказом Минздравсоцразвития России от 01.06.2009 № 290н «Об утверждении Межатраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты»;
- повышенная оплата труда работников;
- проведение медицинских осмотров;
- предоставление ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска;
- выдача молока или других равноценных пищевых продуктов;
- организация рациональных режимов труда и отдыха.

Основные классы условий труда работников АБЗ: 2, 3.1 и 3.2.

ВКР 171966 200301 СХ	
№ п/п	Исполнитель
1	И.И.И.
2	И.И.И.
3	И.И.И.
4	И.И.И.
5	И.И.И.
6	И.И.И.
7	И.И.И.
8	И.И.И.
9	И.И.И.
10	И.И.И.
11	И.И.И.
12	И.И.И.
13	И.И.И.
14	И.И.И.
15	И.И.И.
16	И.И.И.
17	И.И.И.
18	И.И.И.
19	И.И.И.
20	И.И.И.
21	И.И.И.
22	И.И.И.
23	И.И.И.
24	И.И.И.
25	И.И.И.
26	И.И.И.
27	И.И.И.
28	И.И.И.
29	И.И.И.
30	И.И.И.
31	И.И.И.
32	И.И.И.
33	И.И.И.
34	И.И.И.
35	И.И.И.
36	И.И.И.
37	И.И.И.
38	И.И.И.
39	И.И.И.
40	И.И.И.
41	И.И.И.
42	И.И.И.
43	И.И.И.
44	И.И.И.
45	И.И.И.
46	И.И.И.
47	И.И.И.
48	И.И.И.
49	И.И.И.
50	И.И.И.
51	И.И.И.
52	И.И.И.
53	И.И.И.
54	И.И.И.
55	И.И.И.
56	И.И.И.
57	И.И.И.
58	И.И.И.
59	И.И.И.
60	И.И.И.
61	И.И.И.
62	И.И.И.
63	И.И.И.
64	И.И.И.
65	И.И.И.
66	И.И.И.
67	И.И.И.
68	И.И.И.
69	И.И.И.
70	И.И.И.
71	И.И.И.
72	И.И.И.
73	И.И.И.
74	И.И.И.
75	И.И.И.
76	И.И.И.
77	И.И.И.
78	И.И.И.
79	И.И.И.
80	И.И.И.
81	И.И.И.
82	И.И.И.
83	И.И.И.
84	И.И.И.
85	И.И.И.
86	И.И.И.
87	И.И.И.
88	И.И.И.
89	И.И.И.
90	И.И.И.
91	И.И.И.
92	И.И.И.
93	И.И.И.
94	И.И.И.
95	И.И.И.
96	И.И.И.
97	И.И.И.
98	И.И.И.
99	И.И.И.
100	И.И.И.

# ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду АБЗ НИККО СВД-100

Общие затраты на мероприятия по снижению негативного воздействия АБЗ на атмосферный воздух определяются по формуле:

$$K = Ц_{об} + Тр + З_{смп} + Ц_{пл}$$

где К – единовременные капитальные затраты, руб.; Ц<sub>об</sub> – стоимость оборудования, руб.; Тр – транспортные расходы, руб.; З<sub>смп</sub> – затраты на строительно-монтажные работы, руб.; Ц<sub>пл</sub> – аренда (стоимость) производственной площади, руб.

Расчет капитальных затрат на внедрение на АБЗ НИККО СВД-100 скруббера Вентури представлен в таблице.

Расчет капитальных затрат на внедрение скруббера Вентури

Наименование статьи затрат	Сумма, руб.
Стоимость скруббера Вентури	190 000,0
Транспортные расходы на доставку	58 000,0
Расходы на монтаж оборудования	20 000,0
<b>Итого затрат</b>	<b>268 000,0</b>

Экономический эффект мероприятия состоит в сокращении расходов предприятия на платежи за негативное воздействие на окружающую среду.

Произведем расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду, которое оказывает АБЗ в настоящее время, используя формулу

$$П_{нв} = \sum M_i * C_i * K$$

где П<sub>нв</sub> – размер платы за НВОС; М<sub>і</sub> – платежная база за выброс /-го загрязняющего вещества; С<sub>і</sub> – ставка платы за выброс /-го загрязняющего вещества; К – дополнительный коэффициент.

Результаты расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду АБЗ НИККО СВД-100 с учетом установки скруббера Вентури представлены в таблице.

Произведем расчет новых размеров выбросов вредных веществ и найдем сумму платы за НВОС:

$$M_{н} = (M / I) * K_{п}$$

где М<sub>н</sub> – новый размер выброса загрязняющего вещества, т/год; I – процент недоочистки; К<sub>п</sub> – поправочный коэффициент (наное значение коэффициента недоочистки).

Результаты расчетов представлены в таблице.

Загрязняющее вещество	Суммарный выброс вещества, т/год	Плата за выбросы в атмосферу, руб.
0123 Неиспанение	0,0253	38,90
0301 Железа оксид	6,484	97198
0304 Азота диоксид	1,0536	106,39
0328 Сажа	0,9953	16,23
0330 Сера диоксид	2,7077	132,76
0337 Оксид углерода	9,5905	16,57
0616 Ксилол	0,0675	2,18
0621 Метилбензол	0,25	2,67
1042 Бутиловый спирт	0,075	4,54
1119 Этилцелозоль	0,04	2,42
1210 Бутилцелат	0,05	3,03
1401 Ацетон	0,035	0,63
2732 Керосин	1,3879	10,04
2752 Уайт-спирит	0,0675	0,49
2754 Углеводороды пр. С12-19	5,2397	6,12
2902 Взвешенные вещества	0,0198	0,78
2908 Пыль неорганич. 70-20 %	0,9238	55,97
<b>Итого</b>		<b>1 426,72</b>

Расчет новой платы за негативное воздействие на окружающую среду АБЗ НИККО СВД-100

Загрязняющее вещество	Суммарный выброс вещества, т/год	Плата за выбросы в атмосферу, руб.
0123 Неиспанение	0,0058	8,65
0301 Железа оксид	14,409	215,59
0304 Азота диоксид	0,2341	23,64
0328 Сажа	0,2212	3,61
0330 Сера диоксид	0,6017	29,50
0337 Оксид углерода	2,1312	3,68
0616 Ксилол	0,0150	0,48
0621 Метилбензол	0,0556	0,59
1042 Бутиловый спирт	0,0167	1,01
1119 Этилцелозоль	0,0089	0,54
1210 Бутилцелат	0,0111	0,67
1401 Ацетон	0,0078	0,14
2732 Керосин	0,3084	2,23
2752 Уайт-спирит	0,0150	0,11
2754 Углеводороды пр. С12-19	1,1644	13,56
2902 Взвешенные вещества	0,0044	0,17
2908 Пыль неорганич. 70-20 %	0,2053	12,44
<b>Итого</b>		<b>317,05</b>

ВКР 171966 200301 СХ

Итого: 317,05

АКЧ форма 171-00