

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
«Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

подпись
Т. А. Кулагина
« ____ » _____ 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА
по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»

«Оценка воздействия на атмосферный воздух предприятия
по производству железобетонных перекрытий»

Руководитель _____ канд. техн. наук. И.В. Андруняк
подпись, дата

Выпускник _____ Н.В. Шаклеин
подпись, дата

Нормоконтролер _____ ст. преподаватель Е.Н. Зайцева
подпись, дата

Красноярск 2019

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

Т. А. Кулагина
подпись
« _____ » _____ 2019 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту: Шаклеину Никите Вячеславовичу

Группа: ФЭ15-10Б

Направление (специальность): 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Тема выпускной квалификационной работы: «Оценка воздействия на атмосферный воздух предприятия по производству железобетонных перекрытий»

Утверждена приказом по университету: №8853/с от 14 июня 2019г.

Руководитель ВКР: И.В. Андруняк, канд. техн. наук

Исходные данные для ВКР: технологическая инструкция, нормативная, справочная и другая литература.

Перечень разделов ВКР: введение, общие сведения о предприятии, характеристика предприятия, расчет образования и рассеивания до мероприятия, расчет образования загрязняющих веществ после мероприятия и подбор оборудования, расчет рассеивания загрязняющих веществ от точечного источника после мероприятия, заключение, список использованной литературы.

Перечень графического и иллюстрационного материала с указанием основных чертежей, плакатов:

Лист 1: Технологическая цепочка производства железобетонных перекрытий.

Лист 2: Карта с нанесением изолиний равных концентраций загрязняющих веществ от точечного источника до мероприятия.

Лист 3: Расчет загрязнения атмосферного воздуха источниками выбросов загрязняющих веществ до и после мероприятия.

Лист 4: Дизельный парогенератор ПГ-300ЖМ2.

Лист 5: Карта с нанесением изолиний равных концентраций загрязняющих веществ от точечного источника после мероприятия.

Руководитель

И.В. Андруняк

подпись

Задание принял к исполнению

Н.А. Шакlein

подпись

« » _____ 2019 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК

выполнения ВКР

Наименование и содержание этапа	Срок выполнения
Сбор и анализ исходной литературы и документации	11.05.2019 – 23.06.2019
Постановка основной задачи, освоение расчетных методик	24.06.2019 – 28.06.2019
Выполнение расчетов, оформление результатов, составление выводов	29.06.2019 – 01.07.2019
Оформление расчетно-графической записи	02.07.2019 – 04.07.2019
Графическое оформление чертежей	05.07.2019 – 07.07.2019
Оформление прочей документации	08.07.2019 – 13.07.2019

Руководитель

И. В. Андруняк

подпись

Задание принял к исполнению

Н.В. Шакlein

подпись

«__» _____ 2019 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Оценка воздействия на атмосферный воздух предприятия по производству железобетонных перекрытий» содержит 83 страниц, включает 26 таблиц, 2 рисунка, 21 литературных источников и 5 листов графического материала.

ПРОИЗВОДСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ, ВЫБРОСЫ, РАСЧЕТ РАССЕИВАНИЯ, ТОЧЕЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ, СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ, ПАРОГЕНЕРАТОР.

Объект исследования: производство железобетонных перекрытий.

Целью работы является оценка воздействия на атмосферный воздух предприятия по производству железобетонных перекрытий.

В результате выполнения ВКР была изучена общая характеристика предприятия, выявлены его основные загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу, было предложено мероприятие по снижению вредных выбросов в атмосферный воздух.

В качестве мероприятия предложено заменить котел марки КЕ-14С на парогенератор ПГ-300ЖМ2.

АННОТАЦИЯ

Бакалаврская работа на тему: «Оценка воздействия на атмосферный воздух предприятия по производству железобетонных перекрытий» ВКР выполнена на 83 страницах, включает 26 таблиц, 2 рисунков, 5 графических материалов и 26 литературных источника.

Целью работы является оценка воздействия на атмосферный воздух предприятия по производству железобетонных перекрытий.

Во введении раскрывается актуальность бакалаврской работы по выбранному направлению, ставится проблема, цель и задачи.

В первой главе рассказывается общая информация о предприятии, его местоположении и о граничащих городских объектах.

Во второй главе описывается технологическая цепочка производства, а также рассказывается о сырье, используемом в процессе производства железобетонных перекрытий.

В третьей главе рассказывается о характеристике предприятия, как источника загрязнения атмосферы.

В четвертой главе расчет образования загрязняющих веществ от автотранспорта.

В пятой главе производиться расчет образования и рассеивания загрязняющих веществ до мероприятия.

В шестой главе производиться расчет образования загрязняющих веществ после мероприятий и подбор оборудования для мероприятия по снижению выбросов вредных веществ.

В седьмой главе представлен расчет рассеивания ЗВ от точечного источника выбросов в атмосферу после мероприятий.

В результате выполнения бакалаврской работы был рассмотрен технологический процесс производства, выявлены основные источники воздействие на окружающую среду и организм человека, было предложено мероприятие по снижению выбросов вредных загрязняющих веществ.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	9
1 Общие сведения о предприятии.....	10
2 Описание технологической цепочки производства.....	16
3 Характеристика предприятия, как источника загрязнения атмосферы.	27
4 Расчет образования загрязняющих веществ от автотранспорта.....	29
5 Расчет образования и рассеивания загрязняющих веществ до мероприятий.....	36
5.1 Расчет рассеивания ЗВ от точечного источника выбросов в атмосферу до мероприятий.....	43
5.2 Расчет максимальных приземных концентраций вредных веществ	43
5.3 Расчет расстояния, на котором наблюдается максимальная	

приземная концентрация вредных веществ.....	47
5.4 Расчет опасной скорости ветра.....	47
5.5 Расчет приземных концентраций вредных веществ, при неблагоприятных метеорологических условиях.....	47
5.6 Расчет приземных концентраций на различных расстояниях от источника выбросов.....	49
5.7 Расчет фоновых концентраций вредных веществ в атмосфере.....	53
5.8 Расчет суммарной концентрации с учетом фона.....	54
5.9 Расчет приземной концентрации в долях ПДК.....	57
6 Расчет образования загрязняющих веществ после мероприятий и подбор оборудования.....	60
6.1 Подбор парогенератора.....	60
6.2 Работа парогенератора типа ПГ-300ЖМ2.....	61
6.3 Расчет образования загрязняющих веществ от парогенератора типа ПГ-300ЖМ2.....	61
6.4 Расчет количества воздуха, необходимого для горения.....	62
6.5 Расчет твердых частиц при сжигании топлива.....	63
6.6 Расчет выбросов ангидрида сернистого.....	63
6.7 Расчет выбросов оксидов азота.....	64
6.8 Расчет выбросов оксида углерода.....	65
6.9 Расчет выбросов бенз(а)пирена.....	66
6.10 Расчет количества воздуха, которое необходимо удалить с рабочего места.....	67
6.11 Расчет кратности воздухообмена.....	68
6.12 Аэродинамический расчет системы местной вытяжной вентиляции.....	71
.....
7 Расчет рассеивания ЗВ от точечного источника выбросов в атмосферу после мероприятий.....	72
7.1 Расчет рассеивания от местной вытяжной вентиляции.....	72
7.2 Расчет максимальных значений приземных концентраций.....	74
7.3 Расчет опасной скорости ветра.....	77
7.4 Расчет расстояния, на котором наблюдается максимальная приземная концентрация вредных веществ.....	77
7.5 Расчет приземных концентраций вредных веществ при неблагоприятных метеорологических условиях.....	78
7.6 Расчет приземных концентраций на различных расстояниях от источника выбросов.....	79
7.7 Расчет фоновой концентрации.....	83
7.8 Расчет суммарной концентрации с учетом фоновой.	84
7.9 Расчет приземной концентрации в долях ПДК.....	86
7.10 Расчет паров дизельного топлива от топливного бака.....	89

Заключение.....	90
Список используемых источников.....	91

ВВЕДЕНИЕ

Бетон считается одним из древнейших строительных материалов. Об этом свидетельствуют, сохранившиеся до наших дней, здания и сооружения. Вначале бетон использовался для возведения монолитных сооружений и конструкций, но наука на месте не стоит, и поэтому был создан ещё более эффективный прочный строительный материал это железобетон. С развитием железобетонных конструкций, армированных сетками и каркасами, успешно начало развиваться строительство различных зданий и сооружений при наименьших трудовых затратах и повышенных сроках возведения.

Следующим этапом развития железобетона стало применение предварительно-напряженных конструкций, что способствовало снижению расхода арматуры в железобетонных конструкциях, повышению их долговечности и трещиностойкости. Также значительным продвижением в развитие железобетона стало применение различных видов добавок.

Благодаря развитию бетонных конструкций, на сегодняшний день железобетонные изделия занимают первое место в мире среди строительных материалов. Сегодня в каждом крупном городе любой развитой страны есть завод по производству железобетонных изделий.

В процессе производства железобетонных изделий существуют неорганизованные и организованные источники выбросов.

К неорганизованным источникам относятся:

- Доставка сырья автомобильным транспортом;
- Пыление инертных материалов при пересыпке, при хранении на открытом складе и при транспортировке материалов посредством ленточного конвейера

К организованным источникам относятся:

- Резка арматурной стали
- Сварка арматурной стали
- Сжигание твердого топлива в котле

1 Общие сведения о предприятии

Открытое акционерное общество «Красноярский комбинат железобетонных и металлических конструкций» (ОАО «КЖБМК»)

Юридический (почтовый, фактический) адрес: 660027, г. Красноярск, пр. Заводской, 2г.

Генеральный директор Михаил Иванович Гильфанов

Тел:(391)291-32-71,факс:(391)264-38-00,email:kgbmk@mail.ru,
www.kgbmk.ru

ОАО«КЖБМК»расположено в промзоне в Ленинском районе г. Красноярска, по адресу: пр. Заводской, 2г.

С северной стороны с предприятием граничат производственные и торговые предприятия,в т.ч. оптовая компания «Химик» (реализация хозтоваров), ООО «АгроПромСнаб» и ООО «УралСибТрейд.Красноярск» (металлопрокат, металлоизделия), торговая компания «Бион» (межкомнатные, входные двери), производственная компания ООО «Ника» (нефтегазовое оборудование, металлоизделия, металлообработка), ООО «Строительная компания «Фабрика лестниц», Управление механизации № 4 ОАО «Строймеханизация», интернет-магазин бытовой техники «Laukar», сеть магазинов аккумулятор «Зеленый мир», ООО «Уралвторцветмет-г» (утилизация отходов, вторсырье), ООО «Водолей» (реализация сантехники и товаров для дома), деревообрабатывающее предприятие «Д.Ж.А.З», ООО «Красноярский завод деталей трубопроводов» (системы отопления, водоснабжения и канализации) и т.д. С северной стороны на расстоянии 120 м расположены производственные цеха ОАО «Красноярский завод синтетического каучука», на расстоянии 315 м - торгово-выставочный комплекс «Республика», на расстоянии 580 м - торговый центр «Мега», на расстоянии 645 м - торговый центр «Восток».

С восточной стороны предприятие граничит с ИП Осипова Н.Б. (оптовая компания посуды, сувениров и галантереи), на расстоянии 215 м расположен торговый центр «Восток».

С южной стороны предприятия - улица Семафорная, на расстоянии 180 м расположены производственные и торговые предприятия, в т.ч. транспортная компания ООО «Сервис-М», ООО «СК-Полимеры» (резиновые и асbestosевые изделия), ИП Лебединский М.В. (пиломатериалы, лесоматериалы, деревообработка), ООО «Аризона» (сварочный инструмент, металлорежущий и слесарно-монтажный инструмент, спецодежда), ИП Краус А.А. (компания по ремонту сварочных аппаратов), производственно-коммерческая фирма ООО «Строймеханизация» (изготовления мебели под заказ), производственно-монтажная фирма «Фараон» (металлоизделия), торговый дом «Гефест» и торговая компания ООО «Крас-сталь» (черный металлопрокат), производственная компания ООО «СтройЛесТорг» (деревообработка, пиломатериалы, лесоматериалы) и т.д.

С западной стороны предприятия - проезд Заводской, на расстоянии 60 м расположены производственные цеха ОАО «Красцветмет».

Расстояние от границ территории ОАО «КЖБМК» до ближайшей жилой застройки и зон отдыха составляет:

- 1130 м на северо-запад многоэтажные жилые дома по пр-ту им. Газеты Красноярский рабочий и ул. Малаховской;
- 750 м на север, многоэтажные жилые дома по пр-ту им. Газеты Красноярский рабочий;
- 919 м на север, парк ТЭЦ-1;
- 926 м на юго-восток, многоэтажные жилые дома по ул .Тамбовской;
- 1128 м на юг, многоэтажные жилые дома по ул .Энергетиков.

Предприятие можно отнести к п. 7.1.4 "Строительная промышленность" СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция" [5], ориентировочный размер СЗЗ для предприятий по производству железобетонных изделий (ЖБК, ЖБИ) составляет 200 м, III класс санитарной классификации.

На рисунке 2 представлена план-схема территории предприятия с нанесением источников выброса вредных веществ в атмосферу.

Расчет категории предприятия по воздействию его выбросов на атмосферный воздух на существующее положение выполнен в соответствии с «Методическим пособием...» [12]. Категория предприятия устанавливается в зависимости от параметров (O_j , K_j , G_j), определяемых с помощью программы «ПДВ-Эколог», вер. 4.0, по результатам расчетов рассеивания в разрезе каждого j -го вещества, выбрасываемого источниками предприятия.

Расчет категории ОАО «КЖБМК» по воздействию его выбросов на атмосферный воздух представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Определение категории предприятия по воздействию его выбросов на атмосферный воздух

Вещество		Н Сред.	Суммарный выброс		Расчетные параметры		
код	наименование		г/с	т/год	Φ_j	K_j	G_j
0123	диЖелезо триоксид	12,14	0,536	2,955	24,276	73,876	0,12
0143	Марганец и его соединения	12,26	0,015	0,102	27,902	102,302	0,13
0301	Азота диоксид	10,10	1,197	6,303	130,384	157,576	0,44
0304	Азот (II) оксид	5,06	0,053	0,262	5,795	4,382	0,03
0328	Углерод	3,02	0,039	0,187	19,437	3,748	0,11
0330	Сера диоксид	7,62	0,312	0,123	18,070	2,461	0,09
0337	Углерод оксид	9,04	0,790	3,676	3,846	1,225	0,02
0342	Гидрофторид	12,06	0,002	0,006	2,453	1,328	0,01
0344	Фториды неорг. плохо растворимые	14,03	0,001	0,002	0,120	0,089	0,00
0410	Метан	8,00	0,001	0,001	0,0006	0,00003	0,00
2704	Бензин(нефтяно й, малосернистый)	7,29	0,014	0,024	0,086	0,016	0,00
2732	Керосин	7,80	1,345	0,261	31,636	0,218	0,16
2735	Масло минеральное нефтяное	12,00	0,0009	0,004	0,359	0,087	0,00
2868	Эмульсол	12,00	0,00005	0,0002	0,018	0,005	0,00
2908	Пыль неорганическая: 70-20% SiO ₂	15,22	0,268	3,992	12,945	39,928	0,09
2936	Пыль древесная	7,00	0,150	0,537	9,428	1,075	0,05
Группы веществ, обладающих эффектом суммации:							
6	Азота диоксид, серы диоксид			148,454			0,28
6	Серы диоксид, гидрофторид			20,524			0,06
6	Углерода оксид, пыль цементного производства			16,790			0,10
6	Гидрофторид, плохо растворимые соли фтора			2,574			0,01

Параметр Gnp (для предприятия) соответствует наибольшему из всех Gi по всем режимам и веществам (группам суммации веществ): $Gnp = \text{MAX}(Gi) = 0.43754$.

Параметр K = СУММА(Ki) = 388.32230.

Параметр Фпр (для предприятия) соответствует наибольшему из всех Oi по отдельным веществам и группам суммации веществ: $\Phi_{\text{пр}} = \text{MAX}(\Phi_{\text{ц}}\Phi_{\text{гр}}) = 148.45482$.

Так как $Gnp \leq 1$ и $\Phi_{\text{пр}} > 10$, предприятие относится к категории 3.

Автотранспортный цех № 13 представлен двумя отдельно стоящими зданиями, в которых осуществляется стоянка автотранспорта - ИЗА № 0032-0034, 6007-6009. Ремонт, техническое и контрольно-диагностическое обслуживание автомобильного транспорта проводится в соответствии с графиком ТО-1 и ТО-2 по договору с ООО «КрасИвСервис». От.дизельных ДВС при их работе в атмосферу поступают окислы азота, диоксид серы, оксид углерода, керосин, углерод; от карбюраторных ДВС - окислы азота, диоксид серы, оксид углерода, бензин; от газовых ДВС - окислы азота, диоксид серы, оксид углерода, метан.

Ремонтно-строительный цех № 15 является вспомогательным подразделением и предназначен для проведения своевременных ремонтно-строительных работ, а также изготовления деревянных поддонов, опалубки для формования конструкций изготавляемых по индивидуальным заказам. Деревообрабатывающие станки - ИЗА № 0001 - оснащены пылеулавливающим оборудованием - осадительной камерой С-577 с эффективностью очистки 75%. В атмосферу поступает пыль древесная.

Технология предприятия не предусматривает залповых выбросов в атмосферу.

Выбросы вредных веществ определены расчетным путем (прил. 1-8) и с помощью инструментальных замеров. Согласно протоколу анализа № б3с-ПВ от 18.06.2013 г. эффективность газоочистной установки на источнике выделения приемный бункер цемента составляет 69,1%, но в настоящем проекте эффективность повышена до 95% и соответственно пересчитан массовый выброс, т.к. на источнике проведены пуско-наладочные работы.

В таблице 2 приведен перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу источниками ОАО «КЖБМК». В таблице 3 приведены параметры выбросов загрязняющих веществ для расчета загрязнения атмосферы на существующее положение.

Таблица 2 – Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу источниками ОАО «КЖБМК»

Вещество		Используемый критерий	Значения критерия мг/м ³	Класс опасности	Суммарный выброс	
код	наименование				г/с	т/год
0123	диЖелезо триоксид	ПДК с/с	0,04	5	0,536	2,955
0143	Марганец и его соединения	ПДК м/р	0,01	3	0,015	0,102
0301	Азота диоксид	ПДК м/р	0,2	2	1,197	6,303
0304	Азот (II) оксид	ПДК м/р	0,4	3	0,053	0,262
0328	Углерод	ПДК м/р	0,15	3	0,039	0,187
0330	Сера диоксид	ПДК м/р	0,5	3	0,312	0,123
0337	У глерод оксид	ПДК м/р	5	3	0,790	3,676
0342	Гидрофторид	ПДК м/р	0,02	4	0,002	0,006
0344	Фториды неорг. плохо растворимые	ПДК м/р	0,2	2	0,001	0,002
0410	Метан	ОБУВ	50	2	0,001	0,0015
2704	Бензин(нефтяной, мало-сернистый)	ПДК м/р	5	4	0,014	0,024
2732	Керосин	ОБУВ	1,2		1,345	0,261
2735	Масло минеральное нефтяное	ОБУВ	0,05		0,0009	0,004
2868	Эмульсол	ОБУВ	0,05		0,00005	0,0002
2908	Пыль неорганическая: 70-20% SiO ₂	ПДК м/р	0,3	3	0,268	3,992
2936	Пыль древесная	ОБУВ	0,5		0,150	0,537
Всего веществ: 16					4,730	18,442
в том числе твердых: 6					1,011	7,778
жидких/газообразных: 10					3,718	10,664
Группы веществ, обладающих аффектом комбинированного вредного действия:						
6	Группа сумм. (2) 301 330 - азота диоксид, серы диоксид					
6	Группа сумм. (2) 330 342 - серы диоксид, гидрофторид					
6	Группа сумм. (2) 337 2908 - углерод оксид, пыль цементного производства					
6	Группа сумм. (2) 342 344 - гидрофторид, плохо растворимые соли фтора					

В цехе установлено 14 машин точечной сварки и 1 машина стыковой сварки, суммарной мощностью 1490 кВт - ИЗЛ № 0012, 0013, 0014 - в атмосферу поступает сварочный аэрозоль (диЖелезо триоксид, марганец и его соединения).

В цехе производится сварка с керамическим флюсом АН-348А - ИЗА № 0016 - в атмосферу поступает сварочный аэрозоль (диЖелезо триоксид, марганец и его соединения), пыль неорганическая с содержанием SiCh 70-20%, фториды неорганические плохо растворимые, гидрофторид, диоксид азота и оксид углерода.

При осуществлении сварочных работ с применением сварочной проволоки марки Св- 0,8Г2С - ИЗА № 0018 - в атмосферу поступает сварочный аэрозоль (диЖелезо триоксид, марганец и его соединения) и пыль неорганическая с содержанием БЮг 70-20%.

Бетоносмесительный цех № 8 предназначен для приготовления раствора и бетонной смеси. Инертные материалы (гравий, песок, щебень), цемент со склада поступают в расходные бункера, из которых материалы попадают через дозатор в бетоносмеситель. Технологическое оборудование расположено по вертикали. В установках этого типа имеет место неоднократный подъем компонентов бетонной смеси в процессе ее продвижения в соответствии с технологическим циклом. Полученную бетонную смесь доставляют в формовочный цех.

Склад цемента представлен в виде емкостей силосного типа - ИЗА № 0026-0028. Цемент подается в силоса с помощью пневматических насосов. Силоса хранения цемента оборудованы напорными тканевыми фильтрами, КПД очистки 98%. В атмосферу поступает пыль неорганическая с содержанием БЮг 70-20%.

Узел приемных бункеров цемента - ИЗА № 0029 - оснащен двухступенчатой очисткой - циклоном ЦН-11-500х4 и фильтром СМЦ-166Б с эффективностью очистки 95%. В атмосферу поступает пыль неорганическая с содержанием БЮг 70-20%.

Загрузка инертных материалов в приемные бункера - ИЗА № 6001-6003 - сопровождается выделением в атмосферу поступает пыли неорганической с содержанием SiCh 70-20%. В местах загрузки работают дизельные бульдозеры марок Б-10М, Т-130, Т-170 - ИЗА № 6004-6006. От дизельных ДВС при их работе в атмосферу поступают окислы азота, диоксид серы, оксид углерода, керосин, углерод.

Ремонтно-механический цех №9. Основное назначение цеха - обеспечение бесперебойного технологического процесса. Цехом осуществляется техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт технической базы комбината. Цех оснащен металлообрабатывающим стакочным парком, кузней. Металлообрабатывающие станки в количестве 9 шт. - ИЗА № 0020 - работают с выделением в атмосферу эмульсона и масла минерального, которые используются для охлаждения. Т.к. на станках

(токарных, фрезерных и зубодолбечных) обрабатывается сталь, то пылевыделения не происходит, а образуются отходы в виде металлической стружки.

От поста ручной сварки электродами МР-3 - ИЗА № 0021 - в атмосферу поступает сварочный аэрозоль (диЖелезо триоксид, марганец и его соединения) и гидрофторид.

В цехе осуществляется термическая обработка деталей. Сначала детали нагреваются под закалку в электропечи СННО-6-13-4/ОП2, после чего погружаются в емкость с водой для закалки, затем детали помещаются в электропечь СКГ-25 для снятия внутреннего напряжения и для доведения стали до нужной твердости (отпуск). В атмосферу поступают оксид углерода и диоксид серы - ИЗА № 0022.

Для осуществления ремонтных работ на предприятии установлен кузнецкий горн - ИЗА № 0023. Годовой расход угля Ирша-Бородинского месторождения 3,3 т, время работы горна - 900 час/год. В атмосферу выделяются продукты сгорания - диоксид азота, серы диоксид, углерод оксид, пыль неорганическая с содержанием SiCh 70-20%. Закалка металла производится в закалочной ванне с выделением водяных паров.

Электро, паросиловой цех № 10. Основное назначение цеха - обслуживание электрооборудования, компрессорной станции, обслуживание паропровода, теплосетей, водопровода и канализации. Выбросов в атмосферу не осуществляется.

Железнодорожное депо (погрузо-разгрузочный цех № 11) представлено отдельно стоящим зданием, в котором осуществляется стоянка тепловоза ТГК-2-ИЗА№6010. В качестве топлива используется дизтопливо с удельным расходом 16 л/час, время работы - 3-4 ч в сутки, 1000 ч в год. В атмосферу поступают окислы азота, диоксид серы, оксид углерода, керосин, углерод.

Цех металлоконструкций № 5. Выполняет работы по изготовлению металлических конструкций, включает два участка - подготовительный и сборо-сварочный. Выбросы вредных веществ осуществляются через общеобменную вентиляцию.

В цехе 14 стационарных газорезательных постов, где осуществляется ручная резка стали (углеродистая обыкновенного качества, общего назначения) толщиной до 100 мм. Газовая резка производится кислородным и пропан-бутановым пламенем - ИЗА № 0002, 0003, 0004, 0005, 0006, 0009 - в атмосферу поступают диЖелезо триоксид, марганец и его соединения, диоксид азота и оксид углерода.

Также для резки сталей толщиной до 150 мм используются машины плазменной резки - ИЗА № 0003 и 0005 - в атмосферу поступают диЖелезо триоксид, марганец и его соединения, диоксид азота и оксид углерода. Машина плазменной резки ППлП 2,5-5-2 мощностью 4,0 кВА предназначена для резки стали толщиной до 150 мм, номинальный рабочий ток 315 А, плазмообразующий газ - сжатый воздух, давление воздуха - 0,5Мпа, расход воздуха -

2,7 л/с, расход воды для охлаждения резательной головки 6 л/мин, давление воды 0,4 МПа. Портальная цифровая двухприводная плазменная резательная машина марки XSLM-3 (китайская), предназначена для резки стали толщиной до 150 мм, резка осуществляется плазмой или газом пропан-бутан с кислородом. Питание газами оборудования для газопламенной обработки металла - стационарных газоразборных постов и машин газовой резки - осуществляется от газобаллонной установки пропан-бутана по газопроводам (разводка по всему цеху) пропан-бутана. Кислород подается с кислородной станции - сжиженный кислород подается на газификаторы и по газопроводам (разводка по всему цеху) поступает на газоразборные стационарные посты и машины газовой резки.

Газобаллонная установка пропан-бутана (групповая баллонная установка пропан-бутана) представляет собой отдельное от цеха помещение, где установлена рампа, к рампе подключаются баллоны емкостью по 50 л каждый, помещение обеспечено приточно-вытяжной установкой. При осуществлении ручной сварки электродами МР-3 - ИЗА № 0005-0009 - в атмосферу поступает сварочный аэрозоль (диЖелезо триоксид, марганец и его соединения) и гидрофторид. Всего в цехе 10 сварочных трансформаторов.

При осуществлении сварочных работ с применением сварочной проволоки марки Св- 0,8Г2С - ИЗА № 0005-0009 - в атмосферу поступает сварочный аэрозоль (диЖелезо триоксид, марганец и его соединения) и пыль неорганическая с содержанием SiCh 70-20%. Всего в цехе 8 постов сварки сварочной проволокой.

В цехе производится сварка с керамическим флюсом АН-348А - ИЗА № 0005 и 0006 - в атмосферу поступает сварочный аэрозоль (диЖелезо триоксид, марганец и его соединения), пыль неорганическая с содержанием SiCh 70-20%, фториды неорганические плохо растворимые, гидрофторид, диоксид азота и оксид углерода. Металлообрабатывающие станки в количестве 3 шт. - ИЗА № 0009 - работают с выделением в атмосферу эмульсона, который используется для охлаждения. Т.к. на станках (токарном, фрезерном и ленточнопильном) обрабатывается сталь, то пылевыделения не происходит, а образуются отходы в виде металлической стружки.

Арматурный цех № 6 предназначен для изготовления арматурных изделий (каркасов, арматурных сеток, закладных деталей).

Для улавливания металлической окалины при резке арматуры правильно-отрезные станки (ИЗА № 0010) оснащены пылеулавливающим оборудованием - циклоном НИИОГАЗ ЦН-11 (батарея из 4-х циклонов), эффективность очистки 88,7. В атмосферу поступает диЖелеза триоксид.

От постов ручной сварки электродами УОНИ 13/45 - ИЗА № ООП, 0015, 0017, 0019 - в атмосферу поступает сварочный аэрозоль (диЖелезо триоксид, марганец и его соединения), пыль неорганическая с содержанием SiO₂ 70-20%, фториды неорганические плохо растворимые, гидрофторид, диоксид азота и оксид углерода.

2 Описание технологической цепочки производства

Завод по производству железобетонных плит перекрытия выпускает плиты марки ПК 60-15 1,960 2,80АтV:

ПК – плита перекрытия круглопустотная толщиной 220мм;

60 – длина плиты 6000 мм;

15 – ширина плиты 1500 мм;

13 – рассчитанная под расчетную нагрузку 13 кПа;

АтV (A800) – класс напрягаемой арматуры.

Таблица 3 – Основные характеристики изделия

Размеры, мм			Объем, м ³	Масса, кг	Отпускаемая прочность бетона, %
Длина (L)	Ширина (B)	Высота (H)			
6000	1500	220	2	2800	70

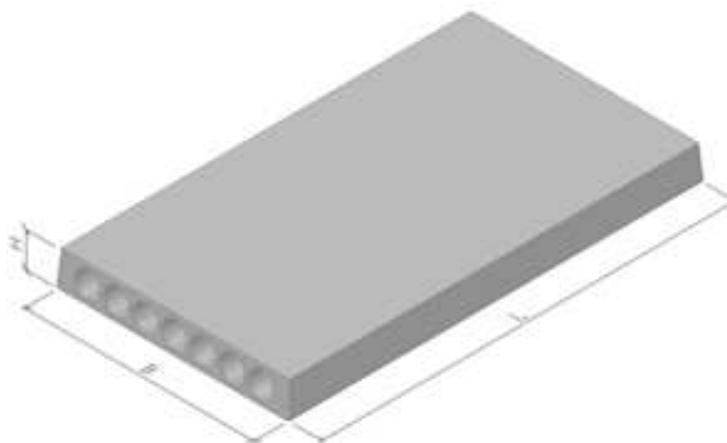


Рисунок 1 – Эскиз плиты

Для плит предусмотрено применение тяжёлого бетона классов В15...В35 и напрягаемой рабочей арматуры принятой из стали классов А800 и А600.

Цемент

Первые вяжущие смеси были изобретены несколько тысячелетий назад. Это были составы на основе гипса и извести, которые считаются самыми давними предками цемента. Собственно, и первый бетон получили уже в ту пору. В старину алхимики пытались сделать вяжущие смеси лучше и прочнее, но достичь качества цементного раствора и цемента им так и не удалось. Хотя,

надо отдать должное, отдельные бетонные конструкции с тех времен смогли сохраниться по сей день. Где-то ко второй половине 19 века исследователи разработали технологию и получили тот самый цемент, который немногим отличается от сегодняшнего. Из этого вяжущего, названного портландцементом, и был получен настоящий бетон и цементный раствор. Впоследствии, в заливаемые бетонные конструкции была добавлена металлическая арматура, которая служит в железобетоне в роли каркаса. Так была создана технология изготовления первых изделий ЖБИ и железобетона.

Порядок производства цемента:

- Изначально добывают глину и известняк;
- Сырьё дробят и обжигают, получая таким образом цементный клинкер;
- Клинкер размалывают в муку, добавляя при этом гипс и различные минеральные добавки.

Тем самым цемент является важнейшим компонентом бетонной смеси, придающем бетону такие его основные свойства как прочность, износостойкость, твердость и т.д.

Для производства бетона марки М-350 применяется цемент-400, цемент-500, цемент-600 (цифры в маркировке цемента указывают на то, что, затвердев, смесь способна выдерживать нагрузку в заданное количество кг на 1 см²).

Для обеспечения производительности в 45000 м³ в год необходимо 16650 т цемента. В день же будет израсходовано 64,01 т данного компонента.

Щебень

Одним из наиболее распространенных нерудных строительных материалов является щебень. Он используется в качестве крупного заполнителя для производства бетонной смеси, щебнем отсыпаются насыпи автотрасс и железных дорог, из него выполняются подготовки под фундаменты и полы. В каждом из этих случаев используется определенный вид щебня, необходимый для условий конкретного применения. Это вызывает потребность в поставке материала с гарантированными параметрами. Существуют следующие виды щебня:

1. Щебень гранитный - это щебень из твердой горной породы зернистого строения, которая является самой распространенной на Земле. Гранитная скала представляет собой магму, застывшую на больших глубинах, состоящую из хорошо сформированных кристаллов полевого шпата, кварца, слюды и т.д. Она имеет цвет красный, розовый или серый, который зависит от преобладания в нём шпата и слюды. Глыбы получают обычно путем взрыва монолитной скалы, затем они дробятся в машине, а полученный щебень просеивается по фракциям. Это последний этап производства щебня.

2. Гравийный щебень-щебень, получаемый путем просеивания карьерной породы, а также путем дробления природной каменной скалы. По прочности

гравийный щебень уступает гранитному щебню, но есть и преимущества - радиоактивный фон его обычно очень низкий и цена ниже, чем на гранитный.

Гравийный щебень применяют для фундаментных работ, для бетонов, в производстве ЖБИ, при строительстве автодорог.

Существует два вида гравийного щебня:

- Колотый щебень – это обычный природный или дробленный,
- Гравий – это округлые камушки, как правило речного или морского происхождения.

Существуют следующие фракции гравийного щебня: 3-10 мм, 5-20 мм, 5-40 мм, 20-40 мм.

3.Известняковый щебень – продукт дробления осадочной горной породы –известняка, состоящего, главным образом, из кальцита (карбонат кальция – CaCO_3).

Известняковый щебень (иногда его ещё называют известковый или доломитовый щебень) — один из основных видов щебня, который помимо гравийного и гранитного щебня применяется в дорожном строительстве, а также при изготовлении железобетонных изделий.

В качестве крупного заполнителя применяется известняковый щебень фр. 10-20.

- Прочность (М 600);
- Экологичность (1 класс);
- Насыпная плотность (1300 кг);
- Лещадность (15-35 %);
- Морозостойкость (F150);
- Влажность (3,5%);
- В год необходимо 83250т щебня, в день 320т известнякового щебня.

Песок

Песок – осадочная горная порода, а также искусственный материал, состоящий из зёрен горных пород. Очень часто состоит из почти чистого минерала кварца (химическое вещество — диоксид кремния). Песок является мелким заполнителем при приготовлении бетонной смеси. На заводах производству железобетонных изделий, бетона высоких марок прочности, а также при производстве тротуарной плитки, бордюров, колодезных колец используют крупнозернистый песок (Модуль крупности 2,2—2,5).

Расход песка на заводе по производству железобетонных изделий составляет 192т в день, а в год 49920 т песка.

Вода

Вода для затворения бетонной смеси при изготовлении бетонных и железобетонных конструкций с ненапрягаемой арматурой должна отвечать следующим требованиям:

- Количество растворимых солей не должно превышать 5000 мг/л;
- Количество ионов SO_4^{2-} не должно превышать 2700 мг/л;
- Количество Ионов Cl^- не должно превышать 1200 мг/л;
- Количество взвешенных частиц не должно превышать 200 мг/л.

Водопроводная вода соответствует этим требованиям, поэтому при производстве плит перекрытия будет использоваться вода из централизованного источника водоснабжения.

Арматура

Арматурные элементы составляют несущую основу железобетонных конструкций, воспринимающих изгибающие и растягивающие усилия.

Для армирования железобетонных плит перекрытия применяют стержневую арматурную сталь, поступающую на завод в связках.

Добавка суперпластификатор С-3

Самая известная и наиболее эффективная химическая добавка в России – суперпластификатор С-3 – относится к 1-й группе пластифицирующих веществ, имеет широкое применение в области производства бетонов и строительных растворов.

Главная особенность добавки заключается в увеличении подвижности бетонной смеси, прочностных характеристик и долговечности конструкций, при этом экономия цемента может достигать 25%, что делает применение пластификатора С 3 экономически целесообразным.

Применяется суперпластификатор С-3 для производства сборных конструкций на основе высокопрочного бетона, при бетонировании густоармированных конструкций, плит, панелей. С-3 незаменим при возведении монолитных сооружений со сложной конфигурацией, а также при изготовлении напорных железобетонных труб.

Пластификатор С-3 обеспечивает следующие характеристики бетона:

- Повышение подвижности бетонной смеси до марки П-5;
- Увеличение водонепроницаемости до W 12;
- Прочностные качества возрастают на 35-40% соответствующие бетонной смеси класса В45;
- Повышение морозостойкости.

Дозировка суперпластификатора в пересчёте на сухое вещество должна составлять около 0.4% от веса цемента используемого в растворе. Возможна доставка суперпластификатора в сухом виде в пластиковых мешках, в таком случае на заводе необходимо выполнение операции по разбавлению сухого

вещества для приготовления готовой к добавлению в бетон добавки. Но на данный завод суперпластификатор будет поставляться в готовом жидким виде.

В день необходимо 0.26т добавки, в год 67,6т.

Смазка «Intaktin»

При производстве железобетонных изделий (ЖБИ) в формах, одной из операций, наряду с очисткой форм, укладкой арматуры и др., является смазка форм. На качество железобетонных изделий влияет сцепление бетона с поверхностью форм. При этом рабочие поверхности форм перед формованием и после отчистки покрываются слоем смазочного материала, препятствующего сцеплению бетона с поверхностью формы. Смазка должна не только не вызывать коррозии металла форм, но и обладать антикоррозионными защитными свойствами, не содержать летучих вредных для здоровья веществ, быть безопасной в пожарном отношении.

Смазку наносят на поверхность оборудования, контактирующего с бетоном, бетономешалки, лотки, тележки, бадьи, автобетоносмесители, кузова самосвалов и т. п. Покрытие устраниет налипание бетона или раствора, значительно облегчает очистку оборудования и уменьшает его износ. Покрытие подлежит обновлению через определённый период времени, величина которого зависит от интенсивности загрязнения и абразивного воздействия.

В состав смазок входят различные химические соединения:

- нефтепродукты и масла (машинное масло, битум, гудрон, жировой гудрон, минеральное масло, ланолин, остатки после нефтеулавливания, соляровое масло, кулисная паровозная смазка, силиконовое масло);
 - эмульсолы (нефтяной и эмульсол кислый синтетический);
 - парафин;
 - канифоль;
- жирные кислоты (соапсток, пальмитиновая кислота, кубовые остатки нафтеновых и синтетических жирных кислот, олеиновая кислота);
 - мыла, в том числе хозяйственное и различные продукты нейтрализации жирных кислот;
 - кальцинированная сода;
- различные твердые материалы (мел, кремниевая горная порода, шлам бетонных мозаичных плит, глины, шлифовальный отход, белый цемент, цементная пыль-унос вращающихся печей);
 - жидкое стекло;
 - вода.

Часть смазок представляет собой вязкие нефтепродукты и масла, а часть эмульсолы с большим содержанием воды.

Расход смазки составляет 40-50 мл/м².

Приготовление бетонной смеси

Бетоносмесительный цех скомпонован по вертикальной схеме, при которой всё оборудование размещается на перекрытиях многоэтажного здания, и подъём материалов осуществляется на высоту 25 и более метров. Цемент из силоса для хранения, расположенного на крыше бетоносмесительного цеха, при помощи пневморазгружателя донной выгрузки попадает в трубопровод, по которому поступает в расходный бункер бетоносмесительного цеха. Песок и щебень из открытого склада при помощи шнекового транспортера поступают в расходные бункера бетоносмесительного цеха. Для крупного заполнителя, песка и цемента предусмотрено по два отсека. С целью свободного перемещения под действием сил тяжести сыпучих материалов, углы наклона днищ бункеров выполняют больше углов естественного откоса соответствующих материалов. Во избежание зависания заполнителей при повышенной влажности, на стенках нижней части бункера установлены навесные вибраторы, кроме этого по периметру бункеров расположены паровые трубы – для того, чтобы в зимний период вёлся подогрев заполнителей. В бункерах цемента предусматривают устройства для аэрации. Также над бункерном в отделении расположены циклоны, фильтры для очистки сжатого воздуха от цементной пыли.

После бункерного отделения расположено дозаторное отделение, где размещены баки для воды и добавки, дозатор для песка и щебня ДИ-2000Д (с наименьшим пределом взвешивания 400 кг, а наибольшим - 2000 кг, вместимостью бункера 2,5 м³ и циклом дозирования 60 секунд), дозатор цемента АВДЦ-1200М (с наименьшим пределом взвешивания 100 кг, а наибольшим - 300 кг, вместимостью бункера 0,36 м³ и циклом дозирования 90 секунд). и 2 дозатора жидкости для воды и суперпластификатора АВДЖ-425/1200М (с наименьшим пределом взвешивания 20 кг, а наибольшим - 200 кг, вместимостью бункера 0,21 м³ и циклом дозирования 45 секунд). Отдозированные материалы последовательно поступают в смесительное отделение: песок, щебень, часть воды, добавка, цемент и остальная часть воды, где перемешиваются не менее 90 секунд в бетоносмесителе принудительного действия СБ-138А (объём готового замеса по бетонной смеси – 1000 литров, вместимость по загрузке 1500 литров, число циклов в час при приготовлении бетонной смеси – 40).

Готовая бетонная смесь при помощи ленточного транспортера ТК-3 (длина неограничена, ширина ленты 800 мм) поступает в формовочный цех.

Подготовка арматуры

Для производства напряженной арматуры, сеток С-2 и монтажных петель используется стержневая арматура класса AtV (A800). Стержневая арматура периодическая представляет собой круглые профили с двумя продольными ребрами и поперечными выступами. Буква «т» в классе арматуры обозначает

термически упрочненную арматурную сталь. Используется сталь диаметра 10мм.

Подготовка арматуры осуществляется в арматурном цехе, который расположен на территории завода по производству железобетонных плит перекрытия рядом с закрытым складом хранения арматуры.

Из склада стержневая арматура, связанная в прутки при помощи автопогрузчика поступает в арматурный цех. Там арматура на устройстве для резки арматуры СМЖ-175 нарезается на стержни необходимой длины.

После рези часть арматуры укладывается на автопогрузчик и транспортируется в цех армирования, где вручную с помощью домкрата 6280СА механически натягивается на поддон с формой для дальнейшего формования плиты.

Остальная арматуры часть поступает в сварочный станок МГМ-160 для сварки сетки С-2.

В процессе проведения сварочных работ выделяются различные примеси, основными из которых являются твердые частицы и газы. Особенно сильное загрязнение воздуха вызывает сварка электродами с качественными покрытиями. Состав пыли и газов определяется содержанием покрытия и составом свариваемого и электродного металла. Сварочная пыль представляет собой смесь мельчайших частиц окислов металлов и минералов. Основными составляющими являются окислы железа (до 70 %), марганца, кремния, хрома, фтористые и другие соединения. Наиболее вредными веществами, входящими в состав покрытия и металла электрода, являются хром, марганец и фтористые соединения. Воздух в рабочей зоне сварщика также загрязняется различными вредными газами: окислами азота, углерода, фтористым водородом и др.

При газовой резке металлов выделяется сварочный аэрозоль, окислы марганца, оксиды хрома, азота и углерода.

Удаление вредных газов и пыли из зоны сварки и резки, а также подача чистого воздуха обычно осуществляется местной и общей вентиляцией. Объем подаваемого свежего воздуха должен быть не менее $30 \text{ м}^3/\text{ч}$. Без вентиляции сварка внутри замкнутых пространств не разрешается. Поэтому, если часовой расход электродов менее 0,2 кг на 1 м^3 объема помещения и если концентрация сварочной пыли меньше предельно допустимой, разрешается естественное проветривание помещений.

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

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

Готовая сетка при помощи автопогрузчика транспортируется на пост армирования, где устанавливается на поддон для формования плиты.

И небольшая часть нарезанной арматуры идет на изготовление монтажных петель П-1. Монтажные петли изготавливаются рабочим вручную на гибочном станке Г-55.

Главной задачей каждого гибочного станка является приданье заготовке нужного изгиба, то есть формы. Нужно помнить, что для любого сгибания необходимо растяжение и сужение различных частей изделия. При гибке металлических заготовок происходит то же самое: часть внутренних волокон материала подвергается растяжению (заготовка выгибается наружу), а другая часть при этом сужается, то есть ее волокна располагаются ближе друг к другу (изгиб внутрь). При этом вдоль оси заготовки слои волокон останутся нетронутыми. Для того чтобы сделать правильный и качественный изгиб, необходимо точно определить размеры обрабатываемой детали. Стоит помнить, что после обработки он останется прежним только на оси. Основные параметры работы всех гибочных станков одинаковы. Обрабатываемую часть детали необходимо закрепить в станке при помощи прижимной балки. Затем за работу принимается гибочная балка, которая придает изделию заданную форму.

Выработка пара на котельной

На территории завода по производству ЖБИ расположена производственная котельная, которая вырабатывает пар для осуществления тепло-влажностной обработки сформированных плит перекрытия в ямной камере. На котельной расположено 5 котлов марки КЕ 10-14С.

На рисунке 2 представлена схема устройства котка КЕ10-14С.

Работает данная котельная на угле, который привозят на территорию предприятия машинами Камаз 65-115.

Уголь хранится на открытом складе на территории котельной. Со склада при помощи скребкового механизма уголь попадает в угольный бункер, откуда пневмомеханическим забрасывателем забрасывается в котел. В результате горения в котле образуется шлак (твёрдый отход), который накапливается в шлаковом бункере. Шлак из бункера вывозят на специальные шлакоотвалы. Дымовые газы после выхода из котла омывают трубы экономайзера, тем самым охлаждаясь, после этого проходят через дымосос и выбрасываются в атмосферу через дымовую трубу. А горячий пар по трубам поступает в формовочный цех по производству плит перекрытия для осуществления тепловлагостной обработки плит.

Основные операции. Чистка и смазка форм

Налипание бетона на формы и плохое качество поверхности бетона – неприятность, с которой сталкиваются на заводах по производству ЖБИ. Для решения этого вопроса на помощь придет правильная смазка для опалубки и

форм. Смазка для опалубки не только облегчает отделение бетона от опалубки и форм, но еще и защищает формы от износа, а бетону и изделиям придает гладкую и ровную поверхность. В домашних условиях нередко встречается, что при изготовлении садовых дорожек и площадок применяют некачественные смазочные материалы такие как: отработка, мазут, тосол и тд. Свою защитную функцию смазки они выполняют, но это неэффективно сказывается на поверхности бетона (остаются жирные пятна, плохая адгезия), у опалубочной формы значительно снижается срок эксплуатации (оборачиваемость) и выделяют вредные испарения, что негативно влияет на здоровье человека и окружающую среду. Для заводов ЖБИ такие смазки не подходят, а нужна производственная смазка. К выбору смазки для опалубки нужно подойти очень ответственно, ведь вы можете нанести вред здоровью.

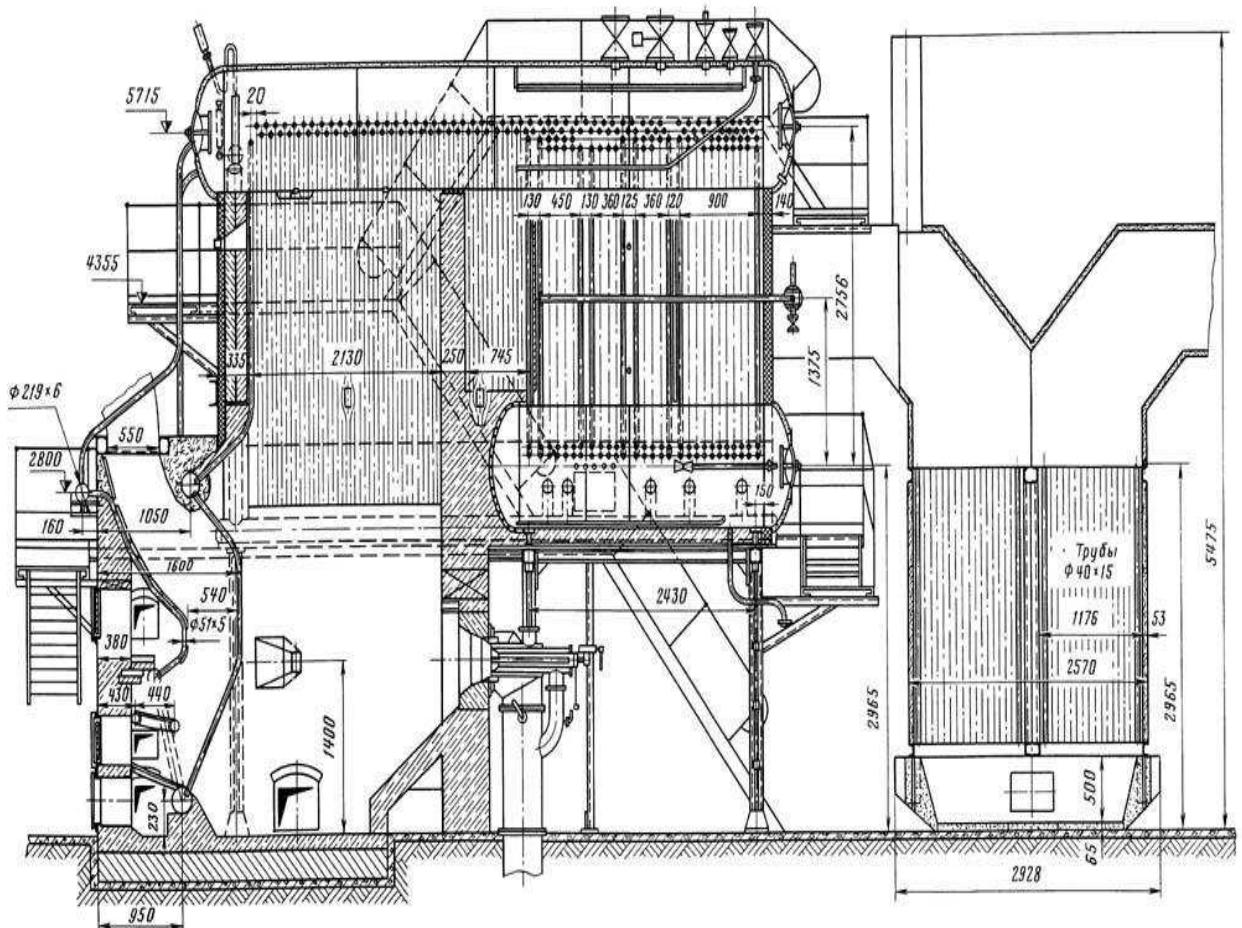


Рисунок 2 – Схема устройства котла KE 10-14С и экономайзера

Смазка для опалубки и форм – основные достоинства:

- Смазка для опалубки значительно облегчает отделение (адгезию) бетона от формы благодаря чему снижаются трудозатраты на очистку формы, увеличивается срок эксплуатации;

- Смазка для опалубки обеспечивает отличное качество поверхности бетона и изделий, за счет уменьшения количества дефектов – пор, вырывов, шелушения, раковин и тд;
 - Смазка для опалубки не оставляет на поверхности бетона и изделий жирных и масляных пятен после ее применения;
 - Опалубочная смазка повышает качество поверхности монолитного бетона и изделий, придавая им глянцевую поверхность;
 - Смазка для опалубки и форм после полного высыхания обеспечивает высокое сцепление штукатурки с поверхностью бетона;
 - Смазка для опалубки не позволяет пузырькам воздуха, которые содержатся в бетонной смеси, выходить на поверхность изделия;
- Смазка форм производится после распалубки изделий, когда пустая форма поступает на пост отчистки, где ее вручную чистят при помощи пневмоскребка и используют смазку с водной пластификацией «Intaktin». Подготовленная форма мостовым краном г/п 1т (режим А3) перемещается на пост армирования.

Формование

Готовая бетонная смесь поступает в раздаточный бункер и при помощи ленточного конвейера ТК-3 (длина неограничена, ширина ленты 800 мм), жесткая бетонная смесь поступает в бетоноукладчик СМЖ-856, далее бетонная смесь сбрасывается в бункер бетоноукладчика СМЖ-856.

Осуществляется укладка нижнего слоя бетонной смеси уже с уложенной предварительно напряженной арматурой и сетками С-2. После укладки нижнего слоя бетона в лицевые борта формы выезжают пуассоны для формирования круглых пустот в объеме плиты. Эти пуассоны являются частью машины формовочной СМЖ-847.

После этого борта поддона закрываются, и производится укладка верхнего слоя бетонной смеси. После укладки бетона на поверхность свежеотформованной плиты опускается вибропригрузочный щит СМЖ-228Б-100 для виброуплотнения верхнего слоя предварительно напряженных железобетонных многопустотных панелей. Щит состоит из рамы с установленными на ней электромеханическими вибраторами.

После уплотнения извлекаются пустотообразователи, поднимается прегрузочный щит и разравнивающей рейкой вручную разравнивается свежеотформованная бетонная смесь, вручную высвобождаются монтажные петли П-1.

С поста формования мостовым краном (грузоподъемность 10 тонн, общего назначения, опорный двухбалочный с электроприводом, скорость подъема груза 0,032 м/с, скорость передвижения крана 1,0 м/с, пролет 18 м) и грузозахватным устройством СМЖ-43А (грузоподъемность 9 тонн, высота

изделия на поддоне 420 мм, масса –0,98 тонн) поддон с изделием загружается в ямную камеру.

Тепловлажностная обработка

После поста формования готовые отформованные изделия помещаются в ямную камеру для произведения тепловлажностной обработки. Габаритные размеры ямной камеры 7980мм*4380мм*3150мм. В ямной камере изделия устанавливаются на пакетировщик СМЖ-292А (число поддонов – 10, масса поддона с изделием, т – 6,91, масса пакетировщика 1 тонна) – по мере загрузки камеры производится предварительная выдержка. В ямной камере изделие подвергается тепловой обработке продуктами сгорания природного угля по режиму: 3 часа – подъём температуры, 12 часов – выдержка изделий при максимальной температуре (60-650С) и 2 часа – остывание изделия (без подачи теплоносителя). Пар для ТВО поступает из производственной котельной, которая находится на территории предприятия. После этого открывают крышку ямной камеры мостовым краном и поддон с изделиями перемещают мостовым краном со стропами на пост распалубки и подготовки.

Распалубка

На пост распалубки изделия перемещается после прохождения им тепловлажностной обработки. На посту распалубки при помощи пил трения осуществляется обрезка стержней, и мостовым краном со стропами извлекается изделие с дальнейшим перемещением его на пост доводки.

Приемка изделия на посту доводки

На посту доводки вручную производится затирка и заглаживание возможных дефектов; защита торцов преднапряжённых стержней; маркировка изделия и приёмка ОТК. Изделие подвергается естественной сушке на самоходной тележке с прицепом вывоза готовой продукции СМЖ-151 (грузоподъёмность 40 тонн, предельная дальность хода 120 м, скорость передвижения 31,6м/мин).

Склад готовой продукции

Склад готовой продукции представляет из себя площадку большого периметра на открытом воздухе, на которой складируют готовые плиты перекрытия.

3 Характеристика предприятия как источника загрязнения атмосферы

ОАО «КЖБМК» осуществляет изготовление сборных железобетонных конструкций, которые предназначены для устройства перекрытий в зданиях и сооружениях, изготовление металлических конструкций.

Технологический цикл на предприятии выстроен по агрегатно-поточной схеме, которая характеризуется тем, что цикл производства расчленен на отдельные операции, выполняемые по потоку без принудительного ритма. Изделия переходят от поста к посту с произвольным интервалом времени, зависящим от длительности операции на данном посту.

В производственных цехах размещаются несколько поточных линий, специализированных на изготовлении конструкций одного типа и близких размеров. На каждой линии имеются посты очистки, сборки и смазки металлических переносных форм, укладки арматурных каркасов, пост формования. Изделия после процедуры формования транспортируются для тепловой обработки в камеры и оттуда на посты распалубки, посты технического осмотра и маркировки.

На территории комбината расположены здания цехов основного и вспомогательного производства.

Основное производство:

- формовочный цех № 1;
- формовочный цех № 3;
- цех металлоконструкций № 5;
- арматурный цех № 6;
- формовочный цех № 7;
- бетоносмесительный цех № 8.

Вспомогательное производство:

- ремонтно-механический цех № 9;
- электро, паросиловой цех № 10;
- погрузочно-разгрузочный цех № 11;
- автотранспортный цех № 13;
- ремонтно-строительный цех № 15.

Формовочные цеха № 1,7 Цеха включают в себя посты камер твердения, пост чистки форм, пост смазки форм, пост укладки арматуры, подготовки сеток и каркасов. Чистка и смазка форм производится на постах сборки - разборки форм. При помощи скребков с формы удаляются наплывы налипшего бетона. Чистке подвергаются все элементы формы: поддон, борта, угловые замки.

В цехе № 1 выбросы в атмосферу происходят от сварочных постов: два - в первом пролете и два - в третьем. При осуществлении ручной сварки электродами МР-3 в атмосферу поступает сварочный аэрозоль (диЖелезо триоксид, марганец и его соединения) и гидрофторид. Удаление загрязненного воздуха осуществляется из верхней зоны крышными вентиляторами (диаметр 1

м); в первом пролете – 5 вентиляторов (ИЗА № 0030), в третьем пролете - 7 вентиляторов (ИЗА № 0031). Определен диаметр этих источников эквивалентный по площади и расходу крыщных вентиляторов.

В цехе № 7 выбросы в атмосферу происходят от сварочных постов: два - в первом пролете и три - в четвертом; в четвертом пролете установлены две сваенавивочных машины марки К 182, которые предназначены для сварки арматурных каркасов свай. При осуществлении ручной сварки электродами МР-3 в атмосферу поступает сварочный аэрозоль (диЖелезо триоксид, марганец и его соединения) и гидрофторид; при осуществлении точечной сварки - сварочный аэрозоль (диЖелезо триоксид, марганец и его соединения). Удаление загрязненного воздуха осуществляется из верхней зоны крышными вентиляторами (диаметр 1 м); в первом пролете - 2 вентилятора (ИЗА № 0024), в четвертом пролете - 6 вентиляторов (ИЗА № 0025). Определен диаметр этих источников эквивалентный по площади и расходу крыщных вентиляторов. Формовочный цех № 3 Законсервирован и не эксплуатируется, проводится только прогрев паром технологических установок.

Твердые бытовые отходы предприятия

Твердые бытовые отходы на предприятии образуются в результате растарки бочек со смазкой для форм «Intaktin», и представляют собой пустые 200 литровые бочки, и деревянные поддоны, в которые доставляются эти бочки.

Автомобиль, доставляющий смазку, приезжает на предприятие 8 раз в месяц, каждый раз привозит 6 штук деревянных поддонов, на каждом из которых расположено по 4 бочки со смазкой «Intaktin». Тем самым твердые бытовые отходы предприятия за месяц составляют:

1. 192 пустые бочки;
2. 48 деревянных поддонов.

Пустые бочки хранятся на закрытом складе, откуда вывозятся мусоровозом 2 раза в неделю. А деревянные поддоны возвращаются продавцу смазки для форм, для дальнейшего использования.

4 Расчет образования загрязняющих веществ от автотранспорта

На территории базы производства к передвижным источникам относятся:

- легковые и грузовые автомобили (автобетономешалки, цементовозы, битумовозы, поливомоечные, уборочные, снегоочистительные и т. п.);
- дорожно-строительные машины (тракторы, автогрейдеры, экскаваторы, асфальто-укладчики, катки, корчеватели, бульдозеры, фрезы и т.п.).

Расчет валовых и максимально разовых выбросов от всех групп автомобилей проводится в соответствии с действующей методикой [1].

Расчет выбросов от дорожно-строительных машин (ДМ) проводится по основным загрязняющим веществам, содержащимся в отработавших газах дизельных и пусковых бензиновых двигателей: углерода оксид (CO), углеводороды (CH), азота оксид (в пересчете на NO₂), твердые частицы (сажа - C), ангидрид сернистый (серы диоксид – SO₂), свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец).

Все рассматриваемые в данном разделе ДМ условно разбиты на категории в зависимости от номинальной мощности установленного дизельного двигателя. Запуск дизельных двигателей, установленных на ДМ (кроме 1-й категории), часто производится с помощью пусковых 2-х тактных бензиновых двигателей или пусковых установок с 4-х тактными бензиновыми двигателями. На их долю приходится значительная часть суммарных вредных выбросов за период запуска, прогрева и выезда машин с территории предприятия.

Выброс i-го вещества одной машины k-й группы в день при выезде с территории предприятия M'_{ik}, и возврате M"_{ik} рассчитывается по формулам:

$$M'_{ik} = (m_{nik} \cdot t_n + m_{npik} \cdot t_{np} + m_{gbik} \cdot t_{gb1} + m_{xxik} \cdot t_{xx1}) \cdot 10^{-6}, \text{ т} \quad (1)$$

$$M''_{ik} = (m_{bik} \cdot t_{gb2} + m_{xxik} \cdot t_{xx2}) \cdot 10^{-6}, \text{ т} \quad (2)$$

где m_{nik} – удельный выброс i-го вещества пусковым двигателем, г/мин;

m_{npik} – удельный выброс i-го вещества при прогреве двигателя машины k-й группы, г/мин;

m_{gbik} – удельный выброс i-го вещества при движении машины k-й группы по территории с условно постоянной скоростью, г/мин;

m_{xxik} – удельный выброс i-го компонента при работе двигателя на холостом ходу, г/мин:

t_n, t_{np} – время работы пускового двигателя и прогрева двигателя, мин;

t_{gb1}, t_{gb2} – время движения машины по территории при выезде и возврате, мин;

t_{xx1}, t_{xx2} – время работы двигателя на холостом ходу при выезде и возврате = 1 мин.

Значения m_{nik} , m_{npik} , m_{gbik} и m_{xxik} приведены в таблицах 1 - 4. Приведенные в таблицах данные получены на основе статистической обработки результатов фактических измерений выбросов двигателей внутреннего сгорания и отражают категорию двигателя по мощности, а также учитывают температурные условия, характеризующие различные времена года.

Периоды года (холодный, теплый, переходный) условно определяются по величине среднемесячной температуры. Месяцы, в которых среднемесячная температура ниже -5°C , относятся к холодному периоду, месяцы со среднемесячной температурой выше $+5^{\circ}\text{C}$ - к теплому периоду и с температурой от -5°C до $+5^{\circ}\text{C}$ - к переходному. Для предприятий, находящихся в разных климатических зонах, продолжительность условных периодов будет разной. Влияние периода года учитывается только для выезжающей техники, хранящейся при температуре окружающей среды.

Расчет выбросов для ДМ, хранящихся на закрытых отапливаемых стоянках, производится по показателям, характеризующим теплый период года, для всего расчетного периода.

Время пуска дизельного двигателя с помощью пусковых двигателей и установок t_n также зависит от температуры окружающей среды и принимается по таблице 5.

Время, затрачиваемое ДМ при движении по территории предприятия t_{gb} , определяется путем деления пути, проходимого машиной от центра площадки, выделенной для стоянки данной группы машин, до выездных ворот (при выезде) и от въездных ворот до центра стоянки (при возврате) на среднюю скорость движения по территории предприятия. Средние скорости при въезде и выезде приведены в таблице 6.

Валовый годовой выброс i -го вещества ДМ рассчитывается для каждого периода года по формуле:

$$M = \sum_{k=1}^P (M'_{ik} + M''_{ik}) \cdot D_{fk} \cdot 10^{-6}, \text{ т/год} \quad (3)$$

где D_{fk} - суммарное количество дней работы ДМк-й группы в расчетный период года;

$$D_{fk} = D_p \cdot N_k, \quad (4)$$

где D_p - количество рабочих дней в расчетном периоде;

N_k - среднее количество ДМ k -й группы, ежедневно выходящих на линию.

Количество рабочих дней в расчетном периоде зависит от режима работы предприятий и длительности периодов со средней температурой ниже -5°C , от -5°C до 5°C , выше 5°C . Длительность расчетных периодов для каждого региона и среднемесячная температура принимается по Справочнику по климату.

Для определения общего валового выброса M^o_i валовые выбросы одноименных веществ по периодам года суммируются:

$$M^o_i = M^r_i + M^{tr}_i + M^{xx}_i, \text{ т/год} \quad (5)$$

Максимально разовый выброс i -го вещества G_i рассчитывается для каждого месяца по формуле:

$$G_i = \frac{\sum_{k=1}^P (m_{nik} \cdot t_n + m_{pri} \cdot t_{pr} + m_{dvi} \cdot t_{gb} + m_{xxik} \cdot t_{xx}) \cdot N_k}{3600} \quad (6)$$

где t_{xx} - время работы двигателя на холостом ходу при выезде и возврате (в среднем составляет 1 мин.);

N'_k - наибольшее количество ДМ, выезжающих со стоянки в течение одного часа.

Величина t_{pr} практически одинакова для различных категорий машин, но существенно изменяется в зависимости от температуры воздуха (таблица 7).

Общие валовые и максимально разовые выбросы от передвижных источников определяются суммированием выбросов одноименных загрязняющих веществ от всех групп автомобилей и дорожно-строительных машин.

Таблица 4 – Удельные выбросы загрязняющих веществ пусковыми двигателями и установками при пуске дизельных двигателей на ДМ (m_{nik})

Категория машин	Номинальная мощность дизельного двигателя, кВт	Удельные выбросы загрязняющих веществ, г/мин				
		CO	CH	NO ₂	SO ₂	Pb ^x
1 ^{xx}	до 20	-	-	-	-	-
2	21-35	18,3	4,7	0,9	0,023	0,0064
3	36-60	23,3	5,8	1,2	0,029	0,0082
4	61-100	25,0	2,1	1,27	0,042	0,0120
5	101-160	35,0	2,9	3,4	0,058	0,0160
6	161-260	57,0	4,7	4,5	0,095	0,0270
7	свыше 260	90,0	7,5	7,0	0,150	0,0420

^x – Расчет выбросов соединений свинца приводится только в случае использования этилированного бензина;

^{xx} – I категория машин осуществляет пуск дизельного двигателя электростартером, который не дает никаких выбросов.

Таблица 5 – Удельные выбросы загрязняющих веществ ДМ в процессе прогрева (m_{npik})

Кат егор ия маш ин	Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин									
	CO		CH		NO ₂		C		SO ₂	
	теплы й	холод ный	тепл ый	холод ный	теплы й	холод ный	теплы й	холод ный	теплы й	холод ный
1	0,5	1,0	0,06	0,16	0,09	0,14	0,01	0,06	0,018	0,022
5	0,8	1,6	0,11	0,29	0,17	0,26	0,02	0,12	0,034	0,042
3	1,4	2,8	0,18	0,47	0,29	0,44	0,04	0,24	0,058	0,072
4	2,4	4,8	0,30	0,78	0,48	0,72	0,06	0,36	0,097	0,120
5	3,9	7,8	0,49	1,27	0,78	1,17	0,10	0,60	0,16	0,200
6	6,3	12,6	0,79	2,05	1,27	1,91	0,17	1,02	0,25	0,310
7	9,9	18,8	1,24	3,22	2,00	3,00	0,26	1,56	0,26	0,320

Примечание: В переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂ должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений для холодного периода. Выбросы NO₂ равны выбросам в холодный период.

Таблица 6 – Удельные выбросы загрязняющих веществ ДМ в процессе движения по территории предприятия (m_{gbik})

Категория машины	Номинальная мощность дизельного двигателя, кВт	Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин									
		CO		CH		NO ₂		C		SO ₂	
		Периоды года									
двигателя, кВт	двигателя, кВт	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный
1	до 20	0,24	0,29	0,08	0,10	0,47	0,47	0,05	0,07	0,036	0,044
2	21-35	0,45	0,55	0,15	0,18	0,87	0,87	0,10	0,15	0,068	0,084
3	36-60	0,77	0,94	0,26	0,31	1,49	1,49	0,17	0,25	0,120	0,150
4	61-100	1,29	1,57	0,43	0,51	2,47	2,47	0,27	0,41	0,190	0,230
5	101-160	2,09	2,55	0,71	0,85	4,01	4,01	0,45	0,67	0,310	0,380
6	161-260	3,37	4,11	1,14	1,37	6,47	6,47	0,72	1,08	0,510	0,630
7	свыше 260	5,30	6,47	1,79	2,15	10,16	10,16	1,13	1,70	0,800	0,980

Примечание: В переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂ должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений для холодного периода. Выбросы NO₂ равны выбросам в холодный период.

Таблица 7 – Удельные выбросы загрязняющих веществ при работе дизельного двигателя на холостом ходу (m_{xxik})

Категория двигателя	Номинальная мощность двигателя, кВт	Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин				
		CO	CH	NO ₂	SO ₂	C
1	до 20	0,45	0,06	0,09	0,018	0,01
2	21-35	0,84	0,11	0,17	0,034	0,02
3	36-60	1,44	0,18	0,29	0,058	0,04
4	61-100	2,40	0,30	0,48	0,097	0,06
5	101-160	3,91	0,49	0,78	0,160	0,10
6	161-260	6,31	0,79	1,27	0,250	0,17
7	свыше 260	9,92	1,24	1,99	0,390	0,26

Таблица 8 – Средняя продолжительность пуска дизельного двигателя с помощью пусковых двигателей и установок, t_n

Период года	Теплый	Переходный	Холодный
Продолжительность пуска, мин.	1	2	4

Таблица 9 – Средние скорости движения техники по территории предприятия

Тип машин	Средняя скорость движения, км/ч
Колесные тракторы класса до 5 тс	10
Гусеничные тракторы и тяжелая колесная техника (скреперы и т. п.)	5

Таблица 10 – Среднее время работы двигателя при прогреве двигателя

Температура воздуха, °C	выше 5	ниже 5 до -5	ниже -5 до -10	ниже -10 до -15	ниже -15 до -20	ниже -20 до -25	ниже -25
Время прогрева, мин	2	6	12	20	28	36	45

Предприятие работает по 7-дневной рабочей неделе (8-часовой рабочий день). Длительность периодов года составляет:

- Переходный – 2 месяца (53 рабочих дня);
- Холодный – 5 месяцев (127 рабочих дней);
- Теплый – 5 месяцев (133 рабочих дня).

Сырье на предприятие доставляют при помощи автомобиля КАМАЗ 45143 и КАМАЗ-65117.

Таблица 11 – Валовый выброс от КАМАЗ 45143

Валовый выброс, т/год						
		CO	CH	NO ₂	SO ₂	C
Теплый	M=	0,00378	0,00043	0,0001	0,00009	0,00009
Холодный		0,0203	0,002	0,0025	0,0003	0,0007
Переходный		0,00458	0,0006	0,0007	0,00007	0,0002
Общее		0,0209	0,00321	0,0033	0,00046	0,00099

Таблица 12 – Максимально-разовый выброс от КАМАЗ 45143

Максимально-разовый выброс, г/с						
		CO	CH	NO ₂	SO ₂	C
Теплый	G=	0,00027	0,00003	0,00006	0,000005	0,000005
Холодный		0,00164	0,00021	0,00022	0,00002	0,00007
Переходный		0,0009	0,00011	0,00013	0,00001	0,00004

Таблица 13 – Валовый выброс от КАМАЗ-65117

Валовый выброс, т/год						
		CO	CH	NO ₂	SO ₂	C
Теплый	M=	0,0007	0,0008	0,00002	0,00001	0,00001
Холодный		0,004	0,0003	0,00005	0,00005	0,0001
Переходный		0,0008	0,00011	0,0001	0,000001	0,00003
Общее		0,0055	0,00022	0,00017	0,000061	0,00014

Таблица 14 – Максимально-разовый выброс от КАМАЗ-65117

Максимально-разовый выброс, г/с						
		CO	CH	NO ₂	SO ₂	C
Теплый	G=	0,00027	0,00003	0,00006	0,000005	0,000005
Холодный		0,00164	0,00021	0,00022	0,00002	0,00007
Переходный		0,0009	0,00011	0,00013	0,00001	0,00004

5 Расчет образования и рассеивания загрязняющих веществ до мероприятий

Расчет выбросов ЗВ при сжигании твердого топлива в котле

Уголь Канско-Ачинского бассейна, Ирша-Бородинское месторождение;

Марка, класс: Б2, Р;

Котлоагрегат: КЕ 10-14С (неподвижная решетка);

Кол-во: 3 штуки;

В, т/год= 18000;

B^{\max} = 1,3 т/час;

Тип ГОУ: циклон ЦН-15;

n, %=73;

H, м=80;

D, мм=1500;

Элементарный состав топлива, %

W^r =33,0;

A^r =6,0;

S_k^r = 0,2;

S_o^r =43,7;

C^r =43,7;

H^r =3,0;

N^r =0,6;

Q_i^r =14,95 МДж/кг;

α =1,2;

q_3 =1;

q_4 =12;

F=8,7 м².

Расчет объема сухих дымовых газов

Объем сухих дымовых газов при нормальных условиях определяется по уравнению:

$$V = V^0 + (\alpha - 1) V^0 - V_{H_2O}^0 \quad (7)$$

где V^0 , $V_{H_2O}^0$ и $V_{H_2O}^0$ - соответственно объемы воздуха, дымовых газов и водяных паров при стехиометрическом сжигании одного килограмма (1 нм³) топлива, нм³/кг (нм³/нм³).

Для твердого и жидкого топлива расчет выполняют по химическому составу сжигаемого топлива по формулам

$$V^0 = \frac{100}{C^r + S_{op+k}^r + H^r + O^r + N^r + W^r} \quad (8)$$

$$V^0 = \frac{100}{C^r + S_{op+k}^r + H^r + O^r + N^r} \quad (9)$$

$$V^0 = \frac{100}{C^r + S_{op+k}^r + H^r + O^r + N^r} \quad (10)$$

где C^r , S_{op+k}^r , H^r , O^r , N^r - соответственно содержание углерода, серы (органической и колчеданной), водорода, кислорода и азота в рабочей массе топлива, %;

W^r - влажность рабочей массы топлива, %[10].

$$V^0 = 0.0889(C^r + 0.375 \cdot 0.2) + 0.265 \cdot 3.0 - 0.0333 \cdot 13.5 = 4.2354 \text{ нм}^3/\text{кг}$$

$$V_{H_2O}^0 = 0.111 \cdot 3 + 0.0124 \cdot 33 + 0.0161 \cdot 4.2354 = 0.8102 \text{ нм}^3/\text{кг}$$

$$V_r^0 = 1.866 \frac{43.7 + 0.375 \cdot 0.2}{100} + 0.79 \cdot 4.2354 + 0.8 \frac{0.6}{100} + 0.8102 = 4.978 \text{ нм}^3/\text{кг}$$

$$V_{cr} = 4.978 + (1.2 - 1) \cdot 4.2354 - 0.8102 = 5.015 \text{ нм}^3/\text{кг}$$

Расчет выбросов твердых частиц

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

$$M_{tb} = 0.01 \cdot 18000 (0.12 * 6 + 12 \frac{14.95}{32.68}) \cdot (1 - 0.73) = 301.786 \text{ т/год} = 9.5 \text{ г/с} \quad (5)$$

$$\alpha_{yh} = 0.12$$

$$M_{tb} = 0.01 \cdot 18000 (0.12 * 6 + 12 \frac{14.95}{32.68}) \cdot (1 - 0.73) = 301.786 \text{ т/год} = 9.5 \text{ г/с}$$

Для 3 котлов:

$$M_{\text{тв}} = 301,786 \cdot 3 = 905.418 \text{ т/год} = 28,716 \text{ г/с}$$

Расчет выбросов оксидов азота

Для котлов, оборудованных топками с неподвижной, цепной решеткой, с пневмомеханическим забрасывателем и для шахтных топок с наклонной решеткой суммарное количество оксидов азота NO_x в пересчете на NO_2 (в г/с, т/год), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами, определяется по формуле

$$M_x = B_p K_{\text{NO}_2} \alpha_m Q_i^r \quad (11)$$

где B_p - расчетный расход топлива [кг/с (т/год)], определяемый по следующей формуле:

$$B_p = B(1 - \frac{q_4}{100}) \quad (12)$$

где Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

$K_{\text{NO}_2}^m$ - удельный выброс оксидов азота при слоевом сжигании твердого топлива, г/МДж.

Величина $K_{\text{NO}_2}^m$ определяется по формуле

где α_m - коэффициент избытка воздуха в топке, определяемый по формуле

$$\alpha_m = \frac{21}{21 - Q} \quad (13)$$

где O_2 - концентрация кислорода в дымовых газах за котлом, %, но при отсутствии информации о концентрации кислорода в дымовых газах за котлом можно принимать $\alpha_m = 2,5$;

R_6 - характеристика гранулометрического состава угля - остаток на сите с размером ячеек 6 мм, % (принимается по сертификату на топливо) $R_6 = 40$

q_R - тепловое напряжение зеркала горения, МВт/м².

Величина q_R определяется по формуле

$$q_R = \frac{Q_m}{F} \quad (14)$$

где F - зеркало горения (определяется по паспортным данным котельной установки), м², $F=8,7$

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

$$\beta_r = 1 - 0.075\sqrt{r} \quad (15)$$

где r - степень рециркуляции дымовых газов, %; $r=1$;

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

$$B_r = 18000 \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 15840 \text{ т/год} = 0.76 \text{ г/с}$$

$$Q_m = B_r Q = 0.76 \cdot 14.95 = 11.362 \text{ МВт}$$

$$q_r = \frac{11.362}{8.7} = 1.3$$

$$\beta_r = 1 - 0.075\sqrt{1} = 1$$

$$K_{NOx} = 0.35 \cdot 10^{-3} \cdot 2.5 \left(1 + 5.46 \frac{100 - 40}{100}\right) \cdot \sqrt[4]{14.95 \cdot 1.3} = 0.00786 \text{ г/МДж}$$

$$M_{NOx} = 0.76 \cdot 14.95 \cdot 0.00786 \cdot 1 \cdot 1 = 0.0893 \text{ г/с}$$

$$M_{NO_2} = 0.8 \cdot 0.0893 = 0.07 \text{ г/с} = 2,2 \text{ т/год}$$

$$M_{NO} = 0.13 \cdot 0.0893 = 0.01161 \text{ г/с} = 0,366 \text{ т/год}$$

Для 3 котлов:

$$M_{NO_2} = 0.07 \cdot 3 = 0.21 \text{ г/с} = 6,6 \text{ т/г}$$

$$M_{NO} = 0.01161 \cdot 3 = 0.035 \text{ г/с} = 1,089 \text{ т/год}$$

Расчет выбросов оксида серы

Суммарное количество оксидов серы M_{SO_2} , выбрасываемых атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год), вычисляют по формуле

$$M_{SO_2} = M_{NO_2} + M_{NO} \quad (16)$$

где B - расход натурального топлива за рассматриваемый период, г/с (т/год);
 S^r - содержание серы в топливе на рабочую массу, %;
 η'_{SO_2} - доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле;
 η''_{SO_2} - доля оксидов серы, улавливаемых в мокром золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц. Доля оксидов серы (η''_{SO_2}), улавливаемых в сухих золоуловителях, принимается равной нулю [10].

Ориентировочные значения η'_{SO_2} при сжигании различных видов топлива по [10].

$$M_{SO_2} = 0.02 \cdot 18000 \cdot 0.2(1-0.2)(1-0) = 57.6 \text{ т/г} = 1.83 \text{ г/с}$$

Для 3 котлов

$$M_{SO_2} = 57.6 \cdot 3 = 172.8 \text{ т/г} = 5,48 \text{ г/с}$$

Расчет выбросов оксида углерода

Расчет количества выбросов CO выполняется по данным инструментальных замеров в соответствии с разделом 1 данной Методики.

При отсутствии данных инструментальных замеров оценка суммарного количества выбросов оксида углерода, г/с (т/год), может быть выполнена по следующему соотношению:

$$M_{CO} = q_3 R Q_i \quad (17)$$

где B - расход топлива, г/с (т/год);

C_{CO} - выход оксида углерода при сжигании топлива, г/кг ($\text{г}/\text{нм}^3$) или кг/т (кг/тыс. нм^3). Определяется по формуле:

$$C_{CO} = q_3 R Q_i \quad (18)$$

где q_3 - потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, %;

R - коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания оксида углерода; принимается по [10].

Q_i - низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг (МДж/ нм^3);

q_4 - потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, %.

$$C_{CO} = 1 \cdot 1 \cdot 14.95 = 10.24$$

$$M_{co} = 10^{-3} \cdot 18000 \cdot 14.95 \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 236.81 \text{ т/год} = 7,5 \text{ г/с}$$

Для 3 котлов

$$M_{co} = 236.81 \cdot 3 = 710.43 \text{ т/год} = 22,53 \text{ г/с}$$

Расчет концентраций бенз(а)пирена в уходящих газах

Выброс бенз(а)пирена, поступающего в атмосферу с дымовыми газами рассчитывается по формуле:

$$M_{B(a)P} = C_{B(a)P} \cdot V_{c.r.} \cdot B_p \cdot k_n \quad (19)$$

где $C_{B(a)P}$ - массовая концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах при стандартном коэффициенте избытка воздуха $\alpha_0 = 1,4$, и нормальных условиях, [$\text{мг}/\text{м}^3$];

$V_{c.r.}$ - объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании [1 кг (1 м^3)] топлива; B_p -расчетный расход топлива [$\text{т}/\text{г}$];

k_n -коэффициент пересчета.

Концентрацию бенз(а)пирена в сухих дымовых газах котлов малой мощности при слоевом сжигании твердых топлив c_{on} ($\text{мг}/\text{нм}^3$), приведенную к избытку воздуха в газах $\alpha = 1,4$, рассчитывают по формуле:

$$c = D \left(\frac{A Q_i R}{E t_n} \right)^{1/2} \quad (20)$$

где A - коэффициент, характеризующий тип колосниковой решетки и вид топлива.

Таблица 15 – коэффициент A для разных видов топлива

Тип топлива	Коэффициент А
уголь и сланцы	2,5
древесина и торф	1,5

Q_i - низшая теплота сгорания топлива, $\text{МДж}/\text{кг}$;

R - коэффициент, характеризующий температурный уровень экранов.

Таблица 16 – нахождение коэффициента R

t_n	Коэффициент R
$> 150 \text{ }^\circ\text{C}$	$R = 350$
$< 150 \text{ }^\circ\text{C}$	$R = 290$

где t_n - температура насыщения при давлении в барабане паровых котлов или на выходе из котла для водогрейных котлов; (см. нормативный метод "Тепловой расчет котельных агрегатов");

K_o - коэффициент, учитывающий нагрузку котла;

$$K_o = \left(\frac{D_n}{D_\phi} \right)^{1,2} \quad (21)$$

где D_n - номинальная нагрузка котла, кг/с;

D_ϕ - фактическая нагрузка котла, кг/с;

K_{3y} - коэффициент, учитывающий степень улавливания бенз(а)пирена золоуловителем и определяемый по соотношению

$$K_{3y} = 1 - n_{3y} z,$$

где $-n_{3y}$ - степень очистки газов в золоуловителе по золы, %;

$$C_{6\pi} = 10^{-3} \left(\frac{2.5 \cdot 14.95}{e^{2.5 \cdot 1.1}} + \frac{350}{150} \right) \cdot 1 \cdot 0.27 \cdot 10^{-3} = 1,275 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$$

Для 3 котлов

$$C_{6\pi} = 1.275 \cdot 10^{-6} \cdot 3 = 3.825 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$$

$$M_{B(a)\Pi} = 3,825 \cdot 10^{-6} \cdot 5,015 \cdot 18000 \cdot 0,278 \cdot 10^{-3} = 95,9886 \cdot 10^{-6} \text{ г/с}$$

$$M_{B(a)\Pi} = 3,825 \cdot 10^{-6} \cdot 5,015 \cdot 18000 \cdot 10^{-6} = 0,345283 \cdot 10^{-6} \text{ т/г}$$

Таблица 15 – Содержание ЗВ в уходящих дымовых газах 3 котлоагрегатов КЕ10-14С

Вещество	г/с	т/г
Твердые частицы	28,716	905.418
NO	0,035	1.098
NO ₂	0.21	6.6
SO ₂	5.48	172.8
CO	22.53	710.43
Бенз(а)пирен	$95,9886 \cdot 10^{-6}$	$0,345283 \cdot 10^{-6}$

5.1 Расчет рассеивания ЗВ от точечного источника выбросов в атмосферу

Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере производится по специальной методике – МПР-2017. Общероссийский нормативный документ базируется на численных и аналитических решениях основного уравнения турбулентной диффузии примеси.

МПР-2017 устанавливает требования в части расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе при размещении и проектировании предприятий, нормировании выбросов в атмосферу реконструируемых и действующих предприятий, а также при проектировании воздухозаборных сооружений.

Предназначен для ведомств и организаций, осуществляющих разработки по разрешению, проектированию и строительству промышленных предприятий, нормированию вредных выбросов в атмосферу, экспертизе и согласованию атмосфераохранных мероприятий.

Данная методика является нормативной. С её помощью можно сделать расчет рассеивания примесей от любых стационарных источников выбросов промышленного объекта.

Методика расчета концентраций действует при проектировании предприятий, а также при нормировании выбросов в атмосферу реконструируемых и действующих предприятий. Также следует отметить, что данная методика предназначена для расчета приземных концентраций в двухметровом слое над поверхностью земли, а также вертикального распределения концентраций.

Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентрации, соответствующим неблагоприятным (особо опасным) метеорологическим условиям, в том числе опасной скорости ветра.

Источник рассеивания загрязняющих веществ является одиночным, выброс в атмосферу осуществляется посредством дымовой трубы. Расчетами определяются разовые концентрации, относящиеся к 20–30-минутному интервалу осреднения. При расчёте приземных концентраций учитываются метеорологические условия и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосферу города Красноярска [12].

5.2 Расчет максимальных значений приземных концентраций вредных веществ

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества c_m ($\text{мг}/\text{м}^3$) при выбросе газовоздушной смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии x_m (м) от источника и определяется по формуле:

$$C_m = \frac{AMFmn\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}} \quad (22)$$

где А – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы; М (г/с) – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

м и н -коэффициенты, учитывающие условия выхода газо-воздушной смеси из устья источника выброса;

H(м) - высота источника выброса над уровнем земли;

η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta = 1$;

$\Delta T(^{\circ}C)$ - разность между температурой выбрасываемой газо-воздушной смеси Т_г и температурой окружающего атмосферного воздуха Т_в;

V₁ (м³/с)- расход газо-воздушной смеси, определяемый по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0 \quad (23)$$

где D(м) – диаметр устья источника выброса;

ω_0 (м/с) – средняя скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса.

Значение коэффициента А, соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным:

а) 250-для районов Средней Азии южнее 40° с. ш., Бурятской АССР и Читинской области;

б) 200-для Европейской территории СССР: для районов РСФСР южнее 50° с. ш., для остальных районов Нижнего Поволжья, Кавказа, Молдавии; для Азиатской территории СССР: для Казахстана. Дальнего Востока и остальной территории Сибири и Средней Азии;

в) 180 - для Европейской территории СССР и Урала от 50 до 52° с. ш. за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов и Украины;

г) 160 - для Европейской территории СССР и Урала севернее 52° с. ш. (за исключением Центра ЕТС), а также для Украины (для расположенных на Украине источников высотой менее 200 м в зоне от 50 до 52° с. ш. - 180, а южнее 50° с. ш. - 200);

д) 140 – для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей.

Значения мощности выброса M (г/с) и расхода газовоздушной смеси V_1 (м³/с) при проектировании предприятий определяются расчетом в технологической части проекта или принимаются в соответствии с действующими для данного производства (процесса) нормативами.

Значение безразмерного коэффициента F принимается:

- а) для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т. п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) - 1;
- б) кроме указанных в п. а) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % - 2; от 75 до 90 % - 2,5; менее 75 % и при отсутствии очистки - 3.

Значения коэффициентов m и n определяются в зависимости от параметров f , ϑ_m , ϑ'_m , f_e . [4]

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} \quad (23)$$

$$\vartheta_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}$$

$$\vartheta'_m = 1,3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H}$$

$$f_e = 800 \cdot (\vartheta'_m)^3$$

$$A=200$$

$\eta = 1$, так как предприятие расположено на слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км;

$$H=30\text{м};$$

$$\Delta T=145-20=125^\circ\text{C}$$

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 8 = 9,04 \text{ м}^3/\text{с} ;$$

Для определения значений коэффициентов m , n необходимо найти параметры f , v_m , v'_m , f_e

$$f = 1000 \cdot \frac{8^2 \cdot 1,2}{30^2 \cdot 125} = 0,68;$$

$$\vartheta_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{9,04 \cdot 125}{30}} = 2,18;$$

$$\vartheta'_m = 1,3 \cdot \frac{8 \cdot 1,2}{30} = 0,416;$$

$$f_e = 800 \cdot (0,416)^3 = 57,59;$$

Коэффициент m определяется в зависимости от f , при $f < 100$:

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от ϑ_m , при $\vartheta_m > 2$:
 $n=1$;

Максимальные значения приземных концентраций вредных веществ:

1. Для неорганической пыли с содержанием двуокиси кремния <20%:

$$C_m = \frac{200 \cdot 28,716 \cdot 3 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1}{30^2 \cdot \sqrt[3]{9,04 \cdot 125}} = 1,75 \text{ [мг/м}^3]$$

2. Для оксида азота NO:

$$C_m = \frac{200 \cdot 0,035 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1}{30^2 \cdot \sqrt[3]{9,04 \cdot 125}} = 0,0007 \text{ [мг/м}^3]$$

1. Для диоксида азота NO₂:

$$C_m = \frac{200 \cdot 0,21 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1}{30^2 \cdot \sqrt[3]{9,04 \cdot 125}} = 0,0043 \text{ [мг/м}^3]$$

2. Для диоксида серы SO₂:

$$C_m = \frac{200 \cdot 5,48 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1}{30^2 \cdot \sqrt[3]{9,04 \cdot 125}} = 0,11 \text{ [мг/м}^3]$$

3. Для оксида углерода CO:

$$C_m = \frac{200 \cdot 22,53 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1}{30^2 \cdot \sqrt[3]{9,04 \cdot 125}} = 0,46 \text{ [мг/м}^3]$$

4. Для бенз(а)пирена:

$$C_m = \frac{200 \cdot 95,989 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1}{30^2 \cdot \sqrt[3]{9,04 \cdot 125}} = 1,95 \cdot 10^{-6} [\text{мг}/\text{м}^3]$$

5.3 Расчет расстояния, на котором наблюдается максимальная приземная концентрация вредных веществ

1.2. Расстояние x_m (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация C ($\text{мг}/\text{м}^3$) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_m , определяется по формуле:

$$x_m = \frac{5-f}{4} dH \quad (24)$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$, и $\vartheta_m > 2$, определяется по формуле:

$$d = 7\sqrt{\vartheta_m}(1 + 0.28\sqrt[3]{f_e})$$

$$d = 7\sqrt{2,18} \left(1 + 0.28\sqrt[3]{57,59}\right) = 21,51;$$

1. Для твердых частиц:

$$x_m = \frac{5-3}{4} \cdot 21,51 \cdot 30 = 322,65 \text{ м}$$

2. Для остальных газообразных веществ:

$$x_m = \frac{5-1}{4} \cdot 21,51 \cdot 30 = 645,3 \text{ м}$$

5.4 Расчет опасной скорости ветра

Значение опасной скорости u_m (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ c_m , в случае $f < 100$, при $\vartheta_m > 2$, определяется по формуле:

$$u_m = \vartheta_m(1 + 0,12\sqrt{f}) \quad (25)$$

$$u_m = 2,18 \cdot (1 + 0,12\sqrt{0,68}) = 2,4 \text{ м/с.}$$

5.5 Расчет приземных концентраций вредных веществ при неблагоприятных метеорологических условиях

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_{mi} ($\text{мг}/\text{м}^3$) при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u ($\text{м}/\text{с}$), отличающейся от опасной скорости ветра u_m ($\text{м}/\text{с}$), определяется по формуле:

$$C_{mu} = rC_m \quad (25)$$

где r – безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения u/u_m .

Средняя скорость ветра в городе Красноярск $u=2.3 \rightarrow u/u_m=2.3/2.4=0,96 \text{м}/\text{с}$;

При $u/u_m \leq 1$, безразмерная величина r определяется по формуле:

$$r = 0,67(u/u_m) + 1,67(u/u_m)^2 - 1,34(u/u_m)^3$$

$$r = 0,67(0,96) + 1,67(0,96)^2 - 1,34(0,96)^3 = 0,998$$

1. Для твердых частиц:

$$C_{mu} = 0,998 \cdot 1,75 = 1,746 \text{ мг}/\text{м}^3$$

2. Для оксида азота NO:

$$C_{mu} = 0,998 \cdot 0,0007 = 0,000698 \text{ мг}/\text{м}^3$$

3. Для диоксида азота NO_2 :

$$C_{mu} = 0,998 \cdot 0,0043 = 0,00429 \text{ мг}/\text{м}^3$$

4. Для диоксида серы SO_2 :

$$C_{mu} = 0,998 \cdot 0,11 = 0,1098 \text{ мг}/\text{м}^3$$

5. Для оксида углерода CO:

$$C_{mu} = 0,998 \cdot 0,46 = 0,459 \text{ мг}/\text{м}^3$$

6. Для бенз(а)пирена:

$$C_{mu} = 0,998 \cdot 1,95 \cdot 10^{-6} = 1,946 \cdot 10^{-6} \text{ мг}/\text{м}^3$$

Расстояние от источника выброса x_{mi} (м), на котором при скорости ветра u и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация вредных веществ достигает максимального значения c_{mi} ($\text{мг}/\text{м}^3$), определяется по формуле:

$$X_{mu} = px_m \quad (26)$$

где p – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения u/u_m , при $0,25 < u/u_m \leq 1$, определяется по формуле:

$$p = 8,43(1 - u/u_m)^5 + 1$$

$$p = 8,43(1 - 0,96)^5 + 1 = 1$$

$$x_{mu} = x_m$$

5.6 Расчет приземных концентраций на различных расстояниях от источника выбросов.

При опасной скорости ветра u_m приземная концентрация вредных веществ c ($\text{мг}/\text{м}^3$) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях x (м) от источника выброса определяется по формуле:

$$C = s_1 C_m \quad (26)$$

где s_1 - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения x/x_m и коэффициента F формулам:

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13(x/x_m)^2 + 1} \text{ при } 1 < \frac{x}{x_m} \leq 8 \quad (27)$$

$$s_1 = 3(\frac{x}{x_m})^4 - 8(\frac{x}{x_m})^3 + 6(\frac{x}{x_m})^2 \text{ при } \frac{x}{x_m} \leq 1 \quad (28)$$

Найдем приземную концентрацию вредных газообразных веществ C_i ($\text{мг}/\text{м}^3$) на расстояниях 100; 200; 322,65; 645,3; 750; 850 метров от источника выбросов.

Для газообразных веществ (NO , NO_2 , SO_2 , CO , бенз(а)пирен):

$$x_1 = 100 \text{ м} \quad x/x_m = 0,155$$

$$x_2 = 200 \text{ м} \quad x/x_m = 0,31$$

$$x_3 = 322,65 \text{ м} \quad x/x_m = 0,5$$

$$x_4=645,3 \text{ м} \quad x/x_m = 1$$

$$x_5=750 \text{ м} \quad x/x_m = 1,16$$

$$x_6=850 \text{ м} \quad x/x_m = 1,32$$

$$S_1=3(0,155)^4-8(0,155)^3+6(0,155)^2=0,12$$

$$S_2=3(0,31)^4-8(0,31)^3+6(0,31)^2=0,37$$

$$S_3=3(0,5)^4-8(0,5)^3+6(0,5)^2=0,69$$

$$S_4=3(1)^4-8(1)^3+6(1)^2=1$$

$$S_5=\frac{1,13}{0,13(1,16)^2+1}=0,96$$

$$S_6=\frac{1,13}{0,13(1,32)^2+1}=0,92$$

Концентрации NO на различных расстояниях:

$$C_1=0,12 \cdot 0,0007=0,000084 \text{ мг/м}^3$$

$$C_2=0,37 \cdot 0,0007=0,00026 \text{ мг/м}^3$$

$$C_3=0,69 \cdot 0,0007=0,00048 \text{ мг/м}^3$$

$$C_4=1 \cdot 0,0007=0,0007 \text{ мг/м}^3$$

$$C_5=0,96 \cdot 0,0007=0,00067 \text{ мг/м}^3$$

$$C_6=0,92 \cdot 0,0007=0,00064 \text{ мг/м}^3$$

Концентрации NO₂ на различных расстояниях:

$$C_1=0,12 \cdot 0,0043=0,00051 \text{ мг/м}^3$$

$$C_2=0,37 \cdot 0,0043=0,0016 \text{ мг/м}^3$$

$$C_3=0,69 \cdot 0,0043=0,003 \text{ мг/м}^3$$

$$C_4=1 \cdot 0,0043 = 0,0043 \text{ мг/м}^3$$

$$C_5=0,96 \cdot 0,0043 = 0,00413 \text{ мг/м}^3$$

$$C_6=0,92 \cdot 0,0043 = 0,00396 \text{ мг/м}^3$$

Концентрации SO₂ на различных расстояниях:

$$C_1=0,12 \cdot 0,11 = 0,0132 \text{ мг/м}^3$$

$$C_2=0,37 \cdot 0,11 = 0,041 \text{ мг/м}^3$$

$$C_3=0,69 \cdot 0,11 = 0,076 \text{ мг/м}^3$$

$$C_4=1 \cdot 0,11 = 0,11 \text{ мг/м}^3$$

$$C_5=0,96 \cdot 0,11 = 0,106 \text{ мг/м}^3$$

$$C_6=0,92 \cdot 0,11 = 0,101 \text{ мг/м}^3$$

Концентрации CO на различных расстояниях:

$$C_1=0,12 \cdot 0,46 = 0,055 \text{ мг/м}^3$$

$$C_2=0,37 \cdot 0,46 = 0,17 \text{ мг/м}^3$$

$$C_3=0,69 \cdot 0,46 = 0,32 \text{ мг/м}^3$$

$$C_4=1 \cdot 0,46 = 0,46 \text{ мг/м}^3$$

$$C_5=0,96 \cdot 0,46 = 0,44 \text{ мг/м}^3$$

$$C_6=0,92 \cdot 0,46 = 0,42 \text{ мг/м}^3$$

Концентрации бенз(а)пирена на различных расстояниях:

$$C_1=0,12 \cdot 1,95 \cdot 10^{-6} = 0,234 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$$

$$C_2=0,37 \cdot 1,95 \cdot 10^{-6} = 0,72 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$$

$$C_3=0,69 \cdot 1,95 \cdot 10^{-6} = 1,34 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$$

$$C_4=1,95 \cdot 10^{-6}=1,95 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$$

$$C_5=0,96 \cdot 1,95 \cdot 10^{-6}=1,87 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$$

$$C_6=0,92 \cdot 1,95 \cdot 10^{-6}=1,79 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$$

Для твердых частиц (Пыль неорганическая: ниже 20% двуокиси кремния):

$$x_1=100 \text{ м} \quad x/x_m = 0,31$$

$$x_2=200 \text{ м} \quad x/x_m = 0,62$$

$$x_3=322,65 \text{ м} \quad x/x_m = 1$$

$$x_4=645,3 \text{ м} \quad x/x_m = 2$$

$$x_5=750 \text{ м} \quad x/x_m = 2,32$$

$$x_6=850 \text{ м} \quad x/x_m = 2,63$$

$$S_1=3(0,31)^4-8(0,31)^3+6(0,31)^2=0,365$$

$$S_2=3(0,62)^4-8(0,62)^3+6(0,62)^2=0,85$$

$$S_3=3(1)^4-8(1)^3+6(1)^2=1$$

$$S_4=\frac{1,13}{0,13(2)^2+1}=0,74$$

$$S_5=\frac{1,13}{0,13(2,32)^2+1}=0,66$$

$$S_6=\frac{1,13}{0,13(2,63)^2+1}=0,59$$

Концентрации пыли неорганической с содержанием двуокиси кремния ниже 20% на различных расстояниях:

$$C_1=0,365 \cdot 1,75=0,64 \text{ мг/м}^3$$

$$C_2=0,85 \cdot 1,75=1,49 \text{ мг/м}^3$$

$$C_3=1 \cdot 1,75=1,75 \text{ мг/м}^3$$

$$C_4=0,74 \cdot 1,75 = 1,29 \text{ мг/м}^3$$

$$C_5=0,66 \cdot 1,75 = 1,155 \text{ мг/м}^3$$

$$C_6=0,59 \cdot 1,75 = 1,03 \text{ мг/м}^3$$

Таблица 16 – Максимальные приземные концентрации в зависимости от расстояния

Расстояние, м	Загрязняющее вещество, мг/м ³					
	NO	NO ₂	SO ₂	CO	Бенз(а)пирен, ·10 ⁻⁶	Пыль неорганическая (<20% SiO ₂)
100	0,000084	0,00051	0,0132	0,055	0,234	0,64
200	0,00026	0,0016	0,041	0,17	0,72	1,49
322,65	0,00048	0,003	0,076	0,32	1,34	1,75
645,3	0,0007	0,0043	0,11	0,46	1,95	1,29
750	0,00067	0,00413	0,106	0,44	1,87	1,155
850	0,00064	0,00396	0,101	0,42	1,79	1,03

5.7 Расчет фоновых концентраций вредных веществ в атмосфере

Фоновая концентрация определяется по формуле:

$$C_{\text{фон}}=0,9 \cdot ПДК_{m,p}. \quad (29)$$

Для пыли неорганической, ниже 20% двуокиси кремния $ПДК_{m,p.}=0,5 \text{ мг/м}^3$

$$C_{\text{фон}}=0,95 \cdot 0,15 = 0,1425 \text{ мг/м}^3$$

Для NO $ПДК_{m,p.}=0,4 \text{ мг/м}^3$

$$C_{\text{фон}}=0,9 \cdot 0,4 = 0,36 \text{ мг/м}^3$$

Для NO₂ $ПДК_{m,p.}=0,2 \text{ мг/м}^3$

$$C_{\text{фон}}=0,9 \cdot 0,2 = 0,18 \text{ мг/м}^3$$

Для SO₂ $ПДК_{m,p.}=0,5 \text{ мг/м}^3$

$$C_{\text{фон}} = 0,9 \cdot 0,5 = 0,45 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Для СО } ПДК_{M.p.} = 5 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{\text{фон}} = 0,9 \cdot 5 = 4,5 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Для бен(а)пирена } ПДК_{M.p.} = 0,000001 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{\text{фон}} = 0,9 \cdot 0,000001 = 0,0000009 \text{ мг/м}^3$$

5.8 Расчет суммарной концентрации с учетом фоновой

Суммарная концентрация рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{сум}} = C_{\text{фон}} + C_M \quad (26)$$

Для пыли неорганической, ниже 20% двуокиси кремния:

$$x=100 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,1425 + 0,64 = 0,7825 \text{ мг/м}^3$$

$$x=200 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,1425 + 1,49 = 1,6325 \text{ мг/м}^3$$

$$x=322,65 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,1425 + 1,75 = 1,8925 \text{ мг/м}^3$$

$$x=645,3 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,1425 + 1,29 = 1,4325 \text{ мг/м}^3$$

$$x=750 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,1425 + 1,155 = 1,2975 \text{ мг/м}^3$$

$$x=850 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,1425 + 1,03 = 1,1725 \text{ мг/м}^3$$

Для NO:

$$x=100 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,36 + 0,000084 = 0,360084 \text{ мг/м}^3$$

$$x=200 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,36 + 0,00026 = 0,36026 \text{ мг/м}^3$$

$$x=322,65 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,36 + 0,00048 = 0,36048 \text{ мг/м}^3$$

$$x=645,3 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,36 + 0,0007 = 0,3607 \text{ мг/м}^3$$

$$x=750 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,36 + 0,00067 = 0,36067 \text{ мг/м}^3$$

$$x=850 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,36 + 0,00064 = 0,36064 \text{ мг/м}^3$$

Для NO₂:

$$x=100 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,18 + 0,00051 = 0,18051 \text{ мг/м}^3$$

$$x=200 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,18 + 0,0016 = 0,1816 \text{ мг/м}^3$$

$$x=322,65 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,18 + 0,003 = 0,183 \text{ мг/м}^3$$

$$x=645,3 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,18 + 0,0043 = 0,1843 \text{ мг/м}^3$$

$$x=750 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,18 + 0,00413 = 0,18413 \text{ мг/м}^3$$

$$x=850 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,18 + 0,00396 = 0,18396 \text{ мг/м}^3$$

Для SO₂:

$$x=100 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,45 + 0,0132 = 0,4632 \text{ мг/м}^3$$

$$x=200 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,45 + 0,041 = 0,491 \text{ мг/м}^3$$

$$x=322,65 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,45 + 0,076 = 0,526 \text{ мг/м}^3$$

$$x=645,3 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,45 + 0,11 = 0,56 \text{ мг/м}^3$$

$$x=750 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,45 + 0,106 = 0,556 \text{ мг/м}^3$$

$$x=850 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,45 + 0,101 = 0,551 \text{ мг/м}^3$$

Для CO:

$$x=100 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 4,5 + 0,055 = 4,555 \text{ мг/м}^3$$

$$x=200 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 4,5 + 0,17 = 4,67 \text{ мг/м}^3$$

$$x=322,65 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 4,5 + 0,32 = 4,82 \text{ мг/м}^3$$

$$x=645,3 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 4,5 + 0,46 = 4,96 \text{ мг/м}^3$$

$$x=750 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 4,5 + 0,44 = 4,94 \text{ мг/м}^3$$

$$x=850 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 4,5 + 0,42 = 4,92 \text{ мг/м}^3$$

Для бенз(а)пирена:

$$x=100 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = (0,9+0,234) \cdot 10^{-6} = 1,134 \cdot 10^{-6} \text{ МГ/м}^3$$

$$x=200 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = (0,9+0,72) \cdot 10^{-6} = 1,62 \cdot 10^{-6} \text{ МГ/м}^3$$

$$x=322,65 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = (0,9+1,34) \cdot 10^{-6} = 2,24 \cdot 10^{-6} \text{ МГ/м}^3$$

$$x=645,3 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = (0,9+1,95) \cdot 10^{-6} = 2,85 \cdot 10^{-6} \text{ МГ/м}^3$$

$$x=750 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = (0,9+1,87) \cdot 10^{-6} = 2,77 \cdot 10^{-6} \text{ МГ/м}^3$$

$$x=850 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = (0,9+1,79) \cdot 10^{-6} = 2,69 \cdot 10^{-6} \text{ МГ/м}^3$$

Таблица 16 – Приземные концентрации с учетом фоновых в зависимости от расстояния

Расст ояние, м	Загрязняющее вещество, мг/м ³					
	NO	NO ₂	SO ₂	CO	Бенз(а)пирен, ·10 ⁻⁶	Пыль неорганическа я (<20% SiO ₂)
100	0,360084	0,18051	0,4632	4,555	1,134	0,7825
200	0,36026	0,1816	0,491	4,67	1,62	1,6325
322,65	0,36048	0,183	0,526	4,82	2,24	1,8925
645,3	0,3607	0,1843	0,56	4,96	2,85	1,4325
750	0,36067	0,18413	0,556	4,94	2,77	1,2975
850	0,36064	0,18396	0,551	4,92	2,69	1,1725

5.9 Расчет приземной концентрации волях ПДК

Приземная концентрация волях ПДК определяется по формуле:

$$q = \frac{C_{\text{сум}}}{\text{ПДК}} \quad (30)$$

Для пыли неорганической, ниже 20% двуокиси кремния ($\text{ПДК}_{m,p.} = 0,5$):

$$x=100\text{м} \quad q=0,7825/0,5=1,565$$

$$x=200\text{м} \quad q=1,6325/0,5=3,265$$

$$x=322,65\text{м} \quad q=1,8925/0,5=3,785$$

$$x=645,3\text{м} \quad q=1,4325/0,5=2,865$$

$$x=750\text{м} \quad q=1,2975/0,5=2,595$$

$$x=850\text{м} \quad q=1,1725/0,5=2,345$$

Для NO ($\text{ПДК}_{m,p.} = 0,4$):

$$x=100\text{м} \quad q=0,360084/0,4=0,90021$$

$$x=200\text{м} \quad q=0,36026/0,4=0,90065$$

$x=322,65\text{м}$ $q=0,36048/0,4=0,9012$

$x=645,3\text{м}$ $q=0,3607/0,4=0,90175$

$x=750\text{м}$ $q=0,36067/0,4=0,9017$

$x=850\text{м}$ $q=0,36064/0,4=0,9016$

Для NO_2 ($\Pi\Delta K_{m.p.}=0,2$):

$x=100\text{м}$ $q=0,18051/0,2=0,9025$

$x=200\text{м}$ $q=0,1816/0,2=0,908$

$x=322,65\text{м}$ $q=0,183/0,2=0,915$

$x=645,3\text{м}$ $q=0,1843/0,2=0,921$

$x=750\text{м}$ $q=0,18413/0,2=0,9206$

$x=850\text{м}$ $q=0,18396/0,2=0,9198$

Для SO_2 ($\Pi\Delta K_{m.p.}=0,45$):

$x=100\text{м}$ $q=0,4632/0,45=1,03$

$x=200\text{м}$ $q=0,491/0,45=1,09$

$x=322,65$ $q=0,526/0,45=1,17$

$x=645,3\text{м}$ $q=0,56/0,45=1,24$

$x=750\text{м}$ $q=0,556/0,45=1,23$

$x=850\text{м}$ $q=0,551/0,45=1,13$

Для CO ($\Pi\Delta K_{m.p.}=5$):

$x=100\text{м}$ $q=4,555/5=0,911$

$x=200\text{м}$ $q=4,67/5=0,934$

$x=322,65\text{м}$ $q=4,82/5=0,964$

$$x=645,3 \text{ м} \quad q = 4,96/5 = 0,992$$

$$x=750 \text{ м} \quad q = 4,94/5 = 0,988$$

$$x=850 \text{ м} \quad q = 4,92/5 = 0,984$$

Для бенз(а)пирена ($\text{ПДК}_{\text{м.р.}} = 1 * 10^{-6}$):

$$x=100 \text{ м} \quad q = 1,134 \cdot 10^{-6} / 1 \cdot 10^{-6} = 1,134$$

$$x=200 \text{ м} \quad q = 1,62 \cdot 10^{-6} / 1 \cdot 10^{-6} = 1,62$$

$$x=322,65 \text{ м} \quad q = 2,24 \cdot 10^{-6} / 1 \cdot 10^{-6} = 2,24$$

$$x=645,3 \text{ м} \quad q = 2,85 \cdot 10^{-6} / 1 \cdot 10^{-6} = 2,85$$

$$x=750 \text{ м} \quad q = 2,77 \cdot 10^{-6} / 1 \cdot 10^{-6} = 2,77$$

$$x=850 \text{ м} \quad q = 2,69 \cdot 10^{-6} / 1 \cdot 10^{-6} = 2,69$$

Таблица 17 – Значения приземных концентраций в долях ПДК

Рассто жение, м	Загрязняющее вещество					Пыль неорганическая (<20% SiO_2)
	NO	NO_2	SO_2	CO	Бенз(а)пирен	
100	0,90021	0,9025	1,03	0,9025	1,03	1,565
200	0,90065	0,908	1,09	0,908	1,09	3,265
322,65	0,9012	0,915	1,17	0,915	1,17	3,785
645,3	0,90175	0,921	1,24	0,921	1,24	2,865
750	0,9017	0,9206	1,23	0,9206	1,23	2,595
850	0,9016	0,9198	1,13	0,9198	1,13	2,345

6 Расчет образования загрязняющих веществ после мероприятий и подбор оборудования

6.1 Подбор парогенератора

Парогенератор предназначен для работы открытым паром для прогрева, дезинфекции, очистки оборудования и машин, размораживания труб, снега, наледи, разогрева сыпучих материалов и т.п. Достоинством парогенератора является: компактность, малый вес, мобильность, способность быстрого выхода на рабочий режим, взрывобезопасность котла, энергонезависимость от электрических сетей.

После запуска парогенератор работает в автоматическом режиме при полном контроле за работой горелки, температурой и давлением пара в змеевике, наличием воды в питательной емкости и не требует постоянного контроля со стороны обслуживающего персонала.

Парогенератор смонтирован на автомобильном двухосном прицепе грузоподъемностью 2500кг, оснащен питательной емкостью для воды, емкостью для дизтоплива, бензогенератором и воздушным компрессором для продувки гидравлической системы парогенератора. Все оборудование находится внутри утепленного блок бокса с электрическим обогревом.

Парогенератор предназначен для транспортировки автомобилем.

Таблица 18 – Характеристики парогенератора ПГ-300ЖМ2

Тепловая мощность (кВт)	150
Диапазон рабочего давления, кг/см	0,25
Эквивалентная паропроизводительность (т/ч)	0,3
Количество паровых выходов	2
Расход воды (л/мин)	2,5
Максимальный расход дизельного топлива (л/ч)	17
Тип топлива	дизельное
Вес установки (т)	1,5
Размеры: – длина (м)	2,5
– ширина (м)	1,6
– высота (м)	1,1

Производительность цеха в год составляет 45000 м^3 . По трудовому законодательству РФ количество рабочих дней в году составляет 260, тем самым производительность в день получается равной 173 м^3 . Цех работает по двухсменному режиму, каждая смена составляет 8 часов, исходя из этого, находим производительность одной смены равной $86,5 \text{ м}^3$, а

производительность одного часа работы $10,81 \text{ м}^3/\text{ч}$. Соответственно на предприятии необходимо установить один парогенератор типа ПГ-300ЖМ2.

6.2 Работа парогенератора типа ПГ-300ЖМ2

Для тепловлажностной обработки плит перекрытия на предприятии функционирует один парогенератор ПГ-300ЖМ2.

Особенностью парогенераторов серии ST является:

- Давление газовоздушной смеси – до 0,7 атм;
- Температура пара – до 150°C ;
- Мгновенный запуск (30 секунд) и мгновенное выключение;
- КПД – 99%;
- Топливо – дизельное топливо;
- Экономия топлива – не менее 50% в сравнении с традиционными системами;
- Не требует дымовой трубы и специальных сооружений
- Не требует специальной обработки питательной воды
- Не регистрируется в Котлонадзоре;
- Стационарное и мобильное (контейнерное) исполнение

Тем самым парогенератор является самым экологически безопасным способом генерирования пара для тепловлажностной обработки плит перекрытия в условиях функционирования завода по производству ЖБИ.

Парогенератор функционирует таким образом, что сгорание газовоздушной смеси происходит под управлением электронного контроллера, по команде которого осуществляется подача и распыление воды через форсунку в нижнюю часть камеры, непосредственно в среду раскаленных газов, где происходит ее мгновенное испарение. Образовавшаяся парогазовая смесь подается потребителю. Продукты сгорания при этом смешиваются с паром и попадают в закрытую ямную камеру, где происходит пропаривание готовых железобетонных плит. После завершения тепловлажностной обработки, крышка ямной камеры открывается и пары сгоревших загрязняющих веществ попадают непосредственно в помещение цеха, откуда обязательно вытягиваются местным отсосом системы вентиляции.

6.3 Расчет образования загрязняющих веществ от парогенератора типа ПГ-300ЖМ2

Для расчета образования ЗВ от парогенератора воспользуемся методикой определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлоагрегатах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 30 Гкал в час. [8]

Дано:

Дизельное топливо

Парогенератор типа ПГ-300ЖМ2

Количество 1 шт

В = 170,9 т/год

$B^{\max} = 23$ л/час

Элементарный состав топлива, %:

$W^r = 0;$

$A^r = 0,025;$

$S_k^r \left. \right\} = 0,3$

$S_o^r \left. \right\} = 0,3$

$C^r = 86,3$

$H^r = 13,3$

$O^r = 0,05$

$N^r = 0,05$

$Q_i^r = 42,62$ Мдж/кг

$\alpha = 1,1$

6.4 Расчет количества воздуха необходимого для горения

Объем сухих дымовых газов при нормальных условиях определяется по уравнению:

$$V_e = V^0 + (\alpha - 1) V^0 - V_{H_2O}^0 \quad (31)$$

где V^0 , V_e^0 и $V_{H_2O}^0$ - соответственно объемы воздуха, дымовых газов и водяных паров при стехиометрическом сжигании одного килограмма (1 м^3) топлива, $\text{Нм}^3/\text{кг}$ ($\text{Нм}^3/\text{Нм}^3$).

Для твердого и жидкого топлива расчет выполняют по химическому составу сжигаемого топлива по формулам 6.

~~Расчет количества воздуха~~

~~Расчет количества~~

~~Расчет количества~~

где C^r , $S_{\text{оп+к}}^r$, H^r , O^r , N^r - соответственно содержание углерода, серы (органической и колчеданной), водорода, кислорода и азота в рабочей массе топлива, %;

$$V^0 = 0,0889(86,3 + 0,375 \cdot 0,3) + 0,265 \cdot 13,3 + 0,333 \cdot 0,05 = 11,2 \text{ нм}^3/\text{кг}$$

$$\begin{aligned} V_{H_2O}^0 &= 0,111 \cdot 13,3 + 0,0214 \cdot 0 + 0,0161 \cdot 11,2 = 1,66 \text{ нм}^3/\text{кг} \\ V_e^0 &= 1,866 \cdot \frac{86,3 + 0,375 * 0,5}{100} + 0,79 \cdot 11,2 + 0,8 \cdot \frac{0,05}{100} + 1,66 = \\ &= 12,1 \text{ нм}^3/\text{кг} \end{aligned}$$

$$V_{ce} = 12,1 + (1,1 - 1)11,2 - 1,6 = 11,56 \text{ нм}^3/\text{кг}$$

6.5 Расчет выбросов твердых частиц (сажи) при сжигании топлива

Валовый выброс твердых частиц рассчитывают по формуле:

$$M_{TB} = A^p \cdot B \cdot \chi \cdot \left(1 - \frac{\eta_T}{100}\right) \text{ т/год}$$

где A^p - зольность топлива в %,

B - количество израсходованного топлива, т/год:

χ - безразмерный коэффициент, для жидкого топлива принимается 0,01;

η_T - эффективность золоуловителей по паспортным данным установки, %.

Максимально разовый выброс рассчитывают по формуле:

$$G_c = \frac{M_{TB} \cdot 10^6}{3600 \cdot n \cdot t}, \text{ г/с}$$

где t - время работы оборудования в день, ч.

n - количество дней в рассматриваемом периоде

$$M_{TB} = 0,025 \cdot 170,9 \cdot 0,01 \left(1 - \frac{0}{100}\right) = 0,043 \text{ т/г}$$

$$G_{TB} = \frac{0,043 \cdot 10^6}{3600 \cdot 260 \cdot 11} = 0,0042 \text{ г/с}$$

6.6 Расчет выбросов ангидрида сернистого (серы диоксид)

Валовый выброс ангидрида сернистого в пересчете на SO_2 рассчитывают по формуле:

$$M_{SO2} = 0,02BS^p(1 - \eta'_{SO2}) \cdot (1 - \eta''_{SO2}), \text{ т/год}$$

где В - расход жидкого топлива, т/год;

S^p - содержание серы в топливе, %

η'_{SO_2} - доля ангидрида сернистого, связываемого летучей золой топлива (при сжигании дизельного топлива $\eta'_{SO_2} = 0,02$);

η''_{SO_2} - доля ангидрида сернистого, улавливаемого в золоуловителе. Для сухих золоуловителей принимается равной нулю. а для мокрых в зависимости от щелочности орошающей воды и приведенной сернистости топлива $S^p_{пр}$.

Максимально разовый выброс определяется по формуле:

$$G_{SO_2} = \frac{M_{SO_2} \cdot 10^6}{3600 \cdot n \cdot t}, \text{ г/с}$$

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot 170,9 \cdot 0,3 (1 - 0,02) (1 - 0) = 1 \text{ т/г}$$

$$G_{SO_2} = \frac{1 \cdot 10^6}{3600 \cdot 260 \cdot 11} = 0,097 \text{ г/с}$$

6.7 Расчет выбросов оксидов азота

Валовый выброс оксидов азота (в пересчете на NO_2), выбрасываемых в атмосферу, рассчитывают по формуле:

$$M_{NOx} = 0,001 \cdot B \cdot Q^p_n \cdot K_{NO2} \cdot (1 - \beta), \text{ т/год}$$

где В - расход топлива, т/год.

K_{NO2} - параметр, характеризующий количество оксидов азота, образующихся на 1 ГДж тепла, г/МДж.

Для паровых котлоагрегатов К рассчитывают по формуле:

$$K_{NO2} = 0,01 \sqrt{D} + 0,1 \quad (32)$$

D – фактическая паропроизводительность котлоагрегата т/ч

β - коэффициент, учитывающий степень снижения выбросов оксидов азота в результате применения технических решений. При отсутствии технических решений $\beta = 0$;

Q^p_n - теплота сгорания топлива, МДж/кг

Максимально разовый выброс рассчитывают по формуле:

$$G_{NO_2} = \frac{M_{NO_2} \cdot 10^6}{3600 \cdot n \cdot t}, \text{ г/с}$$

$$K_{NO_2}=0,01\sqrt{0}, 5+0,1=0,11$$

$$M_{NO_x} = 0,001 \cdot 170,9 \cdot 42,62 \cdot 0,11 (1 - 0) = 0,8 \text{ т/т}$$

$$M_{NO_2}=0,8 \cdot 0,8 = 0,64 \text{ т/т}$$

$$M_{NO} = 0,13 \cdot 0,8 = 0,104 \text{ т/т}$$

$$G_{NOx} = \frac{0,8 \cdot 10^6}{3600 \cdot 260 \cdot 11} = 0,078 \text{ г/с}$$

$$G_{NO_2} = 0,8 \cdot 0,078 = 0,062 \text{ г/с}$$

$$G_{NO} = 0,13 \cdot 0,078 = 0,0101 \text{ г/с}$$

6.8 Расчет выбросов оксида углерода

Валовый выброс оксида углерода рассчитывают по формуле:

$$M_{co} = 0,001 \cdot C_{co} \cdot B \cdot \left(1 - \frac{g_4}{100}\right), \text{ т/год} \quad (33)$$

где C_{co} - выход оксида углерода при сжигании топлива, кг/т жидкого топлива или кг/тыс. м³ природного газа, рассчитывается по формуле:

$$C_{co} = g_3 \cdot R \cdot Q_{H}^{p_H}, \text{ кг/т} \quad (34)$$

где g_3 - потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, % (ориентировочно для мазута и природного газа $g_3 = 0,5 \%$);

R - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленный наличием в продуктах неполного сгорания оксида углерода (для природного газа – $R = 0,5$, для мазута – $R = 0,65$);

g_4 - потери теплоты вследствие механической неполноты сгорания топлива, % (ориентировочно для мазута и газа $G_4 = 0 \%$).

Максимально разовый выброс определяется по формуле:

$$G_{co} = \frac{M_{co} \cdot 10^6}{3600 \cdot n \cdot t_3}, \text{ г/с}$$

$$C_{co} = 0,5 \cdot 0,65 \cdot 42,62 = 13,85 \text{ кг/т}$$

$$M_{co} = 0,001 \cdot 13,85 \cdot 170,9 \cdot (1 - 0) = 2,3 \text{ т/г}$$

$$G_{co} = \frac{2,3 \cdot 10^6}{3600 \cdot 260 \cdot 11} = 0,223 \text{ г/с}$$

6.9 Расчет выбросов бенз(а)пирена

Выброс бенз(а)пирена рассчитывается по формуле

$$C_{6(a)p} = 10^{-3} \cdot \frac{R(0,34 + 0,42 \cdot 10^{-3} \cdot q_v)}{e^{3,8(\alpha-1)}} K_d K_p K_{ct} \quad (35)$$

где R – коэффициент, учитывающий способ распыливания мазута для паромеханических форсунок $R = 0,75$; для остальных случаев $R = 1$;

α - коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки;

q_v - теплонапряжение топочного объема, кВт/м³;

K_d - коэффициент, учитывающий влияние нагрузки котла на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания;

K_p - коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания;

K_{ct} - коэффициент, учитывающий влияние ступенчатого сжигания на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания.

Валовый выброс бенз(а)пирена рассчитывают по формуле:

$$M_{6(a)p} = C_{6(a)p} \cdot V_{cr} \cdot B \cdot K_l, \text{ г/с} \quad (36)$$

$$C_{6(a)p} = 10^{-3} \frac{1 \cdot (0,34 + 0,42 \cdot 10^{-3} \cdot 145)}{e^{3,8(1,1-1)}} \cdot 1 \cdot 1,7 \cdot 1,05 = \\ = 0,337 \cdot 10^{-6} \text{ мг/нм}^3 = 0,337 \cdot 10^{-9} \text{ мг/м}^3$$

$$M_{6(a)p} = 0,337 \cdot 10^{-9} \cdot 11,56 \cdot 170,9 \cdot 10^{-6} = 0,0067 \cdot 10^{-10} \text{ т/г}$$

$$G_{6(a)p} = 0,337 \cdot 10^{-9} \cdot 11,56 \cdot 170,9 \cdot 0,278 \cdot 10^{-3} = 1,85 \cdot 10^{-10} \text{ г/с}$$

Таблица 18 – Содержание ЗВ в дымовых газах парогенератора ПГ-300ЖМ2

Вещество	Количество ЗВ	
	т/г	г/с
Твердые частицы	0,043	0,0042
NO	0,104	0,010
NO ₂	0,64	0,062
SO ₂	1	0,097
CO	2,3	0,223

Бенз(а)пирен	$0,0067 \cdot 10^{-10}$	$1,85 \cdot 10^{-10}$
--------------	-------------------------	-----------------------

6.10 Расчет количества воздуха, которое необходимо удалить с рабочего места

Расчет количества воздуха, которое необходимо удалить с рабочего места, определяется по формуле:

$$L_B = \frac{G}{q_{ПДК} - q_{п}} \quad (37)$$

$$q_{п} = 0,3 \cdot q_{ПДК} \quad (38)$$

где L_B – количество воздуха, которое необходимо удалить, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$q_{ПДК}$ – ПДК вещества в воздухе рабочей зоны, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$q_{п}$ – концентрация вредных выделений в наружном воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$;

G – количество газа, выделившегося в помещение, $\text{мг}/\text{ч}$.

Расчет количества воздуха, необходимого для удаления каждого вещества:

1. Твердые частицы (сажа):

$$G = 0,00495 \cdot 10^6 = 4950 \text{ мг}/\text{ч}$$

$$q_{п} = 0,3 \cdot 4,0 = 1,2$$

$$L_B = \frac{4950}{4,0 - 1,2} = 1767,86 \text{ м}^3/\text{ч};$$

2. Серы диоксид:

$$G = 0,115 \cdot 10^6 = 115000 \text{ мг}/\text{ч}$$

$$q_{п} = 0,3 \cdot 10,0 = 3$$

$$L_B = \frac{115000}{10,0 - 3} = 16428 \text{ м}^3/\text{ч};$$

2. Азота диоксид:

$$G = 0,074 \cdot 10^6 = 74000 \text{ мг}/\text{ч}$$

$$q_{п} = 0,3 \cdot 2 = 0,6$$

$$L_B = \frac{74000}{2-0,6} = 52857 \text{ м}^3/\text{ч};$$

3. Азота оксид:

$$G = 0,012 \cdot 10^6 = 12000 \text{ мг/ч}$$

$$q_{\pi} = 0,3 \cdot 5 = 1,5$$

$$L_B = \frac{12000}{5-1,5} = 3428 \text{ м}^3/\text{ч};$$

4. Углерода оксид

$$G = 0,26 \cdot 10^6 = 260000 \text{ мг/ч}$$

$$q_{\pi} = 0,3 \cdot 20 = 6$$

$$L_B = \frac{260000}{20-6} = 18571 \text{ м}^3/\text{ч};$$

5. Бенз(а)пирен

$$G = 0,00077 \cdot 10^{-10} \cdot 10^6 = 0,00077 \cdot 10^{-4} \text{ мг/ч}$$

$$q_{\pi} = 0,3 \cdot 0,00015 = 0,000045$$

$$L_B = \frac{0,00077 \cdot 10^{-4}}{0,00015 - 0,000045} = 7,33 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{ч};$$

6.11 Расчет кратности воздухообмена

Кратность воздухообмена находится по формуле:

$$N = L_B / V \quad (39)$$

где N – кратность воздухообмена;

L_B – количество воздуха, которое необходимо удалить, $\text{м}^3/\text{ч}$
 V – объем цеха, м^3 ;

$$V = 48 \cdot 12 \cdot 10,8 = 6220,8 \text{ м}^3;$$

Расчет кратности воздухообмена для каждого вещества:
Твердые частицы (сажа):

$$N = 1767/6220,8 = 0,3;$$

Серы диоксид

$$N = 16428/6220,8 = 2,64;$$

Азота диоксид:

$$N = 52857/6220,8 = 8,49;$$

Азота оксид:

$$N = 3428/6220,8 = 0,55$$

Углерода оксид

$$N = 18571/6220,8 = 2,98$$

Бенз(а)пирен

$$N = 7,33 \cdot 10^{-4}/6220,8 = 0,0012 \cdot 10^{-4}$$

Таблица 20 – Кратность воздухообмена загрязняющих веществ

Вещество	Кратность воздухообмена
Твердые частицы (сажа)	1
Серы диоксид	3
Азота диоксид	9
Азота оксид	1
Углерода оксид	3
Бенз(а)пирен	$1 \cdot 10^{-4}$

6.12 Аэродинамический расчет системы местной вытяжной вентиляции

Аэродинамический расчет воздуховодов сводится к определению необходимых размеров их поперечного сечения, а также потерь давления на всех участках системы для обеспечения беспрепятственного транспортирования по ним расчетного количества воздуха. В зависимости от общей потери давления в системе подбирается вентилятор или проверяется достаточность естественного побуждения движения воздуха.

Воздуховоды представляют собой каналы, по которым транспортируется вентиляционный воздух. Материалы, размеры и формы их зависят от назначения и схемы вентиляционной системы, а также от параметров транспортируемого воздуха.

В системах механической вентиляции общего назначения промышленных предприятий воздуховоды изготавливают, как правило, из тонкой (не менее 0,5 мм) листовой стали и в некоторых случаях из асбестоцемента.

Методика расчета заключается в следующем: составляется схема системы вентиляции. На схемах указывается номер участка, над чертой – воздухообмен в м³/ч на данном участке, под чертой – протяженность данного участка в метрах. Выбирается наиболее длинная загруженная магистраль. Номера участков этой магистрали заносят в таблицу, туда же записывают длину этих участков и воздухообмен на каждом участке. Определяют скорость и диаметр на каждом участке. Для каждого участка определяется сумма коэффициентов местных сопротивлений и потери давления в местных сопротивлениях воздуховодов. Все полученные параметры заносят в таблицу.

Вентиляционное отверстие ясной камеры имеет форму круга, диаметр отверстия должен занимать до 1/5 высоты пропарочной камеры, поэтому для ямной камеры высотой 3450мм диаметр вентиляционного отверстия будет находиться по следующему соотношению:

$$D=H/5=3450/5=690\text{мм}=0,69 \text{ м}$$

Площадь сечения всасывающей поверхности вентиляционного отверстия круглой формы определяем по формуле:

$$F=\frac{\pi}{4} \cdot D^2 = 3,14/4 \cdot 1,15^2 = 0,38 \text{ м}^2 \quad (40)$$

Расходы воздуха для каждого участка вентиляционной схемы определяем по формуле:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V \quad (41)$$

где L – расход воздуха, м³/ч;

F – площадь сечения всасывающей поверхности;

V – средняя скорость воздуха в приземном отверстии отсоса, м/с;

$$L_1 = 3600 \cdot 0,38 \cdot 4,5 = 6156 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_2 = 3600 \cdot 0,38 \cdot 6 = 8208 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$L_3 = 3600 \cdot 0,38 \cdot 7 = 9576 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Площадь сечения воздуховода определяется как:

$$F_n = L_p / 3600 \cdot V \quad (42)$$

L_p – расчетный расход воздуха на участке, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 V – принятая скорость движения воздуха, $\text{м}/\text{с}$;

$$F_{n1} = 6200 / 3600 * 4,5 = 0,38 \text{ м}^2 ;$$

$$F_{n2} = 8200 / 3600 * 6 = 0,38 \text{ м}^2 ;$$

$$F_{n3} = 9600 / 3600 * 7 = 0,38 \text{ м}^2 ;$$

Диаметр воздуховода определяется из формулы:

$$D = \sqrt{\frac{4F_n}{\pi}} \quad (43)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,38}{3,14}} = 0,74 \text{ м} = 741 \text{ мм};$$

Выбираем ближайший стандартный размер диаметра воздуховода равный 800 мм для каждого участка.

Таблица 21 – расчетная таблица вентиляционной системы

№ уч п/ п	$L,$ $\text{м}^3/\text{ч}$	$l,$ м	$V,$ $\text{м}/\text{с}$	$d,$ мм	$\frac{V^2}{2} \rho,$ Па	$R,$ Па/м	$Rl,$ Па	$\Sigma \zeta$	$Z,$ Па	$Rl+Z$ Па
1	6200	12	4,5	800	13,06	0,8	9,6	0,2	2,6	12,2
2	8200	4	6	800	23,2	1,2	4,8	0,8	18,6	23,4
3	9600	4	7	800	31,6	1,4	5,6	1,3	41,1	46,7

Для данной системы вентиляции с максимальным расходом равным 9600 $\text{м}^3/\text{ч}$ на участке 4 подобран вентилятор типа ВДН, марки ВДН-8.

Таблица 21 – технические характеристики вентилятора ВДН-8

Производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	Напор, кПа	КПД, %	Тип двигателя, мощность
10000	2,19	83	4A-160S4, 15 кВт

7 Расчет рассеивания ЗВ от точечного источника выбросов в атмосферу до мероприятий

7.1 Расчет рассеивания от местной вытяжной системы вентиляции

Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере производится по специальным методам – МПР-2017. Общероссийский нормативный документ базируется на численных и аналитических решениях основного уравнения турбулентной диффузии примеси.

МПР-2017 устанавливает требования в части расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе при размещении и проектировании предприятий, нормировании выбросов в атмосферу реконструируемых и действующих предприятий, а также при проектировании воздухозаборных сооружений.

Предназначен для ведомств и организаций, осуществляющих разработки по разрешению, проектированию и строительству промышленных предприятий, нормированию вредных выбросов в атмосферу, экспертизе и согласованию атмосфераохранных мероприятий.

Данная методика является нормативной. С её помощью можно сделать расчет рассеивания примесей от любых стационарных источников выбросов промышленного объекта.

Методика расчета концентраций действует при проектировании предприятий, а также при нормировании выбросов в атмосферу реконструируемых и действующих предприятий. Также следует отметить, что данная методика предназначена для расчета приземных концентраций в двухметровом слое над поверхностью земли, а также вертикального распределения концентраций.

Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентрации, соответствующим неблагоприятным (особо опасным) метеорологическим условиям, в том числе опасной скорости ветра.

Источник рассеивания загрязняющих веществ является одиночным, выброс в атмосферу осуществляется посредством дымовой трубы. Расчетами определяются разовые концентрации, относящиеся к 20–30-минутному интервалу осреднения. При расчёте приземных концентраций учитываются метеорологические условия и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосферу города Красноярска.[12]

7.2 Расчет максимальных значений приземных концентраций вредных веществ

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества $c_m(\text{мг}/\text{м}^3)$ при выбросе газовоздушной смеси из одиночного точечного источника

с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии x_m (м) от источника и определяется по формуле:

$$C_m = \frac{AMFmn\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}$$

где А-коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;

М (г/с) - масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газо-воздушной смеси из устья источника выброса;

H (м) – высота источника выброса над уровнем земли;

η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta = 1$;

$\Delta T(^{\circ}C)$ – разность между температурой выбрасываемой газо-воздушной смеси T_g и температурой окружающего атмосферного воздуха T_b ;

V_1 (м³/с) – расход газо-воздушной смеси, определяемый по формуле(23):
где D (м)- диаметр устья источника выброса;

ω_0 (м/с) – средняя скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса.

Значение коэффициента А соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным:

а) 250-для районов Средней Азии южнее 40° с. ш., Бурятской АССР и Читинской области;

б) 200-для Европейской территории СССР: для районов РСФСР южнее 50° с. ш., для остальных районов Нижнего Поволжья, Кавказа, Молдавии; для Азиатской территории СССР: для Казахстана. Дальнего Востока и остальной территории Сибири и Средней Азии;

в) 180 - для Европейской территории СССР и Урала от 50 до 52° с. ш. за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов и Украины;

г) 160 - для Европейской территории СССР и Урала севернее 52° с. ш. (за исключением Центра ЕТС), а также для Украины (для расположенных на Украине источников высотой менее 200 м в зоне от 50 до 52° с. ш. - 180, а южнее 50° с. ш. - 200);

д) 140 - для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей.

Значения мощности выброса М (г/с) и расхода газовоздушной смеси V_1 (м³/с) при проектировании предприятий определяются расчетом в

технологической части проекта или принимаются в соответствии с действующими для данного производства (процесса) нормативами.

Значение безразмерного коэффициента F принимается:

а) для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т. п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) - 1;

б) кроме указанных в п. а) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % - 2; от 75 до 90 % - 2,5; менее 75 % и при отсутствии очистки - 3.

Значения коэффициентов m и n определяются в зависимости от параметров f, ϑ_m , ϑ'_m , f_e . [4]

A=200

$\eta = 1$, так как предприятие расположено на слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км;
 $H=14\text{m}$;

$$\Delta T = 45 - 20 = 25^\circ\text{C}$$

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 0,8^2}{4} \cdot 7 = 3,52 \text{ м}^3/\text{с};$$

Для определения значений коэффициентов m, n необходимо найти параметры f, v_m , v'_m , f_e

$$f = 1000 * \frac{7^2 \cdot 0,8}{14^2 \cdot 25} = 0,008;$$

$$\vartheta_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{3,52 \cdot 25}{14}} = 1,2;$$

$$\vartheta'_m = 1,3 \cdot \frac{7 \cdot 0,8}{14} = 0,52;$$

$$f_e = 800 \cdot (0,52)^3 = 112,48;$$

Коэффициент m определяется в зависимости от f, при $f < 100$:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,008} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,008}} = 1,34;$$

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от ϑ_m , при $0,5 < \vartheta_m > 2$, n определяется по формуле:

$$n = 0,532 \vartheta_m^2 - 2,13 \vartheta_m + 3,13$$

$$n=0,532 \cdot 1,2^2 - 2,13 \cdot 1,2 + 3,13 = 1,34;$$

Максимальные значения приземных концентраций вредных веществ:

1. Для сажи:

$$C_m = \frac{200 \cdot 0,00063 \cdot 3 \cdot 1,34 \cdot 1,34 \cdot 1}{14^2 \cdot \sqrt[3]{3,52 \cdot 25}} = 0,000778 \text{ [мг/м}^3\text{]}$$

2. Для оксида азота NO_2 :

$$C_m = \frac{200 \cdot 0,0015 \cdot 1 \cdot 1,34 \cdot 1,34 \cdot 1}{14^2 \cdot \sqrt[3]{3,52 \cdot 25}} = 0,00062 \text{ [мг/м}^3\text{]}$$

3. Для диоксида азота NO_2 :

$$C_m = \frac{200 \cdot 0,0093 \cdot 1 \cdot 1,34 \cdot 1,34 \cdot 1}{14^2 \cdot \sqrt[3]{3,52 \cdot 25}} = 0,00383 \text{ [мг/м}^3\text{]}$$

4. Для диоксида серы SO_2 :

$$C_m = \frac{200 \cdot 0,01455 \cdot 1 \cdot 1,34 \cdot 1,34 \cdot 1}{14^2 \cdot \sqrt[3]{3,52 \cdot 25}} = 0,00599 \text{ [мг/м}^3\text{]}$$

5. Для оксида углерода CO :

$$C_m = \frac{200 \cdot 0,033 \cdot 1 \cdot 1,34 \cdot 1,34 \cdot 1}{14^2 \cdot \sqrt[3]{3,52 \cdot 25}} = 0,0136 \text{ [мг/м}^3\text{]}$$

6. Для бенз(а)пирена:

$$C_m = \frac{200 \cdot 0,2775 \cdot 10^{-10} \cdot 1 \cdot 1,34 \cdot 1,34 \cdot 1}{14^2 \cdot \sqrt[3]{3,52 \cdot 25}} = 0,114 \cdot 10^{-10} \text{ [мг/м}^3\text{]}$$

7.3 Расчет опасной скорости ветра

Значение опасной скорости $u_m(\text{м/с})$ на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ c_m , в случае $f < 100$, при $0,5 < \vartheta_m > 2$, определяется:

$$u_m = \vartheta_m$$

$$u_m = 1,2 \text{ м/с}$$

7.4 Расчет расстояния, на котором наблюдается максимальная приземная концентрация вредных веществ

Расстояние x_m (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация C ($\text{мг}/\text{м}^3$) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_m , определяется по формуле:

$$x_m = \frac{5-f}{4} dH$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$, и $0,5 < \vartheta_m > 2$, определяется по формуле:

$$d = 4,95 \cdot \vartheta_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f_e})$$

$$d = 4,95 \cdot 1,2 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{112,48}) = 12,69;$$

1. Для твердых частиц:

$$x_m = \frac{5-3}{4} \cdot 12,69 \cdot 14 = 88,83 \text{ м}$$

2. Для остальных газообразных веществ:

$$x_m = \frac{5-1}{4} \cdot 12,69 \cdot 14 = 177,66 \text{ м}$$

7.5 Расчет приземных концентраций вредных веществ при неблагоприятных метеорологических условиях

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_{mi} ($\text{мг}/\text{м}^3$) при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u (м/с), отличающейся от опасной скорости ветра u_m (м/с), определяется по формуле:

$$C_{mu} = r C_m$$

где r - безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения u/u_m .

Средняя скорость ветра в городе Красноярск $u=2,3 \rightarrow u/u_m = 2,3/1,2 = 1,9 \text{ м/с}$;

При $u/u_m > 1$, безразмерная величина r определяется по формуле:

$$r = \frac{3 \cdot (u/u_m)}{2 \cdot (u/u_m)^2 - (u/u_m) + 2}$$

$$r = \frac{3 \cdot 1,9}{2 \cdot 1,9^2 - 1,9 + 2} = 0,779$$

Для твердых частиц:

$$C_{mu} = 0,779 \cdot 0,00078 = 0,000606 \text{ мг/м}^3$$

Для оксида азота NO:

$$C_{mu} = 0,779 \cdot 0,00062 = 0,000483 \text{ мг/м}^3$$

Для диоксида азота NO₂:

$$C_{mu} = 0,779 \cdot 0,00383 = 0,00298 \text{ мг/м}^3$$

Для диоксида серы SO₂:

$$C_{mu} = 0,779 \cdot 0,00599 = 0,00467 \text{ мг/м}^3$$

Для оксида углерода CO:

$$C_{mu} = 0,779 \cdot 0,0136 = 0,0106 \text{ мг/м}^3$$

Для бенз(а)пирена:

$$C_{mu} = 0,779 \cdot 0,114 \cdot 10^{-10} = 0,0888 \cdot 10^{-10} \text{ мг/м}^3$$

Расстояние от источника выброса x_{mi} (м), на котором при скорости ветра и и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация вредных веществ достигает максимального значения c_{mi} (мг/м³), определяется по формуле:

$$X_{mu} = px_m$$

где р - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения u/u_m, при 0,25 < u/u_m > 1, определяется по формуле:

$$p = 0,32 \cdot u/u_m + 0,68$$

$$p = 0,32 \cdot 1,9 + 0,68 = 1,288$$

Для твердых частиц:

$$x_{mu} = 1,288 \cdot 88,83 = 114,4 \text{ м}$$

Для газообразных веществ:

$$x_{mu} = 1,288 \cdot 177,66 = 228,82 \text{ м}$$

7.6 Расчет приземных концентраций на различных расстояниях от источника выбросов

При опасной скорости ветра u_m приземная концентрация вредных веществ с (мг/м³) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях x (м) от источника выброса определяется по формуле:

$$C = s_1 C_m$$

где s_1 - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения x/x_m и коэффициента F формулам:

$$s_1 = 3\left(\frac{x}{x_m}\right)^4 - 8\left(\frac{x}{x_m}\right)^3 + 6\left(\frac{x}{x_m}\right)^2 \text{ при } \frac{x}{x_m} \leq 1$$

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13(x/x_m)^2 + 1} \text{ при } 1 < \frac{x}{x_m} \leq 8$$

Найдем приземную концентрацию вредных газообразных веществ C_i (мг/м³) на расстояниях 50; 88,83; 120; 177,66; 200; 750 метров от источника выбросов.

Для газообразных веществ (NO, NO₂, SO₂, CO, бенз(а)пирен):

$$x_1 = 50 \text{ м} \quad x/x_m = 0,28$$

$$x_2 = 88,83 \text{ м} \quad x/x_m = 0,5$$

$$x_3 = 120 \text{ м} \quad x/x_m = 0,67$$

$$x_4 = 177,66 \text{ м} \quad x/x_m = 1$$

$$x_5 = 200 \text{ м} \quad x/x_m = 1,12$$

$$x_6 = 750 \text{ м} \quad x/x_m = 4,22$$

$$S_1=3(0,28)^4-8(0,28)^3+6(0,28)^2=0,31$$

$$S_2=3(0,5)^4-8(0,5)^3+6(0,5)^2=0,5$$

$$S_3=3(0,67)^4-8(0,67)^3+6(0,67)^2=0,89$$

$$S_4=3(1)^4-8(1)^3+6(1)^2=1$$

$$S_5=\frac{1,13}{0,13(1,12)^2+1}=0,97$$

$$S_6=\frac{1,13}{0,13(1,41)^2+1}=0,34$$

Концентрации NO на различных расстояниях:

$$C_1=0,31 \cdot 0,00062=0,0001922 \text{ мг/м}^3$$

$$C_2=0,5 \cdot 0,00062=0,00031 \text{ мг/м}^3$$

$$C_3=0,89 \cdot 0,00062=0,000552 \text{ мг/м}^3$$

$$C_4=1 \cdot 0,00062=0,00062 \text{ мг/м}^3$$

$$C_5=0,97 \cdot 0,00062=0,000601 \text{ мг/м}^3$$

$$C_6=0,34 \cdot 0,00062=0,00021 \text{ мг/м}^3$$

Концентрации NO₂ на различных расстояниях:

$$C_1=0,31 \cdot 0,00383=0,00119 \text{ мг/м}^3$$

$$C_2=0,5 \cdot 0,00383=0,0019 \text{ мг/м}^3$$

$$C_3=0,89 \cdot 0,00383=0,0034 \text{ мг/м}^3$$

$$C_4=1 \cdot 0,00383=0,00383 \text{ мг/м}^3$$

$$C_5=0,97 \cdot 0,00383=0,0037 \text{ мг/м}^3$$

$$C_6=0,34 \cdot 0,00383=0,00345 \text{ мг/м}^3$$

Концентрации SO₂ на различных расстояниях:
 $C_1=0,31\cdot0,00599=0,00186 \text{ мг/м}^3$

$$C_2=0,5\cdot0,00599=0,00299 \text{ мг/м}^3$$

$$C_3=0,89\cdot0,00599=0,00533 \text{ мг/м}^3$$

$$C_4=1\cdot0,00599=0,00599 \text{ мг/м}^3$$

$$C_5=0,97\cdot0,00599=0,0058 \text{ мг/м}^3$$

$$C_6=0,34\cdot0,00599=0,00539 \text{ мг/м}^3$$

Концентрации CO на различных расстояниях:

$$C_1=0,31\cdot0,0136=0,0042 \text{ мг/м}^3$$

$$C_2=0,5\cdot0,0136=0,0068 \text{ мг/м}^3$$

$$C_3=0,89\cdot0,0136=0,012 \text{ мг/м}^3$$

$$C_4=1\cdot0,0136=0,0136 \text{ мг/м}^3$$

$$C_5=0,97\cdot0,0136=0,0132 \text{ мг/м}^3$$

$$C_6=0,34\cdot0,0136=0,0122 \text{ мг/м}^3$$

Концентрации бенз(а)пирена на различных расстояниях:

$$C_1=0,31\cdot0,114\cdot10^{-10}=0,035\cdot10^{-10} \text{ мг/м}^3$$

$$C_2=0,5\cdot0,114\cdot10^{-10}=0,057\cdot10^{-10} \text{ мг/м}^3$$

$$C_3=0,89\cdot0,114\cdot10^{-10}=0,101\cdot10^{-10} \text{ мг/м}^3$$

$$C_4=1\cdot0,114\cdot10^{-10}=0,114\cdot10^{-10} \text{ мг/м}^3$$

$$C_5=0,97\cdot0,114\cdot10^{-10}=0,110\cdot10^{-10} \text{ мг/м}^3$$

$$C_6=0,34\cdot0,114\cdot10^{-10}=0,1026\cdot10^{-10} \text{ мг/м}^3$$

Для твердых частиц (сажа):

$$x_1=50 \text{ м} \quad x/x_M = 0,56$$

$$x_2=88,83 \text{ м} \quad x/x_M = 1$$

$$x_3=120 \text{ м} \quad x/x_M = 1,35$$

$$x_4=177,66 \text{ м} \quad x/x_M = 2$$

$$x_5=200 \text{ м} \quad x/x_M = 2,25$$

$$x_6=750 \text{ м} \quad x/x_M = 8,44$$

$$S_1=3(0,56)^4-8(0,56)^3+6(0,56)^2=0,775$$

$$S_2=3(1)^4-8(1)^3+6(1)^2=1$$

$$S_3=\frac{1,13}{0,13(1,35)^2+1}=0,91$$

$$S_4=\frac{1,13}{0,13(2)^2+1}=0,74$$

$$S_5=\frac{1,13}{0,13(2,25)^2+1}=0,68$$

$$S_6=\frac{1,13}{0,13(2,8)^2+1}=0,11$$

Концентрации сажи:

$$C_1=0,775 \cdot 0,000778=0,0006 \text{ мг/м}^3$$

$$C_2=1 \cdot 0,000778=0,000778 \text{ мг/м}^3$$

$$C_3=0,91 \cdot 0,000778=0,00071 \text{ мг/м}^3$$

$$C_4=0,74 \cdot 0,000778=0,00057 \text{ мг/м}^3$$

$$C_5=0,68 \cdot 0,000778=0,00053 \text{ мг/м}^3$$

$$C_6=0,11 \cdot 0,000778=0,000085 \text{ мг/м}^3$$

Таблица 22 – Максимальные приземные концентрации в зависимости от расстояния

Расстояние м	Загрязняющее вещество, мг/м ³					
	NO	NO ₂	SO ₂	CO	Бенз(а)пирен $\cdot 10^{-10}$	Сажа
50	0,00019	0,0011	0,0018	0,004	0,035	0,0006
88,83	0,00031	0,0019	0,0029	0,006	0,057	0,000778
120	0,000552	0,0034	0,0053	0,012	0,101	0,00071
177,66	0,00062	0,0038	0,0059	0,013	0,114	0,00057
200	0,000601	0,0037	0,0058	0,013	0,110	0,00053
750	0,00021	0,0013	0,00203	0,00046	0,0387	0,000085

7.7 Расчет фоновой концентрации

Фоновая концентрация определяется по формуле:

$$C_{\text{фон}} = 0,9 \cdot ПДК_{\text{м.р.}}$$

Для сажи ПДК_{м.р.} = 0,150 мг/м³

$$C_{\text{фон}} = 0,9 \cdot 0,150 = 0,135 \text{ мг/м}^3$$

Для NO ПДК_{м.р.} = 0,4 мг/м³

$$C_{\text{фон}} = 0,9 \cdot 0,4 = 0,36 \text{ мг/м}^3$$

Для NO₂ ПДК_{м.р.} = 0,2 мг/м³

$$C_{\text{фон}} = 0,9 \cdot 0,2 = 0,18 \text{ мг/м}^3$$

Для SO₂ ПДК_{м.р.} = 0,5 мг/м³

$$C_{\text{фон}} = 0,9 \cdot 0,5 = 0,45 \text{ мг/м}^3$$

Для CO ПДК_{м.р.} = 5 мг/м³

$$C_{\text{фон}} = 0,9 \cdot 5 = 4,5 \text{ мг/м}^3$$

Для бен(а)пирена $\Pi\Delta K_{m,p.}=0,000001$ мг/м³

$$C_{\text{фон}}=0,9 \cdot 0,000001 = 0,0000009 \text{ мг/м}^3$$

7.8 Расчет суммарной концентрации с учетом фоновой.

Суммарная концентрация рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{сум}}=C_{\text{фон}}+C_m$$

Для сажи:

$$x=50 \text{ м} \quad C_{\text{сум}}=0,135+0,0006=0,1356 \text{ мг/м}^3$$

$$x=88,83 \text{ м} \quad C_{\text{сум}}=0,135+0,000778=0,1358 \text{ мг/м}^3$$

$$x=120 \text{ м} \quad C_{\text{сум}}=0,135+0,00071=0,1357 \text{ мг/м}^3$$

$$x=177,66 \text{ м} \quad C_{\text{сум}}=0,135+0,00057=0,13557 \text{ мг/м}^3$$

$$x=200 \text{ м} \quad C_{\text{сум}}=0,135+0,00053=0,13553 \text{ мг/м}^3$$

$$x=750 \text{ м} \quad C_{\text{сум}}=0,135+0,000085=0,13508 \text{ мг/м}^3$$

Для NO:

$$x=50 \text{ м} \quad C_{\text{сум}}=0,36+0,0001922=0,3601922 \text{ мг/м}^3$$

$$x=88,83 \text{ м} \quad C_{\text{сум}}=0,36+0,00031=0,36031 \text{ мг/м}^3$$

$$x=120 \text{ м} \quad C_{\text{сум}}=0,36+0,000552=0,360552 \text{ мг/м}^3$$

$$x=177,66 \text{ м} \quad C_{\text{сум}}=0,36+0,00062=0,36062 \text{ мг/м}^3$$

$$x=200 \text{ м} \quad C_{\text{сум}}=0,36+0,000601=0,21025 \text{ мг/м}^3$$

$$x=750 \text{ м} \quad C_{\text{сум}}=0,36+0,000558=0,3602 \text{ мг/м}^3$$

Для NO₂:

$$x=50 \text{ м} \quad C_{\text{сум}}=0,18+0,00119=0,18119 \text{ мг/м}^3$$

$$x=88,83 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,18 + 0,0019 = 0,1819 \text{ МГ/м}^3$$

$$x=120 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,18 + 0,0034 = 0,1834 \text{ МГ/м}^3$$

$$x=177,66 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,18 + 0,00383 = 0,18383 \text{ МГ/м}^3$$

$$x=200 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,18 + 0,0037 = 0,1837 \text{ МГ/м}^3$$

$$x=750 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,18 + 0,00345 = 0,18133 \text{ МГ/м}^3$$

Для SO₂:

$$x=50 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,45 + 0,00186 = 0,45186 \text{ МГ/м}^3$$

$$x=88,83 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,45 + 0,00299 = 0,45299 \text{ МГ/м}^3$$

$$x=120 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,45 + 0,00533 = 0,45533 \text{ МГ/м}^3$$

$$x=177,66 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,45 + 0,00599 = 0,45599 \text{ МГ/м}^3$$

$$x=200 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,45 + 0,0058 = 0,4558 \text{ МГ/м}^3$$

$$x=750 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 0,45 + 0,00539 = 0,45539 \text{ МГ/м}^3$$

Для CO:

$$x=50 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 4,5 + 0,0042 = 4,5042 \text{ МГ/м}^3$$

$$x=88,83 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 4,5 + 0,0068 = 4,5068 \text{ МГ/м}^3$$

$$x=120 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 4,5 + 0,012 = 4,512 \text{ МГ/м}^3$$

$$x=177,66 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 4,5 + 0,0136 = 4,5136 \text{ МГ/м}^3$$

$$x=200 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 4,5 + 0,0132 = 4,5132 \text{ МГ/м}^3$$

$$x=750 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = 4,5 + 0,0122 = 4,5122 \text{ МГ/м}^3$$

Для бенз(а)пирена:

$$x=50 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = (9000 + 0,035) \cdot 10^{-10} = 0,9000035 \cdot 10^{-6} \text{ МГ/м}^3$$

$$x=88,83 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = (9000 + 0,057) \cdot 10^{-10} = 0,9000057 \cdot 10^{-6} \text{ МГ/м}^3$$

$$x=120 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = (9000+0,101) \cdot 10^{-10} = 0,9000101 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$$

$$x=177,66 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = (9000+0,114) \cdot 10^{-10} = 0,9000114 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$$

$$x=200 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = (9000+0,110) \cdot 10^{-10} = 0,9000110 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$$

$$x=750 \text{ м} \quad C_{\text{сум}} = (9000+0,1026) \cdot 10^{-10} = 0,90001026 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$$

Таблица 23 – Приземные концентрации с учетом фоновых в зависимости от расстояния

Расстояние, м	Загрязняющее вещество, мг/м ³					
	NO	NO ₂	SO ₂	CO	Бенз(а)пирен, · 10 ⁻⁶	Сажа
50	0,3601922	0,18119	0,45186	4,5042	0,9000035	0,1356
88,83	0,36031	0,1819	0,45299	4,5068	0,9000057	0,1358
120	0,360552	0,1834	0,45533	4,512	0,9000101	0,1357
177,66	0,36062	0,18383	0,45599	4,5136	0,9000114	0,13557
200	0,21025	0,1837	0,4558	4,5132	0,9000110	0,13553
750	0,36021	0,18133	0,4529	4,5046	0,90000326	0,13508

7.9 Расчет приземной концентрации в долях ПДК

Приземная концентрация в долях ПДК определяется по формуле:

$$q = \frac{C_{\text{сум}}}{\text{ПДК}}$$

Для сажи ($\text{ПДК}_{m,p.} = 0,15$):

$$x=50 \text{ м} \quad q=0,1356/0,15=0,904$$

$$x=88,83 \text{ м} \quad q=0,1358/0,15=0,9053$$

$$x=120 \text{ м} \quad q=0,1357/0,15=0,9047$$

$$x=177,66 \text{ м} \quad q=0,13557/0,15=0,9038$$

$$x=200 \text{ м} \quad q=0,13553/0,15=0,9035$$

$$x=750 \text{ м} \quad q=0,13543/0,15=0,9003$$

Для NO ($\text{ПДК}_{m,p.} = 0,4$):

$$x=50 \text{ м} \quad q=0,3601922/0,4=0,9005$$

$$x=88,83 \text{ м} \quad q=0,36031/0,4=0,90077$$

$$x=120 \text{ м} \quad q=0,360552/0,4=0,90138$$

$$x=177,66 \text{ м} \quad q=0,36062/0,4=0,90155$$

$$x=200 \text{ м} \quad q=0,21025/0,4=0,9015$$

$$x=250 \text{ м} \quad q=0,360558/0,4=0,9014$$

Для NO₂ ($\Pi\Delta K_{m.p.}=0,2$):

$$x=50 \text{ м} \quad q=0,18119/0,2=0,906$$

$$x=88,83 \text{ м} \quad q=0,1819/0,2=0,9095$$

$$x=120 \text{ м} \quad q=0,1834/0,2=0,917$$

$$x=177,66 \text{ м} \quad q=0,18383/0,2=0,919$$

$$x=200 \text{ м} \quad q=0,1837/0,2=0,9185$$

$$x=250 \text{ м} \quad q=0,18345/0,2=0,91725$$

Для SO₂ ($\Pi\Delta K_{m.p.}=0,5$):

$$x=50 \text{ м} \quad q=0,45186/0,5=0,904$$

$$x=88,83 \text{ м} \quad q=0,45299/0,5=0,906$$

$$x=120 \text{ м} \quad q=0,45533/0,5=0,91$$

$$x=177,66 \text{ м} \quad q=0,45599/0,5=0,912$$

$$x=200 \text{ м} \quad q=0,4558/0,5=0,9116$$

$$x=250 \text{ м} \quad q=0,45539/0,5=0,911$$

Для CO ($\Pi\Delta K_{m.p.}=5$):

$$x=50 \text{ м} \quad q=4,5042/5=0,9008$$

$$x=88,83 \text{ м} \quad q=4,5068/5=0,901$$

$$x=120 \text{ м} \quad q=4,512/5=0,9024$$

$$x=177,66 \text{ м} \quad q=4,5136/5=0,9027$$

$$x=200 \text{ м} \quad q=4,5132/5=0,9026$$

$$x=250 \text{ м} \quad q=4,5122/5=0,9024$$

Для бенз(а)пирена ($\text{ПДК}_{m,p.}=1 * 10^{-6}$):

$$x=50 \text{ м} \quad q=0,9000035 \cdot 10^{-6} / 1 \cdot 10^{-6} = 0,9000035$$

$$x=88,83 \text{ м} \quad q=0,9000057 \cdot 10^{-6} / 1 \cdot 10^{-6} = 0,9000057$$

$$x=120 \text{ м} \quad q=0,9000101 \cdot 10^{-6} / 1 \cdot 10^{-6} = 0,9000101$$

$$x=177,66 \text{ м} \quad q=0,9000114 \cdot 10^{-6} / 1 \cdot 10^{-6} = 0,9000114$$

$$x=200 \text{ м} \quad q=0,9000110 \cdot 10^{-6} / 1 \cdot 10^{-6} = 0,9000110$$

$$x=250 \text{ м} \quad q=0,90001026 \cdot 10^{-6} / 1 \cdot 10^{-6} = 0,90001026$$

Таблица 24 – Значения приземных концентраций в долях ПДК

Расстояние, м	Загрязняющее вещество, доли ПДК					
	NO	NO ₂	SO ₂	CO	Бенз(а)пирен,	Сажа
50	0,9005	0,906	0,904	0,9008	0,9000035	0,904
88,83	0,90077	0,9095	0,906	0,901	0,9000057	0,9053
120	0,90138	0,917	0,91	0,9024	0,9000101	0,9047
177,66	0,90155	0,919	0,912	0,9027	0,9000114	0,9038
200	0,9015	0,9185	0,9116	0,9026	0,9000110	0,9035
750	0,9005	0,90665	0,9058	0,9009	0,90000326	0,9003

7.10 Расчет паров дизельного топлива от топливного бака

Поскольку после проведения мероприятия по снижению выбросов ЗВ от генерирования пара для ТВО плит перекрытия, парогенератор функционирует на дизельном топливе, необходимо рассчитать образование ЗВ от дыхательных клапанов топливного бака.

Максимальные выбросы (M, г/с) нефтепродуктов из топливного бака рассчитываются по формулам:

$$M = \frac{C_{20} \cdot K_t^{\max} \cdot K_p^{\max} \cdot V_q^{\max}}{3600} \quad (43)$$

Годовые выбросы (G, т/год) рассчитываются по формуле:

$$G = \frac{C_{20} \cdot (K_t^{\min} + K_T^{\max}) \cdot K_p^{cp} \cdot K_{ob} \cdot B}{2 \cdot 10^6 P_{ж}} \quad (44)$$

где C₂₀ - концентрация насыщенных паров нефтепродуктов при температуре 20 °C, г/м³;

K_t^{min}, K_t^{max} - опытные коэффициенты, при минимальной и максимальной температурах жидкости соответственно;

K_p - опытный коэффициент зависящий от расположения бака. Берется по приложению 4; [16]

K_{об} - опытный коэффициент зависящий от годовой оборачиваемости резервуаров. Берется по таблицы 17;

B - количество жидкости, закачиваемое в резервуар в течение года, т/год.

V_q^{max} - максимальный объем паровоздушной смеси, вытесняемой из резервуара во время его закачки, м³/час;

P_ж - плотность жидкости, т/м³;

Таблица 25- Значения опытных коэффициентов K_{об}

n	100 и более	80	60	40	30	20 и менее
K _{об}	1.35	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50

$$M = \frac{57 \cdot 2,88 \cdot 0,9 \cdot 50}{3600} = 2,052 \text{ г/с}$$

$$G = \frac{57(2,88 + 0,4)0,63 \cdot 2,5 \cdot 170,9}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,86} = 0,029 \text{ т/год}$$

Для расчетов выбросов топлива по компонентам используем таблицу 26

Таблица 26 – Концентрация загрязняющих веществ (% масс.) в парах различных нефтепродуктов

Наименование нефтепродукта	Концентрация компонентов C _i , % масс	
	Углеводороды	Ароматические

	Предель- ные C_1-C_{10}	Непре- дельные C_2-C_5	углеводороды	Сероводород
Керосин	99,84	-	0.10	0.06
Дизельное топливо	99,57	-	0.15	0.28
Мазут	99,31	-	0.21	0.48

Предельные углеводороды $G = 0,9957 \cdot 0,029 = 0,029$ т/год

Ароматические углеводороды $G = 0,0015 \cdot 0,029 = 0,0000435$ т/год

Сероводород $G = 0,0028 \cdot 0,029 = 0,0000812$ т/год

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной дипломной работы были предложены мероприятия для снижения выбросов от промышленного объекта по производству железобетонных плит перекрытия – демонтаж производственной котельной для ТВО плит с заменой способа генерирования пара на парогенератор типа ПГ-300МЖ2, что предполагает генерирование пара.

Для данного парогенератора не нужно устройство дымовой трубы, поэтому загрязняющие вещества, которые образуются в результате сжигания дизельного топлива в парогенераторе, необходимо улавливать местным вытяжным отсосом.

Для спроектированной системы промышленной вентиляции был произведен расчет рассеивания после мероприятий, который показал, что на расстоянии максимальной приземной концентрации концентрация ни одного из загрязняющих веществ, с учетом фоновой, не превышает ПДК.

В результате внедрения мероприятия производство переходит на жидкое дизельное топливо, тем самым возникает новый источник образования выбросов паров дизельного топлива через дыхательные клапана топливного бака.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авдеенко О.А, Лазарева Л.П. Оценка влияния Артемовской ТЭЦ на окружающую среду // Экология и промышленность России.–2010.– №12. с 52–55.
2. Архипкин О.О., Морозов А.Г. Современные подходы к использованию водоугольного топлива // Экологический вестник России.– 2011.–№9. с. 40–45.
3. ГН 2.1.6.1338–03. Предельно–допустимая концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.: «Минздрав России» Москва 2003.– с 54–68.
4. ГН 2.1.6.1339–03. Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.: «Минздрав России» Москва 2003.– с 25–41.
5. ГОСТ Р 50820–95. Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Методы определения запыленности газопылевых потоков.: Издательство стандартов, Москва 1996.– с 44–59.
6. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2012 год»: «Министерство природных ресурсов и экологии Красноярского края» Красноярск 2013. – 314 с.
7. Инженерная экология: Учебник / Под ред. проф. В.Т. Медведева. – М.: Гардарики, 2002. 687 с.
8. Киселев Н.А. Котельные установки: Учеб. пособие для подгот. рабочих на пр–ве. – 2–е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1979. 270 с.
9. Кулагина Т.А. Теоретические основы защиты окружающей среды: Учеб. пособие/ Т.А. Кулагина. 2–е изд., перераб. и доп. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. 332 с.
10. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 ГКАЛ в час, Москва, 1999. 56 с.
11. Морозов А.Г., Мосин С.И., Мурко В.И. ВУТ в теплоэнергетике // Энергия: экономика, техника, экологи.–2007.–№4.–с. 29–33.
12. МРР-2017. Методы расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Министерство природы России от 06.06.2017 N273.
13. РД 52.04.59 – 85. Охрана природы. Атмосфера. Требования к точности контроля промышленных выбросов. Методические указания. –Разработан Главной геофизической обсерваторией им.А.И.Воейкова, НПО "ВНИИМ им.Д.И.Менделеева", НПО "Химавтоматика", НПО "Аналитприбор". Утвержден и введен в действие с 01.03.1986.

14. Роддатис К.Ф., Полтарецкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности/Под. ред. К.Ф. Роддатиса. – М.: Энергоатомиздат, 1975. 368 с.
15. СНиП 2.2.1/2.1.1.1031-01 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. М.: Минздрав России, 2001.
16. Справочник энергетика строительной организации. В 2 т. Т. 2. Тепло-, водо- и воздухоснабжения строительства/ В.Г. Сенчев, Ю.Б. Александрович, В.С. Аушев, В.П. Янин; Под .ред. В.Г. Сенчева. – 2–е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991.–с. 32–38.
17. Технологические процессы и загрязняющие выбросы: метод. указания по выполнению курсовой работы/сост. Т.А. Кулагина, Е.Н. Писарева. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006.–с. 25–34.
18. Трубецкой К.Н., Зайденварг В.Е., Кондратьев А.С., Мурко В.И., Кассихин Г.А., Нехороший И.Х. Водоугольное топливо – технология будущего и перспективы применения в России // Уголь.–2007.–№11.– с. 28–31.
19. Чекалов Л.В., Громов Ю.И., Курицын Н.А., Морозов Ю.М. Опыт эксплуатации нового пылеулавливающего оборудования // Энергетик.–2010.–№6.– с. 38–41.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
«Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

T. А. Кулагина
подпись
«15 » июля 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА
по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»

«Оценка воздействия на атмосферный воздух предприятия
по производству железобетонных перекрытий»

Руководитель



подпись, дата

канд. техн. наук.

И.В. Андруняк

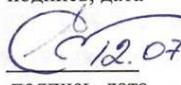
Выпускник



подпись, дата

Н.В. Шакlein

• Нормоконтролер



подпись, дата

ст. преподаватель

Е.Н. Зайцева

Красноярск 2019