

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела

368-2022

**МОНИТОРИНГ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ
В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к проведению практических занятий, самостоятельной работы
и курсового проектирования по дисциплинам
«Охрана окружающей среды от вредных выбросов»,
«Технические средства и методы защиты окружающей среды»,
«Технология безопасности», «Технологии безопасности»
для студентов направлений подготовки 08.04.01 «Строительство»,
13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
всех форм обучения

Воронеж 2022

УДК 504.064(07)
ББК 20.18я7

Составители:

О. А. Сотникова, Н. А. Петрикеева, З. С. Гасанов

Мониторинг вредных выбросов в окружающую среду: к проведению практических занятий, самостоятельной работы и курсового проектирования по дисциплинам «Охрана окружающей среды от вредных выбросов», «Технические средства и методы защиты окружающей среды», «Технология безопасности», «Технологии безопасности» для студентов направлений подготовки 08.04.01 «Строительство», 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 21.04.01 «Нефтегазовое дело» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. О. А. Сотникова, Н. А. Петрикеева, З. С. Гасанов. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022. 29 с.

Изложены алгоритм и некоторые рекомендации к проведению расчетов по определению приземных концентраций вредностей в приземном слое земли, вертикального распределения концентраций, а также валовых выбросов нефтепродуктов и их паров. Данная методика изложена взамен устаревшей и выведенной из обращения методики ОНД-86.

Предназначены для студентов направлений 08.04.01 «Строительство», 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 21.04.01 «Нефтегазовое дело» всех форм обучения при изучении дисциплин «Охрана окружающей среды от вредных выбросов», «Технические средства и методы защиты окружающей среды», «Технология безопасности», «Технологии безопасности».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_MBVвОС.pdf.

Ил. 3. Табл. 2. Библиогр.: 6 назв.

УДК 504.064(07)
ББК 20.18я7

Рецензент — М. Н. Жерлыкина, канд. техн. наук, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства ВГТУ

Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Основные зависимости и сведения, необходимые для расчетов вредностей на рассеивание.....	5
1.1 Общие зависимости.....	5
1.2 Метод расчета максимальных разовых концентраций от выбросов одиночного точечного источника.....	6
1.3 Определение полей концентраций от выбросов одиночного точечного источника.....	13
1.4 Расчет на рассеивание выбросов из источников с прямоугольным устьем.....	15
1.5 Влияние рельефа местности на максимальную приземную концентрацию загрязнителя.....	16
1.6 Метод максимальных разовых концентраций ЗВ в атмосферном воздухе выбросами групп точечных, линейных и площадочных источников выбросов.....	18
1.7 Метод учета фоновых концентраций загрязняющих веществ при расчетах загрязнения атмосферного воздуха и определение фона расчетным путем.....	19
2 Применение критериев безопасности и качества при работе с нефтепродуктами.....	22
2.1 Критерии качества и нормирования при работе с нефтепродуктами....	22
2.2 Расчет выбросов паров нефтепродуктов в атмосферу.....	23
2.3 Расчет максимальных и валовых выбросов паров различных веществ.....	24
2.4 Расчет максимальных и валовых выбросов паров многокомпонентных жидких смесей известного состава.....	25
2.5 Расчет выбросов газов из водных растворов.....	26
2.6 Расчет выбросов паров нефтепродуктов (кроме бензинов).....	26
Библиографический список.....	28

ВВЕДЕНИЕ

Действующая ранее методика расчета вредностей на рассеивание по ОНД-86 заменена в связи с выходом Приказа № 273 от 06.06.2017 «Методы расчётов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» (далее МРР-2017 или Методы). Методы подлежат применению с 01.01.2018, однако все документы, разработанные на основании старой методики, будут действовать до конца установленного для них срока действия.

ОНД-86 долгое время оставался единственным документом, разработанным и утвержденным Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова Госкомгидромета СССР в установленном порядке, и именно на этой методике основывается расчет рассеивания выбросов загрязняющих веществ от источников выбросов в проектной документации и работают компьютерные программы расчета рассеивания.

Новая методика, утверждённая Министерством природы России, предназначена для расчета приземных концентраций в двухметровом слое над поверхностью земли, а также вертикального распределения концентраций.

Официальная причина появления нового документа – устранение правового пробела в связи с отсутствием утвержденных в установленном порядке методов расчетов рассеивания, поскольку ОНД-86 не прошел государственную регистрацию и не был опубликован в установленном порядке. Кроме того, после введения в действие ОНД-86 были получены новые научные результаты, и возникла необходимость в уточнении и дополнении положений ОНД-86.

Так как старая методика уже достаточно прочно вошла в нашу профессиональную жизнь, то кратко рассмотрим перечень новинок, которых не было в ОНД-86:

- добавлена возможность учёта источников, температура которых более 3000 градусов Цельсия;
- добавлена возможность учёта загрязняющих веществ при скорости более скорости звука;
- изменён расчёт рассеивания по коэффициенту A (стратификация атмосферы);
- изменён расчёт по коэффициенту F , который учитывает гравитационное осаждение частиц;
- изменён расчёт, связанный с учётом рельефа местности;
- изменён подход к расчёту границ максимально разовых концентраций на разных высотах;
- добавлен новый термин «долгопериодные средние концентрации загрязняющих веществ» (имеется в виду период осреднения - сезон или год).

Настоящие Методы позволяют рассчитать поля:

- максимальных разовых концентраций ЗВ соответствующих сочетанию НМУ, в том числе, опасной скорости ветра, и неблагоприятных условий выброса ЗВ в атмосферный воздух, то есть такого сочетания мощностей и других параметров выброса ЗВ в атмосферный воздух (высота, диаметр устья, расход ГВС, температура ГВС, скорость выхода ГВС из устья, мощность выброса), при котором в условиях соблюдения промышленным предприятием установленного режима работы достигаются максимальные значения максимальных приземных концентраций (далее - неблагоприятные условия выброса ЗВ в атмосферный воздух);

- безразмерных концентраций ЗВ в атмосферном воздухе групп веществ комбинированного вредного действия (полной суммы, неполной суммы, потенцирования);

- средних концентраций ЗВ в атмосферном воздухе, соответствующих длительному (сезон, год) времени осреднения, в частности, среднегодовых, концентраций С ЗВ в атмосферном воздухе (далее - долгопериодные средние концентрации ЗВ в атмосферном воздухе).

1 ОСНОВНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ И СВЕДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ВРЕДНОСТЕЙ НА РАССЕЙВАНИЕ

1.1 Общие зависимости

В выбросах любого технологического источника, как правило, наблюдается несколько вредностей. Они могут обладать и не обладать суммацией действия.

При совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ, обладающих суммацией действия, для всех расчетных точек на местности безразмерная концентрация ЗВ в атмосферном воздухе q_k , рассматриваемого ЗВ, определяется по формуле:

$$q_k = \sum_{i=1}^{n_{з.в}} \frac{c_i}{ПДК_{mpi}}, \quad (1.1)$$

где $n_{з.в}$ - число ЗВ, входящих в группу комбинированного вредного действия, шт.; c_i - рассчитанная в соответствии с требованиями настоящих Методов (относящаяся ко времени осреднения 20 - 30 мин) концентрация i -того ЗВ, входящего в рассматриваемую группу ЗВ комбинированного вредного действия, мг/м³; $ПДК_{mpi}$ - максимально-разовая предельно-допустимая концентрация каждого рассматриваемого загрязнителя, мг/м³.

Расчет максимальных разовых и среднегодовых концентраций ЗВ, претерпевающих в атмосферном воздухе химические превращения (трансформацию) в более вредные ЗВ, должен проводиться по каждому

исходному и образующемуся веществу отдельно. При этом коэффициенты трансформации, используемые при расчете максимальных разовых и среднегодовых концентраций ЗВ, могут различаться. При расчетах максимальных разовых концентраций коэффициент трансформации для каждого вещества устанавливается с учетом максимально возможной трансформации исходных веществ в более токсичные.

Для предприятий, работающих по сезонному графику допускается замена используемых в расчетах значений максимальной расчетной скорости ветра $u_{м.р.}$, значение которой в данной местности в среднем многолетнем режиме превышает в 5 % случаев, на значения $u_{м.р.}$, определенные отдельно для холодного ($u_{м.р.х.}$) или теплого ($u_{м.р.т.}$) сезонов года (допускается также использование единого за год значения $u_{м.р.}$). В тех случаях, когда отсутствует информация для рассматриваемой территории о значении максимальной расчетной скорости ветра $u_{м.р.}$, допускается ее определение по формулам (1.2а) - (1.2б):

$$u_{м.р.} = 3,936 \cdot u_{г.} - 0,344 \cdot u_{г.}^2 \quad \text{при } u_{г.} < 4, \quad (1.2а)$$

$$u_{м.р.} = 2,56 \cdot u_{г.} \quad \text{при } u_{г.} \geq 4, \quad (1.2б)$$

где $u_{г.}$ - средняя многолетняя скорость ветра для этой территории, м/с.

Величины, определенные по формулам (1.2а-1.2б), не могут использоваться для корректировки соответствующих значений, определенных по данным измерений.

1.2 Метод расчета максимальных разовых концентраций от выбросов одиночного точечного источника

Данные положения используются при расчетах рассеивания выбросов от дымовых труб, вентиляционных шахт, а также от источников организованного выброса загрязняющих атмосферный воздух веществ из установленных отверстий (далее - от точечных источников выброса) при условии, что скорость w_0 выхода газовой смеси (далее - ГВС) из устья источника выброса не превосходит скорости звука в атмосферном воздухе (в целях данных Методов принимается равной 330 м/с), а температура $T_{г.}$ ГВС не превышает 3000 °С.

Максимальная приземная разовая концентрация ЗВ $c_{м.}$, мг/м³, при выбросе ГВС из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при опасной скорости ветра $u_{м.}$ на расстоянии $x_{м.}$ от источника выброса и определяется по формуле (1.3):

$$c = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (1.3)$$

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, определяющий условия горизонтального и вертикального

рассеивания ЗВ в атмосферном воздухе (см. таблицу 1); M - масса ЗВ, выбрасываемого в атмосферный воздух в единицу времени (мощность выброса), г/с; F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания ЗВ (газообразных и аэрозолей, включая твердые частицы) в атмосферном воздухе; m и n - безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выброса из устья источника выброса; η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности; H - высота источника выброса, м; ΔT - разность между температурой выбрасываемой ГВС T_r и температурой атмосферного воздуха T_b , °C; V_1 - расход ГВС, определяемый по формуле (1.4), м³/с:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot w_0, \quad (1.4)$$

где D - диаметр устья источника выброса, м; w_0 - средняя скорость выхода ГВС из устья источника выброса, м/с.

Распределение вредностей от промобъекта на примере котельной представлено на рисунке 1.



Рис.1. Распределение вредностей при выбросе от одиночного точечного источника: 1 - зона аэродинамической тени котельной; 2 - зона первичного загрязнения; 3- зона загрязнения с максимальной приземной концентрацией вредностей; 4 - зона снижения загрязнения

Значения коэффициента температурной стратификации A приведены в таблице 1. Для источников выбросов, расположенных на расстоянии менее 3 км от административных границ, разделяющих территории с различными значениями коэффициента, в расчетах принимается A , равное половине суммы указанных значений.

Таблица 1

Значения безразмерного коэффициента А

№№ п/п	Регион	Значение коэффициента А
1	Республика Бурятия и Забайкальский край	250
2	Районы европейской территории Российской Федерации южнее 50° с.ш., остальные районы Нижнего Поволжья, азиатская территория Российской Федерации, кроме указанных в пунктах 1 и 3 данной таблицы	200
3	Европейская территория Российской Федерации и Урала от 50° с.ш. до 52° с.ш. включительно, за исключением попадающих в эту зону районов, перечисленных в пунктах 1 и данной таблицы, а также для районов азиатской территории Российской Федерации, расположенных к северу от Полярного круга и к западу от меридиана 108° в.д.	180
4	Европейская территория Российской Федерации и Урала севернее 52° с.ш. (за исключением центра европейской территории Российской Федерации)	160
5	Владимирская, Ивановская, Калужская, Московская, Рязанская и Тульская области	140

Значение безразмерного коэффициента F при отсутствии данных о распределении на выбросе частиц аэрозолей по размерам определяется следующим образом:

для газообразных ЗВ и мелкодисперсных аэрозолей диаметром не более 10 мкм $F = 1$;

для аэрозолей (за исключением мелкодисперсных аэрозолей диаметром не более 10 мкм) при наличии систем очистки выбросов значение безразмерного коэффициента F приведено в таблице 2.

Таблица 2

Значения безразмерного коэффициента F

Степень очистки	Значение коэффициента F
При среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов свыше 90 %	2
При среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов от 75 % до 90 % включительно	2,5
При среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов менее 75 % или отсутствии очистки выбросов	3

Вне зависимости от эффективности очистки значение коэффициента F принимается равным трем при расчетах концентрации пыли в атмосферном воздухе для производств, в выбросах которых содержание водяного пара соответствует температуре точки росы, которая выше используемой в расчетах температуры атмосферного воздуха T_v на 5 °С и более.

Значение коэффициента F устанавливается в зависимости от безразмерного отношения v_g/u_m , где u_m - опасная скорость ветра.

При $v_g/u_m \leq 0,015$ значение $F = 1$, при $0,015 < v_g/u_m \leq 0,030$ значение $F = 1,5$.

Для остальных значений v_g/u_m коэффициент F устанавливается согласно таблице 2.

Мощности M выброса, высоты источников H , диаметры устьев D , температуры T_r и расходы V_l ГВС при проектировании предприятий должны определяться расчетом в технологической части проекта (для проектируемых, вводимых в эксплуатацию построенных и реконструированных объектов), а для действующих производств должны определяться по результатам инвентаризации стационарных источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух.

При расчете максимальных разовых концентраций принимаются сочетания при времени осреднения 20 - 30 мин значений M и V_l , реально возможные в течение года при безаварийных условиях эксплуатации предприятия, при которых достигается максимальная концентрация c_m ЗВ.

Способ определения зависимости мощности выброса M от скорости ветра определяется методикой расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками выброса. При этом учет зависимости мощности выброса M от скорости ветра осуществляется с помощью соответствующего множителя r , который далее включается в формулу (1.20), а максимальная приземная концентрация ЗВ и опасная скорость ветра определяются прямым перебором скоростей.

В случае, если в методике расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ отсутствует способ определения зависимости мощности выброса M от скорости ветра, мощность выброса задается постоянным значением.

При определении величины ΔT для предприятий, работающих по сезонному графику, допускается принимать значения расчетной температуры окружающего атмосферного воздуха T_v равными средним месячным температурам воздуха за самый холодный месяц по СП 131.13330.2012 Свод правил. «Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 Строительная климатология». Для остальных источников выбросов расчетная температура T_v принимается равной средней максимальной температуре воздуха наиболее теплого месяца года по тем же источникам.

Коэффициенты m и n определяются в зависимости от характеризующих свойства источника выброса параметров v_m, v'_m, f, f_e :

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_l \cdot \Delta T}{H}}, \quad (1.5)$$

$$v'_m = 1,3 \cdot \frac{w_0 \cdot D}{H}, \quad (1.6)$$

$$f = 1000 \cdot \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (1.7)$$

$$f_e = 800 \cdot (v'_m)^3. \quad (1.8)$$

Коэффициент m определяется по формулам (1.9а) - (1.9б):

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f < 100, \quad (1.9a)$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f \geq 100. \quad (1.9б)$$

Для $f_e < f < 100$ коэффициент m вычисляется при $f = f_e$. Коэффициент n при $f < 100$ определяется по формулам (1.10а) - (1.10в):

$$n = 4,4 \cdot v_m \quad \text{при } v_m < 0,5, \quad (1.10a)$$

$$n = 0,532 \cdot v_m^2 - 2,13 \cdot v_m + 3,13 \quad \text{при } 0,5 \leq v_m < 2, \quad (1.10б)$$

$$n = 1 \quad \text{при } v_m \geq 2. \quad (1.10в)$$

При $f \geq 100$ или $0 \leq \Delta T < 0,5$ коэффициент n вычисляется как для холодных выбросов по формулам (1.10а - 1.10в) при $v_m = v'_m$.

Для $f \geq 100$ или $0 \leq \Delta T < 0,5$ и $v' \geq 0,5$ (холодные выбросы) при расчете c_m вместо формулы (1.3) используется формула (1.11):

$$c_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{4/3}} \cdot K, \quad (1.11)$$

где поправочный коэффициент K определяется по следующей формуле

$$K = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{1}{7,1 \cdot \sqrt{w_0 \cdot V_1}}, \quad (1.12)$$

Аналогично при $f < 100$ и $v_m < 0,5$ или $f \geq 100$ и $v'_m < 0,5$ (случаи предельно малых опасных скоростей ветра) расчет c_m производится по формуле (1.13):

$$c_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{7/3}}, \quad (1.13)$$

где коэффициенты определяются по следующим зависимостям

$$m' = 2,86 \cdot m \quad \text{при } v_m < 0,5, \quad (1.14a)$$

$$m' = 0,9 \quad \text{при } f \geq 100, v'_m < 0,5. \quad (1.14б)$$

Формула (1.13) при $m' = 0,9$ применяется также при расчете концентраций ЗВ для источников выбросов, у которых вертикальная составляющая скорости поступающей в атмосферу газовойдушной смеси не превышает 0,01 м/с, а давление в ней, ее плотность и температура отличаются от соответствующих характеристик атмосферного воздуха не более, чем на 0,01 % (далее - источник выбросов фиксированной высоты) H при $0 \leq v'_m < 0,5$ и $-0,5 \leq \Delta T \leq 0$.

Расстояние x_m от источника выброса, на котором приземная концентрация с ЗВ при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения c_m , определяется по формуле (1.15):

$$x_m = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H, \quad (1.15)$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$ находится по формулам (1.16а) - (1.16в)

$$d = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f_e}) \quad \text{при } v_m \leq 0,5, \quad (1.16a)$$

$$d = 4,95 \cdot v_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } 0,5 < v_m \leq 2, \quad (1.16б)$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{v_m} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } v_m > 2. \quad (1.16в)$$

При $f \geq 100$ или $0 \leq \Delta T < 0,5$ коэффициент d находится по формулам (1.17а) - (1.17в):

$$d = 5,7 \quad \text{при } v'_m \leq 0,5, \quad (1.17a)$$

$$d = 11,4 \cdot v'_m \quad \text{при } 0,5 < v'_m \leq 2, \quad (1.17б)$$

$$d = 16 \cdot \sqrt{v'_m} \quad \text{при } v'_m > 2. \quad (1.17в)$$

Для источника выброса фиксированной высоты H при $0 \leq v'_m < 0,5$ и $-0,5 \leq \Delta T \leq 0$ принимается $x_m = 5,7 \cdot H$.

Опасная скорость ветра u_m на стандартном уровне флюгера (10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшая приземная концентрация ЗВ c_m , в случае $f < 100$ определяется по формулам (1.18а – 1.18в):

$$u_m = 0,5 \quad \text{при } v_m \leq 0,5, \quad (1.18a)$$

$$u_m = v_m \quad \text{при } 0,5 < v_m \leq 2, \quad (1.18б)$$

$$u_m = v_m \cdot (1 + 0,12 \cdot \sqrt{f}) \quad \text{при } v_m > 2. \quad (1.18в)$$

При $f \geq 100$ или $0 \leq \Delta T < 0,5$ значение u_m вычисляется по формулам (1.19а – 1.19в):

$$u_m = 0,5 \quad \text{при } v'_m \leq 0,5, \quad (1.19a)$$

$$u_m = v'_m \quad \text{при } 0,5 < v'_m \leq 2, \quad (1.19б)$$

$$u_m = 2,2 \cdot v'_m \quad \text{при } v'_m > 2. \quad (1.19в)$$

Для источника выброса фиксированной высоты H при $0 \leq v'_m < 0,5$ и $-0,5 \leq \Delta T \leq 0$ принимается $u_m = 0,5$ м/с.

Максимальная приземная концентрация ЗВ $c_{m,u}$ при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u , отличающейся от опасной скорости ветра u_m , определяется

$$c_{m,u} = r \cdot c_m \quad \text{по формуле (1.20):} \quad (1.20)$$

где r - безразмерная величина, определяемая по формулам (1.21a – 1.21б):

$$r = 0,67 \cdot \frac{u}{u_m} + 1,67 \cdot \left(\frac{u}{u_m} \right)^2 - 1,34 \cdot \left(\frac{u}{u_m} \right)^3 \quad \text{при } \frac{u}{u_m} \leq 1, \quad (1.21a)$$

$$r = \frac{3 \cdot (u / u_m)}{2 \cdot (u / u_m)^2 - u / u_m + 2} \quad \text{при } \frac{u}{u_m} > 1. \quad (1.21б)$$

При проведении расчетов следует использовать значения скорости ветра u в диапазоне от 0,5 м/с до $u_{m,p}$ - максимальной расчетной скорости ветра, значение которой в данной местности в среднем многолетнем режиме превышает в 5 % случаев.

Расстояние от источника выброса $x_{m,u}$, на котором при скорости ветра и неблагоприятных метеорологических условиях достигается максимальная приземная концентрация $c_{m,u}$ ЗВ, определяется по формуле (1.22):

$$x_{m,u} = p \cdot x_m, \quad (1.22)$$

где p - безразмерный коэффициент, определяемый по формулам (1.23a – 1.23в):

$$p = 3 \quad \text{при } \frac{u}{u_m} \leq 0,25, \quad (1.23a)$$

$$p = 8,43 \cdot \left(1 - \frac{u}{u_v} \right)^5 + 1 \quad \text{при } 0,25 < \frac{u}{u_m} \leq 1, \quad (1.23б)$$

$$p = 0,32 \cdot \frac{u}{u_m} + 0,68 \quad \text{при } \frac{u}{u_m} > 1. \quad (1.23в)$$

1.3 Определение полей концентраций от выбросов одиночного точечного источника

При опасной скорости ветра u_m приземная концентрация ЗВ в атмосферном воздухе на оси факела от точечного источника, определяемой как геометрическое место точек в пространстве, которые на каждом заданном расстоянии от источника соответствуют максимальному значению концентрации ЗВ, а также как их проекция на подстилающую поверхность (то есть на взаимодействующую с атмосферой поверхность земли, в том числе, почву, поверхностные воды, снежный и растительный покров), на различных расстояниях x от источника выброса вычисляется по формуле (1.24):

$$c = s_1 \cdot c_m \quad (1.24)$$

где s_1 - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от значения x/x_m и коэффициента F по формулам (1.25а - 1.25 е):

$$s_1 = 3 \cdot (x/x_m)^4 - 8 \cdot (x/x_m)^3 + 6 \cdot (x/x_m)^2 \quad \text{при } x/x_m \leq 1, \quad (1.25а)$$

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (x/x_m)^2 + 1} \quad \text{при } 1 < x/x_m \leq 8, \quad (1.25б)$$

$$s_1 = \frac{x/x_m}{3,556 \cdot (x/x_m)^2 - 35,2 \cdot (x/x_m) + 120} \quad \text{при } 8 < x/x_m \leq 100 \text{ и } F \leq 1,5, \quad (1.25в)$$

$$s_1 = \frac{1}{0,1 \cdot (x/x_m)^2 + 2,456 \cdot (x/x_m) - 17,8} \quad \text{при } 8 < x/x_m \leq 100 \text{ и } F > 1,5, \quad (1.25г)$$

$$s_1 = 144,3 \cdot (x/x_m)^{-7/3} \quad \text{при } x/x_m > 100 \text{ и } F \leq 1,5, \quad (1.25д)$$

$$s_1 = 37,76 \cdot (x/x_m)^{-7/3} \quad \text{при } x/x_m > 100 \text{ и } F > 1,5. \quad (1.25е)$$

Для наземных и низких источников выброса (высотой H не более 10 м) при $x/x_m < 1$ величина s_1 в формуле (1.24) заменяется на величину s_1^H , определяемую по формуле (1.26):

$$s_1^H = 0,125 \cdot (10 - H) + 0,125 \cdot (H - 2) \cdot s_1 \quad \text{при } 2 \leq H < 10 \quad (1.26)$$

Аналогично определяется концентрация ЗВ на различных расстояниях по оси факела при неблагоприятных метеорологических условиях и других скоростях ветра $u \neq u_m$. Сначала по формулам (1.20) и (1.22) определяются величины $c_{m,u}$ и $x_{m,u}$, соответственно. Затем в зависимости от отношения x/x_m определяется значение s_1 по формулам (1.25а) - (1.25е) и (1.26). Искомая концентрация c ЗВ определяется путем умножения $c_{m,u}$ на s_1 .

Приземная концентрация ЗВ в атмосферном воздухе c_y на расстоянии y по нормали к оси факела выброса определяется по формуле (1.27):

$$c_y = s_2 \cdot c, \quad (1.27)$$

где s_2 - безразмерный коэффициент, определяемый по формуле (1.28):

$$s_2 = \frac{1}{(1 + 5 \cdot t_y + 12,8 \cdot t_y^2 + 17 \cdot t_y^3 + 45,1 \cdot t_y^4)^2}, \quad (1.28)$$

где t_y - вспомогательный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра по формуле

$$t_y = \frac{u \cdot y^2}{x^2} \quad \text{при } u \leq 5 \text{ м/с}, \quad (1.29a)$$

$$t_y = \frac{5 \cdot y^2}{x^2} \quad \text{при } u > 5 \text{ м/с}, \quad (1.29б)$$

Расчеты распределения максимальных разовых концентраций c_z ЗВ на разных высотах $z > 2$ м над подстилающей поверхностью по формулам, приведенным в данном пункте, проводятся для таких расчетных точек, для которых на значения концентрации не влияют ветровые тени близлежащих зданий и сооружений. В частности, такие расчеты производятся при выборе положения устьев воздухозаборных труб и шахт и других объектов, расположенных на открытых участках местности или на участках, где максимальная высота зданий (сооружений) не менее чем в 2,5 раза ниже высоты воздухозабора при условии, что источники выбросов не располагаются в зоне затишья и/или нарушенного ветрового потока, образующейся на подветренной стороне здания (сооружения) (зона подветренной тени), с наветренной стороны (зона наветренной тени или зона подпора), на крыше (зона крышной тени) или между зданиями (зона межкорпусной тени) (далее - ветровая тень зданий и сооружений).

Для одиночного источника выброса высотой H концентрации c_z ЗВ рассчитываются по формуле (1.30):

$$c_z = 0,5 \cdot (c_1' + c_2'), \quad (1.30)$$

где c_1' , c_2' - вычисляемые по формулам, приведенным в данной главе, при $x > 0$ приземные концентрации ЗВ от точечных источников выбросов, высоты которых равны $H_1 = |H - z + 2|$ и $H_2 = H + z - 2$, соответственно. Остальные параметры выброса рассматриваемого источника выброса (M , D , w_0 , T_2) сохраняются неизменными.

При $H < 2$ или $H_1 < 2$ в (1.30), соответственно, принимается $H = 2$ или $H_1 = 2$; аналогично, при $z < 2$ принимается $z = 2$. При этом расчет концентраций в нижнем двухметровом слое проводится по формулам, приведенным выше.

При распределении вредностей должно выполняться условие, что снижение вредностей до значений менее ПДК происходит в пределах санитарно-защитной зоны (СЗЗ) рис.2.

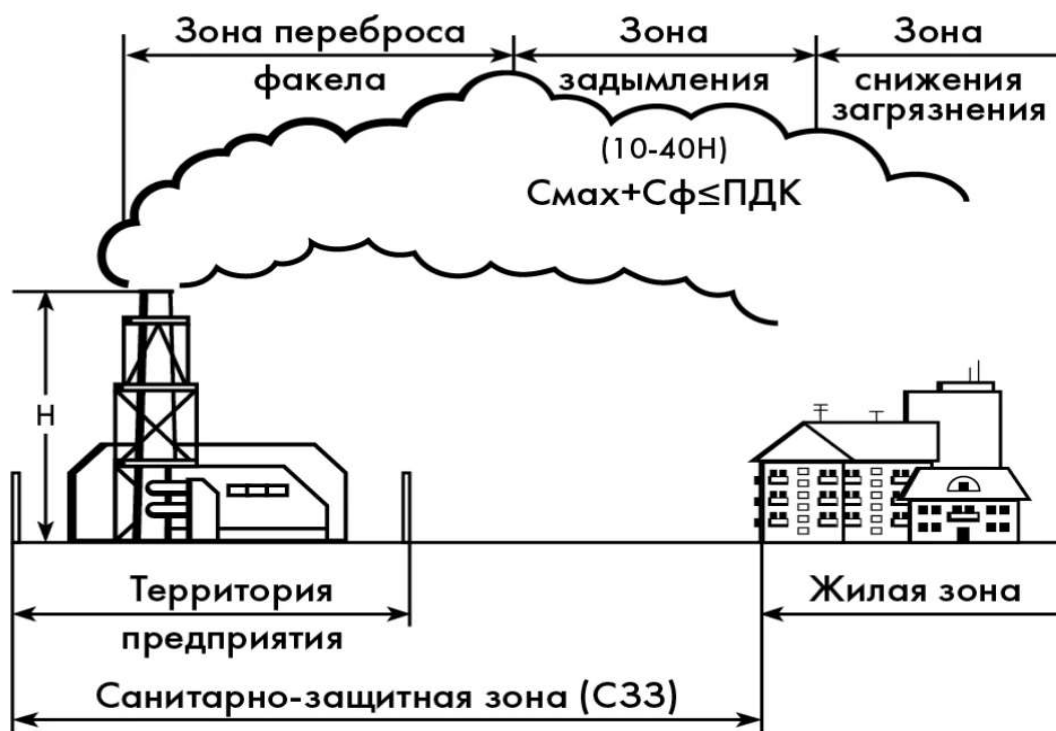


Рис.2. Распределение загрязнений в пределах санитарно-защитной зоны

Расчеты по формуле (1.30) проводятся на расстояниях x от точечного источника выброса, удовлетворяющих условию $x > 10 \cdot D$, где D - диаметр устья источника выброса; при проведении расчетов используются значения скорости ветра u в диапазоне от 0,5 м/с до $u_{м.р}$, где $u_{м.р}$ - максимальная расчетная скорость ветра.

1.4 Расчет на рассеивание выбросов из источников с прямоугольным устьем

Расчеты рассеивания выбросов для источников выбросов с прямоугольными устьями (шахт) производятся по формулам, приведенным в данной главе, при значениях $D = D_{\text{э}}$ и $V_l = V_{l\text{э}}$ и принятии w_0 как средней скорости выхода ГВС в атмосферный воздух.

Средняя скорость w_0 выхода ГВС в атмосферный воздух определяется по формуле (1.31):

$$w_0 = \frac{V_l}{L_{\text{уст}} \cdot b}, \quad (1.31)$$

где $L_{\text{уст}}$ - длина устья, м; b - ширина устья, м.

Эффективный диаметр устья $D_{\text{э}}$, м, определяется по формуле (1.32):

$$D_э = \frac{2 \cdot L_{уст} \cdot b}{L_{уст} + b}. \quad (1.32)$$

Для источника выброса с квадратным устьем ($L_{уст} = b$) эффективный диаметр $D_э$ равняется длине стороны квадрата.

Эффективный расход выходящей в атмосферный воздух в единицу времени ГВС $V_{1э}$, м³/с определяется по формуле (1.33):

$$V_{1э} = \frac{\pi \cdot D_э^2}{4} \cdot w_0. \quad (1.33)$$

В остальном расчет рассеивания выбросов производится так же, как для выбросов из источника выброса с круглым устьем.

1.5 Влияние рельефа местности на максимальную приземную концентрацию загрязнителя

Для каждого источника выброса радиус зоны влияния рассчитывается как наибольшее из двух расстояний от источника выброса x_1 и x_2 , где $x_1 = 10 \cdot x_m$, а величина x_2 определяется как расстояние от источника выброса, начиная с которого $c \leq 0,05 \cdot ПДК_{м.р.}$.

Влияние рельефа местности на максимальную приземную концентрацию c_m ЗВ от одиночного точечного источника выброса учитывается безразмерным коэффициентом η в формулах (1.3), (1.11), (1.13). В случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta = 1$.

Если перепад высот превышает 50 м на 1 км, то коэффициент η устанавливается на основе анализа картографического материала, характеризующего рельеф местности в окрестности радиусом $R = 50 \cdot H_m$ (где H_m - высота наиболее высокого из источников выбросов, расположенных на одном или нескольких земельных участках, в пределах которых расположен конкретный объект, оказывающий негативное воздействие на окружающую среду (далее - промплощадка). При этом R не должно быть менее 2 км).

Если в окрестности расположения рассматриваемого источника выброса можно выделить отдельные формы рельефа (гряды, гребень, ложбину, уступ), то поправочный коэффициент на рельеф определяется по формуле (1.34):

$$\eta = 1 + \varphi_1 \cdot (\eta_m - 1), \quad (1.34)$$

где φ_1 - функция, определяемая по таблице 1 приложения 3 [1] в зависимости от форм рельефа; η_m - функция, определяемая по таблице 2 приложения 3 [1] в зависимости от форм рельефа.

При $\eta < 1,03$ в расчётах принимается значение η , равное единице. Для источников выбросов, расположенных в зоне влияния нескольких отдельных

форм рельефа, значения η определяются для каждой формы рельефа и используется максимальное из них.

В этом случае расчет распределения приземных концентраций ЗВ на оси факела на различных расстояниях от источника выброса по формуле (1.24) производится для расстояний x от источника выброса, удовлетворяющих неравенству (1.35):

$$x < l_p \cdot x_{м.ров}, \quad (1.35)$$

где l_p - коэффициент, определяемый в зависимости от η по формулам (1.36а), (1.36б); $x_{м.ров}$ - расстояние x_m для рассматриваемого источника выброса, в условиях ровной или слабопересеченной местности, то есть при $\eta = 1$.

$$l_p = 2,774 \cdot \sqrt{\frac{\eta - 1}{1 - \eta^{-7,692}}} \quad \text{при } \eta \leq 3,053, \quad (1.36а)$$

$$l_p = 3,974 + 0,316 \cdot \sqrt{\eta - 3,053} \quad \text{при } \eta > 3,053. \quad (1.36б)$$

При этом в формулах (1.25) и (1.26) x_m будет определяться по формуле:

$$x_m = k_p \cdot x_{м.ров}, \quad (1.37)$$

где коэффициент k_p определяется в зависимости от η и F по формулам (1.38а) - (1.38в):

$$k_p = \frac{1}{\sqrt{1 + \eta - \eta^{-7,692}}} \quad \text{при } \eta \leq 3,053, \quad (1.38а)$$

$$k_p = \frac{8,065 \cdot l_p}{k'_p} \quad \text{при } \eta > 3,053 \text{ и } F \leq 1,5, \quad (1.38б)$$

$$k_p = \frac{0,226 \cdot l_p}{\sqrt{0,059 \cdot l_p^2 + 0,452 \cdot \eta + 16,794 - 2,775}} \quad \text{при } \eta > 3,053 \text{ и } F > 1,5. \quad (1.38в)$$

Коэффициент k'_p в формуле (1.38б) имеет вид:

$$k'_p = 0,13 \cdot l_p^2 \cdot \eta + \eta + 39,776 + \sqrt{0,0169 \cdot l_p^4 \eta^2 + 0,26 \cdot l_p^2 \cdot \eta^2 + \eta^2 + 10,342 \cdot l_p^2 \cdot \eta + 79,552 \cdot \eta - 597,35} \quad (1.38г)$$

Если условие формулы (1.35) не выполняется, то расчёт распределения приземных концентраций по оси факела на различных расстояниях от источника выброса проводится по формулам, приведённым выше, при значении $\eta = 1$.

1.6 Метод максимальных разовых концентраций ЗВ в атмосферном воздухе выбросами групп точечных, линейных и площадных источников выбросов

Приземная концентрация ЗВ в фиксированной точке местности при наличии группы источников выбросов определяется как сумма концентраций данного вещества от отдельных источников выброса при заданных направлении и скорости ветра:

$$c_1 + c_2 + \dots + c_N, \quad (1.39)$$

где $c_1, c_2, \dots, c_N$ – концентрация ЗВ соответственно от первого, второго, ..., N -го источников выбросов, расположенных с наветренной стороны при рассматриваемом направлении ветра.

Максимальная разовая концентрация ЗВ см в фиксированной точке местности при наличии группы источников выбросов определяется как максимальное значение концентраций ЗВ, рассчитанных в этой точке при различных сочетаниях скоростей и направления ветра. При этом скорости ветра варьируются в диапазоне от 0,5 м/с до своего максимального расчётного значения $u_{м.р}$.

В случаях, когда известно, что имеются неучтённые источники выброса того же вещества, в правой части формулы (1.39) добавляется слагаемое c'_{ϕ} , характеризующий фоновое загрязнение атмосферного воздуха от неучтённых источников выброса. Расчёт c'_{ϕ} производится в соответствии с главой IX [1].

При установлении неблагоприятных условий выброса ЗВ в атмосферный воздух и подготовке исходных данных для расчета концентраций ЗВ должна учитываться нестационарность мощностей и других параметров выброса источников выбросов и их совокупностей (в течение суток, года, технологических циклов). Как и для одиночного источника выброса, при расчетах приземных концентраций ЗВ выбросами группы источников принимается наиболее неблагоприятное сочетание значений M_i и V_{Li} , реально осуществляющееся для всех рассматриваемых источников выброса одновременно.

Допускается в целях ускорения и упрощения расчетов сократить количество рассматриваемых источников выброса путем их объединения (особенно мелких источников) в отдельные виртуальные источники выбросов, то есть во вспомогательные источники выброса или совокупность вспомогательных источников выбросов, которые вводятся для расчета характеристик распространения ЗВ от рассматриваемого источника выброса (как указано в пункте 8.8 Методов).

Максимальная суммарная концентрация c_m ЗВ от N расположенных близко одиночных точечных источников выбросов, имеющих одинаковые значения высоты, диаметра устья, скорости выхода в атмосферный воздух и температуры ГВС, определяется по формуле (1.40):

$$c_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2} \cdot \sqrt{\frac{N}{V \cdot \Delta T}}, \quad (1.40)$$

где M - суммарная мощность выброса ЗВ из N рассматриваемых источников выброса, г/с; V - определяемый по формуле (1.41) суммарный расход выбрасываемой всеми источниками ГВС, м³/с.

$$V = \sum_{i=1}^n V_i \cdot N_i. \quad (1.41)$$

где N_i – количество рассматриваемых источников выброса каждого типа, г/с; V_i - расход i -го источника ГВС, м³/с.

В остальном схема расчета концентраций ЗВ, обусловленных выбросами от группы близко расположенных одинаковых точечных источников выброса, не отличается от приведенной выше схемы расчета для одиночного источника выброса.

При расчетах концентраций ЗВ на промплощадке и за ее пределами источники выброса могут рассматриваться, как близко расположенные, если максимальное расстояние между ними не превосходит, соответственно, $L_{зв}$ или $0,25 \cdot l_{min}$, где $L_{зв}$ в ряде случаев можно принять равной высоте здания, а l_{min} - минимальное расстояние от центра тяжести точек размещения источников выброса до расчетных точек за пределами промплощадки.

1.7 Метод учета фоновых концентраций загрязняющих веществ при расчетах загрязнения атмосферного воздуха и определение фона расчетным путем

Если при расчетах загрязнения атмосферного воздуха учтены (то есть заданы своими высотами, значениями мощности выброса и другими характеристиками) не все источники выброса ЗВ, то результаты расчета должны быть откорректированы, чтобы обеспечить учет вклада в суммарную концентрацию фоновых, то есть неучтенных, источников. При наличии требуемых данных обо всех источниках выброса, количественный вклад не включенной непосредственно в расчеты части источников выбросов может быть учтен путем проведения сводного расчета загрязнения атмосферного воздуха с совместным использованием информации как о рассматриваемых (уже учитываемых в расчете), так и о фоновых источниках выброса (то есть всех, кроме рассматриваемых, источниках выброса, создающих загрязнение атмосферного воздуха в промышленном районе, городе или другом населенном пункте).

Учет вклада фоновых источников выброса может быть также обеспечен путем добавления значений фоновой концентрации к результатам расчета загрязнения атмосферного воздуха выбросами от учтенных источников. При этом фоновые концентрации должны относиться к тому времени осреднения, которому соответствуют результаты расчета, и могут быть как установлены по

данным инструментальных измерений (наблюдений), так и определены расчетным путем с использованием формул, приведенных в [1]. В частности, при расчетах разовых и среднегодовых концентраций ЗВ соответственно используются фоновые концентрации разовые $c_{фр}$ и среднегодовые $c_{фг}$ рассматриваемых ЗВ, которые соответствуют времени осреднения 20 мин и 1 год. В ряде случаев допускается использование фоновой концентрации, вычисленной не по отдельным ЗВ, а совместно по группе ЗВ комбинированного вредного действия.

Если фоновые концентрации устанавливаются по данным наблюдений для вновь строящихся источника или группы источников выброса (предприятия, объекта группы объектов), то $c_{фр}$, мг/м³, определяется как уровень концентраций, превышаемый в 5 % регулярных наблюдений за разовыми концентрациями ЗВ, а $c_{фг}$, мг/м³, определяется, как среднегодовая концентрация ЗВ, создаваемая всеми источниками выбросов. Фоновые концентрации ЗВ устанавливаются единым значением по городу, или, в случае выявления их существенной изменчивости по территории города, дифференцировано по постам. Фоновые концентрации $c_{фр}$ ЗВ, относящиеся ко времени осреднения 20 мин, устанавливаются дифференцировано по грациям скорости и направления ветра в случаях выявления их существенной изменчивости в зависимости от этих параметров.

При расчетах для действующих и реконструируемых источников выброса используются фоновые концентрации ЗВ $c'_{фр}$ и $c'_{фг}$, представляющие из себя фоновые концентрации $c_{ф}$, из которых исключен вклад рассматриваемых действующих и реконструируемых источника или группы источников. Исключение вклада производится по формулам (1.42) - (1.45):

$$c'_{фр} = c_{фр} \cdot \left(1 - 0,4 \cdot \frac{c}{c_{фр}} \right) \quad \text{при } c \leq 2 \cdot c_{фр}, \quad (1.42)$$

$$c'_{фр} = 0,2 \cdot c_{фр} \quad \text{при } c > 2 \cdot c_{фр}, \quad (1.43)$$

$$c'_{фр} = c_{фр} - c_z \quad \text{при } c_z \leq 0,8 \cdot c_{фг}, \quad (1.44)$$

$$c'_{фг} = 0,2 \cdot c_{фг} \quad \text{при } c_z > 0,8 \cdot c_{фг}, \quad (1.45)$$

где c - максимальная разовая, а c_z - среднегодовая расчетная концентрация ЗВ от рассматриваемых источников выброса, определенная при параметрах выброса, относящихся к периоду времени, по данным наблюдений за который определялась фоновая концентрация ЗВ $c_{ф}$. Концентрация ЗВ c определяется в точке размещения поста, для которого устанавливалась $c_{ф}$.

Значения максимальной разовой фоновой концентрации ЗВ для рассматриваемой территории должны определяться по формуле (1.46):

$$c_{фр} = 0,4 \cdot c, \quad (1.46)$$

где c - максимальная расчетная концентрация ЗВ от всей совокупности включенных в расчет источников выброса.

В зависимости от класса опасности предприятия согласно санитарной классификации устанавливается предварительный размер санитарно-защитной зоны, который затем уточняется акустическим расчетом или расчетом на рассеивание согласно Методики (рис.3). При этом учитывается существующая фоновая концентрация. На основе расчетных данных строится поле концентраций и уточняются границы санитарно-защитной зоны. За границами СЗЗ концентрация каждого из загрязнителей должна быть ниже ПДК.



Рис.3. Размер и границы санитарно-защитной зоны

Выбор высоты дымовой трубы (точечного источника выброса) производится при выполнении следующих условий:

при работе на твердом топливе

$$\frac{C_M^{зола}}{ПДК_{зола}} + \frac{C_M^{SO_2}}{ПДК_{SO_2}} + \frac{C_M^{NOx}}{ПДК_{NOx}} \leq 1 \quad (1.47)$$

при работе на мазуте

$$\frac{C_M^{SO_2}}{ПДК_{SO_2}} + \frac{C_M^{NOx}}{ПДК_{NOx}} + \frac{C_M^{маз.зола}}{ПДК_{маз.зола}} + \frac{C_M^{бензапирен}}{ПДК_{бензапирен}} \leq 1 \quad (1.48)$$

при работе на природном газе

$$\frac{C_M^{NOx}}{ПДК_{NOx}} + \frac{C_M^{бензапирен}}{ПДК_{бензапирен}} \leq 1 \quad (1.49)$$

2 ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИЕВ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА ПРИ РАБОТЕ С НЕФТЕПРОДУКТАМИ

2.1 Критерии качества и нормирования при работе с нефтепродуктами

В связи с утверждением Минздравом РФ величин ориентировочно-безопасных уровней воздействия (ОБУВ) для смесей углеводородов рекомендуется при нормировании выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров для хранения нефтепродуктов, а также от нефтехимического и нефтегазового оборудования использовать следующие критерии качества атмосферного воздуха:

1. Предельные углеводороды.

Низкокипящие:

Смесь предельных углеводородов по фракции $C_1 - C_5$: ОБУВ 50 мг/м³.

Смесь предельных углеводородов по фракции $C_6 - C_{10}$: ОБУВ = 30 мг/м³.

Высококипящие:

Смесь предельных углеводородов по фракции $C_{12} - C_{19}$: ПДК = 1 мг/м³.

2. Непредельные углеводороды.

По амиленам (смесь изомеров) – ПДК = 1,5 мг/м³.

Ароматические углеводороды

По бензолу - ПДК = 1,5 мг/м³.

По толуолу - ПДК = 0,6 мг/м³.

По ксилолам - ПДК = 0,2 мг/м³.

По этилбензолу - ПДК = 0,02 мг/м³.

По стиrolу - ПДК = 0,04 мг/м³.

Сернистые соединения

По сероводороду - ПДК = 0,008 мг/м³

По метилмеркаптану - ПДК = $9 \cdot 10^{-6}$ мг/м³.

Ранее при нормировании выбросов низкокипящих нефтепродуктов применялся менее точный (по суммарному углероду) критерий качества воздуха для бензина нефтяного с малым содержанием серы - ПДК = 5 мг/м³.

Предложенный в ряде литературы пересчет выбросов на группы компонентов и отдельные вещества пропорционально их содержанию в соответствующих низкокипящих нефтепродуктах с учетом известных для них санитарно-гигиенических нормативов позволяет дать более строгую и дифференцированную оценку ожидаемого экологического воздействия. Кроме того, исключается дублирование в расчетах выбросов (в частности, ароматических углеводородов), которое возможно из-за перекрывания температурных пределов перегонки отдельных нефтяных фракций.

Допустим, сравниваются выбросы:

а) бензина нефтяного прямогонного среднего состава, % массовый:

$C_1 - C_5 = 54,80$; $C_6 - C_{10} = 41,91$; бензол = 1,97; толуол = 0,79; ксилол = 0,53;

б) крекинг-бензина состава, % массовый:

$C_1 - C_5 = 32,00$; $C_6 - C_{10} = 42,03$; амилены = 25,00; бензол = 0,58; толуол = 0,27; ксилол = 0,12;

в) бензинов Аи-92 - Аи-95, среднего состава, % массовый:

$C_1 - C_5 = 67,67$; $C_6 - C_{10} = 25,01$; амилены = 2,5; бензол = 2,3; толуол = 2,17; ксилол = 0,29; этилбензол = 0,06.

Предположим, что концентрация паров низкокипящих нефтепродуктов во всех выбросах одинакова и составляет 5 мг/м³. Тогда безразмерная относительная концентрация определится как

$$q = \frac{C_{н.п.}}{ПДК} \quad (2.1)$$

При нормировании (по суммарному углероду с ПДК = 5 мг/м³) данная величина для всех рассматриваемых случаев одинакова и равна единице.

По рекомендуемому подходу (значения ОБУВ и ПДК соответствующих компонентов взяты из нормативной литературы) определим безразмерную относительную концентрацию для данных случаев:

$$\text{а) } q = \frac{5}{100} \left(\frac{54,8}{50} + \frac{41,91}{30} + \frac{1,97}{1,5} + \frac{0,79}{0,6} + \frac{0,53}{0,2} \right) = 0,39$$

$$\text{б) } q = \frac{5}{100} \left(\frac{32,0}{50} + \frac{42,03}{30} + \frac{25,0}{1,5} + \frac{0,58}{1,5} + \frac{0,27}{0,6} + \frac{0,12}{0,2} \right) = 1,01$$

$$\text{в) } q = \frac{5}{100} \left(\frac{67,67}{50} + \frac{25,1}{30} + \frac{2,5}{1,5} + \frac{2,3}{1,5} + \frac{2,17}{0,6} + \frac{0,29}{0,2} + \frac{0,06}{0,02} \right) = 0,67$$

Величины безразмерных концентраций (в отличие от стандартного подхода) отличны от единицы и неравны. Таким образом, данный подход позволяет дифференцированно учитывать качественные и количественные отличия составов выбросов.

2.2 Расчет выбросов паров нефтепродуктов в атмосферу

Валовые выбросы паров (газов) нефтей и бензинов рассчитываются по формулам:

максимальные выбросы (M , г/с)

$$M = P_{38} \cdot m \cdot K_t^{\max} \cdot K_p^{\max} \cdot K_{\epsilon} \cdot V_q^{\max} \cdot 0,163 \cdot 10^{-4} \quad (2.2)$$

годовые выбросы (G , т/год)

$$G = \frac{P_{38} \cdot m \cdot (K_t^{\max} \cdot K_e + K_t^{\min}) \cdot K_p^{cp} \cdot K_{об} \cdot B \cdot 0,294}{10^7 \cdot \rho_{ж}} \quad (2.3)$$

где P_{38} - давление насыщенных паров нефтей и бензинов при температуре 38 °С, мм.рт.ст.; m - молекулярная масса паров жидкости; $K_t^{\min}, K_t^{\max}$ - опытные коэффициенты, принимаются по Приложению 7 [2]; $K_p^{cp}, K_p^{\max}$ - опытные коэффициенты, принимаются по Приложению 8 [2]; $V_q^{\max}$ - максимальный объем паровоздушной смеси, вытесняемой из резервуара во время его заправки, м³/час; K_e - опытный коэффициент, принимается по Приложению 9 [2]; $K_{об}$ - коэффициент оборачиваемости, принимается по Приложению 10 [2]; $\rho_{ж}$ - плотность жидкости, т/м³; B - количество жидкости, закачиваемое в резервуары в течении года, т/год.

Для предприятий, имеющих более 10 групп одноцелевых резервуаров, допускается принимать значения коэффициента K_p^{cp} и при максимальных выбросах.

В случае, если бензины автомобильные закачиваются в группу одноцелевых резервуаров в летний период как бензин «летний», а в зимний период года, как бензин «зимний», то выражение (2.3) примет вид:

$$G = \frac{0,294 \cdot \left[(P_{38} \cdot K_t^{\max} \cdot K_B^{\min} \cdot m)^{лет} + (P_{38} \cdot K_t^{\min} \cdot m)^{зим} \right] \cdot K_p^{cp} \cdot K_{об} \cdot B}{10^7 \cdot \rho_{ж}} \quad (2.4)$$

Выбросы паров нефтей и бензинов по группам углеводородов (предельных и непредельных), бензола, толуола, этилбензола, ксилола и сероводорода рассчитываются по формулам:

максимальные выбросы (M_i , г/с) i -го загрязняющего вещества:

$$M_i = M \cdot C_i \cdot 10^{-2} \quad (2.5)$$

годовые выбросы (G_i , т/год):

$$G_i = G \cdot C_i \cdot 10^{-2} \quad (2.6)$$

где C_i - концентрация i -го загрязняющего вещества, % от массы.

2.3 Расчет максимальных и валовых выбросов паров различных веществ

Выбросы паров жидкости рассчитываются по формулам:

максимальные выбросы (M , г/с)

$$M = \frac{0,445 \cdot P_i \cdot m \cdot K_p^{\max} \cdot K_B \cdot V_q^{\max}}{10^2 \cdot (273 + t_{жс}^{\max})} \quad (2.7)$$

годовые выбросы (G , т/год)

$$G = \frac{0,160 \cdot (P_t^{\max} \cdot K_B + P_t^{\min}) \cdot m \cdot K_p^{cp} \cdot K_{об} \cdot B}{10^4 \cdot \rho_{жс} \cdot (546 + t_{жс}^{\max} + t_{жс}^{\min})} \quad (2.8)$$

где $P_t^{\min}$, $P_t^{\max}$ - давление насыщенных паров жидкости при минимальной и максимальной температуре жидкости соответственно, мм.рт.ст.; m - молекулярная масса паров жидкости; K_p^{cp} , $K_p^{\max}$ - опытные коэффициенты, принимаются по Приложению 8 [2]; K_B - опытный коэффициент, принимается по Приложению 9 [2]; $V_q^{\max}$ - максимальный объем паровоздушной смеси, вытесняемой из резервуаров во время его закачки, м³/час; $\rho_{жс}$ - плотность жидкости, т/м³; $t_{жс}^{\min}$, $t_{жс}^{\max}$ - минимальная и максимальная температура жидкости в резервуаре соответственно, °С; $K_{об}$ - коэффициент оборачиваемости, принимается по Приложению 10 [2]; B - количество жидкости, закачиваемое в резервуар в течение года, т/год.

2.4 Расчет максимальных и валовых выбросов паров многокомпонентных жидких смесей известного состава

Выбросы i -го компонента паров жидкости рассчитываются по формуле максимальные выбросы (M_i , г/с)

$$M_i = \frac{0,445 \cdot P_{ti} \cdot X_i \cdot K_p^{\max} \cdot K_B \cdot V_q^{\max}}{10^2 \cdot \sum (X_i / m_i) \cdot (273 + t_{жс}^{\max})} \quad (2.9)$$

годовые выбросы (G , т/год)

$$G_i = \frac{0,160 \cdot (P_{ti}^{\max} \cdot K_B + P_{ti}^{\min}) \cdot X_i \cdot K_p^{cp} \cdot K_{об} \cdot B \cdot \sum (X_i \cdot \rho_i)}{10^4 \cdot \sum (X_i / m_i) \cdot (546 + t_{жс}^{\max} + t_{жс}^{\min})} \quad (2.10)$$

где $P_{ti}^{\min}$, $P_{ti}^{\max}$ - давление насыщенных паров i -го компонента при минимальной и максимальной температуре жидкости соответственно, мм.рт.ст. X_i - массовая доля вещества; K_p^{cp} , $K_p^{\max}$ - опытные коэффициенты, принимаются

по Приложению 8 [2]; K_B - опытный коэффициент, принимается по Приложению 9 [2]; $K_{об}$ - коэффициент оборачиваемости, принимается по Приложению 10 [2]; $t_{жс}^{min}, t_{жс}^{max}$ - минимальная и максимальная температура жидкости в резервуаре соответственно, °C; V_q^{max} - максимальный объем паровоздушной смеси, вытесняемой из резервуаров во время его заправки, м³/час; B - количество жидкости, закачиваемое в резервуар в течение года, т/год.

Данные по компонентному составу растворителей, лаков, красок и т.д. представлены в Приложении 11[2].

2.5 Расчет выбросов газов из водных растворов

Выбросы i -го компонента газа из водных растворов рассчитываются по формулам:

максимальные выбросы (M_i , г/с)

$$M_i = \frac{0,08 \cdot K_{\Gamma}^{max} \cdot X_i \cdot K_p^{max} \cdot V_q^{max}}{(273 + t_{жс}^{max})} \quad (2.11)$$

годовые выбросы (G_i , т/год)

$$G_i = \frac{0,289 \cdot (K_{\Gamma}^{max} \cdot K_{\Gamma}^{min}) \cdot X_i \cdot K_p^{cp} \cdot V_q^{max} \cdot \tau_1 \cdot \tau_2}{10^3 \cdot (546 + t_{жс}^{max} + t_{жс}^{min})} \quad (2.12)$$

где $K_{\Gamma}^{min}, K_{\Gamma}^{max}$ - константа Генри при минимальной и максимальной температурах соответственно, мм.рт.ст.; X_i - массовая доля вещества; K_p^{cp}, K_p^{max} - опытные коэффициенты, принимаются по Приложению 8 [2]. V_q^{max} - максимальный объем паровоздушной смеси, вытесняемой из резервуара во время его заправки, м³/час; $t_{жс}^{min}, t_{жс}^{max}$ - минимальная и максимальная температура жидкости в резервуаре соответственно, °C; τ_1, τ_2 - время эксплуатации резервуара соответственно сут/год и час/сут.

2.6 Расчет выбросов паров нефтепродуктов (кроме бензинов)

Выбросы паров нефтепродуктов рассчитываются по формуле:
максимальные выбросы (M , г/с)

$$M = C_{20} \cdot K_t^{\max} \cdot K_p^{\max} \cdot V_q^{\max} / 3600 \quad (2.13)$$

годовые выбросы (G , т/год)

$$G = \frac{C_{20} \cdot (K_t^{\max} \cdot K_t^{\min}) \cdot K_p^{cp} \cdot K_{об} \cdot B}{2 \cdot 10^6 \cdot \rho_{жс}} \quad (2.14)$$

где C_{20} - концентрация насыщенных паров нефтепродуктов при температуре 20 °С, г/м³; $K_t^{\min}, K_t^{\max}$ - опытные коэффициенты, при минимальной и максимальной температурах жидкости соответственно, принимаются по Приложению 7 [2]; K_p - опытный коэффициент, принимается по Приложению 8 [2]; $K_{об}$ - опытный коэффициент, принимается по Приложению 10 [2]; B - количество жидкости, закачиваемое в резервуар в течение года, т/год. $V_q^{\max}$ - максимальный объем паровоздушной смеси, вытесняемой из резервуара во время его заправки, м³/час; $\rho_{жс}$ - плотность жидкости, т/м³;

Для предприятий, имеющих более 10 групп одноцелевых резервуаров (керосинов, дизтоплив и т.д.) допускается принимать значения коэффициента K_p^{cp} и при максимальных выбросах.

В случае, если дизельное топливо закачивается в группу одноцелевых резервуаров в летний период как ДТ «летнее», а в зимний период года как ДТ «зимнее», то:

$$G = \frac{(C_{20}^{\text{л}} \cdot K_t^{\max} + C_{20}^{\text{з}} \cdot K_t^{\min}) \cdot K_p^{cp} \cdot K_{об} \cdot B}{2 \cdot 10^6 \cdot \rho_{жс}} \quad (2.15)$$

где $C_{20}^{\text{л}}, C_{20}^{\text{з}}$ - концентрация насыщенных паров летнего и зимнего вида дизельного топлива соответственно, г/м³.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методы расчётов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе (МРР-2017): утв. 06.06.2017. - М.: Минприроды России. - 109 с.
2. Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров (с дополнениями НИИ Атмосфера). – М.: Библиотека Интеграл. 1999. - 63 с.
3. Ветошкин, А.Г. Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи [Электронный ресурс] / Ветошкин А. Г., - 1-е изд. : Лань, 2014. - 512 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45924
4. Ефремов, И.В. Сборник задач, практических заданий по курсу системы защиты среды обитания : учебное пособие / И. В. Ефремов, Е. Л. Горшенина. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. - 116 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/61404.html>
5. Системы защиты среды обитания : учебное пособие (практикум) / составители Е.В. Соколова. - Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. - 136 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/92595.html>
6. Стурман, В.И. Оценка воздействия на окружающую среду [Электронный ресурс] / Стурман В. И., - 1-е изд.: Лань, 2015. - 352 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67472

МОНИТОРИНГ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к проведению практических занятий, самостоятельной работы
и курсового проектирования по дисциплинам
«Охрана окружающей среды от вредных выбросов»,
«Технические средства и методы защиты окружающей среды»,
«Технология безопасности», «Технологии безопасности»
для студентов направлений подготовки 08.04.01 «Строительство»,
13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
всех форм обучения

Составители:

Сотникова Ольга Анатольевна
Петрикеева Наталья Александровна
Гасанов Зугум Сагидович

В авторской редакции

Подписано к изданию 14.06.2022.

Уч.-изд. л. 1,5.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»
394006, г. Воронеж, ул. 20 лет Октября, 84