



**Министерство образования и науки
Российской Федерации
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»**

Н.А. Чернецкая

ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ

**Расчет загрязнения атмосферы выбросами
промышленных предприятий**

Методические указания
к выполнению практической работы по дисциплине
«Экология» для студентов технических и экономических
специальностей всех форм обучения

Рубцовск 2010

УДК 574 (075.8)

Чернецкая Н.А. Защита атмосферы. Расчет загрязнения атмосферы выбросами промышленных предприятий: Методические указания к выполнению практической работы по дисциплине «Экология» для студентов технических и экономических специальностей всех форм обучения / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2010. - 28 с.

Предназначены в качестве руководства при выполнении студентами практической работы по дисциплине «Экология». Содержат требования к содержанию и оформлению работы, методику и пример расчета, варианты индивидуальных расчетных заданий, список литературы.

Рассмотрены и одобрены
на заседании кафедры
«Наземные транспортные
системы» РИИ.
Протокол №2 от 24.09.10.

Рецензент: к.т.н., доцент

А.С. Демидов

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ	5
1.1 Контроль качества атмосферного воздуха	5
1.2 Нормирование качества атмосферного воздуха	6
2 РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	9
2.1 Расчет концентраций, обусловленных выбросами одиночного источника	10
2.1.1 Основная расчетная формула	10
2.1.2 Климатический коэффициент A , зависящий от температурной стратификации атмосферы	11
2.1.3 Коэффициент F , учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере	11
2.1.4 Коэффициенты m и n , учитывающие подъем факела под трубой	12
2.1.5 Расстояние X_m от источника до координаты максимума концентраций	13
2.1.6 Опасная скорость ветра U_m	13
2.1.7 Предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу (ВДВ)	14
2.1.8 Пример расчета	14
3 ВАРИАНТЫ ЗАДАЧ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ	16
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	28

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение атмосферы - привнесение в атмосферу или образование в ней физико-химических агентов и веществ, обусловленное как природными, так и антропогенными факторами. Естественными источниками загрязнения атмосферы служат вулканизм, лесные пожары, пыльные бури, выветривание и пр. Эти факторы не угрожают отрицательными последствиями природным экосистемам, за исключением некоторых катастрофических природных явлений. Например, извержение вулкана Кракатау в 1883 г., когда в атмосферу было выброшено 18 км^3 тонко измельченного пеплового материала; извержение вулкана Катмай (Аляска) в 1912 г., выбросившего 20 км^3 рыхлых продуктов. Пепел этих извержений распространился на большую часть поверхности Земли и вызвал уменьшение притока солнечной радиации на 10-20%, что привело в северном полушарии к понижению среднегодовой температуры воздуха на $0,5^\circ\text{C}$ [1].

Однако в последние десятилетия антропогенные факторы загрязнения атмосферы стали превышать по масштабам естественные, приобретая глобальный характер. Они могут оказывать различные воздействия на атмосферу: непосредственное - на состояние атмосферы (нагревание, изменение влажности и др.); воздействие на физико-химические свойства атмосферы (изменение состава, увеличение концентрации CO_2 , аэрозолей, фреонов и пр.); воздействие на свойства подстилающей поверхности (изменение величины альбедо, системы "океан-атмосфера" и др.) (Израэль, 1984). К основным источникам загрязнения относятся: промышленные предприятия, транспорт, теплоэнергетика, сельское хозяйство и др. Среди отраслей промышленности особенно токсичные выбросы в атмосферу дают предприятия цветной металлургии, химической, нефтехимической, черной металлургии, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности и т.д.

В настоящих методических указаниях приведены материалы, необходимые для выполнения практической работы по дисциплине «Экология» для студентов технических и экономических специальности всех форм обучения.

В методических указаниях рассмотрены вопросы «Контроль качества атмосферного воздуха» и «Нормирование качества атмосферного воздуха», приведена методика расчета загрязнения атмосферы выбросами промышленных предприятий и пример расчета по данной методике, а также варианты задач для самостоятельного решения и список использованных источников.

1 ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ

1.1 Контроль качества атмосферного воздуха

Проблема загрязнения воздуха в городах и общее ухудшение качества атмосферного воздуха вызывает серьезную озабоченность. Для оценки уровня загрязнения атмосферы в 506 городах России создана сеть постов общегосударственной службы наблюдений и контроля за загрязнением атмосферы как части природной среды. На сети определяется содержание в атмосфере различных вредных веществ, поступающих от антропогенных источников выбросов. Наблюдения проводятся сотрудниками местных организаций Госкомгидромета, Госкомэкологии, Госсанэпиднадзора, санитарно-промышленных лабораторий различных предприятий. В некоторых городах наблюдения проводятся одновременно всеми ведомствами.

Контроль качества атмосферного воздуха в населенных пунктах организуется в соответствии с ГОСТом 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов», для чего устанавливаются **три категории** постов наблюдений за загрязнением атмосферы: **стационарный, маршрутный, передвижной или подфакельный**.

Стационарные посты предназначены для обеспечения непрерывного контроля за содержанием загрязняющих веществ или регулярного отбора проб воздуха для последующего контроля, для этого в различных районах города устанавливаются стационарные павильоны, оснащенные оборудованием для проведения регулярных наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы. Регулярные наблюдения проводятся и на **маршрутных постах**, с помощью оборудованных для этой цели автомашин. Наблюдения на стационарных и маршрутных постах в различных точках города позволяет следить за уровнем загрязнения атмосферы. В каждом городе проводят определения концентраций основных загрязняющих веществ, т.е. тех, которые выбрасываются в атмосферу почти всеми источниками: пыль, оксиды серы, оксиды азота, оксид углерода и др. Кроме того, измеряются концентрации веществ, наиболее характерных для выбросов предприятий данного города, например, в Барнауле - это пыль, диоксиды серы, и азота, оксид углерода, сероводород, сероуглерод, фенол, формальдегид, сажа и др. вещества.

Для изучения особенностей загрязнения воздуха выбросами отдельных промышленных предприятий проводятся измерения концентраций с подветренной стороны под дымовым факелом, выходящим из труб предприятия, на разном расстоянии от него. **Подфакельные** наблюдения проводятся на автомашине или на стационарных постах. Чтобы детально ознакомиться с особенностями загрязнения воздуха, создаваемого автомобилями, проводятся специальные обследования вблизи магистралей.

1.2 Нормирование качества атмосферного воздуха

Основной величиной экологического нормирования содержания вредных веществ в воздухе является **предельно-допустимая концентрация (ПДК)**.

ПДК - это такое содержание вредного вещества в окружающей среде, которое при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства.

При определении ПДК учитывается не только влияние вредных веществ на здоровье людей, но и их воздействие на растительность, животных, микроорганизмы, климат, прозрачность атмосферы, а также на природные сообщества в целом.

В России **ПДК** вредных веществ были введены в 1951 году, они устанавливаются Минздравом РФ.

Для санитарной оценки воздушной среды используются несколько видов предельно-допустимых концентраций вредных веществ:

- предельно-допустимая концентрация для воздуха рабочей зоны ($\text{ПДК}_{\text{р.з}}$);
- предельно-допустимая концентрация для атмосферного воздуха, максимально-разовая ($\text{ПДК}_{\text{м.р}}$) и среднесуточная ($\text{ПДК}_{\text{ср.с}}$);
- предельно-допустимая концентрация для мест воздухозабора на заводской площадке, которая принимается равной 30% ПДК для рабочей зоны.

$\text{ПДК}_{\text{р.з}}$ - предельно-допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м^3 . Эта концентрация не должна вызывать у работающих при ежедневном вдыхании в течение 8 ч за все время рабочего стажа каких-либо заболеваний или отклонений от нормы в состоянии здоровья, которые могли быть обнаружены современными методами исследования непосредственно во время работы или в отдаленные сроки жизни. При этом **рабочей зоной** считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой расположены рабочие места. В настоящее время действуют ПДК для более 400 вредных веществ в воздухе рабочей зоны, которые приведены в ГОСТ 12.1.005-88 ССБХ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов регламентируются «Списком ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» № 086-84, утвержденным Минздравом СССР 27.09.84 и дополнениями к нему, которые приведены в РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» [2]. В «Списке...» установлены: класс опасности вещества, предельно-допустимые максимально-разовая и среднесуточная концентрации примесей.

$\text{ПДК}_{\text{м.р}}$ - это концентрация, которая оказывает немедленное воздействие на организм человека (запах, световое ощущение и т.п.) при 20-минутном воздействии вещества;

$ПДК_{ср.с}$ - эта концентрация вредного вещества не должна оказывать прямого или косвенного вредного воздействия на организм человека в условиях неопределенно долгого круглосуточного вдыхания, она устанавливается для веществ, способных накапливаться в организме, вызывая в нем вредные изменения.

В настоящее время установлены ПДК вредных веществ в воздухе населенных мест для более 100 загрязняющих веществ, наиболее распространенные из которых приведены в таблице 1.

Для вредных веществ, ПДК которых не утверждены, определены **ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ)** загрязняющих веществ в атмосфере населенных пунктов. ОБУВ утверждается сроком на три года.

В тех случаях, когда вещества могут оказывать немедленное воздействие в сочетании с накоплением в организме, для них устанавливаются максимально-разовая и среднесуточная ПДК. В большинстве случаев при соблюдении максимально-разовых ПДК среднесуточные концентрации оказываются ниже соответствующих им $ПДК_{м.р.}$. Поэтому проверка достаточности намечаемых мероприятий по защите атмосферы, как правило, производится по максимально-разовым ПДК. Но, если предприятия расположены вокруг жилого массива, который большую часть суток находится в задымленной зоне, при расчетах в целом по массиву проверку мероприятий осуществляют по среднесуточным ПДК.

Учитывая, что некоторые химические вещества при их совместном присутствии в атмосфере могут усиливать взаимное воздействие на организм, т.е. обладают *эффектом суммации*, он был введен в качестве норматива для многих вредных веществ. При этом должно выполняться условие:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_m}{ПДК_m} < 1,$$

где C_1, C_2, \dots, C_m - концентрация вредных веществ в воздухе $мг/м^3$;

$ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_m$ - предельно-допустимые концентрации в атмосферном воздухе, устанавливаемые для каждого вещества, $мг/м^3$.

Эффектом суммации обладают:

1. Ацетон, фенол.
2. Озон, диоксид азота и формальдегид.
3. Диоксид серы и аэрозоль серной кислоты.
4. Диоксид серы и сероводород.
5. Диоксид серы и диоксид азота.
6. Диоксид серы, и оксид углерода, фенол и пыль конверторного производства.
7. Диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота и фенол.
8. Диоксид серы и фенол.
9. Оксид и диоксид серы, аммиак и оксид азота.

10. Сильные минеральные кислоты (серная, соляная и азотная).

11. Углерода оксид и пыль цементного производства.

Таблица 1

Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (список № 3086-84) [3]

Вещество	ПДК, мг/м ³		
	Максимально разовая	Среднесуточная	Класс опасности
Азота диоксид	0,085	0,04	2
Азота оксид	0,6	0,06	3
Аммиак	0,2	0,04	4
Бенз (а) пирен	-	0,1 мкг/100 м ³	1
Взвешенные вещества (недифференцированная по составу пыль (аэрозоль), содержащаяся в воздухе населенных пунктов)	0,5	0,15	3
Кислота азотная по молекуле HNO ₃	0,4	0,15	2
Кислота серная по молекуле H ₂ SO ₄ -	0,3	0,1	2
Кислота уксусная	0,2	0,06	3
Озон	0,16	0,03	1
Пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния в %: выше 70 (динас и др.)	0,15	0,05	3
70-20 (шамот, цемент и др.)	0,3	0,1	3
ниже 20 (доломит и др.)	0,5	0,15	3
Ртуть металлическая	-	0,0003	1
Сажа	0,15	0,05	3
Свинец и его соединения, кроме тетраэтилсвинца (в перерасчете на свинец)	-	0,0003	1
Сероводород	0,008	-	2
Сероуглерод	0,03	0,005	2
Толуол	0,6	0,6	3
Углерода оксид	5	3	4
Фенол	0,01	0,003	2
Формальдегид	0,035	0,003	2
Хлор	0,05	0,03	2
Циановодород	-	0	1

Практика показывает, что действующие предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ отвечают лишь требованиям поддержания безопасного уровня их содержания в соответствующей среде. Что касается объема и состава выбросов загрязняющих веществ отдельным предприятием или каким-либо другим источником, то контролировать их через ПДК затруднительно. Поэтому в стране разработаны **нормы временно согласованных и предельно-допустимых выбросов в атмосферу**, которые

вводятся в действие с учетом соблюдения установленных нормативов предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ.

Временно согласованные выбросы (ВСВ) - это выбросы, существующие сейчас или которые будут существовать после осуществления промежуточной реконструкции на предприятиях с внедрением наилучшей достигнутой технологии производства.

Предельно-допустимые выбросы (ПДВ) - это выбросы, обеспечивающие предельно-допустимую для населенной зоны концентрацию (ПДК) вредного вещества от данного источника (если он в районе один) или установленную для него долю ПДК (если в районе ряд источников той же вредности) и устанавливаются в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78 "Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями".

При установлении ПДВ для каждого предприятия принимается во внимание перспектива развития промышленного производства в этом районе, расположение уже действующих предприятий и жилой застройки, географические климатические условия местности, расположение санитарно-защитных и рекреационных зон.

Если в воздухе города концентрации вредных веществ превышают ПДК, а их выбросы по причинам объективного характера не могут быть в данный момент снижены до уровня ПДВ, в городе может быть введено поэтапное снижение выбросов вредных веществ действующими предприятиями до значений, обеспечивающих ПДК вредных веществ; или до полного прекращения выбросов. На каждом этапе до обеспечения величин ПДВ устанавливают временно согласованные выбросы (ВСВ) по аналогии с предприятиями, близкими по мощности и типу производства, с наиболее прогрессивной технологией.

2 РАСЧЕТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Вредные вещества, выбрасываемые из труб и вентиляционных устройств промышленных предприятий, рассеиваются в атмосфере.

На процесс рассеивания выбросов оказывают влияние:

- состояние атмосферы;
- расположение предприятий;
- характер местности;
- физические и химические свойства выбрасываемых веществ;
- высота источника выбросов;
- диаметр устья источника и др.

Основным документом, регламентирующим расчет рассеивания и определения приземных концентраций веществ, выбрасываемых предприятиями, является ОНД - 86.

Для характеристики объема вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу отдельными источниками загрязнения, установлена величина

предельно-допустимого выброса (ПДВ), которая рассчитывается по ОНД-86 и регламентируется ГОСТ 17.2.3.02-78.

В основу «Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» - ОНД-86 положено условие, при котором **суммарная концентрация каждого вредного вещества (C_{Σ} , мг/м³) не должна превышать максимально разовую ПДК данного вещества в атмосферном воздухе:**

$$C_{\Sigma} = (C_M + C_{\phi}) < ПДК_{м.р}, \quad (1)$$

где C_M - максимальная концентрация загрязняющего вещества в приземном воздухе, создаваемая источниками выбросов, мг/м.

C_{ϕ} - фоновая концентрация загрязняющего вещества, характерная для данной местности, мг/м.

Нормативный метод позволяет рассчитывать концентрации, создаваемые дымовыми трубами. Эти концентрации относятся к так называемым **«неблагоприятным метеоусловиям»**, продолжительность которых не превышает 1-2% дней в году.

2.1 Расчет концентраций, обусловленных выбросами одиночного источника

2.1.1 Основная расчетная формула

Под одиночным или точечным источником понимается дымовая труба предприятия.

Опорным значением является максимальное значение обусловленной предприятием приземной концентрации.

Максимальная приземная концентрация вредного вещества (C_M мг/м³) при выбросе газовой смеси из точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеоусловиях на расстоянии X_M (м) от источника:

а) для горячих источников ($\Delta T \gg 0$)

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}; \quad (2)$$

б) для источников, температура выбросов которых мало отличается от температуры воздуха, ($\Delta T \approx 0$)

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta \cdot K}{H^{4/3}}, \quad (3)$$

где H - высота трубы, м;

M - масса выбрасываемого в атмосферу в единицу времени вещества, г/с;

$\Delta T = T_2 - T_в$ - разность температур выбрасываемых газов и атмосферного воздуха;

V_1 - полный расход выбрасываемых газов на срезе трубы, м³/с, определяется по формуле

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

где D - диаметр устья источника, м;

ω_0 - средняя скорость выхода газов из источника выбросов, м/с;

η - безмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа. Для равнинного ландшафта $\eta = 1$;

A, F, m, n - коэффициенты, определение которых дано ниже.

2.1.2 Климатический коэффициент A , зависящий от температурной стратификации атмосферы

Рассеивающие свойства атмосферы при неблагоприятных метеоусловиях, т.е. при условиях, отвечающих максимуму концентраций, определяются климатической зоной РФ и приведены в таблице 2:

Таблица 2

Значение коэффициента A [3]

Географические районы РФ	A
Читинская область, Бурятия	250
Для районов РФ южнее 50° с.ш.; для остальных районов Нижнего Поволжья, Кавказа; для азиатской территории РФ, Дальнего Востока, остальной территории Сибири	200
Для Европейской территории РФ и Урала от 50 до 52° с.ш. (за исключением центра ЕТ)	180
Европейская территория РФ и Урала севернее 52° с.ш. (за исключением центра ЕТ)	160
Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская, Ивановская области	140

2.1.3. Коэффициент F , учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере

Интенсивность оседания вредных веществ зависит от:

- скорости оседания частиц;
- турбулентности;
- скорости ветра;
- размеров частиц и т.д.

Значение безразмерного коэффициента F [3]

Наименование	F
Газы, мелкодисперсные аэрозоли (пыли, золы и т.п.), скорость упорядоченного оседания которых практически равна 0	1
Мелкодисперсные аэрозоли (кроме указанных выше) при коэффициенте очистки:	
не менее 90%	2
от 75 % до 90%	2,50
менее 75%	3
при отсутствии очистки	3

2.1.4 Коэффициенты m и n , учитывающие подъем факела под трубой

Значение этих коэффициентов определяются по вспомогательным величинам, вычисляемым в свою очередь по конструктивным параметрам:

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (5)$$

$$V_M = 0,653 \sqrt{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}, \quad (6)$$

$$V'_M = 1,3 \frac{\omega_0 \cdot D}{H}, \quad (7)$$

$$f_e = 800 \cdot (V'_M)^3. \quad (8)$$

Коэффициент m определяется по формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} \text{ при } f < 100, \quad (9)$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \text{ при } f \geq 100. \quad (10)$$

В случаях, когда $f_e < f < 100$, коэффициент m вычисляется при $f = f_e$.

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от V_M :

а) $n = 1$ при $V_M \geq 2$;

б) $n = 0,532 \cdot V_M^2 - 2,13 \cdot V_M + 3,13$ при $0,5 \leq V_M < 2$.

Для холодных выбросов ($\Delta T \approx 0$) расчет приземной концентрации выполняется по формуле (3), в которой

$$K = \frac{D}{8V_1} = \frac{1}{7,1 \sqrt{\omega_0 \cdot V_1}}. \quad (11)$$

Для предельно малых опасных скоростей ветра, когда $f < 100$, $V_M < 0,5$ или $f > 100$, $V'_M < 0,5$, приземные концентрации рассчитываются по формуле

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m' \cdot n \cdot \eta}{H^{7/3}}, \quad (12)$$

$$m' = 2,86 \text{ при } f < 100, V_M < 0,5;$$

$$m' = 0,9 \text{ при } f \geq 100, V'_M < 0,5.$$

2.1.5 Расстояние X_M от источника до координаты максимума концентраций

Для горячих источников расстояние X_M (м) от источника выбросов до точки, в которой приземная концентрация C (мг/м³) при неблагоприятных метеоусловиях достигает максимального значения C_M , определяется по формуле

$$X_M = \frac{5 - F}{4} \cdot H \cdot d, \quad (13)$$

безразмерный коэффициент d при $f < 100$ находится по формулам:

$$d = 2,48 \left(1 + 0,28 \cdot \sqrt{f} \right) \text{ при } V_M \leq 0,5; \quad (14)$$

$$d = 4,95 \cdot V_M \cdot \left(1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f} \right) \text{ при } 0,5 < V_M \leq 2; \quad (15)$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{V_M} \cdot \left(1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f} \right) \text{ при } V_M > 2. \quad (16)$$

Для холодных источников при $f < 100$ значение коэффициента d находится по формулам:

$$d = 5,7 \text{ при } V'_M < 0,5; \quad (17)$$

$$d = 11,4 \cdot V'_M \text{ при } 0,5 < V'_M \leq 2; \quad (18)$$

$$d = 16 \cdot \sqrt{V'_M} \text{ при } V'_M > 2. \quad (19)$$

2.1.6 Опасная скорость ветра U_M

Как показали исследования, при прочих равных условиях приземная концентрация достигает своего максимума C_M при некоторой, получившей название **опасной скорости ветра** U_M (м/с). При больших и меньших скоростях концентрации снижаются.

Поскольку скорость ветра с высотой увеличивается, принято измерять ее на отметке 10 м.

Для горячих источников в случае $f < 100$ опасная скорость ветра определяется по формуле:

$$U_M = 0,5 \text{ при } V_M \leq 0,5; U_M = V_M \text{ при } 0,5 < V_M < 2; \quad (20)$$

$$U_M = V_M \left(1 + 0,12 \sqrt{f} \right) \text{ при } V_M > 2. \quad (21)$$

Для холодных источников в случае $f \geq 100$:

$$U_M = 0,5 \text{ при } V'_M \leq 0,5; U_M = V'_M \text{ при } 0,5 < V'_M < 2; \quad (22)$$

$$U_M = 2,2 \cdot V'_M \text{ при } V'_M > 2. \quad (23)$$

2.1.7 Предельно-допустимый выброс вредных веществ в атмосферу (ВДВ)

ПДВ устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы таким образом, чтобы выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников города, с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере, не создавали приземную концентрацию, превышающую их ПДК для населения, растительного и животного мира (ГОСТ 17.2.3.02-78).

ПДВ (г/с) должны устанавливаться для времени года и нагрузки, сочетание которых дает максимальные приземные концентрации. Для ТЭЦ, например, это наиболее холодный период года, когда тепловые и электрические нагрузки максимальны. ПДВ устанавливается для каждой дымовой трубы и предприятия в целом.

ПДВ определяется для каждого вещества отдельно, в том числе и в случаях **учета суммации вредного действия нескольких веществ.**

При установлении ПДВ учитываются **фоновые** концентрации C_ϕ . Значение ПДВ (г/с) для одиночного источника с круглым устьем в случаях $C_\phi < ПДК$ определяется для горячих источников по формуле:

$$ПДВ = \frac{\left(ПДК_{м.р.} - C_\phi \right) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}, \text{ г/с.} \quad (24)$$

Для холодных выбросов ($\Delta T \approx 0$), в случае $f \geq 100$:

$$ПДВ = \frac{\left(ПДК_{м.р.} - C_\phi \right) \cdot H^{4/3}}{A \cdot F \cdot n \cdot \eta} \cdot \frac{8 \cdot V_1}{D}, \text{ г/с.} \quad (25)$$

2.1.8 Пример расчета

В городе Барнауле имеется котельная, расположенная на ровной местности, время ее работы 5760 час/год. Высота дымовой трубы $H = 35$ м; диаметр устья $D = 1,4$ м; объем выбрасываемой газозооной смеси $V_1 = 10,8 \text{ м}^3/\text{с}$; валовой выброс золы $M = 2,6 \text{ г/с}$; $C_\phi = 0$; $ПДК_{м.р.} = 0,05 \text{ мг/м}^3$

для золы; температура газовой смеси $T_1 = +125^\circ \text{C}$, температура самого жаркого месяца (июль) $T_2 = +25^\circ \text{C}$.

2.1.8.1 Определить величину максимального загрязнения C_M золой приземного слоя атмосферы и сравнить ее с ПДК. Расчетные формулы:

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

а) $\Delta T = 125^\circ - 25^\circ = 100^\circ$;

б) $V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \omega_0$; $\omega_0 = \frac{4V_1}{\pi D^2}$;

$$\omega_0 = \frac{4 \cdot 10,8}{3,14 \cdot 1,4^2} = 7,02 \text{ м/с};$$

в) $f = 1000 \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}$; $f = 1000 \frac{7,02^2 \cdot 1,4}{35^2 \cdot 100} = 0,56$;

$$V_M = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}; V_M = 0,65 \sqrt[3]{\frac{10,8 \cdot 100}{35}} = 2,04$$
;

г) $m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}$ при $f < 100$;

$$f < 100; m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,56} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,56}} = 0,98$$
;

д) при $f < 100$; $n = 1$ при $V_M \geq 2$;

е) $A = 200$ (по табл. 2); $F = 1$ (по табл.3); $\eta = 1$;

$$C_M = \frac{200 \cdot 2,6 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 1}{35^2 \sqrt[3]{10,8 \cdot 100}} = 0,041 \text{ мг/м}^3; C_M < \text{ПДК}_{\text{м.р.}}$$

2.1.8.2. Определить расстояние X_M .

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

при $V_M > 2$ $d = 7 \cdot \sqrt{V_M} \cdot \left(1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}\right)$;

$$d = 7 \cdot \sqrt{2,04} \cdot \left(1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{0,56}\right) = 12,32$$
;

$$X_M = \frac{5 - 1}{4} \cdot 35 \cdot 12,32 = 431,2, \text{ м}.$$

2.1.8.3. Определить значение U_M (м/с).

При $f < 100$: $V_M > 2$; $U_M = V_M \left(1 + 0,12\sqrt{f} \right)$ м/с;

$$U_M = 2,04 \left(1 + 0,12\sqrt{0,56} \right) = 2,22 \text{ м/с};$$

2.1.8.4. Рассчитать ПДВ (г/с, т/год).

$$C_\phi = 0 < ПДК_{м.р};$$

$$ПДВ = \frac{\left(ПДК_{м.р} - C_\phi \right) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}, \text{ г/с};$$

$$ПДВ = \frac{(0,05 - 0) \cdot 35^2}{200 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 1} \cdot \sqrt[3]{10,8 \cdot 100} = 3,21 \text{ г/с}.$$

За год работы котельной ПДВ составит:

$$ПДВ = 3,21 \cdot 3600 \cdot 5760 \text{ час} = 66,56 \text{ т/год}.$$

3 ВАРИАНТЫ ЗАДАЧ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Ниже приводятся варианты задач, из которых необходимо решить две (по выбору): одну для горячих выбросов в атмосферу, другую - для холодных [4].

Задача 1

В городе Бийске имеется котельная, расположенная на ровной местности. Высота дымовой трубы $H = 25 \text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 1 \text{ м}$; объем выбрасываемой газозооушной смеси $V_1 = 9,8 \text{ м}^3/\text{с}$; валовый выброс зооы $M = 2,6 \text{ г/с}$; степень очистки пылеулавливающего оборудования - 93,4%; температура отходящих газов $T_2 = +115^\circ \text{ C}$; $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ \text{ C}$. Котельная работает 5760 час/год; фоновая концентрация зооы $C_\phi = 0$; $ПДК_{м.р} = 0,05 \text{ мг/м}^3$.

Определить:

1. Величину C_M и сравнить с $ПДК_{м.р}$;
2. Расстояние X_M от котельной, на котором при неблагоприятных условиях достигается C_M .
3. Значение опасной скорости ветра U_M , при которой достигается C_M .
4. ПДВ для котельной по зооле.

Задача 2

В городе Барнауле имеется котельная, расположенная на ровной местности. Высота дымовой трубы $H = 32 \text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 1,2 \text{ м}$; объем выбрасываемой газовой смеси $V_1 = 8,33 \text{ м}^3/\text{с}$; валовый выброс золы $M = 4 \text{ г/с}$; степень очистки пылеулавливающего оборудования - 90%; температура отходящих газов $T_2 = +120^\circ \text{C}$; $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ \text{C}$. Котельная работает 5760 час/год; фоновая концентрация золы $C_{\text{ф}} = 0,15 \text{ мг/м}^3$; $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,3 \text{ мг/м}^3$.

Определить:

1. Величину $C_{\text{м}}$ и сравнить с $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$;
2. Расстояние $X_{\text{м}}$ от котельной, на котором при неблагоприятных условиях достигается $C_{\text{м}}$.
3. Значение опасной скорости ветра $U_{\text{м}}$, при которой достигается $C_{\text{м}}$.
4. ПДВ для котельной по золе.

Задача 3

В городе Барнауле находится цех азотации деталей, расположенный на ровной открытой местности. Высота трубы $H = 16 \text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 1 \text{ м}$; объем расходуемой газовой смеси $V_1 = 2,8 \text{ м}^3/\text{с}$; температура отходящих газов $T_2 = +25^\circ \text{C}$. Время работы цеха - 3120 часов.

Валовые выбросы аммиака $M = 1,2 \text{ г/с}$; фоновая концентрация аммиака $C_{\text{ф}} = 0 \text{ мг/м}^3$; $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,2 \text{ мг/м}^3$.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения аммиаком приземного слоя атмосферы и сравнить ее с ПДК;
2. Расстояние $X_{\text{м}}$ от цеха, на котором приземная концентрация $C \left(\text{мг/м}^3 \right)$ при неблагоприятных условиях достигает максимального значения $C_{\text{м}}$;
3. Значение опасной скорости ветра $U_{\text{м}}$, при которой достигается наибольшее значение $C_{\text{м}}$.
4. ПДВ для цеха азотации в случае, когда $C_{\text{ф}} = 0 \text{ мг/м}^3$.

Задача 4

Источником выброса на Барнаульской ТЭЦ-3 является труба 1 высотой $H_1 = 230 \text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 7,2 \text{ м}$. $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$ для золы - $0,3 \text{ мг/м}^3$. Степень золоочистки в электрофильтрах $\approx 99\%$ (проект), факт. $\approx 97\%$.

Валовый выброс золы $M_1 = 2232,5 \text{ г/с}$. Объем расходуемой газовой смеси $V_1 = 614,6 \text{ м}^3/\text{с}$, температура газов на выходе из трубы $T_2 = +125^\circ \text{C}$, $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ \text{C}$. Фооновая концентрация золы $C_{\phi} = 0,06 \text{ мг/м}^3$.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_M золой приземного слоя атмосферы от выбросов через трубу 1 - C_M и сравнить ее с $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$;
2. Расстояние X_M от ТЭЦ-3, на котором C при неблагоприятных метеоусловиях достигается C_M ;
3. Значение опасной скорости ветра U_M , при которой достигается наибольшее значение C_M ;
4. ПДВ золы для трубы 1.

Задача 5

Источником выброса вредных веществ является ТЭЦ, которая расположена в Алтайском крае. Высота трубы $H = 150 \text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 6 \text{ м}$; температура газов на выходе из трубы $T_2 = +130^\circ \text{C}$; объем выбрасываемых дымовых газов $V_1 = 556,6 \text{ м}^3/\text{с}$; валовый выброс золы $M = 3526 \text{ г/с}$; степень очистки от золы $< 99\%$. Температура наружного воздуха $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ \text{C}$. Фооновая концентрация золы $C_{\phi} = 0,1 \text{ мг/м}^3$.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_M золой приземного слоя атмосферы от выбросов ТЭЦ и сравнить ее с $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$;
2. Расстояние X_M от ТЭЦ, когда при неблагоприятных метеоусловиях приземная концентрация достигает значения C_M ;
3. Значение опасной скорости ветра U_M , при которой достигается наибольшее значение C_M ;
4. ПДВ золы для ТЭЦ в случае, когда $C_{\phi} = 0,1 \text{ мг/м}^3$, $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,3 \text{ мг/м}^3$.

Задача 6

Источником выброса является труба ТЭС, расположенная в Сибири; высота трубы $H = 230 \text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 7,8 \text{ м}$; $T_2 = +130^\circ \text{C}$; $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ \text{C}$; время работы ТЭС - 7200 час/год. Валовые выбросы золы

$M = 2241 \text{ г/с}$; объем выбрасываемых дымовых газов $V_1 = 565,8 \text{ м}^3/\text{с}$;
 $C_{\phi} = 0,065 \text{ мг/м}^3$; $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,3 \text{ мг/м}^3$; степень очистки $< 90\%$.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_m золой приземного слоя атмосферы от выбросов ТЭС и сравнить ее с $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$;
2. Расстояние X_m от ТЭС, когда при неблагоприятных метеоусловиях приземная концентрация достигает значения C_m ;
3. Значение опасной скорости ветра, при которой достигается наибольшее значение C_m ;
4. ПДВ золы для ТЭС, в случае, когда $C_{\phi} = 0,065 \text{ мг/м}^3$.

Задача 7

В городе Кемерово находится цех по производству минеральных удобрений. Источником выбросов является труба высотой $H = 86 \text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 3,8 \text{ м}$; объем расходуемой газовой смеси $V_1 = 240 \text{ м}^3/\text{с}$; температура отходящих газов $T_2 = 30^\circ \text{ C}$; $T_{\text{воздуха}} = +28^\circ \text{ C}$; время работы цеха - 5250 час/год. Валовые выбросы аммиака NH_3 $M = 1246 \text{ г/с}$; $C_{\phi} = 0 \text{ мг/м}^3$; $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,2 \text{ мг/м}^3$.

Определить:

1. Величину загрязнения C_m и сравнить ее с $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$;
2. Расстояние X_m от завода, на котором при неблагоприятных метеоусловиях достигается C_m ;
3. Значение опасной скорости ветра, при которой достигается C_m ;
4. ПДВ для завода по NH_3 .

Задача 8

В городе Бийске находится котельная, расположенная на ровной местности. Высота трубы $H = 30 \text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 0,63 \text{ м}$; объем расходуемой газовой смеси $V = 4,83 \text{ м}^3/\text{с}$; $T_2 = 190^\circ \text{ C}$; $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ \text{ C}$. Валовые выбросы золы $M = 0,32 \text{ г/с}$; фоновая концентрация $C_{\phi} = 0 \text{ мг/м}^3$; $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,3 \text{ мг/м}^3$. Время работы котельной - 5328 час/год. Очистка от пыли в циклонах "ЦН-15-50" достигает 95%.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_m золой приземного слоя атмосферы и сравнить ее с ПДК;

2. Расстояние X_m от котельной, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеоусловиях достигает величины C_m ;
3. Значение опасной скорости ветра U_m , при которой достигается значение C_m ;
4. ПДВ золы для котельной.

Задача 9

В селе Сростки Алтайского края находится котельная, которая работает 5238 час/год, выбросы вредных веществ осуществляются через трубу высотой $H = 25 м$; диаметр устья трубы $D = 0,8 м$; объем газовой смеси $V = 3,89 м^3/с$. Валовые выбросы золы $M = 1,92 г/с$; фоновая концентрация $C_f = 0,02 мг/м^3$; ПДК_{м.р} = $0,5 мг/м^3$. Очистка от пыли в циклонах достигает 90%, $T_2 = 190^\circ C$, $T_{воздуха} = +25^\circ C$.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_m золой приземного слоя атмосферы и сравнить ее с ПДК;
2. Расстояние X_m от котельной, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеоусловиях достигает величины C_m ;
3. Значение опасной скорости» ветра U_m , при которой достигается значение C_m ;
4. ПДВ золы для котельной.

Задача 10

В городе Бийске находится котельная, расположенная на ровной местности. Высота дымовой трубы $H = 30 м$; диаметр устья трубы $D = 0,63 м$; объем расходуемой газовой смеси $V = 4,83 м^3/с$; валовые выбросы оксида углерода $M = 0,89 г/с$; фоновая концентрация $C_f = 0,92 мг/м^3$; ПДК_{м.р} = $5 мг/м^3$. Время работы котельной - 5676 час/год. Очистки нет, $T_2 = 190^\circ C$, $T_{воздуха} = +25^\circ C$.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_m золой приземного слоя атмосферы оксидом углерода;
2. Расстояние X_m от котельной, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеоусловиях достигает значения C_m ;
3. Значение опасной скорости ветра U_m , при которой достигается значение C_m ;

4. ПДВ оксида углерода для котельной.

Задача 11

В городе Бийске на территории ДСУ-10 находится деревообрабатывающий цех, который выбрасывает в атмосферу пыль (опилки) через трубу $H = 6 м$; диаметр устья трубы $D = 0,35 м$; объем газовой смеси $V = 0,58 м^3/с$; $T_2 = +25^\circ C$, валовые выбросы опилок $M = 0,12 г/с$, время работы цеха - 2540 час/год; очистка - 95%; $C_{\phi} = 0$; $ПДК_{м.р} = 0,5 мг/м^3$; $T_{воздуха} = +25^\circ C$.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_m .
2. Расстояние X_m от цеха, на котором приземная концентрация достигает значения C_m ;
3. Значение опасной скорости ветра U_m , при которой достигается значение C_m ;
4. ПДВ опилок для деревообрабатывающего цеха.

Задача 12

В Новосибирской области на ровной открытой местности находится котельная с трубой высотой $H = 35 м$; диаметр устья трубы $D = 1,4 м$; скорость выхода газовой смеси $\omega_0 = 7 м/с$; $T_2 = 125^\circ C$; $T_{воздуха} = +25^\circ C$; выброс золы $M = 2,6 г/с$; $ПДК_{м.р} = 0,3 мг/м^3$; $C_{\phi} = 0$. Время работы котельной - 5874 час/год; $F = 3$. Золоочистка отсутствует.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_m золой приземного слоя атмосферы и сравнить ее с $ПДК_{м.р}$;
2. Расстояние X_m от котельной, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеоусловиях достигает значения C_m ;
3. Значение опасной скорости ветра U_m , при которой достигается значение C_m ;
4. ПДВ золы, в случае, когда $C_{\phi} = 0$.

Задача 13

Котельная находится в Новосибирской области на ровной открытой местности с трубой высотой $H = 35 м$; диаметр устья трубы $D = 1,4 м$; объем газовой смеси $V = 10,8 м^3/с$; $T_2 = 125^\circ C$; $T_{воздуха} = +25^\circ C$; валовой выброс диоксида азота $M = 0,2 г/с$; $ПДК_{м.р} = 0,085 мг/м^3$; $C_{\phi} = 0$. Время работы котельной - 5620 час/год.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_M диоксидом азота приземного слоя атмосферы и сравнить ее с $ПДК_{M.P}$;
2. Расстояние X_M от котельной, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеоусловиях достигает значения C_M ;
3. Значение опасной скорости ветра U_M , при которой достигается значение C_M ;
4. ПДВ диоксидов азота, в случае, когда $C_{\phi} = 0$.

Задача 14

Котельная находится в Новосибирской области на ровной открытой местности с трубой высотой $H = 40 м$; диаметр устья трубы $D = 1,8 м$; объем газовой смеси $V = 12,2 м^3/с$; $T_g = 130^\circ C$; $T_{воздуха} = +25^\circ C$; валовой выброс диоксида азота $M = 0,3 г/с$; $ПДК_{M.P} = 0,085 мг/м^3$; $C_{\phi} = 0$. Время работы котельной - 5840 час/год.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_M диоксидом азота приземного слоя атмосферы и сравнить ее с $ПДК_{M.P}$;
2. Расстояние X_M от котельной, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеоусловиях достигает значения C_M ;
3. Значение опасной скорости ветра U_M , при которой достигается значение C_M ;
4. ПДВ диоксида азота, в случае, когда $C_{\phi} = 0$.

Задача 15

В городе Бийске имеется котельная, расположенная на ровной местности. Высота дымовой трубы $H = 25 м$; диаметр устья трубы $D = 1 м$; объем выбрасываемой газовой смеси $V = 9,8 м^3/с$; валовой выброс оксида углерода $M = 2,2 г/с$; степень очистки пылеулавливающего оборудования - 93,4%; температура отходящих газов $T_g = 115^\circ C$; $T_{воздуха} = +25^\circ C$. Котельная работает 5760 час/год; фоновая концентрация оксида углерода $C_{\phi} = 1,3 мг/м^3$; $ПДК_{M.P} = 5 мг/м^3$.

Определить:

1. Величину C_M и сравнить с $ПДК_{M.P}$;
2. Расстояние X_M от котельной, на котором при неблагоприятных условиях достигается C_M

3. Значение опасной скорости ветра U_M , при которой достигается C_M .
4. ПДВ для котельной по оксиду углерода.

Задача 16

В городе Барнауле имеется котельная, расположенная на ровной местности. Высота дымовой трубы $H = 32\text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 1,2\text{ м}$; объем выбрасываемой газовой смеси $V = 8,33\text{ м}^3/\text{с}$; валовый выброс оксида углерода $M = 1,9\text{ г/с}$; степень очистки пылеулавливающего оборудования - 90%; температура отходящих газов $T_2 = 120^\circ\text{ C}$; $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ\text{ C}$. Котельная работает 5760 час/год; фоновая концентрация оксида углерода $C_{\phi} = 0,8\text{ мг/м}^3$; ПДК $_{\text{м.р}}$ = 5 мг/м^3 .

Определить:

1. Величину C_M и сравнить с ПДК $_{\text{м.р}}$;
2. Расстояние X_M от котельной, на котором при неблагоприятных условиях достигается C_M ;
3. Значение опасной скорости ветра U_M , при которой достигается C_M ;
4. ПДВ для котельной по оксиду углерода.

Задача 17

В городе Барнауле находится цех азотации деталей, расположенный на ровной открытой местности. Высота трубы $H = 16\text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 1,0\text{ м}$; объем расходуемой газовой смеси $V = 2,8\text{ м}^3/\text{с}$; температура отходящих газов $T_2 = 25^\circ\text{ C}$, $T_{\text{воздуха}} = +19^\circ\text{ C}$. Время работы цеха - 3120 часов. Валовые выбросы диоксида углерода $M = 2,8\text{ г/с}$; фоновая концентрация $C_{\phi} = 0$; ПДК $_{\text{м.р}}$ = $0,085\text{ мг/м}^3$.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения диоксидом азота приземного слоя атмосферы и сравнить ее с ПДК;
2. Расстояние X_M от цеха, на котором приземная концентрация C (мг/м^3); при неблагоприятных условиях достигает максимального значения C_M ;
3. Значение опасной скорости ветра U_M , при которой достигается наибольшее значение C_M ;
4. ПДВ диоксида азота для цеха азотации в случае, когда $C_{\phi} = 0$.

Задача 18

Источником выброса на Барнаульской ТЭЦ-3 является вторая труба ТЭЦ-3 высотой $H = 150\text{ м}$; $D = 7,2\text{ м}$. ПДК для золы - $0,3\text{ мг/м}^3$. Степень золоочистки в электрофилтрах 99% (проект.), факт. $\approx 97\%$. Валовый выброс золы

$M = 1428,3 \text{ г/с}$. Объем расходуемой газовой смеси $V = 556,6 \text{ м}^3/\text{с}$, температура газов на выходе из трубы $T_2 = 175^\circ \text{C}$, $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ \text{C}$. Фоновая концентрация золы $C_{\text{ф}} = 0,06 \text{ мг/м}^3$, $F_{\text{золы}} = 2$. Время работы - 8760 часов.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_M золой приземного слоя атмосферы от выбросов через трубу. 2 - C_M и сравнить ее с $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$;
2. Расстояние X_M от ТЭЦ-3, когда достигается C_M при неблагоприятных метеоусловиях;
3. Значение опасной скорости ветра U_M , при которой достигается наибольшее значение C_M ;
4. ПДВ золы для трубы 2.

Задача 19

Источником выброса вредных веществ является ТЭЦ, которая расположена в Алтайском крае. Высота трубы $H = 150 \text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 6 \text{ м}$; температура газов на выходе из трубы $T_2 = 130^\circ \text{C}$; объем выбрасываемых дымовых газов $V = 556,6 \text{ м}^3/\text{с}$; валовый выброс диоксида азота $M = 400 \text{ г/с}$; степень очистки $< 90\%$. Температура наружного воздуха $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ \text{C}$. Фоновая концентрация диоксида азота $C_{\text{ф}} = 0,006 \text{ мг/м}^3$, $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,085 \text{ мг/м}^3$.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_M диоксидом азота приземного слоя атмосферы от выбросов ТЭЦ и сравнить ее с $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$;
2. Расстояние X_M от ТЭЦ, когда при неблагоприятных метеоусловиях приземная концентрация достигает значения C_M ;
3. Значение опасной скорости ветра U_M , при которой достигается наибольшее значение C_M ;
4. ПДВ диоксида азота для ТЭЦ.

Задача 20

Источником выброса является труба ТЭС, расположенная в Сибири; высота трубы $H = 230 \text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 7,8 \text{ м}$; $T_2 = 130^\circ \text{C}$; $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ \text{C}$; время работы ТЭС - 7200 час/год. Валовые выбросы диоксида серы $M = 485 \text{ г/с}$; объем выбрасываемых газов $V = 565,8 \text{ м}^3/\text{с}$; $C_{\text{ф}} = 0,02 \text{ мг/м}^3$; $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,5 \text{ мг/м}^3$; котлы работают без очистки от SO_2 .

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_M диоксидом серы приземного слоя атмосферы от выбросов ТЭС и сравнить ее с $ПДК_{M.P}$;
2. Расстояние X_M от ТЭС, когда при неблагоприятных метеоусловиях приземная концентрация достигает значения C_M ;
3. Значение опасной скорости ветра, при которой достигается наибольшее значение C_M ;
4. ПДВ диоксида серы для ТЭС.

Задача 21

В городе Кемерово находится цех по производству минеральных удобрений. Источником выбросов является труба высотой $H = 86 м$; диаметр устья трубы $D = 3,8 м$; объем расходуемой газовой смеси $V = 240 м^3/с$; температура отходящих газов $T_2 = 130^\circ C$; $T_{воздуха} = +28^\circ C$; время работы цеха - 5250 час/год. Валовые выбросы NO_2 $M = 1563 г/с$; $C_{ф} = 0,006 мг/м^3$; $ПДК_{M.P} = 0,085 мг/м^3$.

Определить:

1. Величину загрязнения C_M и сравнить ее с $ПДК_{M.P}$;
2. Расстояние X_M от завода, на котором при неблагоприятных метеоусловиях достигается C_M ;
3. Значение опасной скорости ветра, при которой достигается C_M ;
4. ПДВ для завода по NO_2 (диоксид азота).

Задача 22

В городе Бийске находится котельная, расположенная на ровной местности. Высота трубы $H = 30 м$; диаметр устья трубы $D = 0,63 м$; объем расходуемой газовой смеси $V = 4,83 м^3/с$; $T_2 = 190^\circ C$, $T_{воздуха} = +25^\circ C$. Валовые выбросы диоксида серы $M = 0,19 г/с$; фоновая концентрация $C_{ф} = 0$; $ПДК_{M.P} = 0,5 мг/м^3$. Время работы котельной - 5328 час/год. Очистки нет.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_M диоксидом серы приземного слоя атмосферы и сравнить ее с ПДК;
2. Расстояние X_M от котельной, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеоусловиях достигает величины C_M ;
3. Значение опасной скорости ветра U_M , при которой достигается значение C_M ;

4. ПДВ диоксида серы для котельной.

Задача 23

В селе Сrostки Алтайского края находится котельная, которая работает 5238 час/год, выбросы вредных веществ осуществляются через трубу высотой $H = 25\text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 0,8\text{ м}$; объем газовойоздушной смеси $V = 3,89\text{ м}^3/\text{с}$. Валовые выбросы диоксида азота $M = 0,082\text{ г/с}$; фоновая концентрация $C_{\phi} = 0$; $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,5\text{ мг/м}^3$; $T_2 = 190^\circ\text{ C}$, $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ\text{ C}$. Очистки нет.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения $C_{\text{м}}$ диоксидом азота приземного слоя атмосферы и сравнить ее с ПДК;
2. Расстояние $X_{\text{м}}$ от котельной, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеоусловиях достигает величины $C_{\text{м}}$;
3. Значение опасной скорости ветра $U_{\text{м}}$, при которой достигается значение $C_{\text{м}}$;
4. ПДВ диоксида азота для котельной.

Задача 24

В городе Бийске находится котельная, расположенная на ровной местности. Высота дымовой трубы $H = 30\text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 0,63\text{ м}$; объем расходуемой газовойоздушной смеси $V = 4,83\text{ м}^3/\text{с}$; валовые выбросы диоксида азота $M = 0,2\text{ г/с}$; фоновая концентрация $C_{\phi} = 0$; $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,085\text{ мг/м}^3$. Время работы котельной - 5676 час/год, $T_2 = 190^\circ\text{ C}$, $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ\text{ C}$. Очистки нет.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения $C_{\text{м}}$ диоксидом азота приземного слоя атмосферы;
2. Расстояние $X_{\text{м}}$ от котельной, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеоусловиях достигает значения $C_{\text{м}}$;
3. Значение опасной скорости ветра $U_{\text{м}}$, при которой достигается значение $C_{\text{м}}$;
4. ПДВ диоксида азота для котельной.

Задача 25

В городе Бийске на территории ДСУ-10 находится деревообрабатывающий цех, который выбрасывает в атмосферу абразивную пыль от зачистных станков через трубу $H = 4\text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 0,3\text{ м}$; объем газовойоздушной

смеси $V = 0,58 \text{ м}^3/\text{с}$; $T_2 = 18^\circ \text{C}$, валовые выбросы опилок $M = 0,22 \text{ г}/\text{с}$, время работы станков - 520 час/год; очистка - 95%; $C_\phi = 0$; $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,5 \text{ мг}/\text{м}^3$; $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ \text{C}$.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_m .
2. Расстояние X_m от цеха, на котором приземная концентрация достигает значения C_m ;
3. Значение опасной скорости ветра U_m , при которой достигается значение C_m ;
4. ПДВ абразивной пыли для деревообрабатывающего цеха.

Задача 26

В Новосибирской области на ровной открытой местности находится котельная с трубой высотой $H = 35 \text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 1,4 \text{ м}$; скорость выхода газовой смеси $\omega_0 = 7 \text{ м}/\text{с}$; $T_2 = 125^\circ \text{C}$, $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ \text{C}$; выброс диоксида серы $M = 12 \text{ г}/\text{с}$; $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,5 \text{ мг}/\text{м}^3$; $C_\phi = 0$. Время работы котельной - 5874 час/год; $F = 0$. Очистка от диоксида серы отсутствует.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_m диоксидом серы приземного слоя атмосферы и сравнить ее с $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$;
2. Расстояние X_m от котельной, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеоусловиях достигает значения C_m ;
3. Значение опасной скорости ветра U_m , при которой достигается значение C_m ;
4. ПДВ диоксида серы, в случае, когда $C_\phi = 0$.

Задача 27

Котельная находится в Новосибирской области на ровной открытой местности с трубой высотой $H = 35 \text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 1,4 \text{ м}$; объем газовой смеси $V = 10,8 \text{ м}^3/\text{с}$; $T_2 = 125^\circ \text{C}$, $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ \text{C}$; валовой выброс диоксидов серы $M = 9,4 \text{ г}/\text{с}$; $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,5 \text{ мг}/\text{м}^3$; $C_\phi = 0$. Время работы котельной - 5620 час/год.

Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_m диоксидом серы приземного слоя атмосферы и сравнить ее с $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$;

2. Расстояние X_m от котельной, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеоусловиях достигает значения C_m ;
3. Значение опасной скорости ветра U_m , при которой достигается значение C_m ;
4. ПДВ диоксида серы, в случае, когда $C_\phi = 0$.

Задача 28

Котельная находится в Новосибирской области на ровной открытой местности с трубой высотой $H = 40\text{ м}$; диаметр устья трубы $D = 1,8\text{ м}$; объем газовой смеси $V = 12,2\text{ м}^3/\text{с}$; $T_2 = 130^\circ\text{ C}$, $T_{\text{воздуха}} = +25^\circ\text{ C}$; валовой выброс диоксида серы $M = 10,2\text{ г/с}$; $\text{ПДК}_{\text{м.р}} = 0,5\text{ мг/м}^3$; $C_\phi = 0$. Время работы котельной - 5840 час/год. Определить:

1. Величину максимального загрязнения C_m диоксидом серы приземного слоя атмосферы и сравнить ее с $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$;
2. Расстояние X_m от котельной, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеоусловиях достигает значения C_m ;
3. Значение опасной скорости ветра U_m , при которой достигается значение C_m ;
4. ПДВ диоксида серы, в случае, когда $C_\phi = 0$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вронский В.А. Прикладная экология: учебное пособие. Ростов н/Д.: Феникс, 1996. – 512 с.
2. Общественное экологическое движение России: Справ. изд. / Под ред. А.К. Смирнова. – М.: Экология, 1995. – 254 с.
3. Лобанова З.М. Экология и защита биосферы: Учебное пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова: Изд-во АлтГТУ, 2004. – 228 с.
4. Лобанова З.М. Экология и защита биосферы. Информационно-развивающие дидактические задания: Учебное пособие. / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2004. – 136 с.

Чернецкая Наталья Анатольевна

ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ

Расчет загрязнения атмосферы выбросами промышленных предприятий

Методические указания к выполнению практической работы по дисциплине «Экология» для студентов технических и экономических специальностей всех форм обучения

Редактор Е.Ф. Изотова

Подготовка оригинала-макета О.В. Щекотихина

Подписано к печати 08.10.10. Формат 60x84 /16.

Усл. печ. л. 1,75. Тираж 200 экз. Заказ 10-896. Рег. №110.

Отпечатано в РИО Рубцовского индустриального института 658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.