



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)  
по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование  
(квалификация – бакалавр)

На тему Источники загрязнения атмосферы от предприятий цементной промышленности и мероприятия по их снижению

Исполнитель Денисенко Александра Викторовна

Руководитель к.г.н., доцент Соловьева Анна Андреевна

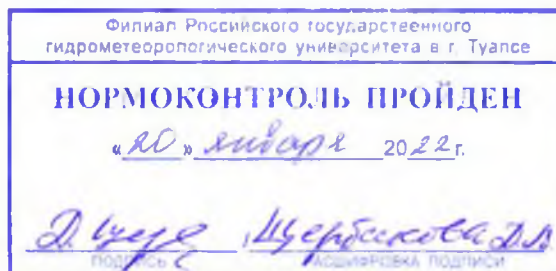
«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«22» января 2022 г.



Туапсе  
2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Этапы развития цементной промышленности в Российской Федерации.....	5
1.1 Общий обзор действующих предприятий.....	5
1.2 Основные технологии производства, источники сырья, оборудование.....	12
2 Характеристика производственной деятельности предприятия ОАО «Новоросцемент», как источника загрязнения атмосферы.....	18
2.1 Общие сведения о предприятии.....	18
2.2 Анализ технологических процессов, как источника выбросов в рабочую зону и атмосферу предприятиями по производству цемента.....	26
3 Мероприятия по экологизации цементной промышленности.....	33
3.1 Модернизация ОАО «Новоросцемент».....	33
3.2 Мероприятия по снижению негативного воздействия цементного производства на атмосферу.....	41
Заключение.....	47
Список использованной литературы.....	49

## Введение

Производство любой промышленной продукции из сырья или природных ресурсов, в большей или меньшей степени, является источником выбросов в атмосферу различных химических веществ и сбросов сточных вод и твердых отходов различные близлежащие водоемы.

Учитывая, что все химические вещества, попадающие в атмосферу воздуха в виде аэрозолей, в конечном итоге ложатся на поверхность почвы и листья деревьев в воду и вообще окружающую природную среду, они представляют наибольшую опасность.

Не являются исключением, сложные современные технологические материалы и оборудования, использующиеся при изготовлении строительных материалов, связанные с превращением сырья в разные состояния и с различными физико-механическими свойствами, а также с использованием разнообразной степени сложности [23, с. 114].

Особое место в негативном воздействии на окружающую среду занимают предприятия по изготовлению цемента, которые вызывают ряд специфических заболеваний у населения, проживающего в областях промышленных зон и или вблизи этих районов.

Хотя среди строительной индустрии, производство цементной продукции одна из наиболее перспективных отраслей экономики.

А ее роль, в сущности, неопределимо велика, что даже, казалось бы при современных передовых технологиях, ее не заменить никаким другим сырьем.

К настоящему времени накоплен довольно богатый опыт оценки по изменению участков естественной природной среды и степени реакции природно-техногенных систем в процессе жизнедеятельности современных экосистем.

Для этих целей существует огромное количество способов и методов мониторинга и прогнозирования последствий и возможных путей предупреждения неблагоприятных последствий, которые опирались бы на

теоретические правила взаимосвязи деятельности человека и состоянием окружающей среды.

Актуальность исследования обосновывается тем, что в настоящее время степень воздействия различных отраслей промышленности, наносимый вред состоянию окружающей среды, в том числе атмосфере, во многом определяется местом расположения предприятия, технологией ее производства, степенью изношенности материалов и оборудования. Для принятия правильных решений, важно располагать достоверной информацией.

Объект исследования – предприятие ОАО «Новоросцемент».

Предмет исследования – цементная промышленность оценка негативного воздействия цементного производства на воздушную среду.

Цель выпускной квалификационной работы – исследование негативного воздействия цементного производства на воздушную среду.

Для достижения указанной цели необходимо выполнить ряд задач:

1. Исследовать современное состояние цементной промышленности в РФ.
2. Изучить технологические стадии цементного производства на примере ОАО «Новоросцемент».
3. Выявить источники и характер выбросов в атмосферу при производстве цемента.
4. Определить возможные способы снижения воздействия предприятия по производству цемента на воздушную среду.

## 1 Этапы развития цементной промышленности в Российской Федерации

### 1.1 Общий обзор действующих предприятий

Первое предприятие по производству промышленного цемента в России было построено и пущено в эксплуатацию в 1839 году и вышла в одну из первых мест среди европейских стран в мире. Продолжалось это до начала 20 века или 1914 года, после того когда началась первая Мировая война. Прародителем развития цементной промышленности в мировой экономике признан русский ученый химик А.Р. Шуляченко.

После окончания второй мировой войны, когда возникла насущная необходимость развития крупномасштабного восстановления страны, СССР по объему снова вышел на первые места в мире. Ускоренное строительство, необходимое для обеспечения населения страны жильем и крупных промышленных предприятий возникла необходимость использования железобетонных панелей, главным материалом которого служил цемент.

До начала в постсоветский период в стране насчитывалось около 90 заводов по производству цемента и выпускали до 140 млн. тонн цемента, ежегодно. Одновременно с этим на модернизацию технологии были привлечены ряд научно исследовательских институтов, обеспечивающих отрасль новыми высокими технологиями, во многих городах страны [12, с. 98].

Особое внимание уделялось воспитанию и образованию кадров и специалистов в этой важной для страны отрасли.

Распад Советского Союза в 1992 году, приведший к резкому спаду строительства рынка жилья и других объектов в России, одновременное резкое уменьшение спроса на строительную продукцию в том числе и на производство цемента, объемы его снизились до минимума, впрочем как и многих других отраслей. К началу третьего тысячелетия к 2000 годам стало заметно возрастать строительная индустрия а вместе с ним и цементная промышленность. На размещение объектов большая роль принадлежит двум основным факторам (рисунок 1.1).

1) сырьевой, который должен учитывать доступность недорогой сырьевой базы или близость расположения сырья –источника для его производства

2) потребительский рынок который предусматривает концентрацию производства вблизи потенциальных потребителей — крупнейших городов и промышленных центров.

Рисунок 1.1 – Факторы размещения предприятий отраслей промышленности

Следует акцентировать внимание, что эта отрасль также как и другие крупные промышленные комплексы: металлургической, химической, лесной и деревообрабатывающей промышленности, образуют индустриальный комплекс, от чего зависит экономический потенциал и уровень промышленного развития страны (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Ресурсный потенциал размещения производства цемента в России

Большинство отраслей этой сферы экономики, являются отраслями производителями промежуточной продукции,, которая отправляется на

доработку в другие сектора экономики для получения конечного продукта (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Этап производства промежуточной продукции

К 2019 году заводов-производителей в России было создано 58, общим объемом производства около 106 млн. тонн в год (рисунок 1.4).

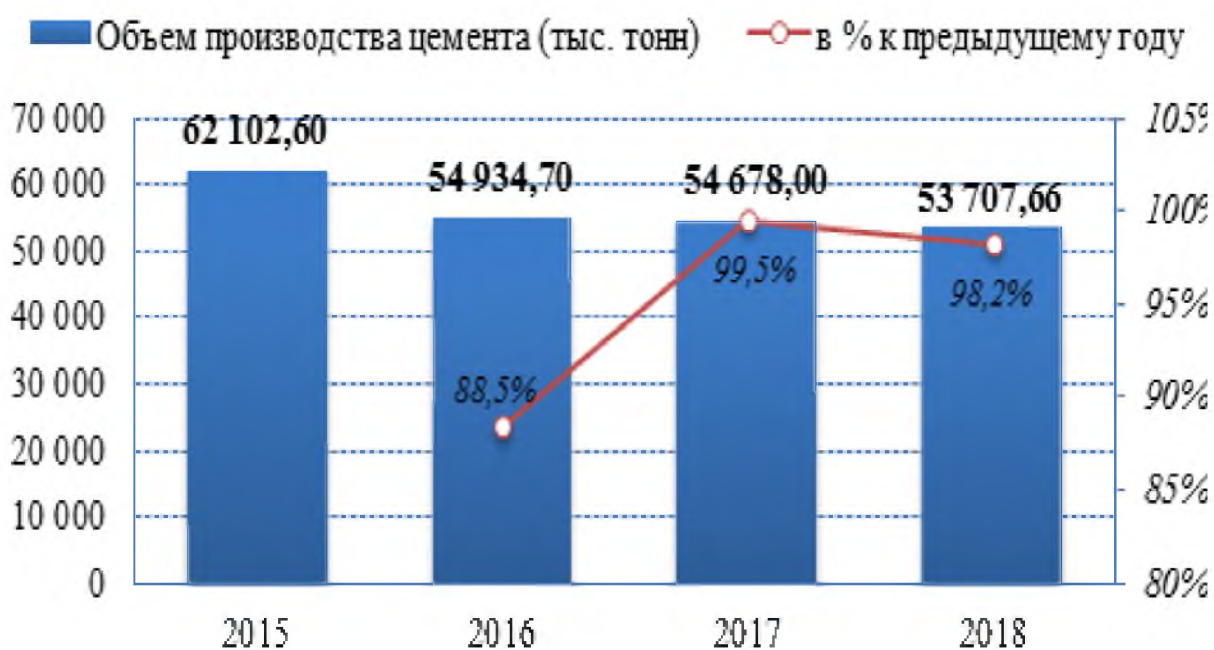


Рисунок 1.4 – Динамика объемов Российского производства

В 2020 году объем производства цемента (55,9 млн. т) был ниже показателя 2019 года на 3,1 %, хотя осваивались мощности новых предприятий сухого и комбинированного способов [10, с. 178].

Их можно классифицировать по статусам: отечественные холдинги, куда входят по несколько заводов; обособленные российские заводы, и часть зарубежных холдингов, располагающихся на территории России.

К существенным отечественным производителям следует обратить внимание на «Евроцемент групп» (таблица 1.1), и «Сибирский цемент», а из зарубежных – предприятия компаний LafargeHolcim, Heidelberg, Дюккерхофф.

Таблица 1.1 – Российские заводы, в составе АО «Евроцемент групп»

Название	Регион	Производство млн. тонн
«Белгородский цемент», ЗАО	Белгородская область	4,1
Воронежский филиал, АО	Воронежская область	3,1
«Жигулевские стройматериалы», ЗАО	Самарская область	2,0
«Кавказцемент», АО	Карачаево-Черкессия	3,4
«Катавский цемент», АО	Челябинская область	1,8
«Липецкцемент», АО	Липецкая область	2,3
«Мальцовский портландцемент», АО	Брянская область	4,7
«Михайловцемент», АО	Рязанская область	2,2
«Мордовцемент», ПАО	Мордовия, республика	10,6
«Невьянский цементник», АО	Свердловская область	1,3
«Осколцемент», ЗАО	Белгородская область	4,5
«Петербургцемент», ООО	Ленинградская область	2,6
«Пикалевский цемент», АО	Ленинградская область	2,6
«Савинский цементный завод», ЗАО	Архангельская область	1,4
«Сенгилеевский цементный завод», ООО	Ульяновская область	2,4
«Ульяновскцемент», АО	Ульяновская область	2,7

Как видно из представленных данных, сюда вошли представители 16 крупнейших акционерных обществ из 13 регионов страны. Естественно, что в связи со сложившейся к этому периоду политической и экономической обстановкой в стране в 2020 году строительные организации и индивидуальные застройщики, большую часть около 97,6 % от всего произведенного объема в



стране продукта, использовали отечественного производства.

Таблица 1.2 – Динамика потребления и импорта цемента за 2019- 2020 годы

Федеральный округ	2019				2020(оценка)			
	РП	Импорт	Всего	Доля, %	РП	Импорт	Всего	Доля, %
Россия	56437.0	1600.0	58037.0	100.0	54542.4	1656.4	58037.0	100.0
Центральный	17432.3	207.5	17639.8	30.4	16525.8	214.8	16740.6	29.8
Северо-Западный	4520.8	447.6	4968.4	8.7	4425.9	463.3	4889.2	8.7
Южный	7018.1	629.6	7647.7	13.2	6618.1	651.6	7269.7	12.9
Северо-Кавказский	3990.5	75.8	4066.3	7.0	3798.9	78.5	3877.4	6.9
Приволжский	9282.4	72.6	9355.0	16.1	9365.9	75.1	9441.0	16.8
Уральский	5605.9	19.8	5625.7	9.7	5606.0	20.5	5626.5	10.0
Сибирский	5491.2	79.0	5570.2	9.6	5282.5	81.8	5364.3	9.5
Дальневосточный	3095.8	68.1	3163.9	5.4	2919.3	70.8	2990.1	5.3

Тем более, что судя по данным таблицы 1.2 количество использованного цемента, за исключением двух округов Приволжского и Уральского, в 2020 году несколько снизилось в сравнении с истекшим 2019 годом [5, с .78].

К примеру, производство только цементного клинкера к этому времени снизилось на 1,8 млн. т (до 51,7 млн. т), определенную роль в нем возымело распространение во всем мире и в России Covid-19 .

По статистике еще в I квартале 2020 г. отмечался некоторый рост продукции до 516,4 тыс. т, а уже во II и III кварталах уменьшилось соответственно на 181,1 тыс. и 598,6 тыс. т, к IV кварталу наметился незначительный рост на 123,3 тыс. т.

Повышение производства или наоборот его понижение в 2020 году в процентном отношении к предыдущему выглядело следующим образом: Приволжском (на 0,9 %) и УФО (на 0,5 %) и снизилось в Дальневосточном (на 5,7 %), Южном (на 5,7 %), Центральном (на 5,2 %), Северо-Кавказском (на 4,7 %), Сибирском (на 3,8 %) и Северо-Западном ФО (на 2,1 %) (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Процент повышения или снижение выпуска продукции по федеральным округам России

Важно отметить, что производство и выпуск продукции (более 74,0 %) от общего объема концентрировался как правило, вблизи крупных промышленных городов федеральных округов европейской части страны

На долю предприятий Дальнего Востока, Урала и Сибири пришлось всего около 1/5 производства от всего объема. На графике (рисунок 1.6, рисунок 1.7) наглядно изображена динамика производства цемента по стране за 2007— 2020годы.



Рисунок 1.6 – Выпуск продукции в РФ 2007— 2020 гг.

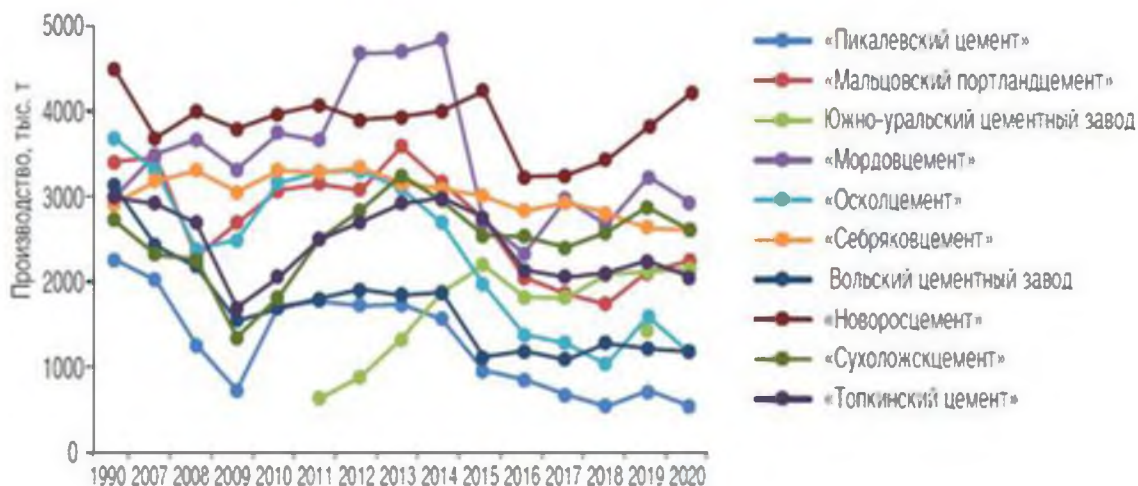


Рисунок 1.7 – Продукция цемента, выпущенная ведущими компаниями России в 1990 и 2007— 2020 годах

Несмотря на сложную экономическую ситуацию в стране, в 2020 году были приняты все меры по строительству и вводу в эксплуатацию новых предприятий отрасли и технологических линий (рисунок 1.8):

- завода годовой проектной мощностью около 200 тыс. т ООО «Дорогобуж Цемент» в Смоленской области
- предприятия мощностью около 200 тыс. т белого цемента в год австрийской фирмы Lasselsberger в Республике Башкортостан
- технологической линии сухого способа мощностью 300 тыс. т белого цемента в год на предприятии «Жигулевские стройматериалы» холдинга «ЕВРОЦЕМЕНТ групп»

Рисунок 1.8 – Перечень новых предприятий и технологических линий вводимых в 2020 году

Кроме того, большее внимание уделялось совершенствованию технологий производства и улучшению качества продукции, с одновременным усилением контроля за выпускаемой продукцией, обновлением лабораторного

оборудования.

В 2020 году состоялся ввод в эксплуатацию завода «АТОМ Цемент». Проектная мощность предприятия — 550 тыс. т серого цемента в год.

Изменились мощности ряда других предприятий, что обусловлено продолжающимся освоением новых технологических линий сухого способа, модернизацией производства, а также выводом из эксплуатации некоторых линий мокрого способа.

В 2020 году велось строительство и подготовка к вводу в эксплуатацию следующих новых цементных предприятий и технологических линий (рисунок 1.9):

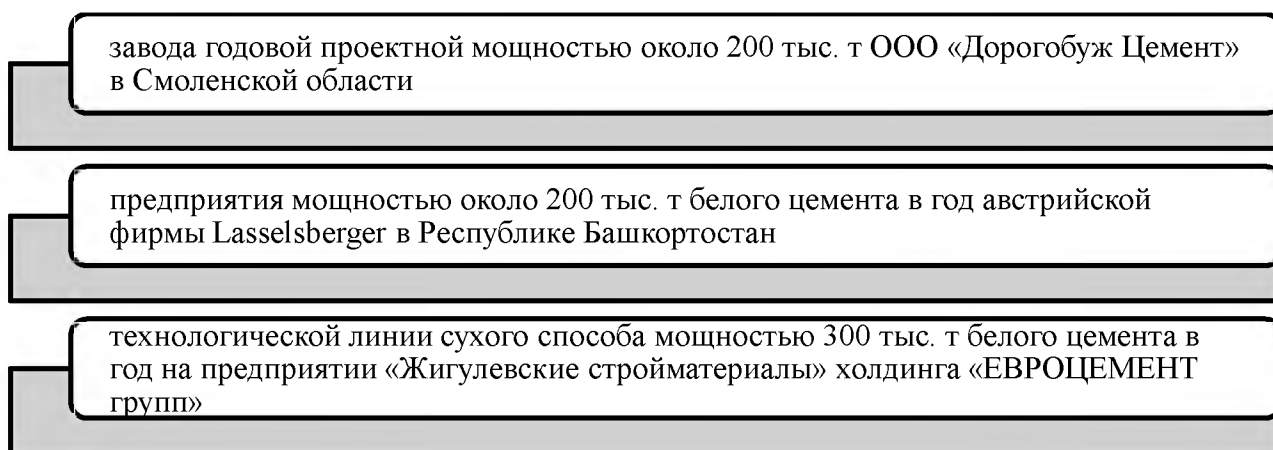


Рисунок 1.9 – Подготовка и строительство новых объектов в 2020 году

Таким образом, готовится к эксплуатации и выпуску объемом около 900 тыс. тонн белого цемента.

## 1.2 Основные технологии производства, источники сырья, оборудование

Цемент это очень ценный промежуточный товар, который является незаменимой частью почти любого строительного объекта. Одним из его дополнительных преимуществ, это её универсальность и дешевизна, а самое главное доступность источника - природного ресурса для его изготовления: известняк, мергель, глины, мел, гипс и вода

На рисунке 1.10 представлена самая простая схема изготовления готовой

продукции из основных видов сырьевых компонентов (рисунок 1.10):

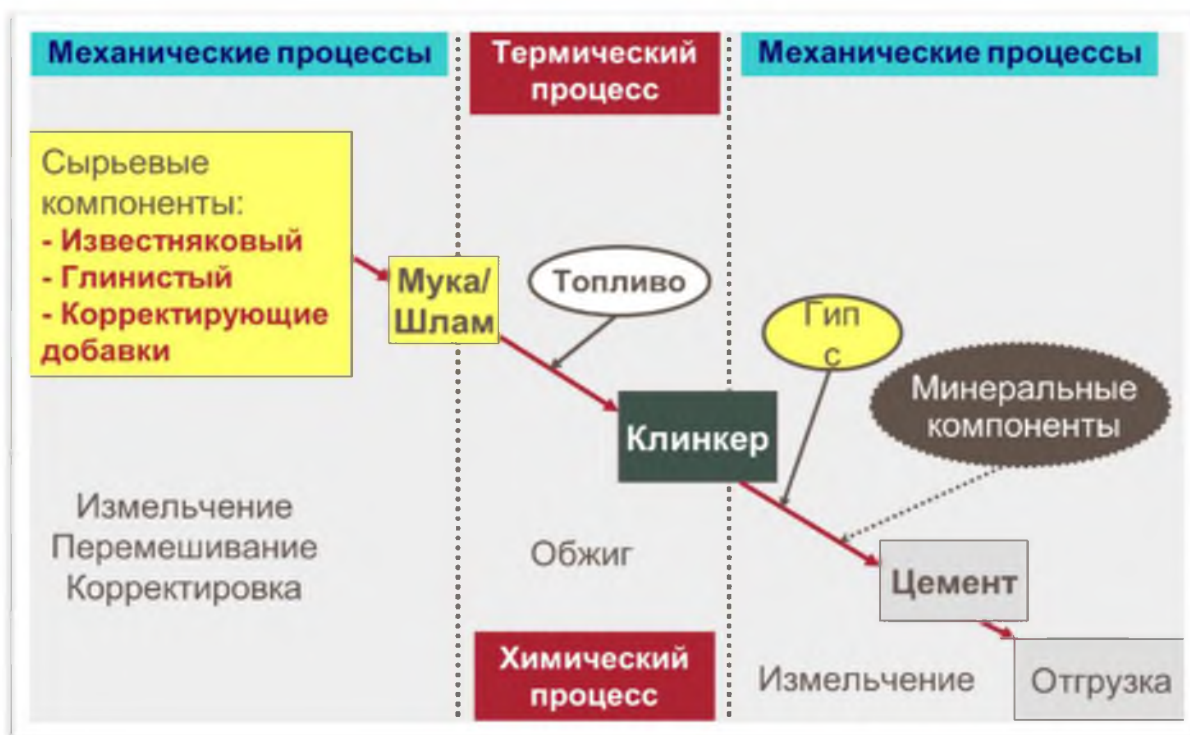


Рисунок 1.10 – Технологический процесс - схема изготовления

Помимо основных выше названных источников сырья, в качестве вспомогательных добавок используют золу, песок, бокситы, пириты, которые с точки зрения химических соединений, представляют собой оксиды: кальция ( $\text{CaO}$  – известняк, мел, мергель), алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  – глина, бокситы, зола); железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – пирит, железная руда) и кремния ( $\text{Si}_2\text{O}_3$  – песок, глина, шлак, сланцы).

Обычно весь этот процесс включает три стадии (рисунок 1.11).

Механические процессы по добыче и переработке сырьевых материалов (измельчение, перемешивание, корректировка) с получением сырьевой смеси для ее последующего обжига.

Термический процесс обжига сырьевой смеси в печных агрегатах с получением клинкера – основного компонента для производства цемента.

Механический процесс совместного измельчения (или раздельного измельчения и последующего смешивания) клинкера, гипсосодержащего материала и минеральных добавок с получением различных типов цемента.

Рисунок 1.11 – Стадии технологического процесса

В первую стадию включают механический процесс, когда производитель добывает источники сырья из карьеров, расположенных в непосредственной близости от современных цементных заводов [2, с. 74].

Затем с помощью стационарных дробилок их измельчают, перемешивают, корректируют и после обжига готовят основу для производства конечного продукта. С помощью поточного анализатора, полученная смесь подвергается тщательному химическому анализу (рисунок 1.12).

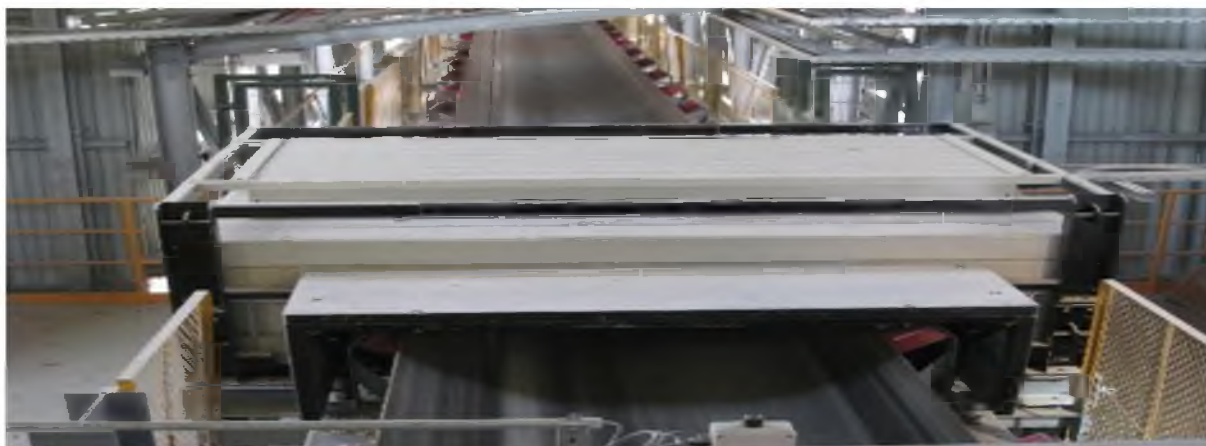


Рисунок 1.12 – Транспортер с дозатором

Качество сырьевой смеси играет важную роль и является определяющим для получения высококачественного клинкера и цемента.

Основными показателями качества сырьевой смеси представлены на рисунке 1.13.

силикатный модуль – это отношение оксида кремния к сумме оксидов алюминия и железа, с ростом силикатного модуля ухудшается обжигаемость сырьевой смеси по причине снижения содержания жидкой фазы, находится в пределах 2.2-2.8

алюминатный модуль – это отношение оксида алюминия к оксиду железа, определяет содержание жидкой фазы в процессе обжига, определяет соотношение минералов в клинкере, находится в пределах 1.5-2.5

коэффициент насыщения кремнезема известью – определяет соотношение минералов в клинкере, находится в пределах 0.92-0.98

коэффициент однородности сырьевой смеси – характеризует стабильность смеси по химическому составу, для сухого способа – не более 14, для мокрого – не более 10

Рисунок 1.13 – Показатели качества сырьевой смеси

Вторая стадия - это термический процесс обжига сырьевой смеси в печных агрегатах. После чего образуются основные клинкерные минералы, которые и придают ей основные свойства цемента. В их состав входят и другие побочные компоненты, содержащиеся в исходном сырье: Mg, K, Na, Cl, SO<sub>3</sub> или в процессе нагрева или окисления Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K, Na, Cl, SO<sub>3</sub>). Несмотря на их мизерность всего - 3-6%, они оказывают значительное влияние на качество цемента: дисперсный или механический состав клинкера, образование пыли в печах и, наконец, на - выбросы химического состояния в атмосферу [13, с. 29].

Должное внимание при этом уделяется выбору печного агрегата, который обычно при сухом обжиге состоит из вертикальной части с циклонными теплообменниками и декарбонизатором, и горизонтальной частью или печью высокотемпературного обжига 1450 °С. Здесь же установлен холодильник, при охлаждении стабилизирующий клинкерные фазы (рисунок 1.14).

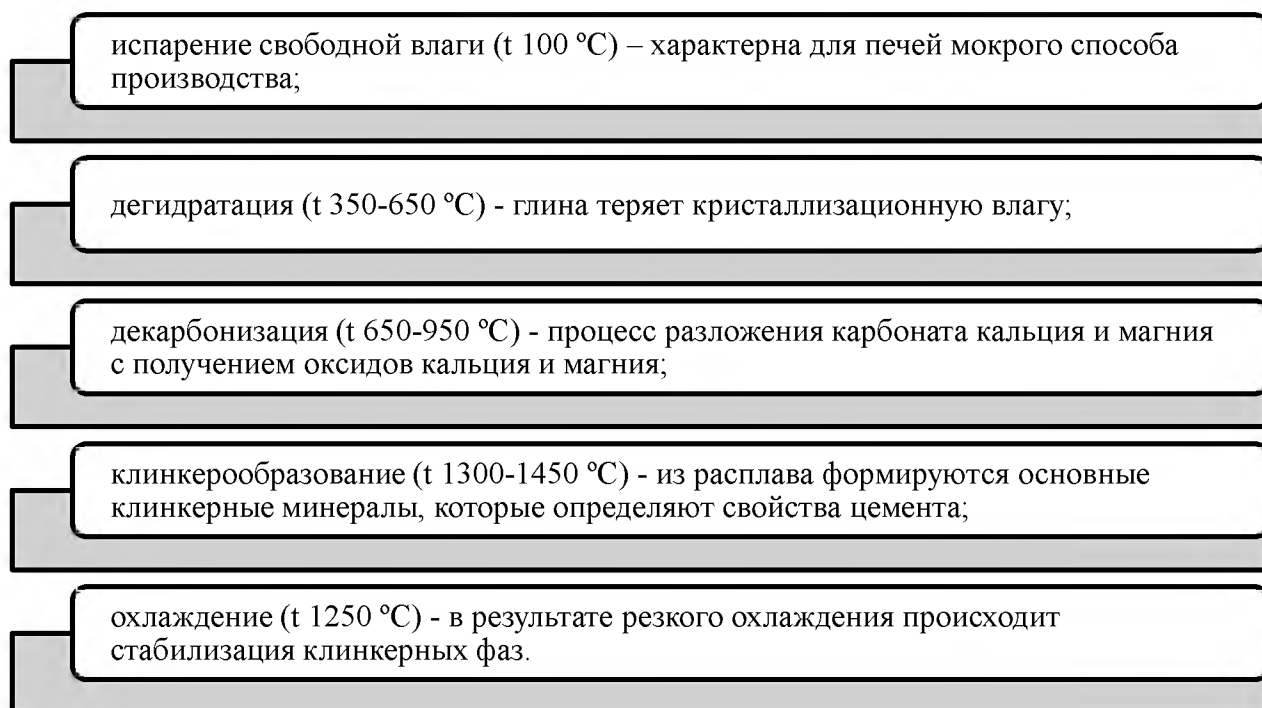


Рисунок 1.14 – Основные функции печной агрегата для обжига

После охлаждения клинкера до температуры 100 °С, его помещают на хранение в крытые силоса, где защищая от внешних воздействий и сохраняют его высокое качество.

Средний удельный расход электроэнергии при производстве цемента на российских предприятиях в 2020 году составил 120,2 кВтч/т цемента; на предприятиях мокрого способа — 116,5; сухого способа — 123,1 и на технологических линиях комбинированного способа — 119,6. Всего в отрасли на технологические цели за 2020 год израсходовано 8,1 млн т у. т. и около 6,7 млрд кВтч электроэнергии.

На производство 1 т цемента в России в 2020 году расходовалось около 1,79 т природного и техногенного сырья, минеральных добавок и природного гипсового камня. Процесс этот высокоэнергоемкий, поэтому кроме традиционных источников энергии (газ, уголь, мазут), в последние годы стараются использовать альтернативные источники: бытовые отходы, с очистных сооружений, резиновые покрышки, степень их использования в отдельных странах увеличивается до 80%.

В результате процесса обжига сырьевой смеси формируются основные клинкерные минералы (рисунок 1.15).

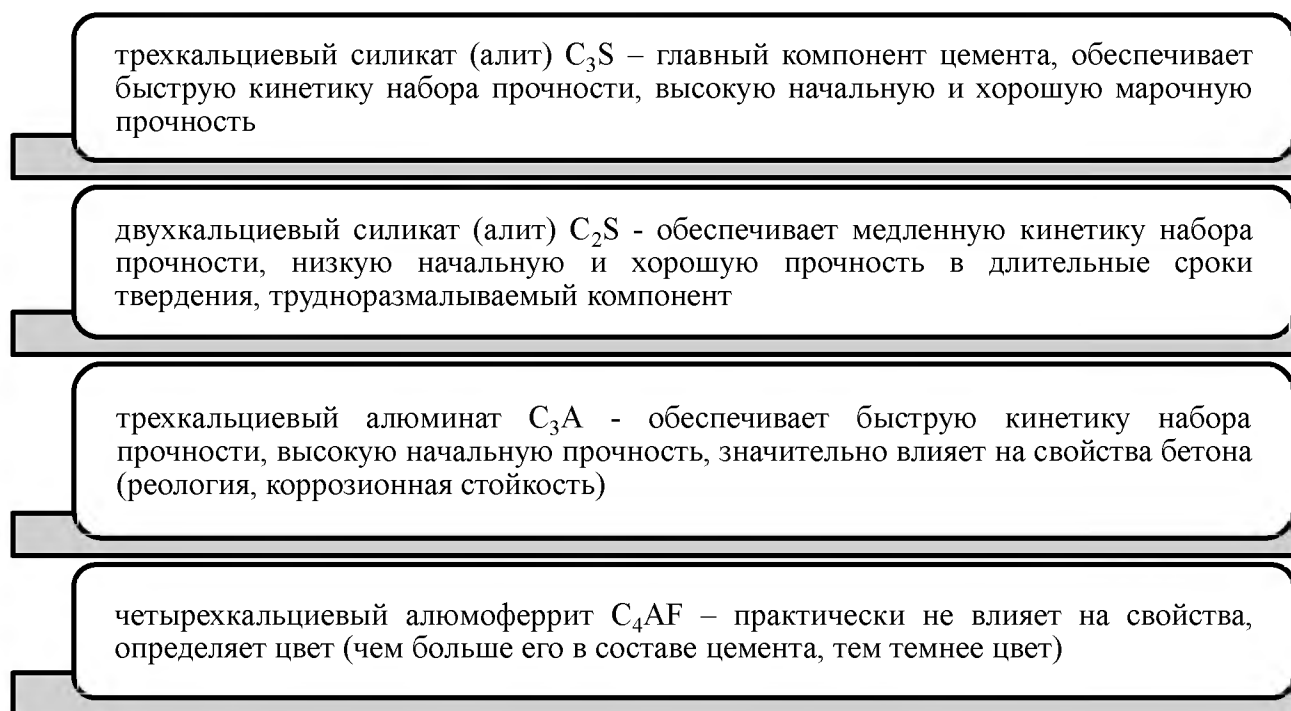


Рисунок 1.15 – Основные функции печного агрегата для обжига

Именно этот набор придает прочность цемента. Однако последней стадией является механический процесс совместного измельчения или так



называемый помол цемента (рисунок 1.16).

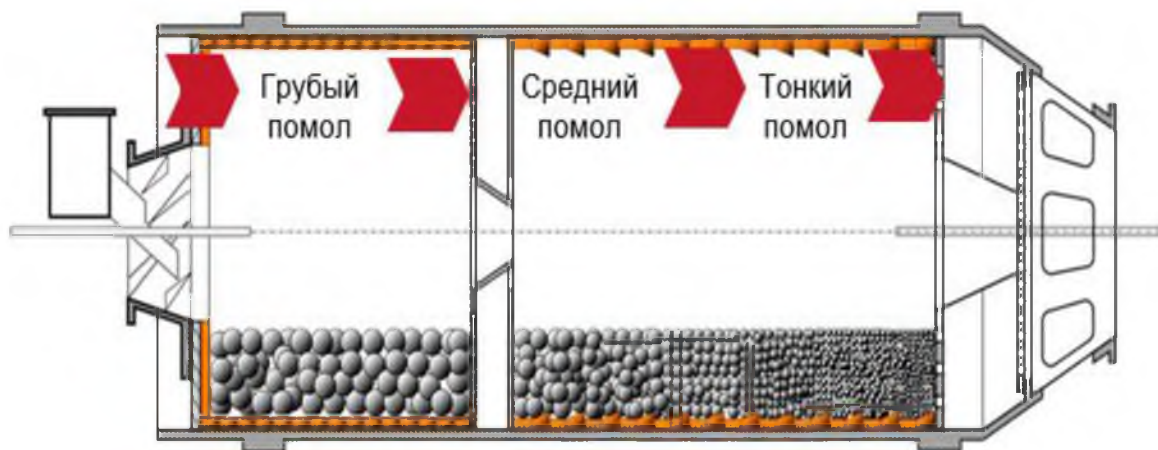


Рисунок 1.16 – Основные этапы помола фракций

Основное преимущество современных цементных заводов, с экологической точки зрения, что все помольные установки работают по замкнутому циклу с использованием высокоэффективных сепараторов.

Технология производства на современных цементных заводах весьма разнообразна и определяется большим числом факторов: сырьем, климатическими условиями, технологическим и транспортным оборудованием, способом производства и т.п.

## 2 Характеристика производственной деятельности предприятия ОАО «Новоросцемент», как источника загрязнения атмосферы

### 2.1 Общие сведения о предприятии

Предприятие ОАО «Новоросцемент» - крупнейший производитель строительной продукции - четвёртый по мощности и второй по величине представитель российской цементной промышленности и наконец основной поставщик цемента в Краснодарском крае.

Его годовая производственная мощность 4,1 млн. тонн, или более 6% от всех цементных мощностей России.

Предприятие было основано ещё в 1882 году. В ее структуре 3 цементных завода («Пролетарий», «Октябрь» и «Первомайский»), суммарной производственной мощностью 5,7 млн. тонн в год, что в объеме продукции отрасли РФ - 8%.

Промплощадка цементного завода расположена в северо-западном направлении от железнодорожной станции «Тоннельная» на расстоянии 1,3 км. Завод автодорогой связан с федеральной трассой Новороссийск-Краснодар.

С западной, северо-западной, южной, юго-западной и юго-восточной сторон от основной промплощадки на расстоянии около 150 м. находится жилой поселок с редкой индивидуальной одноэтажной частной застройкой и индивидуальными участками огородов и садов.

К юго-востоку на противоположном склоне на расстоянии 700 м расположен цементный завод «Верхнебаканский». С северо-западной стороны на расстоянии 250 м находится автобаза ОАО «Новоросцемент» автоколонна, на расстоянии 500 м - карьер мергеля, РСУ участок находится на территории основной площадки [7].

Сырьем для производства цемента служит мергель. Поставляется мергель к дробильному отделению грузовым автотранспортом. В качестве добавок используются железосодержащие добавки, гипс, опока, которые поставляются на клинкерный склад завода автотранспортом или ж/д транспортом со станции

«Тоннельная». Ориентировочная санитарно-защитная зона предприятия (рисунок 2.1).

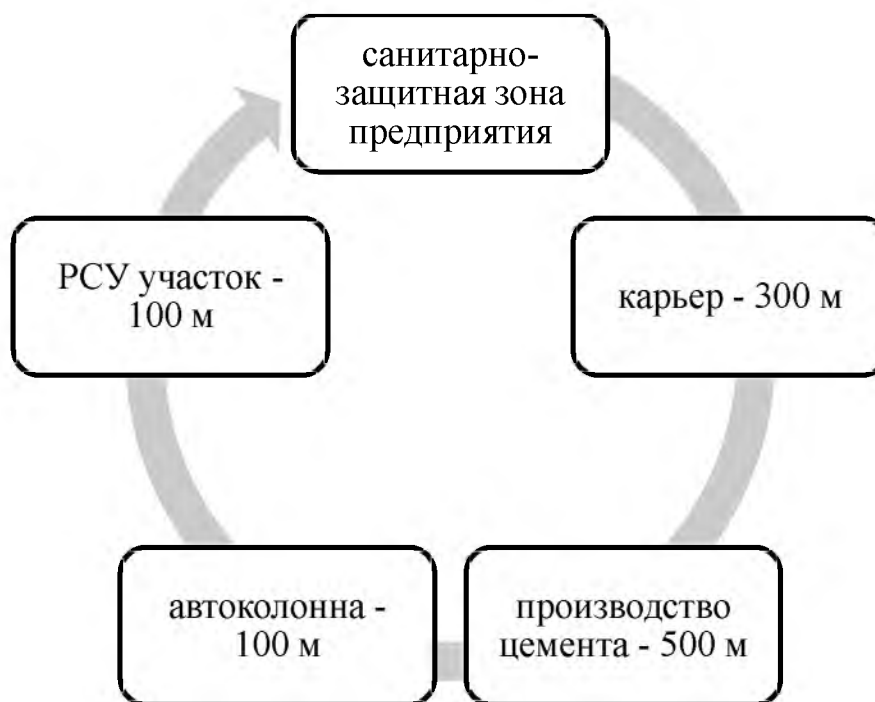


Рисунок 2.1 – Ориентировочная санитарно-защитная зона ОАО «Новоросцемент»

Ближайшая жилая застройка находится:

- к северу от предприятия (от карьера);
- на расстоянии 35 метров дачные участки;
- к востоку от предприятия (основная площадка);
- на расстоянии 160 метров;
- к югу от предприятия (основная площадка);
- на расстоянии 175 метров;
- к западу от предприятия (от карьера) - на расстоянии - 35 метров [4].

Годовая мощность предприятия по проекту - 2600 тыс. тонн цемента в год. Основными сырьевыми материалами, используемыми для производства цемента, являются известняк и глина местного Усть-Джегутинского карьера. Первичная переработка сырья ведется АО «Недра».

Завод работает по мокрому способу производства цемента и оснащен четырьмя вращающимися печами 5x185 м, средней производительностью 70,7

т/час (рисунок 2.2).

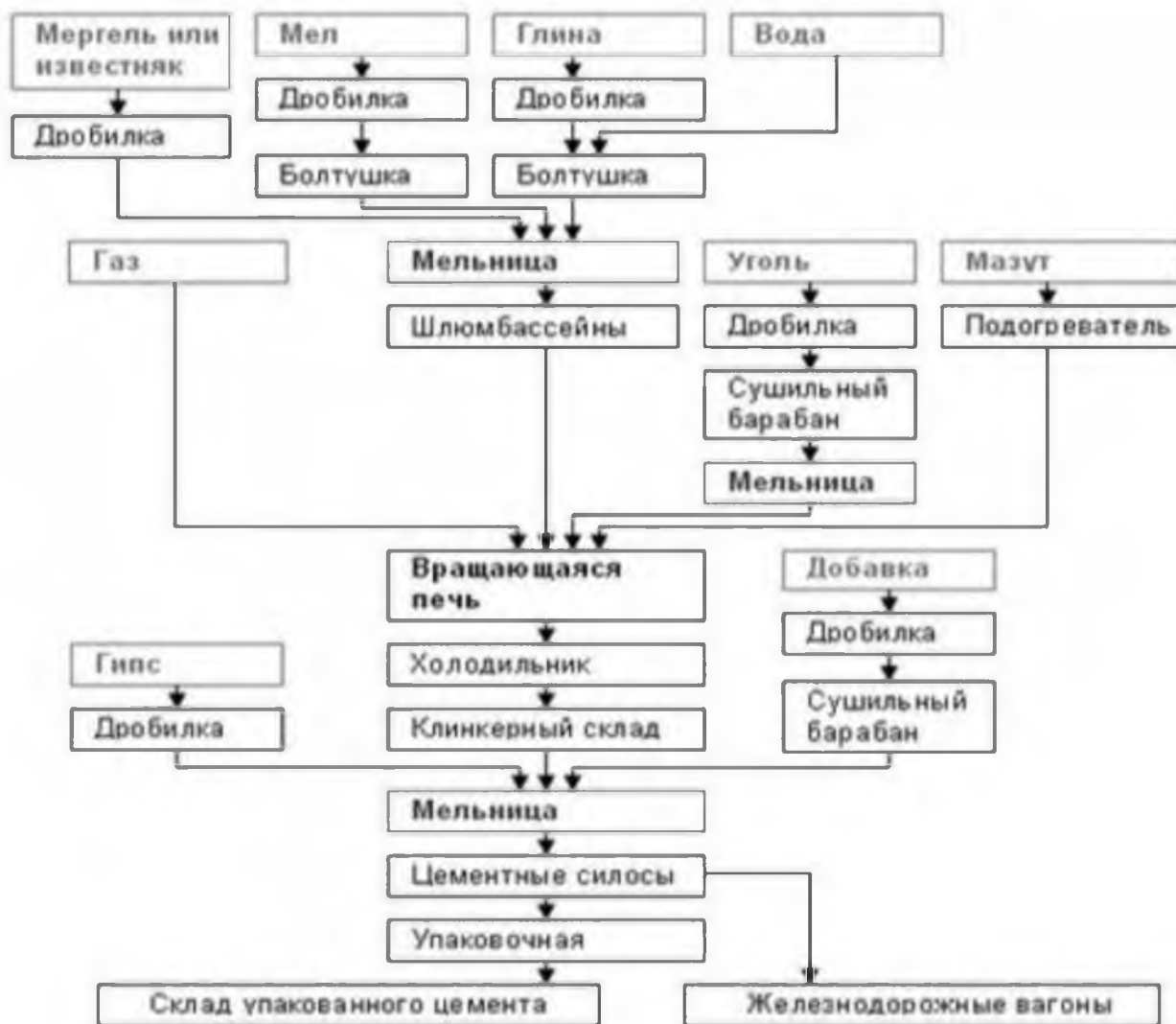


Рисунок 2.2 – Мокрый способ переработки [7]

Для корректировки химического состава сырьевой смеси используются железосодержащие добавки: огарки Мангышлакские (г. Актау); огарки Липецкие; гематитовая руда (г. Карачаевск); «L»-клинкер (г. Владикавказ).

ОАО «Новоросцемент» оказывает негативное воздействие на окружающую среду, в первую очередь на атмосферный воздух.

На рисунке 2.3 представлена карта-схема цеха обжига как основного источника загрязнения атмосферы.

Источники основного загрязнения цементной промышленности можно разделить по цехам производства цемента. Все цеха рассматриваемого предприятия связаны единым технологическим процессом.



Рисунок 2.3 – Печной агрегат для обжига

Горный цех. В состав горного цеха входят карьер и складские помещения.

На карьере ведутся буровзрывные и погрузочные работы, имеется мехмастерская, склады промежуточного хранения шихты и гипса, полигон для захоронения нетоксичных производственных отходов. Взрывы горной породы осуществляется взрывчатыми веществами типа «граммонит 79/21». Количество взрывов в год - 35. Погрузка взорванной массы в автотранспорт на участке добычи мергеля, ведется электрическим экскаватором ЭКГ-5 А..

Основной природный ресурс для производства - мергель (осадочная камнеподобная горная порода смешанного глинисто-карбонатного состава: 50 - 75 % карбонат (кальцит, реже доломит), 25 - 50 % - нерастворимый остаток) [15, с. 164].

Доставка породы с карьера в дробильное отделение осуществляется БелАЗами грузоподъемностью 27 т, сначала загружается низкий мергель, затем транспорт направляется на горизонт разработки высокого мергеля, где происходит дозагрузка высокого мергеля. В карьере одновременно работает 4 автомобиля.

В карьере организованы промежуточные склады хранения шихты и гипса, куда вывозятся излишки шихты и гипса с клинкерного склада. Доставка шихты и гипса осуществляется грузовым транспортом г/п до 15 т. На складе шихты работает электрический экскаватор ЭКГ-5 А, на складе гипса погрузчик ГОН. Полигон нетоксичных производственных отходов. На территории карьера у юго-восточной границы в ранее выработанном участке расположен полигон нетоксичных производственных отходов.

В настоящее время в отвалах полигона размещают следующие производственные отходы: пыль, уловленная электрофильтрами вращающихся печей, строительные отходы, древесные опилки, опочный камень.

Дробильный цех. Сырье (низкий мергель) из карьера автосамосвалами подвозится к приемному бункеру. Первичное дробление осуществляется в щековой дробилке типа СНД-59А. Размеры кусковой породы на входе в дробилку составляют 950 мм, на выходе до 150 мм, пыль выделяемая в процессе дробления улавливается 2-х ступенчатой системой очистки. Вторичное дробление сырья осуществляется в молотковой дробилке СМД-98М. Молотковая дробилка с углами загрузки и разгрузки дробилки оснащена двух ступенчатой системой очистки.

Вся уловленная пыль мергеля от щековой, молотковой дробилок и узлом перегрузки дробленого сырья в замкнутом цикле, без промежуточной стадии хранения, возвращается в технологический процесс производства цемента.

Измельченное сырье системой ленточных конвейеров подается на склад сырья. Просыпи, образующиеся при работе дробильного отделения, собирают и возвращают на транспортную ленту.

Мергель (низкий и высокий) с размером кусков 500-1200 мм автотранспортом подается в загрузочную воронку дробилки из которой пластинчатым транспортером подается в дробилку. Дробление мергеля происходит ударно-отражательной дробилкой одностадийного измельчения (производительность 800 т/ч).

Размер кусков на выходе из дробилки - 100мм. Для сбора и

транспортировки просыпи под пластинчатым транспортером установлен скребковый транспортер. Дробленный мергель ленточным транспортером подается на ленточный транспортер на который так же предусмотрена подача сырья от дробильного отделения №1 и далее подается в усреднительный склад мергеля.

Вся уловленная пыль мергеля от дробилки и узлов перегрузки дробленого сырья в замкнутом цикле, без промежуточной стадии хранения, возвращается в технологический процесс производства цемента. Низкий мергель после дробилок может подаваться в сырьевой склад или системой конвейеров направляться на усредненный склад. На склад хранения низкий мергель подается ленточным транспортером и сыпается по металлической течке.

Сырьевой цех. В сырьевых мельницах при совместном помоле известняка, глиняного шлама и воды получают сырьевой шлам. Он перекачивается в вертикальные бассейны, далее в горизонтальные, где идет приготовление рабочего шлама с последующей подачей на печи. С ленточного транспортера сырьевая шихта пересыпается на ленточный транспортер подающий шихту в сырьевую мельницу через двухходовую течку с пневмоуправлением и ячейковым шлюзовым затвором. В сырьевой мельнице осуществляется помол с одновременной сушкой.

Размол и сушка сырьевой муки осуществляется в одной вертикальной мельнице производительностью 550 т/час со встроенным сепаратором.

Сушка сырья в сырьевой мельнице происходит за счет тепла отходящих талон после циклонного теплообменника [18, с. 54]. Работа мельницы при аварийной остановки печи осуществляется от топки. Отходящие газы установки помола сырья проходят сепараторы и направляются на очистку в электрофильтр. Часть газового потока может возвращаться в сырьевую мельницу.

Измельченный материал подхватывается восходящим потоком горячего воздуха через сепаратор по трубопроводу в циклоны осадители. Осажденная в циклонах осадителях сырьевая мука системой аэрожелобов и элеваторов

направляется в силос сырьевой муки.

Пыль, выделяемая при транспортировке муки по аэрожелобам, улавливается в рукавном фильтре. Уловленная пыль через ячейковый питатель возвращается в ковшовый элеватор.

Готовая сырьевая мука подается в смесительный силос. Силос имеет вместимость 18000 т. В силосе совмещаются функции хранения и гомогенизации сырьевой муки. Силос оснащен системой очистки рукавным фильтром. Уловленная пыль через ячейковый шлюзовый затвор возвращается в силос.

Из сырьевого силоса сырьевая мука поступает в дозирующий бункер, для обеспыливания дозирующего бункера установлен рукавный фильтр. Уловленная пыль в рукавных фильтрах через ячейковые питатели возвращается в технологический процесс.

Цех обжига. Обжиг сырьевой смеси и получение клинкера - основная стадия процессов производства цемента. Тонкоизмельченную и тщательно перемешанную сырьевую смесь соответствующего химического состава обжигают при температуре 1400...1500 С в цементно-обжигательных печах. Пять вращающихся печей обеспечивают плановые показатели выпуска клинкера.

Производительность каждой 73,5 т в час. Месячная производительность - 50 000 т клинкера. Новая, пятая, печь является новейшим достижением европейских производителей компаний «Elex AG», «Aumund» и «Claudius Peters».

Образующийся в результате обжига спекшийся камнеподобный продукт (клинкер) характеризуется сложным минералогическим составом и столь же сложной микрокристаллической структурой.

Охлаждение клинкера - один из наиболее важных процессов производства цемента. В зависимости от того, с какой скоростью охлаждается клинкер, минералогический состав его и кристаллическая структура изменяются в широких пределах [20, с. 44]. Для охлаждения выходящего из



печи клинкера печь оборудована колосниковыми холодильниками «Волга-75СА».

Рекомендуется медленно охлаждать клинкер до температуры 1200<sup>0</sup>С с последующим быстрым охлаждением до нормальной температуры.

Охлажденный клинкер попадает транспортерами в клинкерные силоса и далее в цех помола.

Цех помола. Это последнее звено в технологической цепочке производства цемента. Помол цемента осуществляется двумя установками помола цемента: №1 и №2. Каждая установка помола состоит из двух контуров измельчения. Перед измельчение осуществляется в контуре: валковый пресс - статический сепаратор (V-сепаратор). Во втором контуре осуществляется окончательный помол цемента в однокамерной шаровой мельнице. Оба контура связаны между собой. Выделение готового продукта осуществляется в динамическом сепараторе типа SKS-V.

Для каждой установки помола цемента (№ 1 и № 2) установлено по три дозирующих бункера: для клинкера (емкость - 400 т, диаметр - 8 м); для гипса (емкость - 100 т, диаметр - 5 м) и для опоки (емкость - 300 т, диаметр - 7 м).

Цех готовой продукции. Для создания запаса цемента служат четыре двухкамерных силоса с центральным конусом с внешней и внутренней камерами.

Для хранения цемента установлено два блока цемсилосов.

Основная задача цеха готовой продукции - упаковка и отгрузка тарированного и навалального цемента в автомобильный и железнодорожный транспорт. Используется оборудование немецкой фирмы «Haver & Boecker»: три упаковочные линии в тару по 50 кг и две линии по 1000 кг.

Транспортный цех. Подвижной состав цеха - 11 тепловозов, 25 думпкаров тяжелого типа, 3 ж/д крана, 2 дрезины, кран-перегрузатель. В структуру цеха входят станции Заводская и Карьерная. Ежедневно идет обработка 140 вагонов и 10000 т продукции.

ОАО «Новоросцемент» рассматривает различные варианты будущего

развития, имеющего целью модернизацию производственных мощностей и улучшение показателей по охране окружающей среды при обеспечении высокого качества продукции по конкурентоспособным ценам. Для снижения выбросов пыли «Первомайский» завод предпринимает колоссальные усилия, однако на сегодняшний день удельные выбросы данного производства превышают международные нормы.

## 2.2 Анализ технологических процессов, как источника выбросов в рабочую зону и атмосферу предприятиями по производству цемента

Предприятием в 1991 году разработана инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Нормативы ПДВ разработаны и согласованы в Госкомэкологии КЧР. В связи с вливанием ТОО «Кавказский монолит» и части ПСП «МаксЭл» в ОАО «Новоросцемент» проведена корректировка и дополнение в инвентаризацию выбросов с учетом источников вышеуказанных предприятий.

Согласно инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ по заводу насчитывается 112 источников выбросов, из них 76 организованных и 35 неорганизованных.

Из организованных источников выбросов загрязняющих веществ 45 оснащены ПГОУ, которые охватывают 68 аппаратов. ПГОУ паспортизованы и зарегистрированы в Госкомэкологии КЧР, за исключением 2-х единиц расположенных на клинкерных силосах, используемых под цемсилоса (таблица 2.1).

Снижение объемов выбросов связано с уменьшением объемов выпускаемой продукции. Основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми в атмосферу, являются пыль неорганическая и окислы азота [6, с. 2].

Согласно материалам Госдоклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011 году», Новороссийск занимает 1-е место в

перечне 100 самых загрязненных городов страны.

Индекс загрязнения атмосферы достигает значения 36, «очень высокий». Основным источником выбросов, загрязняющих атмосферный воздух в городе, признан цементный завод.

Таблица 2.1 – Характеристика ПГОУ, не обеспечивающих нормативную очистку аспирационного воздуха

№ источника	Наименование источника	Оснащенность ПГОУ	Эффективность работы, %		примечания
			проектная	фактическая	
0031	Силоса добавок (верх, низ) и питатель №10	ФВК-90	99	64	Необходима реконструкция
0033	Питатель №11	ФВК-30	99	50	тоже
0034	Силоса добавок (верх, низ) и питатели №12,14	ФВК-90	99	62	тоже
0036	Питатель №13, №15	ФВК-30	99	67	тоже
0037	Силоса добавок	ФВК-90	99	22	тоже
0038	Питатель №15, №16	ФВК-30	99	51	тоже
0039	Питатель №17	ФВК-90	99	51	тоже

Предприятие по уровню загрязнения, является объектом первой категории опасности, т.е. оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду [4, с. 108].

Характеристика ПГОУ и динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за последние годы не обеспечивающих нормативную очистку аспирационного воздуха, приведена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Год	Общие выбросы в атмосферу выброс, т	в том числе твердые, т	в том числе газообразные, жидкие, т
2010	5533,1	2486,5	3046,6
2011	4835,6	2122,8	2712,7
2012	4581,0	2101,8	2479,1
2013	4717,5	2211,2	2506,3
2014	4667,5	2105,4	2462,1
2015	4948,7	2340,3	2608,4

Исходя из данных таблицы общие выбросы загрязняющих веществ начиная с 2010 года уменьшались, скорее всего это связано со снижением объемов производства.

Загрязнение атмосферы в результате выбросов от производственных процессов, отличается по их источникам (рисунок 2.4).

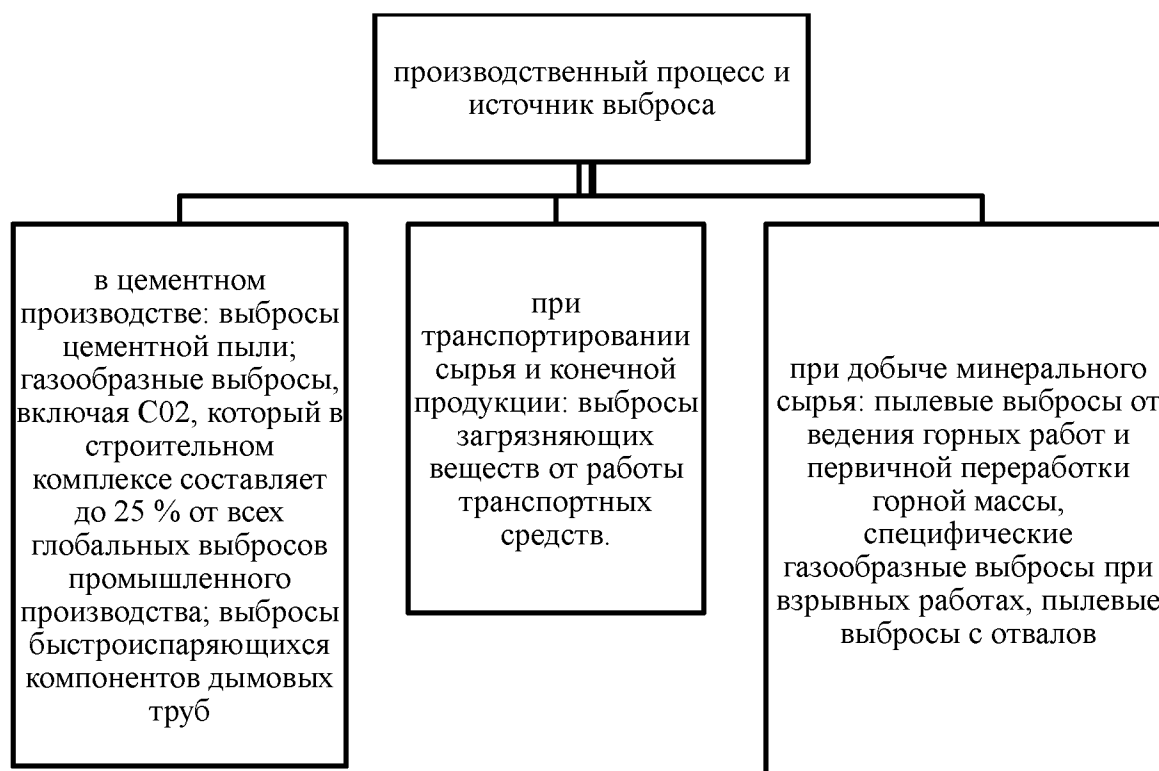


Рисунок 2.4 – Источники выбросов в цементной промышленности

Эмиссия пыли является основным загрязняющим фактором в воздействии цементной промышленности на окружающую среду. Городские почвы испытывают при этом наибольшее техногенное давление по сравнению с почвами других геохимических ландшафтов [9, с. 8].

Одним из основных индикаторов загрязнения промышленных выбросов на окружающую природную среду является растительность. Пылевые частицы, забивая устьичный аппарат растений, приводят к ухудшению их жизненного состояния, что отражается в темпах роста и развития.

При проведении химических анализов снежного покрова у цементного завода обнаруживается высокая концентрация химических элементов в снежном покрове, что связано с техногенным загрязнением территории в

результате влияния выбросов цементного завода и продуктов переработки горных пород действующего карьера.

Оценка жизненного состояния (ОЖС) леса также показала антропогенную трансформацию растительности. Наиболее сильную нагрузку испытывают лесные участки, расположенные вблизи завода, где наблюдается большое количество сухостоя, сильная угнетенность деревьев (низкорослость, суховершинность, уменьшение количества молодых побегов, заметное изменение цвета хвои и малая густота крон) класс ОЖС которых составляет 5 и 4. По мере удаления от цементного завода на расстояние до 2 км общее жизненное состояние леса достигает классов 1 и 0, т.е. у деревьев крона становится гуще и зеленее.

Установлена возможность заболевания пневмококкозом крупного рогатого скота, овец и свиней при вдыхании кремниевой и кварцевой пыли (силикоз). Отмечается также связь силикоза с туберкулезом легких. Степень патологического воздействия пыли во многом зависит от ее токсичности. Именно с этим свойством пыли связывают возникновение профессиональных заболеваний у людей и случаи отравления животных, птиц и пчел, находящихся вблизи от производств, выбрасывающих в воздух эту пыль

Производство строительных вяжущих является серьезным источником твердых загрязняющих веществ [1, с. 30]. Источниками пылевыделения от ОАО «Новоросцемент» подробно описаны в предыдущих пунктах.

Применяемые на производстве циклоны, мокрые пылеуловители, рукавные фильтры и электрофильтры обеспечивают существенное снижение массовой концентрации пыли в аспирационном воздухе и отходящих газах. Однако во многих случаях запыленность технологических выбросов в несколько раз превышает расчетный максимально допустимый предел.

В таблице 2.3 приведены наименования 64 загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу предприятием Открытое акционерное общество «Новоросцемент» Производство цементный завод «Первомайский».

Для 42 веществ приведены значения предельно допустимой максимально

разовой концентрации (ПДКм/р), для 6 - значения предельно допустимой среднесуточной концентрации (ПДКс.с.), для 16 - значения ориентировочно безопасного уровня воздействия (ОБУВ).

Наибольшее количество суммарного выброса имеет азота диоксид (46%), затем углерод (30%), пыль неорганическая до 20% SiO<sub>2</sub> (9%), пыль неорганическая 70-20% SiO<sub>2</sub>(8%) и азота оксид (7%).

Таблица 2.3 – Выбросы загрязняющих веществ 1 и 2 класса опасности

Наименование вещества	Используемый критерий	Значение критерия мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Суммарный выброс т/год
Марганец и его соединения	ПДК м/р	0,01000	2	0,013491681
Медь оксид	ПДК с/с	0,00200	2	0,000045000
Ртуть	ПДК с/с	0,00030	1	0,203410000
Свинец	ПДК м/р	0,00100	1	0,000002465
Хром	ПДК с/с	0,00150	1	0,003490037
Азотная кислота	ПДК м/р	0,40000	2	0,000180720
Гидрохлорид	ПДК м/р	0,20000	2	0,002168340
Серная кислота	ПДК м/р	0,30000	2	0,000790200
Фториды газообразные	ПДК м/р	0,02000	2	0,001810131
Фториды плохо растворимые	ПДК м/р	0,20000	2	0,004239000
Хлор	ПДК м/р	0,10000	2	0,192645000
Бензол	ПДК м/р	0,30000	2	0,000172000
Фенол	ПДК м/р	0,01000	2	0,002782098
Ацетальдегид	ПДК м/р	0,01000	2	0,000396800
Ацетон	ПДК м/р	0,35000	2	0,012004000
Всего веществ				1970,066173024
Твердых				327,258839098
Жидких				1642,807333926

В графе 4 указан класс опасности для каждого из веществ, имеющих ПДКмр. или ПДКс.с., в графе 5 даны количественные характеристики выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ (таблица 2.4).

Суммарный валовый выброс веществ всех классов опасности, в целом по предприятию в период эксплуатации составляет: 1970,1 тонн. Из них твердых - 327,25 тонн, жидких/ газообразных - 1642,8 тонн.

Эффектом суммации из них обладают: аммиак и сероводород; аммиак, сероводород и формальдегид; аммиак и формальдегид; диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода и фенол; фенол и ацетон; свинец и диоксид серы; диоксид азота, аммиак, оксид азота, серная кислота и диоксид серы; азотная кислота,

соляная кислота и серная кислота, оксид углерода и пыль цементного производства. Если анализировать отдельно по химическим соединениям, бросается в глаза более чем в 100 кратное увеличение (рисунок 2.5)

Таблица 2.4 – Выбросы загрязняющих веществ 3 и 4 класса опасности

Наименование вещества	Используемый критерий	критерий мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Суммарный выброс т/год
Железа оксид	ПДК с/с	0,40000	3	2,0445978
Сода кальцинированная	ПДК м/р	0,15000	3	0,0021880
Азота диоксид	ПДК м/р	0,20000	3	871,70363
Аммиак	ПДК м/р	0,20000	4	0,0150226
Азота оксид	ПДК м/р	0,40000	3	141,432420
Углерод	ПДК м/р	0,15000	3	2,36098963
Сера диоксид	ПДК м/р	0,50000	3	47,38315772
Углерод оксид	ПДК м/р	5,00000	4	569,6584814
Метан	ОБУВ	50,00000	4	0,670939000
Углеводороды пред. С1-С5	ОБУВ	50,00000	4	0,005357400
Углеводороды пред.С6-С10	ОБУВ	30,00000	4	0,001870000
Ксилол	ПДК м/р	0,20000	3	0,188182004
Толуол	ПДК м/р	0,60000	3	0,115581000
Этилбензол	ПДК м/р	0,02000	3	0,000004000
Формальдегид	ПДК м/р	0,03500	3	0,019087227
Этановая кислота	ПДК м/р	0,20000	4	0,000992000
Метантриол	ПДК м/р	0,00600	3	0,000144131
Бензин	ПДК м/р	5,00000	3	0,290936030
Керосин	ОБУВ	1,20000	4	10,11400382
Пыль > 70% SiO <sub>2</sub>	ПДК м/р	0,15000	3	8,325858580
Пыль неорганическая 70% SiO <sub>2</sub>	ПДК м/р	0,30000	3	145,5477480
Всего веществ				1970,066173

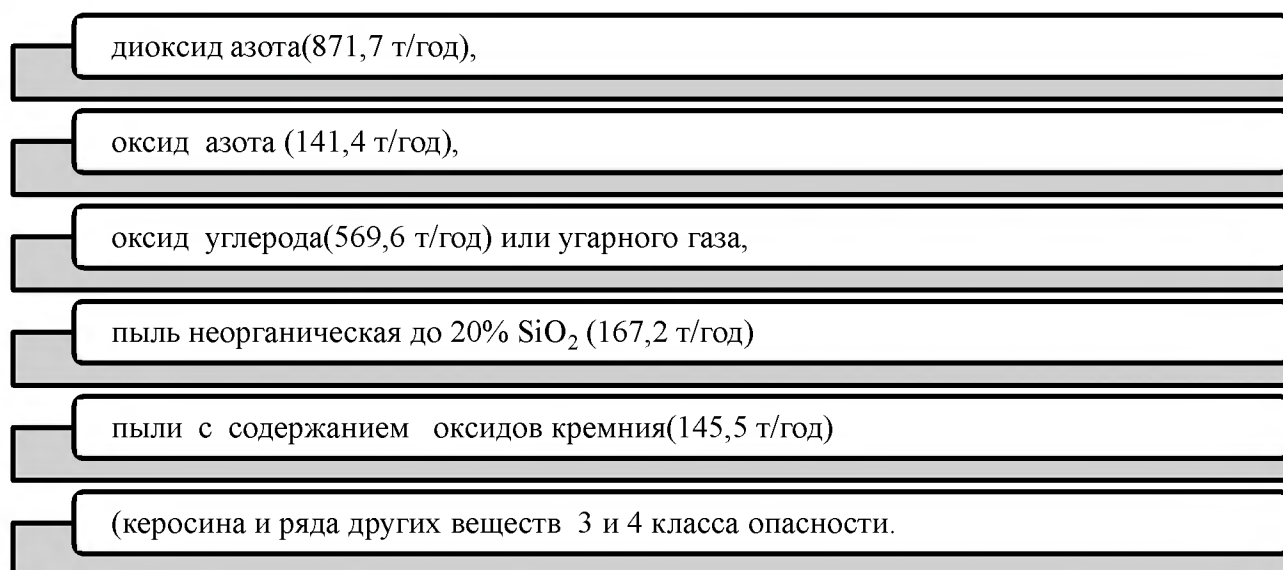


Рисунок 2.5 – Перечень химических элементов значительно превышающие критерии

Выбросы пыли происходят при транспортировке и помоле сырьевых материалов, при процессах приготовления сырья и обжига клинкера, при дроблении сырья и складировании топлива, при отгрузке цемента

Неорганизованные выбросы пыли появляются в результате складирования материалов и твердого топлива на открытых площадках, транспортеров сырья, а также из дорожных покрытий, вызываемых движением транспорта



### 3 Мероприятия по экологизации цементной промышленности

#### 3.1 Модернизация ОАО «Новоросцемент»

Основным документом предприятия, который определяет общее направление развития и устанавливает принципы деятельности завода в области экологического воздействия, является Экологическая политика ОАО «Новоросцемент», принятая 13 мая 2010 г., пересмотрена 1 декабря 2015 г. [7]. Документ отражает основные принципы и направления работы компании по повышению уровня экологической безопасности производства, а также задает единое направление внедрения и совершенствования системы экологического менеджмента в рассматриваемом предприятии.

Процессы пылеобразования в технологических зонах вращающейся печи в существенной мере зависят от температурного режима и аэродинамических характеристик топливного факела [14, с. 8].

В целях более эффективного управления тепловым режимом агрегата на ОАО «Новоросцемент» разработали и предложили двухканальную горелку, образующую в рабочем пространстве печи коаксиальный тип факела с более высокими теплофизическими характеристиками и возможностью управлять его длиной и конфигурацией.

Это обстоятельство позволяет интенсифицировать теплообмен в зоне спекания и снизить температуру отходящих газов при входе в зону цепной завесы, а, следовательно, в зонах подогрева и сушки, что в определенной мере уменьшает вынос технологической пыли из печи, но продолжает оставаться значительным.

Для обеспыливания выбрасываемых в атмосферу отходящих газов и аспирационного воздуха применяют специальные пылеулавливающие установки, которые предотвращают загрязнение воздуха и потери перерабатываемых материалов.

Более 80% пыли, выносимой газами на цементных заводах, выделяется печами для обжига клинкера. Если отсутствуют или неудовлетворительно

работают печные пылеуловители, пыль рассеивается вне завода на площади радиусом до 20 км.

При неудовлетворительной аспирации транспортирующего, дробильно-размольного и другого оборудования в цехах завода возможно выделение пыли, ухудшающей условия труда и ускоряющей изнашивание машин и контрольно-измерительных приборов. Эта пыль, попадая в органы дыхания, может вызвать заболевание легких – пневмокониоз [16, с. 112].

Для уменьшения выбросов пыли на предприятии ОАО «Новоросцемент» имеются пылеулавливающие установки (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Эффективность установок пылеулавливания от станков

№ п/п	Название (технологического)	Вид пылеулавливающей установки	Эффективность
1	Буровой станок -150	сухой пылеуловитель с применением отсасывающего вентилятора	50 %
2	Буровой станок-100	гидравлическая система пылеподавления	50 %
3	Заточный станок	тканевый мешок, в выбросной трубе	50 %
4	Сварочный пост	аппарат ЕМК-1600	60 %
5	Щековая дробилка	2х ступенчатая аспирационная установка: 1я ступень - прямоточный циклон Д-900 1шт, 2-я ступень - рукавный фильтр ФРИП-180 1шт.	99,8 %
6	Молотковая дробилка	2х ступенчатая аспирационная установка: 1я ступень - прямоточный циклон Д-900 1шт, 2-я ступень - рукавный фильтр ФРИП-180 1шт.	99,8 %
7	Узел выгрузки мергеля с №2 на № 3	рукавный фильтр ФРИП-180 1шт.	99,0 %
8	Узел выгрузки мергеля с № 3 на № 4.	циклон НИИОГаз Д-400,2шт.	80,1 %
9	Дробилка ударно-отражательная.	рукавном фильтре IFLN 6S/3-4500S	99,8 %
10	Подача мергеля в усредненный склад	рукавном фильтре IFLN 6S/3-4500S	99,8 %

Большинство пыли в производстве цемента содержит значительный процент мелкодисперсных фракций, поэтому для эффективной очистки аспирационного воздуха и отходящих газов применяют в основном двухступенчатую систему обеспыливания [21, с. 140].

В производственном цеху при помоле сырья, обжиге клинкера, помоле цемента для уменьшения выбросов пыли также используются пылеулавливающие установки (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Эффективность установок пылеулавливания при обжиге и помоле

№ п/п	Название станка (технологического процесса)	Вид пылеулавливающей установки	Эффективность
1	Подача низкого мергеля в усредненный склад	рукавной фильтр IFJN 65/3-4500S	99,8 %
2	Транспортировка мергеля в бункер-дозатор из усредненного склада	рукавной фильтр IFJN 40/1-3375S	99,8 %
3	Транспортировка сырьевых материалов	рукавной фильтр IFJN 40/1-3375 S	99,8 %
4	Транспортировка корректирующего мергеля и добавок	рукавной фильтр IFJN25/1-2250 S	99,8 %
5	Транспортировка сырьевых материалов в валковую мельницу	рукавной фильтр IFJN 40/1-3375 S	99,8 %
6	Транспортировка сырьевой муки	рукавной фильтр IFJN 40/1-3375 S	99,8 %
7	Отходящие газы печи и мельницы	электрофильтр	99,8 %
8	Сырьевой силос, верх	рукавной фильтр IFJN 55/1-3375 S.	99,8 %
9	Транспортировка сырьевой муки в сырьевой силос	рукавной фильтр IFJN 40/1-3375 S	99,8 %
10	Дозирующий бункер сырьевой муки	рукавной фильтр IFJN 55/1-3375 S	99,8 %
11	Холодильник вращающейся печи	электрофильтр	99,8 %
12	Разгрузочный силос клинкера	рукавной фильтр IFJN 70/1-4500 S.	99,8 %
13	Силос клинкера, (сброс клинкера с транспортера 3815PB01	рукавной фильтр IFJN 65/1-2250S	99,8 %
14	Сепаратор воздушно-проходной	рукавной фильтр IFJN 80/6-4500 S	99,8 %
15	Шаровая <u>печ</u> мельница №№1,2	рукавной фильтр IFJN 80/4-4500 S	99,8 %

Выбросы пыли происходят при транспортировке и помоле сырьевых материалов, при процессах приготовления сырья и обжига клинкера, при дроблении сырья и складировании топлива, при отгрузке цемента. Неорганизованные выбросы пыли появляются в результате складирования материалов и твердого топлива на открытых площадках, транспортеров сырья, а также из дорожных покрытий, вызываемых движением транспорта.

Процессы транспортировки цемента к элеватору с последующая сушкой и упаковкой также сопровождаются пылеулавливанием с помощью различных

установок (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Эффективность пылеулавливания при транспортировке цемента к элеватору

№ п/п	Название станка (технологического процесса)	Вид пылеулавливающей установки	Эффективность
1	Транспортировка цемента к элеватору	рукавной фильтр IFJN 40/1-3375 S	99,8 %
2	Загрузка элеватора	рукавной фильтр IFJN 40/1-3375 S	99,8 %
3	Выгрузка с ковшового элеватор на аэрожелоб	рукавной фильтр IFJN 40/1-3375	99,8 %
4	Цемсилос №1, №2	рукавной фильтр IFJN 25/1-3375	99,8 %
5	Дробилка опоки	рукавной фильтр IFJN 20/1-2250 S.	99,8 %
6	Сушильный барабан опоки	рукавной фильтр IFJN 80/6-4500 S	99,6 %
7	Транспортировка добавок	рукавной фильтр IFJN 55/1-3375 S	99,8 %
8	Сборный бункер внутренней камеры. Блок силосов №1	рукавной фильтр IFJN 25/1-3375 BS	99,8 %
9	Сборный бункер внутренней камеры. Блок силосов №2	рукавной фильтр IFJN 25/2-2250 HBS	99,8 %
10	Упаковочная №1, №2	рукавной фильтр IFJN 45/1-2250 S.	99,8 %
11	Отгрузка цемента в авто или ж/д транспорт навалом	рукавной фильтр IFJN 45/1-2250 S	99,8 %

Анализ эффективности работы пылеулавливающих аппаратов показал, что эффективность электрофильтров составляет 98,5- 98,8%, циклонов НИИОГаз - 80%, рукавных фильтров - 99,8%.

Применяемые на производстве циклоны, мокрые пылеуловители, рукавные фильтры и электрофильтры обеспечивают существенное снижение массовой концентрации пыли в аспирационном воздухе и отходящих газах. Однако во многих случаях запыленность технологических выбросов в несколько раз превышает расчетный максимально допустимый предел. Такое состояние пылевой обстановки на цементных заводах обусловлено нарушением технологии производства цемента и применением указанных выше пылеулавливающих аппаратов без достаточного учета специфических свойств образующихся аэрозолей.

Для повышения эффективности утилизации технологической пыли ОАО «Новоросцемент» взят на вооружение опыт АО «Оскол цемент» по использованию установки брикетирования пыли с возвратом брикетов в потоке шлама в печь.

С теплотехнической точки зрения предпочтение следует отдать технологии брикетирования с использованием мелассы, а с экономической точек зрения предпочтительным является применение собственного шлама (в пределах 5-20%) для производства брикетов на установке завода.

Российское законодательство предусматривает необходимость оснащения вращающихся печей по производству цементного клинкера и извести автоматическими устройствами непрерывного контроля выбросов загрязняющих веществ. Некоммерческой организацией «Союз производителей цемента «Союзцемент» совместно с Федеральным государственным автономным учреждением «Научно-исследовательский институтом «Центр экологической промышленной политики» и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 февраля 2019 г. N 21-ст. Правила его применения установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. N 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».

Стандарт устанавливает методику выбора маркерных веществ для осуществления производственного экологического контроля выбросов на предприятиях по производству цемента и определяет перечень требований к исходной информации, необходимой для выбора маркерных веществ.

Этот важнейший нормативно-правовой акт распространяется на проектируемые и реконструируемые промышленные предприятия по производству цемента, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду.

На предприятии разработаны проекты нормативов предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (ПДВ) для ОАО «Новоросцемент»: производство «Цементный завод «Пролетарий»,

производство «Цементный завод «Октябрь», автобаза, РСУ, получено санитарно - эпидемиологическое заключение № 23.КК.25.000.Т.001370.06.15 от 15 июня 2015г.

Производственный экологический контроль (отбор проб, проведение испытаний/измерений) осуществляет испытательный лабораторный центр по экологии ОАО «Новоросцемент». ИПЦ аккредитован на этот вид деятельности, имеет аттестат аккредитации № RA.RU.511 198. ИЛЦ по экологии осуществляет ПЭК.

В области промышленных выбросов: проведение испытаний по определению массовой концентрации пыли (взвешенных веществ) при основных режимах и в период НМУ, измерений аэродинамических режимов отходящих газов пылеулавливающих установок, измерений массовой концентрации загрязняющих веществ в отходящих газах котельных, теплоагрегатов, измерений аэродинамических режимов вентиляционных систем.

В зависимости от ожидаемого уровня загрязнения атмосферы составляются предупреждения 3-х степеней. Предупреждения первой степени составляются, если предсказывается повышение концентраций в 1.5 раза, второй степени, если предсказывается повышение от 3 до 5 ПДК, а третьей свыше 5 ПДК.

Регулирование выбросов при НМУ необходимо проводить для следующих веществ: оксид железа, соединения марганца, оксид хрома, диоксид азота, диоксид серы, сероводород, хлор, ксилол, толуол, спирт н-бутиловый, ацетат, этилацетат, сольвент нафта, углеводороды предельные, пыль SiO<sub>2</sub> 70% . 70-20% < 20%, пыль гипса, пыль древесная, пыль абразивная.

Для остальных источников выбросов и веществ регулирование выбросов при НМУ, производить нецелесообразно вследствие их незначительного влияния на загрязнение атмосферного воздуха в жилых зонах.

Для минимизации негативного воздействия на окружающую среду, в 2020 году выполнены следующие мероприятия, представленные на рисунке 3.1.

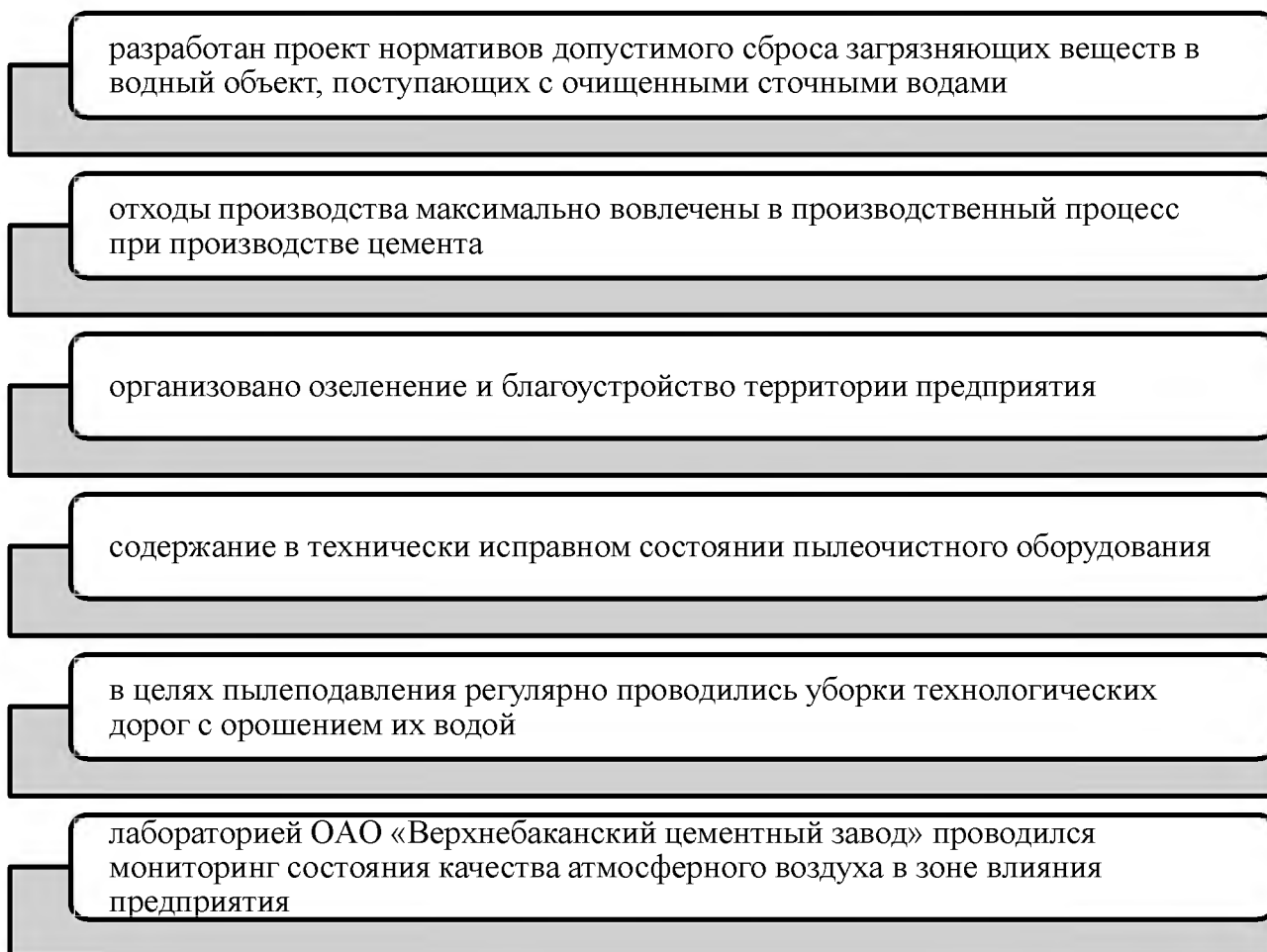


Рисунок 3.1 – Мероприятия по минимизации негативного воздействия

В планах 2021-2022 года предусмотрены:

- уборка и пылеподавление технологических дорог и производственных территорий;
- озеленение и благоустройство территории предприятия;
- повторное вовлечение отходов производства в производственный процесс;
- контроль и содержание в технически исправном состоянии пылеочистного оборудования;
- мониторинг состояния качества атмосферного воздуха в зоне влияния предприятия.

Экологическая служба предприятия осуществляет производственный контроль в области охраны окружающей среды по 4-м ингредиентам в 14-и контрольных точках на границе санитарно-защитной зоны.

В рамках программы модернизации цементного завода, помимо установки новых пылеулавливающих фильтров, в настоящее время производится установка систем непрерывного мониторинга выбросов вращающихся печей Siemens [21, с. 114] .

В связи со вступлением в силу с 1 января 2019 года положения Федерального закона от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации, в ОАО «Новоросцемент» запланированы следующие работы, представленные на рисунке 3.2.

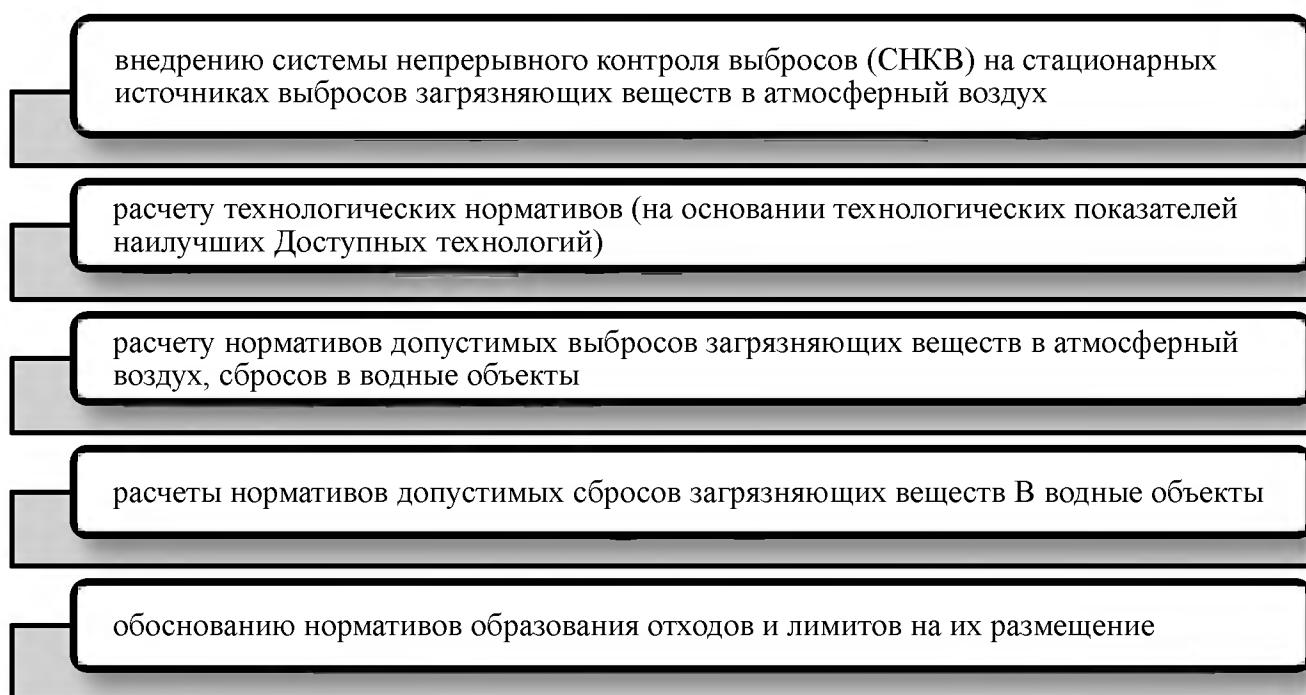


Рисунок 3.2 – Дополнительные меры по снижению выбросов в ОС

В числе ключевых принципов экологической политики ОАО «Новоросцемент» следующие:

- приоритетность принятия предупредительных мер над мероприятиями по ликвидации экологических воздействий;
- постоянный анализ деятельности предприятия по отношению к окружающей среде;
- выявление экологических рисков для формирования программы природоохранных мероприятий и ее реализации;



- улучшение процессов управления природоохранной деятельностью предприятий и др.

Стратегия развития компании предусматривает поэтапную модернизацию производственных мощностей, не соответствующих техническим и экологическим критериям двадцать первого века.

### 3.2 Мероприятия по снижению негативного воздействия цементного производства на атмосферу

Технологические процессы промышленных предприятий являются крупными источниками загрязнения окружающей природной среды. Поскольку безотходных технологий практически не существует, то необходимы механизмы и инструменты, позволяющие обеспечивать сохранность качества природной среды.

Федеральным законом «Об охране атмосферного воздуха» (ст. 16) установлены требования к охране атмосферного воздуха при проектировании, размещении, строительстве, реконструкции и эксплуатации промышленных объектов, соблюдение которых обязательно.

Существует немало наименований эффективного оборудования и технологий, которые могут использоваться в цементном производстве для очистки жидких и газообразных отходов. Сюда относятся всевозможные фильтры, циклоны, скрубберы и т.д.

Применяются и более совершенные технологии очистки, предлагаемые ведущими специалистами в сфере экологии. Перспективным является внедрение вакуумного оборудования для пылеуборки и пылеулавливания. Оно может устанавливаться на конвейерах, элеваторах, применяться в элеваторных ямах и бассейнах.

Кроме того, с помощью вакуумного оборудования осуществляется удаление влажных загрязнений из накопительных бункеров, силосов, сточных колодцев дробилок. Благодаря их внедрению возможна минимизация риска

негативного воздействия на окружающую среду и здоровье людей.

При анализе экологических проблем необходимо, в первую очередь, обращать внимание на наиболее значимые из них, с одновременным выделением видов негативного воздействия, которые можно снизить или предотвратить в процессе производственной деятельности.

На карьерах по добыче нерудных строительных материалов необходимо использовать системы пылеподавления при проведении буровзрывных работ, а также современные перевалочные комплексы и изолированные системы переработки минерального сырья.

Для снижения негативного влияния предприятий цементной промышленности на атмосферу рекомендуется подбор пылегазоулавливающего оборудования в зависимости от количества и видов источников выбросов вредных веществ в атмосферу. При работе вращающихся печей для обжига цементного клинкера пылевынос составляет 8-20 % сухого сырья. Даже после очистки газовоздушные выбросы технологических агрегатов цементных заводов содержат 100-150 мг/м<sup>3</sup> пыли.

Учитывая, что объем отходящих газов из одной вращающейся клинкеро-обжиговой печи колеблется от 40 до 600 тыс. м<sup>3</sup>/ч, количество выносимой в атмосферу пыли даже при хорошей работе электрофильтров составляет 100 кг/ч. Снижать это воздействие можно, регулируя соотношения состава и вида сырья и топлива, размеров печи и режима обжига.

Также важно контролировать состояние электрофильтров вращающихся печей, снабжая их вовремя дополнительными пылеосадительными элементами. Необходимо повышать уровень полноты сгорания топлива. Газообразные выбросы цементного завода обязательно должны очищаться от пыли, а также от оксидов углерода, азота, серы, от таллия и ртути.

Наиболее значимыми природоохранными мероприятиями является замена природного минерального сырья отходами производства. Как правило, такие побочные продукты проходят тепловую обработку в основном производстве, не содержат CaCO<sub>3</sub> и могут даже включать ряд клинкерных

минералов. Поэтому введение их в состав сырьевых смесей позволяет снизить температуру обжига и повысить производительность печей.

В современных технологических линиях тепло отходящих из циклонных теплообменников газов используют для сушки сырья в помольных отделениях. Печные агрегаты сухого способа производства имеют более высокие технико-экономические показатели по сравнению с агрегатами мокрого способа.

На отжиг сырья в них затрачивается значительно меньшее количество тепла. В развитии печных агрегатов сухого способа производства цемента наблюдается тенденция к сочетанию запечных циклонных теплообменников с выносными реакторами-декарбонизаторами (рисунок 3.3).

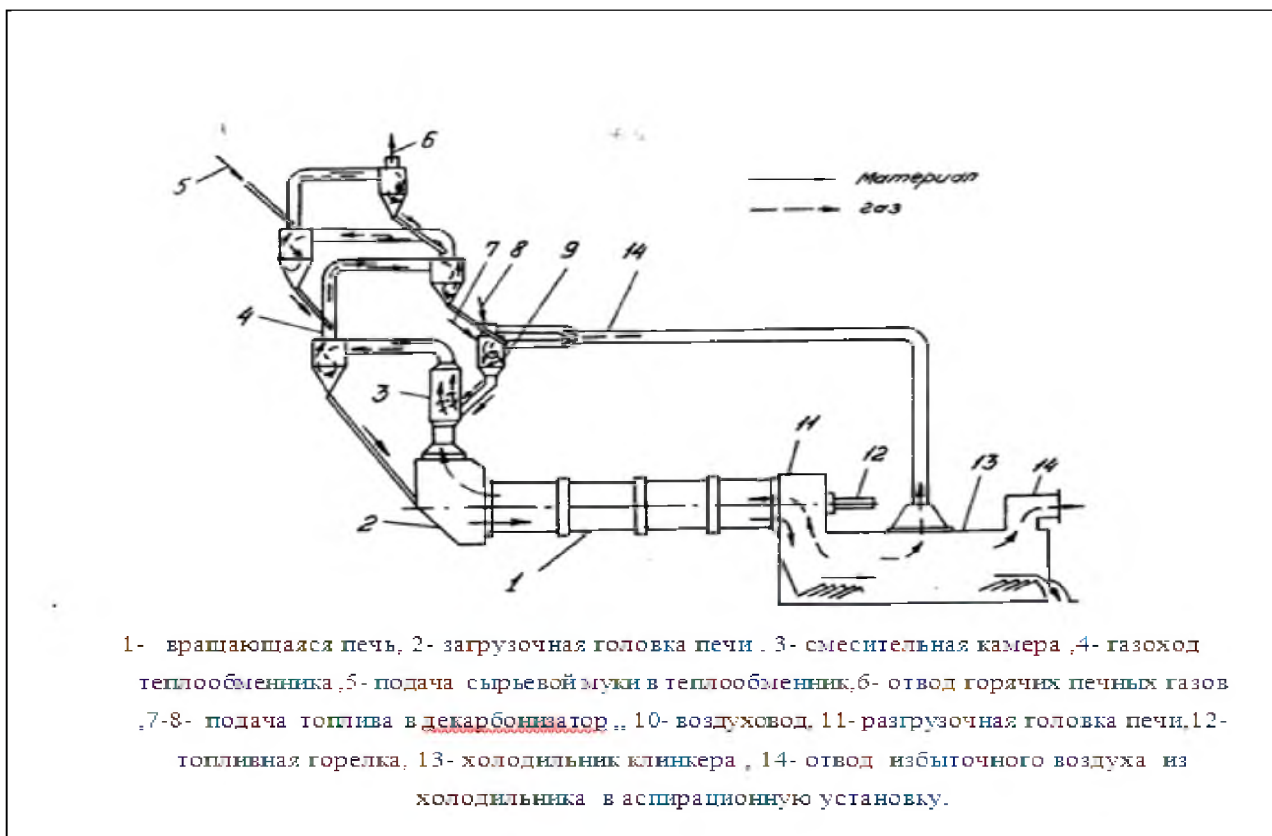


Рисунок 3.3 – Схема печного агрегата с реактором-декарбонизатором

Они устанавливаются непосредственно за печью, являясь дополнительной ступенью теплообменника, представляющей собой вихревую камеру с дополнительным устройством сжигания топлива. Для сжигания топлива в реактор подается нагретый до 600 °С воздух из охладителя клинкера по воздуховоду

Сырье из циклона ступени II поступает в реактор, подвергается тепловой обработке, вносится в циклон ступени I и затем поступает в печь. В реакторе-декарбонизаторе сжигается до 50...60 % общего количества топлива, в связи с чем, в нем осуществляется декарбонизация сырья на 95 %. В связи со значительным уменьшением тепловой нагрузки на печь представляется возможным уменьшить ее диаметр, следовательно, снизить металлоемкость, повысить стойкость футеровки, упростить обслуживание.

Использование «вторичного тепла», т.е. вовлечение в технологический процесс энергии, содержащейся в отходящих газах и спечённом клинкере, которая в существующих цементных заводах рассеивается в окружающую среду существенного снизит энергозатраты на спекание клинкера. Подтверждающим фактом является опыт ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ» по сокращению выбросов CO<sub>2</sub> при производстве клинкера на 20 % (по сравнению со стандартной сырьевой смесью) за счет применения шлаков металлургического производства.

С целью уменьшения выноса пыли из печи возможно для подготовки сырья вместо циклонных теплообменников устанавливать конвейерные кальцинаторы. При этом сырье предварительно увлажняют и подают в специальный аппарат (гранулятор) для получения гранул (зерен), что и уменьшает унос пыли из печи. Печи также могут быть оборудованы устройствами для возврата пыли (за цепную завесу).

Перспективным является внедрение вакуумного оборудования для пылеуборки и пылеулавливания. Оно может устанавливаться на конвейерах, элеваторах, применяться в элеваторных ямах и бассейнах. С помощью вакуумного оборудования осуществляется удаление влажных загрязнений из накопительных бункеров, силосов, сточных колодцев дробилок, благодаря чему минимизируется риск негативного воздействия на окружающую среду и здоровье людей.

В отдельные периоды, когда метеорологические условия способствуют накоплению вредных веществ в приземном слое атмосферы, концентрации

примесей и воздухе могут резко возрасти. Чтобы в эти периоды не допускать возникновения высокого уровня загрязнения, необходимо кратковременное сокращение выбросов загрязняющих веществ.

Предупреждения о повышении уровня загрязнения воздуха в связи с ожидаемыми неблагоприятными условиями составляют в прогностических подразделениях Росгидромета.

Экологизация цементного производства должна осуществляться в рамках комплексного, системного подхода, совмещающего в себе совокупность правовых, организационных, технологических и научных методов. В качестве основных направлений экологической модернизации цементного производства можно выделить следующие:

1. Переход от мокрого к преимущественно сухому способу производству цемента. Он позволяет обеспечить высокую производительность печного агрегата, что позволяет снизить энергоемкость цементного производства. Кроме того, выбросы в атмосферу при сухом способе производства в несколько раз ниже производства «мокрого».

2. Уменьшение количества цементной пыли. Для этого необходимо, чтобы все основные агрегаты на стадиях дробления и помола сырья, обжига клинкера, помола и складирования цемента были оборудованы пылеулавливающими установками. В этом случае уловленная пыль посредством специального оборудования (пылеуборок, работающих по замкнутой схеме) возвращается в технологический процесс без контакта с атмосферой. Кроме того, для сокращения объема пыли и преобразования цементного производства в экологически безопасное, следует отказаться от рукавных фильтров, степень очистки которых не превышает 95—97%, и перейти к скрубберам, степень очистки отходящей струи которых до 99,7%.

3. Создание замкнутых систем водоснабжения, позволяющих снизить количество сбросов загрязняющих веществ.

4. Внедрение на предприятиях по производству цемента систем экологического менеджмента. В качестве примера можно привести Холдинг

«Евроцемент групп», ряд предприятий которого прошли добровольную систему экологической сертификации на соответствие стандарту «ЕcoMa1eпа1 1.3» - первый в России и СНГ экологический стандарт строительных материалов, признанный Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Российской Федерации. Он создан в соответствии с законодательной базой РФ, рекомендациями Всемирной организации здравоохранения, US GBC (совета по зеленому строительству США), стандартам экологического менеджмента ISO 14000 и региональными европейскими методиками.

5. Соблюдение принципа наилучших доступных технологий. Модернизацию цементного производства, внедрение дефицитных для российских предприятий технологий сухого производства цемента, основанных на последних научных достижениях, необходимо экономически стимулировать, применяя такие инструменты, как льготное кредитование, налоговые льготы, корректирование платежей за негативное воздействие на окружающую среду с учетом стоимости природоохранных мероприятий.

## Заключение

Цементная промышленность является базовой в комплексе отраслей, производящих строительные материалы и заменить цемент как строительный ресурс заменить, ничем невозможно.

Кроме того, что источником его получения являются легко доступные и довольно дешевые материалы.

Цементная промышленность России пребывает в кризисном состоянии, на ее радикальную модернизацию требуются большие средства. На настоящий момент предприятия отрасли не в состоянии самостоятельно осуществить серьезные мероприятия по техническому перевооружению, тем более переход на более экологичный и производительный сухой способ.

Несмотря на всю важность цементного производства, оно имеет ряд недостатков, как в экономической, так и в экологической сфере, что подтверждает анализ деятельности ОАО «Новоросцемент», который оказывает негативное воздействие на окружающую среду, в первую очередь на атмосферный воздух.

### Выводы:

1. В 2020 году в связи со снижением объемов производства, ростом цен на топливно-энергетические ресурсы, а также платы за оказанные сторонними организациями услуги производственного характера затраты на производство и реализацию 1 т цемента увеличились на 193,34 руб., или на 5,5 % (до 3708,66 руб.).

2. Одна из основных проблем цементного производства – образование большого количества пыли. Эта пыль выбрасывается в атмосферу, покрывает почвы в непосредственной близости от объекта, попадает в органы дыхания людей. Она имеет щелочной состав, вследствие чего негативно влияет на здоровье человека, животных, растений.

3. Основными выбросами в атмосферный воздух на цементных заводах являются пыль, азота диоксид, углерод оксид, пыль неорганическая до 20%

SiO<sub>2</sub>, пыль неорганическая 70-20% SiO<sub>2</sub>, азота оксид, а также летучие органические соединения (ЛОС), полихлорированные дибензодиоксины и дибензофураны и хлористый водород (HCl).

4. Основной источник выбросов при производстве цемента – печные системы (процесс обжига клинкера). В пыли от производства цемента обычно содержится небольшое количество металлов и их соединений, например, таких как As, Cd, Hg.

Рекомендации и предложения:

Экологизация цементного производства должна осуществляться в рамках комплексного, системного подхода, совмещающего в себе совокупность правовых, организационных, технологических и научных методов. В качестве основных направлений экологической модернизации цементного производства можно выделить следующие:

1. Переход от мокрого к преимущественно сухому способу производству цемента, обеспечивающие высокую производительность печного агрегата, снижение энергоемкость цементного производства.

2. Уменьшение количества цементной пыли с помощью пылеулавливающих установок и отказа от рукавных фильтров, степень очистки которых не превышает 95—97%, и перейти к скрубберам, с очисткой до 99,7%.

3. Создание замкнутых систем водоснабжения, позволяющих снизить количество сбросов загрязняющих веществ.

4. Соблюдение принципа наилучших доступных технологий: внедрение дефицитных для российских предприятий технологий сухого производства цемента, основанных на последних научных достижениях, экономическое стимулирование в виде льготного кредитования, корректирование платежей за негативное воздействие на окружающую среду.



## Список использованной литературы

1. Азаров, В.Н., Кошкарев, С.А., Николенко, М.А. Снижение выбросов систем обеспыливания с использованием дисперсионного анализа пыли в стройиндустрии // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 1-2 (34). – С. 30.
2. Алешковская, В.В. Практическое руководство по эксплуатации аспирационных и пневмотранспортных систем на предприятиях перерабатывающей промышленности. – М.: ДеЛи, 2000. – 148 с.
3. Боголюбов, С.А. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды: учеб. и практикум для академического бакалавриата / С.А. Боголюбов, Е.А. Позднякова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 429 с.
4. Ветошкин, А.Г. Процессы и аппараты защиты атмосферы от газовых выбросов: учеб. пособие / А.Г. Ветошкин. – Пенза: Изд. Пенз. технол. ин-т, 2003. – 154 с.
5. Гаязов, Р.Г. Оценка фильтрующих материалов. – М.: Экосистема, 2006. – 134 с.
6. Дуров, В.В. Охрана атмосферного воздуха в цементной промышленности // Цемент и его применение. – 1998. – № 6. – С. 2-3.
7. Ежегодный отчет по экологии ОАО «Новоросцемент» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.novoroscement.ru/> (дата обращения: 21.09.2021)
8. Жуйкова, Т.В. Экологическая токсикология: учеб. и практикум для бакалавриата и магистратуры / Т.В. Жуйкова, В.С. Безель. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 362 с.
9. Зубченко, М.П. Современные направления технических решений при проектировании пылеулавливающих систем цементного производства / М.П. Зубченко, Н.С. Филиппова // Экологические проблемы технологии цементного производства. – 1990. – Вып. 102. – С.3-11.
10. Классен, В.К. Технология и оптимизация производства цемента: учеб.

- пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. – 308 с.
11. Колесников, С.И., Казеев, К.Ш., Вальков, В.Ф. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами. – Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2000. – 232 с.
  12. Ларионов, Н.М. Промышленная экология: учеб. / Н.М. Ларионов, А.С. Рябышенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 382 с.
  13. Лашина, В.В., Петрова, А.И., Петров, И.В. Загрязнение атмосферы при производстве цемента и опыт по снижению выбросов углекислого газа на предприятиях цементной промышленности Германии и России // Научный вестник МГТУ. – 2018. – № 12. – С. 26-33.
  14. Маринин, Н.А. Исследование дисперсного состава пыли в инженерно-экологических системах и выбросах в атмосферу предприятий стройиндустрии: автореферат дис. ... кандид. техн. наук: 05.23.19 Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства. – Волгоград, 2014. – 20 с.
  15. Михайлов, Ю.В. Горнопромышленная экология: учеб. – М.: Академия, 2018. – 368 с.
  16. Родионов, А.И. Технологические процессы экологической безопасности. Гидросфера: учеб. для академического бакалавриата / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, В.Г. Систер. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 283 с.
  17. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902065388/titles/6540IN> (дата обращения: 29.09.2021).
  18. Сергина, Н.М. Пути снижения пыли извести в атмосферу при производстве строительных материалов // Альтернативная энергетика и экология. – 2018. – №11. – С. 53-55.
  19. Смыков, В.В. Экологической безопасности - особое внимание / В.В.

- Смыков, Ю.Р. Курамшин // Экология и промышленность России. – 2005. – № 3. – С. 41-47.
20. Технический отчет по инженерно-экологическим изысканиям «Строительство технологической линии по производству цемента по сухому способу производительностью 6000 тонн клинкера в сутки на цемзаводе «Первомайский» ООО «Стройэкология». – Новороссийск, 2013. – 195 с.
21. Технический отчет предприятие ОАО «Новоросцемент», производство цементный завод «Первомайский». – Новороссийск, 2014. – 240 с.
22. Тищенко, Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет вредных веществ и их распределение в воздухе: Справочник. – М.: Химия, 1991. – 368 с.
23. Хандогина, Е.К. Экологические основы природопользования: учеб. пособие / Е.К. Хандогина, Н.А. Герасимова, А.В. Хандогина. – М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 160 с.
24. Четошникова, Л.А. Обработывающий сектор экономики города Новороссийска: состояние и перспективы // Экономика и современный менеджмент: теория и практика. – 2018. – № 35. – С. 188-196.
25. Штокман, Е.А. Очистка воздуха: учеб. пособие. – М.: АСВ, 1998. – 320 с.