

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ С. В. Комонов
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2016 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»
код и наименование специальности

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВА АСБЕСТОЦЕМЕНТНОГО
ШИФЕРА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Руководитель

С. В. Комонов
подпись, дата

канд. техн. наук
должность, ученая степень

С. В. Комонов
инициалы, фамилия

Выпускник

Т. А. Евменова
подпись, дата

Т. А. Евменова
инициалы, фамилия

Консультант
по нормативно-
правовой базе

С. В. Комонов
подпись, дата

С. В. Комонов
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

С. В. Комонов
подпись, дата

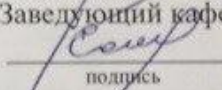
С. В. Комонов
инициалы, фамилия

Красноярск 2016

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


подпись

С. В. Комонов
инициалы, фамилия

« »

2016 г.

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

Студенту: Евменовой Татьяне Александровне.

Группа ФЭ12-09б. Направление (специальность): 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Тема выпускной квалификационной работы: «Оценка воздействия производства асбестоцементного шифера на окружающую среду».

Утверждена приказом по университету № 5146/С от 14.06.16г.

Руководитель ВКР: С.В. Комонов, к.т.н., заведующий кафедры ИЭиБЖД.

Исходные данные для ВКР: справочная литература, учебная литература, методическая литература, ГОСТы, СНиПы, технические инструкции с предприятия.

Перечень разделов ВКР: характеристика асбестоцементного производства, общие сведения о предприятии, технологическая цепочка производства асбестоцементного волнового шифера, характеристика источника выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, водопотребление и водоотведение предприятия, обоснованные данные о выбросах вредных веществ, мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, нормативно-правовая база.

Перечень графического материала:

Лист 1 – План-схема промышленной площадки предприятия.

Лист 2 – Технологическая цепочка производства асбестоцементного волнового шифера.

Лист 3 – Фильтр рукавный с импульсной продувкой и пылесосаочной камерой УВП-СТ-К-ФРИ.

Лист 4 – Схема распределения производственной воды.

Лист 5 – Годовые нормативы образования отходов производства и потребления.

Лист 6 – Карта-схема изолиний приземных концентраций пыли асбестосодержащей до мероприятий

Руководитель ВКР



С. В. Комонов
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

Т. А. Евменова
инициалы и фамилия

« ____ » _____ 2016 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения ВКР

| Наименование и содержание этапа | Срок выполнения |
|---|---------------------|
| Сбор и анализ исходной документации и литературы | 30.05.16 – 04.06.16 |
| Постановка основной задачи, освоение расчетных методик и программ | 06.06.16 – 08.06.16 |
| Выполнение расчетов, оформление результатов, составление выводов | 09.06.16 – 18.06.16 |
| Графическое оформление чертежей | 20.06.16 – 23.06.16 |
| Работа над нормативно-правовой базой, оформление расчетно-пояснительной записки | 24.06.16 – 26.06.16 |
| Оформление прочей документации | 27.06.16 – 29.06.16 |

« ___ » _____ 2016 г.

Руководитель ВКР


_____ подпись

С. В. Комонов
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

_____ подпись

Т. А. Евменова
инициалы и фамилия

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Оценка воздействия асбестоцементного производства на окружающую среду» содержит 82 страницы текстового документа, 25 использованных источников, 6 листов графического материала.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, АСБЕСТ, ЦЕМЕНТ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА, ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ, ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ.

Объект исследования – завод по производству асбестоцементных волновых листов.

Цели работы:

- ознакомиться с общей структурой промышленного предприятия;
- изучить технологическую цепочку;
- изучить механизмы образования мелкодисперсной пыли;
- определить источники загрязнения атмосферного воздуха;
- определить возможные источники загрязнения поверхностных и подземных вод;
- определить отходы производства и потребления;
- предложить мероприятия по пылеподавлению;
- провести расчет рассеивания загрязняющих веществ.

В результате разработки ВКР была изучена структура предприятия, выявлены источники загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, определено количество отходов производства и потребления, предложены мероприятия по снижению выбросов пыли асбеста в атмосферный воздух, произведен расчет рассеивания загрязняющих веществ.

АННОТАЦИЯ
к выпускной квалификационной работе
на тему: Оценка воздействия асбестоцементного производства на
окружающую среду

ВКР выполнена на 82 страницы, включает 5 листов графического материала, 25 литературных источников.

Объектом исследования является завод по производству асбестоцементных волновых листов ООО «Комбинат «Волна».

Целью исследования является оценка воздействия асбестоцементного производства на окружающую среду.

В дипломную работу входит введение, пять глав, итоговое заключение по работе.

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

В первой главе приведены общие сведения о предприятии.

Во второй главе представлена характеристика предприятия, как источника загрязнения атмосферы.

В третьей главе описана характеристика физико-географических и климатических условий района расположения предприятия

В четвертой главе описана технология производства асбестоцементного волнового шифера.

В пятой главе водопотребление и водоотведение предприятия.

В шестой главе отходы производства и потребления.

В седьмой главе приведены обоснованные данные о выбросах вредных веществ.

В восьмой главе предложены мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

В девятой главе представлена нормативно-правовая база.

В заключении сформулированы выводы по выпускной квалификационной работе.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение..... | 8 |
| 1 Общие сведения о предприятии..... | 9 |
| 2 Характеристика предприятия как источника загрязнения..... | 10 |
| 3 Характеристика физико-географических и климатических условий района расположения предприятия..... | 11 |
| 4 Технология производства асбестоцементного волнового шифера..... | 13 |
| 4.1 Сырьевые материалы для производства асбестоцементных листов...15 | |
| 4.2 Доставка сырья на склад..... | 17 |
| 4.3 Разгрузка сырья..... | 18 |
| 4.4 Склад сырья. Хранение..... | 20 |
| 4.5 Аппараты для распушки и приготовления асбестоцементной массы..... | 22 |
| 4.6 Комплекс оборудования см-1155 для производства асбестоцементных волновых листов..... | 25 |
| 5 Водопотребление и водоотведение предприятия | 39 |
| 5.1 Количество и характеристика сточных вод | 40 |
| 5.2 Обоснование проектных решений по очистке сточных вод | 40 |
| 5.3 Сброс сточных вод | 41 |
| 6 Отходы производства и потребления | 42 |
| 6.1 Расчет и обоснование годовых нормативов образования отходов .. | 45 |
| 7 Обоснованные данные о выбросах вредных веществ | 56 |
| 7.1 Расчет выбросов вредных веществ от автотранспорта | 56 |
| 7.2 Расчет выбросов при подаче цемента пневмотранспортом | 63 |
| 7.3 Расчет рассеивания загрязняющих веществ | 63 |
| 7.4 Расчет доли ПДК с учетом фоновой концентрации | 68 |
| 8 Мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу | 69 |
| 8.1 Характеристика рукавных фильтров с импульсной продувкой и пылесадочной камерой УВП-СТ-К-ФРИ..... | 69 |
| 8.2 Расчёт рукавных фильтров | 73 |
| 9 Нормативно – правовая база | 77 |
| Заключение..... | 79 |
| Список использованных источников..... | 81 |

ВВЕДЕНИЕ

Асбестоцементная промышленность - отрасль промышленности строительных материалов, производящих изделия, которые используются в строительстве зданий и трубопроводах различного назначения. Асбестоцемент является композиционным материалом, в состав которого входят портландцемент (80 – 90 %), хризотилковый асбест (10 – 20 %) и вода.

Асбестом называют группу минералов, имеющих волокнистое строение и при механическом воздействии способных распадаться на тончайшие волокна. Более 90 % асбеста, который добывают и продают в мире - это хризотилковый асбест, называемый также "белый асбест". По степени воздействия на организм человека асбест относят к III классу опасности.

Отношение к асбестоцементу не однозначно, существует мнение, что асбест является экологически вредным материалом (канцерогеном), поэтому во многих западных странах его применение законодательно запрещено. Однако в России асбестоцемент не запрещен, и его по-прежнему достаточно широко применяют в строительстве.

В процессе производства асбеста и в отраслях, связанных с использованием асбеста в изделиях и материалах, образуются асбестосодержащие отходы. В асбестоцементном производстве образуются мокрые, сухие, пылевые и прочие отходы.

Производство асбестоцемента является крупной и технически оснащенной отраслью в России, ежедневно выделяющей в воздух рабочей зоны, а затем и в окружающую среду значительное количество мелкодисперсной пыли. Переработка порошкообразных ингредиентов невозможна без выделения пыли в рабочие помещения и окружающую среду в составе вентиляционных выбросов. Основными источниками пыления на предприятии являются дозаторы заправки асбеста, элеваторы, конвейерные бегуны, станки для выпиливания шифера и места растаривания асбеста.

Для борьбы с пылевым фактором используется устаревшее оборудование – циклоны и рукавные фильтры. В соответствии с особенностями строения волокон асбеста, а также специфике производства наиболее мелкие фракции не могут быть уловлены. Таким образом, концентрация асбестоцементной пыли в воздухе рабочей зоны превышает значение ПДК в 20 раз, а концентрация на границе санитарно-защитной зоны предприятия имеет 7-кратное превышение нормативов.

1. Общие сведения о предприятии

Завод по производству асбестоцементных волновых листов ООО Комбинат «Волна» находится в г. Красноярске, ул. Мусоргского, 15

Основными видами деятельности являются:

- производство листов асбестоцементных волнистого профиля 40/150 и 51/177 ГОСТ 30340-95;

- производство листов асбестоцементных плоских ГОСТ 18124-95, ТУ 5781-002-58801035-2002, ТУ 21-24-46-82;

- производство труб и муфт асбестоцементных напорных – ВТ6, САМ6, ВТ9, САМ9, ВТ12, САМ12 – ГОСТ 539-80; безнапорных – ГОСТ 1839-80.

Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 производство изделий из асбеста относится к I классу санитарной классификации среди предприятий строительной промышленности с нормативными размерами санитарно-защитной зоны (СЗЗ) размером 1000 м.

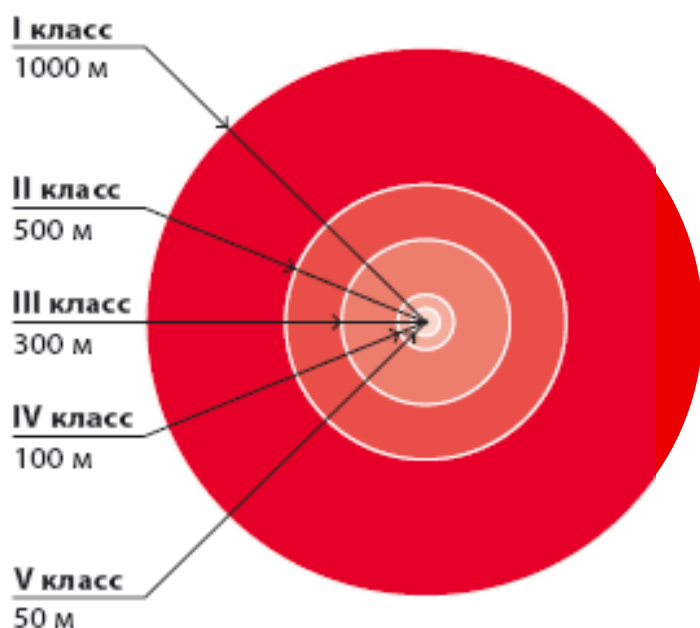


Рисунок 1 – Ориентировочный размер СЗЗ для предприятия различных отраслей 5 классов опасности

В связи с тем, что предприятие расположено в районе плотной промышленной застройки, предприятие не имеет возможности организации индивидуальной санитарно-защитной зоны.

Значение фоновых концентраций по взвешенным веществам (пыли) составляет $1,58 \text{ мг/м}^3$, что превышает ПДК_{м.р.}.

2 Характеристика предприятия как источника загрязнения

В процессе производства асбеста и в отраслях, связанных с использованием асбеста в изделиях и материалах, образуются асбестосодержащие отходы. В асбестоцементном производстве образуются мокрые, сухие, пылевые и прочие отходы.

Источники выбросов могут быть организованные и неорганизованные.

На участке по производству асбестоцементных волновых листов расположены: организованный и неорганизованные – стационарные источники загрязнения от пневмотранспорта при подаче цемента и передвижные от сгорания дизельного топлива в двигателях автомобилей (NO_2 – 2 кл. опасности, SO_2 – 3 кл. опасности, CO – 4 кл. опасности и углеводороды CH).

Оценка величины выделения загрязняющих веществ организованными источниками осуществляется двумя методами: инструментальным и расчетным. Инструментальные методы являются преобладающими для источников с организованным выбросом загрязняющих веществ в атмосферу.

Источник выброса – дымовая труба высотой $H=10$ м, диаметром $D=0,4$ см, средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса $\omega_0=10,7$ м/с, температура выбрасываемой газовой смеси $T_r = 20^\circ\text{C}$. Загрязняющим веществом поступающим в атмосферу является: пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%), образующая при подаче, растарке асбеста, обминании в бегунах.

Обработка асбеста происходит в закрытых установках. Обеспыливание воздуха от машины растаривания и бегунов производится в аспирационными установками для улавливания асбестосодержащей пыли с аппаратами для очистки воздуха. Для борьбы с пылевым фактором используется устаревшее оборудование – циклоны и рукавные фильтры. Концентрация асбестоцементной пыли в воздухе рабочей зоны превышает значение ПДК в 20 раз, а концентрация на границе санитарно-защитной зоны предприятия имеет 7-кратное превышение нормативов.

3 Характеристика физико-географических и климатических условий района расположения предприятия

Площадка предприятия расположена в Свердловском районе г. Красноярска. Вокруг предприятия находятся административные здания, хозяйственные корпуса и склады.

Город расположен в зоне повышенного потенциала загрязнения атмосферы, основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются выбросы от стационарных источников загрязнения, неорганизованные выбросы с производственных и строительных площадок, выбросы от автотранспорта.

Красноярск расположен на обоих берегах реки Енисей, в среднем его течении, в вытянутой котловине со сложным рельефом. Минимальные абсолютные высотные отметки дна долины приурочены к руслу и изменяются от 130 м до 143 м над уровнем моря. Максимальные высоты с абсолютными отметками 270-300 м (правый берег) приурочены к поверхности территории водораздельных массивов.

Температурные инверсии наблюдаются в течение всего года. Наибольшая их повторяемость приходится на зимний период (84-88 %), а наименьшая - в весеннее время (46 %), т.е. в период развития наиболее бурных атмосферных процессов. Наиболее характерны в условиях Красноярска радиационные инверсии, вероятность образования которых, особенно в летнее время, наибольшая для ночных и ранних утренних сроков. Повторяемость приподнятых инверсий с нижней границей до 250 м незначительная, максимальное ее значение наблюдается в декабре и не превышает 4 % от общего числа случаев.

Число дней с туманами в среднем за год составляет 32, из них в холодный период (октябрь-март) - 21, в теплый (апрель-сентябрь) - 11. Меньше всего туманов (1-2 дня) приходится на весенние месяцы (апрель-май) и больше на декабрь-февраль (до 18 дней).

Средняя продолжительность туманов в городе более 140 часов в год. Наибольшей продолжительностью отличаются туманы с ноября по январь от 5 до 6 часов. В остальное время года продолжительность туманов не превышает 3,5 часов.

Годовое количество осадков в пределах г. Красноярска - 300-450 мм. Летом месячные суммы осадков достигают наибольших значений 68-79 мм.

Город Красноярск находится в неблагоприятных, с точки зрения рассеивания выбросов в атмосферу, метеорологических условиях. Особенно ухудшаются условия рассеивания примесей в зимние месяцы, когда

значительно возрастает повторяемость инверсионного распределения температуры, слабых ветров, туманов. Город расположен в зоне повышенного потенциала загрязнения атмосферного воздуха.

Средняя температура июля +18,7 градусов, средняя температура января - 15,5 градусов. Коэффициент А, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе равен 200.

Среднегодовая повторяемость Северного ветра - 2%, Северо – Восточного - 5%, Восточного - 6%, Юго – Восточного - 2%, Южного 13%, Юго – Западного - 52%, Западного - 15%, Северо – Западного - 5%. Господствующее направление – Юго – Западное.

Среднегодовая скорость ветра 1,8 м/с. В условиях Красноярска низкие скорости ветра сопровождаются образованием приземных инверсий в среднем в 38% случаев. Повторяемость ветра с предприятия на жилые районы составляет 15%, это Южный и Юго-Восточный ветра.

4 Технология производства асбестоцементного волнового шифера

Производительный процесс предусматривает осуществление определенного технологического цикла: приготовление пульпы, формирование листов, выдержка под давлением, обрезка по размерам.

Мешки с асбестом подаются в растариватель ленточным конвейером, где поступают в бункер и нарезаются параллельно установленными дисковыми ножами. Склад асбеста примыкает непосредственно к отделениям распушки асбеста и приготовления асбестоцементной массы.

Распушка асбеста – важнейшая операция определяющая качество продукции. В результате распушки адсорбирующая поверхность волокон асбеста резко увеличивается. Наиболее распространенный аппарат на первой стадии распушки – бегуны. Более эффективен мокрый способ, так как вода, проникая в микрощели, оказывает расклеивающее действие. Асбест с авторастаривателя подается на бегуны, с помощью которых производится отделение его волокон друг от друга (распушка асбеста). Окончательная распушка асбеста осуществляется в голлендере.

Процесс приготовления пульпы проходит в специальных смесителях. В них сырьевые компоненты (асбест и цемент) равномерно перемешиваются с водой.

Применяемые в настоящее время в асбестоцементной промышленности аппараты для приготовления асбестоцементной массы в основном периодического действия, а формировочные машины надо питать такой массой непрерывно. Для создания запаса асбестоцементной массы устанавливают ковшовую мешалку.

Сырая заготовка (накат), сформованная из асбестоцементной суспензии на листоформовочной машине, с помощью ротационных ножниц раскраивается на форматы заданного размера, которые поступают на волнировщик. Волнируются раскроенные форматы путем транспортирования через профильные цепи, расположенные веерообразно, после чего переходят на стол укладчика. Вакуумной коробкой укладчика листы переносятся со стола укладчика в тележки-формы конвейера твердения, на которые укладываются в стопы (по 10—14 шт).

Листы на тележках перемещаются внутри теплоизоляционной камеры сначала по нижнему ярусу, а затем по верхнему и проходят предварительное твердение в паровоздушной среде.

При выходе из камеры стопа поднимается над тележкой, а затем наезжает на вилы съемника, который поднимает и перемещает ее на загрузочный конвейер. Освобожденная от листов тележка подается к укладчику для приема

НОВЫХ ЛИСТОВ.

Загрузочным конвейером стопа листов подается к увлажнителю листов, где укладывается на шарнирно подвешенные опоры конвейера, непрерывно перемещающегося в горячей воде внутри теплоизоляционной камеры. Пройдя гидротермальную обработку в увлажнителе, стопа листов попадает на позицию переборки. Вакуумная коробка переборщика листов, совершая возвратно-качательные движения, при каждом ходе снимает из стопы по одному листу и укладывает эти листы на разгрузочный конвейер.

Перебранные по одному листы транспортируются к гидроснижателю, где укладываются на поддон в пачку. Готовая пачка листов вместе с поддоном убирается конвейером выдачи.

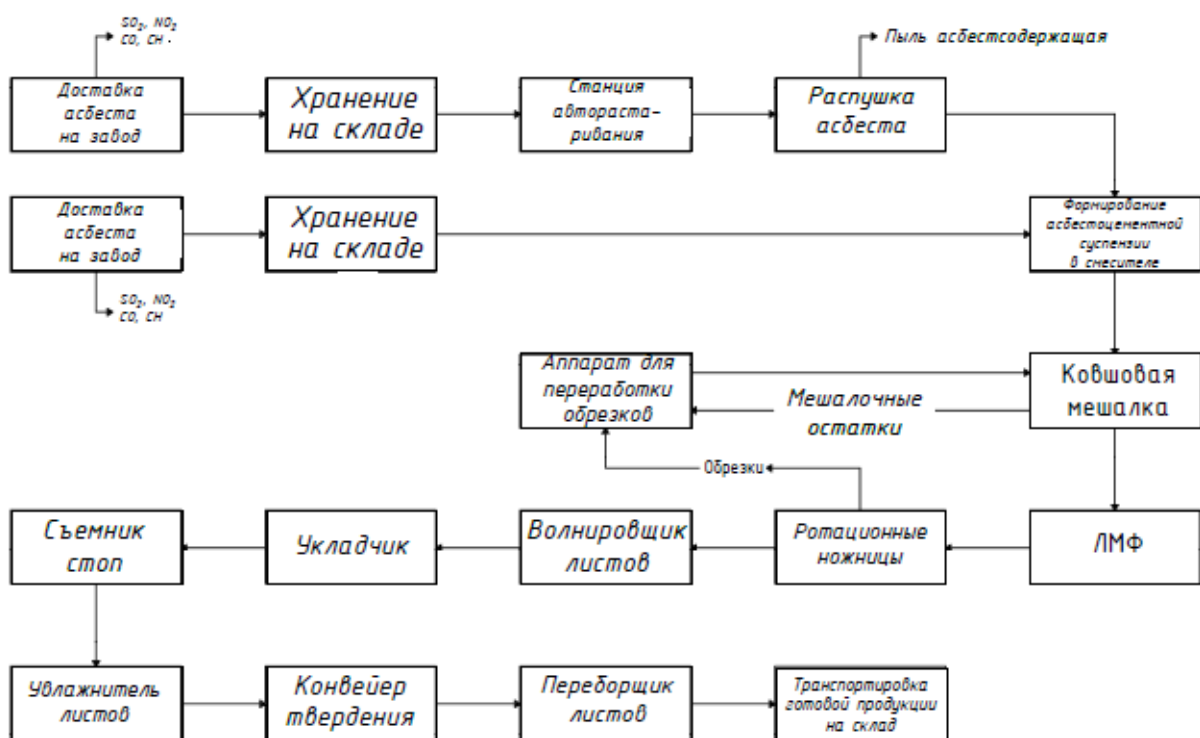


Рисунок 2 – Технологическая цепочка производства асбестоцементного волнового шифера

4.1 Сырьевые материалы для производства асбестоцементных листов

Технологический процесс производства всех видов материалов и изделий определяется свойствами применяемого сырья и теми требованиями, которые предъявляются к выработанным материалам и изделиям.

Основным сырьем для изготовления асбестоцементных листов являются три компонента: асбест, цемент и воды. Сырьевая смесь (в расчете на массу сухих веществ) содержит в среднем 85 % цемента и 15 % асбеста.

Хризотил-асбест

Асбестом называют группу минералов, имеющих волокнистое строение и при механическом воздействии способных распадаться на тончайшие волокна. В производстве асбестоцементных листов применяют хризотил-асбест. Химический состав хризотил-асбеста выражается формулой $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. По химическому составу асбестовые минералы являются водными силикатами магния, железа, кальция и натрия.

Промышленную ценность асбестовых минералов: длина волокон, эластичность, прочность, способность распадаться на тончайшие волокна, химическая, способность выдерживать высокие температуры.

Асбест обладает большой адсорбционной способностью. А в смеси с портландцементом при смачивании водой он хорошо удерживает на своей поверхности продукты гидратации цемента, связывающие волокна асбеста.

Большое влияние на качество продукции оказывает длина волокон асбеста. Это основной признак деления асбеста на сорта. Для производства асбестоцементных изделий применяют коротковолокнистый асбест—3, 4, 5 и 6 сортов с длиной волокон от 10 мм до нескольких сотых мм. Иногда часть асбеста (10-15%) заменяют базальтовой или шлаковой минеральной ватой.

Таблица 1 – Сорта и марки асбеста, применяемого для производства асбестоцементных изделий

| Сорт | Текстура | |
|------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | Полужесткая | мягкая |
| 3 | П-3-70 П-3-60 П-3-50 | М-3-70 М-3-60 |
| 4 | П-4-40 П-4-30 П-4-20 П-4-5 | М-4-40 М-4-3 0 М-4-20 М-4-5 |
| 5 | П-5-67 П-5-65 П-5-52 П-5-50 | М-5-65 М-5-50 |
| 6 | П-6-45 | М-6-40 М-6-30 |

Портландцемент м400

В качестве вяжущего компонента при производстве асбестоцементных листов используют специальный портландцемент для асбестоцементных изделий. В данном случае применяется портландцемент М400. Такой цемент характеризуется: быстрым нарастанием прочности, как в начале, так и в последующие сроки твердения, замедленным началом схватывания (не ранее 1,5 ч) и достаточно большой тонкостью помола, необходимой для того, чтобы создать значительную поверхность сцепления между цементом и тонко распушенными волокнами асбеста. Этот цемент не должен иметь минеральных добавок (кроме гипса).

Наращение прочности изделия должно происходить достаточно быстро для перехода полуфабриката в готовую продукцию. Количество добавок в цементе устанавливают с согласия потребителя, но не более 3% (за исключением гипса). Гипс же добавляют для регулирования сроков схватывания в количестве не менее 1,5% и не более 3,5% от массы цемента.

Вода

В производстве асбестоцементных листов вода потребляется на приготовление асбестоцементной смеси и промывку суконов и сетчатых цилиндров формовочной машины. Вода, применяемая для производства асбестоцементных изделий, не должна содержать глинистых примесей, органических веществ и минеральных солей. Глинистые частицы, осаждаваясь на поверхности асбестовых волокон, уменьшают их сцепление с цементом, затрудняют фильтрацию асбестоцементной суспензии и снижают механическую прочность изделий.

Производство асбестоцементных листов связано с большим расходом воды. В отходящей воде содержится значительное количество асбеста и цемента, поэтому ее возвращают в технологический цикл обратно. Работа на оборотной технологической воде позволяет не только избежать загрязнения среды, но и дает преимущества. Насыщенность оборотной воды ионами Са и SO_2 препятствует вымыванию гипса и предотвращает преждевременное схватывание, отсутствие в ней CO_2 ликвидирует забиваемость сеток карбонатом кальция.

При смешивании асбеста с портландцементом и водой волокна асбеста равномерно распределяются в массе цемента, при этом каждое волокно оказывается окруженным цементным тестом. Адсорбируя выделяющийся при твердении цемента гидроксид кальция и другие продукты гидратации цемента, асбест уменьшает их концентрацию в растворе. В результате этого схватывание и твердение цемента ускоряются, он прочно связывается с волокнами асбеста.

4.2 Доставка сырья на склад

Доставка цемента до склада предприятия привозится автоцементовозом.

Автоцементовоз представляет собой цистерну с оборудованием для перевозки цемента. Автоцементовоз имеет следующее устройство. На автомобиль-тягач устанавливают под углом 7 – 9 градусов цистерну. Наклон цистерны обеспечивает лучшую подачу цемента к разгрузочному устройству. В верхней части цистерны имеется два люка для загрузки цемента, внутри цистерны смонтировано оборудование для разгрузки цемента пневматическим способом.

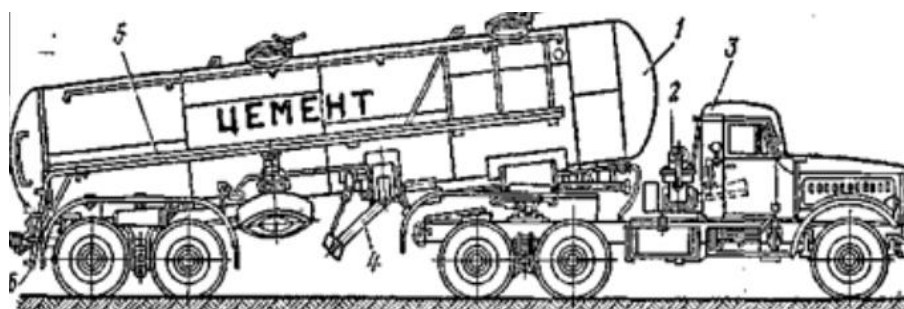


Рисунок 3 – Автоцементовоз (а) и его цистерна (б)

В настоящее время для асбестоцементной промышленности организуется поставка асбеста заранее отшихтованного в определенные сорта и спрессованного в брикеты небольшой величины. Применение шихтованного брикетного асбеста позволяет полностью механизировать погрузо-разгрузочные работы и автоматизировать технологические процессы заготовительных отделений.

Транспортирование партий мешков с асбестом осуществляется бортовым КамАЗом-43118 грузоподъемностью 11 т. Мешки должны быть тщательно укрыты брезентом или пленкой. Внутри машины предусмотрено приспособление для фиксации поддонов.

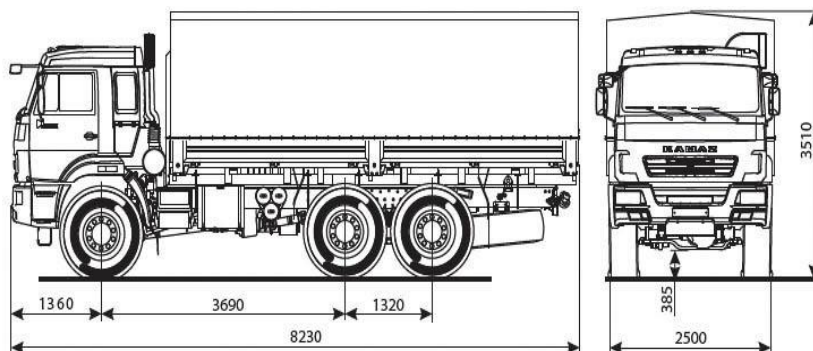
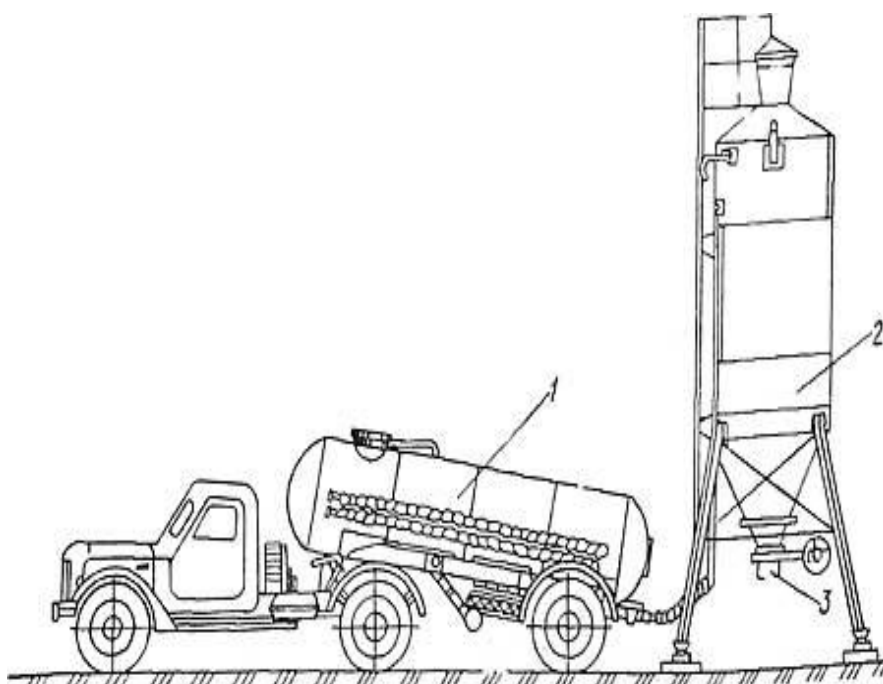


Рисунок 4 – КамАЗ-43118 бортовой. Габаритные размеры

4.3 Разгрузка сырья

Разгрузка пневматическим способом предусматривает подачу воздуха через трубу под давлением к аэролоткам. Аэролоток представляет собой перфорированный стальной лист, на котором расположена проволочная сетка и ткань. Поступая под нижнюю часть аэролотка, сжатый воздух проходит через отверстия стального листа, просачивается струйками через ткань и насыщает нижний слой цемента. Смешиваясь со сжатым воздухом. Цемент приобретает текучесть и движется к разгрузочному устройству. Под давлением цемент можно транспортировать и в другую емкость, расположенную на высоте 15 м.



1 – автоцементовоз; 2 – бункер для цемента (силос); 3 – устройство для выдачи цемента.

Рисунок 5 – Схема разгрузки автоцементовоза

Для разгрузки цемента к патрубку присоединяют рукав, направляющий цемент в емкость, и открывают пробковый кран. Аэрированный цемент проходит пробковый кран и с помощью продувочной форсунки, создающей разрежение у пробкового крана, попадает в струю сжатого воздуха, который подается в емкость. На аэролотки цемент ссыпается с помощью откосов, изготовленных из листовой стали и установленных под углом 45 – 50 градусов к горизонтальной плоскости. Для создания необходимого давления воздуха на шасси автомобиля тягача устанавливают ротационный компрессор. Для очистки нагнетаемого воздуха от влаги и масла на компрессор установлен влагомаслоотделитель.

Такой способ разгрузки исключает потери цемента, имеющие место при ручной загрузке, и улучшает условия труда.

Асбест доставляют на предприятие в бортовом КамАЗе. Разгрузка производится вилочным универсальным погрузчиком ТВЭКС ВП-05.

Вилочный универсальный погрузчик (автопогрузчик) применяют для разгрузки, транспортирования на небольшие расстояния и штабелирования.



Рисунок 6 – Вилочный универсальный погрузчик ТВЭКС ВП-05

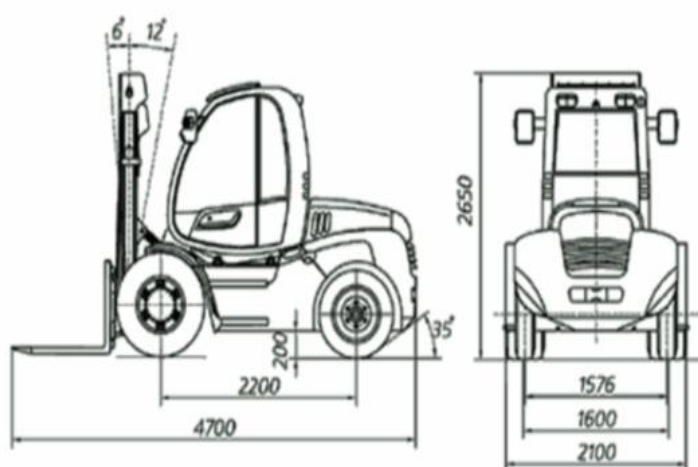


Рисунок 7 – Габаритные размеры ТВЭКС ВП-05

Таблица 2 – Технические характеристики. Погрузчик ВП-05

| Характеристики | Показатели |
|----------------------------------|------------|
| Грузоподъемность, кг | 5000 |
| Высота разгрузки, м | 3,3 |
| Мощность двигателя, кВт | 59,6 |
| Макс. скорость перемещения, км/ч | 20 |
| Тяговое усилие, Кн | 28 |
| Радиус разворота, м | 3,1 |

4.4 Склад сырья. Хранение

Цемент

При хранении в больших емкостях цемент, особенно, если он содержит даже небольшое количество влаги, слеживается, при разгрузке часто образует своды. Эти своды затрудняют разгрузку емкостей и, кроме того, при обрушении могут вызвать аварию.

Поэтому цемент при разгрузке аэрируют, т. е. вводят в него воздух. Это исключает возможность образования сводов. Воздух, медленно протекая между зернами цемента, придает им большую подвижность, и аэрированный цемент приобретает текучесть. Помимо гарантии от образования сводов аэрирование позволяет полностью разгрузить силос. Цемент из силоса пневматическим транспортом направляют в расходные бункера асбестоцементного завода.



Рисунок 8 – Силос для хранения цемента

Асбест

Брикетированный асбест выпускают двух марок – шиферный и трубный. Складирование указанных сортов асбеста может быть организовано в силосах или бункерах. При использовании шихтированного асбеста дозирование его будет заключаться только в отвешивании порции без составления шихты.

Запас асбеста на предприятии должен быть рассчитан, в зависимости от удаленности от месторождения асбеста, от двухнедельной и до полуторамесячной потребности в нем.

Склад асбеста примыкает непосредственно к отделениям распушки асбеста и приготовления асбестоцементной массы (заготовительному отделению).

Станция растаривания

Автоматические станции растаривания предназначены для беспылевого опустошения мешков. Они подходят для работы с бумажными и полиэтиленовыми мешками, как однослойными, так и многослойными.

Машина растаривания предназначена для механизированной разгрузки продуктов из мешка. Оборудование для растаривания мешков следует максимально приближать к бегунам для исключения или укорочения путей транспортировки асбеста к технологическому оборудованию.

Основные части оборудования: обеспыливающий фильтр, растарочная ёмкость асбеста (6,5 т), пневмоподъемник (20 т/час), люк вспарывающих тару ножей, монорельс кран балки, здание узла растарки.

Узел растарки асбеста предназначен для приема асбеста в мешках на поддонах, пересыпания его в емкость и подачи в склад асбеста или в цикл производства.



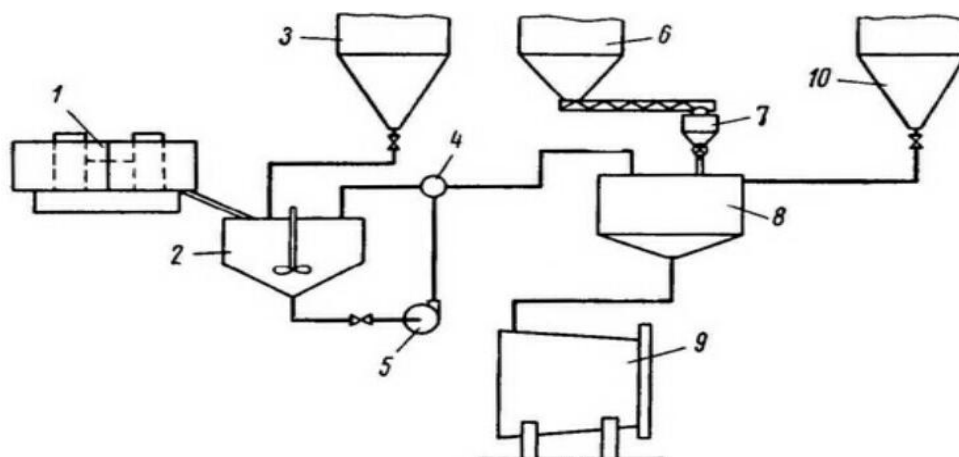
Рисунок 9 – Автоматический растариватель мешков RSA

Таблица 3 – Техническая характеристика машины растаривания

| | |
|---|--|
| Производительность, т/ч (мешков/ч) | 10 (200-300) |
| Масса мешка, кг | 30-50 |
| Длина | до 1000 |
| Ширина | от 400 до 558 |
| Материал мешка | бумага, полипропилен с полиэтиленовым вкладышем и др. |
| Тип привода | электрический |
| Мощность привода, кВт | 6,0 |
| Габаритные размеры (длина x ширина x высота), м | 4,5x2,2x2,2 |
| Масса общая, т | 2,6 |

4.5 Аппараты для распушки и приготовления асбестоцементной массы

Распушка асбеста – важнейшая операция определяющая качество продукции. В результате распушки адсорбирующая поверхность волокон асбеста резко увеличивается.



1 – бегуны; 2 – пропеллерная мешалка; 3 – сборник осветленной воды; 4 – трехходовой кран; 5 – центробежный насос; 6 – бункер цемента; 7 – весовой дозатор; 8 – смеситель; 9 – ковшовая мешалка; 10 – рабочий рекуператор.

Рисунок 10 – Упрощенная схема распушки асбеста и приготовления асбестоцементной массы, питающей ЛФМ

Обмятая бегунами 1 увлажненная порция асбеста поступает в пропеллерную мешалку 2, заполненную предварительно водой из нижней конусной части сборника осветленной воды 3. Пропеллер мешалки смешивает асбест с водой в асбестовую суспензию. Суспензию перекачивает центробежный насос 5 по трубопроводу. Трубопровод заканчивается специальной насадкой, создающей интенсивные турбулентные движения суспензии. После распушки асбеста, продолжающейся 5 – 10 мин, установленный на трубопроводе трехходовой кран 4 автоматически переключается на выпуск суспензии в аппарат для приготовления асбестоцементной массы 8. По окончании перекачки асбестовой суспензии в аппарат 8 из бункера цемента 6 через весовой дозатор 7 загружается порция цемента, которая смешивается с асбестовой суспензией, после чего готовая асбестоцементная масса спускается в ковшовую мешалку 9.

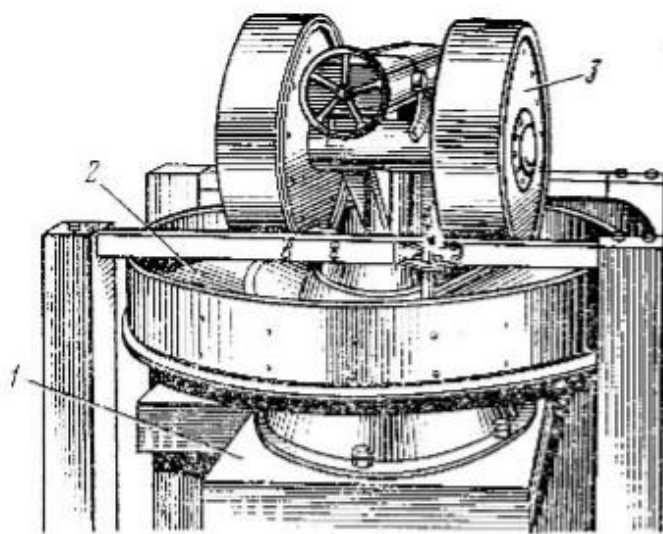
Для разжижения асбестоцементной массы перед спуском ее в ковшовую мешалку и для промывки аппарата из нижней конусной части рабочего рекуператора 10 отбирается вода.

Бегуны

Наиболее распространенный аппарат на первой стадии распушки – бегуны. Более эффективен мокрый способ, так как вода, проникая в микрощели, оказывает расклеивающее действие. Кроме того, повышается эластичность волокон.

Асбест с автостаривателя подается на бегуны, с помощью которых производится отделение его волокон друг от друга (распушка асбеста).

Бегуны представляют собой два катка катящиеся в горизонтальной чаше. Под давлением катков смоченных водой волокна обминаются, расщепляются и перемешиваются.



1 – основание машины; 2 – чаша; 3 – катка.

Рисунок 11 – Бегуны

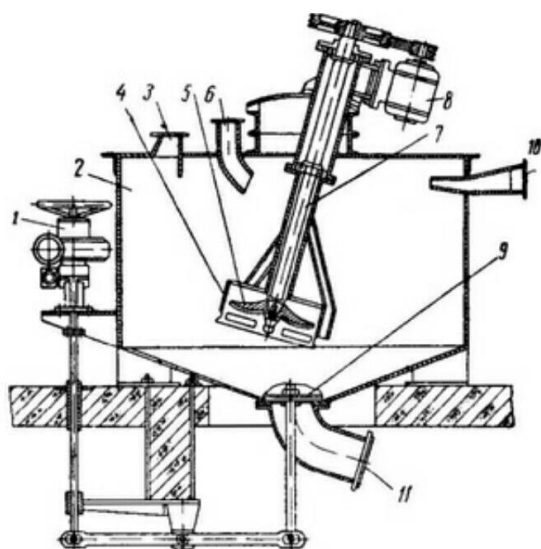
Над приемной частью конвейеров подачи асбеста в бегуны установлены пылеуловители, подключенные к аппаратам для очистки воздуха

Голлендер

Окончательная распушка асбеста осуществляется в голлендере.

Ванну голлендера заполняют примерно на 50% ее емкости осветленной рекуператорами водой. Затем в нее загружают определенную весовую порцию асбеста, который постепенно распределяется во всем объеме воды. Так как этот асбест уже обработан бегунами, то в результате этой обработки связь между волокнами в пучках необработанного асбеста резко ослаблена. Голлендер должен разбить эти пучки на тончайшие волокна.

Смеситель



1 – электропривод; 2 – металлический чан с конусным дном; 3 – патрубок для загрузки цемента; 4 – цилиндрический диффузор; 5 – трехлопастной пропеллер; 6 – патрубок для асбестовой суспензии; 7 – вращающий вал; 8 – электродвигатель; 9 – автоматически открывающийся клапан; 10 – патрубок для воды из рабочего рекуператора; 11 – патрубок для слива готовой асбестоцементной массы.

Рисунок 12 – Смеситель параллельного типа

Ковшовая мешалка

Применяемые в настоящее время в асбестоцементной промышленности аппараты для приготовления асбестоцементной массы в основном периодического действия, а формировочные машины надо питать такой массой непрерывно. Для создания запаса асбестоцементной массы устанавливают ковшовую мешалку.

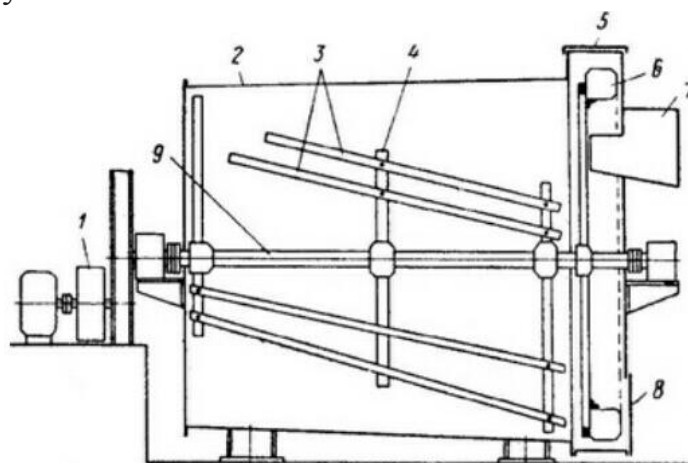
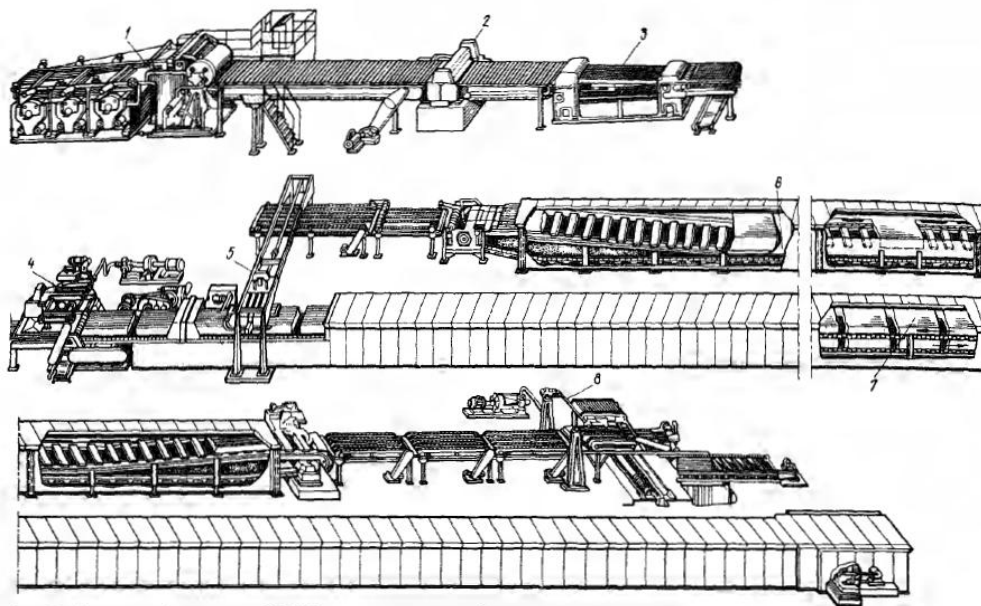


Рисунок 13 – Ковшовая мешалка (вертикальный разрез)

4.6 Комплекс оборудования см-1155 для производства асбестоцементных волновых листов



1 – листоформировочная машина; 2 – ножницы раскроя; 3 – волнировщик; 4 – укладчик; 5 – съемник стоп; 6 – увлажнитель; 7 – конвейер твердения; 8 – переборщик

Рисунок 14 – Комплекс оборудования СМ-1155 для изготовления асбестоцементных листов

Оборудование, входящее в состав комплекса, выполняет следующие технологические операции: формование асбестоцементного наката, раскрой наката на заготовки, волнирование заготовок, укладку сырых сволнированных листов в стопы, паровоздушную и гидротермальную обработку листов, разборку пачек и укладку листов в стопу на поддоне.

Комплекс оборудования СМ-1155 включает листоформовочную машину СМ-943А, ротационные ножницы СМ-1162, волнировщик листов СМА-233А, укладчик листов СМА-260, конвейер твердения СМ-1158, съемник стоп СМ-1159, увлажнитель листов СМ-1167, переборщик листов СМ-1160.

Сырая заготовка (накат), сформованная на ЛФМ, раскраивается на форматы заданного размера, которые поступают на волнировщик. При продольной резке волнируемые листы калибруются, после чего переходят на стол укладчика. Вакуумной коробкой укладчика листы переносятся со стола укладчика в тележки конвейера твердения, на которые укладываются в стопы.

Листы на тележках перемещаются внутри теплоизоляционной камеры сначала по нижнему ярусу, а затем по верхнему и проходят предварительное твердение в паровоздушной среде.

При выходе из камеры стопа поднимается над тележкой, а затем наезжает на вилы съемника, который поднимает и перемещает ее на загрузочный конвейер. Освобожденная от листов тележка подается к укладчику для приема новых листов.

Загрузочным конвейером стопа листов подается к увлажнителю листов, где укладывается на шарнирно подвешенные опоры конвейера, непрерывно перемещающегося в горячей воде внутри теплоизоляционной камеры. Пройдя гидротермальную обработку в увлажнителе, стопа листов попадает на позицию переборки. Вакуумная коробка переборщика листов, совершая возвратно-качательные движения, при каждом ходе снимает из стопы по одному листу и укладывает эти листы на разгрузочный конвейер.

Перебранные по одному листы транспортируются к гидроснижателю, где укладываются на поддон в пачку. Готовая пачка листов вместе с поддоном убирается конвейером выдачи.

Машина листоформовочная круглосеточная см-943а

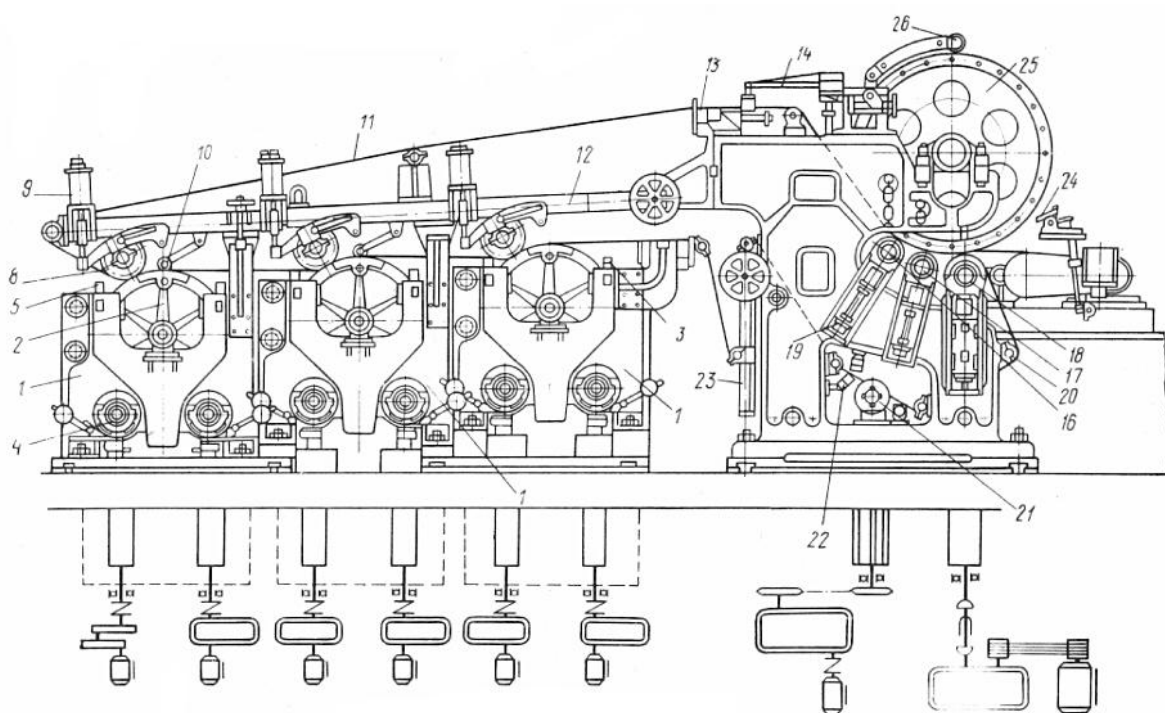


Рисунок 15 – Схема трехцилиндровой круглосеточной машины

Сеточная часть машины имеет три ванны (1) с расположенными в них сетчатыми цилиндрами (2). Между торцами цилиндров и боковинами ванн расположены ленточные уплотнения. В ваннах имеются лопастные мешалки (4), перемешивающие асбестоцементную суспензию, поступающую в ванну через отсек (6), отделенный перегородкой (7), защищающей от смыва слой, образующийся на поверхности цилиндра. В днище ванн имеются люки

для их промывки и аварийного слива суспензии. К поверхности сетчатых цилиндров отжимными валами (8), установленными на раме (12), прижимается сукно (11). Давление валов на сетчатый цилиндр создается их массой и гидроцилиндрами (9). Впереди отжимных валов установлены водоотгонные валики (10).

Ванны и сетчатые цилиндры нумеруются по ходу сукна: первые ванна и цилиндр принимают сукно, а над третьим цилиндром сукно огибает отжимной вал и движется к вакуум-коробке (13).

За вакуум-коробкой установлено центрирующее устройство (14).

После вакуум-коробки сукно движется к форматному барабану (25) и проходит три ступени отжатия.

Огибая основной прессовый вал, сукно подходит к сукноочистительному устройству. Промытое влажное сукно движется к натяжному устройству (23), затем отжимается между валиками (15) и направляется к первой ванне, чтобы начать новый рабочий цикл.

Движение машине сообщает главный привод, соединенный с основным прессовым валом (19). Последний передает вращение соприкасающемуся с ним форматному барабану (25), а он в свою очередь - прессовым валам.

Техническое сукно, зажатое между форматным барабаном и основным прессовым валом, выполняет роль приводного ремня, приводящего в движение сетчатые цилиндры и лежащие на них отжимные валы.

Листоформовочная машина работает следующим образом. На холостом ходу с включенными промывными трубками замачивают сукно, регулируют его натяжение, проверяют исправность отдельных узлов машины. Затем машину останавливают, включают приводы, вращающие мешалки в ваннах, и подают в ванны асбестоцементную массу. После того как она наполнит ванны до рабочего уровня, отстоящего на 10-12 см от бортов, производят рабочий пуск машины. Асбестоцемент фильтруется сквозь сетки цилиндров под влиянием разности уровней в ванне и в полости цилиндров. Вода и тонкие фракции асбестоцемента (до 10% по массе сырья) проходят сквозь сетки, а основная масса асбестоцементных частиц откладывается на поверхности сетчатого цилиндра в виде влажного слоя. Этот слой образуется на работающих цилиндрах и снимается с их поверхности сукном. Одновременно со снятием слоев происходит и уплотнение их за счет давления отжимных валов. Влажность слоя снижается. Слои, снятые с трех сетчатых цилиндров, транспортируются сукном к вакуум-коробке.

Последние стадии уплотнения и обезвоживания слоя асбестоцемента, лежащего на сукне, осуществляются форматным барабаном и прессовыми валами. Давление между форматным барабаном и прессовыми валами нарастет.

В результате уплотнения влажность асбестоцемента снижается. Слой снимается с поверхности сукна на поверхность форматного барабана. Снимаемые с сукна слои навиваются на форматный барабан, пока толщина асбестоцемента на его поверхности не достигнет заданной толщины листа. Тогда по сигналу толщиномера 26 автоматически включается срезчик 24, накат на ходу машины разрезается по образующей и снимается с форматного барабана на транспортер резательного устройства, а на форматном барабане навиваются слои для следующего наката.

Отдав асбестоцемент форматному барабану, сукно промывается от загрязнений под воздействием вращающихся валиков сукнобойки 21 и воды, вытекающей под напором из трубок 22. Весьма эффективно для удаления загрязнений отжатие замоченного сукна валиками 15.

Таблица 4 – Технические характеристики. Машина листоформовочная круглосеточная СМ-943А

| Производительность | |
|---|--------|
| Т/ч | 6,5 |
| Плит/ч | 5 250 |
| Листов/ч | 260 |
| Форматный накат | |
| Максимальная толщина, мм | 20 |
| Ширина, мм | 1 400 |
| Линейное давление основного пресс-вала, кг/см | 70 |
| Частота вращения мешалки, об/мин | 162 |
| Установленная мощность, кВт | 45,4 |
| Габаритные размеры, мм | |
| Длина | 11 000 |
| Ширина | 6 750 |
| Высота | 3 515 |
| Высота при поднятой фильцевой раме | 6 970 |
| Масса, кг | 34 800 |

Ножницы раскроя СМ-1162

Ножницы раскроя СМ-1162 предназначены для транспортирования асбестоцементного наката от листоформовочной машины к ножницам, поперечного раскроя наката на заготовки, сброса поперечных обрезков, транспортирования заготовок к волнировщику.

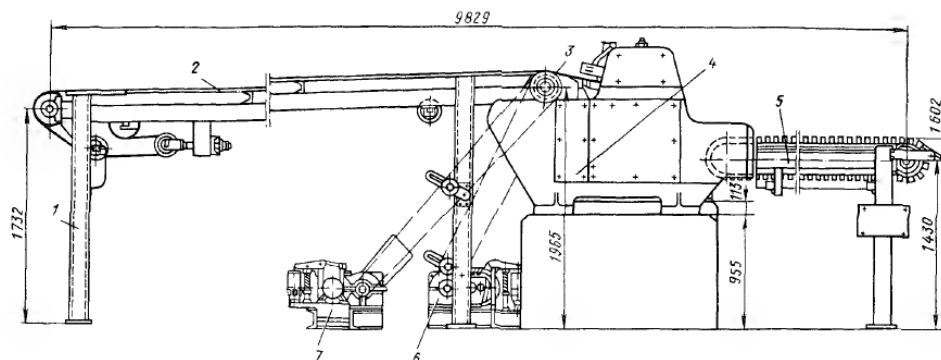


Рисунок 16 – Ножницы раскроя СМ-1162

Ножницы раскроя имеют приемный и питающий конвейеры, ротационные ножницы. Они управляются от общей системы электрооборудования и электроавтоматики автоматизированного комплекса.

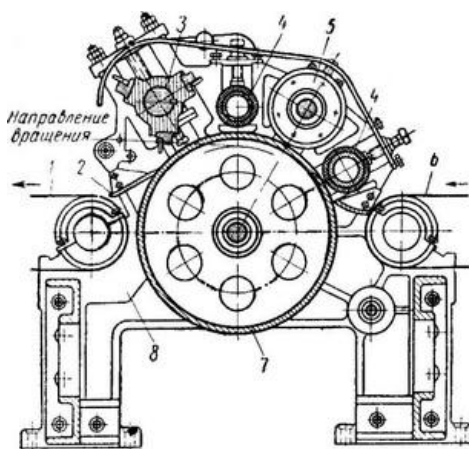


Рисунок 17 – Ротационные ножницы

1 – отводящий транспортер; 2 – пружинный нож; 3 – поперечный нож; 4 – валик; 5 – дисковой нож; 6 – транспортер; 7 – транспортирующий лист барабан; 8 – станина.

Снятые с форматного барабана листоформовочной машины листы разрезают на определенные форматы ротационными ножницами.

Асбестоцементный лист, разрезанный на форматы требуемых размеров, снимает с поверхности барабана съемочный пружинный нож 2, после чего форматы поступают на отводящий транспортер 1, который подводит их к

следующему аппарату. Чтобы предупредить скольжение разрезаемого листа относительно поверхности барабана 7, установлены два валика 4, поверхность которых покрыта слоем резины. Эти валики прижимают асбестоцементный лист к барабану 7.

Подающий транспортер 6, барабан 7, дисковые ножи 5 и валики 4 при работе листоформовочной машины находятся в непрерывном движении, окружная скорость барабана 7 и валиков 4 равна скорости движения транспортной ленты 6. Вследствие этого всем частям листа сообщается одинаковая скорость движения, что предохраняет лист от деформаций.

Дисковые ножи обрезают продольные кромки и разрезают его в продольном направлении на две полосы. На листоформовочной машине, изготавливающей волнистые листы устанавливаются три ножа, из которых два крайних служат для обрезки продольных кромок, а средний разрезает лист в долевом направлении на две полосы. Чтобы лезвия у дисковых ножей не затуплялись, на поверхности барабана 7 протачивают узкие кольцевые канавки, в которые на некоторую глубину входят режущие кромки ножей.

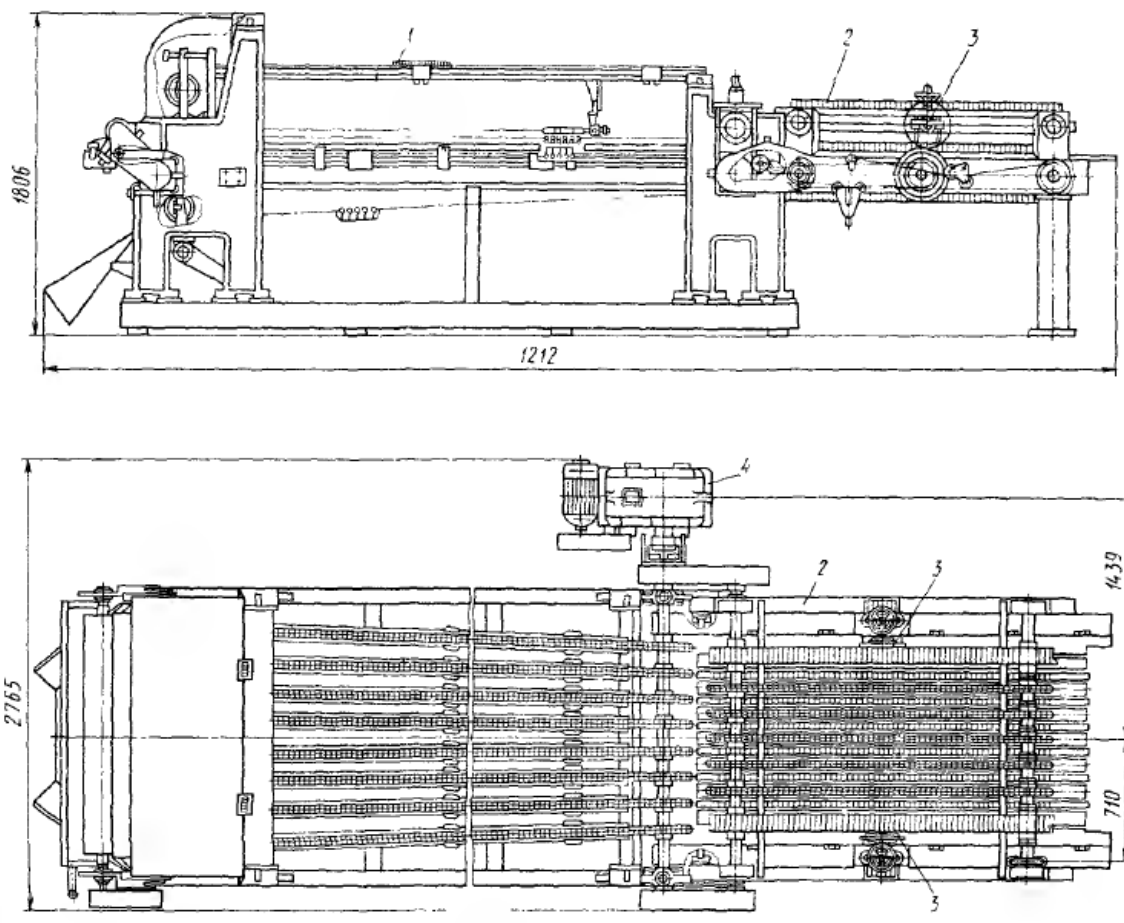
Ножи для поперечной резки листа приводятся в движение периодически посредством специальной муфты включения. Вал, на котором установлена ступица с поперечными ножами, включается лишь при подходе к ножам передней кромки листа, и он вращается до тех пор, пока не пройдет весь лист.

Таблица 5 – Техническая характеристика. Ножницы раскроя СМ-1162

| | |
|--|-----------------------------------|
| Длина поперечного раскроя, мм | 2500 |
| Ширина полотна пластинчатых конвейеров, мм | 1750 |
| Цикл работы ротационных ножниц, с | 28 |
| Скорость приемного конвейера при снятие наката (в соответствии со скоростями ЛФМ), м/мин | 47,1; 49,2 – 51,7; 52,6; 55; 57,8 |
| Промежуточная скорость приемного конвейера, м/мин | 11,7 |
| Скорость ротационных ножниц, м/мин | 14,8 |
| Установленная мощность, кВт | 11,3 |
| Габаритные размеры, мм | |
| Длина | 10 500 |
| Ширина | 4 400 |
| Высота | 2 330 |
| Масса, кг | 9 246 |

Волнировщик СМ-233А

Волнировщик СМ-233А предназначен для придания волнистой формы плоским заготовкам, поступающим с питающего конвейера ножниц раскроя наката, калибровки, продольной резки сволнированных листов и выдачи их на стол укладчика.



1 – секция волнировки; 2 – калибровочная секция; 3 – кромкообразное устройство; 4 – привод.

Рисунок 18 – Волнировщик СМА-233А

Основные узлы волнировщика — секция волнировки, калибровочная секция и привод.

Управление волнировщиком — от общей системы электрооборудования и электроавтоматики автоматизированного комплекса.

Секция волнировки представляет собой цепной конвейер, рабочим полотном которого являются восемь профильных верхних и нижних цепей. Рабочими ветвями нижних цепей являются верхние ветви, верхних цепей — нижние ветви. Нижние цепи расположены в горизонтальной плоскости веерообразно так, что у выхода из секции цепи расположены друг относительно друга на шаг, равный шагу волны листа. На входе в секцию шаг между цепями

соответствует шагу развертки волны. Над нижними цепями соосно и веерообразно расположены верхние цепи.

Вследствие веерообразного расположения цепей точки заготовки, соответствующие вершинам волн сволнированного листа, постепенно сближаются. При этом участки заготовки между зафиксированными точками под собственной массой постепенно опускаются, образуя впадины волн.

Таким образом, благодаря транспортированию сырой плоской заготовки рабочими ветвями нижних и верхних профильных цепей из секции выходит сволнированный лист. При волнировке таким способом лист практически не подвергается растягивающим усилиям в поперечном направлении.

Из волнировочной секции листы непосредственно поступают в калибровочную секцию, в которой нижние профильные цепи расположены между верхними профильными, имеющими утяжеленные накладки.

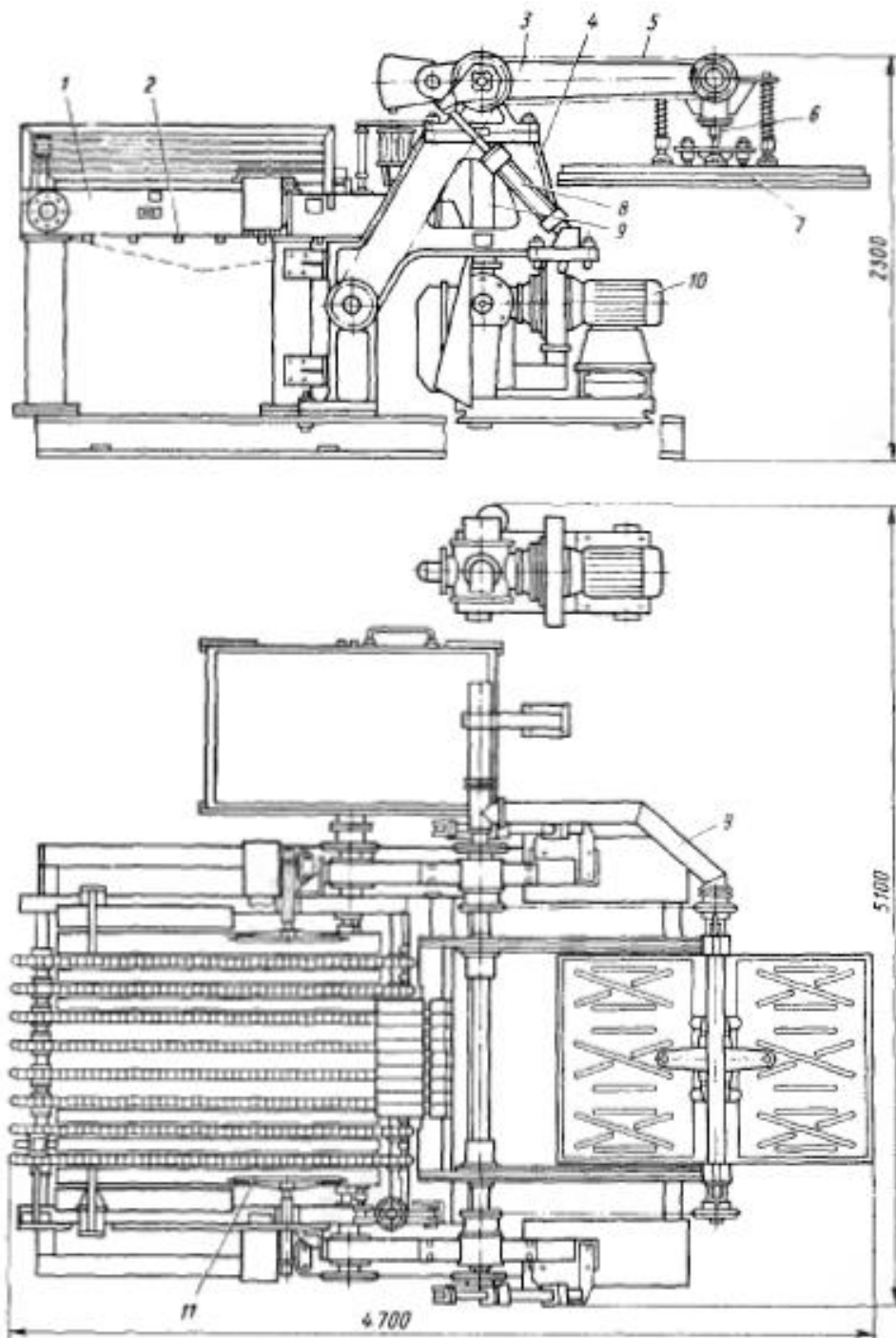
Продольные кромки листа от крайних гребней волн не волнируются. При движениях листа в калибровочной секции его продольные кромки попадают под дисковые ножи, обрезающие их перпендикулярно к поверхности листа.

Таблица 6 – Технические характеристики. Волнировщик СМ-233А

| | |
|--|-------|
| Скорость профильных цепей, м/мин | 0,25 |
| Диаметр дискового ножа, мм | 330 |
| Частота вращения дисковых ножей, с ⁻¹ | 47,66 |
| Установленная мощность, кВт | 6 |
| Габаритные размеры, мм | |
| Длина | 7 212 |
| Ширина | 2 765 |
| Высота | 1 806 |
| Масса, кг | 9 100 |

Укладчик СМА-260

Укладчик СМА-260 асбестоцементных листов предназначен для перекладки сволнированных сырых асбестоцементных листов со стола укладчика на тележки конвейера твердения.



1 – рама; 2 – стол; 3 – рычаг; 4 – стойка; 5, 12 – цепные передачи; 6 – телескопический патрубок; 7 – вакуумная коробка; 8 – цилиндр-амортизатор; 9 – воздухопровод; 10 – вакуум-вентиляторная установка; 11 – золотник.

Рисунок 19 – Укладчик СМА-260

Укладчик СМА-260 асбестоцементных листов включает стол укладчика, укладчик, привод укладчика, привод вакуум-системы.

Стол укладчика, предназначенный для приема сволнированных листов с калибровочной секции волнировщика на позицию взятия листа и для сброса поврежденных листов на конвейер уборки обрезков, состоит из рамы, ведущего и ведомого валов, механизма включения муфты, установки толкателя и двух обжимных устройств (правого и левого).

Укладчик, выполняющий перенос листа со стола укладчика на тележку конвейера твердения, состоит из двух литых боковин, траверсы в сборе и вакуум-коробки.

Привод укладчика, предназначенный для поворота траверсы с вакуумной коробкой, имеет неполноповоротный гидромотор, два гидроамортизатора и блок управления.

Блок управления состоит из осевых дросселей, гидрораспределителей с механическим управлением, конечных выключателей, рычагов с роликами, секторов с кулачками и флажка. Блок обеспечивает остановку вакуумной коробки укладчика в необходимых позициях.

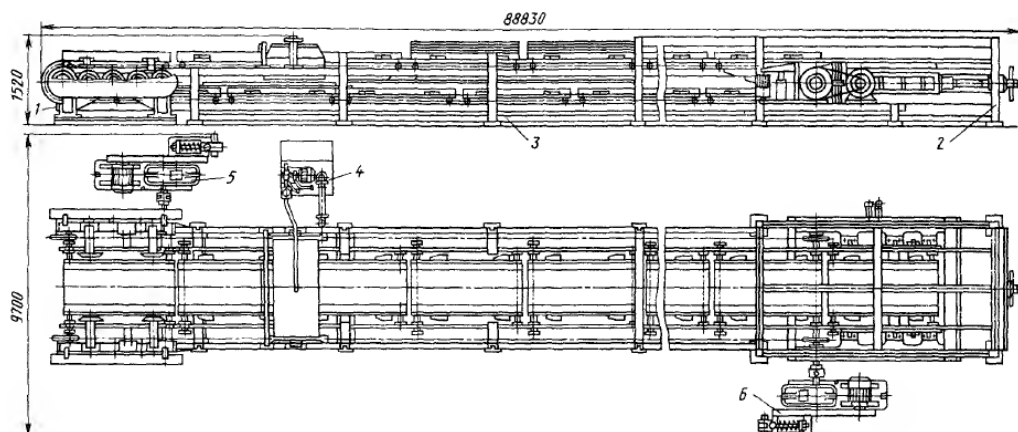
Привод вакуум-системы предназначен для создания разрежения в полости вакуум-коробок при снятии листа со стола укладчика и при переносе его на тележку конвейера твердения, а также для создания избыточного давления в полости вакуум-коробки в момент укладки листа в тележку. Привод вакуум-системы состоит из вентилятора с двигателем, трубопроводов и золотника, с помощью которого при работе вакуум-коробки в режиме разрежения с ней соединяется полость всасывания вентилятора, а при работе в режиме наддув — полость нагнетания вентилятора.

Таблица 7 – Технические характеристики. Укладчик СМА-260

| | |
|---|-------|
| Производительность, пл/ч | 6000 |
| Скорость движения цепи стола укладчика, м/с | 0,25 |
| Установленная мощность, кВт | 20,5 |
| Габаритные размеры, мм | |
| Длина | 4 700 |
| Ширина | 5 100 |
| Высота | 2 300 |
| Масса, кг | 7 400 |

Конвейер твердения СМ-1158

Конвейер твердения СМ-1158 предназначен для выдерживания в паровоздушной среде волнистых асбестоцементных листов на специальных тележках-формах в течение времени, достаточного для набора прочности.



1, 2 – головная и задняя секции; 3 – рама; 4 – смазочная система; 5, 6 – передний и задний приводы.

Рисунок 20 – Конвейер твердения СМ-1158

Конвейер твердения СМ-1158— двухъярусный, двухцепной, тележечный с плоскопараллельным перемещением тележки с одной ветви на другую. Он состоит из головной и задней секций, рамы, тележек, приводов передней и задней секций, смазочной системы и камеры твердения.

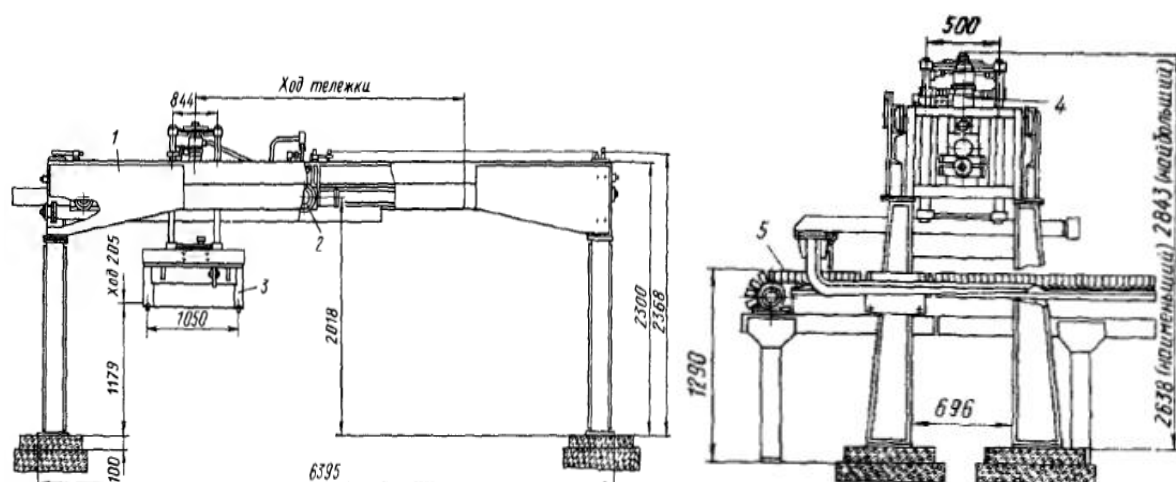
Подъемная платформа тележки шарнирно прикреплена к раме с помощью четырех пар рычагов. При накатывании роликов на копиры рамы конвейера твердения платформа поднимается над рамой тележки в месте съема асбестоцементных листов с этого конвейера.

Таблица 8 – Технические характеристики. Конвейер твердения СМ-1158

| | |
|---|---------|
| Длина волнистого листа, мм | 1 750 |
| Число тележек, шт | 90 |
| Скорость перемещения тележек, м/мин | 13.3 |
| Число листов в тележке, шт | 10 – 14 |
| Время нахождения листов на конвейере, ч | 3.5 – 4 |
| Установленная мощность, кВт | 21 |
| Длина | 88 830 |
| Ширина | 4 700 |
| Масса, кг | 51 150 |

Съемник-стоп СМ-1159

Съемник-стоп СМ-1159 предназначен для съема затвердевших асбестоцементных листов с тележек конвейера твердения и переноса их на конвейер увлажнителя.



1 – портал; 2 – тележка; 3 – вилы; 4 – гидроцилиндр; 5 – разгрузочный конвейер.

Рисунок 21 – Съемник-стоп СМ-1159

Портал, являющийся основной несущей конструкцией для тележки съемника, состоит из двух коробчато-образных сварных опор, установленных на них сварных балок, служащих направляющими для катков тележки, и двух торцовых стенок, соединяющих эти балки.

Четыре направляющие, соединенные верхней и нижней плитами, могут свободно перемещаться вверх и вниз во втулках стаканов, закрепленных на раме тележки. К нижней плите прикреплена сварная вильчатая траверса с противовесом.

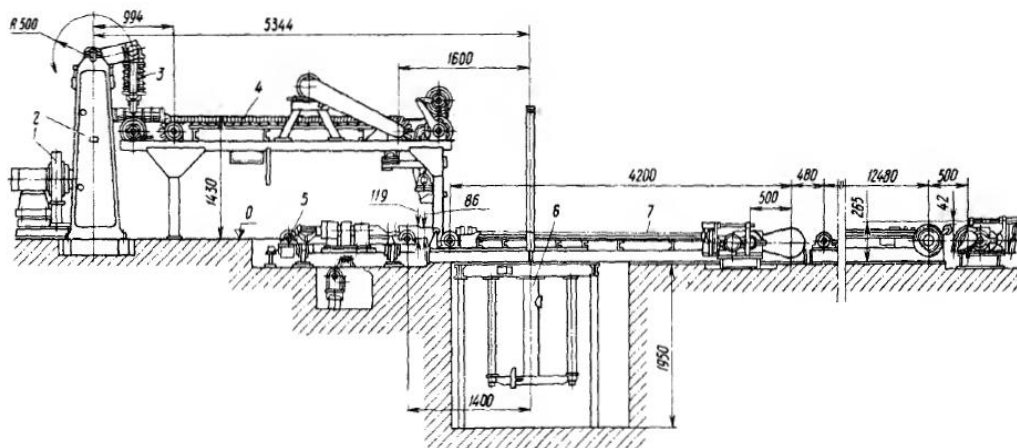
Вилы, нижняя и верхняя плиты с направляющими, образуя единую жесткую систему. Вдоль оси рамы тележки расположены два плунжерных гидроцилиндра, корпуса которых прикреплены к раме тележки, а плунжеры — к стойкам портала.

Горизонтальное челночное движение тележки осуществляется пружерными гидроцилиндрами.

Разгрузочный конвейер предназначен для приема стоп асбестоцементных листов с вильчатой траверсы съемника и подачи их к увлажнителю периодическим движением траверсы. Он состоит из сварной рамы, ведущего и ведомого валов, транспортирующих цепей, натяжного устройства и привода. Вилы съемника-стоп охватывают нижние волнирующие цепи при укладке стопы на конвейер.

Переборщик листов СМ-1160

Переборщик листов СМ-1160 предназначен для отделения волнистого асбестоцементного листа от стопы, транспортирования его на позицию стопирования и выдачи стопы листов на последующую операцию.



1 – вакуум-вентиляторная установка; 2 – переборщик; 3 – вакуум-система; 4 – отводящий конвейер; 5 – механизм подачи поддона; 6 – гидроснижатель; 7 – конвейер выдачи стоп листов.

Рисунок 22 – Переборщик листов СМ-1160

Переборщик листов включает собственно переборщик, отводящий конвейер, механизм подачи поддона, три конвейера выдачи стопы листов, гидроснижатель и вакуум-систему.

Отводящий конвейер установлен непосредственно после переборщика. Транспортирующим полотном являются чешуйчатые цепи, верхние рабочие ветви которых перемещаются по направляющим, а нижние свободно провисают, благодаря чему устраняется необходимость в натяжном устройстве.

В начальной и концевой частях конвейера установлены валы с обрешиненными роликами, профиль которых соответствует профилю волн листа. Конвейер соединен с электромеханическим приводом, установленным в передней части над чешуйчатыми цепями.

Механизм подачи поддона состоит из тележки, привода и направляющих рельсов. В верхней части тележка имеет фиксаторы для установки поддона, перемещаемого встроенным в тележку конвейером. Тележка, выполненная с четырьмя катками, перемещается по рельсам.

Листы стопируются на поддоне, установленном на верхней платформе гидроснижателя.

Шаговое опускание снижателя производится по мере набора пачки листов.

Первый конвейер выдачи стопы листов предназначен для подачи поддона на позицию стопирования и выдачи сформованной на поддоне пачки на второй конвейер выдачи. Первый конвейер представляет собой двухцепной конвейер с механизмом датчика шагового опускания гидроснижателя и приводом. Поддон с пачкой листов перемещается по конвейеру с помощью двух цепей.

Стопа листов перемещается по третьему разгрузочному конвейеру увлажнителя до включения ею путевого выключателя, установленного в концевой части конвейера. При включении путевого выключателя третий конвейер останавливается и в работу включается переборщик листов, вступают в работу приводы вакуум-коробки и вакуум-системы. Вакуум-коробка захватывает один лист за переднюю его часть и перемещает к вращающемуся валу с обрешиненными роликами. Второй конец листа скользит по стопе. Отключается вакуум, и лист с высоты 20—30 мм опускается передней частью на ролики, которые выталкивают его на движущееся полотно конвейера. После отключения вакуума качалка с вакуум-коробкой перемещается за очередным листом.

Затем листы по одному транспортируются к гидроснижателю. В концевой части отводящего конвейера лист захватывается двумя валами с обрешиненными роликами и выдается на поддон так, чтобы передний конец листа опирался на поддон, а задний располагался на наклонном склизе. Со склиза лист сталкивается досылателем листов, который имеет определенный ход, что способствует ровной укладке листов в стопу по торцу. Поддон расположен на гидроснижателе, совершающим шаговое опускание после укладки каждого листа.

Таблица 9 – Технические характеристики. Переборщик листов СМ-1160

| | |
|---|--------|
| Высота перебираемой пачки (не более), мм | 150 |
| Число листов в стопе, шт | 100 |
| Цикл работы переборщика. с | 8 |
| Скорость отводящего конвейера, м/с | 0,5 |
| Скорость тележки поперечного пересечения, м/с | 0,14 |
| Скорость конвейера выдачи пачки листов, м/с | 0,15 |
| Установленная мощность, кВт | 24,4 |
| Габаритные размеры, мм | |
| Длина | 21 340 |
| Ширина | 4 890 |
| Масса, кг | 13 600 |

5. Водопотребление и водоотведение предприятия

Возможными источниками загрязнения поверхностных и подземных вод являются:

- неочищенные производственные и бытовые сточные воды;
- поверхностные сточные воды;
- фильтрационные утечки вредных веществ из емкостей, трубопроводов;
- промплощадки предприятий, места хранения и транспортирования продукции отходов производства;
- свалки коммунальных и бытовых отходов.

Вода расходуется в основном при замочке и распушки асбеста, на приготовление асбестоцементной массы, в процессе промывки сетчатых цилиндров, сукон формовочных машин и оборудования. Вода, добавляемая непосредственно в сырьевую смесь, испаряется при сушке. Вода на предприятие поступает из городской системы водоснабжения, приемником сточных вод является городская канализационная система. Городская система водоснабжения питается от реки Енисей протекающей с юга на север Красноярска.

Таблица 10 – Вещества, загрязняющие гидросферу

| Участок реки, створ | Год | Расход воды, м ³ /год | Загрязняющее вещество | Степень загрязненности (превышение ПДК), мг/л | Источник загрязнения |
|--|------|----------------------------------|-----------------------|---|--------------------------------------|
| Участок, относящийся к Свердловскому району города | 2015 | 2,5 млн | Нефтепродукты | 0,08 | Промышленность, бытовое пользование. |
| | | | Хлориды | 0,9 | |
| | | | ПАВ | 0,06 | |
| | | | Аммиак | 0,05 | |
| | | | Хлор | 0,41 | |
| | | | | | |

Для обеспечения минимального потребления воды на предприятии применяется система рекуперации.

Предприятие подключено к городской системе водоснабжения. Водоснабжение города включает три стадии производственного цикла:

- добыча воды из природного источника;
- хлорирование в соответствии с существующими стандартами;
- подача воды в сети водопровода для потребителей.

Средняя общая потребность предприятия в свежей воде составляет 75000 литров в сутки. Поступающая вода является водой питьевого качества. Из нее 50000 л идет на повторное использование.

5.1 Количество и характеристика сточных вод

В результате деятельности данного предприятия образуются промышленные сточные воды. После использования и очистки большая часть воды (2/3) идет на повторное использование, другая часть сбрасывается в городскую канализацию, после чего проходит городскую систему очистки и сбрасывается в р. Енисей.

Таблица 11 – Качественные и количественные характеристики состава и свойств сточных вод анализируемого объекта

| Производство | Расход воды | | Т, °С | ЗВ | Концентрация, мг/л | Кол-во, кг/сут | Режим отведения | Место отведения |
|------------------------|---------------------|---------------------|-------|-------------------|--------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|
| | м ³ /сут | м ³ /час | | | | | | |
| Асбестоцементный завод | 75,06 | 3,12 | 10 | Асбест, цемент | 1-2 | 0,07-0,14 | Круглосуточно | Очистные сооружения |
| Бытовые нужды | 0,05 | 0,002 | 20 | Пав, аммиак, хлор | 0,3-0,5 | 0,000015-0,000025 | Круглосуточно | Городская канализация |

5.2 Обоснование проектных решений по очистке сточных вод

Производство асбестоцементных изделий мокрым способом связано с расходом большого количества воды.

Вода в этом случае нужна для осуществления следующих процессов: приготовления и разжижения асбестоцементной суспензии, поступающей в ванны сетчатых цилиндров; промывки сеток, сетчатых цилиндров и сукна формовочной машины; периодической промывки сеток сетчатых цилиндров и сукна в специальной мойке; периодической поливки асбестоцементных изделий на складе твердения; пополнения убыли воды в водных бассейнах и периодической ее смены.

Безвозвратно расходуется вода на периодическую промывку сетчатых цилиндров и сукна раствором соляной кислоты и периодическую поливку изделий на складе. Кроме этого, часть воды испаряется и уходит с отформованными асбестоцементными изделиями. В общем объеме безвозвратный расход воды составляет не более 1,5%. Это количество компенсируется добавлением свежей воды из водопровода.

В отработанной формовочными машинами воде содержится значительное количество асбеста и цемента, не уловленных сетчатыми цилиндрами. Чтобы

использовать эту воду и вернуть находящиеся в ней асбест и цемент в производство, отработанную воду очищают в специальных емкостях, называемых рекуператорами. В них осаждаются частицы асбеста и цемента, которые затем поступают в аппарат для приготовления асбестоцементной массы и ковшовые мешалки, а осветленная вода используется для промывки сукон и сетчатых цилиндров формовочных машин.

Сточные воды данного предприятия носят промышленный характер, поэтому перед сбросом их в систему городской канализации требуется дополнительная очистка.

При сбросе сточных вод должны учитываться следующие требования:

- при сбросе возвратных (сточных) вод конкретным водопользователем, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на $0,25 \text{ мг/дм}^3$;
- окраска не должна обнаруживаться в столбике 20см;
- вода не должна приобретать запахи интенсивностью не более 1 балла;
- летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна превышать более чем на 3°C по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет;
- водородный показатель не должен превышать 6,5-8,5.

5.3 Сброс сточных вод

Предприятие потребляет около 75000л воды в сутки. Из этого числа 60л воды теряются безвозвратно при хранении и водоочистке (около 20 л воды испаряется и около 40 уходит с осадком). После прохождения всех циклов производства сточные воды поступают на очистку. После чего большая часть воды – 50000л поступает обратно в технологический процесс, а остальная вода – 25000л сбрасывается в городскую систему канализации.

Таблица 13 – Характеристика сточных вод, сбрасываемых в канализационную сеть населенного пункта

| Наименование выпуска сточных вод | Расход сточных вод | | Загрязняющее вещество в сточных водах | Количество загрязняющих веществ, сбрасываемых со сточными водами | | Концентрация загрязняющих веществ, сбрасываемых со сточными водами, мг/л |
|----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------------------|--|--------|--|
| | м ³ /ч | м ³ /сут | | г/ч | кг/сут | |
| Выпуск сточных вод после очистки | 1,04 | 25,05 | Асбест, цемент | 0,125 | 0,003 | 0,12 |

6 Отходы производства и потребления

Предприятие располагает только местами временного накопления, хранения и размещения отходов. Хранение отходов организовано в соответствии с существующими требованиями и правилами обращения с отходами. Произведена классификация отходов по следующим признакам.

Таблица 14 – Классификация отходов по классам опасности

| Отход | Нормативное количество, т |
|--|---------------------------|
| Всего: | 5,058 |
| Отходы II класса опасности | |
| Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом | 0,317 |
| Итого: | 0,317 |
| Отходы III класса опасности | |
| Отходы минеральных масел моторных | 0,882 |
| Отходы минеральных масел компрессорных | 0,001 |
| Фильтры очистки масла автотранспортных средств отработанные | 0,007 |
| Фильтры очистки топлива автотранспортных средств отработанные | 0,001 |
| Фильтры воздушные автотранспортных средств отработанные | 0,006 |
| Итого: | 0,897 |
| Отходы IV класса опасности | |
| Шины пневматические автомобильные отработанные | 1,515 |
| Итого: | 1,515 |
| Отходы V класса опасности | |
| Остатки и огарки стальных сварочных электродов | 0,006 |
| Тормозные колодки отработанные без накладок асбестовых | 0,023 |
| Отходы изолированных проводов и кабелей | 0,3 |
| Тара деревянная, утратившая потребительские свойства, незагрязненная | 2,0 |
| Итого: | 2,329 |

Таблица 15 – Классификация по характеру действия с отходами

| Отход | Нормативное количество, т |
|---|---------------------------|
| 1 | 2 |
| Всего: | 5,058 |
| Передаются для захоронения | |
| Шины пневматические автомобильные отработанные | 1,515 |
| Итого: | 1,515 |
| Передаются сторонним организациям для дальнейшей переработки и обезвреживания | |
| Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом | 0,317 |
| Отходы минеральных масел моторных | 0,882 |
| Отходы минеральных масел компрессорных | 0,001 |
| Фильтры очистки масла автотранспортных средств отработанные | 0,007 |
| Фильтры очистки топлива автотранспортных средств отработанные | 0,001 |
| Фильтры воздушные автотранспортных средств отработанные | 0,006 |
| Остатки и огарки стальных сварочных электродов | 0,006 |
| Тормозные колодки отработанные без накладок асбестовых | 0,023 |
| Отходы изолированных проводов и кабелей | 0,3 |
| Тара деревянная, утратившая потребительские свойства, незагрязненная | 2,0 |
| Итого: | 3,543 |

Таблица 16 – Классификация отходов по принадлежности

| Отход | Нормативное количество, т |
|--|---------------------------|
| 1 | 2 |
| Всего: | 5,058 |
| Отходы производства | |
| Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с электролитом | 0,317 |
| Отходы минеральных масел моторных | 0,882 |
| Отходы минеральных масел компрессорных | 0,001 |
| Фильтры очистки масла автотранспортных средств отработанные | 0,007 |
| Фильтры очистки топлива автотранспортных средств отработанные | 0,001 |
| Фильтры воздушные автотранспортных средств отработанные | 0,006 |
| Шины пневматические автомобильные отработанные | 1,515 |
| Остатки и огарки стальных сварочных электродов | 0,006 |
| Тормозные колодки отработанные без накладок асбестовых | 0,023 |
| Отходы изолированных проводов и кабелей | 0,3 |
| Тара деревянная, утратившая потребительские свойства, незагрязненная | 2,0 |
| Итого: | 5,058 |

Наличие объектов хранения и захоронения отходов

Предприятие имеет следующие места временного накопления отходов:

- закрытый контейнер металлический под отработанные АКБ;
- металлический стеллаж для временного накопления отработанных АКБ;
- емкости временного накопления отработанных масел - 4 шт.;
- емкость (контейнер) временного накопления отходов 3 класса опасности (отработанных фильтров);
- емкость временного накопления отработанных промасленных материалов;
- контейнер для временного накопления отработанных шин пневматических отработанных;
- площадка для временного накопления отработанных шин пневматических отработанных.
- контейнер для временного накопления электрического оборудования, приборов (отходов после ремонта оборудования) и отходов изолированных проводов и кабелей.
- контейнер для временного накопления мусора;

Наличие природоохранной документации

1. Лимиты на размещение отходов;
2. Паспорта опасных отходов;
3. Договор на оказание услуг по вывозу и переработке отходов II класса опасности;
4. Договор на оказание услуг по вывозу, обезвреживанию и захоронению отходов III-V классов опасности;
5. Договор на оказание услуг по демеркуризации ртутьсодержащих ламп;
6. Разрешение на выброс загрязняющих веществ в атмосферу стационарными источниками загрязнения;
7. Договора на оказание услуг по ремонту и техническому обслуживанию, сервисному обслуживанию, автосервиса.

6.1 Расчет и обоснование годовых нормативов образования отходов

Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные

Аккумуляторы не разбираются, электролит не сливается, поэтому расчет ведется только по общему количеству их образования вместе с электролитом.

Таблица 17 – Нормативное количество вышедших из строя аккумуляторных батарей

| Тип устан. АКБ | Кол-во устан. АКБ, шт. | Расчетное кол-во вышедших из строя АКБ, шт. | Масса одной АКБ без электролита, кг | Общая масса, т |
|----------------|------------------------|---|-------------------------------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6СТ-190* | 2 | 1 | 58 | 0,058 |
| 6СТ-90* | 6 | 3 | 28,5 | 0,0855 |
| 6СТ-55* | 2 | 1 | 17 | 0,017 |
| 6СТ-75* | 6 | 3 | 25 | 0,075 |
| 6СТ-66* | 1 | 0,5 | 13,3 | 0,007 |
| 6СТ-75* | 2 | 1 | 25 | 0,025 |
| ВСЕГО: | | | | 0,2675 |

* – срок эксплуатации АКБ 2 года.

Расчет отработанного электролита производится по формуле:

$$OAB_{\text{кт}} = 0,85 \cdot 0,001 \cdot \sum (E_3 \cdot \kappa_a) / n_a,$$

где $OAB_{\text{кт}}$ – общее количество образующейся кислоты, отработанной аккумуляторной, тонн;

0,85 – коэффициент сбора;

0,001 – переводной коэффициент, кг/тонн;

\sum – сумма по всем типам отработанных аккумуляторов;

κ_a – количество аккумуляторов в эксплуатируемом автопарке, шт.;

E_3 – заправочная емкость электролита аккумулятора, кг;

n_a – нормативный срок службы аккумуляторов в автопарке, лет.

Таблица 18 – Расчет образования отработанной серной кислоты

| Тип устан. АКБ | Кол-во устан. АКБ, шт. | Расчетное кол- во вышедших из строя АКБ, шт. | Кислота серная аккумуляторная | |
|-------------------|---------------------------------|---|-------------------------------|------------------------------|
| | | | Одной АКБ, кг | Нормативное количество, т |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6СТ-190 | 2 | 1 | 15,2 | 0,0129 |
| 6СТ-90 | 6 | 3 | 7,6 | 0,0194 |
| 6СТ-55 | 2 | 1 | 4,8 | 0,0041 |
| 6СТ-75 | 6 | 3 | 6,3 | 0,0054 |
| 6СТ-66 | 1 | 0,5 | 5,7 | 0,0024 |
| 6СТ-75 | 2 | 1 | 6,3 | 0,0054 |
| ВСЕГО: | | | | 0,0496 |

Общая масса отработанных аккумуляторов с электролитом составит:
 $0,2675 + 0,0496 = 0,317$ т/год.

Согласно предоставленным расчетам объемов образования отходов АКБ имеем: 0,317 т. В качестве нормы объема образования отработанных аккумуляторов принимается значение 0,317 т/год, из-за отсутствия других данных.

Отходы минеральных масел моторных

Расчет объема образования отработанного моторного масла в соответствии с ГОСТ 21046-86 рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{отх}} = \sum N_{\text{авт } i} \cdot q_i \cdot L_{\text{ср } i} \cdot n_i \cdot H \cdot \rho \cdot 10^{-4}, \text{ кг/год}$$

где $N_{\text{авт } i}$ – количество автомобилей i -той марки;

q_i – норма расхода топлива на 100 км пробега, л/100 км (л/час);

$L_{\text{ср } i}$ – годовой пробег автомобиля i -той марки, км (моточасов);

n_i – норма расхода масла на 100 л топлива, л/100л; согласно;

Норма расхода моторного масла для карбюраторного двигателя $n_{\text{мк}}$ – 2,4 л/100л;

Норма расхода моторного масла для дизельного двигателя $n_{\text{мд}}$ – 3,2 л/100л;

H – норма сбора отработанных нефтепродуктов;

Для моторных масел (карбюраторного двигателя), $H = 0,45$;

Для моторных масел (дизельного двигателя), $H = 0,4$;

ρ – плотность отработанного масла, кг/дм³;

Для моторных масел – 0,930 кг/дм³.

Таблица 19 – Расчет образования отработанного моторного масла

| № п/п | Марка автомобиля | Кол-во автомобилей $N_{авт\ i}$, шт. | Фактический пробег автомобиля i -той марки за год $L_{ср\ i}$, км (наработка, м/ч) | Норма расхода топлива на 100 км q_i , л/100км (л/ч) | Количество отработанного моторного масла, т |
|--------|----------------------|---------------------------------------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | КАМАЗ-5460 | 3 | 88792 | 16,4 | 0,520034144 |
| 2. | КАМАЗ-43118 | 3 | 23268 | 22,6 | 0,18779398 |
| 3. | Автоцементовоз ТЦ-2) | 1 | 6737 | 49,4 | 0,039617441 |
| Итого: | | | | | 0,861 |

Расчет образования отработанного моторного масла от замены его в оборудовании производится по формуле:

$$M_{отх} = N_i \cdot V_i \cdot n_i \cdot k_c \cdot \rho \cdot 10^{-3}, \text{ т/год}$$

где N_i – количество оборудования i -той марки;

V_i – объем заправочной емкости моторного масла данной модели, л;

n_i – количество замен масла в течение года;

k_c – коэффициент сбора отработанного масла, $k_c = 0,26$;

ρ – плотность моторного масла, $\rho = 0,890$ кг/л;

Таблица 20 – Расчет объема образования отработанного моторного масла

| № п/п | Наименование оборудования | Количество, шт. | Норма заливки по паспорту V , л | Периодичность замены n , раз/год | Количество отработанного масла, т/год |
|--------|---------------------------|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | КАМАЗ-5460 | 2 | 4 | 1 | 0,0185 |
| 2 | КАМАЗ-43118 | 2 | 4 | 1 | 0,0019 |
| 3 | Автоцементовоз ТЦ-2) | 1 | 0,5 | 1 | 0,0001 |
| Итого: | | | | | 0,0205 |

Общий объем образования отработанных масел составит: $0,861 + 0,0205 = 0,882$ т/год.

Фактический учет образования данного отхода на предприятии не ведется. В качестве нормы образования отхода принимается расчетное значение – 0,882 тонн/год.

Отходы минеральных масел компрессорных

Расчет образования отработанного компрессорного масла производится по формуле:

$$M_{\text{отх}} = N_i \cdot V_i \cdot n_i \cdot k_c \cdot \rho \cdot 10^{-3}, \text{ т/год}$$

где N_i - количество компрессоров i -той марки;

V_i – объем емкости компрессорного оборудования данной модели, л;

n_i – количество замен масла в течение года;

k_c – коэффициент сбора отработанного масла, $k_c = 0,55$;

ρ – плотность компрессорного масла, $\rho = 0,890$ кг/ л;

Таблица 21 – Расчет объема образования отработанного компрессорного масла

| № п/п | Наименование компрессора | Кол-во, шт. | Норма заливки по паспорту V , л | Периодичность замены n , раз/год | Количество отработанного масла, т/год |
|--------|--------------------------|-------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Компрессор поршневой K14 | 1 | 1,0 | 1 | 0,0005 |
| Итого: | | | | | 0,001 |

Согласно представленному расчету объем образования отработанного компрессорного масла составляет – 0,001 т/год. Фактический учет отработанного компрессорного масла на предприятии не ведется, в качестве нормы образования принимается расчетное значение – 0,001 т/год.

Фильтры очистки масла автотранспортных средств отработанные

Количество отработанных фильтрующих элементов определяется по формуле:

$$K_i = F_i \cdot N_i, \text{ шт.},$$

где F_i - количество фильтрующих элементов, подлежащих замене при проведении ремонта автомобилей i – той марки, шт.;

N_i – количество автомобилей, шт.

Количество замен фильтрующих элементов можно найти из формулы:

$$N_i = L_i / L_{\text{фи}}, \text{ шт.},$$

где L_i – пробег автомобиля i – марки за год, тыс. км.;

L_{vi} – норма пробега двигателя подвижного состава i – той марки до замены фильтровальных элементов.

Количество отработанных фильтрующих элементов по массе определяется по формуле:

$$M_{отх} = \sum K_i \cdot m \cdot 10^{-3}, \text{ т/год,}$$

где m – масса отработанного фильтрующего элемента, кг.

Таблица 22 – Фильтрующие элементы (масляные фильтры)

| Модель автотранспорта данной модели, шт. | Количество автотранспорта данной модели, шт. | Количество фильтрующих элементов в каждом автомобиле F_i , шт. | Пробег автомобиля i -той марки за год, тыс. км | Норма пробега одного автомобиля до замены фильт. эл-тов, тыс. км | Масса отработанного фильтрующего элемента, кг | Общая масса отработанных фильтрующих материалов, т |
|--|--|--|--|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| КАМАЗ-5460 | 3 | 1 | 88792 | 12000 | 0,2 | 0,004 |
| КАМАЗ-43118 | 3 | 1 | 23268 | 12000 | 0,2 | 0,001 |
| Автоцементовоз ТЦ-2) | 1 | 1 | 6737 | 12000 | 0,2 | 0,002 |
| Итого: | | | | | | 0,007 |

Согласно предоставленным расчетам объемов образования отходов отработанных масляных фильтров имеем: 0,007 т. Ввиду отсутствия других данных в качестве нормы объема образования отработанных масляных фильтров принимается значение 0,007 т/год.

Фильтры очистки топлива автотранспортных средств отработанные

Количество отработанных фильтрующих элементов определяется по формуле:

$$K_i = F_i \cdot N_i, \text{ шт.,}$$

где F_i – количество фильтрующих элементов, подлежащих замене при проведении ремонта автомобилей i – той марки, шт.;

N_i – количество автомобилей, шт.

Количество замен фильтрующих элементов можно найти из формулы:

$$N_i = L_i / L_{ei}, \text{ шт.},$$

где L_i – пробег автомобиля i – марки за год, тыс. км.;

L_{ei} – норма пробега двигателя подвижного состава i – той марки до замены фильтровальных элементов.

Количество отработанных фильтрующих элементов по массе определяется по формуле:

$$M_{отх} = \sum K_i \cdot m \cdot 10^{-3}, \text{ т/год},$$

где m – масса отработанного фильтрующего элемента, кг.

Таблица 23 – Фильтрующие элементы (топливные фильтры)

| Модель автотранспорта | Количество автотранспорта данной модели, шт. | Количество фильтрующих элементов в каждом автомобиле F_i , шт. | Пробег автомобиля i -той марки за год, тыс. км | Норма пробега одного автомобиля до замены фильт. элементов, тыс. км | Масса одного отработанного фильтрующего элемента, кг | Общая масса отработанных фильтрующих материалов, т |
|-----------------------|--|--|--|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| КАМАЗ-5460 | 3 | 1 | 88792 | 10000 | 0,055 | 0,001465 |
| КАМАЗ-43118 | 3 | 1 | 23268 | 10000 | 0,055 | 0,000384 |
| Автоцементовоз ТЦ-2) | 1 | 1 | 6737 | 10000 | 0,055 | 0,000115 |
| Итого: | | | | | | 0,001 |

Согласно предоставленным расчетам объемов образования отходов отработанных топливных фильтров имеем: 0,001 т. Ввиду отсутствия других данных в качестве нормы объема образования отработанных топливных фильтров принимается значение 0,001 т/год.

Фильтры воздушные автотранспортных средств отработанные

Количество отработанных воздушных фильтров определяется по формуле:

$$K_i = F_i \cdot N_i, \text{ шт.},$$

где F_i - количество фильтрующих элементов, подлежащих замене при проведении ремонта автомобилей i – той марки, шт.;

N_i – количество автомобилей, шт.

Количество замен фильтрующих элементов можно найти из формулы:

$$N_i = L_i / L_{ei}, \text{ шт.},$$

где L_i – пробег автомобиля i – марки за год, тыс. км.;

L_{ei} – норма пробега двигателя подвижного состава i – той марки до замены фильтровальных элементов.

Количество отработанных фильтрующих элементов по массе определяется по формуле:

$$M_{отх} = \sum K_i \cdot m \cdot 10^{-3}, \text{ т/год},$$

где m – масса отработанного фильтрующего элемента, кг.

Таблица 24 – Фильтрующие элементы (воздушные фильтры)

| Модель автотранспорта | Количество автотранспорта данной модели, шт. | Количество фильтрующих элементов в каждом автомобиле F_i , шт. | Пробег автомобиля i -той марки за год, тыс. км | Норма пробега одного автомобиля до замены фильт. элементов, тыс. км | Масса одного отработанного фильтрующего элемента, кг | Общая масса отработанных фильтрующих материалов, т |
|-----------------------|--|--|--|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| КАМАЗ-5460 | 3 | 1 | 88792 | 20000 | 0,3 | 0,004 |
| КАМАЗ-43118 | 3 | 1 | 23268 | 20000 | 0,3 | 0,001 |
| Автоцементовоз ТЦ-2) | 1 | 1 | 6737 | 20000 | 0,3 | 0,001 |
| Итого: | | | | | | 0,006 |

Согласно предоставленным расчетам объемов образования отходов отработанных воздушных фильтров имеем: 0,006 т. Ввиду отсутствия других данных в качестве нормы объема образования отработанных воздушных фильтров принимается значение 0,006 т/год.

Шины пневматические автомобильные отработанные

Расчет производится по формуле:

$$\text{ОШ} = 0,001 \cdot \sum (S_{\text{тф}}^1 / S_{\text{тн}}^1) \cdot n_n \cdot m_m \cdot k_m,$$

где ОШ – масса образующихся изношенных покрышек, т/год;

0,001 – переводной коэффициент, кг/тонн;

\sum – сумма покрышек по всем моделям автотранспорта, шт.;

n_m – количество единиц данной модели;

m_m – масса одной изношенной покрышки, кг;

k_m – количество покрышек данной модели автотранспорта, шт.;

$S_{\text{тф}}^1$ – фактический средний пробег данной модели, тыс. км;

$S_{\text{тн}}^1$ – нормативный пробег шин (по данным предприятия).

Таблица 25 – Автопокрышки отработанные

| Модель а/транспорта | Количество | Фактический пробег за год, тыс. км | Нормативный пробег до замены а/п, км | Марка а/п | Количество в устан. а/п, шт. | Масса одной отработанной а/п, кг | Общая масса, т |
|----------------------|------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------|------------------------------|----------------------------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| КАМАЗ-5460 | 3 | 88792 | 45000 | 245/70R16 | 4 | 18,8 | 0,445 |
| КАМАЗ-43118 | 3 | 23268 | 60000 | 1300*600-533 | 6 | 107,3 | 0,749 |
| Автоцементовоз ТЦ-2) | 1 | 6737 | 60000 | 1700*750-26 | 4 | 107,3 | 0,048 |
| ВСЕГО: | | | | | | | 1,515 |

Согласно предоставленным расчетам объемов образования отходов отработанных покрышек имеем: 1,515 т. Ввиду отсутствия других данных в качестве нормы объема образования отработанных покрышек принимается значение 1,515 т/год.

Остатки и огарки стальных сварочных электродов

Количество образующихся огарков электродов определяется по формуле:

$$M_{\text{отх}} = G \cdot n / 100, \text{ т/год},$$

где G – количество используемых электродов, т/год,

n – норма отхода в соответствии с требованиями техники безопасности, % ;

$n = 10 - 15$ % (принимаем $n=12,5$ %);

Количество образующихся огарков электродов на предприятии составит:

$$0,05 \cdot 12,5/100 = 0,006 \text{ т/год.}$$

В качестве нормы объема образования отходов принимается значение 0,006 т/год из-за отсутствия других данных.

Тормозные колодки, отработанные без накладок асбестовых

Количество отработанных тормозных колодок определяется по формуле:

$$K_i = F_i \cdot N_i, \text{ шт.},$$

где F_i – количество тормозных колодок, шт.;

N_i – количество автомобилей, шт.

Количество замен накладок тормозных колодок можно найти из формулы:

$$N_i = L_i / L_{ei}, \text{ шт.},$$

где L_i – пробег автомобиля i – марки за год, тыс. км.;

L_{ei} – норма пробега двигателя подвижного состава i – той марки до замены.

Количество отработанных тормозных колодок по массе определяется по формуле:

$$M_{\text{отх}} = \sum K_i \cdot m \cdot 10^{-3}, \text{ т/год,}$$

где m – масса отработанной колодки, кг.

Таблица 26 – Тормозные колодки отработанные

| Модель автотранспорта | Количество автотранспорта, шт. | Количество колодок в каждом автомобиле F_i , шт. | Суммарный пробег за год, тыс. км | Норма пробега до замены колодок, тыс. км | Масса одного отработанных колодок, кг | Общая масса отработанных колодок, т |
|-----------------------|--------------------------------|--|----------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|
| КАМАЗ-5460 | 3 | 8 | 88792 | 30000 | 0,2 | 0,014 |
| КАМАЗ-43118 | 3 | 12 | 23268 | 30000 | 0,2 | 0,006 |
| Автоцементовоз ТЦ-2) | 1 | 8 | 6737 | 30000 | 0,2 | 0,003 |
| Итого: | | | | | | 0,023 |

Согласно предоставленным расчетам объемов образования отходов отработанных тормозных колодок имеем: 0,023 т. Ввиду отсутствия других данных в качестве нормы объема образования данного вида отхода принимается значение 0,023 т/год.

Отходы изолированных проводов и кабелей

Данные отходы образуются в результате прокладки кабеля по эстакадам и внутри помещений. Методика объема данного вида отходов отсутствует, поэтому в качестве нормативного объема образования предлагается принять фактическое значение объема образования данного вида отходов.

Фактический объем образования данного вида отходов составляет 0,3 т/год. В качестве нормы объема образования отходов принимается фактическое значение, что составляет 0,3 т/год.

Тара деревянная, утратившая потребительские свойства, незагрязненная

Данные отходы образуются в результате распаковки оборудования. Методика объема данного вида отходов отсутствует, поэтому в качестве нормативного объема образования предлагается принять фактическое значение объема образования данного вида отходов.

Фактический объем образования данного вида отходов составляет 2,0 т/год. В качестве нормы объема образования отходов принимается фактическое значение, что составляет 2,0 т/год.

Таблица 27 – Годовые нормативы образования отходов производства и потребления

| № пп | Наименование вида отхода | Код по ФККО | Класс опасности | Отходообразующий вид деятельности, процесс | Годовой норматив образования отхода, т |
|------|--|-------------|-----------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные с электролитом | 92011001532 | II | Обслуживание автотранспорта | 0,317 |
| | Итого II класса опасности: | | | | 0,317 |
| 2 | Отходы минеральных масел моторных | 40611001313 | III | Эксплуатация и техническое обслуживание автотранспорта и оборудования | 0,882 |
| 3 | Отходы минеральных компрессорных масел | 40616601313 | III | Эксплуатация и техническое обслуживание оборудования | 0,001 |
| 4 | Фильтры очистки масла автотранспортных средств отработанные | 92130201523 | III | Эксплуатация и техническое обслуживание автотранспорта | 0,007 |
| 5 | Фильтры очистки топлива автотранспортных средств отработанные | 92130301523 | III | Эксплуатация и техническое обслуживание автотранспорта | 0,001 |
| 6 | Фильтры воздушные автотранспортных средств отработанные | 92130101524 | III | Эксплуатация и техническое обслуживание автотранспорта | 0,006 |
| | Итого III класса опасности: | | | | 0,897 |
| 7 | Шины пневматические автомобильные отработанные | 92111001504 | IV | Обслуживание автотранспорта | 1,515 |
| | Итого IV класса опасности: | | | | 1,515 |
| 8 | Остатки и огарки стальных сварочных электродов | 91910001205 | V | Сварочные работы | 0,006 |
| 9 | Тормозные колодки отработанные без накладок асбестовых | 92031001525 | V | Обслуживание автотранспорта | 0,023 |
| 10 | Отходы изолированных проводов и кабелей | 48230201525 | V | Прокладка кабеля | 0,3 |
| 11 | Тара деревянная, утратившая потребительские свойства, незагрязненная | 40414000515 | V | Распаковка оборудования | 2,0 |
| | Итого V класса опасности: | | | | 2,329 |
| | ВСЕГО: | | | | 5,058 |

7 Обоснованные данные о выбросах вредных веществ

7.1 Расчет выбросов вредных веществ от автотранспорта

Расчет валовых и максимально разовых выбросов от всех групп автомобилей проводится в соответствии с методикой проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники.

Расчет выбросов от ДМ проводится по основным загрязняющим веществам, содержащимся в отработавших газах дизельных и пусковых бензиновых двигателей: углерода оксид (СО), углеводороды (СН), азота оксид (в пересчете на NO₂), твердые частицы (сажа - С), серы диоксид – SO₂, свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец).

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

$$M'_{ik} = (m_{npik} \cdot t_{np} + m_{\partial\epsilon ik} \cdot t_{\partial\epsilon 1} + m_{xxik} \cdot t_{xx1}) 10^{-6}, \text{ Т}$$

$$M''_{ik} = (m_{\epsilon ik} \cdot t_{\partial\epsilon 2} + m_{xxik} \cdot t_{xx1}) 10^{-6}, \text{ Т}$$

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

$m_{\partial\epsilon ik}$ - удельный выброс *i*-го вещества при движении машины *k*-й группы по территории с условно постоянной скоростью, г/мин;

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

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

$t_{\partial\epsilon 1}, t_{\partial\epsilon 2}$ - время движения машины по территории при выезде и возврате;

t_{xx1}, t_{xx2} - время работы двигателя на х.х при выезде и возврате = 1 мин.

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

$$M_i = \sum_{k=1}^p (M'_{ik} + M''_{ik}) D_{\phi k} 10^{-6}, \text{ Т/ГОД}$$

где $D_{\phi k}$ – суммарное количество дней работы ДМ *k*-й группы в расчетный период года;

$$D_{\phi k} = D_p \cdot N_k,$$

где D_p - количество рабочих дней в расчетном периоде;

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

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

$$M^o_i = M^m_i + M^{m'}_i + M^{m''}_i, \text{Т/ГОД}$$

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

$$G_i = \frac{\sum_{k=1}^p m_{n_{ik}} \cdot t_n + m_{np_{ik}} \cdot t_{np} + m_{дв_{ik}} \cdot t_{гв} + m_{хх_{ik}} \cdot t_{хх}}{3600} \cdot N'_k$$

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

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

Таблица 28 – Удельные выбросы загрязняющих веществ пусковыми двигателями и установками при пуске дизельных двигателей на ДМ (m_{nik})

| Категория Машин | Номинальная мощность дизельного двигателя, кВт | Удельные выбросы загрязняющих веществ, г/мин | | | | |
|--------------------|---|--|-----|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | СО | СН | NO ₂ | SO ₂ | Pb ^x |
| 6 | 161-260 | 57,0 | 4,7 | 4,5 | 0,095 | 0,0270 |

Таблица 29 – Удельные выбросы загрязняющих веществ ДМ в процессе прогрева (m_{npik})

| Категория машин | Номинальная мощность дизельного двигателя, кВт | Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин | | | | | | | | | |
|--------------------|--|---|----------|--------|----------|-----------------|----------|--------|----------|-----------------|----------|
| | | СО | | СН | | NO ₂ | | С | | SO ₂ | |
| | | Периоды года | | | | | | | | | |
| | | теплый | холодный | теплый | холодный | теплый | холодный | теплый | холодный | теплый | холодный |
| 6 | 161-260 | 161-260 | 6,3 | 12,6 | 0,79 | 2,05 | 1,27 | 1,91 | 0,17 | 1,02 | 0,25 |

Таблица 30 – Удельные выбросы загрязняющих веществ ДМ в процессе движения по территории предприятия ($m_{\text{дей}}$)

| Категория Машин | Номинальная мощность дизельного двигателя, кВт | Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин | | | | | | | | | |
|--------------------|---|---|----------------------|----------------|----------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| | | CO | | CH | | NO ₂ | | C | | SO ₂ | |
| | | Периоды года | | | | | | | | | |
| | | теп л ый | хо ло д ный | теп л ый | хо ло д ный | теп л ый | хо ло д ный | теп л ый | хо ло д ный | теп л ый | хо ло д ный |
| 6 | 161-260 | 3,37 | 4,11 | 1,14 | 1,37 | 6,47 | 6,47 | 0,72 | 1,08 | 0,510 | 0,630 |

Таблица 31 - Удельные выбросы загрязняющих веществ при работе дизельного двигателя на холостом ходу ($m_{\text{ххик}}$)

| Категория двигателя | Номинальная мощность двигателя, кВт | Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин | | | | |
|------------------------|---|---|------|-----------------|------|-----------------|
| | | CO | CH | NO ₂ | C | SO ₂ |
| 6 | 161-260 | 6,31 | 0,79 | 1,27 | 0,17 | 0,250 |

Таблица 32 – Средняя продолжительность пуска дизельного двигателя с помощью пусковых двигателей и установок, t_n

| Период года | Теплый | Переходный | Холодный |
|-------------------------------|--------|------------|----------|
| Продолжительность пуска, мин. | 1 | 3 | 5 |

Таблица 33 – Средние скорости движения техники по предприятию

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

Таблица 34 - Среднее время работы двигателя при прогреве двигателя

| Месяцы | Среднемесячная температура, °С | Время прогрева в разные периоды года, мин. | | |
|----------|--------------------------------|--|---------------------------|--------------------|
| | | Теплый выше +5°С | Переходный От -5 до +5 °С | Холодный ниже -5°С |
| Январь | -25 | | | 5 |
| Февраль | -16 | | | 5 |
| Март | -6 | | | 5 |
| Апрель | +5 | | 3 | |
| Май | +17 | 1 | | |
| Июнь | +21 | 1 | | |
| Июль | +22 | 1 | | |
| Август | +21 | 1 | | |
| Сентябрь | +13 | 1 | | |
| Октябрь | +4 | | 3 | |
| Ноябрь | -10 | | | 5 |
| Декабрь | -18 | | | 5 |
| Итого | | 5 | 6 | 25 |

Количество автотранспорта, относящегося к 6 категории равно 217 (КАМАЗ-5460) единиц в год.

Количество автотранспорта, относящегося к 6 категории равно 217 (КАМАЗ-43118) единиц в год.

Количество автотранспорта, относящегося к 6 категории равно 217 (Автоцементовоз ТЦ-2) единиц в год..

Предприятие работает по 7-дневной рабочей неделе (2 смены по 8 часов в день). Длительность периодов года составляет:

- Тёплый – 5 месяцев (113 рабочих дня);
- Холодный – 5 месяцев (151 рабочий день);
- Переходный – 2 месяца (61 рабочий день).

Среднее количество ДМ 6-й группы, ежедневно выходящих на линию. $N_k = 0,67$ (ср. количество машин/ день); $N'_k = 0,028$ (ср. количество машин /час).

Выброс i -го вещества одной машины 6-й группы в день при выезде с территории предприятия и возврате:

При доставке в теплый период времени (выезде):

$$M'_{CO,6} = (6,3 \cdot 5 + 3,37 \cdot 1 + 6,31 \cdot 1) 10^{-6} = 41,18 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M'_{CH,6} = (0,79 \cdot 5 + 1,14 \cdot 1 + 0,79 \cdot 1) 10^{-6} = 5,88 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M'_{NO2,6} = (1,27 \cdot 5 + 6,47 \cdot 1 + 1,27 \cdot 1) 10^{-6} = 14,09 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M'_{C,6} = (0,17 \cdot 5 + 0,72 \cdot 1 + 0,17 \cdot 1) 10^{-6} = 1,74 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M'_{SO2,6} = (0,25 \cdot 5 + 0,51 \cdot 1 + 0,25 \cdot 1) 10^{-6} = 2,01 \cdot 10^{-6} \text{ т /год.}$$

При доставке в холодный период времени (выезде):

$$M'_{CO,6} = (12,6 \cdot 25 + 4,11 \cdot 1 + 6,31 \cdot 1) 10^{-6} = 325,42 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M'_{CH,6} = (2,05 \cdot 25 + 1,37 \cdot 1 + 0,79 \cdot 1) 10^{-6} = 53,41 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M'_{NO2,6} = (1,91 \cdot 25 + 6,47 \cdot 1 + 1,27 \cdot 1) 10^{-6} = 55,49 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M'_{C,6} = (1,02 \cdot 25 + 1,08 \cdot 1 + 0,17 \cdot 1) 10^{-6} = 26,75 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M'_{SO2,6} = (0,31 \cdot 25 + 0,63 \cdot 1 + 0,25 \cdot 1) 10^{-6} = 8,63 \cdot 10^{-6} \text{ т /год.}$$

При доставке в переходный период времени (выезде):

$$M'_{CO,6} = (11,34 \cdot 6 + 3,7 \cdot 1 + 6,31 \cdot 1) 10^{-6} = 77,72 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M'_{CH,6} = (1,85 \cdot 6 + 1,23 \cdot 1 + 0,79 \cdot 1) 10^{-6} = 13,12 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M'_{NO2,6} = (1,91 \cdot 6 + 6,47 \cdot 1 + 1,27 \cdot 1) 10^{-6} = 19,2 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M'_{C,6} = (0,92 \cdot 6 + 0,97 \cdot 1 + 0,17 \cdot 1) 10^{-6} = 6,66 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M'_{SO2,6} = (0,28 \cdot 6 + 0,57 \cdot 1 + 0,25 \cdot 1) 10^{-6} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ т.}$$

Итого при выезде с территории:

$$M'_{CO,6} = (41,18 \cdot 250 + 325,42 \cdot 100 + 77,72 \cdot 250) 10^{-6} = 0,0622 \text{ т/год,}$$

$$M'_{CH,6} = (5,88 \cdot 250 + 53,41 \cdot 100 + 13,12 \cdot 250) 10^{-6} = 0,0100 \text{ т/год,}$$

$$M'_{NO2,6} = (14,09 \cdot 250 + 55,49 \cdot 100 + 19,2 \cdot 250) 10^{-6} = 0,0138 \text{ т/год,}$$

$$M'_{C,6} = (1,74 \cdot 250 + 26,75 \cdot 100 + 6,66 \cdot 250) 10^{-6} = 0,0047 \text{ т/год,}$$

$$M'_{SO2,6} = (2,01 \cdot 250 + 8,63 \cdot 100 + 2,5 \cdot 250) 10^{-6} = 0,0019 \text{ т/год.}$$

При доставке в теплый период времени (возврат):

$$M''_{CO_2,6} = (3,37 \cdot 1 + 6,31 \cdot 1) 10^{-6} = 9,68 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M''_{CH_4,6} = (1,14 \cdot 1 + 0,79 \cdot 1) 10^{-6} = 1,93 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M''_{NO_2,6} = (6,47 \cdot 1 + 1,27 \cdot 1) 10^{-6} = 7,74 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M''_{C,6} = (0,72 \cdot 1 + 0,17 \cdot 1) 10^{-6} = 0,89 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M''_{SO_2,6} = (0,51 \cdot 1 + 0,25 \cdot 1) 10^{-6} = 0,76 \cdot 10^{-6} \text{ т.}$$

При доставке в холодный период времени (возврат):

$$M''_{CO_2,6} = (4,11 \cdot 1 + 6,31 \cdot 1) 10^{-6} = 10,42 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M''_{CH_4,6} = (1,37 \cdot 1 + 0,79 \cdot 1) 10^{-6} = 2,16 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M''_{NO_2,6} = (6,47 \cdot 1 + 1,27 \cdot 1) 10^{-6} = 7,74 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M''_{C,6} = (1,08 \cdot 1 + 0,17 \cdot 1) 10^{-6} = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M''_{SO_2,6} = (0,63 \cdot 1 + 0,25 \cdot 1) 10^{-6} = 0,88 \cdot 10^{-6} \text{ т.}$$

При доставке в переходный период времени(возврат):

$$M''_{CO_2,6} = (3,7 \cdot 1 + 6,31 \cdot 1) 10^{-6} = 9,38 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M''_{CH_4,6} = (1,23 \cdot 1 + 0,79 \cdot 1) 10^{-6} = 2,02 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M''_{NO_2,6} = (6,47 \cdot 1 + 1,27 \cdot 1) 10^{-6} = 7,74 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M''_{C,6} = (0,97 \cdot 1 + 0,17 \cdot 1) 10^{-6} = 1,14 \cdot 10^{-6} \text{ т,}$$

$$M''_{SO_2,6} = (0,57 \cdot 1 + 0,25 \cdot 1) 10^{-6} = 0,82 \cdot 10^{-6} \text{ т.}$$

Итого при возврате территории:

$$M''_{CO_2,6} = (9,68 \cdot 250 + 10,42 \cdot 100 + 9,38 \cdot 250) 10^{-6} = 0,0058 \text{ т/год,}$$

$$M''_{CH_4,6} = (1,93 \cdot 250 + 2,16 \cdot 100 + 2,02 \cdot 250) 10^{-6} = 0,0012 \text{ т/год,}$$

$$M''_{NO_2,6} = (7,74 \cdot 250 + 7,74 \cdot 100 + 7,74 \cdot 250) 10^{-6} = 0,0046 \text{ т/год,}$$

$$M''_{C,6} = (0,89 \cdot 250 + 1,25 \cdot 100 + 1,14 \cdot 250) 10^{-6} = 0,0006 \text{ т/год,}$$

$$M''_{SO_2,6} = (0,76 \cdot 250 + 0,88 \cdot 100 + 0,82 \cdot 250) 10^{-6} = 0,0004 \text{ т/год.}$$

Суммарное количество дней работы ДМ 6-й группы (теплый период):

$$D_{фк} = 113 \cdot 0,67 = 75,71.$$

Суммарное количество дней работы ДМ 6-й группы (холодный период):

$$D_{фк} = 151 \cdot 0,67 = 101,17.$$

Суммарное количество дней работы (переходный период):

$$D_{фк} = 61 \cdot 0,67 = 40,87.$$

Валовый годовой выброс i -го вещества одной машины 6-й группы при доставке автотранспортом (теплый период):

$$M_{CO_2,6} = (0,0622 + 0,0058) \cdot 75,71 \cdot 10^{-6} = 0,0514 \text{ т/год,}$$

$$M_{CH_4,6} = (0,0100 + 0,0012) \cdot 75,71 \cdot 10^{-6} = 0,0847 \text{ т/год,}$$

$$M_{NO_2,6} = (0,0138 + 0,0046) \cdot 75,71 \cdot 10^{-6} = 0,0139 \text{ т/год,}$$

$$M_{C,6} = (0,0047 + 0,0006) \cdot 75,71 \cdot 10^{-6} = 0,0040 \text{ т/год,}$$

$$M_{SO_2,6} = (0,0019 + 0,0004) \cdot 75,71 \cdot 10^{-6} = 0,0017 \text{ т/год.}$$

Валовый годовой выброс i -го вещества одной машины 6-й группы при доставке автотранспортом (холодный период):

$$M_{CO_2,6} = (0,0622 + 0,0058) \cdot 101,17 \cdot 10^{-6} = 0,0680 \text{ т/год},$$

$$M_{CH_4,6} = (0,0100 + 0,0012) \cdot 101,17 \cdot 10^{-6} = 0,0112 \text{ т/год},$$

$$M_{NO_2,6} = (0,0138 + 0,0046) \cdot 101,17 \cdot 10^{-6} = 0,0184 \text{ т/год},$$

$$M_{C,6} = (0,0047 + 0,0006) \cdot 101,17 \cdot 10^{-6} = 0,0053 \text{ т/год},$$

$$M_{SO_2,6} = (0,0019 + 0,0004) \cdot 101,17 \cdot 10^{-6} = 0,0023 \text{ т/год}.$$

Валовый годовой выброс i -го вещества (переходный период):

$$M_{CO_2,6} = (0,0622 + 0,0058) \cdot 40,87 \cdot 10^{-6} = 0,0277 \text{ т/год},$$

$$M_{CH_4,6} = (0,0100 + 0,0012) \cdot 40,87 \cdot 10^{-6} = 0,0045 \text{ т/год},$$

$$M_{NO_2,6} = (0,0138 + 0,0046) \cdot 40,87 \cdot 10^{-6} = 0,0075 \text{ т/год},$$

$$M_{C,6} = (0,0047 + 0,0006) \cdot 40,87 \cdot 10^{-6} = 0,00421 \text{ т/год},$$

$$M_{SO_2,6} = (0,0019 + 0,0004) \cdot 40,87 \cdot 10^{-6} = 0,0009 \text{ т/год}.$$

Максимально разовый выброс i -го вещества в теплый период (1 мин).

$$G_{CO} = \frac{(6,3 \cdot 1 + 3,37 \cdot 1 + 6,31 \cdot 1) \cdot 0,028}{3600} = 0,0133 \text{ г/с},$$

$$G_{CH} = \frac{(0,79 \cdot 1 + 1,14 \cdot 1 + 0,79 \cdot 1) \cdot 0,028}{3600} = 0,0022 \text{ г/с},$$

$$G_{NO_2} = \frac{(1,27 \cdot 1 + 6,47 \cdot 1 + 1,27 \cdot 1) \cdot 0,028}{3600} = 0,0075 \text{ г/с},$$

$$G_C = \frac{(0,17 \cdot 1 + 0,72 \cdot 1 + 0,17 \cdot 1) \cdot 0,028}{3600} = 0,0008 \text{ г/с},$$

$$G_{SO_2} = \frac{(0,25 \cdot 1 + 0,51 \cdot 1 + 0,25 \cdot 1) \cdot 0,028}{3600} = 0,0008 \text{ г/с}.$$

Максимально разовый выброс i -го вещества в переходный период (3 мин)

$$G_{CO} = \frac{(11,34 \cdot 3 + 3,7 \cdot 1 + 5,68 \cdot 1) \cdot 0,028}{3600} = 0,0361 \text{ г/с},$$

$$G_{CH} = \frac{(1,85 \cdot 3 + 1,23 \cdot 1 + 0,71 \cdot 1) \cdot 0,028}{3600} = 0,0062 \text{ г/с},$$

$$G_{NO_2} = \frac{(1,91 \cdot 3 + 6,47 \cdot 1 + 1,27 \cdot 3) \cdot 0,028}{3600} = 0,0112 \text{ г/с},$$

$$G_C = \frac{(0,92 \cdot 3 + 0,97 \cdot 1 + 0,15 \cdot 1) \cdot 0,028}{3600} = 0,0032 \text{ г/с},$$

$$G_{SO_2} = \frac{(0,28 \cdot 3 + 0,57 \cdot 1 + 0,23 \cdot 1) \cdot 0,028}{3600} = 0,0013 \text{ г/с}.$$

Максимально разовый выброс i -го вещества в холодный период (5 мин).

$$G_{CO} = \frac{(12,6 \cdot 5 + 4,11 \cdot 1 + 6,31 \cdot 1) \cdot 0,028}{3600} = 0,0611 \text{ г/с},$$

$$G_{CH} = \frac{(2,05 \cdot 5 + 1,37 \cdot 1 + 0,79 \cdot 1) \cdot 0,028}{3600} = 0,0103 \text{ г/с},$$

$$G_{NO_2} = \frac{(1,91 \cdot 5 + 6,47 \cdot 1 + 1,27 \cdot 1) \cdot 0,028}{3600} = 0,0144 \text{ г/с},$$

$$G_C = \frac{(1,02 \cdot 5 + 1,08 \cdot 1 + 0,17 \cdot 1) \cdot 0,028}{3600} = 0,0052 \text{ г/с},$$

$$G_{SO_2} = \frac{(0,31 \cdot 5 + 0,63 \cdot 1 + 0,25 \cdot 1) \cdot 0,028}{3600} = 0,0020 \text{ г/с}.$$

Таблица 35 – Валовый выброс от автотранспорта 6-й группы:

| КАМАЗ-5460 | | | | | | |
|----------------------|----|--------|--------|-----------------|-----------------|--------|
| Валовый выброс, т/г: | | | | | | |
| | | CO | CH | NO ₂ | SO ₂ | C |
| Т | M= | 0,0514 | 0,0847 | 0,0139 | 0,0017 | 0,0040 |
| Х | | 0,0680 | 0,0112 | 0,0184 | 0,0023 | 0,0053 |
| П | | 0,0277 | 0,0045 | 0,0075 | 0,0009 | 0,0042 |
| Общее | | 0,1471 | 0,1004 | 0,0398 | 0,0049 | 0,0135 |
| КАМАЗ-43118 | | | | | | |
| Валовый выброс, т/г: | | | | | | |
| | | CO | CH | NO ₂ | SO ₂ | C |
| Т | M= | 0,0514 | 0,0847 | 0,0139 | 0,0017 | 0,0040 |
| Х | | 0,0680 | 0,0112 | 0,0184 | 0,0023 | 0,0053 |
| П | | 0,0277 | 0,0045 | 0,0075 | 0,0009 | 0,0042 |
| Общее | | 0,1471 | 0,1004 | 0,0398 | 0,0049 | 0,0135 |
| Автоцементовоз ТЦ-2 | | | | | | |
| Валовый выброс, т/г: | | | | | | |
| | | CO | CH | NO ₂ | SO ₂ | C |
| Т | M= | 0,0514 | 0,0847 | 0,0139 | 0,0017 | 0,0040 |
| Х | | 0,0680 | 0,0112 | 0,0184 | 0,0023 | 0,0053 |
| П | | 0,0277 | 0,0045 | 0,0075 | 0,0009 | 0,0042 |
| Общее | | 0,1471 | 0,1004 | 0,0398 | 0,0049 | 0,0135 |
| Итого: | | 0,4413 | 0,3012 | 0,1194 | 0,0147 | 0,0405 |

Таблица 36 – Максимально-разовый выброс от автотранспорта 6-й группы:

| КАМАЗ-5460 | | | | | | |
|----------------------------------|----|--------|--------|-----------------|-----------------|--------|
| Максимально-разовый выброс, г/с: | | | | | | |
| | | CO | CH | NO ₂ | SO ₂ | C |
| Т | M= | 0,0514 | 0,0847 | 0,0139 | 0,0017 | 0,0040 |
| Х | | 0,0680 | 0,0112 | 0,0184 | 0,0023 | 0,0053 |
| П | | 0,0277 | 0,0045 | 0,0075 | 0,0009 | 0,0042 |
| Общее | | 0,1471 | 0,1004 | 0,0398 | 0,0049 | 0,0135 |
| КАМАЗ-43118 | | | | | | |
| Максимально-разовый выброс, г/с: | | | | | | |
| | | CO | CH | NO ₂ | SO ₂ | C |
| Т | M= | 0,0514 | 0,0847 | 0,0139 | 0,0017 | 0,0040 |
| Х | | 0,0680 | 0,0112 | 0,0184 | 0,0023 | 0,0053 |
| П | | 0,0277 | 0,0045 | 0,0075 | 0,0009 | 0,0042 |
| Общее | | 0,1471 | 0,1004 | 0,0398 | 0,0049 | 0,0135 |
| Автоцементовоз ТЦ-2 | | | | | | |
| Максимально-разовый выброс, г/с: | | | | | | |
| | | CO | CH | NO ₂ | SO ₂ | C |
| Т | M= | 0,0514 | 0,0847 | 0,0139 | 0,0017 | 0,0040 |
| Х | | 0,0680 | 0,0112 | 0,0184 | 0,0023 | 0,0053 |
| П | | 0,0277 | 0,0045 | 0,0075 | 0,0009 | 0,0042 |
| Общее | | 0,1471 | 0,1004 | 0,0398 | 0,0049 | 0,0135 |
| Итого: | | 0,4413 | 0,3012 | 0,1194 | 0,0147 | 0,0405 |

7.2 Расчет выбросов при подаче цемента пневмотранспортом

Расчёт выбросов производится согласно "Сборнику методик по расчёту выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами" Л., 1986 г.

Количество загрязняющих веществ (кг/ч), поступающих в атмосферу при подаче цемента пневмотранспортом, определяется по следующей формуле:

$$M_{\text{п}} = V_{\text{г}} C \cdot 10^{-3}$$

где $V_{\text{г}}$ - средний выход загрязнённого газа, м³/час;

C - средняя концентрация цемента в потоке загрязнённого газа, г/м³

Согласно методике, средняя концентрация цемента в потоке загрязнённого газа $C = 8,2$ г/м³.

$$M_{\text{п}} = 8,2 \cdot 4565 \cdot 0,02 \cdot 10^{-3} = 0,749 \text{ кг/ч или } 0,208 \text{ г/с}$$

7.3 Расчет рассеивания загрязняющих веществ

Расчет загрязнения атмосферы выбросами вредных веществ предприятия выполнялся в соответствии "Методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий" - ОНД-86 Госкомгидромет, Ленинград, 1987 г.

Таблица 37 – Метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания ЗВ в атмосферном воздухе г. Красноярск

| | |
|--|--------|
| Коэффициент стратификации атмосферы $A, C^{2/3} \cdot T_1^{1/3}$ | 200 |
| Средняя температура в 13 часов наиболее жаркого месяца, $T_1, ^\circ\text{C}$ | + 24,4 |
| Средняя температура наружного воздуха наиболее холодного месяца, $T_3, ^\circ\text{C}$ | - 16,4 |
| Среднегодовая роза ветров : | |
| С | 3,0 |
| СВ | 5,0 |
| В | 5,0 |
| ЮВ | 2,0 |
| Ю | 14,0 |
| ЮЗ | 44,0 |
| З | 22,0 |
| СЗ | 5,0 |
| Штиль | 22,0 |
| Скорость ветра, повторяемость превышения которой составляет 5%, $U^*, \text{ м/с}$ | 6,7 |
| Коэффициент рельефа местности | 1,1 |

Расчет рассеивания проведен для пыли асбестосодержащей. Результаты расчета загрязнения атмосферы вредными веществами сведены в таблицу.

Таблица 38 – Расчет рассеивания загрязняющих веществ в долях ПДК

| Код загрязняющего вещества | Источники выделения загрязняющих веществ | Наименование загрязняющего вещества | Максимальная приземная концентрация | | ПДК _{м.р.} |
|----------------------------|--|---|-------------------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | На границе СЗЗ (300 м) | На границе ЖЗ (500 м) | |
| 2931 | Тракт подачи асбеста, его растарка, бегуны | Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) | 0,977 | 1,312 | 0,06 |

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

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

где A – коэф., зависящий от температурной стратификации атмосферы;

M (г/с) - масса ВВ, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени;

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

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

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

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

ΔT ($^{\circ}\text{C}$) - разность между температурой, выбрасываемой газовой смесью T_2 и температурой окружающего атмосферного воздуха T_0 ;

V_1 ($\text{м}^3/\text{с}$) - расход газовой смеси, определяется по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \omega_0,$$

где D (м) - диаметр устья источника выброса;

ω_0 (м/с) - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса.

Значение коэффициента A , соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным 200.

Значение параметра $\Delta T = 4$, т.к. температура окружающего атмосферного воздуха T_B ($^{\circ}\text{C}$), равная средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года по СНиП 2.01.01 - 82 составляет 24°C , а температура выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси T_r ($^{\circ}\text{C}$) - 20°C .

Значение безразмерного коэффициента F принимается:

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

б) для мелкодисперсных аэрозолей при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % - 2; от 75 до 90 % - 2,5; менее 75 % и при отсутствии очистки – 3.

Значение коэффициентов m и n определяются в зависимости от параметров f, v_m, v'_m, f_e :

$$f = 1000 \frac{\varpi_0^2 \times D}{H^2 \times \Delta T}$$

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

$$v'_m = 1,3 \times \frac{\varpi_0 \times D}{H}$$

$$f_e = 800 \times \left(\frac{v_m}{3} \right)^3$$

Коэффициент m определяется в зависимости от f по формуле (при $f \geq 100$):

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}}$$

Коэффициент n при $f \geq 100$ определяется в зависимости от v_m по формуле:

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

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

$$x_m = \frac{5 - F}{4} \cdot dH,$$

где, безразмерный коэффициент d при $f \geq 100$ находится по формуле:

$$d = 11,4 \cdot v'_m$$

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

$$u_m = v'_m$$

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

$$c = s_1 \cdot c_m,$$

где, s_1 - безразмерный коэффициент, определяется в зависимости от отношения x/x_m по формулам:

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

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

Расчет рассеивания для источника выброса пыли асбестосодержащей (с содержанием хризотиласбеста до 10%)

Исходные данные: $M = 0,1199$ г/с; $\omega_0 = 10,7$ м/с, $h = 10$ м, $D = 0,4$ м.

Объем расхода газовой смеси:

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 0,4^2}{4} 10,7 = 1,34 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$v'_m = 1,3 \frac{10,7 \cdot 0,4}{10} = 0,556$$

$$n = 0,532 \cdot (0,556)^3 - 2,13 \cdot 0,556 + 3,13 = 2,017$$

Мак значение приземной концентрации вредного вещества C_{\max} , мг/м³:

$$c_m = \frac{200 \cdot 0,1199 \cdot 1 \cdot 2,017 \cdot 1,1}{10^2 \cdot \sqrt[3]{1,34 \cdot 1}} = 0,0814$$

Расстояние X_{\max} (м):

$$x_m = \frac{5-1}{4} \cdot 63,34 \cdot 10 = 633; \quad d = 63,34$$

Определяем приземную концентрацию вредных веществ C :

На расстоянии 300 м от источника выброса безразмерный коэффициент s_1 при $x/x_m = 0,45$;

$$s_1 = 3(0,45)^4 - 8(0,45)^3 + 6(0,45)^2 = 0,61$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³) в атмосфере по оси факела выброса на расстоянии 300 м от источника выброса:

$$c = 0,61 \cdot 0,0814 = 0,049$$

На расстоянии 500 м от источника выброса безразмерный коэффициент s_1 при $x/x_m = 0,75$;

$$s_1 = 3(0,75)^4 - 8(0,75)^3 + 6(0,75)^2 = 0,94$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³) в атмосфере по оси факела выброса на расстоянии 500 м от источника выброса:

$$c = 0,94 \cdot 0,0814 = 0,076$$

На расстоянии 633 м от источника выброса безразмерный коэффициент s_1 при $x/x_m = 1$;

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13(1)^2 + 1} = 1$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³) в атмосфере по оси факела выброса на расстоянии 633 м от источника выброса:

$$c = 1 \cdot 0,0814 = 0,0814$$

На расстоянии 900 м от источника выброса безразмерный коэффициент s_1 при $x/x_m = 1,42$;

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13(1,42)^2 + 1} = 0,8968$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³) в атмосфере по оси факела выброса на расстоянии 900 м от источника выброса:

$$c = 0,8968 \cdot 0,0814 = 0,0793$$

На расстоянии 1200 м от источника выброса безразмерный коэффициент s_1 при $x/x_m = 1,90$;

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13(1,90)^2 + 1} = 0,7687$$

Приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³) в атмосфере по оси факела выброса на расстоянии 1200 м от источника выброса:

$$c = 0,7687 \cdot 0,0814 = 0,0598$$

Таблица 40 – Приземная концентрация на различных расстояниях

| Загрязняющее вещество | Источник выброса | Приземная концентрация загрязняющих веществ на расстояниях (м), мг/м ³ | | | | | |
|---|------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | C_m | 300 | 500 | 633 | 900 | 1200 |
| Пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%) | 0004 | 0,0814 | 0,0586 | 0,0787 | 0,0814 | 0,0793 | 0,0598 |

7.4 Расчет доли ПДК с учетом фоновой концентрации

Фоновая концентрация по взвешенным веществам принята по данным о состоянии загрязнения атмосферного воздуха в городе Красноярске.

$$C_{\phi} = 1,58 \text{ мг/м}^3.$$

Концентрация загрязняющих веществ C , доли ПДК, рассчитывается по формуле:

$$C = \frac{C_{\phi} + C_{\max}}{\text{ПДК}}$$

где C_{ϕ} - фоновая концентрация загрязняющего вещества, мг/м³;

C_{\max} - максимальная приземная концентрация вредного вещества, мг/м³.

Приземная концентрация вредных веществ C , доли ПДК для пыли асбестосодержащей (с содержанием хризотиласбеста до 10%)

На расстоянии 300 м от источника выброса:

$$c = \frac{1,58 + 0,0586}{0,06} = 2,557;$$

На расстоянии 500 м от источника выброса:

$$c = \frac{1,58 + 0,0887}{0,06} = 2,892;$$

На расстоянии 633 м от источника выброса:

$$c = \frac{1,58 + 0,0814}{0,06} = 2,937;$$

На расстоянии 900 м от источника выброса:

$$c = \frac{1,58 + 0,0793}{0,06} = 2,902;$$

На расстоянии 1200 м от источника выброса:

$$c = \frac{1,58 + 0,0598}{0,06} = 2,577$$

Таблица 41 - Зависимость распространения приземной концентрации загрязняющих веществ на расстоянии от источника выброса

| Наименование загрязняющего вещества от источника выброса | Концентрации загрязняющего вещества на расстояниях (м) от источника выброса (мг/м ³) с учетом фона в долях ПДК | | | | | | |
|--|---|-------|-------|-------|-------|------------|---------------------|
| | 300 | 500 | 633 | 900 | 1200 | C_{ϕ} | ПДК _{м.р.} |
| Пыль асбестосодержащая | 2,557 | 2,892 | 2,937 | 2,902 | 2,577 | | 0,06 |

8 Мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Из полученных расчетов рассеивания, необходимо разработать природоохранные мероприятия для улучшения экологической ситуации района.

Для улавливания пыли асбестосодержащей (с содержанием хризотиласбеста до 10%) при подаче, расстаривании асбеста и обминании его в бегунах, в связи с изношенностью рукавных фильтров ФР - 15 и ФВК-96-300-9-G3(G4)/20 (эффективность очистки составляла 70%) предлагается установить фильтры рукавные с импульсной продувкой и пылеосадочной камерой УВП-СТ-К-ФРИ.

8.1 Характеристика рукавных фильтров с импульсной продувкой и пылеосадочной камерой УВП-СТ-К-ФРИ

Рукавные фильтры — широко распространенные и эффективные аппараты пылеулавливания. Их применяют для отделения пыли от газов воздуха в различных отраслях промышленности: в черной и цветной металлургии, химической промышленности, промышленности строительных материалов в текстильной, пищевой промышленности и т.д.

Фильтры рукавные «ФРИ» с импульсной системой регенерации предназначены для очистки воздуха от промышленных выбросов - пылей и аэрозолей, образующихся при работе предприятий.

В Установках реализован принцип регенерации фильтров - продувкой сжатым воздухом. Регенерация фильтра осуществляется подачей импульса сжатого воздуха длительность 0,2 с, внутрь фильтра, фильтр резко расширяется, и «стряхивает» накопившуюся на нем пыль, при этом происходит продувка фильтровальной ткани в направлении, обратном потоку загрязненного воздуха. Фильтр очищается.

Данный способ регенерации обладает существенными преимуществами перед другими способами регенерации фильтров и позволяет достичь лучшего качества очистки фильтровального материала и как следствие обеспечить более оптимальную работу аспирационной системы и снизить расход электроэнергии при работе аспирационной системы. Высокие результаты достигаются при очистке воздуха от мелкодисперсных пылей, до 0,1 мкм, склонных к слипанию.

Установки серии «ФРИ» используются для очистки воздуха в системах аспирации и пневмотранспорта с применением рециркуляционной схемы обращения воздуха или без неё.

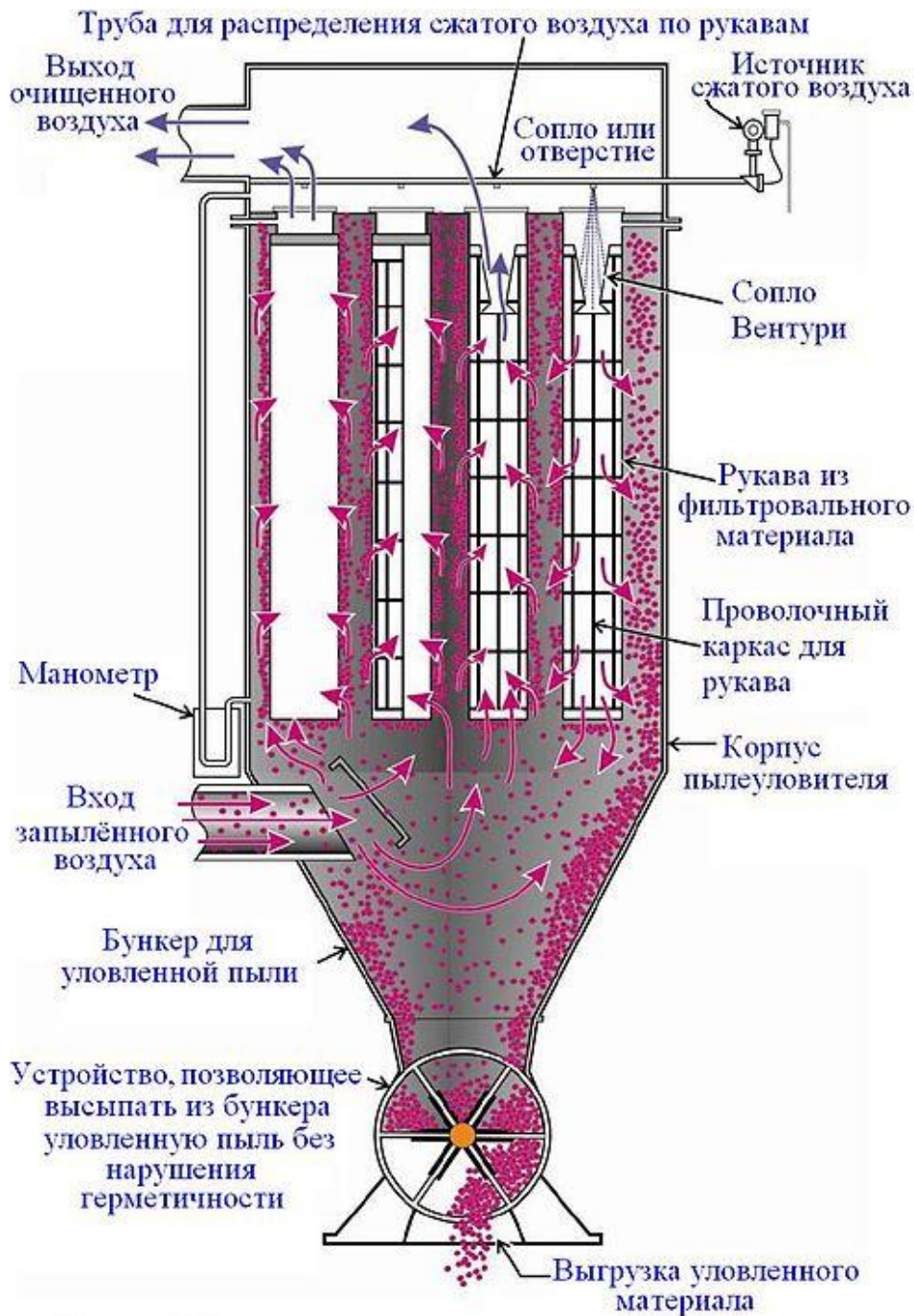


Рисунок 22 – типичная конструкция рукавного фильтра с импульсной продувкой. Рукава одеты на проволочные каркасы, предотвращающие их сжатие.

Такие пылеуловители используют рукава из фильтровального материала, одеваемые на металлический каркас, предотвращающий сжатие рукава из-за разрежения. Запыленный воздух входит в пылеуловитель, и проходит через фильтровальный материал снаружи вовнутрь рукава. Слой уловленной пыли образуется на внешней стороне рукава, а для его удаления используется короткая импульсная подача сжатого воздуха в отверстие рукава, через которое обычно выходит очищенный воздух

Фильтры рукавные с импульсной продувкой и пылесадочной камерой УВП-СТ-К-ФРИ предназначены для сухой очистки воздуха от пыли и аэрозоли. Установки УВП-СТ-К-ФРИ относятся к установкам среднего класса и могут использоваться как в качестве малозатратной системы аспирации для небольших цехов и для очистки воздуха от мелкодисперсной пыли. Небольшие габариты установок позволяют размещать их непосредственно в производственном помещении.

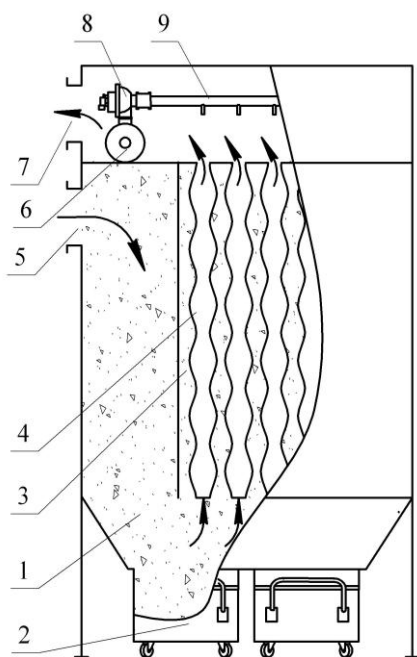


Рисунок 22- Установка УВП-СТ-К-ФРИ

Установка УВП-СТ-К-ФРИ представляют собой сборную металлоконструкцию, состоящую из пылесадочной камеры (1), блока фильтров (4), выполненные в едином корпусе. Пыль из пылесадочной камеры поступают в накопитель (2). Вместо накопителя к установке для удаления пыли может подсоединяться система пневмотранспорта.

Принцип действия.

В Установках реализован принцип двухступенчатой очистки: газопылевой поток через входной патрубков попадает в бункер-накопитель, расширяется, снижает скорость, происходит осаждение крупных фракций пыли, далее воздух проходит через фильтры и выпускается наружу. По мере накопления частиц на поверхности фильтра образуется «шуба», повышается сопротивление фильтра, ухудшается работа аспирационной системы. Для поддержания режима фильтрации производится регенерация фильтров импульсами сжатого воздуха. Пыль накапливается в бункере-накопителе или непрерывно удаляются в подкатной контейнер

Базовая комплектация:

1. Блок фильтров и пылесадочная камера, выполненные в едином корпусе на опорах.
2. Система регенерации в составе ресиверов (6) с соленоидными клапанами (8) и блока управления системой регенерации на базе комплектующих «TURBO», Италия.
3. Система управления Установкой.

Таблица 42 - Техническая характеристика фильтра с импульсной продувкой и пылесадочной камерой УВП-СТ-К-ФРИ

| Условное обозначение установки | Площадь Фильтрования, м ² | Ёмкость накопителя, м ³ | Потребляемая мощность, не более кВт | Давление сжатого воздуха, мПа | Расход сжатого воздуха, Нл/мин | Масса установки, не более, кг |
|--|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| УВП-СТ-К-2-ФРИ с выгрузкой в контейнер | 38 | 1 | 0,2 | 0,6 | 280 | 1500 |

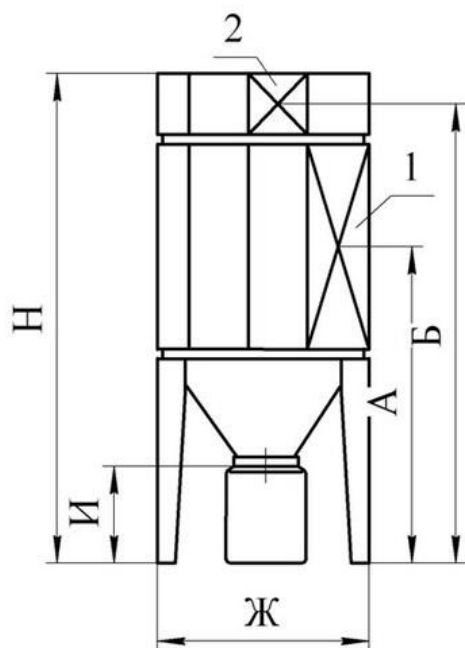


Рисунок 23 – УВП-СТ-К-2-ФРИ с выгрузкой в подкатанный контейнер

Таблица 43 – Габаритные и присоединительные размеры

| Условное обозначение установки | Размеры, мм | | | | | |
|---------------------------------------|-------------|------|------|------|------|------|
| | Н | А | Б | Д | Ж | И |
| УВП-СТ-К-ФРИ с выгрузкой в контейнер. | 4420 | 2850 | 4140 | 1500 | 1950 | 1000 |

8.2 Расчёт рукавных фильтров

Расчет фильтров сводится к определению суммарной площади поверхности фильтровальных элементов, их гидравлического сопротивления и сопротивления корпуса фильтра, продолжительности работы фильтра до регенерации.

Таблица 44 – Данные

| Исходные данные | |
|---|---|
| Объемный расход газа, V_n | 1200 м ³ /ч |
| Концентрация пыли на входе в фильтр | 33 г/м ² |
| Характеристика пыли | |
| Вид пыли | асбестовая |
| Дисперсионность, d | 102*10 ⁻⁶ м |
| Характеристика фильтрованной перегородки: | |
| Ткань | войлок ТУ 17-14-45-77 |
| Воздухопроницаемость, $W_{пр}$ | 3,2 м/мин |
| Температура газа, t_r | 20 ⁰ С |
| Рекомендуемая нагрузка, q | 1,4 м ³ /(м ² ·мин) |

Определение удельной газовой нагрузки для рукавных фильтров по формуле:

$$q = q_n \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5$$

где q_n - нормативная удельная нагрузка, зависящая от вида пыли и её склонности к агломерации=2,6 (для пыли асбеста);

C_1 - коэффициент, характеризующий особенность регенерации фильтровальных элементов;

C_2 - коэффициент, учитывающий влияние концентрации пыли на удельную газовую нагрузку;

C_3 - коэффициент, учитывающий влияние дисперсного состава пыли в газе;

C_4 - коэффициент, учитывающий влияние температуры газа;

C_5 - коэффициент, учитывающий требования к качеству очистки.

Для определения величины коэффициента C_1 учитывающего влияние особенностей регенерации фильтровальных элементов, в качестве базового варианта принимается фильтр с импульсной продувкой сжатым воздухом и рукавами из ткани. $C_1=0,55$.

Значение коэффициента C_2 , учитывающего влияние концентрации пыли на удельную газовую нагрузку=0,95. Коэффициент C_3 учитывающий влияние дисперсного состава пыли=0,9. Коэффициент C_4 , учитывающий влияние температуры $t, ^\circ\text{C}=1,0$. Коэффициент C_5 , учитывающий требования к качеству

очистки, оценивается по концентрации пыли в очищенном воздухе. Экспериментально установлено, что с увеличением скорости фильтрации концентрация пыли в очищенных газах увеличивается. $C_5=0,95$.

Подставив найденные значения коэффициентов в формулу, получаем:
 $q = 2,6 \cdot 0,55 \cdot 0,95 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1,48 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$.

Определение поверхности фильтрования:

$$F = \frac{V_n + V_p}{60q} + F_p$$

где V_n - объем газа, поступающего на очистку, $\text{м}^3/\text{ч}$;

V_p - объем газа или воздуха, расходуемого на обратную продувку, $\text{м}^3/\text{ч}$;

q - удельная газовая нагрузка (скорость фильтрации), $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$;

F_p - площадь фильтрации, отключаемая на регенерацию в течение 1 ч.

Величина F_p не рассчитывается, т. к. дополнительная площадь фильтрующей поверхности, учитывающая регенерацию элементов, предусмотрена при расчете q .

$$F = (1200 + 10) / 60 \cdot 1,48 = 24,6 \text{ м}^2$$

По каталогу для приведенных условий выбираем 2 фильтра с импульсной продувкой ФРИП - 30 с фактической поверхностью фильтрования 30 м^2 .

Определение числа рукавов:

$$n = F_{\text{ф}} / F_{\text{э}}$$

где, $F_{\text{э}}$ - площадь поверхности одного рукава,

$$F_{\text{э}} = \pi \cdot d_{\text{э}} \cdot l_{\text{э}}$$

где, $d_{\text{э}}$ - диаметр рукава, выбираем по каталогу - $d_{\text{э}} = 135 \text{ мм}$;

$l_{\text{э}}$ - длина рукава, выбираем по каталогу - $l_{\text{э}} = 2000 \text{ мм}$;

$$F_{\text{э}} = 3,14 \cdot 135 \cdot 2000 = 847800 \text{ мм}^2 = 0,85 \text{ м}^2$$

$$n = 30 / 0,85 = 35,3$$

Полученное значение n округляют в сторону увеличения с учетом компоновки элементов в корпусе фильтра секциями.

$$n = 36 \text{ рукава}$$

Гидравлическое сопротивление тканевых фильтров R является суммой сопротивления фильтровальной ткани ΔP_1 и сопротивления корпуса фильтра ΔP_2 :

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2$$

Сопротивление фильтровальной ткани:

$$\Delta P_1 = \Delta P_1' + \Delta P_1''$$

где, $\Delta P_1'$ – постоянная величина, зависящая от типа ткани и ее толщины, Па;

$\Delta P_1''$ – переменная величина, зависящая от режима фильтрования, массы и свойств осевшей на ткань пыли, Па;

Определим величину $\Delta P_1'$:

$$\Delta P_1' = K_f \cdot \mu_g \cdot q_p$$

где, K_f – коэффициент, характеризующий сопротивление фильтрующей перегородки (рукава), зависит от дисперсности пыли; $K_f = 1,5 \cdot 10^9 \text{ м}^{-1}$,

μ_g – динамическая вязкость воздуха при рабочей температуре, Па·с, выбирается по номограмме; $\mu_g = 18,3 \cdot 10^{-6} \text{ Па}$,

q_p – удельная газовая нагрузка, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$:

$$q_p = q / 60 = 1,48 / 60 = 0,025 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с}).$$

$$\Delta P_1' = 1,5 \cdot 10^9 \cdot 18,3 \cdot 10^{-6} \cdot 0,025 = 686 \text{ Па}$$

Определим величину $\Delta P_1''$

$$\Delta P_1'' = (\mu_g \cdot \tau \cdot C_{вх} \cdot q_p^2 K_{пс}) / (2d_{50}^2 \cdot \rho_g),$$

где, τ – время рабочего цикла фильтрации (между циклами регенерации), с; $\tau = 3600 / k$; $\tau = 3600 / 12 = 300 \text{ с}$

$C_{вх}$ – концентрация пыли на входе в фильтр, $C_{вх} = 33 \text{ г/м}^3$;

$K_{пс}$ – коэффициент, характеризующий сопротивление пылевого слоя, $K_{пс} = 2,76 \cdot 10^9$;

d_{50} – медианный размер частиц пыли (м); $d_{50} = 102 \cdot 10^{-6} \text{ м}$;

ρ_g – плотность газа при рабочей температуре, кг/м^3 ; $\rho_g = 1,626 \text{ кг/м}^3$

q_p – удельная газовая нагрузка, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

$$\Delta P_1'' = (18,3 \cdot 10^{-6} \cdot 300 \cdot 33 \cdot 10^{-3} \cdot 0,025^2 \cdot 2,76 \cdot 10^9) / (2 \cdot 102 \cdot 10^{-12} \cdot 1,626) = 374 \text{ Па}$$

$$\Delta P_1 = 686 + 374 = 1060 \text{ Па}$$

Определение сопротивления корпуса фильтра ΔP_2 :

$$\Delta P_2 = \xi \cdot V_{вх}^2 \cdot \rho_g / 2,$$

где, ξ – коэффициент гидравлического сопротивления при наиболее рациональных концентрациях корпусов, $\xi = 1,5 - 2$, принимаем $\xi = 2$

$V_{ВХ}$ – скорость газа на входе в корпус, принимаем $V_{ВХ} = 5\text{ м/с}$;

$$\Delta P_2 = 2 \cdot 5^2 \cdot 1,626 / 2 = 40 \text{ Па}$$

$$\Delta P = 1060 + 40,6 = 1100 \text{ Па.}$$

9 Нормативно – правовая база

Основными производственными загрязнителями при изготовлении асбестоцементных труб являются:

- пыль асбеста, выделяющаяся при растарке и распушке асбеста.

Основными документами, регламентирующими деятельность предприятия в области охраны окружающей природной среды, являются:

1. Закон РФ "Об охране окружающей природной среды", 2002.
2. Закон РФ "Об охране атмосферного воздуха", 1999.
3. Инструкция по нормированию выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в атмосферу и в водные объекты, 1989.
4. ОНД – 86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».
5. ГОСТ17.2.3.02 – 78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями».
6. РД 52.04.59 – 85 «Охрана природы. Атмосфера. Требования к точности контроля промышленных выбросов. Методические указания».
7. ГОСТ Р 50820 – 95 «Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Методы определения запыленности газопылевых потоков».
8. ГН 2.1.6.1338 – 03 «Предельно – допустимая концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».
9. ГН 2.1.6.1339 – 03 «Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».
10. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200 – 03 «Санитарно – защитные зоны и санитарная защита предприятия».

Законодательство в области охраны окружающей среды основывается на Конституции Российской Федерации и других федеральных законах, а также принимаемых в соответствии с ними иных нормативных правовых актов Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации.

В соответствии с Конституцией Российской Федерации каждый имеет право на благоприятную окружающую среду и обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам, которые являются основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации.

Этот закон 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.

Федеральный закон регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как важнейшую составляющую окружающей среды, являющуюся основой жизни на Земле.

Хозяйственная и иная деятельность, оказывающая воздействие на окружающую среду, должна осуществляться на основе следующих принципов:

- платность природопользования и возмещение вреда ОС;
- независимость контроля в области охраны окружающей среды;
- презумпция экологической опасности, планируемой хозяйственной и иной деятельности;
- ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При производстве асбестоцементного шифера на предприятии в атмосферу выделяются вредные выбросы: пыль асбестосодержащая (с содержанием хризотиласбеста до 10%), приносящие вред здоровью человека и негативно влияющие на экологическую обстановку.

Попав в организм человека, волокна асбеста не рассасываются, а дают толчок к развитию воспалительного процесса. Профессиональное заболевание, связанное с асбестовой пылью, получило название «асбестоз». В зоне риска находятся персонал и жителей мегаполиса. Асбестоз, рак легких, мезотелиома одни из многих заболеваний спровоцированных асбестом.

В 2002г. были обнародованы результаты исследований в области заболеваний, связанных с асбестом, полученные врачами из Бельгии. Они пришли к выводу, что асбестовая пыль, попадая в легкие с вдыхаемым воздухом, вредит каждому седьмому жителю в странах с развитой экономикой.

В настоящее время во всем мире асбест, согласно классификации Всемирной организации здравоохранения - Международного Агентства по исследованию рака, отнесен к канцерогенам 1-й группы. По данным Национального Института по изучению рака, в США ежегодно фиксируется около 3000 новых случаев заболевания. В США количество людей, подвергшихся воздействию асбеста в результате профессиональной деятельности за последние 50 лет, составило около 8 млн человек.

Воздействие промышленной пыли на растения так же оказывает отрицательный эффект. При оседании асбестовой пыли на растениях резко нарушаются их физиологические функции, уменьшается ассимиляционная поверхность и в летние жаркие дни ведет к прекращению фотосинтеза. Цементная пыль нарушает геохимический фон прилегающей территории, влияет на рост и развитие растений, приводит к механическим повреждениям.

Даже слабое, но постоянное воздействие пылевых выбросов на определенные звенья экосистемы вызывает нарушение естественных биологических сообществ и снижение общей устойчивости к другим внешним повреждающим воздействиям. Пыль сильно ослабляет газообмен, процессы дыхания и фотосинтеза, затрудняет их рост, снижает продуктивность и скорость возобновления. Тем самым, растительность, которая может быть использована для защиты от вредных выбросов предприятия, гибнет.

В данной работе подробно изучен технологический процесс по изготовлению асбестоцементного шифера, изучен механизм образования мелкодисперсной пыли, определены источники загрязнения атмосферного

воздуха. Так же определены возможные источники загрязнения поверхностных и подземных вод. Произведен расчет отходов производства и потребления.

Составлены карты-схемы с участками, дающими наиболее негативный вклад в состояние окружающей среды, на которых значения загрязняющих веществ превышают предельно допустимой концентрации на границах СЗЗ и жилой застройки.

На основе анализа предложено технологическое решение по очистке воздушной среды цеха по изготовлению шифера, путем замены в узлах пылеобразования ранее рукавных фильтров (в силу своей изношенности), на рукавные фильтры с импульсной продувкой и пылеосадочной камерой УВП-СТ-К-ФРИ. Анализ расчета рассеивания при использовании этих рукавных фильтров показал, что данное мероприятие приводит к снижению максимальной приземной концентрации по пыли асбестсодержащей (с содержанием хризотиласбеста до 10%) в 5 раза.

Данное мероприятие позволяет значительно снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и нормализовать экологическую ситуацию в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Экология энергетики: Учебное пособие / Под общей редакцией В.Я. Путилова. М.: Издательство МЭИ, 2003. – 716 с.
2. Сигал, Г.Н. Защита воздушного бассейна. / Г.Н. Сигал. – Саратов, 1990. – 327с.
3. Котлер, В.Р. Оксиды азота в дымовых газах котлов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 144 с.
4. Контроль вредных выбросов ТЭС в атмосферу / П.В. Росляков, И.Л. Ионкин, И.А. Закиров, Л.Е. Егорова и др./ Под ред. П.В. Рослякова. М.: Изд-во МЭИ, 2004. – 128 с.
5. Чаус К.В. Технология производства строительных материалов, изделий и конструкций: учеб. для вузов / К.В. Чаус, Ю.Д. Чистов, Ю.В. Лабзина. — М.: Стройиздат, 1988. — 448 с.
6. Жабо, В.В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС: Учеб. для техникумов. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 240 с.
7. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами, Л.: Гидрометиздат, 1986 г.-183 стр.
8. Росляков, П.В. Защита атмосферного воздуха от газообразных выбросов / П.В. Росляков, Л.Е. Егорова. – М.: Издательство МЭИ, 1996. – 182 с.
9. Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов / ЗАО «НИПИОТСТРОМ». – Введ.1.01.2000. – Новороссийск , 2003.
10. Экологические проблемы энергетики. / Сост. А.А. Комелев, Г.В. Ташкинова, Б.Б. Чебаненко и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1989. – 332с.
11. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД-86 ГОСКОМГИДРОМЕТ. – Введ. 1.01.1987. – Санкт – Петербург: Гидрометиздат, 1987. – 68 с.
12. Кулагина Т.А.Теоретические основы защиты окружающей среды: учеб. пособие / Т.А. Кулагина. 2-е изд., перераб и доп. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003-332с.
13. Комонов С.В. Экологическая экспертиза оценка воздействия на окружающую среду и сертификация: методические указания по курсовому проектированию / С.В Комонов. – Красноярск, ИПК СФУ, 2010 г. – 74 с.

14. Баженов Ю.М. Проектирование предприятий по производству строительных материалов и изделий: учебник /Л.А. Алимов, В.В. Воронин, Н.В. Трескова. – Москва: АСВ, 2005. – 472 с.
15. Козлов В.Б. Энергетика и природа / В.Б. Козлов, – Новосибирск: Наука, 1996. –227с.
16. Калверт С. Защита атмосферы от промышленных загрязнений / С Калверт, Г. Инглунд, 1988.
17. Садовский, В.В. Производственные технологии: учебник / В.В. Садовский, М.В. Самойлов, Н.П. Кохно [и др.]. – Минск: БГЭУ, 2008
18. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники(расчетным методом) с Дополнениями и Изменениями к "Методике проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники (расчетным методом)"НИИАТ,1999: /к.т.н. В.В. Донченко, к.т.н. Ж.Г. Манусаджянц, Л.Г. Самойлова, Г.Я. Солнцева (НИИАТ), к.т.н. Ю.М. Кузнецов, к.т.н. А.В. Рузский (МАДИ), к.х.н. В.И. Мазепова, В.В. Бобков, Ю.А. Бережная (НПО РосдорНИИ), 2001
19. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на предприятиях железнодорожного транспорта (расчетным методом). М:/ В.В. Донченко, Ж.Г. Манусаджянц, Л.Г. Самойлова (НИИАТ), И.В. Пекарский, Б.В. Валяев (Гипротранспуть), Ю.Н. Панков (МПС), 1992
20. Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов Новороссийск: / ЗАО «НИПИОТСТРОМ», 2000
21. Попов, В.М., Рябцев, В.И., Рябцев, Г.А. О тепловом загрязнении окружающей среды выбросами и сбросами ТЭС и ТЭЦ // Безопасность жизнедеятельности. – 2002. – № 4. – с. 14–20.
23. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД-86. – Ленинград.: Росгидрометеиздат, 1987. – с.68.
24. Федеральный закон: выпуск 16(199). Об охране окружающей среды. – М: ИНФРА – М, 2004. – 51с.
25. Федеральный закон (от 22.08.2004 № 122–ФЗ). Об охране атмосферного воздуха. –М.;ИНФРА–М,2004. 67с.