

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  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

20.03.01 «Техносферная безопасность»

Снижение негативного воздействия на атмосферу от предприятия по  
производству железобетонных изделий

Руководитель	_____		О.Н. Ледяева
	подпись, дата		
Научный консультант	_____	кан.техн.наук.	И.В. Андруняк
	подпись, дата		
Выпускник	_____		К.Л. Давыдова
	подпись, дата		
Консультанты			
Консультант по нормативно-правовой базе	_____		С.В. Комонов
	подпись, дата		
Консультант по Экономической части	_____		Ж.В. Миронова
	подпись, дата		
Нормоконтролер	_____		С.В. Комонов
	подпись, дата		

Красноярск 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 Общие сведения о предприятии .....	4
2 Описание технологической цепочки производства .....	7
2.1 Изготовление бетонной смеси .....	11
2.2 Изготовление арматурного каркаса.....	23
3 Воздействие котельной на атмосферу.....	30
4 Воздействие предприятия на атмосферу от точечного источника .....	37
4.1 Расчет концентраций оксида железа .....	41
4.2 Расчет концентраций марганца.....	42
4.3 Расчет концентраций неорганической пыли.....	44
4.4 Расчет концентраций фторидов.....	45
4.5 Расчет концентраций фтористого водорода .....	47
4.6 Расчет концентраций диоксида азота.....	49
4.7 Расчет концентраций оксида углерода.....	50
5 Расчет удельных и валовых выбросов от растаривания мешков с цементом до мероприятия.....	54
6 Мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от растаривания мешков с цементом .....	60
6.1 Автоматическая станция растаривания с рукавным фильтром .....	60
6.2 Автоцементовоз ТЦ21 с бестарной перевозкой цемента .....	65
6.3 Клапан – дозатор для биг-бэгов.....	68
7 Расчет загрязняющих веществ после мероприятий .....	70
7.1 От автоматической установки растаривания мешков с рукавным фильтром.....	70
7.2 От клапана дозатора для биг-бэгов .....	72
7.3 От автоцементовоза ТЦ21 .....	73
8 Нормативно-правовая база .....	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	87
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	89
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	91

## ВВЕДЕНИЕ

Железобетон - строительный материал, состоящий из двух основных компонентов: стальная арматура и бетон. Бетон отлично работает на сжатие, арматура прекрасно работает на растяжение. Прочность арматуры на растяжение в 100-200 раз больше чем у бетона. В ЖБИ эти два материала друг друга дополняют и удерживают в заданных рамках.

Появление железобетонных конструкций связано с большим ростом промышленности, транспорта и торговли во второй половине XIX в., когда необходимо было строительство новых фабрик, заводов, портов и многих других капитальных сооружений. Современные железобетонные конструкции армируют не только при работе на растяжение и изгиб, но также при кручении, срезе, в осевом сжатии. В этих случаях рабочую арматуру ставят для уменьшения размеров сечений элементов и снижения собственного веса конструкций, а также для обеспечения большей их надежности.

Преимущества железобетонных изделий:

- Долговечность;
- Прочность;
- Пожаростойкость;
- Сейсмостойкость.

Недостатки железобетонных конструкций:

К недостаткам можно отнести относительно большой собственный вес, высокую тепло- и звукопроводность, возможность появления трещин от действия внешних нагрузок из-за низкого сопротивления бетона растяжению.

Главной проблемой предприятия в данной дипломной работе является колоссальный выброс цементной пыли от установки растаривания мешков с цементом с дальнейшим его поступлением в бетоносмеситель, и отсутствуют какие-либо мероприятия по снижению этих выбросов.

Соответственно, основная цель дипломной работы заключается в предложении природоохранных мероприятий по снижению выбросов пыли неорганической: 70-20% двуокиси кремния (шамот, цемент, пыль цементного производства - глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола, кремнезем и др.) на цементном участке, направленных на оздоровление и улучшение экологической ситуации района.

## 1 Общие сведения о предприятии

Предприятие по производству железобетонных конструкций 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. Ориентировочный размер СЗЗ для предприятий по производству железобетонных изделий (ЖБК, ЖБИ) составляет 200 м, III класс санитарной классификации.

Данный завод производят железобетонные блоки с наименованием ФБС 24-4-6 Т из бетона марки М300 (буква М указывает на количественное содержание цемента по отношению к бетонной смеси. Чем больше цифровое значение при букве М, тем «тяжелее» марка бетона). Этот бетон обязателен для обустройства фундаментов многоэтажных домов.

Площадь землепользования составляет: общая площадь – 150000 кв.м., площадь застройки – 50000 кв.м.

Численность сотрудников: средний списочный состав сотрудников предприятия – 28 человек.

Предприятие работает по двухсменному режиму, каждая смена составляет 8 часов, 260 дней в году. Годовая производительность составляет 7920 блоков готовой продукции.

На территории предприятия расположено 2 закрытых склада для хранения песка, щебня. И два открытых склада для хранения стержневой арматуры, смазки для форм «Intaktin» и для мешков с цементом и мешков с углем.

Производство включает в себя следующие цеха:

1. Бетоносмесительный цех, который в свою очередь состоит из:

1) бункерного отделения, в котором осуществляется временное хранение сыпучих материалов для приготовления бетонной смеси до попадания их в дозаторы;

2) дозаторного отделения, в котором расположены дозаторы песка и щебня (ДИ-2000Д), цемента (Евроцемент-М400), воды;

3) Смесительное отделение, где отдозированные материалы (песок, щебень, вода, добавка, цемент) перемешиваются не менее 90 секунд в бетоносмесителе СБ-80-750С, в котором готовится бетонная смесь.

После приготовления бетонной смеси, она, при помощи мостового крана поступает в формовочный цех.

2. Формовочный цех, в котором производится непосредственно формование блока. Для этого выполняются следующие основные операции:

1) Чистка и смазка форм;

2) Формование блока. Готовая бетонная смесь поступает в формы для вибропресса. Осуществляется укладка слоя бетонной смеси уже с уложенным предварительно арматурным каркасом. После укладки бетона на поверхность свежесформованного блока опускается

вибропригрузочный щит для виброуплотнения верхнего слоя железобетонных блоков.

3. Распалубка. На посту распалубки при помощи пил трения осуществляется обрезка стержней, и мостовым краном со стропами извлекается изделие с дальнейшим перемещением его на пост доводки.

4. Приемка изделия на посту доводки. На посту доводки вручную производится затирка и заглаживание возможных дефектов; защита торцов преднапряжённых стержней; маркировка изделия и приёмка ОТК.

После формовочного цеха готовый блок при помощи мостового крана перемещается в ямную камеру для дальнейшей тепловлажностной обработки.

5. Для осуществления армирования форм необходимо подготовить арматуру в арматурном цехе. Арматурный цех расположен на территории завода по производству железобетонных блоков рядом с закрытым складом хранения арматуры. В арматурном цехе установлена мощная система местной вентиляции, для вывода вредных веществ из воздушного пространства цеха. В данном цехе осуществляются следующие операции:

1. Резка арматурных стержней на станке СМЖ-172А;
2. Многоточечная сварка сетки на сварочном станке ММА G 250I;
3. Гибка монтажных петель на станке СГА – 1.

Для рассеивания вредных загрязняющих веществ, которые образуются в сварочном цеху при сварке арматуры, установлена металлическая вентиляционная труба со следующими параметрами:

- Высота,  $H = 35\text{м}$ ;
- Ширина устья,  $D = 1\text{ м}$ ;
- Скорость выхода газовой смеси,  $= 6\text{ м/с}$ ;
- Температура выбрасываемой газовой смеси,  $= 5,5$ .

6. Котельная, которая вырабатывает пар для осуществления тепловлажностной обработки сформированных блоков в ямной камере. На котельной расположен котел марки КЕ 10-14С.

Таблица 1 - Производительность завода по производству железобетонных блоков

Наименование выпускаемой продукции	Мощность производства, единиц		
	В день	В месяц	В год
Железобетонные блоки	30	660	7920

Таблица 2 – Результаты расчетов образования загрязняющих веществ при сварке металлической конструкции

Код вещества	Выделяющееся загрязняющее вещество	Массовые выделения загрязняющих веществ, г/с	Валовые выделения и выбросы, т/г
0123	Железа оксид	0,00221	0,01494
0143	Марганец	0,00019	0,00129
2908	Пыль неорганическая с содержанием SiO <sub>2</sub> 20-70%	0,00028	0,00195
0344	Фториды	0,00067	0,00461
0342	Фтористый водород	0,00015	0,00105
0301	Диоксид азота	0,00030	0,00209
0337	Оксид углерода	0,00269	0,01858

Таблица 3 – Результаты расчетов образования загрязняющих веществ в уходящих дымовых газах котлоагрегата

Вещество	г/с	т/г
Твердые частицы	0,02	0,8
NO	0,013	0,41
NO <sub>2</sub>	0,08	2,52
SO <sub>2</sub>	0,005	0,15
CO	0,14	710,43
Бенз(а)пирен	$85,32 \cdot 10^{-6}$	$306,92 \cdot 10^{-6}$

Таблица 4 - Валовые и удельные выбросы при растаривании мешков с цементом

Источник пыления	Код вещества	Наименование вещества	Класс опасности вещества	Значение удельных выбросов М <sub>гр</sub> , г/с	Значение валовых выбросов П <sub>гр</sub> , т/год
Установка для растаривания биг-бегов цемента	2908	Пыль неорганическая: 70-20% двуокиси кремния (шамот, цемент, пыль цементного производства - глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, кремнезем)	3	0,028	0,19

## 2 Описание технологической цепочки производства

Завод по производству железобетонных блоков выпускает плиты марки ФБС 24-4-6 Т.

Индексы, приведенные в его обозначении:

– группа заглавных букв характеризует тип блока – ФБС и предоставляет информацию об особенностях его конструкции (сплошной);

– цифровой индекс, состоящий из группы цифр, предоставляет информацию о размерах Ж/Б элемента, указанную в дециметрах, округленных до целого числа. Длина данного изделия составляет 2380 мм, ширина – 400 мм, высота – 580 мм;

– заглавная буква в конце маркировки предоставляет информацию о виде бетона, из которого изготовлено изделие. Т – обозначает тяжёлый бетон, вес которого составляет 1,3 т.

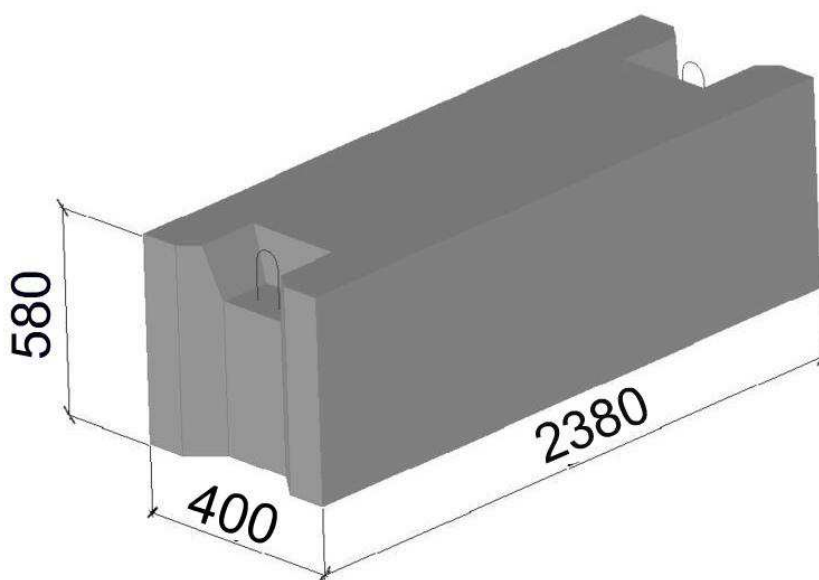


Рисунок 1 - Эскиз блока

### *Цемент*

Цемент — искусственное неорганическое вяжущее вещество. Один из основных строительных материалов. При взаимодействии с водой, водными растворами солей и другими жидкостями образует пластичную массу, которая затем затвердевает и превращается в камневидное тело. В основном используется для изготовления бетона и строительных растворов. Цемент является гидравлическим вяжущим и обладает способностью набирать прочность во влажных условиях, чем принципиально отличается от

некоторых других минеральных вяжущих — (гипса, воздушной извести), которые твердеют только на воздухе.

Для производства блоков используется «Евроцемент М400». Индекс 400 в маркировке цемента обозначает, что материал способен выдерживать вес 400 кг на 1 сантиметр квадратный. Растворы, изготовленные на основе этой марки, достаточно устойчивы к низкой температуре. Цемент М400 технические характеристики имеет самые положительные. Цена его относительно невысокая, производится согласно ГОСТ 10178-85. Бетоны и растворы на основе цемента 400 обладают высокой стойкостью к коррозии и агрессивной среде. Такие смеси рекомендуют использовать для зимнего бетонирования.

На один блок уходит 0,186 т цемента, в год на производство 7920 блоков требуется 1473,12 т цемента.

### *Песок*

Для изготовления строительного бетона применяется природный песок – смесь мелких зерен разнообразных минералов, находящихся в составе горных пород вулканического происхождения. Зерна получаются в результате процесса выветривания частиц породы. Для блока необходим песок смешанного фракционного состава, фракция с зернами – 7 мм.

Расход песка на один блок составляет 0,317 т, на 7920 блоков – 2510,64 т.

### *Щебень*

Щебень — неорганический, зернистый, сыпучий материал с зернами крупностью свыше 5 мм (по европейским стандартам — более 3 мм), получаемый дроблением горных пород, гравия и валунов, попутно добываемых вскрышных и вмещающих пород или некондиционных отходов горных предприятий по переработке руд (черных, цветных и редких металлов металлургической промышленности) и неметаллических ископаемых других отраслей промышленности и последующим рассевом продуктов дробления. Средняя плотность щебня — от 1,2 до 3 г/см<sup>3</sup>.

В качестве крупного заполнителя применяется известняковый щебень фр. 20.

- Прочность (М 600);
- Экологичность (1 класс);
- Насыпная плотность (1300 кг);
- Лещадность (15-35 %);
- Морозостойкость (F150);
- Влажность (3,5%);

На один блок необходимо 0,597 т щебня, на 7920 – 4728,24 т.



### *Вода*

Вода для затворения бетонной смеси при изготовлении бетонных и железобетонных конструкций с 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  $Cl^{-1}$  не должно превышать 1200 мг/л;
- Количество взвешенных частиц не должно превышать 200 мг/л.

Водопроницаемая вода соответствует этим требованиям, поэтому при производстве блоков будет использоваться вода из централизованного источника водоснабжения.

На один блок расходуется 102 л воды.

### *Арматура*

Арматурные элементы составляют несущую основу железобетонных конструкций, воспринимающих изгибающие и растягивающие усилия. Сварные пространственные каркасы образуются из продольных, вертикальных и поперечных стержней.

Диаметр продольных стержней – 16 мм, поперечных и вертикальных – 6 мм. В качестве поперечных и вертикальных элементов каркаса лучше использовать гладкие прутки диаметром 6-8 мм, т.к. они воспринимают значительно меньшую нагрузку, чем продольные, и при этом дешевле.

Расстояние между поперечными и между вертикальными элементами арматуры составляет 200 мм.

Арматура, укладываемая вдоль периметра, должна отступать от дна траншеи, стенок опалубки и верхней части будущего основания не менее чем на 50 мм. Это позволит скрыть стальные прутья в массе бетона, обезопасив их от коррозии. В то же время нужно учитывать, что максимальная зона растяжения фундамента находится на его поверхности, поэтому не стоит слишком сильно углублять арматуру в бетонный массив. Поэтому:

- длина поперечных прутьев – 300 мм;
- длина продольных прутьев – 2180 мм;
- длина вертикальных прутьев – 480 мм.

На один блок необходимо 12 поперечных цельных хлыстов длиной 1560 мм (вес одного – 0,3 кг, 12ти – 3,6 кг) и 4 продольных цельных хлыста длиной 2180 мм (вес одного – 3,5 кг, 4х хлыстов – 14 кг). Вес всего каркаса – 17,6 кг.

Для армирования железобетонных блоков применяют стержневую арматурную сталь класса А-III, поступающую на завод в связках. Из этой стали изготавливают круглые стержни периодического профиля с выступами, идущими по винтовым линиям. Ребристые пруты позволяют достичь максимального сцепления с бетоном. Сталь хорошо сваривается.

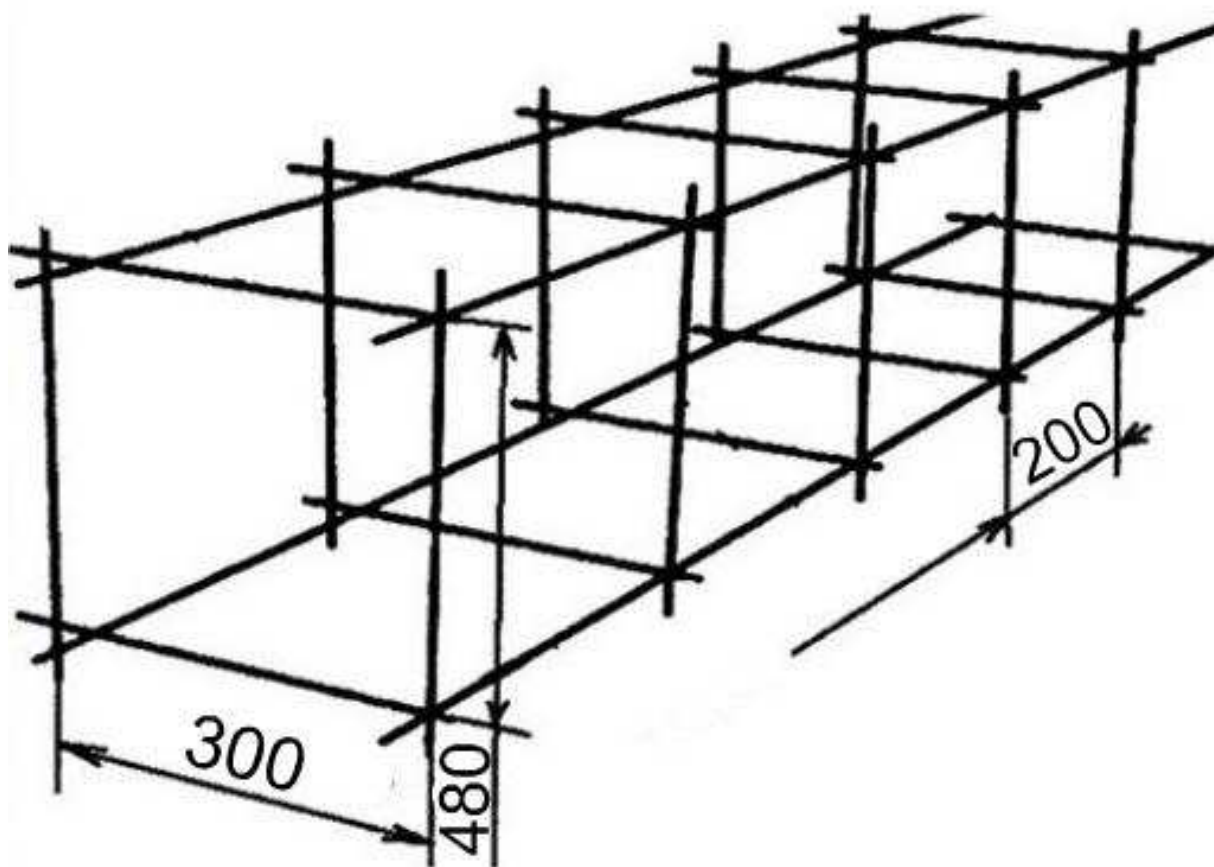


Рисунок 2 - Схема арматурного каркаса, в мм

#### *Смазка «Intaktin» для формы*

При производстве железобетонных изделий в формах одной из операций, наряду с очисткой форм и укладкой арматуры, 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 не вызывает коррозию металла форм, и в принципе обладает антикоррозионными защитными свойствами, не содержит летучих вредных для здоровья веществ, безопасна в пожарном отношении.

Смазку наносят на поверхность оборудования, контактирующего с бетоном. Покрытие смазкой устраняет налипание бетона или раствора, значительно облегчает очистку оборудования и уменьшает его износ.

Смазка «Интактин» доставляется в цех пластмассовых бочках 200л. Данной смазкой смазывают формы при помощи разбрызгивателя.

## **2.1 Изготовление бетонной смеси**

### *Доставка сыпучих материалов*

Для изготовления железобетонного блока необходимо доставить все требуемые материалы на производство. Автомобиль-самосвал КАМАЗ-6520 подходит для доставки песка, щебня, цемента и угля. Исходя из характеристик автомобиля, для поставки цемента и угля в месяц требуется 7 машин, для поставки песка – 11 машин, для щебня – 20. Мешки с цементом марки «Евроцемент М400» по 50 кг размещаем на открытый склад при помощи вилочного погрузчика KOMATSU FD25.



Рисунок 3 - Вилочный погрузчик Komatsu FD25

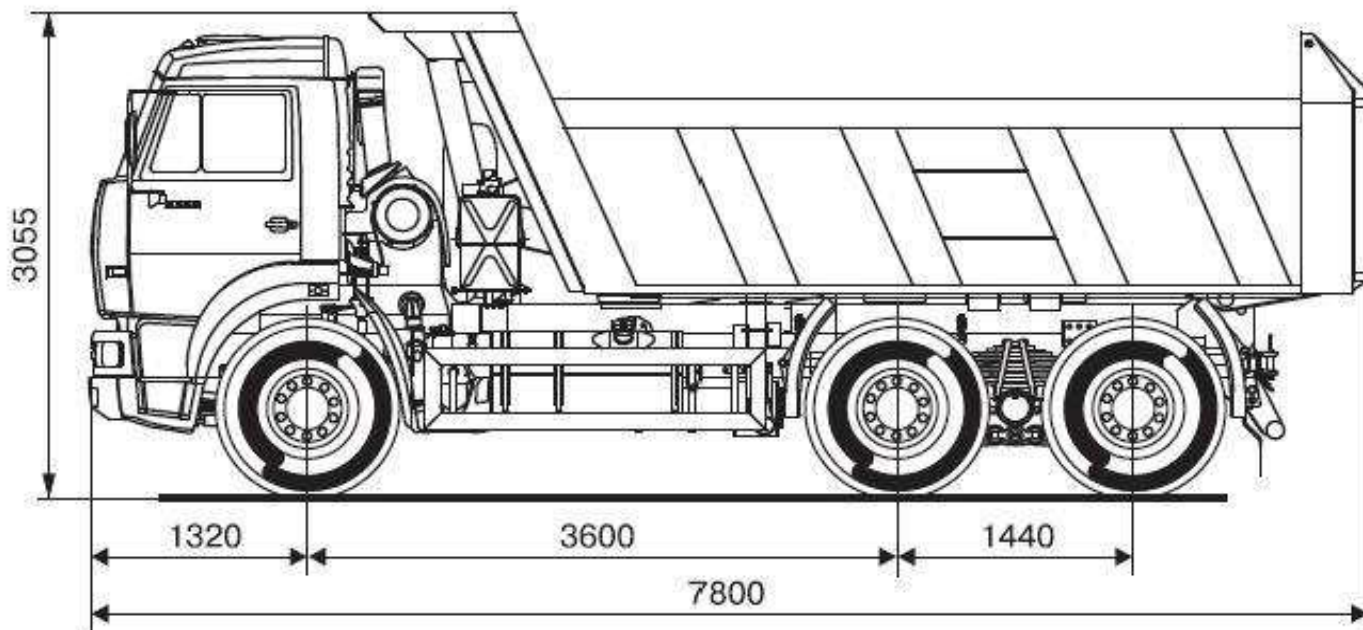


Рисунок 4 - Внешний вид КАМАЗ – 6520

Таблица 5 – Технические характеристики КАМАЗ - 6520

Параметр	Показатель	Единицы измерения
Колесная формула	6x4	-
Грузоподъемность	20 000	кг
Объем платформы	12	куб. м.
Самосвальная платформа	С задним бортом	-
Направление разгрузки	назад	-
Снаряженная масса автомобиля	12950	кг
Полная масса автомобиля	33100	кг
КПП	ZF 16S 151, 16 ступеней	-
Сцепление	сухое, однодисковое	-
Подвеска	Рессорная	-
Топливный бак	350	л
Предпусковой подогреватель	ПЖД 15.8106-01	-
Колеса	Дисковые	-
Шины	12.00 R 20 (320R508)	-

### Подготовка формы

В следующий этап производства входят подготовка формы, приготовление бетонной смеси, формовка блока и непосредственно сушка блока до готового изделия. После каждого цикла формования формы чистят и смазывают. Для того чтобы подготовить форму для последующей заливки бетона необходимо эту форму очистить. Очистка происходит специальными жесткими щетками.

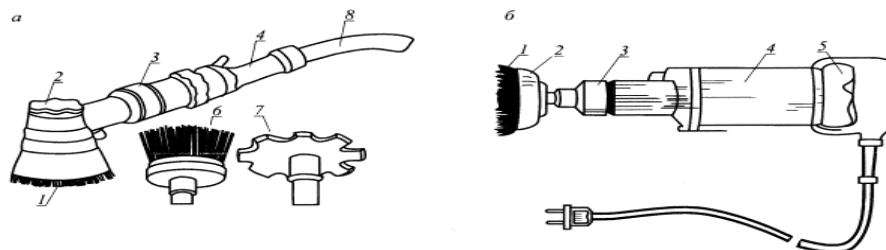


Рисунок 5 - Вращающаяся щетка

Затем необходимо смазать форму. Смазка доставляется на производство в специальных бочках объемом 200 л и осуществляется за счет вакуумного распылителя GLORIA 405 T. Данные распылители - это высокопроизводительные промышленные распылители (опрыскиватели) из стойкой стали с внутренним покрытием из высококачественной пластмассы объемом 10 литров. Распыление рабочих жидкостей может производиться как ручной, так и компрессорной подкачкой - конструкцией данных моделей предусмотрена возможность подключения компрессора. Подключение компрессора позволяет поддерживать постоянное давление в емкости без накачивания вручную и обеспечивает непрерывность распыления, что особенно удобно в работе на больших площадях в течение продолжительного рабочего цикла.



Рисунок 6 - Распылитель GLORIA 405T

Таблица 6 - Технические характеристики распылителя GLORIA 405T

Характеристика	Значение
Объем (в литрах)	10
Макс. рабочее давление (бар)	6
Материал емкости	сталь с высококачественным внутренним пластиковым покрытием
Предохранительный клапан	да
Предохранительный/вентиляционный клапан	да

Таблица 7 - Технические характеристики смазки «Интактин»

Характеристика	Значение
Плотность (кг/дм <sup>3</sup> )	0,84-0,87
Температура вспышки (°C)	≥ 110
Расход (мл/м <sup>2</sup> )	25-50
Цвет	Желтоватый
Срок хранения	1 год со дня изготовления

Подготовленная форма по ленточному конвейеру отправляется на пост армирования, где располагают готовый арматурный каркас с помощью мостового подвешного крана.

#### *Формовка*

После поста армирования форма отправляется на пост формовки с помощью ленточного конвейера, где в неё заливают бетон. Для начала нужно подготовить бетон. В состав бетона входит цемент, песок, щебень и вода. Мешки с цементом с помощью вилочного погрузчика на поддонах доставляются на станцию растаривания. Установка для растаривания мешков с цементом предназначена для распаковки мягких контейнеров (мешков) с цементом и пневматической транспортировки цемента в бетономеситель.

Таблица 8 – Техническая характеристика и параметры установки для растаривания мешков с цементом

Наименование частей сосуда	Корпус
Рабочее давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,2 (2,0)
Расчетное давление, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,236 (2,36)
Пробное давление гидравлического испытания, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,295 (2,95)
Рабочая температура среды, °C	- 50°C - + 40°C
Расчетная температура стенки, °C	- 50 <sup>0</sup>
Минимально допустимая отрицательная температура стенки, °C	- 50 <sup>0</sup>

Окончание таблицы 8

Наименование рабочей среды		Воздух, цемент
Характеристика рабочей среды	класс опасности	3
	взрывоопасность	Нет
	пожароопасность	Нет
Прибавка для компенсации коррозии (эрозии), мм		1,0
Вместимость, м <sup>3</sup>		5,0
Масса пустого сосуда, кг		3250
Расчетный срок службы сосуда, лет		10

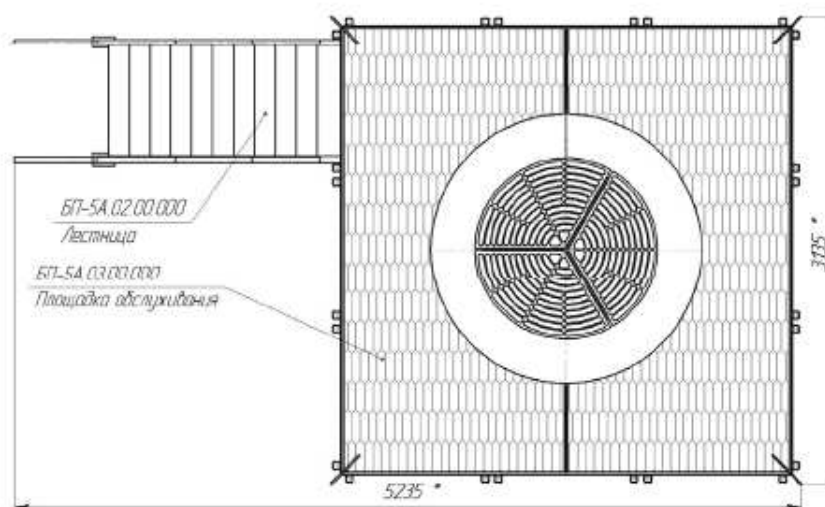


Рисунок 7 - Схема установки для растаривания мешков с цементом, вид сверху

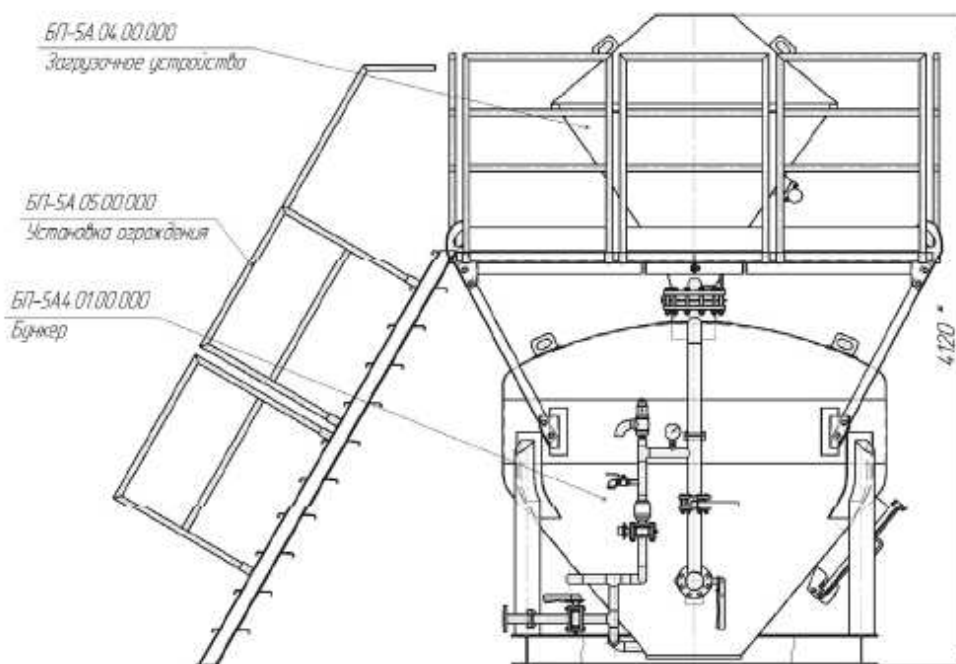


Рисунок 8 - Схема установки для растаривания мешков с цементом

Растарка МКР осуществляется следующим образом: мешок опускается на ножи, стационарно установленные в приемном бункере, после чего происходит распарывание днища мешка и выгрузка материала для подачи в приемный бункер.

Бункер приемный представляет собой резервуар вертикального типа и состоит из емкости, рамы, загрузочного устройства и площадки обслуживания. Емкость состоит из торосферического днища, обечайки и конического днища. В нижней части конического днища расположено вибросито, также имеются патрубок линии выгрузки цемента, на торосферическом днище расположен патрубок линии деаэрации и патрубок линии загрузки под установку загрузочного устройства. Для загрузки бункера цементом: линия подачи сжатого воздуха и линия разгрузки должны быть перекрыты, а затвор поворотный дисковый Ду250 и линия деаэрации открыты. Загрузка бункера осуществляется подачей мешков с цементом на нож загрузочного устройства, где происходит их вспарывание. Из воронки загрузочного устройства цемент самопроизвольно ссыпается в бункер. После наполнения бункера затвор поворотный дисковый Ду250 и линию деаэрации перекрывают.

Разгрузка происходит следующим образом, затвор поворотный дисковый Ду250, линии разгрузки и деаэрации закрыты. Подачей сжатого воздуха через вибросито аэрируют цемент и повышают давление в бункере до 0,2 (2) МПа ( $\text{кгс/см}^2$ ), после этого открывают затвор линии разгрузки и опорожняют бункер.

Под действием воздушного компрессора с осушителем и комплектом шлангов высокого давления (пневматическим способом с помощью воздуха) подготовленная и взвешенная цементная смесь перемещается по трубопроводам в бетоносмеситель.

Одним из важных моментов при растаривании мешка является когда материал под действием гравитационной силы обрушается вниз и поднимает клубы пыли. А учитывая, что летучая фракция у цемента является самой ценной составляющей материала, то потери этой составляющей очень большие. Растаривание происходит в производственном помещении, работать в условиях повышенной запыленности очень сложно и неприятно.

Песок и щебень доставляются с помощью ленточного конвейера и высыпаются непосредственно в бетоносмеситель. Также пыление исходит при пересыпке щебня и песка. Вода подается централизованно через специальный шланг.

Все составляющие необходимо смешать в пропорциях 1:1,8:3,2 (цемент-песок-щебень). Бетонная смесь смешивается в бетоносмесителе СБ-80-750С.

Цемент из пункта растаривания, расположенного в бетоносмесительном цеху, при помощи пневморазгрузжателя донной выгрузки попадает в трубопровод, по которому поступает в расходный бункер бетоносмесительного цеха. Песок и щебень из открытого склада при



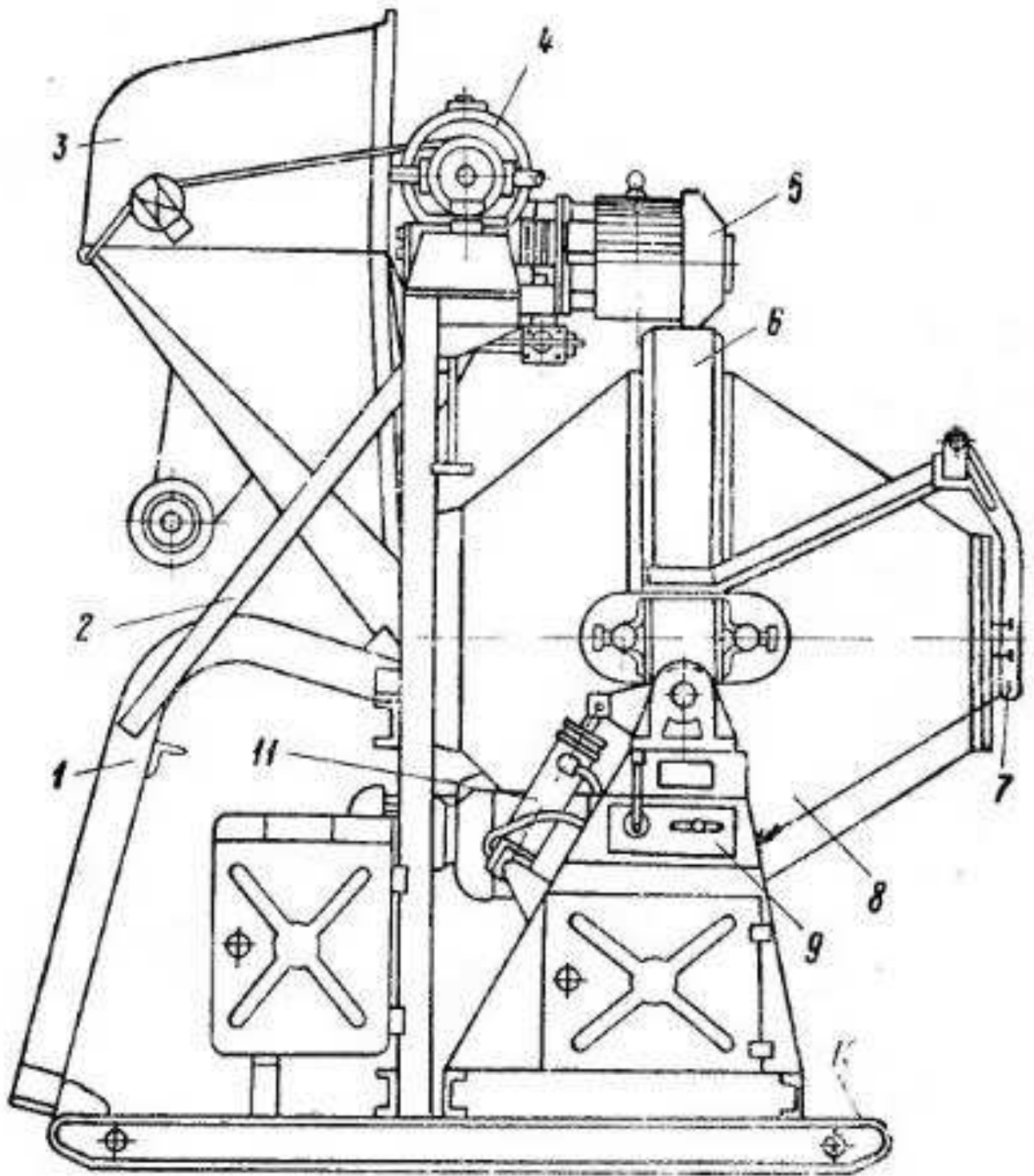
помощи ковшового погрузчика марки LW500F поступают в расходные бункера бетоносмесительного цеха. Во избежание зависания заполнителей при повышенной влажности, на стенках нижней части бункера установлены навесные вибраторы, кроме этого по периметру бункеров расположены паровые трубы – для того, чтобы в зимний период велся подогрев заполнителей. В бункерах цемента предусматривают устройства для аэрации. Также в надбункерном отделении расположены циклоны, фильтры для очистки сжатого воздуха от цементной пыли.

После бункерного отделения расположено дозаторное отделение, где размещены баки для воды, дозатор для песка и щебня, дозатор цемента и дозатор жидкости для воды.

Отдозированные материалы последовательно поступают в смесительное отделение: песок, щебень, часть воды, цемент и оставшая часть воды, где перемешиваются не менее 90 секунд в бетоносмесителе принудительного действия (объём готового замеса по бетонной смеси – 1000 литров, вместимость по загрузке 1500 литров, число циклов в час при приготовлении бетонной смеси – 40).



Рисунок 9 - Ковшовый погрузчик LW500F



1 – направляющая ковша; 2 – рама скипового подъемника; 3 – ковш; 4 – механизм подъема ковша; 5 – электродвигатель механизма подъема ковша; 6 – зубчатый венец; 7 – заглушка; 8 – смесительный барабан; 9 – пульт управления; 10 – рама; 11 – гидроцилиндр.

Рисунок 10 - Бетоносмеситель СБ-16:

Таблица 9 –Технические характеристики бетоносмесителя СБ-80-750С

Характеристика	Значение
Общий объем смесителя, л	750
Рабочий объем смесителя, л	650
Мощность основного привода, кВт	15
Мощность подъемника, кВт	7,5
Габаритные размеры, мм	2500x1850x2100
Масса, кг	1250

После того как мы заполнили форму бетонной смесью, форма отправляется в формовочный цех в вибропресс Рифей-Буран 750-СД при помощи ленточного конвейера ТК-3 (длина неограниченна, ширина ленты 800 мм):

1. Мощность комплекса - 48 кВт;
2. Напряжение сети - 380 В;
3. Персонал: 3-4 человека;
4. Зона формовки: 500x1000 мм;
5. Высота формируемых изделий: 50-250 мм;
6. Длительность одного цикла формовки: 35-40 секунд

Габариты Рифей-Буран 750-СД:

1. Длина - 20200 мм;
2. Ширина - 10200 мм;
3. Высота - 3800 мм;
4. Общая масса - 11700 кг.

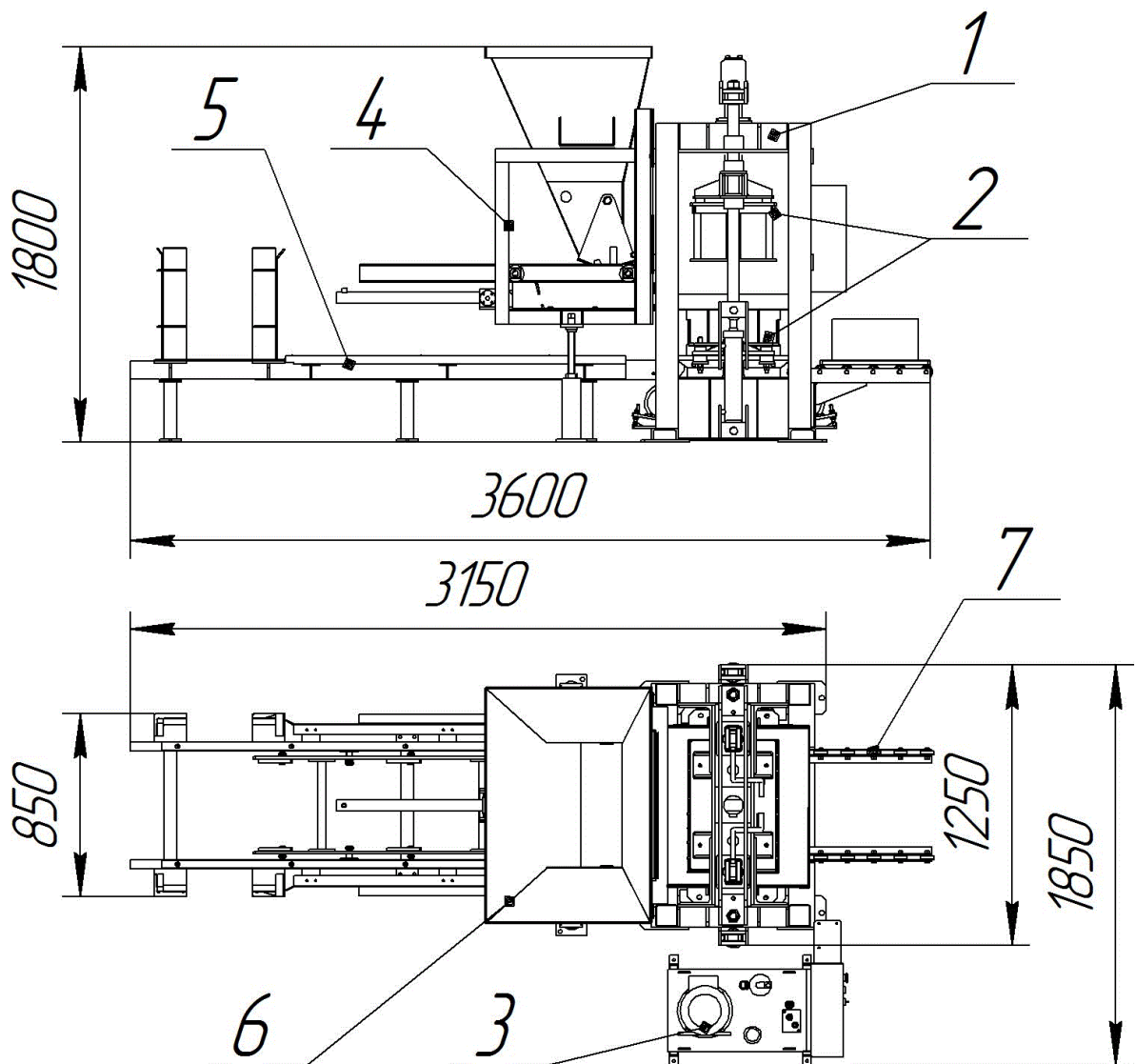
Готовая бетонная смесь поступает в накопительный бункер вибропресса. Технологический поддон идет на вибростол.

Загрузочный ящик при помощи гидроцилиндра поступает в зону матрицы, где происходит заполнение матрицы.

После полного заполнения матрицы, излишки смеси остаются в загрузочном ящике.

Посредством гидроцилиндров опускаем пуансон, включаем вибрацию. Под давлением гидроцилиндра пуансон давит на смесь и включенной вибрации с частотой 80Гц происходит формование изделий до определенного момента (соприкосновения упорных болтов), задаваемых постоянную высоту тех или иных изделий. Тем самым при последующих формовках изделия выходят с постоянной высотой.

По окончании формования при помощи гидроцилиндров поднимается матрица, затем поднимается пуансон.



1. Вибропресс, 2. Пуансон-матрица, 3. Маслостанция, пульт управления, 4. Модуль загрузки матрицы, 5. Модуль подачи поддонов, 6. Накопительный бункер, 7. Приемный рольганг.

Рисунок 11 - Рифей Буран 750Д:

Готовое изделие с помощью специального однобалочного мостового подвешного крана с прокатным профилем доставляется в ямную камеру.

#### *Выработка пара на котельной*

На территории завода по производству ЖБИ расположена производственная котельная, которая вырабатывает пар для осуществления тепловлажностной обработки сформированных блоков в ямной камере. На котельной расположен котел марки КЕ 10-14С.

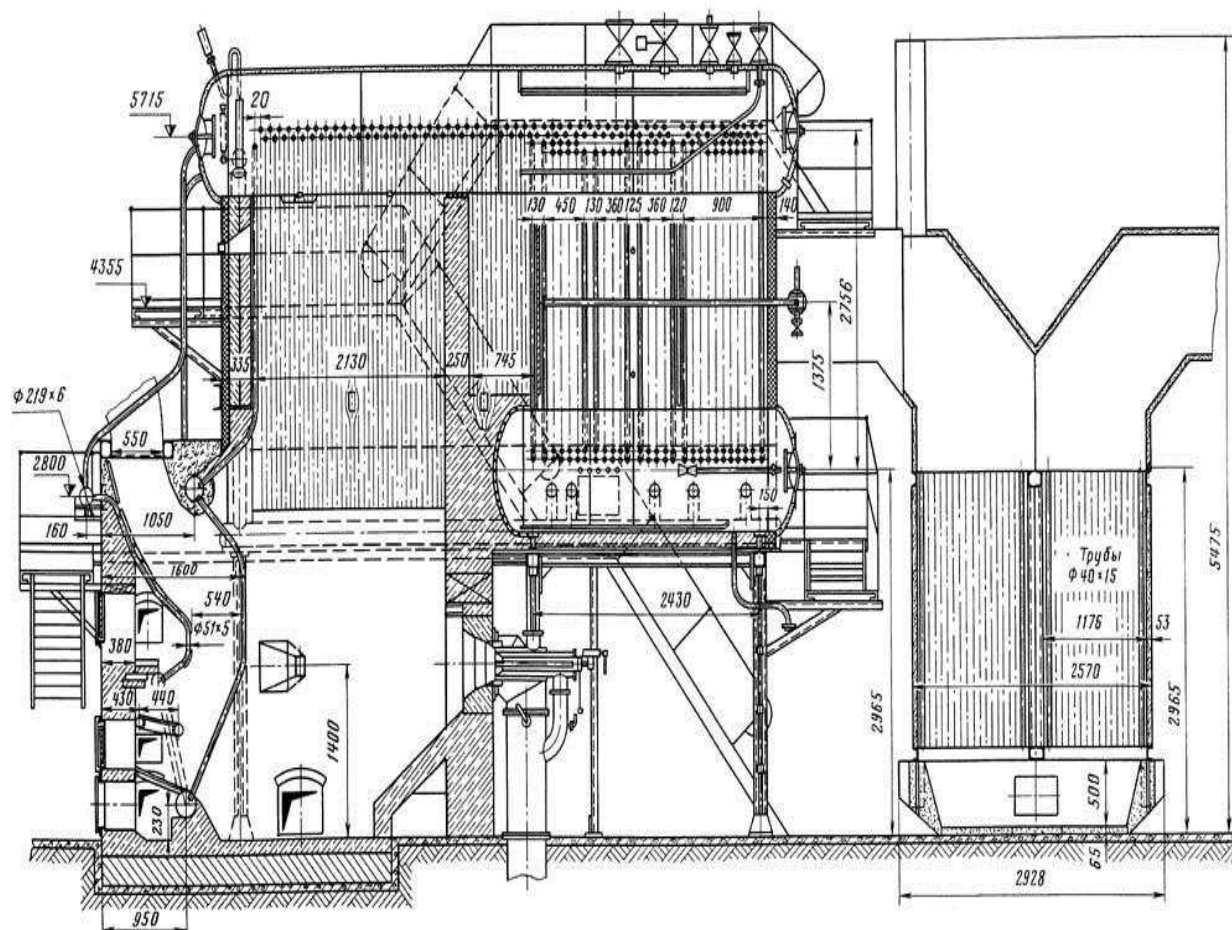


Рисунок 12 - Схема устройства котла и экономайзера

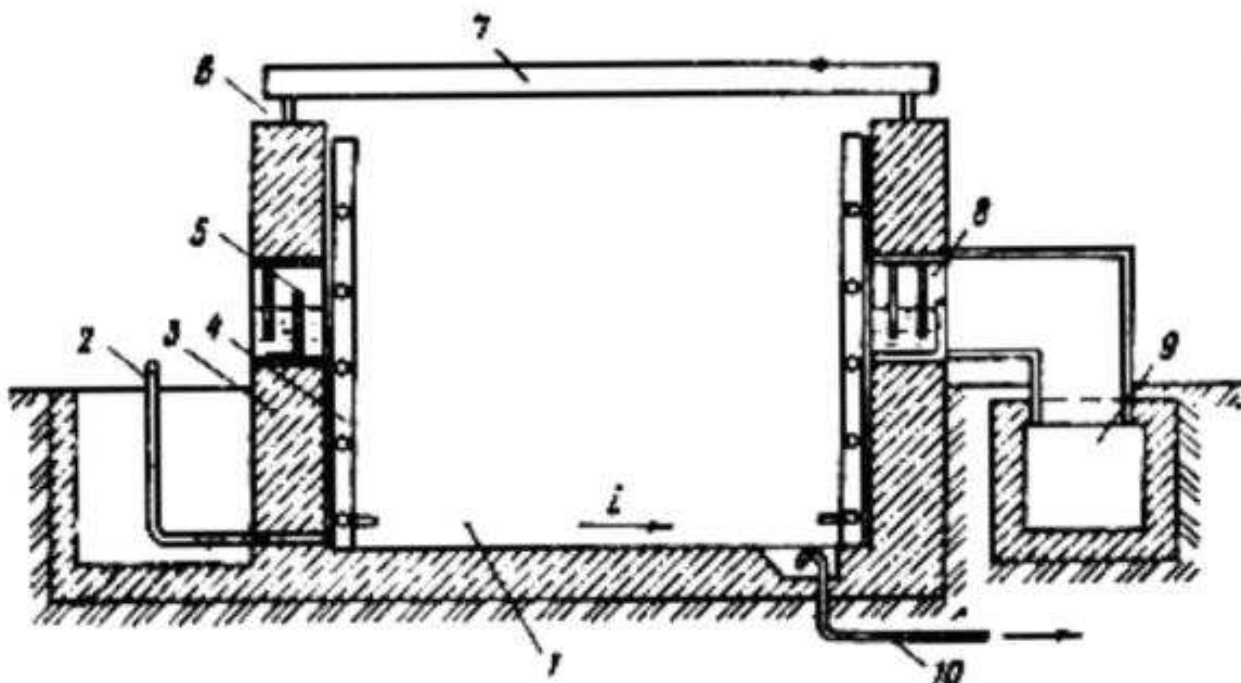
Работает данная котельная на угле класса Б2 (бурый), который привозят на территорию предприятия машинами КАМАЗ-6520 в мешках по 50кг. Данный вид топлива является неспекаемым и долго горит, выделяя максимум тепловой энергии. Возгорается уголь быстро, дополнительного поддува не требует, что облегчает обслуживание котельного оборудования. В месяц требуется 4 т угля как для ямочной камеры, так и для отопления производственной площадки.

Уголь хранится в мешках по 50 кг на открытом складе на территории котельной. Со склада при помощи ковшевого погрузчика уголь попадает в угольный бункер, откуда пневмомеханическим забрасывателем забрасывается в котел.

В результате горения в котле образуется шлак (твердый отход), который накапливается в шлаковом бункере. Шлак из бункера вывозят на специальные шлакоотвалы. Дымовые газы после выхода из котла омывают трубки 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 блоков для осуществления их тепловлажностной обработки.

### Тепловлажностная обработка

После поста формования готовые отформованные изделия помещаются в ямную камеру для производства тепловлажностной обработки. В ямной камере изделия устанавливаются на пакетировщик СМЖ-293А (число поддонов – 10, масса поддона с изделием – 1,32 т, 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 – подъем 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.



1 – камера; 2 – паропровод; 3 – стены камеры; 4 – стойки с кронштейнами; 5 – забор воздуха; 6 – водяной затвор; 7 – крышка; 8 – водяной затвор; 9 – канал; 10 – система отбора конденсата

Рисунок 13 - Схема пропарочной ямной камеры

Таблица 10 – Технические характеристики ямной камеры

Показатели	Тип камеры
Внутренний размер камеры, м:	I
длина	7
ширина	2,5
глубина	3,5
Тип стоек для пакетирования	СМЖ-293А

Окончание таблицы 10

Наибольший размер изделий	2×6
Объем бетона, загружаемого в одну камеру, м <sup>3</sup>	6,7...9,2
Коэффициент загрузки камеры	0,11...0,15

*Распалубка*

На пост распалубки изделия перемещается после прохождения им тепловлажностной обработки. 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; маркировка изделия и приёмка ОТК.

*Склад готовой продукции*

Склад готовой продукции представляет из себя площадку большого периметра на открытом воздухе, на которой складировуют готовые блоки.

**2.2. Изготовление арматурного каркаса**

*Доставка арматуры*

С помощью автомобиля МАЗ – 642205 доставляем арматуру на производство и размещаем на открытый склад. Исходя из характеристик автомобиля, производству требуется одна машина в месяц для доставки 11616 кг арматуры.

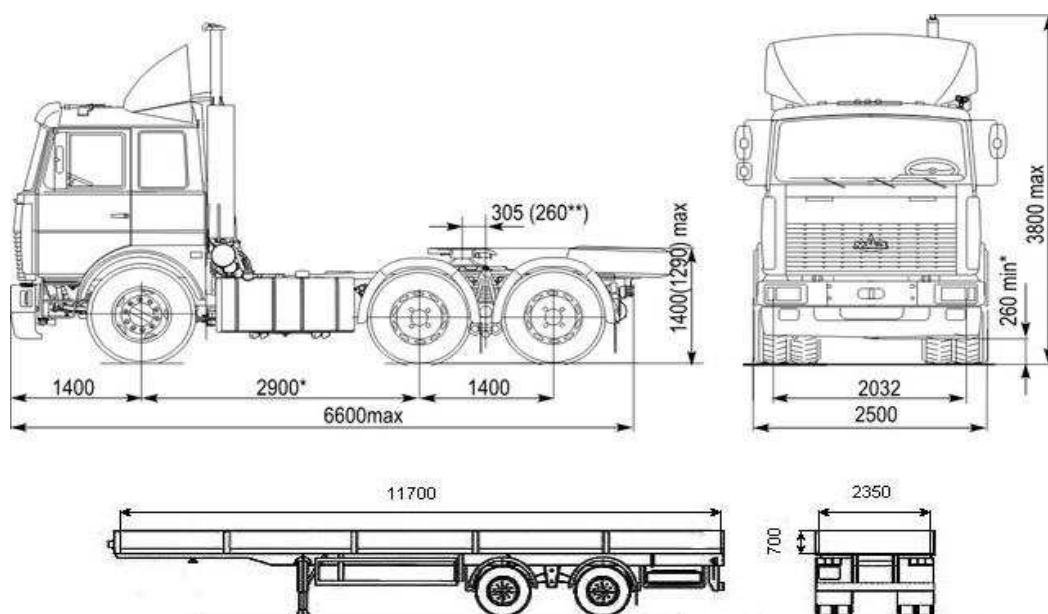


Рисунок 14 - МАЗ 642205



Таблица 11 – Технические характеристики МАЗ – 642205

Параметр	Показатель	Единицы измерения
Колесная формула	6x4	-
Грузоподъемность	20000	кг
Полная масса автопоезда	44000	кг
Полная масса автомобиля	24500	кг
Максимальная скорость	100	км/ч
Объем платформы	28	м <sup>3</sup>
Длина платформы	12650	мм
Ширина платформы	2500	мм
Двигатель	ЯМЗ - 238ДЕ2	-
Мощность двигателя	330	л.с
Высота платформы	950	мм
Площадь платформы	29,9	м <sup>2</sup>

С помощью специального однобалочного электрического магнитного крана с прокатным профилем доставляется на пост резки арматуры. Мостовой подвесной кран крепится на специальные потолочные конструкции без необходимости установки опор подкранового пути, что позволяет сохранить полезную площадь цеха.

Грузоподъемность 10 тонн, общего назначения, опорный однобалочный 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).

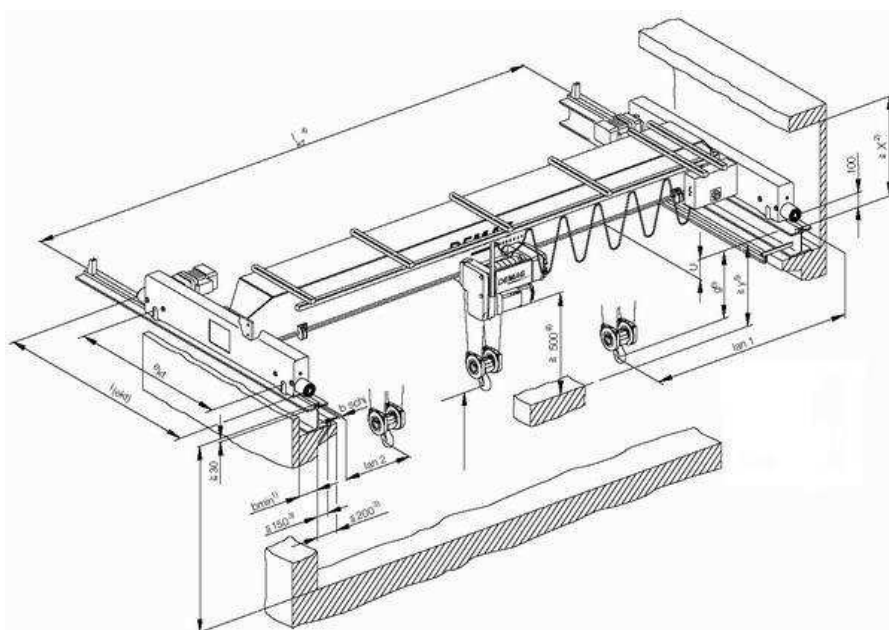


Рисунок 15 - Электрический мостовой кран



### Резка арматуры

Арматуру необходимо разрезать на отрезки, равные габаритам блока. Резка арматуры производится станком СМЖ-172А предназначенного для резки арматурной стали класса А-III диаметром до 40 мм.

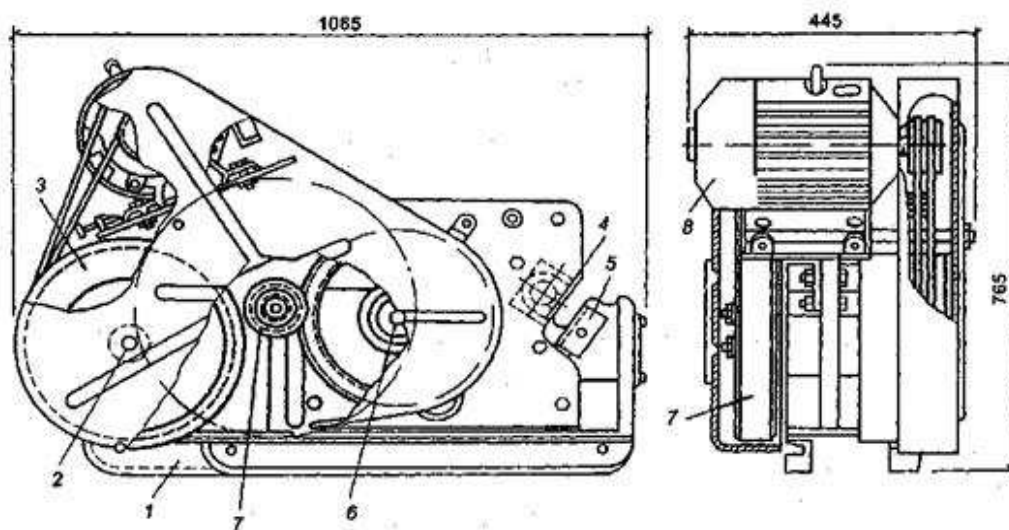


Рисунок 16 - Станок СМЖ-172А

Таблица 12 – Технические характеристики СМЖ-172А

Параметр	Показатель	Единицы измерения
Рабочее усилие на ножах (номинальное усилие реза)	3500 (350)	кН (кгс), не более
Наибольший диаметр отрезаемого круга в режиме непрерывного хода. Класс А-I	24	мм
Наибольший диаметр отрезаемого круга в режиме непрерывного хода. Класс А-II	21	мм
Наибольший диаметр отрезаемого круга в режиме непрерывного хода. Класс А-III	19	мм
Наибольший диаметр отрезаемого круга в режиме одиночного хода. Класс А-I	40	мм
Наибольший диаметр отрезаемого круга в режиме одиночного хода. Класс А-II	36	мм
Наибольший диаметр отрезаемого круга в режиме одиночного хода. Класс А-III	32	мм
Наибольшие размеры отрезаемого квадрата	20 × 20	мм
Наибольшие размеры отрезаемой полосы (толщина × ширина)	12 × 38	мм
Частота непрерывных ходов кулисы	33	1/мин
Частота одиночных ходов кулисы	9	1/мин
Электродвигатель	3,0	кВт

Окончание таблицы 12

Габарит пресс-ножниц (длина × ширина × высота)	1150 × 430 × 850	мм
Масса пресс-ножниц	530	кг

Станок СМЖ-172А содержит:

- Сварную станину, в отверстия которой запрессованы бронзовые втулки
- Маховик, насаженный на приводной вал
- Редуктор, состоящий из двух пар цилиндрических зубчатых колес
- Механизм привода ножа, состоящий из кулисы, эксцентрикового вала и вкладыша. Подвижный нож укреплен в верхней секции кулисы, а неподвижный — в пазу станины

После рези хлысты при помощи мостового крана отправляются на пост гибки арматуры.

Небольшая часть нарезанной арматуры идет на изготовление монтажных петель. Монтажные петли изготавливаются рабочим вручную на гибочном станке СГА-1.

*Гибка арматуры (монтажные петли)*

Гибка осуществляется при помощи станка для арматуры СГА-1, применяется на различных строительных объектах, также на комбинатах по производству железобетонных изделий. Он используется для холодной гибки арматуры. Данный станок значительно упрощает и ускоряет процесс работы с арматурной сталью.

Отличительные особенности станка СГА-1:

- Возможность изменения скорости рабочего диска посредством перестановки шестерней;
- Можно производить одновременную гибку нескольких прутков арматуры;
- Все запасные части для станка имеются в свободной продаже.

Работа на гибочном станке:

- Необходимо установить заготовку между центральным пальцем, гибочным и упорным штырём с регулирующим роликом;
- В результате вращения диска, центральный и гибочный пальцы зажимают заготовку, и загибают ее на заданный угол;
- Последующим реверсивным движением освобождается загнутая арматура;
- Остановка станка происходит путём нажатия второго кулачка на второй конечный выключатель;
- Дополнительные запчасти, упоры, на диске нужны для выполнения различной величины гибки.

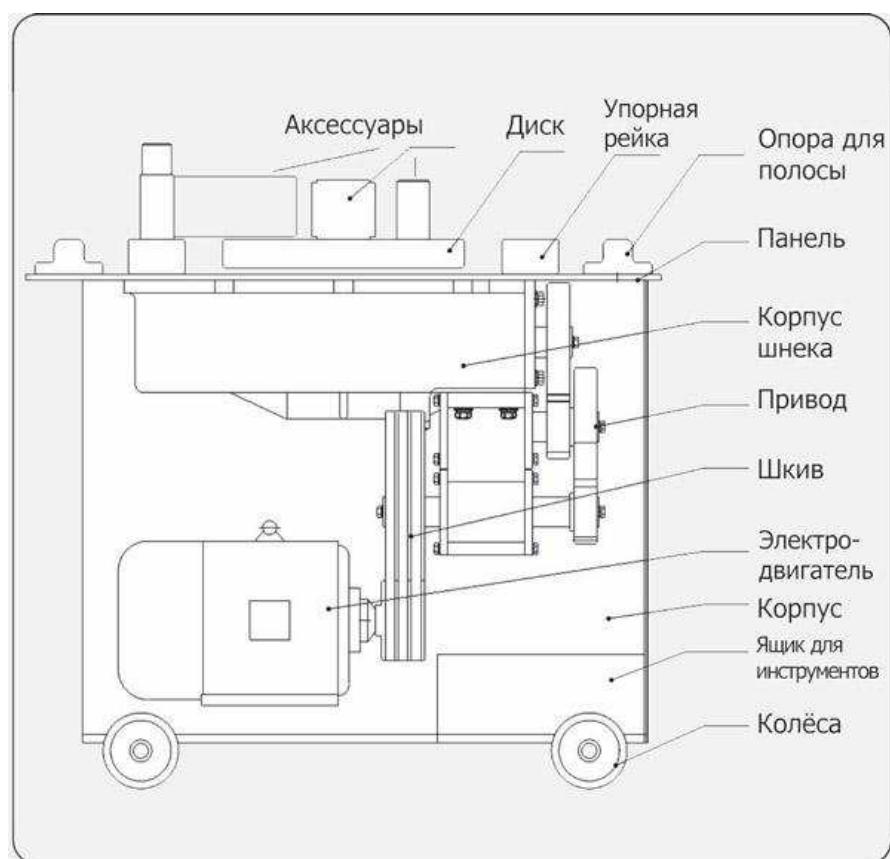


Рисунок 17 - Станок СГА-1

Таблица 13 – Технические характеристики СГА-1

Параметр	Показатель	Единицы измерения
Мощность	3	кВт
Максимально допустимый диаметр арматуры	10-32	мм
Внутренний радиусгиба	20-55	мм
Габариты Д×В×Ш	79×69×68	см
Вес	380	кг

С помощью мостового крана хлысты отправляются в сварочный цех.

#### *Сварка арматуры*

Далее необходимо произвести сварку основного каркаса и соединить с монтажными петлями. Сварка производится сварочным инвертором MMA G 250I предназначенным для ручной дуговой сварки. Для сварки необходимы электроды марки АНО – 20 диаметром 4 мм. Эта марка электродов смогла зарекомендовать себя как продукт высокотехнологичный. Они применяются для сварки стыковых, угловых, нахлесточных рядовых соединений и серьезных металлоконструкций. Благодаря им обеспечивается легкое и быстрое зажигание дуги, мелкочешуйчатое создание шва металла,

самопроизвольное или легкое отделение шлаковой корки. Расходуется этот вид электрода в минимальных количествах. Отходом на этом этапе будут являться огарки от электродов.

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



Рисунок 18 - Сварочный инвентор

Таблица 14 – Технические характеристики MMA G 250I

Параметр	Показатель	Единицы измерения
Сеть питания	3~400 ± 15 %	В
Потребляемая мощность	12,3	кВа
Максимальный потребляемый ток	16	А
Напряжение холостого хода	85	В
Напряжение дуги	20,4-30,0	В
Диапазон тока сварки	10-250	А (WIG)
Диапазон тока сварки	20-250	А (электрод)
Ток сварки ПВ 100 (+40°C)	180	А

Окончание таблицы 14

Ток сварки ПВ 60 (+40°C)	200	А
Ток сварки ПВ 40 (+40°C)	250	А
КПД	0,9	-
Класс защиты	IP 23	-
Класс изоляции	F	-
Источник питания, мм	500 x 250 x 430	мм
Масса, кг	18,5	кг

### 3 Воздействие котельной на атмосферу

*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);

$B, \text{т/год} = 18000; 48$

$B^{\text{max}} = 1,3 \text{ т/час}; 0,022$

Тип ГОУ: циклон ЦН-15;

$n, \% = 73;$

$H, \text{м} = 80; 85$

$D, \text{мм} = 1,5 \text{ м};$

Элементарный состав топлива, %

$W^{\gamma} = 33,0;$

$A^{\gamma} = 6,0;$

$S_k^{\gamma} = 0,2;$

$S_o^{\gamma} = 43,7;$

$C^{\gamma} = 43,7;$

$H^{\gamma} = 3,0;$

$N^{\gamma} = 0,6;$

$Q_i^{\gamma} = 14,95 \text{ МДж/кг};$

$\alpha = 1,2;$

$q_3 = 1;$

$q_4 = 12;$

$F = 8,7 \text{ м}^2$

*Расчет объема сухих дымовых газов*

Объем сухих дымовых газов при нормальных условиях определяется по уравнению (1):

$$V_{\text{сг}} = V_{\text{г}}^0 + (\alpha - 1)V^0 - V_{\text{H}_2\text{O}}^0 \quad (1)$$

где  $V^0, V_{\text{г}}^0$  и  $V_{\text{H}_2\text{O}}^0$  - соответственно объемы воздуха, дымовых газов и водяных паров при стехиометрическом сжигании одного килограмма ( $1 \text{ нм}^3$ ) 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 (2), (3), (4):

$$V_{\text{сг}} = 0,0889(C^{\gamma} + 0,375S_{\text{оп+к}}^{\gamma}) + 0,265H^{\gamma} - 0,0333O^{\gamma} \quad (2)$$

$$V_{H_2O}^0 = 0,111H^\gamma + 0,0214W^\gamma + 0,0151V^\gamma \quad (3)$$

$$V_\gamma^0 = V_{RO_2} + V_{H_2O}^0 = 1,866 \frac{Cr + 0,375S_{op+k}^\gamma}{100} + 0,79V^0 - 0,8 \frac{N^\gamma}{100} + V_{H_2O}^0 \quad (4)$$

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

$W^\gamma$  - влажность рабочей массы топлива, %.

$$V^0 = 0,0889 \cdot (43,7 + 0,375 \cdot 0,2) + 0,265 \cdot 3 - 0,0333 \cdot 13,5 = 4,23 \text{ нм}^3/\text{кг};$$

$$V_{H_2O}^0 = 0,111 \cdot 3 + 0,0124 \cdot 33 + 0,0161 \cdot 4,2354 = 0,8102 \text{ нм}^3/\text{кг};$$

$$V_\gamma^0 = 1,866 \frac{43,7 + 0,375 \cdot 0,2}{100} + 0,79 \cdot 4,2354 + 0,8 \frac{0,6}{100} + 0,8102 = 4,978 \text{ нм}^3/\text{кг}$$

;

$$V_{cr} = 4,978 + (1,2 - 1) \cdot 4,2354 - 0,8102 = 5,015 \text{ нм}^3/\text{кг}$$

#### *Расчет выбросов твердых частиц*

Суммарное количество твердых частиц (летучей золы и несгоревшего топлива)  $M_{тв}$ , поступающих в атмосферу с дымовыми газами котлов (г/с, т/год), вычисляются по формуле (5):

$$M_{тв} = 0,01B(\alpha_{yh}A^\gamma + q_4 \frac{Q_i^r}{32,68})(1 - \eta_3) \quad (5)$$

$$\alpha_{yh} = 0,12$$

$$M_{тв} = 0,01 \cdot 48 \cdot (0,12 \cdot 6 + 12(14,95/32,68))(1 - 0,73) = 0,8 \text{ т/год} = 0,02 \text{ г/с}$$

#### *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 (6):

$$M_{NO_x} = B_p Q_i^\gamma K_{NO_2}^m \beta_\gamma k_n \quad (6)$$

где  $B_p$  - расчетный расход топлива [кг/с (т/год)], определяемый по следующей формуле (7):

$$B_p = B(1 - \frac{q_4}{100}), \quad (7)$$

$Q_i^y$  - низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

$K_{NO_2}^m$  - удельный выброс оксидов азота при слоевом сжигании твердого топлива, г/МДж.

Величина  $K_{NO_2}^m$  определяется по формуле (8):

$$K_{NO_2}^m = 0,35 \cdot 10^{-3} \lambda_m (1 + 5,46 \frac{100 - R_6}{100})^4 \sqrt{Q_i^r q_R}, \quad (8)$$

где  $\alpha_m$  - коэффициент избытка воздуха в топке, определяемый по формуле (9):

$$\alpha_m = \frac{21}{21 - O_2} \quad (9)$$

где  $O_m = \frac{21}{21 - O_2}$  - 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/м<sup>2</sup>.

Величина  $q_R$  определяется по формуле (10):

$$q_R = \frac{Q_m}{F} \quad (10)$$

где  $F$  - зеркало горения (определяется по паспортным данным котельной установки), м<sup>2</sup>,  $F = 8,7$

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



$$\beta_r = 1 - 0,075\sqrt{r} \quad (11)$$

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  $k_n = 10^{-3}$ .

$$Br = 48(1 - 12/100) = 42,24 \text{ т/год} = 1,33 \text{ г/с};$$

$$Q_m = 1,33 \cdot 14,95 = 19,88 \text{ МВт};$$

$$q_m = 19,88/8,7 = 2,29;$$

$$\beta_r = 1 - 0,075\sqrt{1} = 1;$$

$$K_{NO_2} = 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5(1 + 5,46 \frac{100-40}{100}) \cdot \sqrt[4]{14,95 \cdot 2,29} = 0,0089 \text{ г/МДж};$$

$$M_{NO_x} = 0,76 \cdot 14,95 \cdot 0,0089 \cdot 1 \cdot 1 = 0,101 \text{ г/с};$$

$$M_{NO_2} = 0,8 \cdot 0,101 = 0,08 \text{ г/с} = 2,52 \text{ т/год};$$

$$M_{NO} = 0,13 \cdot 0,101 = 0,013 \text{ г/с} = 0,41 \text{ т/год}$$

#### *Расчет выбросов оксида серы*

Суммарное количество оксидов серы  $M_{SO_2}$ , выбрасываемых атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год), вычисляют по формуле (12):

$$M_{SO_2} = 0,02BS^r(1 - \eta'_{SO_2})(1 - \eta''_{SO_2}) \quad (12)$$

где  $B$  - расход натурального топлива за рассматриваемый период, г/с (т/год);

$S^r$  - содержание серы в топливе на рабочую массу, %;

$\eta'_{SO_2}$  - доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле;

$\eta''_{SO_2}$  - доля оксидов серы, улавливаемых в мокром золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц. Доля оксидов серы ( $\eta''_{SO_2}$ ), улавливаемых в сухих золоуловителях, принимается равной нулю.

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot 48 \cdot 0,2(1 - 0,2)(1 - 0) = 0,15 \text{ т/год} = 0,005 \text{ г/с}$$

*Расчет выбросов оксида углерода*

Расчет количества выбросов СО выполняется по данным инструментальных замеров.

При отсутствии данных инструментальных замеров оценка суммарного количества выбросов оксида углерода, г/с (т/год), может быть выполнена по следующему соотношению (13):

$$M_{CO} = 10^{-3} B C_{CO} \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \quad (13)$$

где  $B$  - расход топлива, г/с (т/год);

$M_{CO}$  - выход оксида углерода при сжигании топлива, г/кг (г/нм<sup>3</sup>) или кг/т (кг/тыс. нм<sup>3</sup>). Определяется по формуле (14):

$$C_{CO} = q_3 R Q_i^r \quad (14)$$

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;

$Q_i^r$  - низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг (МДж/нм<sup>3</sup>);

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

$$C_{CO} = 1 \cdot 1 \cdot 14,95 = 10,24;$$

$$M_{CO} = 10^{-3} \cdot 48 \cdot 10,24 \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 0,43 \text{ т/год} = 0,014 \text{ г/с}$$

*Расчет концентраций бенз(а)пирена в уходящих газах*

Выброс бенз(а)пирена, поступающего в атмосферу с дымовыми газами рассчитывается по формуле (15):

$$M_{B(a)П} = C_{B(a)П} \cdot V_{с.г.} \cdot V_p \cdot k_{П} \quad (15)$$

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

$V_{с.г.}$  - объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании [1 кг (1 м<sup>3</sup>)] топлива;

$V_p$  - расчетный расход топлива [т/г];

$k_n$  - коэффициент пересчета.

Концентрацию бенз(а)пирена в сухих дымовых газах котлов малой мощности при слоевом сжигании твердых топлив  $c_{бп}$  (мг/м<sup>3</sup>), приведенную к избытку воздуха в газах  $\alpha = 1,4$ , рассчитывают по формуле (16):

$$c_{бп} = 10^{-3} \cdot \left( \frac{AQ_i^r}{e^{2,5\alpha_m^n}} + \frac{R}{t_H} \right) K_d K_{зy} \quad (16)$$

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

Коэффициент  $A$  принимают от  $\alpha$  в зависимости от вида топлива:

уголь и сланцы – 2,5;

древесина и торф – 1,5.

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

$R$  - Коэффициент, характеризующий температурный уровень экранов, принимается в зависимости от температуры:

>150 °С –  $R = 350$ ;

<150 °С –  $R = 290$ .

$t_H$  - температура насыщения при давлении в барабане паровых котлов или на выходе из котла для водогрейных котлов; (см. нормативный метод «Тепловой расчет котельных агрегатов»);

$K_d$  - коэффициент, учитывающий нагрузку котла (17):

$$K_d = \left( \frac{D_H}{D_\phi} \right)^{1,2} \quad (17)$$

где  $D_H$  - номинальная нагрузка котла, кг/с;

$D_\phi$  - фактическая нагрузка котла, кг/с;

$K_{зy}$  - коэффициент, учитывающий степень улавливания бенз(а)пирена золоуловителем и определяемый по соотношению (18):

$$K_{зy} = 1 - n_{зy} Z \quad (18)$$

$$c_{бп} = 10^{-3} \left( \frac{2,5 \cdot 14,95}{e^{2,5 \cdot 1,1}} + \frac{350}{150} \right) \cdot 1 \cdot 0,27 \cdot 10^{-3} = 1,275 \cdot 10^{-3} \text{ мг/м}^3;$$

$$M_{б(а)п} = 1,275 \cdot 10^{-3} \cdot 5,015 \cdot 48 \cdot 10^{-3} = 306,92 \cdot 10^{-6} \text{ т/год};$$

$$M_{\text{б(а)п}} = 1,275 \cdot 10^{-3} \cdot 5,015 \cdot 48 \cdot 0,278 \cdot 10^{-3} = 85,32 \cdot 10^{-6} \text{ г/с}$$

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

Вещество	г/с	т/Г
Твердые частицы	0,02	0,8
NO	0,013	0,41
NO <sub>2</sub>	0,08	2,52
SO <sub>2</sub>	0,005	0,15
CO	0,14	710,43
Бенз(а)пирен	$85,32 \cdot 10^{-6}$	$306,92 \cdot 10^{-6}$

#### 4 Воздействие предприятия на атмосферу от точечного источника

Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере производится по специальной методике – «Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе». Общероссийский нормативный документ базируется на численных и аналитических решениях основного уравнения турбулентной диффузии примеси.

«Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» 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 атмосфероохранных 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 вентиляционной трубы. Расчётами 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.

Расчёт рассеивания загрязняющих веществ производится от одиночного источника круглого сечения – вентиляционной трубы цеха сварки металлической конструкции по методике расчета концентраций в атмосферном воздухе загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД-86 для следующих веществ:

- оксид железа;
- марганец;

- пыль неорганическая;
- фториды;
- фтористый водород;
- диоксид азота;
- оксид углерода.

Основные формулы для расчёта рассеивания загрязняющих веществ от дымовой трубы:

- Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества  $c_m$  при выбросе газовой смеси из точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии  $x_m$  от источника и определяется по формуле (19):

$$c_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \text{ мг/м}^3 \quad (19)$$

где:  $A$  – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, принимается равным  $A = 200$ ;

$M$  – масса вредного вещества, выбрасываемого с дымовыми газами в атмосферу в единицу времени, г/с;

$F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе. Значение безразмерного коэффициента  $F$  принимается равным 1 для газообразных загрязнителей и равным 3 для твердых загрязнителей;

$m$  и  $n$  – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

$\eta$  – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, принимается равным  $\eta = 1$ ;

$H$  – высота источника выброса над уровнем земли, принимается равной  $H = 35$  м;

$V_1$  – расход газовой смеси, м<sup>3</sup>/с, определяемый по формуле (20):

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0, \text{ м}^3/\text{с} \quad (20)$$

где:  $D$  – диаметр устья источника выброса, принимается равным  $D = 1$  м;

$\omega_0$  – средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, принимается равной  $\omega_0 = 6$  м/с.

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} \cdot 6 = 4,71 \text{ м}^3/\text{с}; \quad (21)$$

$\Delta T$  – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси  $T_r = 30$  °С и температурой окружающего атмосферного воздуха  $T_b = 24,5$  °С:  $\Delta T = 5,5$  °С.

- Значение коэффициентов  $m$  и  $n$  определяются в зависимости от параметров  $f$ ,  $v_M$ ,  $v'_M$  и  $f_e$  по формулам:

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}; \quad (22)$$

$$f = 1000 \cdot \frac{6^2 \cdot 1}{35^2 \cdot 5,5} = 5,34; \quad (23)$$

$$v_M = \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}; \quad (24)$$

$$v_M = \sqrt[3]{\frac{4,71 \cdot 5,5}{35}} = 0,904; \quad (25)$$

$$v'_M = 1,3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H}; \quad (26)$$

$$v'_M = 1,3 \cdot \frac{6 \cdot 1}{35} = 0,22$$

$$f_B = 800 \cdot (v'_M)^3$$

$$f_B = 800 \cdot (0,22)^3 = 8,518$$

- При  $f < 100$  коэффициент  $m$  рассчитывается по формуле (27):

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} \quad (27)$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{5,34} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{5,34}} = 0,67$$

- Коэффициент  $n$  при  $f < 100$  определяется в зависимости от  $v_M$  и при  $v_M \geq 2$  принимается равным 1.

- Значение опасной скорости  $u_M$  на уровне флюгера, при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ  $c_M$ , при  $f < 100$  и  $v_M \geq 2$  определяется по формуле (22):

$$u_M = v_M \cdot (1 + 0,12 \cdot \sqrt{f}), \text{ м/с} \quad (28)$$

$$u_M = 0,904 \cdot (1 + 0,12 \cdot \sqrt{5,34}) = 1,1535 \text{ м/с}$$

- Расстояние  $x_M$  от источника выбросов, на котором приземная концентрация  $c$  при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения  $c_M$ , определяется по формуле (29):

$$x_M = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H, \text{ м} \quad (29)$$

где:  $F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе, принимается равным: для газообразных загрязнителей  $F = 1$ , для твердых –  $F = 3$ ;

$d$  – безразмерный коэффициент, при  $v_M \geq 2$  который рассчитывается по формуле (30):

$$d = 7 \cdot \sqrt{v_M} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad (30)$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{0,904} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{5,34}) = 9,909$$

- При опасной скорости ветра  $u_M$  приземная концентрация вредных веществ  $c$  в атмосфере на различных расстояниях  $x$  от источника выброса определяется по формуле (31):

$$c = S_1 \cdot c_M, \text{ мг/м}^3 \quad (31)$$

где:  $S_1$  – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения  $x/x_M$  и коэффициента  $F$  по формулам:

$$S_1 = 3 \cdot (x/x_M)^4 - 8 \cdot (x/x_M)^3 + 6 \cdot (x/x_M)^2 \text{ при } x/x_M \leq 1; \quad (32)$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (x/x_M)^2 + 1} \text{ при } 1 \leq x/x_M \leq 8 \quad (33)$$

- Концентрация  $c$  на расстоянии  $x$  с учетом фоновой концентрации в долях ПДК рассчитывается по формуле (34):

$$c = \frac{c_i^x + c_i^\phi}{\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^i}, \text{ мг/м}^3 \quad (34)$$

Где:  $c_i^x$  – концентрация  $i$ -го вещества на расстоянии  $x$ ,  $\text{мг/м}^3$ ;

$c_i^\phi$  – фоновая концентрация  $i$ -го вещества (90% от  $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^i$ ),  $\text{мг/м}^3$ ;

$\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^i$  – предельно допустимая концентрация  $i$ -го вещества,  $\text{мг/м}^3$ .

Расчёт рассеивания загрязняющих веществ от вентиляционной трубы:



#### 4.1. Расчет концентраций оксида железа:

- Максимальное значение приземной концентрации оксида железа находим по формуле (35):

$$c_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \text{ мг/м}^3 \quad (35)$$

$$c_M = \frac{200 \cdot 0,00221 \cdot 3 \cdot 0,67 \cdot 1 \cdot 1}{35^2 \cdot \sqrt[3]{4,71 \cdot 5,5}} = 0,000245 \text{ мг/м}^3$$

- Расстояние  $x_M$  от источника выбросов по формуле (36):

$$x_M = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H, \text{ м} \quad (36)$$

$$x_M = \frac{5-3}{4} \cdot 9,909 \cdot 35 = 173,41 \text{ м}$$

- Коэффициент  $S_1$  для расстояния  $x$ :

$$x = 40 \text{ м: } x/x_M = 0,231;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,231)^4 - 8 \cdot (0,231)^3 + 6 \cdot (0,231)^2 = 0,228;$$

$$x = 82 \text{ м: } x/x_M = 0,473;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,473)^4 - 8 \cdot (0,473)^3 + 6 \cdot (0,473)^2 = 0,650;$$

$$x = 173,41: x/x_M = 1;$$

$$S_1 = 3 \cdot (1)^4 - 8 \cdot (1)^3 + 6 \cdot (1)^2 = 1;$$

$$x = 207 \text{ м: } x/x_M = 1,194;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (1,194)^2 + 1} = 0,953$$

$$x = 270 \text{ м: } x/x_M = 1,557;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (1,557)^2 + 1} = 0,859$$

$$x = 346,82 \text{ м: } x/x_M = 2;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (2)^2 + 1} = 0,743$$

- Концентрация  $c_{\text{FeO}}$  на расстоянии  $x$  по формуле (37):

$$c = S_1 \cdot c_M, \text{ мг/м}^3 \quad (37)$$

$$x = 40 \text{ м: } c_{\text{FeO}}^{40} = 0,000245 \cdot 0,228 = 0,0000558 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 82 \text{ м: } c_{\text{FeO}}^{82} = 0,000245 \cdot 0,650 = 0,0001593 \text{ мг/м}^3;$$

$$\begin{aligned}
 x = 173,41 \text{ м: } c_{\text{FeO}}^{173,41} &= 0,000245 \cdot 1 = 0,0002450 \text{ мг/м}^3; \\
 x = 207 \text{ м: } c_{\text{FeO}}^{207} &= 0,000245 \cdot 0,953 = 0,0002335 \text{ мг/м}^3; \\
 x = 270 \text{ м: } c_{\text{FeO}}^{270} &= 0,000245 \cdot 0,859 = 0,0002105 \text{ мг/м}^3; \\
 x = 346,82 \text{ м: } c_{\text{FeO}}^{346,82} &= 0,000245 \cdot 0,743 = 0,0001820 \text{ мг/м}^3.
 \end{aligned}$$

• Концентрация  $c_{\text{FeO}}$  на расстоянии  $x$  в долях ПДК по формуле (38):

$$c = \frac{c_i^x + c_i^\phi}{\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^i}, \text{ мг/м}^3 \quad (38)$$

$$\begin{aligned}
 c_{\text{FeO}}^{40} &= \frac{0,0000558 + 0,036}{0,04} = 0,90149; \\
 c_{\text{FeO}}^{82} &= \frac{0,0001593 + 0,036}{0,04} = 0,90399; \\
 c_{\text{FeO}}^{173,41} &= \frac{0,0002450 + 0,036}{0,04} = 0,90610; \\
 c_{\text{FeO}}^{207} &= \frac{0,0002335 + 0,036}{0,04} = 0,90585; \\
 c_{\text{FeO}}^{270} &= \frac{0,0002105 + 0,036}{0,04} = 0,90533; \\
 c_{\text{FeO}}^{346,82} &= \frac{0,0001820 + 0,036}{0,04} = 0,90455.
 \end{aligned}$$

#### 4.2. Расчет концентраций марганца:

• Максимальное значение приземной концентрации марганца находим по формуле:

$$\begin{aligned}
 c_M &= \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \text{ мг/м}^3 \\
 c_M &= \frac{200 \cdot 0,00019 \cdot 3 \cdot 0,67 \cdot 1 \cdot 1}{35^2 \cdot \sqrt[3]{4,71 \cdot 5,5}} = 0,00002108 \text{ мг/м}^3
 \end{aligned}$$

• Расстояние  $x_M$  от источника выбросов по формуле:

$$\begin{aligned}
 x_M &= \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H, \text{ м} \\
 x_M &= \frac{5-3}{4} \cdot 9,909 \cdot 35 = 173,41 \text{ м}
 \end{aligned}$$

- Коэффициент  $S_1$  для расстояния  $x$ :

$$x = 40 \text{ м: } x/x_M = 0,231;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,231)^4 - 8 \cdot (0,231)^3 + 6 \cdot (0,231)^2 = 0,228;$$

$$x = 82 \text{ м: } x/x_M = 0,473;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,473)^4 - 8 \cdot (0,473)^3 + 6 \cdot (0,473)^2 = 0,650;$$

$$x = 173,41: x/x_M = 1;$$

$$S_1 = 3 \cdot (1)^4 - 8 \cdot (1)^3 + 6 \cdot (1)^2 = 1;$$

$$x = 207 \text{ м: } x/x_M = 1,194;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (1,194)^2 + 1} = 0,953$$

$$x = 270 \text{ м: } x/x_M = 1,557;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (1,557)^2 + 1} = 0,859$$

$$x = 346,82 \text{ м: } x/x_M = 2;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (2)^2 + 1} = 0,743$$

- Концентрация  $c_{Mn}$  на расстоянии  $x$  по формуле:

$$c = S_1 \cdot c_M, \text{ мг/м}^3$$

$$x = 40 \text{ м: } c_{Mn}^{40} = 0,00002108 \cdot 0,228 = 0,0000048 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 82 \text{ м: } c_{Mn}^{82} = 0,00002108 \cdot 0,650 = 0,0000137 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 173,41 \text{ м: } c_{Mn}^{173,41} = 0,00002108 \cdot 1 = 0,0000210 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 207 \text{ м: } c_{Mn}^{207} = 0,00002108 \cdot 0,953 = 0,0000200 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 270 \text{ м: } c_{Mn}^{270} = 0,00002108 \cdot 0,859 = 0,0000180 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 346,82 \text{ м: } c_{Mn}^{346,82} = 0,00002108 \cdot 0,743 = 0,0000156 \text{ мг/м}^3.$$

- Концентрация  $c_{Mn}$  на расстоянии  $x$  в долях ПДК по формуле:

$$c = \frac{c_i^x + c_i^\phi}{\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^i}, \text{ мг/м}^3$$

$$c_{Mn}^{40} = \frac{0,0000048 + 0,009}{0,01} = 0,90048;$$

$$c_{Mn}^{82} = \frac{0,0000137 + 0,009}{0,01} = 0,90137;$$

$$c_{Mn}^{173,41} = \frac{0,0000210 + 0,009}{0,01} = 0,90210;$$

$$c_{Mn}^{207} = \frac{0,0000200 + 0,009}{0,01} = 0,90204;$$

$$c_{Mn}^{270} = \frac{0,0000180 + 0,009}{0,01} = 0,90187;$$

$$c_{Mn}^{346,82} = \frac{0,0000156 + 0,009}{0,01} = 0,90157$$

#### 4.3. Расчет концентраций неорганической пыли:

• Максимальное значение приземной концентрации неорганической пыли находим по формуле:

$$c_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \text{ мг/м}^3$$

$$c_M = \frac{200 \cdot 0,00028 \cdot 3 \cdot 0,67 \cdot 1 \cdot 1}{35^2 \cdot \sqrt[3]{4,71 \cdot 5,5}} = 0,00003105 \text{ мг/м}^3$$

• Расстояние  $x_M$  от источника выбросов по формуле:

$$x_M = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H, \text{ м}$$

$$x_M = \frac{5 - 3}{4} \cdot 9,909 \cdot 35 = 173,41 \text{ м}$$

• Коэффициент  $S_1$  для расстояния  $x$ :

$$x = 40 \text{ м: } x/x_M = 0,231;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,231)^4 - 8 \cdot (0,231)^3 + 6 \cdot (0,231)^2 = 0,228;$$

$$x = 82 \text{ м: } x/x_M = 0,473;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,473)^4 - 8 \cdot (0,473)^3 + 6 \cdot (0,473)^2 = 0,650;$$

$$x = 173,41: x/x_M = 1;$$

$$S_1 = 3 \cdot (1)^4 - 8 \cdot (1)^3 + 6 \cdot (1)^2 = 1;$$

$$x = 207 \text{ м: } x/x_M = 1,194;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (1,194)^2 + 1} = 0,953$$

$$x = 270 \text{ м: } x/x_M = 1,557;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (1,557)^2 + 1} = 0,859$$

$$x = 346,82 \text{ м: } x/x_M = 2;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (2)^2 + 1} = 0,743$$

- Концентрация  $c_{П.н.}$  на расстоянии  $x$  по формуле:

$$c = S_1 \cdot c_M, \text{ мг/м}^3$$

$$x = 40 \text{ м: } c_{П.н.}^{40} = 0,00003105 \cdot 0,228 = 0,0000071 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 82 \text{ м: } c_{П.н.}^{82} = 0,00003105 \cdot 0,650 = 0,0000202 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 173,41 \text{ м: } c_{П.н.}^{173,41} = 0,00003105 \cdot 1 = 0,0000310 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 207 \text{ м: } c_{П.н.}^{207} = 0,00003105 \cdot 0,953 = 0,0000296 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 270 \text{ м: } c_{П.н.}^{270} = 0,00003105 \cdot 0,859 = 0,0000267 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 346,82 \text{ м: } c_{П.н.}^{346,82} = 0,00003105 \cdot 0,743 = 0,0000231 \text{ мг/м}^3.$$

- Концентрация  $c_{П.н.}$  на расстоянии  $x$  в долях ПДК по формуле:

$$c = \frac{c_i^x + c_i^\phi}{\text{ПДК}_{м.р.}^i}, \text{ мг/м}^3$$

$$c_{П.н.}^{40} = \frac{0,0000071 + 0,27}{0,3} = 0,90002;$$

$$c_{П.н.}^{82} = \frac{0,0000202 + 0,27}{0,3} = 0,90007;$$

$$c_{П.н.}^{173,41} = \frac{0,0000310 + 0,27}{0,3} = 0,90010;$$

$$c_{П.н.}^{207} = \frac{0,0000296 + 0,27}{0,3} = 0,90009;$$

$$c_{П.н.}^{270} = \frac{0,0000267 + 0,27}{0,3} = 0,90008$$

$$c_{П.н.}^{346,82} = \frac{0,0000231 + 0,27}{0,3} = 0,90007$$

#### 4.4. Расчет концентраций фторидов:

- Максимальное значение приземной концентрации фторидов находим по формуле:

$$c_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \text{ мг/м}^3$$

$$c_M = \frac{200 \cdot 0,00067 \cdot 3 \cdot 0,67 \cdot 1 \cdot 1}{35^2 \cdot \sqrt[3]{4,71 \cdot 5,5}} = 0,00007431 \text{ мг/м}^3$$

- Расстояние  $x_M$  от источника выбросов по формуле:

$$x_M = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H, \text{ м}$$

$$x_M = \frac{5 - 3}{4} \cdot 9,909 \cdot 35 = 173,41 \text{ м}$$

- Коэффициент  $S_1$  для расстояния  $x$ :

$$x = 40 \text{ м: } x/x_M = 0,231;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,231)^4 - 8 \cdot (0,231)^3 + 6 \cdot (0,231)^2 = 0,228;$$

$$x = 82 \text{ м: } x/x_M = 0,473;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,473)^4 - 8 \cdot (0,473)^3 + 6 \cdot (0,473)^2 = 0,650;$$

$$x = 173,41: x/x_M = 1;$$

$$S_1 = 3 \cdot (1)^4 - 8 \cdot (1)^3 + 6 \cdot (1)^2 = 1;$$

$$x = 207 \text{ м: } x/x_M = 1,194;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (1,194)^2 + 1} = 0,953$$

$$x = 270 \text{ м: } x/x_M = 1,557;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (1,557)^2 + 1} = 0,859$$

$$x = 346,82 \text{ м: } x/x_M = 2;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (2)^2 + 1} = 0,743$$

- Концентрация  $c_{фг}$  на расстоянии  $x$  по формуле:

$$c = S_1 \cdot c_M, \text{ мг/м}^3$$

$$x = 40 \text{ м: } c_{фг}^{40} = 0,00007431 \cdot 0,228 = 0,0000169 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 82 \text{ м: } c_{фг}^{82} = 0,00007431 \cdot 0,650 = 0,0000483 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 173,41 \text{ м: } c_{фг}^{173,41} = 0,00007431 \cdot 1 = 0,0000743 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 207 \text{ м: } c_{фг}^{207} = 0,00007431 \cdot 0,953 = 0,0000708 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 270 \text{ м: } c_{фг}^{270} = 0,00007431 \cdot 0,859 = 0,0000638 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 346,82 \text{ м: } c_{фг}^{346,82} = 0,00007431 \cdot 0,743 = 0,0000552 \text{ мг/м}^3.$$

- Концентрация  $c_{фг}$  на расстоянии  $x$  в долях ПДК по формуле:

$$c = \frac{c_i^x + c_i^{\phi}}{\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^i}, \text{ мг/м}^3$$

$$c_{\text{фг}}^{40} = \frac{0,0000169 + 0,027}{0,03} = 0,90056;$$

$$c_{\text{фг}}^{82} = \frac{0,0000483 + 0,027}{0,03} = 0,90161;$$

$$c_{\text{фг}}^{173,41} = \frac{0,0000743 + 0,027}{0,03} = 0,90248;$$

$$c_{\text{фг}}^{207} = \frac{0,0000708 + 0,027}{0,03} = 0,90236;$$

$$c_{\text{фг}}^{270} = \frac{0,0000638 + 0,027}{0,3} = 0,90213$$

$$c_{\text{фг}}^{346,82} = \frac{0,0000552 + 0,027}{0,03} = 0,90184$$

#### 4.5. Расчет концентраций фтористого водорода:

- Максимальное значение приземной концентрации фтористого водорода находим по формуле:

$$c_{\text{м}} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \text{ мг/м}^3$$

$$c_{\text{м}} = \frac{200 \cdot 0,00015 \cdot 1 \cdot 0,67 \cdot 1 \cdot 1}{35^2 \cdot \sqrt[3]{4,71 \cdot 5,5}} = 0,00000555 \text{ мг/м}^3$$

- Расстояние  $x_{\text{м}}$  от источника выбросов по формуле:

$$x_{\text{м}} = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H, \text{ м}$$

$$x_{\text{м}} = \frac{5 - 1}{4} \cdot 9,909 \cdot 35 = 346,82 \text{ м}$$

- Коэффициент  $S_1$  для расстояния  $x$ :

$$x = 40 \text{ м: } x/x_{\text{м}} = 0,115;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,115)^4 - 8 \cdot (0,115)^3 + 6 \cdot (0,115)^2 = 0,068;$$

$$x = 82 \text{ м: } x/x_{\text{м}} = 0,236;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,236)^4 - 8 \cdot (0,236)^3 + 6 \cdot (0,236)^2 = 0,238;$$

$$x = 173,41: x/x_{\text{м}} = 0,5;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,5)^4 - 8 \cdot (0,5)^3 + 6 \cdot (0,5)^2 = 0,688;$$

$$x = 207 \text{ м: } x/x_M = 0,597;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (0,597)^2 + 1} = 1,079$$

$$x = 270 \text{ м: } x/x_M = 0,779;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (0,779)^2 + 1} = 1,047$$

$$x = 346,82 \text{ м: } x/x_M = 1;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (1)^2 + 1} = 1$$

- Концентрация  $c_{\text{HF}}$  на расстоянии  $x$  по формуле:

$$c = S_1 \cdot c_M, \text{ мг/м}^3$$

$$x = 40 \text{ м: } c_{\text{HF}}^{40} = 0,00000555 \cdot 0,068 = 0,0000004 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 82 \text{ м: } c_{\text{HF}}^{82} = 0,00000555 \cdot 0,238 = 0,0000013 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 173,41 \text{ м: } c_{\text{HF}}^{173,41} = 0,00000555 \cdot 0,688 = 0,0000038 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 207 \text{ м: } c_{\text{HF}}^{207} = 0,00000555 \cdot 1,079 = 0,0000060 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 270 \text{ м: } c_{\text{HF}}^{270} = 0,00000555 \cdot 1,047 = 0,0000058 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 346,82 \text{ м: } c_{\text{HF}}^{346,82} = 0,00000555 \cdot 1 = 0,0000055 \text{ мг/м}^3.$$

- Концентрация  $c_{\text{HF}}$  на расстоянии  $x$  в долях ПДК по формуле:

$$c = \frac{c_i^x + c_i^\phi}{\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^i}, \text{ мг/м}^3$$

$$c_{\text{HF}}^{40} = \frac{0,0000004 + 0,45}{0,5} = 0,9000008;$$

$$c_{\text{HF}}^{82} = \frac{0,0000013 + 0,45}{0,5} = 0,9000026;$$

$$c_{\text{HF}}^{173,41} = \frac{0,0000038 + 0,45}{0,5} = 0,9000076;$$

$$c_{\text{HF}}^{207} = \frac{0,0000060 + 0,45}{0,5} = 0,9000120;$$

$$c_{\text{HF}}^{270} = \frac{0,0000058 + 0,45}{0,5} = 0,9000116;$$

$$c_{\text{HF}}^{346,82} = \frac{0,0000055 + 0,45}{0,5} = 0,9000110$$



#### 4.6. Расчет концентраций диоксида азота:

- Максимальное значение приземной концентрации диоксида азота находим по формуле:

$$c_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \text{ мг/м}^3$$

$$c_M = \frac{200 \cdot 0,00030 \cdot 1 \cdot 0,67 \cdot 1 \cdot 1}{35^2 \cdot \sqrt[3]{4,71 \cdot 5,5}} = 0,00001109 \text{ мг/м}^3$$

- Расстояние  $x_M$  от источника выбросов по формуле:

$$x_M = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H, \text{ м}$$

$$x_M = \frac{5 - 1}{4} \cdot 9,909 \cdot 35 = 346,82 \text{ м}$$

- Коэффициент  $S_1$  для расстояния  $x$ :

$$x = 40 \text{ м: } x/x_M = 0,115;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,115)^4 - 8 \cdot (0,115)^3 + 6 \cdot (0,115)^2 = 0,068;$$

$$x = 82 \text{ м: } x/x_M = 0,236;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,236)^4 - 8 \cdot (0,236)^3 + 6 \cdot (0,236)^2 = 0,238;$$

$$x = 173,41: x/x_M = 0,5;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,5)^4 - 8 \cdot (0,5)^3 + 6 \cdot (0,5)^2 = 0,688;$$

$$x = 207 \text{ м: } x/x_M = 0,597;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (0,597)^2 + 1} = 1,079$$

$$x = 270 \text{ м: } x/x_M = 0,779;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (0,779)^2 + 1} = 1,047$$

$$x = 346,82 \text{ м: } x/x_M = 1;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (1)^2 + 1} = 1$$

- Концентрация  $c_{NO_2}$  на расстоянии  $x$  по формуле:

$$c = S_1 \cdot c_M, \text{ мг/м}^3$$

$$x = 40 \text{ м: } c_{NO_2}^{40} = 0,00001109 \cdot 0,068 = 0,0000008 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 82 \text{ м: } c_{NO_2}^{82} = 0,00001109 \cdot 0,238 = 0,0000026 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 173,41 \text{ м: } c_{\text{NO}_2}^{173,41} = 0,00001109 \cdot 0,688 = 0,0000076 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 207 \text{ м: } c_{\text{NO}_2}^{207} = 0,00001109 \cdot 1,079 = 0,0000119 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 270 \text{ м: } c_{\text{NO}_2}^{270} = 0,00001109 \cdot 1,047 = 0,0000116 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 346,82 \text{ м: } c_{\text{NO}_2}^{346,82} = 0,00001109 \cdot 1 = 0,0000111 \text{ мг/м}^3.$$

- Концентрация  $c_{\text{NO}_2}$  на расстоянии  $x$  в долях ПДК по формуле:

$$c = \frac{c_i^x + c_i^\phi}{\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^i}, \text{ мг/м}^3$$

$$c_{\text{NO}_2}^{40} = \frac{0,0000008 + 0,0765}{0,085} = 0,9000094;$$

$$c_{\text{NO}_2}^{82} = \frac{0,0000026 + 0,0765}{0,085} = 0,9000306;$$

$$c_{\text{NO}_2}^{173,41} = \frac{0,0000076 + 0,0765}{0,085} = 0,9000894;$$

$$c_{\text{NO}_2}^{207} = \frac{0,0000119 + 0,0765}{0,085} = 0,9001400;$$

$$c_{\text{NO}_2}^{270} = \frac{0,0000116 + 0,0765}{0,085} = 0,9001365$$

$$c_{\text{NO}_2}^{346,82} = \frac{0,0000111 + 0,0765}{0,085} = 0,9001306$$

#### 4.7. Расчет концентраций оксида углерода:

- Максимальное значение приземной концентрации диоксида оксида углерода находим по формуле:

$$c_{\text{M}} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \text{ мг/м}^3$$

$$c_{\text{M}} = \frac{200 \cdot 0,00269 \cdot 1 \cdot 0,67 \cdot 1 \cdot 1}{35^2 \cdot \sqrt[3]{4,71 \cdot 5,5}} = 0,00009944 \text{ мг/м}^3$$

- Расстояние  $x_{\text{M}}$  от источника выбросов по формуле:

$$x_{\text{M}} = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H, \text{ м}$$

$$x_{\text{M}} = \frac{5 - 1}{4} \cdot 9,909 \cdot 35 = 346,82 \text{ м}$$

- Коэффициент  $S_1$  для расстояния  $x$ :

$$x = 40 \text{ м: } x/x_M = 0,115;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,115)^4 - 8 \cdot (0,115)^3 + 6 \cdot (0,115)^2 = 0,068;$$

$$x = 82 \text{ м: } x/x_M = 0,236;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,236)^4 - 8 \cdot (0,236)^3 + 6 \cdot (0,236)^2 = 0,238;$$

$$x = 173,41 \text{ м: } x/x_M = 0,5;$$

$$S_1 = 3 \cdot (0,5)^4 - 8 \cdot (0,5)^3 + 6 \cdot (0,5)^2 = 0,688;$$

$$x = 207 \text{ м: } x/x_M = 0,597;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (0,597)^2 + 1} = 1,079$$

$$x = 270 \text{ м: } x/x_M = 0,779;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (0,779)^2 + 1} = 1,047$$

$$x = 346,82 \text{ м: } x/x_M = 1;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (1)^2 + 1} = 1$$

- Концентрация  $c_{CO}$  на расстоянии  $x$  по формуле:

$$c = S_1 \cdot c_M, \text{ мг/м}^3$$

$$x = 40 \text{ м: } c_{CO}^{40} = 0,00009944 \cdot 0,068 = 0,0000068 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 82 \text{ м: } c_{CO}^{82} = 0,00009944 \cdot 0,238 = 0,0000237 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 173,41 \text{ м: } c_{CO}^{173,41} = 0,00009944 \cdot 0,688 = 0,0000684 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 207 \text{ м: } c_{CO}^{207} = 0,00009944 \cdot 1,079 = 0,0001073 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 270 \text{ м: } c_{CO}^{270} = 0,00009944 \cdot 1,047 = 0,0001041 \text{ мг/м}^3;$$

$$x = 346,82 \text{ м: } c_{CO}^{346,82} = 0,00009944 \cdot 1 = 0,0000994 \text{ мг/м}^3.$$

- Концентрация  $c_{CO}$  на расстоянии  $x$  в долях ПДК по формуле:

$$c = \frac{c_i^x + c_i^{\phi}}{\text{ПДК}_{\text{м.р.}}^i}, \text{ мг/м}^3$$

$$c_{CO}^{40} = \frac{0,0000068 + 4,5}{5} = 0,9000014;$$

$$c_{CO}^{82} = \frac{0,0000237 + 4,5}{5} = 0,9000047;$$

$$c_{CO}^{173,41} = \frac{0,0000684 + 4,5}{5} = 0,9000137;$$

$$c_{\text{CO}}^{207} = \frac{0,0001073 + 4,5}{5} = 0,9000215;$$
$$c_{\text{CO}}^{270} = \frac{0,0001041 + 4,5}{5} = 0,9000208$$
$$c_{\text{CO}}^{346,82} = \frac{0,0000994 + 4,5}{5} = 0,9000199$$

Значения концентраций загрязняющих веществ  $C_i^x$  на расстоянии  $x$  от источника и значения этих концентраций, выраженные в долях ПДК сведены в таблицу 16.

Таблица 16– Значения концентраций загрязняющих веществ  $c^x_i$  на расстоянии  $x$  от источника

	Расстояние $x$ , м	Загрязняющее вещество						
		FeO	Mn	П.н.	Фториды	HF	NO2	CO
Значения концентраций загрязняющих веществ $c^x_i$ , мг/м <sup>3</sup>	40	0,0000558	0,0000048	0,0000071	0,0000169	0,0000004	0,0000008	0,0000068
	82	0,0001593	0,0000137	0,0000202	0,0000483	0,0000013	0,0000026	0,0000237
	173,41	0,0002450	0,0000210	0,0000310	0,0000743	0,0000038	0,0000076	0,0000684
	207	0,0002335	0,0000200	0,0000296	0,0000708	0,0000060	0,0000119	0,0001073
	270	0,0002105	0,0000180	0,0000267	0,0000638	0,0000058	0,0000116	0,0001041
	346,82	0,0001820	0,0000156	0,0000231	0,0000552	0,0000055	0,0000111	0,0000994
	Расстояние $x$ , м	Загрязняющее вещество						
		FeO	Mn	П.н.	Фториды	HF	NO2	CO
Значения концентраций загрязняющих веществ $c^x_i$ , выраженные в долях ПДК	40	0,90149	0,90048	0,90002	0,90056	0,9000008	0,9000094	0,9000014
	82	0,90399	0,91371	0,90007	0,90161	0,9000026	0,9000306	0,9000047
	173,41	0,90610	0,90210	0,90010	0,90248	0,9000076	0,9000894	0,9000137
	207	0,90585	0,90204	0,90009	0,90236	0,9000120	0,9001400	0,9000215
	270	0,90533	0,90187	0,90008	0,90213	0,9000116	0,9001365	0,9000208
	346,82	0,90455	0,90157	0,90007	0,90184	0,9000110	0,9001306	0,9000199

## 5 Расчет удельных и валовых выбросов от растаривания мешков с цементом до мероприятий

### *Пересыпка пылящих материалов*

Интенсивным неорганизованным источником пылеобразования на данном предприятии является узел растаривания мешков с цементом.

Примесь: Пыль неорганическая: 70-20% двуокиси кремния (шамот, цемент, пыль цементного производства - глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола, кремнезем и др.)

Для максимально разовых выбросов (39):

$$M_{гр} = (K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot B \cdot G_{ч} \cdot 10^6) / 3600 = (0,04 \cdot 0,03 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 0,04 \cdot 10^6) / 3600 = 0,028 \text{ г/с} \quad (39)$$

Для валовых выбросов (40):

$$P_{гр} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot B \cdot G_{год} = 0,04 \cdot 0,03 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 79,2 = 0,19 \text{ т / год} \quad (40)$$

где  $K_1$  – весовая доля пылевой фракции в материале (таблица 17). Определяется путем отмывки и просева средней пробы с выделением фракции пыли размером от 0 до 200 мкм;

$K_2$  – доля пыли (от всей весовой пыли), переходящая в аэрозоль (таблица 17). Проверка фактического дисперсного состава пыли и уточнение значения  $K_2$  производится отбором проб запыленного воздуха на границах пылящего объекта (склада, хвостохранилища) при скорости ветра 2 м/с, дующего в направлении точки отбора пробы.

$K_3$  – коэффициент, учитывающий местные метеоусловия (таблица 18);

$K_4$  – коэффициент, учитывающий местные условия, степень защищенности узла от внешних воздействий, условия пылеобразования (таблица 19);

$K_5$  – коэффициент, учитывающий влажность материала, определяется в соответствии с данными таблицы 20. Под влажностью материала понимается влажность его пылевой и мелкозернистой фракции ( $d \leq 1$  мм);

$K_7$  – коэффициент, учитывающий крупность материала, принимается в соответствии с таблицей 21;

$K_8$  – поправочный коэффициент для различных материалов в зависимости от типа грейфера (таблица 22), при использовании иных типов перегрузочных устройств  $K_8 = 1$ ;

$K_9$  – поправочный коэффициент при мощном залповом сбросе материала при разгрузке автосамосвала. Принимается равным 0,2 при сбросе материала весом до 10 т, и 0,1 - свыше 10 т. Для остальных неорганизованных источников, коэффициент  $K_9$  выбрать равным 1;

$B$  – коэффициент, учитывающий высоту пересыпки, принимается по данным таблицы 23;

$G_{\text{ч}}$  – суммарное количество перерабатываемого материала в час, т/час. Определяется главным технологом предприятия.

$G_{\text{год}}$  – суммарное количество перерабатываемого материала в течение года, т/год. Определяется главным технологом предприятия на основе фактически переработанного материала или планируемого на год.

Таблица 17 - Значение коэффициентов  $K_1$ ,  $K_2$  для определения выбросов пыли

№ п/п	Наименование материала	Плотность материала, г/см <sup>3</sup>	Весовая доля пылевой фракции $K_1$ в материале	Доля пыли, переходящая в аэрозоль, $K_2$
1	Огарки	3,9	0,04	0,03
2	Клинкер	3,2	0,01	0,003
3	Цемент	3,1	0,04	0,03
4	Известняк карьерный	2,7	0,03	0,01
5	Известняк дробленный	2,7	0,04	0,02
6	Мергель карьерный	2,7	0,03	0,01
7	Мергель дробленный	2,7	0,05	0,02
8	Известь комовая	2,7	0,04	0,02
9	Известь молотая	2,7	0,07	0,05
10	Гранит карьерный	2,8	0,01	0,003
11	Гранит дробленный	2,8	0,02	0,04
12	Мрамор карьерный	2,8	0,02	0,01
13	Мрамор дробленный	2,8	0,04	0,06
14	Мел	2,7	0,05	0,07
15	Гипс карьерный	2,6	0,03	0,02
16	Гипс молотый	2,6	0,08	0,04
17	Доломит карьерный	2,7	0,03	0,01
18	Доломит дробленный	2,7	0,05	0,02
19	Опока	2,65	0,03	0,01
20	Пегматит	2,6	0,04	0,04
21	Гнейс	2,9	0,05	0,02
22	Каолин	2,7	0,06	0,04
23	Нефелин	2,7	0,06	0,02
24	Глина	2,7	0,05	0,02
25	Песок	2,6	0,05	0,03
26	Песчаник	2,65	0,04	0,01
27	Слюда	2,8	0,02	0,01
29	Шлак	2,5-3,0	0,05	0,02

## Окончание таблицы 17

30	Диорит	2,8	0,03	0,06
-31	Порфиroidы	2,7	0,03	0,07
32	Графит	2,2-2,7	0,03	0,04
33	Уголь	1,3	0,03	0,02
34	Зола	2,5	0,06	0,04
35	Диатомит	2,3	0,03	0,02
36	Перлит карьерный	2,4	0,04	0,01
37	Перлит готовая продукция	2,4	0,04	0,06
38	Керамзит	2,5	0,06	0,02
39	Вермикулит	2,6	0,06	0,04
40	Аглопорит	2,5	0,06	0,04
41	Туф	2,6	0,03	0,02
42	Пемза	2,5	0,03	0,06
43	Сульфат	2,7	0,05	0,02
44	Шамот	2,6	0,04	0,02
45	Смесь песка и извести	2,6	0,05	0,01
46	Кирпич, бой	–	0,05	0,01
47	Минеральная вата	–	0,05	0,01
48	Щебенка	–	0,04	0,02
49	Гравий	–	0,01	0,001
50	Опилки древесные	–	0,04	0,01
51	Песчано-гравийная смесь (ПГС)	2,6	0,03	0,04

\* Брать по исходному материалу.

Таблица 18- Зависимость величины  $K_3$  от скорости ветра\*\*

Скорость ветра, м/с	Значения коэффициента $K_3$
до 2	1,0
2-5	1,2
5-7	1,4
7-10	1,7
10-12	2,0
12-14	2,3
14-16	2,6
16-18	2,8
18 и выше	3,0

\*\* Расчеты загрязнения атмосферы проводятся при произвольном наборе скоростей от  $U=0,5$  м/с до  $U=U^*$  (скорость ветра 95% обеспеченности). При расчетах рассеивания каждой из рассматриваемых



скоростей должно соответствовать определенное значение максимально разового выброса. Подобные источники (выброс которых изменяется при изменении скорости ветра) классифицируются специальным образом, например, как тип 5 при использовании УПРЗА серии "Эколог". Валовые выбросы за рассматриваемый период определяются по средним значениям скорости ветра и влажности этого периода.

Таблица 19 - Зависимость величины  $K_4$  от местных условия

Местные условия	$K_4$			
	При хранении и пересыпке ПМ* без применения загрузочного рукава	При пересыпке ПМ* с применением загрузочного рукава	При хранении и пересыпке угля в карьере без применения загрузочного рукава	При пересыпке угля в карьере с применением загрузочного рукава
Склады, хранилища открытые				
а) с 4-х сторон	1,0	0,01	1,0	0,2
б) с 3-х сторон	0,5	0,005	0,8	0,16
в) с 2-х сторон полностью и с 2-х сторон частично	0,3	0,003	0,6	0,12
г) с 2-х сторон	0,2	0,002	0,5	0,1
д) с 1-й стороны	0,1	0,001	0,1	0,02
ж) закрыт с 4-х сторон **	0,005	0,00005	0,1	0,02

\* ПМ - пылящие материалы;

\*\* при переводе неорганизованных источников узла пересыпки в организованные при отсутствии аспирации считать выброс пыли в атмосферу до 30% от его нормативного показателя при аспирации узла.

Таблица 20 - Зависимость величины  $K_5$  от влажности материалов

Влажность материалов, % *	$K_5$	$K_5$ (для угля в карьере)
0-0,5	1,0	2,0
до 1,0	0,9	1,5
до 3,0	0,8	1,3
до 5,0	0,7	1,2
до 7,0	0,6	1,0
до 8,0	0,4	0,7
до 9,0	0,2	0,3
до 10,0	0,1	0,2
Свыше 10	0,01	0,1

\* при статическом хранении и пересыпке песка влажностью 3 % и более - выбросы считать равными 0. Для других строительных материалов выбросы считать равными 0 при влажности свыше 20 %.

Таблица 21 - Зависимость величины  $K_7$  от крупности материалов

Размер куска, мм	$K_7$
500 и более	0,1
500-100	0,2
100-50	0,4
50-10	0,5
10-5	0,6
5-3	0,7
3-1	0,8
1	1,0

Таблица 22 – Зависимость величины  $K_8$  от типа грейфера и рода перегружаемого материала

№ п/п	Грузоподъемность крана, т	Тип грейфера	Величина коэффициента $K_8$ в зависимости от перегружаемого материала			
			Каменный уголь	Щебень	песок	ПГС
1	2	3	4	5	6	7
1	5	2592А	0,452	–	–	–
2	5	2592Б	0,453	–	–	–
3	5	2630А	0,474	–	–	–
4	10	2871В	0,216	–	–	–
5	10	3298А	0,199	–	–	–
6	10	3298Б	0,21	–	–	–
7	15	2586А	0,157	–	–	–
8	16	3599А	0,134	–	–	–

Окончание таблицы 22

9	16	3748	0,13	–	–	–
10	16	3899	0,123	–	–	–
11	16	4127	0,13	–	–	–
12	5	2631Б	–	–	–	–
13	10	2133А	–	–	–	–
14	10	3829	–	–	–	–
15	5	2583В	–	0,898	0,427	0,6
16	5	2583	–	0,898	0,427	0,6
17	5	3089А	–	0,744	0,338	0,52
18	10	2872В	–	0,41	0,21	0,3
19	10	3292В	–	0,41	0,21	0,3
20	10	3383Б	–	0,362	0,184	0,286
21	10	3555А	–	0,413	0,21	0,3
22	10	3555В	–	0,39	0,22	0,32
23	15	2374Г	–	0,292	0,14	0,21
24	15	2587Г	–	0,271	0,166	0,215
25	16	3319А	–	0,231	0,14	0,182
26	16	3445А	–	0,245	0,15	0,193
27	16	3830	–	0,216	0,15	–
28	5	2452В	–	–	–	–
29	5	2475Б	–	–	–	–
30	10	2745А	–	–	–	–
31	10	–	3963	–	–	–
32	16	–	3104	–	–	–

Таблица 23 – Зависимость величины В от высоты пересыпки

Высота падения материала, м	В
0,5	0,4
1,0	0,5
1,5	0,6
2,0	0,7
4,0	1,0
6,0	1,5
8,0	2,0
10,0	2,5

## **6 Мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от растаривания мешков с цементом**

Из полученных расчетов удельных и валовых выбросов необходимо разработать природоохранные мероприятия для улучшения экологической ситуации района.

Рассмотренные мероприятия:

1. Для беспылевого опустошения мешков предлагается установить автоматическую станцию растаривания. Также для улавливания пыли неорганической: 70-20% двуокси кремния (шамот, цемент и др.) в узлах образования от установки растаривания цемента предлагается установить рукавный фильтр марки КФЕ-Т;
2. Автоцементовоз ТЦ21 с бестарной перевозкой цемента;
3. Клапан-дозатор для биг-бэгов (ручной растариватель мешков) для быстрой и эффективной растарки биг-бэгов.

### **6.1 Автоматическая станция растаривания с рукавным фильтром**

Автоматические станции растаривания предназначены для беспылевого опустошения мешков с производительностью до 400 штук в час. Они подходят для работы с бумажными и полиэтиленовыми мешками, как однослойными, так и многослойными. Установка состоит из приёмной части с дисковыми ножами, барабанного сита, фильтра с пневмоочисткой и компактора мешков. Автоматические растариватели изготавливаются из нержавеющей стали AISI304/316.

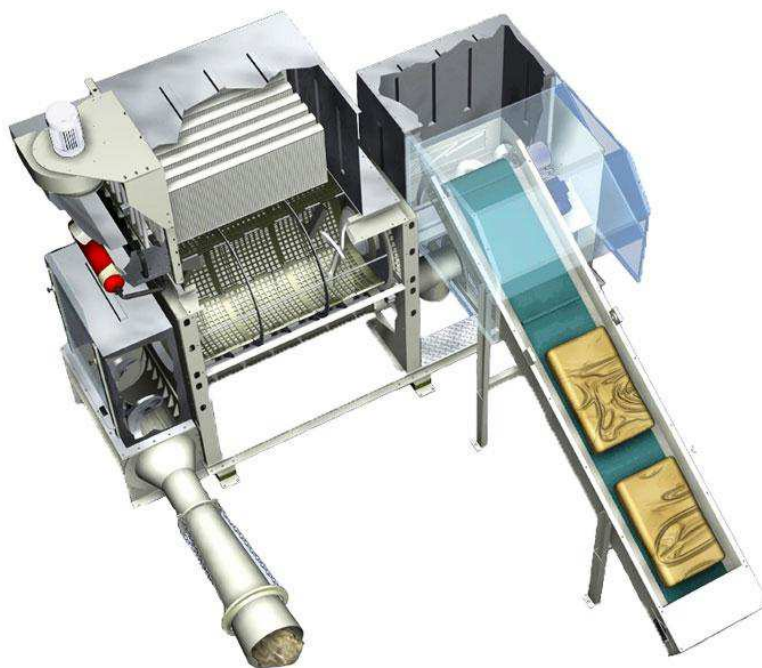


Рисунок 19 - Автоматическая станция растаривания мешков

### *Принцип работы*

Мешки подаются в растариватель ленточным конвейером (рисунок 20), на котором установлены датчики для контроля количества мешков и сигнализации в случае образования затора.



Рисунок 20 - Ленточный конвейер

Мешки поступают в бункер, где разрезаются параллельно установленными дисковыми ножами (рисунок 21). Расстояние между ножами настраивается. Из приёмного бункера безосевой конвейер подаёт мешки вместе с продуктом в барабанное сито.



Рисунок 21 - Дисковые ножи

В барабанном сите (рисунок 22) происходит отделение и просеивание материала. Лопастие находящиеся внутри него переворачивают разрезанные мешки и подталкивают их к выходу. Продукт из сита собирается шнековым конвейером, установленным под ситом для дальнейшей транспортировки пневмотранспортом.

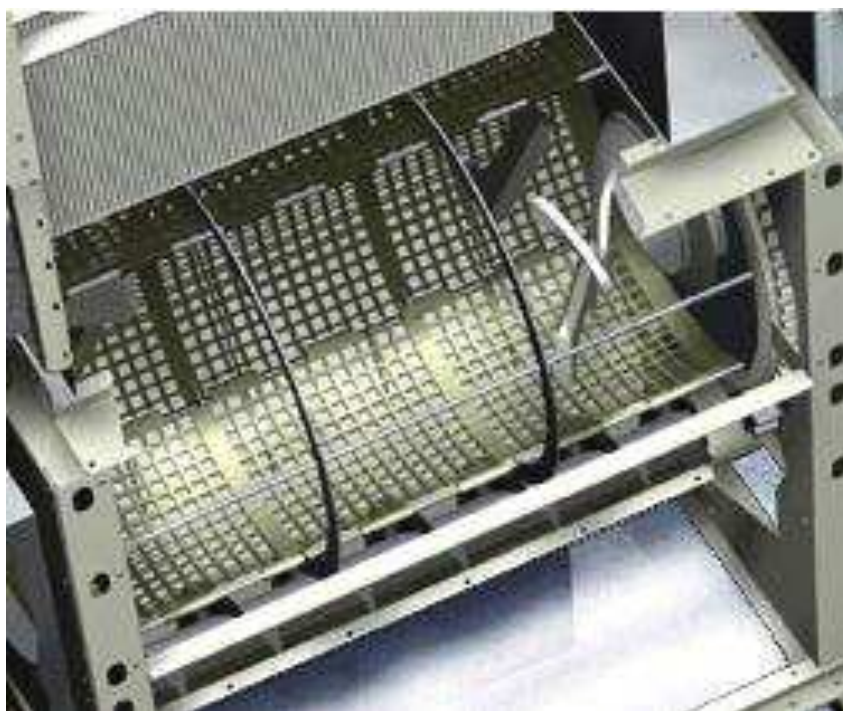


Рисунок 22 - Барабанное сито

Над барабанным ситом установлен встроенный рукавный фильтр с пневмоочисткой для аспирации и возврата уловленной пыли. Таким образом, исключаются потери материала в процессе растаривания.

После сита пустые мешки попадают в компактор, который представляет собой безосевой конвейер. Компактор собирает и уплотняет отходы в полиэтиленовый мешок, закреплённый на выходе.



Изображение 6 из 7

Рисунок 23 – Компактор

### *Рукавные фильтры*

Рукавные тканевые фильтры применяются для очистки больших объемов воздуха (газов) со значительной концентрацией пыли. Фильтрующими элементами в этих аппаратах являются рукава из специальной фильтровальной ткани.

Малоразмерные рукавные фильтры марки КФЕ-Т «точечной» серии разработаны как компактные аппараты для тонкой очистки воздуха и технологических газов от пыли. Локальные фильтры применяются для установки непосредственно в местах отсосов воздухопылевой и газопылевой смеси. Фильтры КФЕ-Т предназначены для работы в помещениях с температурой очищаемых газов/воздуха от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Эффективность очистки 99 %.

Конструкция этих рукавных фильтров включает корпус из оцинкованной стали, выполненный в виде вертикального шкафа, кассетные рукавные фильтроэлементы (по два фильтроэлемента в кассете), фильтрующий материал: полиэфир на металлической опорной сетке (ПВС), вытяжной вентилятор и систему автоматической регенерации рукавов путем импульсной продувки сжатым воздухом. Локальный фильтр может быть установлен непосредственно над источником запыленности - например, над местом пересыпки различных материалов, в устройствах наполнения и выгрузки тары, в упаковочных линиях и т.п.

Точечный фильтр не имеет бункера - вытяжка запыленного газа осуществляется непосредственно снизу, в рукавный корпус. Очищенный воздух удаляется в верхней части корпуса фильтра. Отфильтрованная пыль при регенерации сбрасывается обратно, к источнику пыления.

Основное преимущество локальных фильтров в том, что они компактны и не требуют дополнительных вытяжных трактов — фильтр имеет встроенный вентилятор. Система регенерации точечных фильтров в стандартной комплектации производит очистку импульсами сжатого воздуха, от заводской сети или от встроенного компрессора. Все фильтры КФЕ-Т оснащаются вибраторами встряхивания рукавов, делающими процесс регенерации более эффективным.

Высокая эффективность очистки позволяет выбрасывать очищенный воздух непосредственно в цеховое помещение или атмосферный воздух.

Примеры использования: пылеудаление от силосов, конвейерных пересыпок, растарки цемента, извести, песка, ферросплавов, зерновых продуктов, и т.п.

Нормативная скорость фильтрации для фильтров КФЕ-Т - 0,9 -1,5 м/мин.

Питание импульсной системы регенерации осуществляется сжатым воздухом КЛ 9 по ГОСТ 17433-80.

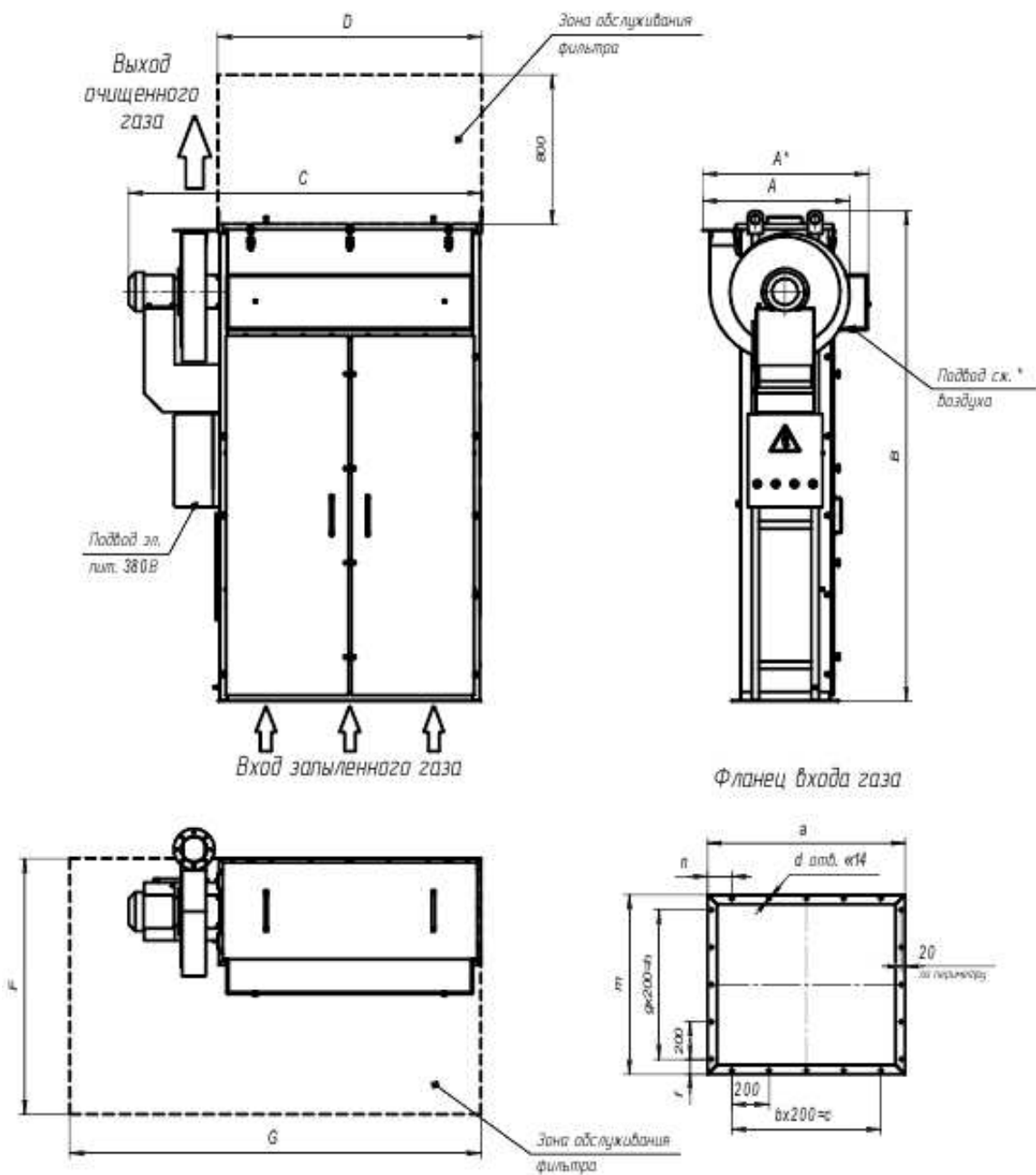


Рисунок 24 - Схема рукавного фильтра КФЕ-Т

Таблица 24– Габаритные размеры фильтра

Фильтр	A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	F, мм	G, мм	a, мм	b
КФЕ8ТВ1	815	1880	1215	760	1370	1550	750	3
Фильтр	c, мм	d	f, мм	g	h, мм	m, мм	n, мм	Масса, кг
КФЕ8ТВ1	600	14	85	2	400	570	75	310



Таблица 25 – Технические характеристики фильтра

Фильтр	Длина рукава, м	Общ. площадь рукав., м <sup>2</sup>	Расход очищаем. газов, м <sup>3</sup> /ч	Расход сжатого возд., л/мин	Потребляемая мощность, кВт
КФЕ8ТВ1	1	5,6	403-605	50	4

## 6.2 Автоцементовоз ТЦ21 с бестарной перевозкой цемента

Доставка цемента осуществляется автоцементовозом ТЦ-21.

Цементовоз в составе тягача КАМАЗ-6460 и полуприцепа-цистерны ТЦ-21 предназначен для бестарной перевозки сыпучих, порошкообразных и пылевидных материалов (цемента, минерального порошка, гипса) по автомобильным дорогам.

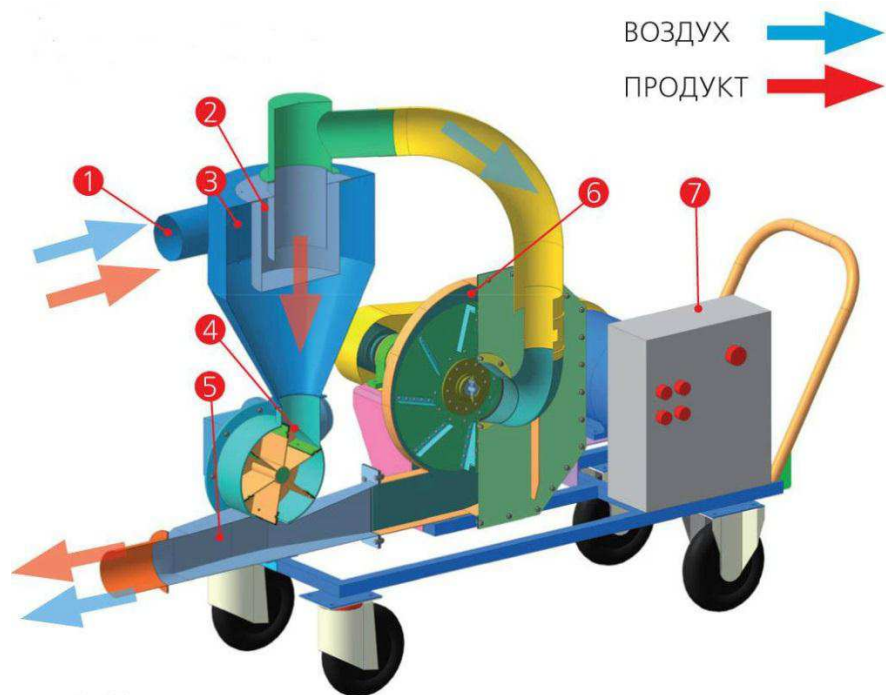
По территории предприятия из силоса цемент перемещается пневматическим транспортом ПТЗ-14 с универсальным циклоном.

Автоцементовоз имеет следующее устройство. На автомобиль-тягач устанавливают под углом 7—9 градусов цистерну-полуприцеп несущей безрамной конструкции. Наклон цистерны обеспечивает лучшую подачу цемента к разгрузочному устройству. Передняя часть цистерны опирается на седельное устройство тягача, задняя, через кронштейны и рессоры, — на оси ходовых колес. Цистерна имеет цилиндрическую или эллиптическую форму со сферическими днищами. На внешней стороне цистерны смонтированы опорные стойки, система воздухопроводов, влагомасло-отделитель, крылья колес тягача, лестница и площадка для обслуживания.

В верхней части цистерны имеется два люка для загрузки цемента, внутри цистерны смонтировано оборудование для разгрузки цемента пневматическим способом.

Для разгрузки цемента к патрубку подсоединяют рукав, направляющий цемент в силос, и открывают пробковый кран. Аэрированный цемент проходит пробковый кран и с помощью продувочной форсунки, создающей разрежение у пробкового крана, попадает в струю сжатого воздуха, которым подается в емкость. На аэролотки цемент ссыпается с помощью откосов, изготовленных из листовой стали и установленных под углом 45—50° к горизонтальной плоскости. Ширина аэролотка 150 мм.

Исходя из характеристик автомобиля в месяц для поставки 122,76 т требуется 5 машин.



1 – загрузка зерна; 2 – сетка; 3 – циклон; 4 – шлюзовой затвор; 5 – выгрузка зерна; 6 – вентилятор; 7 - пульт

Рисунок 25 - Пневматический транспортер:

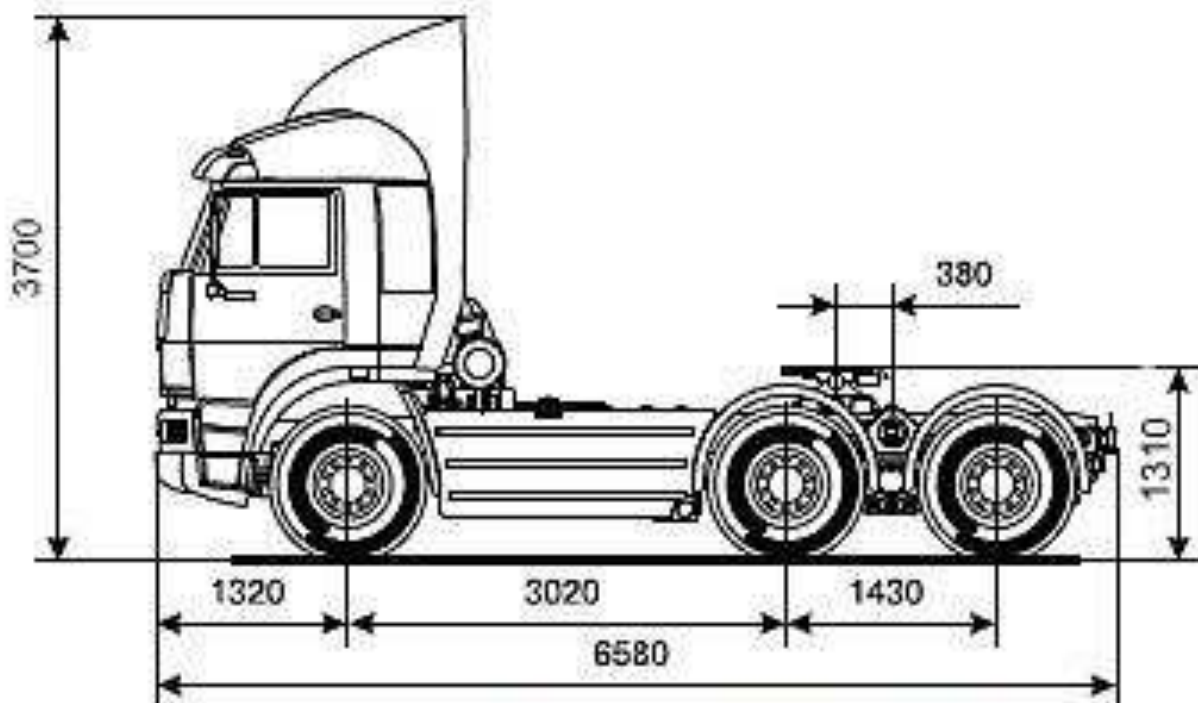
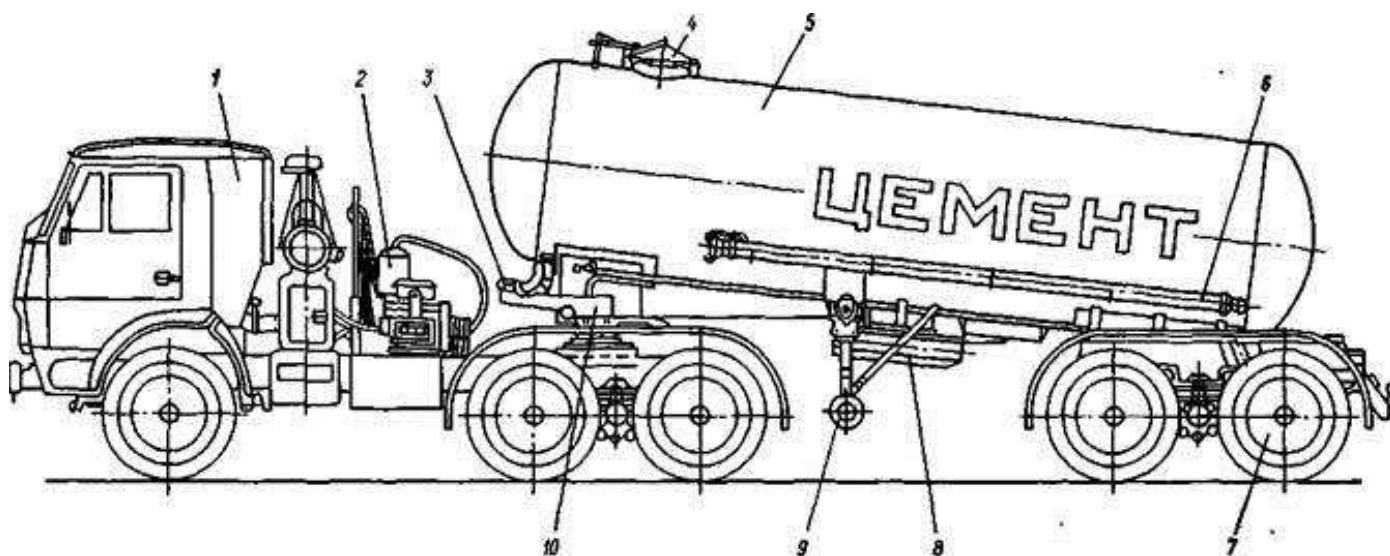


Рисунок 26 - Схема КАМАЗа 6460



1- тягач Камаз-6460; 2 - компрессорная установка; 3 - пневмооборудование для разгрузки; 4 - загрузочный люк; 5 - цистерна-полуприцеп; 6 - разгрузочный рукав; 7 - ходовая часть; 8 - запасное колесо; 9 - опорное устройство; 10 сцепное устройство

Рисунок 27 - Автоцементовоз ТЦ21:

Таблица 26 - Технические характеристики Автоцементовоза ТЦ-21

Полезный объем цистерны, м <sup>3</sup>	24,4
Масса перевозимого груза, т	28,0
Производительность, т/мин (м <sup>3</sup> /мин)	
- пневмосамозагрузки цемента при подаче по резиново-тканевому рукаву длиной 8 м, в том числе на высоту 3 м	0,6 (0,52) (устанавливается по заказу)
Дальность подачи цемента, м (максимальная/по вертикали)	32/15
Диаметр загрузочного люка, мм	400
Диаметр разгрузочного шланга, мм	100
Тип привода компрессора	электродвигатель (N=22 кВт, U=380В)
Масса снаряженного полуприцепа, кг	7500
Полная масса полуприцепа, кг	
Полная масса автопоезда, кг	44500
Количество осей/колес	2/8
Максимальная скорость, км/ч	80
Максимальная полезная мощность, л. с. (кВт), при 1900 об/мин.	400 (294)

### 6.3. Клапан-дозатор для биг-бэгов

Клапан-дозатор для биг-бэгов (ручной растариватель мешков) представляет собой специальное ручное приспособление для очень быстрой и эффективной растарки биг-бэгов.

Клапан-дозатор для биг-бэгов не требует наличия специальных бункеров для выгрузки или же каких-нибудь других приспособлений. Для выполнения растаривания мешков с помощью этого устройства потребуются обычный погрузчик биг-бэгов и рабочий, который будет регулировать процесс растаривания грузов.

Сам процесс разгрузки мешков с помощью ручного растаривателя биг-бэгов довольно простой и легкий. Выполняется он в четыре этапа следующим образом:

1. С помощью вилочного погрузчика контейнер поднимают и насаживают на шип растаривателя;
2. Мешок с растаривателем поднимают и транспортируют до зоны выгрузки продукции, в дозатор;
3. Клапан-дозатор растаривателя открывают и ссыпают необходимую дозировку груза;
4. По мере наполнения тары продукцией из контейнера, клапан-дозатор закрывается.

Ручной растариватель мешков позволяет разгружать сырье как частично так и в полном объеме. При необходимости прекращения подачи продукции в тару, клапан-дозатор перекрывается. При этом опустошенный или же полупустой мешок можно поставить прямо на землю, не боясь повреждений дозатора или потери сырья из мешка.

Ручной растариватель мешков имеет специальные лопасти на корпусе, при помощи которых он надежно удерживается в мешке после проникновения. Оно осуществляется за счет острого шипа. А благодаря отверстиям в конструкции, ручной растариватель мешков не забивается во время растаривания грузов.

Преимущества клапана-дозатора:

1. Позволяет контролировать порции отгружаемых веществ
2. Не рвет биг-бэг полностью, а делает аккуратный надрез
3. Позволяет избежать потерь продукции при растаривании
4. Может обслуживаться всего лишь одним рабочим

Технические характеристики ручного растаривателя:

1. Скорость растаривания: 130-260 кг/мин
2. Управление разгрузкой: Ручное
3. Материал: Конструкционная сталь
4. Покрытие: Порошковая окраска RAL
5. Цвета RAL: Красный, зеленый, желтый
6. Диаметр: 160 мм

7. Габариты: 480x160 мм

8. Вес: 4,5 кг



Рисунок 28 - Клапан-дозатор

## 7 Расчет загрязняющих веществ после мероприятий

### 7.1. От автоматической установки растаривания мешков с рукавным фильтром

Для максимально разовых (удельных) выбросов:

$$M_{\text{гр}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot B \cdot G_{\text{ч}} \cdot 10^6 / 3600 = 0,04 \cdot 0,03 \cdot 1 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 0,04 \cdot 10^6 / 3600 = 0,0005 \text{ г/с}$$

Для валовых выбросов:

$$P_{\text{гр}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot B \cdot G_{\text{год}} = 0,04 \cdot 0,03 \cdot 1 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 79,2 = 0,0038 \text{ т / год}$$

где  $K_1$  - весовая доля пылевой фракции в материале. Определяется путем отмывки и просева средней пробы с выделением фракции пыли размером от 0 до 200 мкм;

$K_2$  - доля пыли (от всей весовой пыли), переходящая в аэрозоль. Проверка фактического дисперсного состава пыли и уточнение значения  $K_2$  производится отбором проб запыленного воздуха на границах пылящего объекта (склада, хвостохранилища) при скорости ветра 2 м/с, дующего в направлении точки отбора пробы.

$K_3$  - коэффициент, учитывающий местные метеоусловия;

$K_4$  - коэффициент, учитывающий местные условия, степень защищенности узла от внешних воздействий, условия пылеобразования;

$K_5$  - коэффициент, учитывающий влажность материала. Под влажностью материала понимается влажность его пылевой и мелкозернистой фракции ( $d \leq 1$  мм);

$K_7$  - коэффициент, учитывающий крупность материала;

$K_8$  - поправочный коэффициент для различных материалов в зависимости от типа грейфера, при использовании иных типов перегрузочных устройств  $K_8 = 1$ ;

$K_9$  - поправочный коэффициент при мощном залповом сбросе материала при разгрузке автосамосвала. Принимается равным 0,2 при сбросе материала весом до 10 т, и 0,1 - свыше 10 т. Для остальных неорганизованных источников, коэффициент  $K_9$  выбрать равным 1;

$B$  - коэффициент, учитывающий высоту пересыпки;

$G_{\text{ч}}$  - суммарное количество перерабатываемого материала в час, т/час.

Определяется главным технологом предприятия.

$G_{\text{год}}$  - суммарное количество перерабатываемого материала в течение года, т/год. Определяется главным технологом предприятия на основе фактически переработанного материала или планируемого на год.

Примечание.

Это требование относится к выбросам ЗВ, продолжительность, Т (с), которых меньше 20-ти минут ( $T < 1200$ , с). Для таких выбросов значение мощности, М (г/с), определяется следующим образом:

$$M = Q / 1200, \text{ г/с.}$$

Таблица 27 - Валовые и удельные выбросы до мероприятий

Источник пыления	Код вещества	Наименование вещества	Класс опасности вещества	Значение удельных выбросов $M_{гр}, \text{ г/с}$	Значение валовых выбросов $P_{гр}, \text{ т/год}$
Установка для растаривания биг-бегов цемента	2908	<u>Пыль неорганическая: 70-20% двуокиси кремния (шамот, цемент, пыль цементного производства - глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола, кремнезем и др.)</u>	3	0,028	0,19

Таблица 28 - Валовые и удельные выбросы после мероприятий

Источник пыления	Код вещества	Наименование вещества	Класс опасности вещества	Значение удельных выбросов $M_{гр}, \text{ г/с}$	Значение валовых выбросов $P_{гр}, \text{ т/год}$
Автоматическая станция растаривания со встроенным рукавным фильтром марки КФЕ8ТВ1	2908	<u>Пыль неорганическая: 70-20% двуокиси кремния (шамот, цемент, пыль цементного производства - глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола, кремнезем и др.)</u>	3	0,0005	0,0038

## 7.2. От клапана-дозатора для биг-бэгов

Для максимально разовых (удельных) выбросов:

$$M_{\text{гр}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot B \cdot G_{\text{ч}} \cdot 10^6 / 3600 = \\ 0,04 \cdot 0,03 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 0,04 \cdot 10^6 / 3600 = 0,0075 \text{ г/с}$$

Для валовых выбросов:

$$П_{\text{гр}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot B \cdot G_{\text{год}} = \\ 0,04 \cdot 0,03 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 79,2 = 0,0532 \text{ т / год}$$

где  $K_1$  - весовая доля пылевой фракции в материале. Определяется путем отмывки и просева средней пробы с выделением фракции пыли размером от 0 до 200 мкм;

$K_2$  - доля пыли (от всей весовой пыли), которая переходит в аэрозоль. Проверка фактического дисперсного состава пыли и уточнение значения  $K_2$  производится отбором проб запыленного воздуха на границах пылящего объекта (склада, хвостохранилища) при скорости ветра 2 м/с, дующего в направлении точки отбора пробы.

$K_3$  - коэффициент, учитывающий местные метеоусловия;

$K_4$  - коэффициент, учитывающий местные условия, степень защищенности узла от внешних воздействий, условия пылеобразования;

$K_5$  - коэффициент, учитывающий влажность материала. Под влажностью материала понимается влажность его пылевой и мелкозернистой фракции ( $d \leq 1$  мм);

$K_7$  - коэффициент, учитывающий крупность материала;

$K_8$  - поправочный коэффициент для различных материалов в зависимости от типа грейфера, при использовании иных типов перегрузочных устройств  $K_8 = 1$ ;

$K_9$  - поправочный коэффициент при мощном залповом сбросе материала при разгрузке автосамосвала. Принимается равным 0,2 при сбросе материала весом до 10 т, и 0,1 - свыше 10 т. Для остальных неорганизованных источников, коэффициент  $K_9$  выбрать равным 1;

$B$  - коэффициент, учитывающий высоту пересыпки;

$G_{\text{ч}}$  - суммарное количество перерабатываемого материала в час, т/час.

Определяется главным технологом предприятия.

$G_{\text{год}}$  - суммарное количество перерабатываемого материала в течение года, т/год. Определяется главным технологом предприятия на основе фактически переработанного материала или планируемого на год.

Примечание.

В расчетах приземных концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) должны использоваться мощности выбросов ЗВ в атмосферу, М (г/с), отнесенные к 20-ти минутному интервалу времени.



Это требование относится к выбросам ЗВ, продолжительность, Т (с), которых меньше 20-ти минут ( $T < 1200$ , с). Для таких выбросов значение мощности, М (г/с), определяется следующим образом:

$$M = Q / 1200, \text{ г/с.}$$

Таблица 29 - Валовые и удельные выбросы после мероприятия

Источник пыления	Код вещества	Наименование вещества	Класс опасности вещества	Значение удельных выбросов $M_{гр}, \text{ г/с}$	Значение валовых выбросов $P_{гр}, \text{ т/год}$
Автоматическая станция растаривания со встроенным рукавным фильтром марки КФЕ8ТВ1	2908	<u>Пыль неорганическая: 70-20% двуокиси кремния (шамот, цемент, пыль цементного производства - глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола, кремнезем и др.)</u>	3	0,0075	0,0532

### 7.3. От автоцементовоза ТЦ21

Расчет образования загрязняющих веществ от автомобильного транспорта производится по методике «Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники (расчетным методом)».

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

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

$$M''_{ik} = (m_{vik} \cdot t_{gv2} + m_{xxik} \cdot t_{xxl}) \cdot 10^{-6}, \text{ т}$$

где:  $m_{nik}$  – удельный выброс  $i$ -го вещества пусковым двигателем, г/мин (по таблице А.1 приложения А);

$m_{npik}$  – удельный выброс  $i$ -го вещества при прогреве двигателя машины  $k$ -ой группы, г/мин (по таблице А.2 приложения А);

$m_{гвik}$  – удельный выброс  $i$ -го вещества при движении машины  $k$ -ой группы по территории с условно постоянной скоростью, г/мин (по таблице А.3 приложения А);

$m_{ххik}$  – удельный выброс  $i$ -го компонента при работе двигателя на холостом ходу, г/мин (по таблице А.3 приложения А);

$t_n, t_{пр}$  – время работы пускового двигателя и прогрева двигателя, мин (по таблице А.4 приложения А);

$t_{гв1}, t_{гв2}$  – время движения машины по территории при выезде и возврате, мин;

$t_{хх1}, t_{хх2}$  – время работы двигателя на холостом ходу при выезде и возврате, мин, = 1 мин.

• Валовый годовой выброс  $i$ -го вещества рассчитывается по формуле:

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

где:  $D_{фк}$  – суммарное количество дней работы  $k$ -ой группы в расчетный период года, рассчитывается по формуле:

$$D_{фк} = D_p \cdot N_k$$

• Для определения общего валового выброса  $M_i^o$  валовые выбросы одноименных веществ по периодам года суммируются:

$$M_i^o = M_i^T + M_i^T + M_i^T, \text{т/год}$$

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

$$G_i = \frac{\sum_{k=1}^P (m_{nik} \cdot t_n + m_{пrik} \cdot t_{пр} + m_{двik} \cdot t_{гв} + m_{ххik} \cdot t_{хх}) \cdot N'_k}{3600}, \text{г/с}$$

где:  $N'_k$  – наибольшее количество автомобилей, выезжающих со стоянки в течение одного часа.

Предприятие работает в 3 смены ежедневно (восьмичасовой рабочий день). Расчет производится для 3 периодов года:

- тёплый – 5 месяцев ( $D_p = 152$  рабочих дней);
- переходный – 2 месяца ( $D_p = 60$  рабочих дней);
- холодный – 5 месяцев ( $D_p = 153$  рабочих дней).

**Автомобиль ЦЕМЕНТОВОЗ ТЦ-21 (мощность 400 кВт, относится к 7 категории машин):**

$N_k = 0,23$  (среднее количество машин в день);

$N'_k = 0,03$  (среднее количество машин в час)

1) Расчет СО

Теплый период:

$$M'_{CO} = (90 \cdot 1 + 9,9 \cdot 6 + 5,3 \cdot 1 + 9,92 \cdot 1) = 164,62 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_{CO} = (5,3 \cdot 1 + 9,92 \cdot 1) = 15,22 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_{CO} = (164,62 + 15,22) \cdot 34,96 \cdot 10^{-6} = 0,628 \cdot 10^{-2} \text{ т/год}$$

$$G_{CO} = 164,62 \cdot 0,03/3600 = 0,00137 \text{ г/с}$$

Холодный период:

$$M'_{CO} = (90 \cdot 4 + 18,8 \cdot 22 + 6,47 \cdot 1 + 9,92 \cdot 1) = 789,99 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_{CO} = (6,47 \cdot 1 + 9,92 \cdot 1) = 16,39 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_{CO} = (789,99 + 16,39) \cdot 35,19 \cdot 10^{-6} = 0,02918 \text{ т/год}$$

$$G_{CO} = 789,99 \cdot 0,03/3600 = 0,00658 \text{ г/с}$$

Переходный период:

$$M'_{CO} = (90 \cdot 2 + 16,92 \cdot 12 + 5,8 \cdot 1 + 9,92 \cdot 1) = 398,76 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_{CO} = (5,8 \cdot 1 + 9,92 \cdot 1) = 15,72 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_{CO} = (398,76 + 15,72) \cdot 13,8 \cdot 10^{-6} = 0,572 \cdot 10^{-2} \text{ т/год}$$

$$G_{CO} = 398,76 \cdot 0,03/3600 = 0,00332 \text{ г/с}$$

$$M_{CO}^0 = (0,628 + 2,918 + 0,572) \cdot 10^{-2} = 0,04118 \text{ т/год}$$

1) Расчет СН

Теплый период:

$$M'_{CH} = (7,5 \cdot 1 + 1,24 \cdot 6 + 1,79 \cdot 1 + 1,24 \cdot 1) = 17,97 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_{CH} = 3,03 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_{CH} = (17,97 + 3,03) \cdot 34,96 \cdot 10^{-6} = 0,734 \cdot 10^{-3} \text{ т/год}$$

$$G_{CH} = 17,97 \cdot 0,03/3600 = 0,00015 \text{ г/с}$$

Холодный период:

$$M'_{CH} = (7,5 \cdot 4 + 3,22 \cdot 22 + 2,15 \cdot 1 + 1,24) = 104,23 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_{CH} = 3,39 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_{CH} = (104,23 + 3,39) \cdot 35,19 \cdot 10^{-6} = 0,379 \cdot 10^{-2} \text{ т/год}$$

$$G_{CH} = 104,23 \cdot 0,03/3600 = 0,00087 \text{ г/с}$$

Переходный период:

$$M'_{CH} = (7,5 \cdot 2 + 2,89 \cdot 12 + 1,94 \cdot 1 + 1,24) = 52,86 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_{CH} = 3,18 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_{CH} = (52,86 + 3,18) \cdot 13,8 \cdot 10^{-6} = 0,773 \cdot 10^{-3} \text{ т/год}$$

$$G_{CH} = 52,86 \cdot 0,03/3600 = 0,00044 \text{ г/с}$$

$$M_{CH}^0 = (0,734 + 3,790 + 0,773) \cdot 10^{-3} = 0,00525 \text{ т/год}$$

## 2) Расчет NO<sub>2</sub>

Теплый период:

$$M'_{\text{NO}_2} = (7 \cdot 1 + 2 \cdot 6 + 10,16 \cdot 1 + 1,99 \cdot 1) = 31,15 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_{\text{NO}_2} = 12,15 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_{\text{NO}_2} = (31,15 + 12,15) \cdot 34,96 \cdot 10^{-6} = 0,1514 \cdot 10^{-2} \text{ т/год}$$

$$G_{\text{NO}_2} = 31,15 \cdot 0,03/3600 = 0,00026 \text{ г/с}$$

Холодный период:

$$M'_{\text{NO}_2} = (7 \cdot 4 + 3 \cdot 22 + 10,16 \cdot 1 + 1,99 \cdot 1) = 106,15 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_{\text{NO}_2} = 12,15 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_{\text{NO}_2} = (106,15 + 12,15) \cdot 35,19 \cdot 10^{-6} = 0,4162 \cdot 10^{-2} \text{ т/год}$$

$$G_{\text{NO}_2} = 106,15 \cdot 0,03/3600 = 0,00088 \text{ г/с}$$

Переходный период:

$$M'_{\text{NO}_2} = (7 \cdot 2 + 3 \cdot 12 + 10,16 \cdot 1 + 1,99 \cdot 1) = 62,15 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_{\text{NO}_2} = 12,15 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_{\text{NO}_2} = (62,15 + 12,15) \cdot 13,8 \cdot 10^{-6} = 0,1025 \cdot 10^{-2} \text{ т/год}$$

$$G_{\text{NO}_2} = 62,15 \cdot 0,03/3600 = 0,00052 \text{ г/с}$$

$$M_{\text{NO}_2}^0 = (0,1514 + 0,4162 + 0,1025) \cdot 10^{-2} = 0,00670 \text{ т/год}$$

## 3) Расчет SO<sub>2</sub>

Теплый период:

$$M'_{\text{SO}_2} = (0,15 \cdot 1 + 0,26 \cdot 6 + 0,8 \cdot 1 + 0,39) = 2,9 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_{\text{SO}_2} = 1,19 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_{\text{SO}_2} = (2,9 + 1,19) \cdot 34,96 \cdot 10^{-6} = 0,143 \cdot 10^{-3} \text{ т/год}$$

$$G_{\text{SO}_2} = 2,9 \cdot 0,03/3600 = 0,00002 \text{ г/с}$$

Холодный период:

$$M'_{\text{SO}_2} = (0,15 \cdot 4 + 0,32 \cdot 22 + 0,98 \cdot 1 + 0,39) = 9,01 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_{\text{SO}_2} = 1,37 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_{\text{SO}_2} = (9,01 + 1,37) \cdot 35,19 \cdot 10^{-6} = 0,365 \cdot 10^{-3} \text{ т/год}$$

$$G_{\text{SO}_2} = 9,01 \cdot 0,03/3600 = 0,00008 \text{ г/с}$$

Переходный период:

$$M'_{\text{SO}_2} = (0,15 \cdot 2 + 0,29 \cdot 12 + 0,88 \cdot 1 + 0,39) = 5,05 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_{\text{SO}_2} = 1,27 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_{\text{SO}_2} = (5,05 + 1,27) \cdot 13,8 \cdot 10^{-6} = 0,087 \cdot 10^{-3} \text{ т/год}$$

$$G_{\text{SO}_2} = 5,05 \cdot 0,03/3600 = 0,00004 \text{ г/с}$$

$$M_{\text{SO}_2}^0 = (0,143 + 0,365 + 0,087) \cdot 10^{-3} = 0,00059 \text{ т/год}$$

#### 4) Расчет С

Теплый период:

$$M'_C = (0,26 \cdot 6 + 1,13 \cdot 1 + 0,26) = 2,95 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_C = 1,39 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_C = (2,95 + 1,39) \cdot 34,96 \cdot 10^{-6} = 0,152 \cdot 10^{-3} \text{ т/год}$$

$$G_C = 2,95 \cdot 0,02/3600 = 0,00002 \text{ г/с}$$

Холодный период:

$$M'_C = (1,56 \cdot 22 + 1,7 + 0,26) = 36,28 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_C = 1,96 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_C = (36,28 + 1,96) \cdot 35,19 \cdot 10^{-6} = 0,1345 \cdot 10^{-2} \text{ т/год}$$

$$G_C = 36,28 \cdot 0,03/3600 = 0,00030 \text{ г/с}$$

Переходный период:

$$M'_C = (1,4 \cdot 12 + 1,5 \cdot 1 + 0,26) = 18,56 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M''_C = 1,76 \cdot 10^{-6} \text{ т}$$

$$M_C = (18,56 + 1,76) \cdot 13,8 \cdot 10^{-6} = 0,280 \cdot 10^{-3} \text{ т/год}$$

$$G_C = 18,56 \cdot 0,03/3600 = 0,00015 \text{ г/с}$$

$$M_C^0 = (0,152 + 1,345 + 0,280) \cdot 10^{-3} = 0,00178 \text{ т/год}$$

Результаты расчетов сведем в таблицы:

Таблица 30 - Выброс *i*-го вещества от Цементовоза ТЦ21

Валовый выброс, т/г:						
		СО	СН	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	С
Т	M=	0,00628	0,00073	0,00151	0,00014	0,00015
Х		0,02918	0,00379	0,00416	0,00037	0,00135
П		0,00572	0,00077	0,00103	0,00009	0,00028
Общее		0,04118	0,00529	0,00670	0,00060	0,00178

Таблица 31 – Максимально-разовый выброс от Цементовоза ТЦ21

Максимально-разовый выброс, г/с:						
		СО	СН	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	С
Т	G=	0,00137	0,00015	0,00026	0,00002	0,00002
Х		0,00658	0,00087	0,00088	0,00008	0,00030
П		0,00332	0,00044	0,00052	0,00004	0,00015

## 8 Нормативно–правовая база

Деятельность предприятия должна основываться на законодательной базе и согласовываться с нормативными документами Российской Федерации.

Закон об охране окружающей среды, №7–ФЗ, определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально–экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Хозяйственная и иная деятельность органов государственной власти РФ, органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц, оказывающая воздействие на окружающую среду, должна осуществляться на основе следующих принципов:

- 1) соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;
- 2) обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека;
- 3) обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- 4) обязательность проведения государственной экологической экспертизы проектов и иной документации, обосновывающих хозяйственную и иную деятельность, которая может оказать негативное воздействие на окружающую среду, создать угрозу жизни, здоровью и имуществу граждан;
- 5) допустимость воздействия хозяйственной и иной деятельности на природную среду исходя из требований в области охраны окружающей среды;
- 6) обеспечение снижения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в соответствии с нормативами в области охраны окружающей среды, которого можно достигнуть на основе использования наилучших существующих технологий с учетом экономических и социальных факторов;
- 7) запрещение хозяйственной и иной деятельности, последствия воздействия которой непредсказуемы для окружающей среды, а также реализации проектов, которые могут привести к деградации естественных экологических систем, изменению и (или) уничтожению генетического фонда растений, животных и других организмов, истощению природных ресурсов и иным негативным изменениям окружающей среды;
- 8) ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды.

Объектами охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности являются:

- 1) земли, недра, почвы;
- 2) поверхностные и подземные воды;
- 3) леса и иная растительность, животные и другие организмы и генетический фонд;
- 4) атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство.

В первоочередном порядке охране подлежат естественные экологические системы, природные ландшафты и природные комплексы, не подвергшиеся антропогенному воздействию.

Негативное воздействие на окружающую среду является платным. Формы платы за негативное воздействие на окружающую среду определяются федеральными законами.

К видам негативного воздействия на окружающую среду относятся:

- 1) выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ и иных веществ;
- 2) размещение отходов производства и потребления;
- 3) загрязнение окружающей среды шумом, теплом, электромагнитными, ионизирующими и другими видами физических воздействий;
- 4) иные виды негативного воздействия на окружающую среду.

Порядок исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду устанавливается законодательством РФ.

Нормирование в области охраны окружающей среды заключается в установлении нормативов качества окружающей среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, иных нормативов в области охраны окружающей среды, а также государственных стандартов и иных нормативных документов в области охраны окружающей среды.

Нормативы и нормативные документы в области охраны окружающей среды разрабатываются, утверждаются и вводятся в действие на основе современных достижений науки и техники с учетом международных правил и стандартов в области охраны окружающей среды.

Нормативы качества окружающей среды устанавливаются для оценки состояния окружающей среды в целях сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов.

Государственными стандартами и иными нормативными документами в области охраны окружающей среды устанавливаются:

- 1) требования, нормы и правила в области охраны окружающей среды к продукции, работам, услугам и соответствующим методам контроля;
- 2) ограничения хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения ее негативного воздействия на окружающую среду;
- 3) порядок организации деятельности в области охраны окружающей среды и управления такой деятельностью.

Атмосферный воздух является жизненно важным компонентом окружающей природной среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных.

Закон о санитарно–эпидемиологическом благополучии населения, №52–ФЗ. Закон направлен на обеспечение санитарно–эпидемиологического благополучия населения как одного из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду.

Санитарно–эпидемиологические требования к атмосферному воздуху в городских и сельских поселениях, на территориях промышленных организаций, воздуху в рабочих зонах производственных помещений, жилых и других помещениях:

1) атмосферный воздух в городских и сельских поселениях, на территориях промышленных организаций, а также воздух в рабочих зонах производственных помещений, жилых и других помещениях не должен оказывать вредное воздействие на человека;

2) критерии безопасности и (или) безвредности для человека атмосферного воздуха в городских и сельских поселениях, на территориях промышленных организаций, воздуха в местах постоянного или временного пребывания человека, в том числе предельно допустимые концентрации (уровни) химических, биологических веществ и микроорганизмов в воздухе, устанавливаются санитарными правилами;

3) нормативы предельно допустимых выбросов химических, биологических веществ и микроорганизмов в воздух, проекты санитарно–защитных зон утверждаются при наличии санитарно–эпидемиологического заключения о соответствии указанных нормативов и проектов санитарным правилам;

4) органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления, граждане, индивидуальные предприниматели, юридические лица в соответствии со своими полномочиями обязаны осуществлять меры по предотвращению и снижению загрязнения атмосферного воздуха в городских и сельских поселениях, воздуха в местах постоянного или временного пребывания человека, обеспечению соответствия атмосферного воздуха в городских и сельских поселениях, воздуха в местах постоянного или временного пребывания человека санитарным правилам.

Федеральный закон об охране атмосферного воздуха, № 96–ФЗ, устанавливает правовые основы охраны атмосферного воздуха и направлен на реализацию конституционных прав граждан, на благоприятную окружающую среду и достоверную информацию о ее состоянии.

Государственное управление в области охраны атмосферного воздуха основывается на следующих принципах:

1) приоритет охраны жизни и здоровья человека, настоящего и будущего поколений;



2) обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха человека;

3) недопущение необратимых последствий загрязнения атмосферного воздуха для окружающей природной среды;

4) обязательность государственного регулирования выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него;

5) гласность, полнота и достоверность информации о состоянии атмосферного воздуха, его загрязнении;

6) научная обоснованность, системность и комплексность подхода к охране атмосферного воздуха и охране окружающей природной среды в целом;

7) обязательность соблюдения требований законодательства РФ в области охраны атмосферного воздуха, ответственность за нарушение данного законодательства.

Гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха, предельно допустимые уровни физических воздействий на атмосферный воздух устанавливаются и пересматриваются в порядке, определенном Правительством РФ.

В целях государственного регулирования выбросов вредных веществ в атмосферный воздух устанавливаются следующие нормативы таких выбросов: предельно допустимые выбросы.

Предельно допустимые выбросы (ПДВ) устанавливаются территориальными органами федерального органа исполнительной власти в области охраны окружающей среды для конкретного стационарного источника выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и их совокупности (организации в целом).

В случае невозможности соблюдения юридическими лицами, имеющими источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, предельно допустимых выбросов территориальные органы федерального органа исполнительной власти в области охраны окружающей среды могут устанавливать для таких источников временно согласованные выбросы (ВСВ) по согласованию с территориальными органами других федеральных органов исполнительной власти.

План уменьшения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух разрабатывается и осуществляется юридическими лицами, для которых устанавливаются временно согласованные выбросы, с учетом степени опасности указанных веществ для здоровья человека и окружающей природной среды.

В целях государственного регулирования вредных физических воздействий на атмосферный воздух устанавливаются предельно допустимые нормативы вредных физических воздействий на атмосферный воздух.

Выброс вредных веществ в атмосферный воздух стационарным источником допускается на основании разрешения, выданного территориальным органом федерального органа исполнительной власти в области охраны окружающей среды в порядке, определенном Правительством РФ.

Порядок выдачи разрешений на выбросы вредных веществ в атмосферный воздух при эксплуатации транспортных и иных передвижных средств устанавливается федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды.

При отсутствии разрешений на выбросы вредных веществ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на атмосферный воздух, а также при нарушении условий, предусмотренных данными разрешениями, выбросы вредных веществ в атмосферный воздух и вредные физические воздействия на него могут быть ограничены, приостановлены или прекращены в порядке, определенном Правительством РФ.

Требования охраны атмосферного воздуха при размещении, реконструкции и эксплуатации объектов хозяйственной и иной деятельности:

1) при размещении, реконструкции и эксплуатации объектов хозяйственной и иной деятельности, при застройке городских и иных поселений должно обеспечиваться не превышение нормативов качества атмосферного воздуха в соответствии с экологическими, санитарно-гигиеническими, а также со строительными нормами и правилами в части нормативов площадей озелененных территорий;

2) при размещении объектов хозяйственной и иной деятельности, оказывающих вредное воздействие на качество атмосферного воздуха, в пределах городских и иных поселений, а также при застройке и реконструкции городских и иных поселений должны учитываться фоновый уровень загрязнения атмосферного воздуха и прогноз изменения его качества при осуществлении указанной деятельности;

3) в целях охраны атмосферного воздуха в местах проживания населения устанавливаются санитарно-защитные зоны организаций. Размеры таких санитарно-защитных зон определяются на основе расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и в соответствии с санитарной классификацией организаций;

4) размещение объектов хозяйственной и иной деятельности, оказывающих вредное воздействие на качество атмосферного воздуха, согласовывается с федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды или с его территориальными органами и другими федеральными органами исполнительной власти или с их территориальными органами;

5) при вводе в эксплуатацию новых и (или) реконструированных объектов хозяйственной и иной деятельности, осуществляющих выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, должно обеспечиваться не превышение технических нормативов выбросов и

предельно допустимых выбросов, предельно допустимых нормативов вредных физических воздействий на атмосферный воздух;

б) запрещаются размещение и эксплуатация объектов хозяйственной и иной деятельности, которые не имеют предусмотренных правилами охраны атмосферного воздуха установок очистки газов и средств контроля за выбросами вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух.

Юридические лица, имеющие источники выбросов вредных веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него, проводят инвентаризацию выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, вредных физических воздействий на атмосферный воздух и их источников в порядке, определенном федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды.

Сведения о лицах, ответственных за проведение производственного контроля за охраной атмосферного воздуха, и об организации экологических служб, а также результаты производственного контроля за охраной атмосферного воздуха представляются в территориальные органы федерального органа исполнительной власти в области охраны окружающей среды.

За загрязнение окружающей природной среды выбросами вредных веществ в атмосферный воздух и другие виды воздействия на него с физических и юридических лиц взимается плата в соответствии с законодательством РФ.

Лица, виновные в нарушении законодательства РФ в области охраны атмосферного воздуха, несут уголовную, административную и иную ответственность в соответствии с законодательством РФ.

Вред, причиненный здоровью граждан, и окружающей природной среде загрязнением атмосферного воздуха, подлежит возмещению в полном объеме и в соответствии с утвержденными в установленном порядке таксами и методиками исчисления размера вреда, при их отсутствии в полном объеме и в соответствии с фактическими затратами на восстановление здоровья, имущества граждан и окружающей природной среды за счет средств физических и юридических лиц, виновных в загрязнении атмосферного воздуха.

Нормативы предельно допустимых выбросов устанавливаются с учетом производственных мощностей объекта, данных о наличии его эффекта и иных вредных последствий по каждому источнику загрязнений, показателей качества окружающей среды. Проекты предельно допустимых выбросов самими предприятиями. Конкретному источнику загрязнений предельно допустимые выбросы устанавливают органы Госкомэкологии РФ, бассейновые и другие территориальные органы министерства природных ресурсов РФ, другие специально уполномоченные органы в области охраны окружающей среды, органы государственной санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения РФ.

Нормативные объемы выбросов источниками загрязнений устанавливаются в виде предельно допустимых или временно согласованных выбросов (лимитов). В отношении последних указываются этапы и сроки допустимых нормативов – предельно допустимых выбросов. В соответствии с установленными нормативами предельно допустимых выбросов предприятиям, учреждениям, организациям выдается разрешение на выброс. Нарушение установленных нормативов предельно допустимых выбросов и других требований охраны окружающей среды, предусмотренных разрешением на выброс, влечет ограничение, приостановление, прекращение выбросов вплоть до приостановления, прекращения деятельности предприятия.

Установление порядка разработки и утверждения нормативов предельно допустимых концентраций относится ведению органов государственной санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения РФ (гигиенический норматив). Нормативы качества окружающей среды являются едиными для всей территории РФ. С учетом природно-климатических особенностей, а также повышенной социальной ценности отдельных территорий для них могут быть установлены отражающие особые условия нормативы предельно допустимых концентраций.

Предельно допустимая концентрация является показателем, который определяет соответствие состояния природной среды, установленным гигиеническим и экологическим требованиям. Ими руководствуются при планировании развития территорий, принятии хозяйственных решений, проведении природоохранительных мероприятий и экологического контроля. При нарушении требований нормативов предельно допустимых концентраций деятельность источника вредного воздействия может быть ограничена, приостановлена или прекращена по предписанию органов государственной санитарно-эпидемиологической службы РФ или государственных органов в области охраны окружающей среды.

Ответственность за экологические правонарушения применяют к лицам, совершившим экологические правонарушения, предусмотренных правом мер принуждения. За дисциплинарные проступки в области охраны окружающей среды, за экологические преступления предусматривается соответственно дисциплинарная ответственность, административная ответственность или уголовная ответственность, считающаяся штрафной, карательной. За гражданско-правовые правонарушения наступает гражданско-правовая ответственность или праввосстановительная ответственность.

Расчет рассеивания вредных веществ производится на основании рекомендаций, данных в «Методике расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД – 86», Гидрометеиздат, 1987 год.

Производственный экологический контроль за выбросами осуществляется на основании ГОСТов, руководящих документов.

РД 52.04.59 – 85. Охрана природы. Атмосфера. Требования к точности контроля промышленных выбросов. Методические указания.

Документ регламентирует методы измерения концентраций загрязняющих веществ и объемного расхода газовой смеси в выбросах для всех типов организованных источников загрязнения атмосферы. Величина выброса загрязняющего атмосферу вещества определяется произведением массовой концентрации этого вещества в газовом потоке и объемного расхода газовой смеси, представленных для данного источника и приведенных к одному сечению.

Измерение концентрации загрязняющего вещества и объемного расхода газовой смеси должны производиться приборами прошедшими государственную метрологическую аттестацию или государственные испытания и внесены в государственный реестр. Приборы должны быть проверены органами метрологической службы.

ГОСТ Р 50820 – 95. Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Методы определения запыленности газопылевых потоков.

Гост регламентирует способы отбора проб воздуха из газоходов, средства измерения, правила отбора и обработки результатов измерения.

ГН 2.1.6.1338–03. Предельно – допустимая концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

Нормативы используются при проектировании технологических процессов, оборудования и вентиляции для санитарной охраны атмосферного воздуха, для профилактики неблагоприятного воздействия загрязняющих атмосферный воздух веществ на здоровье населения.

ГН 2.1.6.1339–03. Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

Нормативы используются при решении вопросов предупредительного надзора, для обеспечения требований к разработке оздоровительных мероприятий по охране атмосферного воздуха проектируемых, реконструированных производств.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно – защитные зоны и санитарная защита предприятия.

Для объектов, их отдельных зданий и сооружений с технологическими процессами, являющимися источниками формирования производственных вредностей, в зависимости от мощности, условий эксплуатации, концентрации объектов на ограниченной территории, характера и количества выделяемых в окружающую среду токсических и пахучих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на окружающую среду и здоровье человека при обеспечении соблюдения требований гигиенических нормативов в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов,

устанавливаются минимальные размеры санитарно–защитных зон. В качестве ориентировочного размера СЗЗ принимается расстояние 200м, что соответствует п. 5.1. настоящего СанПиН.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной дипломной работы были предложены три мероприятия для снижения выбросов от промышленного объекта по производству железобетонных изделий:

1) замена ручной станции СР100 для растаривания мешков с цементом на автоматическую установку с рукавным фильтром марки КФЕ-Т, который устанавливается над барабанным ситом и улавливает цементную пыль обратно в технологический процесс, очищая тем самым воздух;

2) замена ручной станции СР100 для растаривания мешков с цементом на компактный клапан-растариватель для биг-бэгов, который контролирует выгрузку сыпучего материала из мешка и минимизирует тем самым его потери;

3) бестарная перевозка цемента автоцементовозом ТЦ21, которая исключает цементное пыление в атмосферу в принципе, так как разгрузка происходит непосредственно из самой цистерны через рукав в силос. После чего по предприятию цемент перемещается при помощи пневматического транспорта.

Данные мероприятия были проведены исходя из анализа существующего положения на посту растаривания мешков с цементом, который показал, что используемая до мероприятий установка имеет интенсивное выделение в атмосферу и не удовлетворяет экологическим требованиям, так как в процессе растарки пыль хаотично и неконтролируемо разлетается по цеху.

Для всех трех мероприятий были произведены расчеты по методическим пособиям «Расчет выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов» и «Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники (расчетным методом)», которые показали эффективный результат, значительно уменьшив либо исключив выделение цементной пыли в атмосферу:

– при внедрении автоматической станции растаривания с рукавным фильтром марки КФЕ-Т удалось снизить удельные и валовые выбросы пыли неорганической с 0,028 г/с до 0,0005 г/с и с 0,19 т/год до 0,0038 т/год;

– при использовании клапана-дозатора для биг-бэгов – с 0,028 г/с до 0,0075 г/с и с 0,19 т/год до 0,0532 т/год.

Если рассматривать внедрение бестарного привоза цемента транспортом, то его несомненным преимуществом будет полное исключение поступления цементной пыли в атмосферу, что дает данному мероприятию статус наиболее экологически выгодного решения в транспортировке и выгрузке цемента на предприятии. Но с другой стороны, появляется более серьезная проблема, заключающаяся в количестве выхлопных газов от цементовоза. Грузовые автомобили с мощностью 400 л.с., как в случае с выбранным Камазом – 6460, оказывают колоссальное негативное

воздействие на окружающую среду в отличие от остальных автомобилей. Расчет валовых и максимально-разовых выбросов веществ показал, что цементовоз имеет сильное отрицательное влияние на атмосферу на территории предприятия, учитывая также тот фактор, что большинство времени автомобиль находится в неподвижном состоянии, выгружая цемент, а, как правило, наибольший объем токсинов присутствует в выхлопных газах, когда двигатель работает на холостом ходу. При таком режиме происходит плохое выгорание топлива и отход несгоревших элементов топлива в количестве более чем в десять раз превышающем выхлопы при стандартном режиме автомобиля.

Оценка мероприятий с экономической точки зрения, учитывая, что стоимость исходного растаривателя МКР под 1 бункер с надставкой, площадкой обслуживания, лестницей и комплектом крепежа составляет 175350 рублей:

- автоматическая станция растаривания с рукавным фильтром в сумме имеет стоимость 700000 рублей, что в 4 раза превышает стоимость предыдущей установки;

- клапан – дозатор для биг-бэгов имеет стоимость 8000 рублей, что в 22 раза меньше стоимости исходной станции растаривания;

- за доставку цемента автоцементовозом в месяц уходит 48000 рублей, учитывая, что в месяц требуется 5 машин. Также для перемещения цемента внутри предприятия требуется пневматический транспортер ПТЗ-14, стоимость которого составляет 225000 рублей и силос для хранения цемента, стоимость которого 235000 рублей. Итого: 508000 рублей.

Вывод: исходя из количества загрязняющих веществ и затрат на оборудование, наиболее целесообразным будет природоохранное мероприятие в качестве использования клапана – дозатора для биг-бэгов. Он минимизирует выбросы в атмосферу в 3 раза, не потребует замены неисправных частей, а в случае полного износа не составит огромных затрат на покупку нового клапана, и в целом данное приспособление имеет простую технологию использования и малые габариты, что делает его удобным в эксплуатации.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГН 2.1.6.1338–03. Предельно–допустимая концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: «Минздрав России» Москва 2003.– с. 54–68.
2. ГОСТ Р 50820–95. Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Методы определения запыленности газопылевых потоков: Издательство стандартов, Москва 1996.– с. 44–59.
3. 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.
4. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 ГКАЛ в час, Москва, 1999. 56 с.
5. 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.
6. 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.
7. СНИП 2.2.1/2.1.1.1031-01 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. М.: Минздрав России, 2001.
8. Чекалов Л.В., Громов Ю.И., Курицын Н.А., Морозов Ю.М. Опыт эксплуатации нового пылеулавливающего оборудования // Энергетик.–2010.– №6.– с. 38–41.
9. Комонов С.В. Нормативно-правовая база. Перечень природоохранных документов. Методические указания для выполнения выпускной квалификационной работы. – Красноярск: ИПК СФУ. – 2013. – 68 с.
10. ГОСТ 2.316–2008 Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения. Взамен ГОСТ 2.316–68; дата введ. 01.07.2009. –Москва: Стандартинформ, 2009. – 12 с.
11. Экология и экономика природопользования: Учебник для вузов / Под ред. проф. Гирусова, Э. В. - М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1998.-С.-455.
12. Справочник по аспирационным и пневмотранспортным установкам /Н.П.Володин, М.Г. Касторных, А.И.Кривошеин. М.: Колос, 1984. -288 с: ил.
13. Штокман Е.А. Очистка воздуха. – М.: Изд-во АСВ, 1999. – 456 с.
14. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. 8-е изд., перераб. и доп. СПб: НИИ Атмосфера, 2010 г.
15. Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов, Новороссийск,

ЗАО «НИПИОТСТРОМ», 2001, с учетом дополнений и изменений НИИ Атмосфера от 2005 г.

16. Справочник по производству цемента. Под ред. И.И. Холина. М.: 1963

17. Банит Ф. Г., Несвижский О. А. Механическое оборудование цементных заводов. М.: Машиностроение, 1975. 318 с.

18. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (дополненное и переработанное), СПб, НИИ Атмосфера, 2005

19. Рукавные фильтры. М. «Машиностроение», 1977. 256 с. Авт.: М. Л. Моргулис, М. Г. Мазус, А. С. Мандрико, М. И. Биргер.

20. Экономика природопользования. Методические указания по выполнению курсовой работы для специальности (280202) «Инженерная защита окружающей среды» / Сост. Ж.В. Миронова; ГУЦМ и З, Красноярск, 2005. - 28 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Удельные выбросы загрязняющих веществ пусковыми двигателями и установками при пуске дизельных двигателей на ДМ ( $m_{ник}$ )

Категория машин	Номинальная мощность дизельного двигателя, кВт	Удельные выбросы загрязняющих веществ, г/мин				
		СО	СН	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Pb <sup>x</sup>
1 <sup>xx</sup>	до 20	-	-	-	-	-
2	21-35	18,3	4,7	0,·	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,·	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

Таблица А.2 – Удельные выбросы загрязняющих веществ ДМ в процессе прогрева ( $m_{прпк}$ )

Категория машин	Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин									
	СО		СН		NO <sub>2</sub>		С		SO <sub>2</sub>	
	Периоды года									
	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный
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 СО,СН,С,SO<sub>2</sub> должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений для холодного периода. Выбросы NO<sub>2</sub> равны выбросам в холодный период.

Таблица А.3 - Удельные выбросы загрязняющих веществ ДМ в процессе движения по территории предприятия ( $m_{\text{гвнк}}$ )

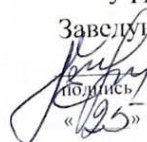
Категория машин	Номинальная мощность дизельного двигателя, кВт	Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин									
		СО		СН		NO <sub>2</sub>		С		SO <sub>2</sub>	
		Периоды года									
		теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный
1	до 20	0,24	0,29	0,08	0,10	0,47	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 СО, СН, С, SO<sub>2</sub> должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений для холодного периода. Выбросы NO<sub>2</sub> равны выбросам в холодный период.

Таблица А.4 - Удельные выбросы загрязняющих веществ при работе дизельного двигателя на холостом ходу ( $m_{\text{ххнк}}$ )

Категория двигателя	Номинальная мощность двигателя, кВт	Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин				
		СО	СН	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	С
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

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

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
  
Т. А. Кулагина  
инициалы, фамилия  
«25» 06 2018 г.

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.01 «Техносферная безопасность»  
код и наименование специальности

Снижение негативного воздействия на атмосферу от предприятия по  
производству железобетонных изделий  
Тема

Руководитель

  
подпись, дата

О.Н.Ледяева  
инициалы, фамилия

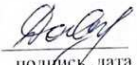
Научный консультант

  
подпись, дата

канд. техн. наук

И.В. Андруняк  
инициалы, фамилия

Выпускник

  
подпись, дата

К.И.Давыдова  
инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:

Консультант по  
нормативно-правовой базе  
наименование раздела

  
подпись, дата

С. В. Комонов  
инициалы, фамилия

Консультант по  
экономической части  
наименование раздела

  
подпись, дата

Ж. В. Миронова  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер  
наименование раздела

  
подпись, дата

С. В. Комонов  
инициалы, фамилия

Красноярск 2018