ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ

#### КАФЕДРА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

на тему:

«Расчет предельно-допустимых выбросов котельной»

Выполнила \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Я. А. Скурихина

Проверила \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А. Ж. Фоменко

Тюмень – 2009

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение 3

1. Природно-климатические особенности района 4
2. Характеристика котельной 6
   1. Описание тепловой установки 6
   2. Насосы 7
   3. Основные сведения об организации эксплуатационного обслуживания котельных 8
   4. Права и обязанности оператора котельной 9
3. Теория по расчету предельно-допустимых выбросов 11
   1. Понятие о предельно-допустимых выбросах 11
   2. Нормирование выбросов вредных веществ в атмосферу 12
   3. Понятие о санитарно-защитной зоне 17
      1. Озеленение санитарно-защитной зоны 18
4. Расчетная часть 19
   1. Расчет ПДВ котельной 19
   2. Расчет безопасного расстояния до жилой застройки 21
   3. Построение границ санитарно-защитной зоны 22
5. Воздухоохранные мероприятия 24

Заключение 27

Список литературы 28

ВВЕДЕНИЕ

Целью данной курсовой работы является анализ котельной, определение ПДВ и минимальной высоты трубы котельной, составление схемы санитарно-защитной зоны и предложение комплекса необходимых воздухоохранных мероприятий по снижению приземных концентраций вредных веществ для уменьшения их влияния на население.

1. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЙОНА

Территория области лежит в глубине континента на значительном удалении от океанов. Континентальное положение сильно сказывается на климате и почвенно-растительном района.

Климат области континентальный, с жарким, сопровождающимся суховеями летом и холодной зимой с устойчивым снежным покровом. Абсолютная амплитуда колебаний между крайними значениями температур велика и достигает 85 °С. Зима отличается постоянством отрицательных температур и суровыми морозами, достигающими от -40 °С до -49 °С. Лето солнечное и жаркое, в дневные часы, особенно в июле, температура нередко поднимается до +40 °С (табл. 1.1) [4].

Таблица 1.1 – Температура воздуха

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | Январь | Февраль | Март | Апрель | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь |
| Абсолютный максимум, оС | 5 | 6 | 18 | 31 | 37 | 40 | 42 | 41 | 38 | 27 | 19 | 6 |
| Средняя температура, оС | -14 | -13 | -6 | 7 | 15 | 20 | 22 | 20 | 14 | 4 | -3 | -10 |
| Абсолютный минимум, оС | -43 | -40 | -37 | -26 | -6 | -1 | 5 | -1 | -5 | -20 | -38 | -39 |

Вегетационный период около ста восьмидесяти дней. Характерной чертой климата области является его засушливость. Выпадающие летом осадки не успевают впитываться в почву, так как высокие температуры воздуха способствуют их быстрому испарению. Осадки на территории области распространяются неравномерно. Их количество убывает с северо-запада (450 мм в год) на юго-восток (260 мм в год). Примерно шестьдесят-семьдесят процентов годового количества осадков приходится на теплый период, что несколько сглаживает засушливость климата.

Низкая обеспеченность степей влагой часто приводит к засухе. За последнее столетие в северо-западных районах области сильные и средние засухи наблюдались один раз в три-четыре года, а в южных районах один раз в два-три года.

Продолжительность залегания снегового покрова составляет от ста тридцати пяти дней на юге до ста пятидесяти четырех дней на севере. Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова за зиму колеблется от шестидесяти до двадцати сантиметров, уменьшаясь с севера на юг. Глубина промерзания почвы достигает в среднем на северо-западе 70 см, в восточных районах – 1 м [3].

Для района характерны жестокие метели, наблюдающиеся при сильном ветре и низкой температуре, которые называются буранами (табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Роза ветров на участке эксплуатации котельной

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Среднегодовая повторяемость ветров (роза ветров) | | | | | | | |
| С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ |
| 7 | 11 | 8 | 4 | 18 | 20 | 22 | 10 |

1. ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЕЛЬНОЙ

Котельная представляет собой двухэтажное здание, построена из красного кирпича, общая площадь равна 92 м2. На первом этаже котельной расположен бак для сбора конденсата, конденсатный насос, на втором – котел.

Котельная предназначена для отопительно-производственных целей и оборудована одними паровым котлом паропроизводительностью 4 т/ч. Котельная вырабатывает насыщенный пар с рабочим давлением 0,8 МПа. Тепловая нагрузка котельной с учетом потерь тепла в паропроводах и наружных тепловых сетях при максимально-зимнем режиме составляет: на производство 1,2 Гкалл/ч; на отопление и вентиляцию 2,3 Гкалл/ч. Высота трубы 15 м, диаметр трубы 1,5 м, температура выброса паров около 143 оС, объем выброса 5,2 м/с.

Котельная работает на угле. Концентрации загрязнителей, измеренные в трубе (отходящих газах) котельной, и фоновые концентрации вредных веществ на участке котельной представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Концентрации вредных веществ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Концентрация, мг/м3 | | | |
| SО2 | NO2 | СО | Сажа |
| Фоновое загрязнение | 0,1 | 0,011 | 1,1 | 0,08 |
| Отходящие газы котельной | 602 | 57 | 180 | 140 |
| ПДКм.р. | 0,5 | 0,085 | 3,0 | 0,15 |

Водоснабжение котельной осуществляется из подземных источников. Забор воздуха на горение осуществляется с улицы и непосредственно с котельного помещения. Тяга дымовых газов осуществляется дымососами. Котельная обслуживает около семидесяти пяти одноэтажных домов поселка.

## 2.1. Описание тепловой схемы

Насыщенный пар из котлов с рабочим давлением Р = 0,8 МПа поступает в общую паровую магистраль котельной, из которой часть пара отбирается на оборудование установленное в котельной, а именно на подогреватель воды и деаэратор. Другая часть пара направляется на производственные нужды котельной.

Конденсат от производственных нужд самотеком возвращается, в размере 30 % и при температуре 80 оС, в конденсатосборник и далее конденсатным насосом направляется в бак горячей воды.

Подогрев воды производится паром в последовательно включённых двух подогревателях, при этом подогреватели работают без конденсатоотводчиков. Отработанный конденсат направляется в деаэратор.

В деаэратор, также поступает химически очищенная вода, восполняющая потери конденсата.

Насосом сырой воды вода из подземного источника направляется на очистку и в бак горячей воды.

Деаэрированная вода с температурой около 104 оС питательным насосом нагнетается в экономайзеры и далее поступает в котлы.

Подпиточная вода для системы теплоснабжения забирается подпиточным насосом из бака горячей воды.

## 2.2. Насосы

Питательный насос. Питание котлов водой должно быть надежным. При снижении уровня воды ниже допустимых пределов кипятильные трубы могут оголиться и перегреться, что в свою очередь может привести к взрыву котла. Котлы с давлением выше 0,07 МПа с паропроизводительностью 2 т/ч и выше должны иметь автоматические регуляторы питания, которые установлены на данной котельной.

Для питания котлов устанавливают не менее двух насосов, из которых один должен быть с электроприводом, а другой – с паровым приводом. Производительность одного насоса с электроприводом составляет не менее 110 % номинальной производительности всех рабочих котлов.

Производительность насоса с паровым приводом составляет не менее 50 % номинальной производительности котла. Можно устанавливать все питательные насосы только с паровым приводом, а при двух или нескольких источниках питания электроэнергией – только с электрическим приводом. Насосы с паровым приводом потребляют от 3 до 5 % вырабатываемого пара, поэтому их используют как резервные.

Выхлопной пар поршневого прямодействующего насоса удаляется в атмосферу. Этим паром подогревают воду в особом теплообменнике, конденсат выбрасывают. В котел его возвращать нельзя, так как он загрязнён маслом, а плёнка масла на трубках ухудшает теплопередачу.

Конденсатный насос. Производительность конденсатного насоса равна часовому расходу конденсата от технологического потребителя. К этому расходу прибавляют расход конденсата от сетевого подогревателя отопления, так как в случаи повышения жесткости конденсат сбрасывают в конденсатный бак. Повышение жесткости может быть вызвано разрывом нескольких латунных трубок в самом подогревателе и вследствие чего попадания сетевой воды с довольно большой жесткостью в конденсат. Такой конденсат нельзя направлять в деаэратор, где требуется жесткость равная 0,02 мг·экв/кг.

Сетевой насос системы отопления и вентиляции. Этот насос служит для циркуляции воды в тепловой сети. Его выбирают по расходу сетевой воды из расчета тепловой схемы. Сетевые насосы устанавливаются на обратной линии тепловой сети, где температура сетевой воды не превышает 70 оС.

Подпиточный насос предназначен для восполнения утечки воды из системы теплоснабжения, количество воды необходимое для покрытия утечек определяется в расчете тепловой схемы. Необходимый напор подпиточных насосов определяется давлением воды в обратной магистрали и сопротивлением трубопроводов и арматуры на линии подпитки, число подпиточных насосов – два, один из которых резервный.

Описание работы деаэратора. Деаэрацией называется освобождение питательной воды от растворенного в ней воздуха в состав которого входит кислород (О2) и двуокись углерода (СО2). Будучи растворенными, в воде эти газы вызывают коррозию питательных трубопроводов и поверхности нагрева котла, вследствие чего оборудование выходит из строя.

Термический деаэратор служит для удаления из питательной воды растворенных в ней кислорода и двуокиси углерода путем нагрева воды до температуры кипения. При температуре кипения воды растворенные в ней газы полностью теряют способность растворяться. Деаэратор состоит из бака-аккумулятора и деаэрированной колонки, внутри которой расположен ряд распределительных тарелок. Внутри бака-аккумулятора расположено барботажное устройство – оно служит для дополнительного удаления растворенных газов путем частичного перегрева питательной воды. За счет барботажного устройства качество деаэрации улучшается.

## 2.3. Основные сведения об организации эксплуатационного обслуживания котельных

Основные принципы организации эксплуатации котельных заключаются в том, чтобы обеспечить надежную, экономичную и безаварийную работу оборудования.

Для этого нужно:

* поручить обслуживание котельной обученному персоналу и периодически повышать его квалификацию;
* обеспечить обслуживающий персонал «производственной инструкцией по обслуживанию оборудования котельной» и другими служебными инструкциями;
* организовывать постоянный контроль работы всего оборудования котельной, создать систему технического учета, отчетности и планирования работы;
* правильно использовать все оборудование в наиболее экономичных режимах, поддерживая в исправности тепловую изоляцию горячих поверхностей нагрева и использовать другие меры для сохранности топлива, тепла и электроэнергии;
* составлять и точно выполнять годовые графики планово-предупредительного и капитального ремонтов всего оборудования котельной, имея необходимое количество запасных частей, ремонтных и вспомогательных материалов;
* вести постоянный контроль за исправным состоянием работающего оборудования и своевременно исправлять неисправности.

## 2.4. Права и обязанности оператора котельной

К обслуживанию котлоагрегата могут быть допущены лица не моложе восемнадцати лет, которые прошли медицинский осмотр, обученные по утвержденной программе для операторов и имеющие соответствующие удостоверение квалификационной комиссии учебно-курсового комбината о сдаче экзамена по этой программе, которые прошли инструктаж по охране труда и стажировку на рабочем месте.

Знания операторов проверяются не реже одного раза в год.

Оператор котельной должен хорошо знать:

* строение и работу котлоагрегатов и всего вспомогательного оборудования, которое он обслуживает;
* схемы газопроводов (мазутопроводов);
* конструкции газогорелочных устройств и границы их регулирования;
* правила безопасной эксплуатации котлоагрегатов на газовом (жидком) топливе и вспомогательного оборудования котельной;
* инструкции:

а) производственную по эксплуатации оборудования;

б) противопожарную;

в) по предупреждению и ликвидации аварий.

Кроме того, он должен знать, кому подчинен, чьи распоряжения обязан выполнять, кого извещать об авариях и неполадках, о пожаре и несчастных случаях.

Оператор котельной должен уметь:

* обслуживать котлоагрегаты, газовое и теплотехническое оборудование котельной и следить за их исправностью;
* подготавливать котлоагрегаты и тепломеханическое оборудование к работе;
* подготавливать газовое оборудование к работе;
* включать газовые горелки и поддерживать необходимый режим их работы;
* подготавливать систему отопления, проверять исправность резервного питательного и циркуляционного насосов;
* проводить продувку парового котла и водоуказательных приборов, проверять предупредительные клапаны и манометры;
* очищать топку, газоходы и поверхности нагрева от сажи и накипи;
* предупреждать возможные аварии и неполадки в работе оборудования, а в случае их появления быстро принимать меры для их ликвидации;
* выключать газовое оборудование и горелки, а также останавливать котел в плановом и аварийном порядке в соответствии с производственной инструкцией;
* экономно расходовать топливо, электроэнергию и воду;
* бережно относиться к инструменту и приборам;
* пользоваться устройствами автоматики регулирования и безопасности, проверять их исправность;
* пользоваться технической документацией, которая находится на рабочем месте, вести эксплуатационную документацию;
* самостоятельно производить небольшие ремонтные работы (набивка сальников, замена прокладок, ремонт отдельных мест изоляции, обмуровки и др.);
* оказывать первую доврачебную помощь потерпевшим.

Оператору котельной, находящемуся на дежурстве, запрещается:

* выполнять во время работы котла любые другие обязанности, непредусмотренные производственной инструкцией;
* оставлять работающие котлы без надзора даже на короткое время или поручать надзор лицам, которые не имеют этого права.

Котёл может быть оставлен без надзора после полного окончания подачи газа и когда в паровом котле давление пара снизится до нуля.

При эксплуатации котельных установок обслуживающий персонал должен руководствоваться производственной инструкцией и режимными картами котлов. Эти документы с приложением оперативной схемы трубопроводов вывешиваются на рабочем месте.

В котельной должны быть часы и телефон. В котельную не должны допускаться посторонние лица. В необходимых случаях они получают разрешение администрации и сопровождаются ее представителем.

1. ТЕОРИЯ ПО РАСЧЕТУ ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ
   1. Понятие о предельно-допустимых выбросах

ГОСТ 17.2.3.02-78 определяет, что предельно-допустимый выброс вредных веществ в атмосферу (ПДВ) устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы таким образом, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ и атмосфере не создают приземную концентрацию, превышающую их ПДК для населения, растительного и животного мира.

Значения ПДВ устанавливаются во всех видах проектной документации на строительство новых и реконструкцию существующих предприятий. ПДВ устанавливается как для строящихся, так и для действующих предприятий.

Величина ПДВ вредных веществ является одним из основных показателей экологической безопасности предприятий. Если на участке строительства (реконструкции) предприятия сумма фонового загрязнения атмосферы и приземных концентраций, создаваемых выбросами данного предприятия, выше ПДКм.р. – строительство (реконструкция) не разрешается органами экологической и санитарной инспекций. Чем сильнее фоновое загрязнение воздуха на участке строительства, тем меньше величина ПДВ для проектируемого предприятия.

ПДКм.р. (предельно-допустимая концентрация максимально разовая) – концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, не вызывающая в течение двадцати минут рефлекторных реакций в организме человека. Непосредственно связана с ПДВ предприятий: если для предприятия определены ПДВ вредных веществ, то при выбросах, не превышающих ПДВ, на границе санитарной зоны предприятия концентрация вредного вещества не должна превышать ПДКм.р..

Степень опасности загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха выбросами вредных веществ определяется путем сравнения с ПДКм.р., рассчитанного значения приземной концентрации вредных веществ С (мг/м3), которое устанавливается на границе с жилой застройкой при наиболее неблагоприятных метеорологических условиях (когда скорость ветра достигает опасного значения).

Должно соблюдаться условие:

Сn +Cnф ≤ ПДКnм.р., (3.1)

где Сn и Сnф – расчетная и фоновая концентрация n-ого вещества на границе санитарно-защитной зоны предприятия с жилой застройкой соответственно;

ПДКn – максимально разовая ПДК n-ого вещества.

* 1. Нормирование выбросов вредных веществ в атмосферу

Нормирование проводится с учетом влияния рельефа местности, суммации вредного воздействия нескольких веществ, фоновых концентраций и неблагоприятных метеоусловий, например, скорость ветра более 9 м/с для данного района.

Максимальная приземная концентрация вредного вещества (Сm), при выбросе нагретой газовоздушной смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях определяется по формуле (3.2):

, (3.2)

где А – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы в регионе и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе, в данной местности;

М – масса загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферу, г/с;

З – коэффициент, учитывающий рельеф местности (при ровной местности с перепадом высот не более 50 м на 1 км З = 1);

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

m, n – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса;

Н – высота источника выброса над уровнем земли, м;

∆Т – разность между температурой выбрасываемой газовоздушной смеси Тг и температурой окружающего атмосферного воздуха Тв, оC;

V1 – расход газовоздушной смеси, м3/с.

При определении ΔT следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха равной средней температуре наружного воздуха в тринадцать часов наиболее жаркого месяца года (согласно СНиП 2.01.01-82), а температуру выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси Тг – по действующим для данного производства технологическим нормативам.

Коэффициент (А) должен приниматься для неблагоприятных метеорологических условий, при которых концентрации вредных веществ в атмосферном от источника выброса достигают максимального значения:

* 250 (Средняя Азия южнее 40° северной широты, Бурятия и Читинская область);
* 200 (для районов России южнее 50° северной широты, для остальных районов Нижнего Поволжья, Кавказа, Дальнего Востока и остальные территории Сибири);
* 180 (для европейской территории России и Урала от 50о до 52° северной широты, за исключением перечисленных выше районов);
* 160 (для европейской территории России и Урала севернее 52° северной широты, за исключением центра европейской территории России);
* 140 (Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская, Ивановская область).

Коэффициент (F) принимает значения:

* для газообразных загрязняющих веществ и мелкодисперсных аэрозолей F = 1;
* для крупнодисперсной пыли и золе при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % F = 2;
* при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов 75 – 90 % F = 2,5;
* при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов менее 75 % или без очистки F = 3.

Безразмерный коэффициент (m) определяется по формуле:

 , (3.3)

Расчет параметра f производится формуле:

, (3.4)

Значение безразмерного коэффициента (n) определяется в зависимости от параметра νm:

* при νm < 0,3, n = 3;
* при 0,3 < νm < 2:

 , (3.5)

* при νm > 2, n = 1.

Масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу определяется по формуле (3.6):

М = С ∙ V1, (3.6)

где С – концентрация вредного вещества в выбрасываемой газовоздушной смеси, мг/м3;

V1 – расход газовоздушной смеси, м3/с.

Средняя линейная скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса (W0) определяется по формуле (3.7):

, (3.7)

где D – диаметр устья источника выброса, м;

V1 – расход газовоздушной смеси, м3/с.

Если в воздухе содержатся вещества, обладающие эффектом биологической суммации, то определяется одна, приведенная по ПДК к одному из этих веществ концентрация по формуле (3.8). Основным веществом выбирают то, которое относится к наибольшему классу опасности.

, (3.8)

Например, эффектом суммации действия обладают диоксид серы (сернистый ангидрид) и диоксид азота. Основным веществом является диоксид азота (второй класс опасности).

Если по результатам расчетов Сnм + Сnф > ПДКnм.р., то расчет продолжается с целью вычисления расстояния, на котором концентрации вредных веществ будут равны ПДК.

Если Сnм + Сnф < ПДКnм.р., то величину выброса утверждают как ПДВ и новых воздухоохранных мероприятий не планируют.

На расстоянии от источника выброса при неблагоприятных метеорологических условиях по оси факела выброса, достигается максимальная приземная концентрация вредных веществ (См). Это расстояние (Xм)определяется по формуле (3.9):

, (3.9)

При F = 1 расстояние (Хм) определяется по формуле (3.10):

Xм = d · H, (3.10)

где d – безразмерная величина, определяемая по формулам в зависимости от значения νm:

* при νm ≤ 0,5 величина (d) вычисляется по формуле (3.11):



, (3.11);

– при 0,5 < νm ≤ 2 величина (d) вычисляется по формуле (3.12):

 , (3.12);

– при νm > 2 величина (d) вычисляется по формуле (3.13):

 , (3.13).

Величины приземных концентраций примесей (С) (меньше, чем См) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях от источника выброса определяются по формуле (3.14):

, (3.14)

где S1 – безразмерная величина, определяемая при опасной скорости ветра в зависимости от отношения X/Xм :

* при X/Xм ≤ 1 величина (S1) рассчитывается по формуле (3.15):



, (3.15);

* при 1 < X/Xм ≤ 8 величина (S1) рассчитывается по формуле (3.16):

, (3.16);

* при X/Xм > 8 необходимо учитывать параметр F:
* если F ≤ 1,5 величина (S1) рассчитывается по формуле (3.17):



, (3.17);

* если F > 1,5 величина (S1) рассчитывается по формуле (3.18):



, (3.18).

Если известны См и Xм, то приняв С = ПДК можно по формуле (3.13) определить S1, а затем определить соотношение X/Xм и далее определить Х, то есть, безопасное по оси факела выброса расстояние, на котором С = ПДК (размер санитарно – защитной зоны предприятия).

Минимальная высота трубы Hmin (рис. 3.1) и размеры санитарно – защитной зоны (СЗЗ) определяются из основной формуле рассеивания выбросов (3.2) при фиксированном значении ПДВ [2]. Полученный по расчету размер СЗЗ (Х) должен уточняться в сторону увеличения в зависимости от розы ветров на участке предприятия по формуле (3.19):

, (3.19)

где L0 – расчетное расстояние от источников загрязнения до границ СЗЗ (без учета поправки на розу ветров), до которого концентрации вредных веществ больше ПДК, м;

Р – среднегодовая повторяемость направлений ветров рассматриваемого румба, %;

Р0 – повторяемость направлений ветров одного румба (при восьми румбовой розе ветров Р0 =12.5о/о).

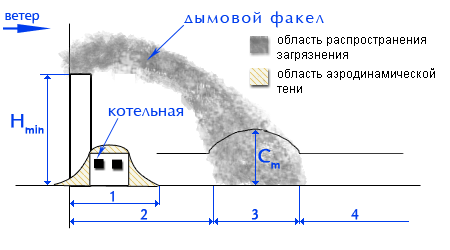


Рисунок 3.1 - Рассеивание вредных веществ в атмосфере

1 – зона неорганизованного загрязнения; 2 – зона переброса факела (небольшие концентрации загрязняющих веществ); 3 – зона задымления (на расстоянии 10 – 40 Hmin);

4 – зона снижения уровня загрязнения.

Построение схемы СЗЗ на карте местности производится в соответствии с выбранным масштабом (например, в 1 мм:5000 мм или 1мм**:**10000 мм и т.п.), по направлениям, противоположным соответствующему румбу (см. рис. 3.1) (например, восточный ветер вызывает отклонение факела выброса в западную зону).

Можно определить величину ПДВ по основной формуле рассеивания выбросов (3.2) на расстоянии Х м, прировняв С м = ПДК, а именно по формуле (3.20) [5]:

, (3.20)

* 1. Понятие о санитарно-защитной зоне

Нормативный документ СН 245-71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий» определяет размеры СЗЗ (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Размеры СЗЗ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс опасности предприятия | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Размер СЗЗ | 1000 | 500 | 300 | 100 | 50 |

Увеличение СЗЗ может быть произведено не более чем в три раза. Это возможно в четырех случаях:

* при малой эффективности систем очистки выбросов в атмосферу;
* в отсутствие способов очистки выбросов;
* при необходимости размещения жилой застройки с подветренной стороны по отношению к предприятию в зоне возможного загрязнения;
* при строительстве новых, еще недостаточно изученных, вредных в санитарном отношении производств.

Размеры СЗЗ могут быть уменьшены при изменении технологии, совершенствовании технологического процесса и внедрении высокоэффективных и надежных в эксплуатации очистных устройств.

Санитарно-защитная зона не может рассматриваться как резервная территория предприятия и использоваться для расширения промышленной площадки. Вместе с тем на территории СЗЗ допускается размещать производства более низкого класса вредности, чем основное производство, для которого установлена эта зона, а также пожарные депо, гаражи, склады, административные здания, научно-исследовательские лаборатории, стоянки транспорта и т. п.

Для максимального ослабления влияния на окружающее население производственных загрязнений атмосферного воздуха территория СЗЗ быть благоустроена и озеленена. Озеленение производится газоустойчивыми породами деревьев и кустарников. Со стороны жилого массива ширина полосы древесно-кустарниковых насаждений должна быть не менее 50 м, а при ширине зоны до 100 м – не менее 20 м.

* + 1. Озеленение санитарно-защитной зоны

Для зон шириной до 300 м – не менее 60 % территории СЗЗ должно быть озеленено.

Для зон шириной 300 – 1000 м – не менее 50 % территории должно быть озеленено.

Для зон шириной 1000 – 3000 м – не менее 40 % территории должно быть озеленено.

Чтобы озеленение было эффективным, необходимо использовать определенные породы деревьев, кустарников. При этом не менее 50 % смешанных посадок должна занимать основная порода. При озеленении санитарно-защитной зоны монокультура не приветствуется.

Для создания оптимальных условий проветривания в санитарно-защитной зоне создаются коридоры проветривания, особенно в направлении господствующих ветров. Коридоры не должны быть направлены в сторону жилой застройки. В качестве коридоров используют автотрассы, железные дороги, высоковольтные линии электропередач.

При организации санитарно-защитной зоны на территориях, покрытых лесом, создаются коридоры проветривания в виде просек шириной 60 – 80 м в направлении господствующих ветров (не в сторону жилой застройки). Со стороны просеки насаждения не должны иметь плотных опушек [2].

1. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ
   1. Расчет ПДВ котельной

В данном расчете проводятся вычисления максимальных приземных концентраций (С м) для SO2, NO2, CO и сажи; расстояние (Xм) по оси факела, на которой они достигаются. Полученные значения (Cм + CФ) сравниваются с величиной ПДКм.р, в случае превышения ПДКм.р. необходимо рассчитать расстояние, на котором (См + СФ) будет равно ПДК, или необходимую высоту трубы котельной.

Исходные данные для котельной:

* высота трубы H= 15 м;
* диаметр устья источника D= 1,5 м;
* температура отходящих газовТ= 143 оС;
* объем отходящих газов V1= 5,2 м3/с;
* концентрации вредных веществ, измеренные в трубах (С) (табл. 4.1) и их фоновые концентрации (табл. 4.2);
* розы ветров (табл. 4,3).

Таблица 4.1 – Концентрации вредных веществ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| СSO2, мг/м3 | СNO2, мг/м3 | СCO, мг/м3 | Ссажи, мг/м3 |
| 602 | 57 | 180 | 140 |

Таблица 4.2 – Фоновые концентрации вредных веществ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| СфSO2, мг/м3 | СфNO2, мг/м3 | СфCO, мг/м3 | Сфсажи, мг/м3 |
| 0,100 | 0,011 | 1,100 | 0,080 |

Таблица 4.3 – Розы ветров

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Среднегодовая повторяемость ветра (Р), % | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ |
| 7 | 11 | 8 | 4 | 18 | 20 | 22 | 10 |

Расчёт массы выброса в атмосферу по каждому из вредных веществ производится по формуле (3.6):

МSO2 = СSO2 · V1 = 602· 5,2 · 10– 3 = 3,1304, г/c

МNO2= CNO2· V1 = 57 · 5,2· 10– 3 = 0,2964, г/c

MCO= ССО · V1 = 180 · 5,2 · 10– 3 = 0,936, г/c

Мсажи= Cсажи · V1 = 140 · 5,2 · 10– 3 = 0,728, г/c

Расчёт разности температур (∆Т):

∆Т = Тг – Тв = 143 – 25,6 = 117,4 оС

Расчет средней скорости выхода газовоздушной смеси (отходящих газов) из устья источника выброса производится по формуле (3.7):





Расчет параметра (f) производится по формуле (3.4):





Расчет безразмерного параметра (m) производится по формуле (3.3):





Из справочных материалов νm > 2, следовательно n = 1.

Расчет максимальной приземной концентрации вредных веществ производится по формуле (3.2):



где З = 1, т.к. слабо пересеченная местность с перепадом, не превышающим 50 м на 1 км.









гдеFсажа = 3,Fгаз= 1.

Из перечня вредных веществ, выбрасываемых из трубы котельной, эффектом суммации действия обладают диоксид азота и диоксид серы.

Определяем приведенную к диоксиду азота концентрацию этих веществ, так как диоксид азота относят к наибольшему (второму) классу опасности, по формуле (3.8):



Проверяем условиеСnм + Сnф < ПДКnм.р.:

Cмприв.NO2 +СNO2 = 0,076 + 0,011 = 0,087 мг/м 3 > ПДК NO2м.р = 0,085 мг/м

СмСО + СфСО= 0,080 + 1,100 = 1,180 мг/м 3 < ПДК СОм.р.= 3,000 мг/м 3

Смсажи + Сфсажи =0,200 + 0,080 = 0,280 мг/м3 > ПДК сажи м.р.= 0,150 мг/м3

Следовательно, наибольшую опасность для окружающей среды и биологических организмов, представляют выбросы NO2 и сажи.

* 1. Расчет безопасного расстояния до жилой застройки

Расчёт расстояния по оси факела выброса от источника выброса (Хм), на котором достигается величина максимальной приземной концентрации (Cм) производится по формуле (3.10) для NO2 и SO2, а для сажи – по формуле (3.9). Так как νm > 2м/с, величину вспомогательного параметра (d) определяем по формуле (3.13):



Xм = 12,72 · 15 = 190,8 м (для газов NO2 и SO2)



Величина приземных концентраций вредных веществ (С) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях (X) определяются по формуле (3.14):

C = S1 (Cмприв.NO2+ CФNO2)

Приравниваем С = ПДКмрNO2 и рассчитываем S1:





Далее, из формулы (3.16) находим соотношение X/Xм = 1,2, отсюда:

X = 1,2 · Xм = 1,2 · 190,8 = 228,9 м

При таком расстоянии фактический выброс диоксида азота и двуокиси серы является ПДВ, т.е. обеспечивает соблюдение ПДК:

ПДВNO2 = 0,296 г/с = 9,3 т/год

ПДВSO2 = 3,130 г/с = 98,7 т/год

* 1. Построение границ санитарно-защитной зоны

Для газов SO2 и NO2, безопасное расстояние X = 228,9 м. Используя исходные данные о розе ветров и формулу (3.19), где L0 = X, вычисляем размеры санитарно-защитной зоны по восьми румбам:

L С = 228,9 · 7/12,5 = 128,184 м

L СВ = 228,9 · 11/12,5 = 201,432 м

L В = 228,9 · 8/12,5 = 146,496 м

L ЮВ = 228,9 · 4/12,5 = 73,248 м

L Ю = 228,9 · 18/12,5 = 329,600 м

L ЮЗ = 228,9 · 20/12,5 = 366,200 м

L З = 228,9 · 22/12,5 = 402,800 м

L СЗ = 228,9 · 10/12,5 = 183,100 м

Строим окружностьR = X c центром по месту расположения источника выброса (рис. 4.1). Проводим восемь основных направлений ветра и откладываем расстояние Li,учитывая, что северный ветер смещает выбросы на юг и т.д.

В тех случаях, когда Х < L0 влияние направления ветра не учитывается и по данному румбу откладывается расстояние Х = L0 для гарантии безопасности.

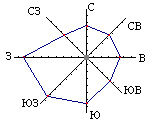


Рисунок 4.1 – Санитарно-защитная зона

Жилые дома расположены уже на расстоянии 150 м от котельной, что не удовлетворяет требованиям СЗЗ. Поэтому необходимо увеличить высоту трубы для того чтобы снизить приземную концентрацию загрязняющих веществ.

Высота трубы (Н), необходимая для соблюдения условия См = ПДК, определяется путем преобразования основной формулы рассеивания (3.2) с учетом фонового загрязнения. Следовательно, высоту трубы котельной надо увеличить с 15 до 19 м, то есть, на 4 м, при этом условии необходимость в санитарно-защитной зоне для диоксида азота отпадает. Для соблюдения См = ПДК для сажи трубу котельной надо увеличить с 15 до 33,4 м. При этом условии не нужны ни санитарно-защитная зона, ни циклоны, но высота трубы котельной увеличится более чем в два раза.

1. Воздухоохранные мероприятия

Способы уменьшения загрязнения атмосферы разделяют на два вида:

1. Пассивные способы. Эти способы предназначены для уменьшения вредного воздействия газообразных выбросов на растительный и животный мир. При этом абсолютное количество вредных выбросов не уменьшается, происходит только их разбавление в атмосферном воздухе и снижение опасных концентраций до уровня предельно допустимых. Наиболее распространенными из них являются:

* проектирование и строительство промышленных предприятий осуществляется с учетом розы ветров. Она представляет собой векторную диаграмму, которая характеризует режим ветра в данном месте по многолетним наблюдениям. Учет розы ветров позволяет строить промышленное предприятие так, чтобы его вредные газообразные выбросы уносились ветром в противоположном направлении от города или населенного пункта;
* создание санитарно-защитных зон в виде лесопосадок и парков. Санитарно-защитные зоны вокруг промышленных предприятий не только способствуют разбавлению вредных газообразных выбросов в воздухе, но и поглощают их. Установлено, что 1 га леса в возрасте 20 – 30 лет за вегетационный период поглощает листьями 500 – 700 кг диоксида серы, 400 кг серного ангидрида, 180 кг оксидов азота, 100 кг хлора, 40 кг фтора, 20 кг фенола, задерживает до 18 т пыли. Таким образом, благодаря дыханию и автотрофному питанию, растения способны очищать значительный объем воздуха. При этом устойчивые виды растений не погибают, а накапливают и обезвреживают достаточно большое количество токсичных веществ;
* введение режимных условий работы предприятий. Режимные условия работы промышленных предприятий заключаются в следующем. В ветреную погоду производство работает на полную мощность, а в безветренную мощности производств, в которых образуются вредные выбросы, уменьшают.
* использование высоких труб. Для рассеивания вредных выбросов на большие площади используют высокие дымовые или выхлопные трубы. Известно, что дымовая труба высотой в 200 м рассеивает вредные выбросы на площади радиусом в 25 км, тогда как трубы высотой в 250 м увеличивают радиус площади рассеивания до 75 км. В то же время при частом расположении дымовых труб эффект рассеивания не достигается из-за перекрывания площадей рассеивания однотипных вредных выбросов из различных труб, например, диоксида серы в составе дымовых газов в городах Западной Европы;
* расположение промышленных предприятий с учетом рельефа местности. Обычно промышленные предприятия располагаются на возвышенных местах, а населенные пункты — в низменных, что позволяет рассеивать вредные газообразные выбросы в высоких слоях атмосферы даже с территории предприятий.

1. Активные способы. Они предназначены для сокращения абсолютных количеств выбросов вредных газообразных веществ в окружающую среду. Наиболее широкое применение находят следующие активные способы:

* строительство предприятий по проектам, прошедшим экологическую экспертизу;
* совершенствование уже существующих технологий с повышением их экологической безопасности;
* строгое соблюдение технологического регламента рабочими и служащими предприятий;
* повышение экологической безопасности сырья перед его применением;
* строительство газоочистных установок для улавливания и последующей утилизации или обезвреживания вредных газообразных выбросов. Однако это не всегда возможно из-за того, что стоимость газоочистных установок порой достигает 70 % стоимости самих предприятий;
* создание малоотходных и безотходных технологий с газооборотным циклом.

Для достижения величины ПДВ применяют комплекс технологических, архитектурно-планировочных и санитарно-технических мероприятий, выбирая среди них наиболее экономически целесообразные. Наиболее часто на практике применяют следующие мероприятия:

а) технологические:

* соблюдение технологических норм расхода электроэнергии и пара единицу продукции;
* очистка сырья от вредных примесей (например, удаление серы из топлива), использование малосернистого мазута с содержанием серы 2 % и менее; перевод котельной с угля на мазут или природный газ, перевод предприятия на централизованное теплоснабжение с закрытием местной котельной;
* создание малоотходных технологических процессов (количество отходов меньше 10 % от количества сырья); применение рециркуляции отходящих газов (до 100 %) в технологическом процессе;
* использование вторичных энергоресурсов (ВЭР); установка экономайзеров, утилизация тепла вытяжного воздуха в системах вентиляции для подогрева приточного воздуха;
* замена сухих способов переработки пылящих материалов мокрыми;
* применение пневмотранспорта для транспортировки пылящих материалов в деревообрабатывающих цехах, в силикатной промышленности и т. д.

б) архитектурно-планировочные:

* выбор участка под строительство с учетом розы ветров, рельефа местности, размещения существующих промузлов или промзоны;
* организация санитарно-защитных зон с радиусом от 50 до 1000 м и более в зависимости от класса предприятия и результатов расчета рассеивания (L0);
* посадка в санитарно-защитных зонах лесополос шириной 50 м с газонным разрывом 20 м, отдавая предпочтение районированным на Южном Урале газоустойчивым деревьям и кустарникам (боярышник обыкновенный, смородина золотистая, клен ясенелистный, клен татарский и т. д.), а так же деревьям с высокими пылезащитными свойствами (вяз гладкий, ясень остролистый, можжевельник и т.д.).

в) санитарно-технические:

* организация местной аспирационной сети и общеобменной вентиляции цеха (участка) в соответствии с расчетами выбросов по каждому веществу (г/с) и необходимой степени очистки;
* объединение мелких источников в единый источник одной аспирационной сетью;
* установка пылеочистного оборудования с выбором по паспортам и с учетом необходимой степени очистки (Э, %), производительности (м3/c), температурного режима и себестоимости очистки, возможности переработки уловленных вредных веществ в полупродукты или товарные продукты;
* установка газоочистного оборудования, снижающего концентрации вредных веществ в выбросах на основе процессов: адсорбции, каталитического сжигания. Например, применение мокрого скруббера, угольного адсорбера, печей сжигания, системы нейтрализации отработавших газов (СНОГ) и т. д [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе проведен анализ котельной, определение ПДВ и минимальной высоты трубы котельной, составление схемы санитарно-защитной зоны и предложение комплекса необходимых воздухоохранных мероприятий по снижению приземных концентраций вредных веществ для уменьшения их влияния на население.

Для снижения объема загрязняющих веществ устанавливают также дополнительное очистное оборудование, но зачастую в малонаселенных пунктах этот наиболее эффективный способ не применяют в связи с дорогой стоимостью оборудования, отсутствием квалифицированного техперсонала и т.д.

При любом варианте решения для достижения ПДК по всем выбрасываемым в атмосферу вредным веществам нужны экономические затраты, которые в свою очередь компенсируют экономический ущерб, причиняемый загрязнением атмосферного воздуха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды – М.: Химия, 1981. – 368 с.
2. [www.oeco.ru](http://www.oeco.ru)
3. [www.uralgeo.net](http://www.uralgeo.net)
4. [www.yadyra.ru](http://www.yadyra.ru)
5. Трифонова Т.А., Селиванова Н.В., Мищенко Н.В. Прикладная экология – М.: Академический проект, 2007. – 384 с.