

## Об утверждении отдельных методических документов в области охраны окружающей среды

Приказ Министра окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан от 12 июня 2014 года № 221-Ө. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 15 июля 2014 года № 9585.

В соответствии с подпунктом 28) статьи 17 Экологического Кодекса Республики Казахстан от 9 января 2007 года **ПРИКАЗЫВАЮ:**

1. Утвердить следующие методические документы в области охраны окружающей среды:

1) Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на объектах транспорта и хранения газа согласно приложению 1 к настоящему приказу;

2) Методика расчета валовых выбросов вредных веществ в атмосферу для предприятий нефтепереработки и нефтехимии согласно приложению 2 к настоящему приказу;

3) Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для тепловых электростанций и котельных согласно приложению 3 к настоящему приказу;

4) Методика определения валовых выбросов вредных веществ в атмосферу основным технологическим оборудованием предприятий машиностроения согласно приложению 4 к настоящему приказу;

5) Методика расчета выбросов вредных веществ в атмосферу при работе с пластмассовыми материалами согласно приложению 5 к настоящему приказу;

6) Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от предприятий цементного производства согласно приложению 6 к настоящему приказу;

7) Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от объектов 4 категории согласно приложению 7 к настоящему приказу;

8) Методика расчета нормативов выбросов от неорганизованных источников согласно приложению 8 к настоящему приказу;

10) Методика расчета нормативов размещения золошлаковых отходов для котельных различной мощности, работающих на твердом топливе согласно приложению 10 к настоящему приказу;

11) Методика по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых отходов согласно приложению 11 к настоящему приказу;

12) Методика расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе от выбросов предприятий согласно приложению 12 к настоящему приказу;

13) Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при некоторых технологических процессах в металлургическом производстве согласно приложению 13 к настоящему приказу.

2. Комитету экологического регулирования и контроля Министерства окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан обеспечить государственную регистрацию настоящего приказа в Министерстве юстиции Республики Казахстан и официальное опубликование в установленном законодательством порядке.

3. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на вице-министра окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан Т. Ахсамбиева.

4. Настоящий приказ вводится в действие по истечении десяти календарных дней со дня его первого официального опубликования.

Министр

Н. Каппаров

## **Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на объектах транспорта и хранения газа**

### **1. Общие положения**

1. Настоящая Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на объектах транспорта и хранения газа разработана с целью установления единых подходов к нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для объектов газотранспортной системы магистральных газопроводов: подземных хранилищ газа (ПХГ), компрессорных станций (КС), газораспределительных станций (ГРС), - на основе унифицированных методов определения параметров газовых потоков и концентраций вредных веществ в выбросах.

2. Положения настоящей Методики позволяют применять единые методологические подходы в определении норм предельно допустимых выбросов (ПДВ) для действующих и вновь проектируемых объектов транспортировки, хранения и распределения газа потребителям.

### **2. Характеристика объектов транспорта и хранения газа**

3. Характеристика ПХГ. ПХГ предназначены для хранения газа в пласте (период откачки газа) и подачи его из пласта потребителям (период отбора газа). Эксплуатация

технологических установок ПХГ зависит от сезона потребления газа, и имеет циклический характер.

4. Производительность ПХГ зависит от активного объема газа хранилища. Условно различают три группы хранилищ: 1-ая - малой производительности до 1 млрд. м<sup>3</sup> газа; 2-ая - средней производительности - 1 - 3 млрд. м<sup>3</sup> газа, 3-я - большой производительности - более 3 млрд. м<sup>3</sup> газа.

5. Газохранилище состоит из следующих основных гидравлических связанных элементов: пласта, равнины соединительных газопроводов, аппаратов используемых при очистке и охлаждении, КС и ГРС (пункта редуцированных газов.)

6. Характеристика КС. КС предназначены для перекачки газа по магистральным газопроводам. Эксплуатация технологических установок КС зависит от режима работы линейной части, а состав и количество вредных веществ, поступающих в атмосферу зависит от тепла и числа работающих газоперекачивающих агрегатов (ГПА).

7. Производительность КС зависит от установочной суммарной мощности ГПА. Условно различают три группы КС: 1 - малой производительности с суммарной установленной мощностью до 100 мВт; 2 - средней производительности - 100-200 мВт; 3 - большой производительности - более 200 мВт.

8. КС состоит из следующих технологически связанных основных объектов: линейной части газопровода, установки осушки по охлаждению газа, компрессорного цеха и пункта редуцирования газа.

9. Котельная, участок водоснабжения, масляное хозяйство, воздушные компрессоры, контрольно-измерительные приборы, связь, электроснабжение, канализация относятся к вспомогательным газотранспортным объектам отрасли.

10. Вредными веществами на КС являются газ и продукты его сгорания. Выделение газа обусловлено эпизодическими технологическими операциями, предусмотренными регламентом (продувка аппаратов, шлейфов, газопроводов, скважин и т.д.), и разгерметизацией оборудования.

Выделение продуктов сгорания обусловлено работой ГПА, турбомоторгенераторов, котлоагрегатов, огненных испарителей и работой факельного хозяйства. Выделение газа и продуктов сгорания поступает в атмосферу через организованные источники выброса.

11. Источниками выбросов газа на КС и ГРС являются продувочные свечи аппаратов (пылеуловителя, фильтроаппараты, контакторы), свечи пуска и разгрузки ГПА, свечи дегазации, вентиляционные шахты и т.д.

Источниками выбросов продуктов сгорания газа являются выхлопные трубы ГПА, турбомоторгенераторов, дымовые трубы котлоагрегатов, огневых испарителей и т.д.

12. Статьи затрат газа на технологические операции, связанные с выделением газа в атмосферу на ПХГ и КС приведены в таблице 1 и 2 согласно приложению 1 к настоящей Методике.

Нормативы затрат газа на технологические операции при создании и эксплуатации ПХГ составляют 1,0 - 1,2 в период вывода хранилища на режим и 0,6-0,7 в период эксплуатации (в % от объема транспортируемого газа).

В настоящее время на ряде КС и ПХГ внедрены малорасходные или безрасходные схемы продувки аппаратов, а большинство скважин испытывается без выбросов в атмосферу.

13. Постоянные выбросы газа, газа в атмосферу на ПХГ и КС нет. Они носят эпизодический характер (таблица 2 согласно приложению 1 к настоящей Методике). Продолжительность работы ГПА определяется режимом эксплуатации КС. В таблице 3 согласно приложению 1 к настоящей Методике приведены усредненные показатели надежности работы каждого типа ГПА.

14. Основными загрязнителями воздушного бассейна при эксплуатации ПХГ и КС являются углеводороды, окислы азота, окись углерода, и, если природный газ содержит соединения серы, то меркаптаны, сероводород и сернистый ангидрид.

### **3. Расчет выбросов вредных веществ в период эксплуатации ПХГ и КС**

15. Основными операциями, связанными с выбросами природного газа в атмосферу, являются продувка и стравливание газа из аппаратов, а также, связанными с выбросами дымовых газов в атмосферу, сжигание газа в камерах сгорания ГПА, топках котлоагрегатов, огневых испарителей и на факелах.

16. Расчет выбросов природного газа при продувке сепарирующих установок.

17. При продувке жидкости из сепарирующих установок газ поступает из аппарата в дренажную линию определенной длины

$l$ ,  
, диаметром  $d$ , с гидравлическим сопровождением

$\lambda$   
и через накопительную емкость конденсата направляется на свечу.

Весовой расход газа при длине дренажной линии

$G$   
- 100 м и различных диаметрах может быть рассчитан по упрощенным формулам, представленным в таблице 4 согласно приложению 1 к настоящей Методике, выведенных из формулы (таблица 11), согласно приложению 1 к настоящей Методике.

18. Индивидуальные исходные нормы расхода газа на одну продувку пылеуловителя и конденсатосборника ( $N^0_{пк}$ ) представлены в таблице 5 согласно приложению 1 к настоящей Методике, в которой нормы определяются по формуле (таблица 12, согласно приложению 1 к настоящей Методике) при следующих условиях:

время закрытия крана  $t = 10$  с, давление газа в пылеуловителе (конденсатосборнике)  $P_a = 5,4$  МПа, температура газа  $T_a = 293$  К, объем удаленного стабильного конденсата

$$V_{к\text{ст}} \\ = 1\text{м}^3$$

19. Расчет объема выброса при стравливании газа из метанольниц, шлейфов и соединительных газопроводов на свечу ( $\text{м}^3$ ) осуществляют по формуле:

$$V_{\text{выб}} = V_k \frac{P_a(t_0 + 273)}{P_0(t_n + 273) * Z}$$

(3.1.)

где  $V_k$  - герметический объем метанольниц, шлейфов и соединительных газопроводов ( $\text{м}^3$ ), длиной

$\ell$  (м) с сечением  $\Pi R^2$  ( $\text{м}^2$ ), в которой находится газ при давлении  $P_a$  и температуре  $t_a$  и равен  $S = \Pi D^2/4$ ;

$P_0, t_0$  - атмосферное давление (МПа) и температура газа при  $0^\circ\text{C}$ ;

$P_0, t_0$  - давление (МПа) и температура ( $0^\circ\text{C}$ ) в соответствующем оборудовании или сооружении.

$D$  - диаметр оборудования, м ;

$Z$  - коэффициент сжимаемости газа (рисунок 1, согласно приложению 2 к настоящей Методике). Время стравливания газа из участка соединительного газопровода через свечу определяют по графику на рисунок 2, согласно приложению 2 к настоящей Методике.

На графике приняты следующие обозначения:

$D_{\text{вн}}$  - внутренний диаметр соединительного газопровода (м);  $d_{\text{вн}}$  - внутренний диаметр продувочной свечи (м);

$t$  - отношение рабочего сечения крана на продувочной свече к сечению продувочной свечи;

$\ell$  - длина участка газопровода (м);

$p$  - давление в газопроводе (атм);

$t$  - время опорожнения участка газопровода (мин.).

При других значениях  $t$ , отличных от приведенных на графике, пересчет времени стравливания участка газопровода (мин.) осуществляют по формуле

$$t'' = t *$$

$$\frac{0.4}{m}$$

(3.2.)

где  $t$  - время опорожнения участка газопровода при  $m=0,4$ .

Графический расчет объема выброса газа в атмосферу из участков газопровода различной длины приведен, на рисунок 3, согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Индивидуальные исходные нормы расхода газа на продувку 1 км газопровода диаметром  $d_r$ - (через свечи) представлены в таблице 6 согласно приложению 1 к настоящей Методике, в которой использована формула (таблица 13) согласно приложению 1 к настоящей Методике при следующих условиях: снижение давления газа с 5,5 МПа до 1,0 МПа, средняя температура  $T_{cp} = 293$  К.

20. Определение объема газа, выбрасываемого в атмосферу при продувке скважин.

При продувке скважин объем стравливаемого газа  $V_1$  ( $m^3/сут$ ) определяется по способу бокового статистического давления:

$$V_1 = 396 * D^2$$

$$\frac{p * t}{\sqrt{\rho_r * T}}$$

(3.3)

где  $D$  - диаметр свечи через которую проходит продувка скважин, м

$p$  - давление газа перед пропускным отверстием свечи,  $кг/см^2$  (при продувке скважин  $P$  измеряется на головке скважины);

$\rho_r$

- относительная плотность газа,  $кг/м^3$ ;

$t$  - температура газа, 293 К ;

$E$  - время продувки скважины, сутки (в среднем 15 мин).

21. Расчет объема газа, выбрасываемого в атмосферу при остановке и раскрутке компрессора.

Количество газа, стравливаемое при остановке и разгрузке одного компрессора ( $m^2$ ), определяют по формуле / 4 /:

$$V_{сст} = \frac{V_k * P_a * T_o}{P_o * Z * T_a}$$

(3.4.)

где  $V_k$ - геометрический объем компрессорной части с коллекторами на приеме и выходе КС,  $м^3$ ;

$P_a$ ,  $T_a$  - давление и температура газа перед стравливанием, МПа, К ;

Z - коэффициент сжимаемости газа при рабочих условиях, определяемый на рисунок 1, согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Объем газа, стравливаемый в атмосферу при разгрузке компрессора в единицу времени ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), определяют по формуле:

$$V_1 = \frac{V_{\text{сст}}}{t} \quad (3.5.)$$

Весовое количество газа, стравливаемое в атмосферу при разгрузке компрессора в единицу времени ( $\text{кг}/\text{с}$ ), определяют по формуле:

$$G_1 = V_1 * \rho_{\text{г}} \quad (3.6.)$$

где  $\rho_{\text{г}}$

- плотность газа,  $\text{кг}/\text{м}^3$

22. Оценка годовых потерь газа в атмосферу ( $\text{м}^3$ ) при испытании скважин на ПХГ, вышедших из капитального ремонта или бурения, производят по формуле:

$$V = \sum_{i=1}^n V_{1\text{ср}} \quad (3.7)$$

где  $V_{1\text{ср}j}$  - средний объем выброса при испытании i-той скважины за год,  $\text{м}^3$ ,  $j=1,2,3... N$ ;

N - количество испытанных скважин в год;

$V_{1\text{ср}}$  - средний объем газа, теряемый на ПХГ при испытании одной скважины в год,  $\text{м}^3$ .

$V_1$  - объем газа, вытравливаемый в атмосферу при продувке одной скважины,  $\text{м}^3/\text{сутки}$ , определяют по формуле (таблица 14) согласно приложению 1 к настоящей Методике или по суточному дебиту скважины.

23. Расчет объемов сгорания природного газа и количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу через выхлопные трубы ГПА.

24. Объем выхлопных газов ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) определяют по формуле:

$$V_1 = d_1 * K * B \quad (3.8)$$

где B - расход топливного газа,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

K - стехиометрический коэффициент, равный 10;

$d_1$  - коэффициент разбавления воздуха (для газоморных компрессоров  $d_1 = 2-3$ , для газотурбинных  $d_1 = 3-9$ ).

25. Количество вредных веществ, выделяющихся при эксплуатации ГПА, зависит от их типа и технического состояния. Для турбинных ГПА количество окислов азота в выхлопных газах не должно превышать  $220 \text{ мг/м}^3$  при условиях выхлопа в условной концентрации

кислорода - 15%. В разделе 2 приведены данные по техническим характеристикам и удельным выбросам вредных веществ для некоторых типов ГПА, принятые по экспериментальным их значениям и данным заводов-изготовителей (таблица 13), согласно приложению 1 к настоящей Методике.

Количество вредных веществ в выхлопных газах ГПА определяют по формуле:

$$M_i = m_i \cdot V_i \quad (3.9.)$$

где  $m_i$  - удельный выброс  $i$ -го вещества ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$  и др.)  $\text{г/м}^3$ ;

$V_i$  - объем выхлопных газов,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

Величину выбросов двуокиси азота ( $\text{NO}_2$ ) принимают в количестве 0,05-0,2 от количества выбросов  $\text{NO}_x$ .

26. При отсутствии данных анализа состава выхлопных газов значения удельных выбросов вредных веществ берется по их максимальным величинам, равным для окиси углерода - 250 мг, для окислов азота - 320 мг на  $\text{м}^3$  продукта сгорания.

27. Определение количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу при продувке скважин со сжиганием на факеле.

28. Объем дымовых газов  $V_1$ , величину которого рассчитывают по уравнениям процесса сгорания ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ), определяют по формуле:

$$V_1 = 7.84 \cdot B \cdot d \cdot \text{Э} \quad (3.10)$$

где  $d$  - коэффициент избытка воздуха;

$B$  - расход газа на сжигание,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$\text{Э}$  - калорийный эквивалент топлива, (таблица 14) согласно приложению 1 к настоящей Методике.

При сжигании природного газа на факеле объем дымовых газов определяют из расчета десятикратного разбавления природного газа, подаваемого на свечу.

29. При отсутствии данных о составе дымовых газов, количество вредных веществ выбрасывают в атмосферу при сжигании газа на факеле ( $\text{кг/ч}$ ) определяют по формуле:

$$V_i = K_i \cdot B \quad (3.11)$$

где  $B$  - расход газа на факеле,  $\text{кг/ч}$ ;

$K_i$  - опытный коэффициент  $i$ -того вещества, равный;

с подачей пара  $K_{CO} = 2 \cdot 10^{-2}$ ,  $K_{CH_4} = 5 \cdot 10^{-4}$ ,  $K_{NO_2} = 3 \cdot 10^{-3}$

без подачи пара  $K_{CO} = 0,057$ ,  $K_{CH_4} = 0,015$ ,  $K_{NO_2} = 0,001$ .

Выброс сернистого ангидрида (кг/ч) определяют по содержанию серосодержащих ( $H_2S$ ,  $RSH$ , % вес) в сжигаемом газе по формуле:

$$N_{SO_2} = 1.88 \cdot C_{H_2S(RSH)} \cdot B \cdot 10^{-2}$$

(3.12)

где  $C_{H_2S,RSH}$  - концентрация соединений серы в газе, поступающем на сжигание, % вес.

30. Определение продуктов сгорания и количества выбросов вредных веществ в атмосферу при сжигании природного газа в топках котлов и огневых испарителей.

31. Расход дымовых газов  $V$ , при сжигании природного сгорания газа в топках котлов и огневых испарителей ( $m^3/ч$ ) определяют по формуле /11,12/

$$V = B \cdot V_1 \quad (3.13)$$

где  $B$  - расход природного газа,  $m^3/ч$ ;

$V_1$  - суммарный объем влажных продуктов полного сгорания при сжигании  $m^3$  природного газа равный:

$$V_1 = V_e + V_b (d-1) \quad (3.14)$$

$V_e, V_b$  - соответственно теоретический объем продуктов сгорания и теоретически необходимый объем воздуха на горение,  $m^3/m^3$  (таблица 14), согласно приложению 1 к настоящей Методике;

$d$  - коэффициент избытка воздуха в дымовых газах равный:

$$d =$$

$$\frac{21}{21 - O_2}$$

; где  $O_2$  - содержание кислорода в дымовых газах, %.

32. Расчет выбросов окиси углерода.

Количество окиси углерода (т/год), выбрасываемое в атмосферу с дымовыми газами котлоагрегата вычисляют по формуле:

$$G_{CO} = 0.001 \cdot B \cdot Q_p^* \cdot Y_{CO}$$

(3.15.)

где  $B$  - расход топлива (твердого, жидкого или газообразного) т/год или  $m^3/год$ ;

$Q_p^H$

- среднегодовая низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг или МДж/м<sup>3</sup>, если известна теплота сгорания топлива в ккал/кг (ккал/м<sup>3</sup>), то для подстановки в формулу 3.15 ее следует умножить на 0,00419;

$У_{co}$  - параметр, зависимый от вида топлива, конструкции топочного устройства и характеризующий количество окиси углерода, образующегося на 1 ГДж тепла, выделяемого при горении топлива, кг/ГДж; его значение принимается по данным таблице 8 согласно приложению 1 к настоящей Методике.

Если коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания за топкой, по данным газового анализа, больше чем его нормативное значение, указанное в таблице 8 согласно приложению 1 к настоящей Методике, то

$G_{\omega}$

принимается равным нулю, при значении меньше, чем нормативное, результат расчета по формуле 3.15 следует умножить на отношение нормативного значения коэффициента избытка воздуха к фактическому.

Если имеются результаты непосредственного определения содержания окиси углерода в дымовых газах, то значение  $У_{co}$  (кг/ГДж) подсчитывают по формуле:

$$У_{co} = 12,5 * d_{\text{ух}} * C_{co} *$$

$\Psi$

\*

$v$

(3.16)

где  $C_{co}$  - содержание оксида углерода в дымовых газах, % об;

$d_{\text{ух}}$  - коэффициент избытка воздуха за котлоагрегатом по данным газового анализа;

$v$

- объем продуктов сгорания на 1 МДж тепла, введенного в топку с топливом, м<sup>3</sup>/МДж;

$\Psi$

- поправочный коэффициент, зависящий от вида топлива и избытка воздуха.

Для природного газа

$v$

= 0,30;

$\Psi$

= 0,88 при  $d_{\text{ух}} = 1,8$  и

$\Psi$

= 0,9 при  $d_{\text{ух}} = 2,0- 2,2$ .

Количество оксидов углерода (т/год), выбрасываемое в атмосферу с дымовыми газами котла, подсчитывают также по формуле:

$$G_{CO} = 0,001 * C_{CO} * B \quad (3.17)$$

где  $C_{CO}$  - выход окиси углерода при сжигании газообразного топлива, кг/тыс.м<sup>3</sup>, определяемый по формуле:

$$C_{CO} = q_3 * R$$

$$Q_p^H \quad (3.18)$$

где  $q_3$  - потери тепла от химической неполноты сгорания топлива, %;

$R$  - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленной содержанием в продуктах неполного сгорания CO, для газа = 0,5;

$$Q_p^H$$

- теплота сгорания натурального топлива, кДж/м<sup>3</sup>.

При сжигании газа с нормативным коэффициентом избытка воздуха ( $L$ ) следует принимать  $q_3 = 0,25\%$  (согласно результатам обработки литературных данных по удельным выбросам и концентрации CO). При  $L$  значительно больше, чем нормативные, следует принимать  $q_3 = 0$ .

### 3.3. Расчет выбросов окислов азота.

Количество окислов азота в пересчете на NO<sub>2</sub> (т/год), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котлоагрегатов, подсчитывают по формуле:

$$G_{NO_2} = 0,001 * B * Q_p^H * Y_{NO_2}$$

$$(3.19)$$

где  $B$  - расход натурального топлива, т/год или тыс.м<sup>3</sup>/год;

$$Q_p^H$$

- среднегодовая низшая теплота сгорания израсходованного топлива, МДж/кг;

$Y_{NO_2}$  - параметр, зависящий от вида топлива, конструкция топочного устройства, мощности и нагрузке котлоагрегата и характеризующий количество окислов азота, образующих количество окислов азота, образующих на 1 ГДж тепла, выделяемого при горении топлива, кг/ГДж.

Величину  $Y_{NO_2}$  для природного газа вычисляют по формулам:

$$Y_{NO_2} = 0,061 + 0,014 \lg N; \quad (3.19)$$

$$Y_{NO_2} = 0,061 + 0,014 \lg 600D; \quad (3.20)$$

где N - теплопроизводительность при номинальном режиме, кВт;

D - паропроизводительность при номинальном режиме, т/ч.

Удельный выброс при нагрузке агрегата, отличающийся от номинальной, равен:

$$Y_{NO_2} = Y_{NO_2}^{ном} * N^{0.25}$$

$$\text{где } N = N_{факт} / N_{ном} \text{ или } D_{факт} / D_{ном} \quad (3.21)$$

Для практических целей построены графики зависимости  $Y_{NO_2}$  от теплопроизводительности и паропроизводительности. (рисунок 4), согласно приложению 3 к настоящей Методике.

Если имеются данные непосредственного определения концентрации окислов азота в дымовых газах, то  $Y_{NO_2}$  (кг/ГДж) вычисляют по формуле:

$$Y_{NO_2} = 20,5 * \psi * C_{NO_2} *$$

$\psi$

\*

$v$

(3.22)

#### 34. Расчет валовых выбросов газа при технологических операциях

Валовые выбросы вредных веществ, связанные с продувками, стравливанием газа из аппаратов и со сжиганием (т/год), определяют по формуле /16/:

$$G_i = \sum_1^n M_i * \tau_i * K_i * n_i * 10^{-6}$$

где  $M_i$  - количество выбросов  $i$  - того вещества при технологических операциях, связанных с поступлением вредных ингредиентов в атмосферу, г/с;

$\tau_i$

- продолжительность технологической операции, с;

$K_i$  - количество операций за год;

$n_i$  - число аппаратов, на которых осуществляется операция с выбросами в атмосферу за год.

#### 4. Определение предельно допустимых и фактических выбросов на ПХГ и КС

35. Предельно допустимый выброс вредного вещества рассчитывают для холодных (продувочная свеча, свеча дегазации) и нагретых (дымовая труба, факел), источников выбросов.

36. Расчет ПДВ для выбросов нагретой газовой смеси.

Предельно допустимый нагретый выброс вредного вещества в атмосферу (г/с) определяют по формуле:

$$ПДВ = \frac{ПДК * H^2 * \sqrt[3]{V_1 * \Delta T}}{A * F * m * n * \eta}$$

(4.1.)

где ПДК - предельно допустимая концентрация вредного вещества в приземном слое атмосферы населенных пунктов, мг/м<sup>3</sup>;

H - высота источника выброса над уровнем земли, м;

V<sub>1</sub> - объем газовой смеси и окружающего воздуха, град.;

$\Delta T$

- разность температур газовой смеси и окружающего воздуха, град.;

A - коэффициент стратификации, (C<sup>2</sup>/3.мг.град<sup>1</sup>/3 г.);

F - безразмерный коэффициент, учитывающий соединение вредных веществ в атмосфере воздуха;

m, n - безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выбросов;

$\eta$

- безразмерный коэффициент, учитывающий рельеф местности.

37. Величину

$\Delta T$

(°C) следует определять, принимая температуру окружающего атмосферного воздуха T<sub>а</sub>, по средней температуре наружного воздуха в 13 ч. наиболее жаркого месяца года, а температуру выбрасываемой в атмосферу газовой смеси T<sub>г</sub> - по действующей для данного производства нормативу.

38. Коэффициент A принимается для неблагоприятных метеорологических условий, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе от источника выброса достигает максимального значения для Казахстана-200.

39. Величина F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе. Его значения принимаются:

для газообразных вредных веществ (сернистого газа, углерода, природного газа, меркаптанов, сероводорода, окислов азота и т.д.) и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т.п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) - 1;

для пыли и золы (кроме указанных в "а"), если средний эксплуатационный коэффициент очистки равен: не менее 90% - 2; от 75 до 90% - 2,5; менее 75% - 3.

40. Объем газовой смеси (м<sup>3</sup>/с) определяют по формуле:

$$V = \pi D^2 * w / 4, (4.2.)$$

где D - диаметр устья источника выброса, м;

w - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, м/с.

Формулой 4.2 можно пользоваться для определения скорости выхода газовой смеси (w) из устья источника выброса только при докритическом истечении.

При критическом истечении газовой смеси из источников выбросов скорость (м/с) определяют по формуле:

$$W = 91.5 \sqrt{i_1 - i_2}$$

(4.3.)

где  $i_1$  - энтальпия газовой смеси при выходе из свечи, кДж/кг, ( $P_0 * T_0$ );

$i_2$  - энтальпия газовой смеси в рабочих условиях, кДж/кг ( $P_p, T_0$ ).

Значение  $i_1, i_2$  для рабочих условий истечения газа приведены в таблице 14, согласно приложению 1 к настоящей Методике.

Объем газовой смеси при критических скоростях выброса ( $m^3/c$ ) определяют по формуле:

$$V_1 = F * w (4.4.)$$

где F - площадь поперечного сечения устья свечи,  $m^2$ , равный

$$\pi D^2 / 4.$$

Весовой расход газовой смеси (кг/с) определяют по формуле:

$$G = V_1 * \rho$$

(4.5.)

где

$\rho$

- плотность газа,  $kg/m^3$  (при P раб, T раб).

Методы определения объема газовой смеси  $V_1$ , в случае невозможности измерения скорости w для различных источников выбросов приведены в разделе 3

41. Значения безразмерного коэффициента m определяют по формуле:

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1\sqrt{f} + 0.34\sqrt[3]{f}}$$

(4.6.)

где f - параметр, определяемый ( $m/c^2$  град) по формуле:

$$f = 10^3 * \frac{w^2 * D}{R^2 * T}$$

(4.7.)

42. Значения безразмерного коэффициента n определяют при следующих значениях :

при

0

$$m \leq 0,3 \quad n = 3 \quad (4.8.)$$

при  $0,3 <$

0

$$m < 2 \quad n = 3 -$$

$$\frac{\sqrt{(0,3 - m)(4,36 - m)}}{m}$$

(4.9.)

при

0

$$m > 2 \quad n = 1 \quad (4.10.)$$

При этом

0

m (м/с) рассчитывают по формуле:

$$m = 0,65 \sqrt{\frac{V1 * \Delta T}{H}}$$

(4.11)

43. Величину безразмерного коэффициента n принимают равной 1, если в радиусе 50 высот труб от источника перепад отметок местности не превышает 50 м на 1 км.

44. Расчет предельно допустимого холодного выброса.

45. Величину ПДВ вредных веществ (г/с) для случая холодного выброса (продувка или стравливание газа через свечу) определяют по формуле:

$$ПДВ = \frac{8 ПДК * H^3 \sqrt{H} * V1}{A * F * n * D * \eta}$$

(4.12)

Объем газовой смеси V1 определяют по формулам, приведенным в разделе 3.

46. Коэффициент А в формуле (4.12) имеет размерность м<sup>3</sup> мг/г. Зависимость его значений от расположения источника на территории страны такая же, как и в случае нагретых выбросов.

47. Безразмерный коэффициент n определяют по формулам (4.5 и 4.7) в зависимости от величины параметра

0

м, вычисляемого (м/с) по формуле:

$$v = \frac{\varphi_0 * D}{H}$$

(4.13.)

48. Расчет фактических выбросов вредных веществ.

Выбросы газа в атмосферу на ПХГ и КС зависят от количества продувок, частота которых определяется качеством газа, поступающего на установку очистки и осушки газа, режимом месторождения, из которого газ направляется в хранилище, а также техническим состоянием эксплуатируемого технологического оборудования.

49. Продувки или стравливание газа из оборудования при технологических операциях, обусловленных, регламентом, осуществляются от одного раза в год до нескольких раз в сутки.

Поступление вредных веществ ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ) в атмосферу имеет место при эксплуатации ГПА, котлоагрегатов, огневых испарителей и зависит от продолжительности их работы.

50. На основании детального анализа эксплуатации технологических объектов и операций, связанных с выделением вредных выбросов в атмосферу в периоды эксплуатации КС и хранилищ, установлены источники выбросов вредных веществ, их объемы, качественный и количественный составы выбросов. В таблице 10 согласно приложению 1 к настоящей Методике приведены данные по фактическим выбросам вредных веществ, полученные экспериментальным и расчетным путем на основе обследования состояния воздушного бассейна от источников выбросов технологических объектов.

51. Выбросы газа зависят от качества поступающего газа и активного объема хранилища, а выбросы продуктов сгорания природного газа ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ) - от номинального расхода топливного газа.

52. Расчет годовых выбросов ПХГ и КС, относящихся к группам 1-3, приводится в пункте 60.

Нормы выбросов устанавливаются на газ, поступающий в атмосферу из свечей сборного пункта и КС и на вредные вещества ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ) выделяющиеся в атмосферу при работе ГПА.

Выбросы вредных веществ от котлоагрегатов и огневых испарителей по сравнению с выбросами от КС незначительны и составляют в среднем до 2% от общих выбросов КС.

53. В период эксплуатации ПХГ норма выбросов газа составляет 0,6-0,7% от объема транспортируемого газа.

Годовые выбросы действующих и проектируемых в отрасли ПХГ (т/год), будут рассчитываться в соответствии с нормативами затрат газа по формуле:

$$Gr = K * \rho_r * V_r * 10^{-5}$$

(4.14)

где Gr - годовой выброс газа в атмосферу, т/год;

K - норма затрат газа в период эксплуатации ПХГ, K = 0,6-0,7;

$\rho_r$

- плотность газа, кг/м<sup>3</sup>;

$V_r$  - объем транспортируемого газа в год, млрд. м<sup>3</sup>.

Формула (4.14) используется для расчета ожидаемых суммарных годовых выбросов газа для эксплуатируемых и вновь проектируемых ПХГ.

54. Годовой выброс вредных веществ ( $NO_x$ , CO,  $SO_2$ ) от ГПА, эксплуатируемых в компрессорных цехах действующих и проектируемых объектов рассчитывают в соответствии с данными по удельным выбросам, приведенным в таблице 7 согласно приложению 1 к настоящей Методике, с учетом проектных данных, типов, количества ГПА и продолжительности их эксплуатации.

На основании результатов по выбросам вредных веществ, приведенным в таблицах 7, 10 и 14 согласно приложению 1 к настоящей Методике была получена функциональная, связывающая мощность выбросов вредных веществ и номинальный расход топливного газа ( $V_{r.g}$ ).

Предполагалось, что коэффициент избытка воздуха (L) равен 3-9, а содержание кислорода в выхлопных газах составляет 15-19% объемных.

Фактические выбросы окислов азота и окиси углерода от ГПА рассчитываются по формуле, полученной на основе исследования зависимости количества выбросов вредных веществ (г/с) от расхода топливного газа (м<sup>3</sup>/ч).

$$M_i = K_i * V_t * r \quad (4.15)$$

Расчетным путем установлено, что для газотурбинных агрегатов:

$$K_{NO_x} = 2,83 * 10^{-3} \quad K_{CO} = 3,12 * 10^{-3}$$

$$\text{для газомоторокомпрессоров } K_{NO_x} = 8,2 * 10^{-3} \quad K_{CO} = 2,9 * 10^{-3}$$

55. Нормативы выбросов окислов азота для энергетических установок малой мощности, эксплуатируемых на ПХГ и КС, рассчитывают в соответствии с данными по

удельным выбросам и теплотехническим характеристикам и приведены в таблице 10 согласно приложению 1 к настоящей Методике.

Определение нормативов выбросов  $\text{NO}_x$  для котельных и установок регенерации ДЭГ проводится на основе мощности выброса и его годового валового значения для одного агрегата, с учетом количества агрегатов и времени их эксплуатации.

56. Сравнение результатов расчета предельно допустимых и фактических выбросов. Результаты расчетов проектов норм ПДВ и фактических выбросов приведены в таблице 10 согласно приложению 1 к настоящей Методике.

Для сравнения результатов расчета были выбраны ПХГ и КС относящиеся к группам 1-3.

## 5. Расчет годовых выбросов

57. Годовые выбросы КС и ПХГ, относящиеся ко всем трем группам, в том числе для ГРС 3-ей группы, рассчитываются (т/год) по следующим формулам:

для выбросов газа ПХГ  $G_r = K \cdot$

$$\rho_r \cdot V_r \cdot 10^{-5} \quad (5.1)$$

где  $K$  - коэффициент затрат газа на технологические операции для ПХГ ( $K=0,6-0,7$ );

$\rho_r$

- плотность газа,  $\text{кг/м}^3$ ;

$V_r$  - объем транспортируемого газа за год (период отбора плюс период закачкой)

$$G_r = \left( \sum_{i=1}^n V_{ri} \right) \cdot \rho_r \cdot 10^{-3}$$

для выбросов газа КС (5.2)

где  $V_{ri}$  - объем выброса газа при  $i$ -той технологической операции,  $\text{м}^3$  (продувка пылеуловителя, стравливание газа из компрессора и т.д.) (расчет  $V_{ri}$  для каждого вида технологической операции производится по формулам, приведенным в разделе 3);

$n$  - количество технологически операций-, связанных с выбросом газа в атмосферу за год;

$\rho$  - плотность газа,  $\text{кг/м}^3$ ;

для выбросов газа ГРС  $G_r = 0,31 \cdot Q^{3/4}$ , (5.3)

где  $Q$  - производительность ГРС,  $\text{млн. м}^3 / \text{сутки}$ .

58. Если в газе присутствуют сераорганические вещества (меркаптаны, сероводород), то учет валовых выбросов в атмосферу сераорганических веществ для КС, ПХГ и ГРС (т/год) производят по формулам:

. для ПХГ  

$$G_r = K * V_r * m_r * 10^{-8}$$
(5.4.)

где  $m_r$  - количество сераорганического вещества в  $m^3$  газа,  $г/м^3$ ;

для КС  $G_s =$   

$$\sum_1^n V_{r_i}$$
)  $m_s * 10^{-6}$  (5.5)

для ГРС  

$$G_{грс} = 0.7 * Q^{4/3} * 10^{-5}$$
, (5.6)

где Q - производительность ГРС,  $млн.м^3/сутки$ .

60. Годовые выбросы продуктов сгорания топливного газа ( $NO_x, CO, SO_2$ )

$G_i^n$   
(т/год) при работе j-го типа ГПА рассчитывают по формуле:

$$G_i^n = \sum_{j=1}^n V_j^n * m_i * 10^{-6}$$
(5.7.)

где i - вид вредного вещества ( $NO_x, CO, SO_2$ );

$m_i$  - удельный выброс i-го вещества на 1  $м^3$  топливного газа,  $г/м^3$ ;

$V_j^n$  - объем топливного газа на j-тый тип ГПА,  $м^3 /год$ ;

j - тип ГПА ( $j = 1, 2, 3, \dots, n$ );

n - количество ГПА.

Если для каждого типа ГПА известны объемы дымовых газов ( $м^3/год$ ), получаемые при сгорании топливного газа в камерах сгорания ГПА, и удельные выбросы i-го вещества на 1  $м^3$  дымовых газов ( $г/м^3$ ), то годовые выбросы продуктов сгорания

$G_i^n$   
(т/год), определяют по формуле:

$$G_i^n = \sum_{j=1}^n V_j^n * C_i * 10^{-6}$$
(5.8.)

При отсутствии данных по удельным выбросам вредных веществ годовые выбросы продуктов сгорания (т/год) определяют по формуле:

$$G_i^* \approx 0,0864 * K_i \sum_{j=1}^n V_j^{*m_j}$$

(5.9)

где  $K_i$  - коэффициент выброса  $i$ -го вещества, равный:

$$K_{NOx} = 2,83 * 10^{-3}; K_{CO} = 3,12 * 10^{-3}$$

для газотурбинных агрегатов;

$$K_{NOx} = 0,2 * 10^{-4}; K_{CO} = 2,3 * 10^{-3}$$

- для газомоторных агрегатов.

Для топливных газов, содержащих сераорганические соединения, годовые выбросы сернистого ангидрида (т/год) определяют по формуле:

$$G_i^* = 0,025 * 10^{-2} * C_s * \rho_g \sum_{j=1}^n V_j$$

(5.10)

где  $C_s$  - концентрация соединения серы в топливном газе, % вес;

$\rho_g$

- плотность газа, кг/м<sup>3</sup>.

61. Примеры расчета валовых выбросов.

Расчет 1.

Объем транспортируемого газа  $V_g$  на ПХГ за полный цикл работы (отбор плюс закачка) составляет 2 млрд.м<sup>3</sup>. В газе присутствует 5 мг/м<sup>3</sup> меркаптанов ( $m$

*ESH*

). Плотность газа

$\rho_g$

составляет 0,7 кг/м<sup>3</sup>. Определить годовые выбросы вредных веществ в атмосферу.

Выбросы газа в атмосферу

$$G_r = K * \rho_g * V_r * 10^{-5} = 0,6 * 0,72 * 10^9 * 10^{-5} = 6400$$

т/год.

Выбросы меркаптанов в атмосферу

$$G_{RSH} = K * V_r * m_{RSH} * 10^{-8} = 0.6 * 2.0 * 10^9 * 5 * 10^{-3} * 10^{-8} = 0.06$$

т/год.

Расчет 2.

На КС установлено 8 агрегатов типа ГПА Ц-6,3 и 5 агрегатов типа 10 ГКН. Номинальные расходы топливного газа на один ГПА Ц-6,3 составляет 2920 м<sup>3</sup>/ч, а на один 10 ГКН 404,8 м<sup>3</sup>/ч. Годовые расходы топливного газа составляют на один Ц 6,3 16820000 м<sup>3</sup>/год, а на один 10 ГКН 2332000 м<sup>3</sup>/год. Удельные выбросы продуктов сгорания на 1 м<sup>3</sup> топливного газа составляют:

для ГПА Ц-6,3 - окислы азота - 7,53 г/м<sup>3</sup>, окись углерода - 32,5 г/м<sup>3</sup>;

для ГПА 10 ГКН - окислы азота - 3,27 г/м<sup>3</sup>, окись углерода - 9,07 г/м<sup>3</sup>.

Содержание сераорганических соединений в топливном газе Cs - 0,002% вес. Каждый агрегат эксплуатируется 240 дней в году. (i = 240). Плотность топливного газа  $\rho_r$

$$= 0,7 \text{ кг/м}^3.$$

Определить годовые выбросы вредных веществ в атмосферу.

1) Определить годовые выбросы NOx и CO (т/год):

$$G_i^n = \sum_{j=1}^n V_j^n \cdot m_i * 10^{-6}$$

Годовые выбросы окислов азота

$$G_i^n = \sum_{j=1}^n m_{NOx} * V_r * 10^{-6} * 10^{-6}$$

+

$$\sum_{j=1}^5 m_{NOx} * V_j * 10^{-6}$$

$$= 8 * 7.53 * 16820000 * 10^{-6}$$

-6

$$+ 5 * 3.27 * 2332000 * 10^{-6}$$

-6

$$= 1050.84 \text{ т/год.}$$

Годовые выбросы оксида углерода (i = CO):

$$G_i^n = \sum_{j=1}^n V_j^n \cdot m_{CO} * 10^{-6} + \sum_{j=1}^n m_{CO} * V_j * 10^{-6}$$

$$= 8 (32,5 * 16820000 * 10^{-6}$$

-6

) = 4477,5 т/год.

2) Определить годовые выбросы SO<sub>2</sub> (т/год)

$$G_i^* = 0,025 * 10^{-2} * C * Q_r * \sum_{j=1}^n V_j * \tau$$

$$= 0,025 * 10^{-2} * 0,002 * 0,78 * 2920 * 240 + 5 * 404,8 * 240 = 4,16 \text{ т/год.}$$

Расчет 3. Определить количество окислов азота в пересчете на NO<sub>2</sub> (т/год) выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котлоагрегата Энергия 6. Количество секций агрегата n = 20; часовой расход природного газа V<sub>1</sub> = 49 м<sup>3</sup>/ч; низшая теплота сгорания газа Q<sub>г</sub> = 8500 = 35,36 мДж/м<sup>3</sup>; КПД агрегата

ζ

= 0,8, агрегат работает 24 часа в день в течение 210 дней в году.

1) Теплопроизводительность агрегата:

$$N = V_1 * Q_r * \zeta$$

$$= 49 * 8500 * 0,8 = 0,33 \text{ Гкал/ч} = 383,8 \text{ кВт}$$

2) Удельный выброс окислов азота (кг/ГДж)

$$Y_{NO_2} = 0,051 + 0,014 \lg N$$

$$= 0,051 + 0,014 \lg 383,8 = 0,067 \text{ кг/ГДж}$$

3) Годовой выброс окислов азота (т/год):

$$G_i^* = 0,001 * V * Q_r * \zeta * Y_{NO_2}$$

$$V = V_1 * \zeta$$

ζ

$$* 10^{-3} = 49 * 24 * 210 * 10^{-3} = 247 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$$

$$G_i^* = 0,001 * 247 * 35,36 * 0,8 * 0,067 = 0,61$$

т/год.

62. Производить расчеты рассеивания вредных веществ для ПХГ, КС нецелесообразно. В случае необходимости достаточно ограничиться данными, приведенными в разделе 5 по концентрации вредных веществ в районе расположения изученных ПХГ и КС.

## Таблицы, применяемые в настоящей Методике

Таблица 1

### Затраты газа на технологические операции (продувки), сопровождающиеся выделениями природного газа в атмосферу в период эксплуатации ПХГ

Наименование технологических операций газа в атмосфере	Время выброса газа (t)	Периодичность операции
Стравливание газа из компрессорных цилиндров и системы обвязки ГПА при профилактических осмотрах и ремонтных работ	5-200	Закономерности нет
Стравливание газа на оборудовании системы очистки газа при удалении твердых или жидких частиц	30-120	1-2 раза в смену
Стравливание газа на метанолец при заправке их ингибитором	300	2 раза в год
Стравливание газа из шлейфов и соединительных газопроводов в конце каждого периода работы ПХГ для монтажа и демонтажа заглушек на оборудовании системы осушки газа, при производстве огневых работ на газопроводах и шлейфах	до 900	2 раза в год
Продувка шлейфов, соединительных газопроводов для удаления скопившихся в них жидких и твердых частиц	до 900	2 раза в год
Стравливание газа из газопроводов отводов перед каждым периодом работы ПХГ для развязки измерительных диафрагм и запорной арматуры	(1-2) 3600	1 раз в несколько лет
Продувка скважин при очистке забоев от грязи и жидкости после выхода их из бурения или капитального ремонта, а также после окончания отбора из них газа	до 900	не более 25% от числа эксплуатационных скважин

Таблица 2

Источники выделения	Характер операций,			

Наименование установки	Источник выбросов	сопровождающийся выбросом в атмосферу	Тип вредного вещества	Продолжительность одной операции, (t)	Количество операций за год, (К)
1. Установка очистки и осушки газа	Сепаратор, пылеуловитель, конденсатор сорник / продувочные свечи	Продувка газа	Природный газ	30 - 190	Зависит от качества газа
-"-"	Огневой испаритель / дымовая труба	Сжигание газа	Продукты сгорания газа	24*3600	Число дней в эксплуатируемый период
2 . Компрессорный цех	Г П А / Выхлопная труба	-"-"	-"-"	-"-"	-"-"
-"-"	Г П А / Продувочная свеча	Стравливание газа	Природный газ	5 - 200	Закономерности нет
-"-"	Г П А / продувочная свеча	-"-"	-"-"	5 - 200	-"-"
3. Установка очистки газа	Пылеуловитель / Продувочная свеча	Продувка газа	Природный газ	30 - 120	Зависят от качества газа

Таблица 3

**Усредненные показатели надежности работы ГПА**

Т и п установленного агрегата	Единичная мощность агрегата, КВт	Количество установленных агрегатов	Относительное время нахождения агрегата в работе, %	Относительное время нахождения агрегата в резерве, %	Относительное время нахождения агрегата в простое и ремонте, (ППР), %	Усредненные данные по количеству остановок и пусков агрегата за год	
						останов	пуск
Газотурбинные ГПА							
ГТ-70С-4	4000	39	32,2	59,6	8,2	5	5
ГТ-70-С-5 (ГТК-3)	4250 (4400)	162	52,7	38,2	9,2	6	6
ГТ-750-6	6000	258	56,7	33,2	10,1	7	7
ГТК-6	6000	182	69,9	17,7	12,4	6	6
ГТК-9-75С	9000	45	56,7	26,2	17,1	6	6
ГТК-10	10000	10	75,8	6,1	18,1	5	7
ГТК-16	16000	878	64,5	23,4	12,1	7	3
ГТА-16	16000	9	62,2	8,2	29,6	4	16
ГТБ-25	25000	8	65,4	10,8	33,8	16	20
ГПУ-10	10000	14	56,2	20,6	23,2	20	21
ГПА-Ц-6,3	6300	152	52,1	36,6	11,3	22	73

ГПА-Ц-16	16000	504	45,0	31,3	23,7	70	27
АГТУ-6000	6000	44	33,2	43,2	23,6	27	12
Солар	2620	6	34,1	47,0	18,9	12	12
ГТК-10И	10000	38	61,5	25,9	12,6	12	12
ГТК-25И	25000	232	63,3	22,5	14,2	13	13
Коберра-182	12900	16	56,4	27,6	6,0	33	33
Электроприводные ГПА							
АЗ-4500	4500	136	26,5	70,4	3,1	6	6
СТМ:СТД-4000	4000	574	52,2	40,2	7,6	13	13
СТД-12500	10000	129	52,7	36,4	10,9	25	25
Газомоторные агрегаты							
Линейные К С / Станция ПХГ							
ГОГК, 10КГН	736/1100	581/240	36/35,7	53,4/50,1	10,6/14,2	7/12	-
МК-3	2060	55/21	27,4/31,0	51,5/43,5	21,1/35,5	12/10	-
МК-10	2500	4	50,6	40,7	9,7	12	-
ГПА-5000	3680	6	21,2	51,7	27,1	9	-
ДР-12	5500	2/3	23,2/16,8	72,1/31,8	4,7/51,4	2/7	-
Г М К м.мощн.( МК-2;8ГК; Кларк)	147-220	22	58,7	33,2	8,1	4	-

Таблица 4

**Расчетные формулы для определения весового расхода газа при  $R = 52 \text{ см}^2 \cdot \text{К} / \text{кг}, T = 283 \text{ К}$**

Условный диаметр дренажной линии, (d), м	Площадь сечения дренажной линии, (S), м <sup>2</sup>	Коэффициент гидравлического сопротивления, ( $\lambda$ )	Весовой расход газа, (G), кг/с
0,05	0,00196	0,0193	0,8145 $\sqrt{\frac{P_a^2 - P_o^2}{l}}$
0,08	0,00502	0,0176	2,765 $\sqrt{\frac{P_a^2 - P_o^2}{l}}$

0,10	0,0785	0,01169	4,93 $\sqrt{\frac{Pa^2 - Po^2}{l}}$
0,15	0,01766	0,0155	14,17 $\sqrt{\frac{Pa^2 - Po^2}{l}}$

где Pa, Po - давление в сепарирующем аппарате, и атмосферное давление, кг/см<sup>2</sup>.

Таблица 5

Индивидуальные исходные нормы расхода газа на одну продувку конденсатосборника и пылеуловителя (через продувочные патрубки диаметром 25, 50 и 75 мм)

d патр., мм	25	50	75	Примечание
*Нпк01, м <sup>3</sup>	24,7	98,8	247,0	
**Нпк011, м <sup>3</sup>	58,7	58,7	58,7	
Н <sup>0</sup> пк, м <sup>3</sup>	83,4	157,5	305,7	

\*Нпк01- норма расхода на истечение газа в процессе продувки конденсатосборника и пылеуловителя после удаления;

\*\*Нпк011- норма расхода газа при дегазации конденсата и воды, удаленных в процессе продувки.

Таблица 6

**Индивидуальные исходные нормы расхода газа на продувку 1 км газопровода диаметром (через свечи)**

dг	0,42	0,53	0,72	0,82	1,02	1,22	1,42
Н <sup>0</sup> п, тыс.м <sup>3</sup> /км	1,40	2,22	4,42	5,76	9,04	13,04	17,67
С разрезом трубы							
Н <sup>01</sup> п, тыс.м <sup>3</sup> /км	7,98	12,64	25,18	32,85	51,51	74,31	100,74
Н <sup>02</sup> п, тыс.м <sup>3</sup> /км	1,40	2,22	4,42	5,76	9,04	13,04	17,67
Н <sup>0</sup> п, тыс.м <sup>3</sup> /км	9,38	14,86	29,60	38,61	60,55	87,35	118,41

где Н<sup>01</sup>п - норма расхода газа, стравливаемого на 1 км продуваемого участка перед разрезом трубы;

Н<sup>02</sup>п - норма расхода газа на смежном участке для очистки 1 км продуваемого участка.

Таблица 7

## Усредненная характеристика источников при эксплуатации ГПА

Тип ГПА	Параметры источников выбросов																
	Номинальный расход топлива газа, (V <sub>ГП</sub> ), м <sup>3</sup> /с	Продувочная свеча при пуске ГПА			Продувочная свеча при остановке и разгрузке					Выхлопная труба							
		Диаметр, м	Высота, м	Расход газа на запуске, м <sup>3</sup> /ч	Диаметр, м	Высота, м	L''/D	Объем вливаемого газа, м <sup>3</sup>	Время, с	Диаметр, м	Высота, м	Температура продуктов сгорания за силовой турбиной, °C	Объем продувочного воздуха, (V <sub>1</sub> ), м <sup>3</sup> /с	Удельный выброс вредных веществ на продукты сгорания, г/м <sup>3</sup>		Количество выбросов вредных веществ, г/с	
														NOx	CO	NOx	CO
ГТН-25	2,33-2,64	0,1-0,2	3-12	3,0-3,2	0,1	3-20	40/1,0	31,4	60-90	3,64	11,4-21,7	385	81,5-136,8	50	510	4,1-6,6	41,5-69,6
ГТН-16	1,60	0,1-0,2	3-10	3,6	0,1	5-20	40/1,0	31,4	60	3,2	28	410	66,9	220	250	14,7	16,7
ГТН-9-750	1,52	0,25	15	11,9	0,15	12	40/1,0	31,4	60	2,5	25	470	61,3	220	250	13,5	15,3
ГТК-16	1,85	0,25	10	5,9	0,15	3-20	40/1,0	31,4	50	3,2-3,8	22	412	78,7	220	250	17,3	19,7
Коберра-182	1,68	0,25	10	0,3	0,15	3-10	40/1,0	31,4	60	4,8-2,5	13-22	380	78,6	220	400	17,3	31,4
ГПУ-10	1,35	0,15	10	0,03	0,08-0,1	4-10	--	21,7	30-60	3,05-3,55	11,3-5,9-12,8	411	59,8	220	250	13,2	14,9
ГТН-6	1,1	0,25	10	1,6	0,08-0,05	4-13	30/1,0	23,5	20-60	3,0-2,46-3,65-4,6	6-8,8,76-10-9	340-410	43,8	200	600	8,7	26,3
АГТУ-6000	0,76	0,25	до 14	1,54	0,15	12	40/0,7	20,4	60	2,5	25	415	35,7	140	170	5,0	6,1
ГТ-700-4	0,72	0,08	5	-	0,08	5	-	-	-	2,67	5	300	30,5	220	250	7,4	8,4
ГТ-700-5	0,72	0,2	до 14	1,1	0,05	20-254	40-0,7	15,4	20-60	2,5	20-25	420	33,5	90	150	3,0	5,0

ГТ7 50-6	0,49	0,2	до 14	1,4	0,06	10- 20	40/ 0,7	15,4	20- 90	2,5- 3,0	15- 20	475	35,2	90	150	3,2	5,3
ГТ-6 -750	0,64	0,2	до 14	2,0	0,05	20- 25	40/ 0,7	15,4	30- 100	1,4	25	476	45,4	120	150	5,4	6,8
ГТК -5	0,72	0,2	до 14	1,5	0,19	13	40/ 0,7	15,4	5-30	3,0	14	415	35,7	40	600	1,4	21,4
ГПА - 5000	0,48	0,2	до 14	1,4	0,05- 0,15	10- 25	40- 0,7	15,4	20- 40	2,4+ 3,0	15- 25	475	35,2	60	120	2,1	4,2
ДР- 12	0,44	-	-	-	0,1	20	-	16,7	60	0,4	20	360- 400	13,3	220	340	2,9	4,5
МК- 8	0,43	-	-	-	0,15	12- 18	40/ 0,4	5,0	40- 180	0,7- 0,4	18- 12	400	12,9	110	310	1,4	4,9
МК- 10	0,13	-	-	-	0,1	12- 13	40/ 0,25	2,0	5-10	0,5- 0,7	12- 15	400	4,5	60	220	0,26	0,99
ТЛА	0,6	-	-	-	0,15	15	40/ 0,25	2,0	до 90	0,5	15	400	4,3	60	220	0,26	0,95
10 ГК; 10Г КМ	0,18	-	-	-	0,15	15	-	1,0	до 90	0,5	15	250	4,5	70	230	0,31	1,0
8 ГК , МК -2, Клар к	0,09	-	-	-	0,05- 0,15	10- 12	40/ 0,25	2,0	5-10	0,- 0,3	10- 12	250	2,8	110	310	0,31	0,87
Купе р-Бе ссем ер	0,01- 0,02	-	-	-	0,05	8	-	1,0	5	0,2- 0,3	6	250	0,3- 0,5	110	310	0,06	0,15
	0,09	-	-	-	0,05- 0,1	3,5- 10	-	-	-	1,83- 0,3	4,5- 10	240	2,8	110	310	0,31	0,87

L''

/D - длина/диаметр подводщего коллектора, м/м.

Таблица 8

**Характеристика топочных устройств**

Тип топки	Вид топлива	Коэффициент избытка воздуха за топкой	C <sub>со</sub> , кг/ГДж
Паровые и водогрейные котлы	Газ природный попутный и коксовой	1,1+1,15	0,25
Бытовые теплоагрегаты	Газ природный	1,15+1,25	0,08

Таблица 9

## Удельные выбросы вредных веществ в продуктах сгорания природного газа для энергетических установок малой мощности /14-15/

Теплопроизводительность, Гкал/ч	Расход природного газа, м <sup>3</sup> /ч	Расход продуктов сгорания, м <sup>3</sup> /с при L=1	Удельный выброс, NO <sub>2</sub> , кг/Гкал	Мощность выброса NO <sub>2</sub> , г/с	Выброс продуктов сгорания, мг/м <sup>3</sup> при L=1
<b>Котлоагрегаты</b>					
0,12+2,65	17+342	0,05+1,04	0,30+0,42	0,01+0,31	200+298
1,30+15,84	546+2021	1,57+6,18	0,43+0,46	0,51+2,03	305+328
<b>Огневые испарители</b>					
0,07+2,10	8-250	0,02+0,76	0,32+0,41	0,006+0,24	300+315

Таблица 10

### Нормативы выбросов окислов азота для энергетических установок малой мощности эксплуатируемых на ПХГ и КС (расход газа Q

= 8500 ккал/м<sup>3</sup>)

Тип агрегата	Теплопроизводительность, Гкал/ч	Расход природного газа, м <sup>3</sup> /ч	Мощность выброса, г/с	Валовые выбросы, т/год
ДКВР - 2,5-13	1,56	203	0,17	3,16
ДКВР -4-13	2,65	342	0,31	5,55
ДКВР - 6,5-13	4,30	546	0,51	9,28
ДКВР-10-13	6,61	843	0,81	14,63
ДВКР-20-13	15,84	2021	2,03	36,77
Энергия 3,6	0,33+0,74	49+109	0,03+0,08	0,60+1,40
Универсал 3	0,18+0,46	26+66	0,02+0,05	0,32+0,86
Универсал 5 (двусторонний)	0,18+0,51	26+73	0,02+0,05	0,32+0,96
Универсал 6 (односторонний)	0,12+0,22	17+32	0,1+0,02	0,20+0,39
Универсал 6 (двусторонний)	0,24+0,55	34+80	0,02+0,06	0,43+1,06
Минно-1	0,49+0,93	68+129	0,05+0,10	0,91+1,81
Тула - 1	0,43+0,81	62+116	0,04+0,09	0,81+1,56
НР-18	0,27+0,53	40+78	0,03+0,07	0,49+1,00
Надгочия (модель 3)	0,24+0,56	35+82	0,02+0,06	0,43+1,06
ПКН -1,2	0,60	87	0,06	1,16
МЗК (2Г, 1Г)	0,25+0,60	36+84	0,03+0,06	0,45+1,16
Факел	0,85	110	0,09	1,66
Бреток	0,85	110	0,09	1,66
ТНГ - 1,5	1,50	204	0,17	3,02

ТНГ - 8	8,00	1100	0,99	17,90
КЧММ; КЧМ	$(0,95+7,30)*10^{-2}$	1,4+10,8	$(0,07+0,70)*10^{-2}$	0,01+0,12
ММЗ -0,8/9 ММЗ -0,4/9	0,48	70	0,05	0,91
Е-0,4/9Г; Е-1/9Г	0,60+1,00	82+136	0,06+0,11	1,15+1,97
ВС - 1	1,0	170	0,11	1,97
КСГМ	0,34+1,50	54+239	0,03+0,17	0,60+3,02
ФНКВ (1;1М)	0,90+1,00	148+164	0,10+0,11	1,76+1,97

Таблица 11

**Таблица формул для определения потерь газа при эксплуатации ПХГ**

Вид операций, обуславливающий выброс газа в атмосферу	Формула	№ формул
1. Потери газа при продувке сепарирующей установке	$G1 = \sqrt{\frac{(p^2_a - p^2_o) * d * S^2}{\lambda * \ell * R * T}}_{1.1.}$	
2. Потери газа при продувке пылеуловителей и конденсатосборников	$G2 = \frac{B * \int \tau * \rho_{cp} * n}{T * Z}$	1.2.
3. Потери газа при частичном освобождении участка газопровода от газа	$G3 = \frac{V}{T} * \left( \frac{P_{cp}}{Z1} - \frac{P_{cp}}{Z2} \right)$	1.3.

Таблица 12

**Таблица величин, входящих в формулы потерь газа**

Условные обозначения	Размерность в системе СИ	Физический смысл величин
Pa	н/м <sup>2</sup>	давление в сепарирующем аппарате
Po	н/м <sup>2</sup>	атмосферное давление
d, $\ell$	м	диаметр и длина дренажной линии
S	м <sup>2</sup>	площадь поперечного сечения дренажной линии
T	К	температура газа в дренажной линии.
R	Н, м	газовая постоянная
$\lambda$		коэффициент гидравлического сопротивления
B	30 18,36 м/МПа*с	переводной коэффициент = 3018,36
$\ell$	м <sup>2</sup>	площадь сечения проходного отверстия крана, через которое сливается конденсат и проводится продувка

$\tau$	с	время работы устройства или проведения технологических операций
$P_{cp}$	МПа	среднее давление в пылеуловителе при продувке
n		количество продувок одного аппарата
$T_g$	К	среднегодовая температура газа
Z		коэффициент сжимаемости газа
$C_k$	$m^3$	экспериментальный коэффициент равный при автоматической продувке 1,65, а при ручной 3,2
K	К/МПа	переводной коэффициент =2891,9
V	$m^3$	геометрический объем газопровода, аппарата
$P_{cp1}, P_{cp2}$	МПа	среднее давление в трубе перед продуваемым сечением при критическом и докритическом режиме истечения газа
Z1, Z2		коэффициент сжимаемости газа до и после выпуска газа из газопровода

Таблица 13

**Значение калорийного эквивалента топлив ( $\Xi$ ) и отношение объемов сухих к влажным продуктам сгорания в уходящих дымовых газах в зависимости от коэффициента избытка воздуха**

Наименование топлива	Значение ( $\Xi$ )	Значение $V_{cr}, V_g$ при коэффициенте избытка воздуха, ( $\alpha$ )					
		1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Газ природный	1,62	0,81	0,34	0,86	0,88	0,89	0,90
Газ нефтепромысловый	1,50	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90
Газ прямой перегонки	1,50	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92
Газ водосодержащий	3,30	0,76	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87
Газы коксования, и термического	1,60	0,84	0,96	0,87	0,88		0,90

о каталического крекинга						0,89	
Мазуты, полугудрон, гудрон, экстракт крекинг-остаток	1,37	0,85	0,87	0,83	0,90	0,91	0,92

Таблица 14

**Термодинамические показатели газа, содержащего более 90% объема метана**

Температура, (Т), К	Давление (Р), МПа	Плотность ( $\rho$ ), кг/м <sup>3</sup>	Энтальпия (i), кДж/кг
260	0,1	0,74	1112,4
	0,5	3,76	1107,4
	1,0	7,36	1101,1
	1,5	11,62	1094,6
	2,0	15,72	1088,0
	2,5	19,95	1081,3
	3,0	24,32	1074,5
	3,5	28,82	1067,5
	4,0	33,46	1060,4
	4,5	38,46	1053,2
	5,0	43,21	1045,9
	6,0	53,59	1030,9
	7,0	64,64	1015,5
	8,0	76,39	999,9
270	0,1	0,72	1134,1
	0,5	3,62	1129,4
	1,0	7,33	1123,5
	1,5	11,13	1117,5
	2,0	15,03	1111,4
	2,5	19,03	1105,2
	3,0	23,14	1096,9
	3,5	27,36	1092,6
	4,0	31,69	1086,1
	4,5	36,13	1079,6
	5,0	40,70	1073,0
	6,0	50,18	1059,6
	7,0	60,14	1046,0
	8,0	70,55	1032,2

280	0,1	0,69	1155,6
	0,5	3,48	1151,5
	1,0	7,04	1146,0
	1,5	10,68	1140,4
	2,0	14,40	1134,8
	2,5	18,20	1129,0
	3,0	22,09	1123,3
	3,5	26,07	1117,4
	4,0	30,13	1111,5
	4,5	34,29	1105,0
	5,0	38,53	1099,6
	6,0	47,30	1087,4
	7,0	56,42	1075,1
	8,0	65,87	1062,6
	290	0,1	0,67
0,5		3,36	1173,9
1,0		6,78	1168,7
1,5		10,27	1163,4
2,0		13,83	1158,2
2,5		17,45	1152,9
3,0		21,15	1147,5
3,5		24,92	1142,1
4,0		28,75	1136,7
4,5		32,66	1131,2
5,0		36,64	1125,7
6,0		44,81	1114,6
7,0		53,26	1103,4
8,0		61,95	1092,3
300		0,1	0,64
	0,5	3,24	1196,3
	1,0	6,54	1191,5
	1,5	9,89	1186,6
	2,0	13,31	1181,7
	2,5	16,77	1176,7
	3,0	20,30	1171,7
	3,5	23,88	1166,7
	4,0	27,52	1161,7
	4,5	31,21	1156,5
	5,0	34,97	1151,5
	6,0	42,64	1141,4
	7,0	50,52	1131,2
	8,0	52,60	1121,0

310	0,1	0,62	1222,7
	0,5	3,14	1219,0
	1,0	6,32	1214,5
	1,5	9,55	1209,9
	2,0	12,82	1205,3
	2,5	16,15	1200,6
	3,0	19,52	1196,0
	3,5	22,94	1191,3
	4,0	26,40	1186,6
	4,5	29,91	1181,9
	5,0	33,47	1177,2
	6,0	40,72	1167,8
	7,0	48,13	1158,4
	8,0	55,69	1149,1

**Последовательность определения: P**

$\vec{\Delta}$

$\vec{t}$

$\vec{Z}$

Примеры:

P=43 атм

$\Delta$

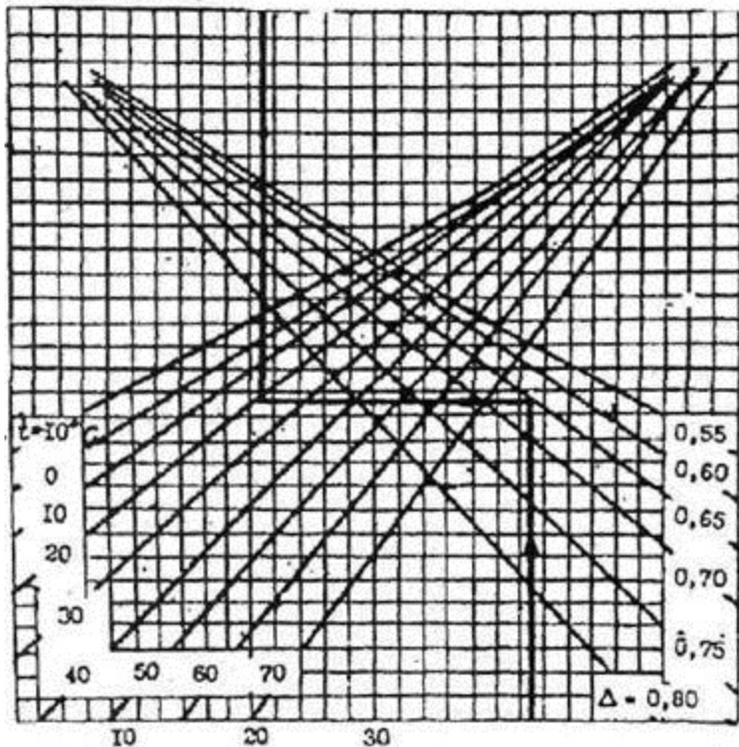
=0,65

t=20°C

Ответ: Z=0,902

Коэффициент сжимаемости Z

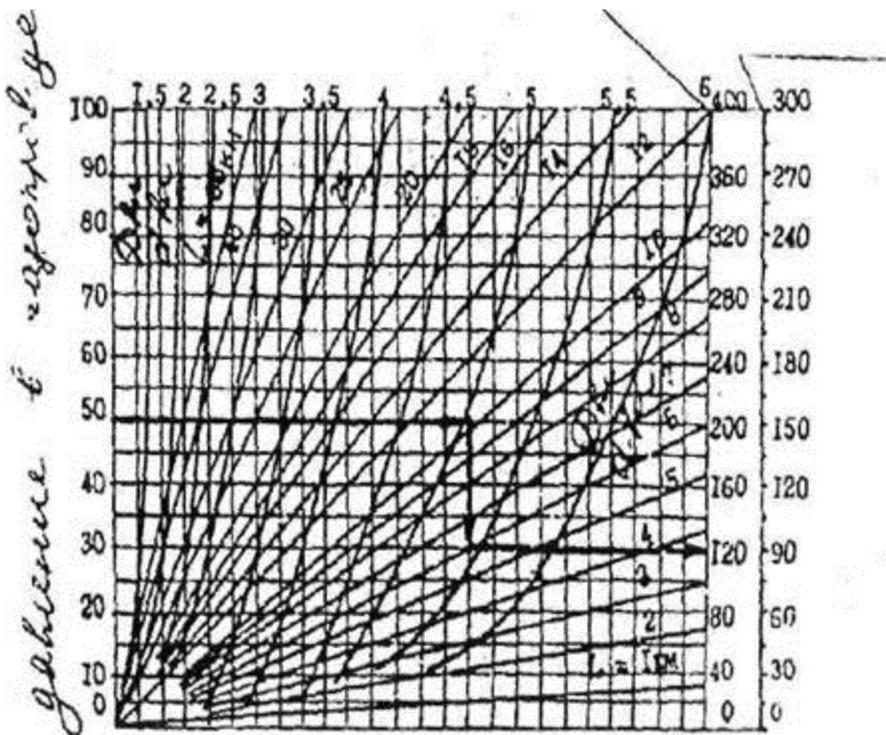
0,95
0,90
0,85



Давление  $P$ , атм.

Рисунок 1 Определение коэффициента сжимаемости газа по давлению  $P$ , температуре и относительному весу.

Для крана  $m=0,6$



Для крана  $m=0,4$

Рисунок 2. График определения времени опорожнения газопровода

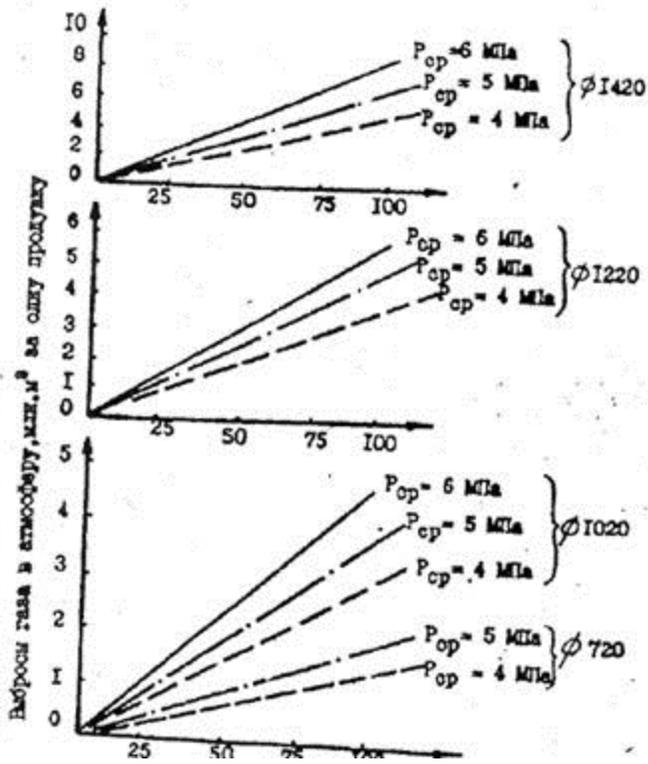


Рисунок 3. Объем выбрасываемого газа при продувке

$S_3^{\wedge} S H$
0,459 .
0,417 .
0.375 0,09

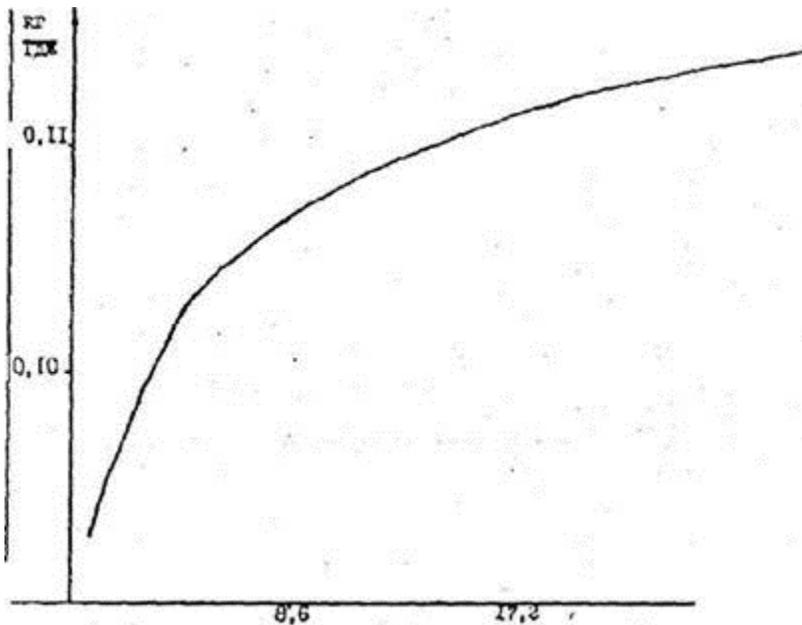
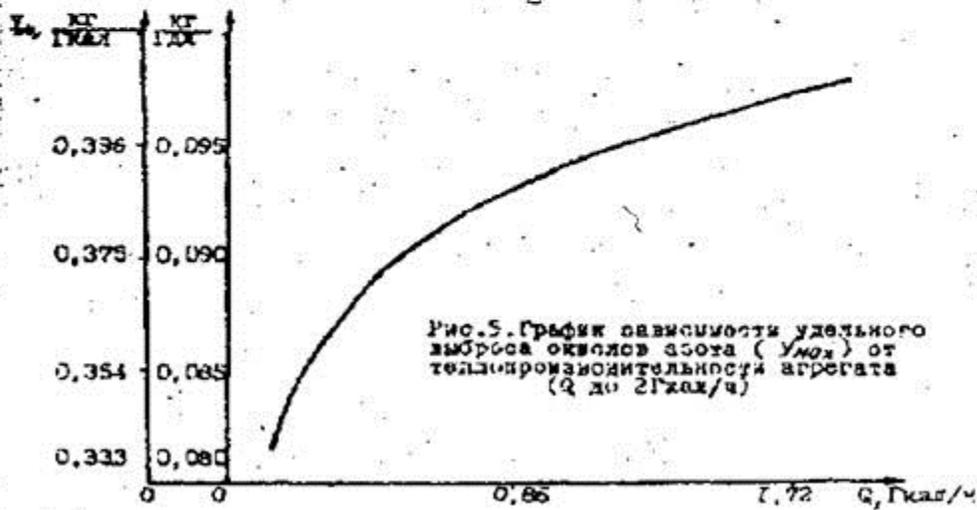
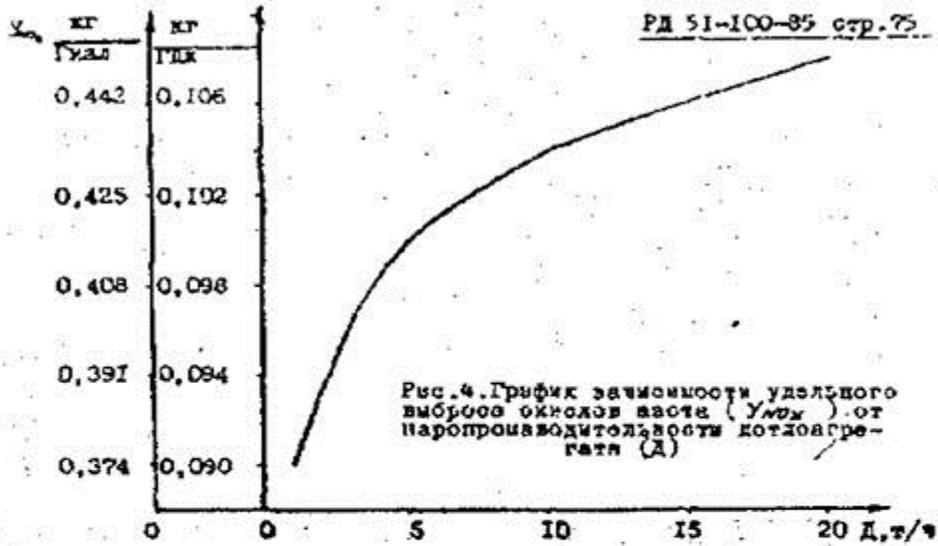


Рисунок 4. График зависимости удельного выброса оксида азота ( $Y_{NO_2}$ ) от теплопроизводительности (от 0 до 28 Гкал/ч).



## Методика

### расчета валовых выбросов вредных веществ в атмосферу для предприятий нефтепереработки и нефтехимии

#### 1. Общие положения

1. Настоящая Методика расчета валовых выбросов вредных веществ в атмосферу для предприятий нефтепереработки и нефтехимии разработана с целью установления единых подходов по определению максимальных выбросов вредных веществ в атмосферу (г/сек) и валовых выбросов (т/год) для проведения работ по нормированию выбросов.

2. Настоящая Методика предназначена для промышленных предприятий и организаций нефтехимической промышленности Республики Казахстан.

#### 2. Расчетные методики определения выбросов

##### 3. Резервуарные парки.

Резервуары с нефтью, легкими нефтепродуктами и ароматическими углеводородами /17/

##### 1) Расчет выбросов углеводородов (суммарно)

Годовые потери углеводородов из индивидуального резервуара или группы одноцелевых резервуаров определяются суммированием квартальных потерь, которые рассчитываются по формуле:

$$\Pi_{\text{рез.}}^{\text{кв}} = V_{\text{кв}}^i \cdot \frac{P_{\text{нас.}}^{\text{г.п.}}}{P_{\text{атм.}}^{\text{г.п.}}} \cdot \rho_{\text{ср}}^{\text{г.п.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot 10^{-3}$$

, т (2.1.1.)

где:

$V_{\text{кв}}^i$

- объем нефтепродукта, поступающего в резервуар или в группу одноцелевых резервуаров за соответствующий квартал, м

3

;

$P_{\text{нас.}}^{\text{г.п.}}$

- давление насыщенных паров углеводородов в газовом пространстве резервуара при среднеквартальной температуре газового пространства резервуара, мм рт.ст;

$P_{\text{атм.}}^{\text{г.п.}}$

- среднее барометрическое давление в газовом пространстве резервуаров (оно приблизительно равно атмосферному давлению), мм рт.ст;

$\rho_{\text{ср}}^{\text{г.п.}}$

- средняя плотность паров нефтепродуктов в газовом пространстве резервуара при среднеквартальной температуре газового пространства, кг/м

3

;

$K_1$

- опытный коэффициент, характеризующий удельные потери углеводородов с учетом среднеквартальной оборачиваемости резервуаров (рисунок 1 согласно приложению 1 к настоящей Методике);

$K_2$

- коэффициент, учитывающий наличие технических средств сокращения потерь от испарения и режим эксплуатации резервуара (таблица 1, согласно приложению 2 к настоящей Методике);

$K_3$  - коэффициент, учитывающий влияние климатических условий на испарение (таблица 2, согласно приложению 2 к настоящей Методике).

Давление насыщенных паров органических соединений в зависимости от температуры

$$P = A - \frac{B}{T}$$

/ 1 /

$P$

- давление насыщенного пара, мм рт.ст;

$$P = A - \frac{B}{T + C}$$

/ 2 /

$T$

- абсолютная температура

$t$

- температура, °C

Для индивидуальных ароматических углеводородов для всех кварталов и климатических зон  $K_3=1$ .

Среднеквартальная оборачиваемость равна:

$$n = \frac{V_{\text{кв}}^i}{V_{\text{рез.}}}$$

(2.1.2.)

где:

$V_{\text{рез.}}$

- объем резервуара или группы одноцелевых резервуаров, м

3

;

Значения среднеквартальной температуры газового пространства резервуара

$t_{\text{ср.}}^{\text{г.п.}}$

, необходимой для определения давления насыщенных паров

$P_{\text{нас.}}^{\text{г.п.}}$

принимаются: для I и IV кварталов

$$t_{\text{ср.}}^{\text{г.п.}} = \frac{t_{\text{н}} + t_{\text{в}}}{2}$$

, °С (2.1.3.)

для II и III кварталов

$$t_{\text{ср.}}^{\text{г.п.}} = 0,7t_{\text{н}} + 0,3t_{\text{в}}$$

, °С (2.1.4.)

где:

$t_{\text{н}}$

- среднеквартальная температура нефтепродукта в резервуаре, °С;

$t_{\text{в}}$

- среднеквартальная температура атмосферного воздуха, °С.

Давление насыщенных паров нефтепродуктов (ДНП) принимается по данным ЦЗЛ предприятий, которые проводят периодическое определение давления насыщенных паров нефтепродуктов по ГОСТ 1756-52 (бомба Рейда) для аттестации товарных нефтепродуктов. По графику

$$P_{\text{нас.}}^{\text{г.п.}} = f(t)$$

(рисунок 2, согласно приложению 1 к настоящей Методике.) исходные значения ДНП (

$P_{\text{нас.}}^{\text{г.п.}}(38)$

) приводятся к среднеквартальной температуре газового пространства.

Плотность паров углеводородов определяется по формуле:

$$\rho_{\text{ср.}}^{\text{г.п.}} = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{P_{\text{атм}}^{\text{г.п.}}}{P_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + t_{\text{ср.}}^{\text{г.п.}}}$$

, кг/м

3

(2.1.5.)

где:

$M$

- молекулярный вес паров нефтепродукта,

$$P_0 = 760 \text{ мм рт.ст.}$$

$$T_0 = 273 \text{ }^\circ\text{K}$$

Молекулярный вес определяется по формулам:

$$\text{паров бензиновых фракций: } M = 60 + 0,3(t_{\text{н.к.}} - 30) + 0,001(t_{\text{н.к.}} - 30)^2 \quad (2.1.6.)$$

паров нефти и нефтепродуктов:

$$M = 45 + 0,6 \cdot t_{\text{н.к.}} \quad (2.1.7.)$$

где:  $t_{\text{н.к.}}$  - температура начала кипения нефтепродукта,  $^\circ\text{C}$ .

## 2) Определение выбросов индивидуальных веществ и групп углеводородов

Выбросы в атмосферу из резервуаров предельных, непредельных, ароматических углеводородов рассчитываются по формуле:

$$\Pi^i = \Pi_{\text{у/в}}^{\text{год}} \cdot C_i \cdot 10^{-2}$$

(2.1.8.)

где:

$$\Pi_{\text{у/в}}^{\text{год}}$$

- годовые потери углеводородов из резервуаров, т/г;

$C_i$

- весовая концентрация паров индивидуальных веществ или предельных, непредельных и ароматических углеводородов, % масс. принимается по таблице 4, согласно приложению 2 к настоящей Методике.

## 3) Определение выбросов сероводорода.

Поскольку для очистки светлых нефтепродуктов от сернистых соединений используются защелачивание и гидроочистка, выбросы сероводорода из резервуаров с бензинами практически будут отсутствовать.

Выбросы сероводорода из резервуаров с нефтью\* (т/г) рассчитываются по формуле:

$$\Pi_{\text{H}_2\text{S}} = 0,08 \cdot \Pi_{\text{у/в}}^{\text{год}} \cdot 10^{-2}$$

(2.1.9.)

где: 0,08 - весовая концентрация паров сероводорода в газовом пространстве резервуара, % масс.

\* Если нефти не содержат свободного сероводорода, то выбросы сероводорода от резервуаров с нефтью следует принять равными нулю

Пример. Рассчитать выбросы углеводородов в атмосферу за I квартал от 5 наземных металлических резервуаров, из которых 3 не оснащены техническими средствами снижения потерь, а 2 резервуара оснащены понтонами. Емкость каждого резервуара 10000 м

3

. В резервуары за I квартал поступило 500000 м

3

бензина. Среднеквартальная температура бензина в резервуаре +20°C, а атмосферного воздуха -10°C. Температура начала кипения бензина +52°C; давление насыщенных паров, определенное на бомбе Рейда при температуре 38°C составляет 525 мм рт.ст. Среднеквартальное барометрическое давление в газовом пространстве 750 мм рт.ст.

Определяем среднеквартальную температуру газового пространства резервуаров по формуле 2.1.3.

$$t_{\text{ср}}^{\text{гп}} = \frac{+20 + (-10)}{2} = 5$$

°C

Давление насыщенных паров бензина при

$$t_{\text{ср}}^{\text{гп}} = 5$$

°C определяем по графику

$$P_{\text{нас.}}^{\text{г.п.}} = f(t)$$

и получаем

$$P_{\text{нас.}}^{\text{г.п.}}$$

=130 мм рт.ст. (рисунок 2, согласно приложению 1 к настоящей Методике).

Молекулярный вес паров бензина определяем по формуле 2.1.6.

$$M = 60 + 0,3(52 - 30) + 0,001(52 - 30)^2 = 67,1$$

Плотность паров бензина при среднеквартальной температуре газового пространства резервуаров и среднем барометрическом давлении составит (формула 2.1.5.):

$$\rho_{\text{ср.}}^{\text{г.п.}} = \frac{67,1}{22,4} \cdot \frac{750}{760} \cdot \frac{273}{5 + 273} = 2,9$$

кг/м

3

Среднеквартальная оборачиваемость резервуаров определяется по формуле 2.1.2.:

$$n = \frac{500000}{10000 \cdot 5} = 10$$

Коэффициент

$K_1$

находим по графику (рисунок 1, согласно приложению 1 к настоящей Методике).

$$K_1 = 2,35$$

Коэффициент

$K_2$

принимается по таблице 1, согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Для резервуаров, не оснащенных техническими средствами сокращения потерь,

$$K_2 = 1$$

, а для резервуаров с понтонами

$$K_2 = 0,2$$

; тогда

$K_{2 \text{ ср.}}$

для данной группы резервуаров равно:

$$K_{2 \text{ ср.}} = \frac{1 \cdot 3 + 0,2 \cdot 2}{5} = 0,68$$

Для I квартала

$$K_3 = 1$$

(таблица 2, согласно приложению 2 к настоящей Методике).

Выбросы углеводородов в атмосферу за I квартал составят

$$П_{\text{рез}}^{\text{кв}} = 500000 \cdot \frac{130}{750} \cdot 2,9 \cdot 2,35 \cdot 0,68 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 401,6$$

т

4. Резервуары с керосинами, дизельным топливом, мазутами, маслами и присадками /18/

1) Расчет выбросов углеводородов (суммарно).

Потери углеводородов от испарения из резервуаров с данными нефтепродуктами определяются суммированием потерь за 6 наиболее теплых и 6 наиболее холодных месяцев года, которые рассчитываются по формуле

$$П_{\text{рез}}^{\text{т}(x)} = V^{\text{т}(x)} \cdot C_{\text{в}}^{\text{т}(x)} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot 10^{-6}$$

, т (2.1.9.)\*

где:

$V_{рез}^{T(x)}$

- объем нефтепродукта, поступающего в резервуар или в группу одноцелевых резервуаров в течение теплого (холодного) периода года, м

3

;

$C_{в}^{T(x)}$

- весовая концентрация насыщенных паров при средней температуре газового пространства резервуаров за соответствующий период года, г/м

3

(рисунок 3, согласно приложению 1 к настоящей Методике.).

Средняя температура газового пространства резервуаров, значения коэффициентов  $K_2$

определяются так же, как для резервуаров с нефтью и бензинами (рисунок 1, согласно приложению 1 к настоящей Методике.). Значения коэффициента

$K_1$

определяются по рисунку 4, согласно приложению 1 к настоящей Методике.

$$\Pi_{рез}^{год} = \Pi_{рез}^{T} + \Pi_{рез}^{X}$$

## 2) Расчет выбросов индивидуальных веществ и групп углеводородов

Парогазовая смесь, вытесняемая из резервуаров с высококипящими нефтепродуктами практически на 100% состоит из предельных углеводородов.

Поскольку керосины, лигроины, дизельные топлива подвергаются сероочистке ( гидроочистка, защелачивание) выбросы сероводорода из резервуаров с данными нефтепродуктами будут отсутствовать.

Отсутствуют выбросы сероводорода от резервуаров с мазутами, маслами и присадками, так как сероводород в тяжелых фракциях не содержится.

Пример. Определить выбросы углеводородов от резервуаров с мазутом за теплый период года. За теплый период в резервуарный парк поступило 100000 м

3

мазута, суммарный объем резервуаров 3600 м

3

. Средняя температура мазута за теплый период +52°C, средняя температура воздуха за теплый период +18°C.

Определим температуру газового пространства резервуаров по формуле 2.1.4:

$$t_{\text{ср}}^{\text{п}} = 0,7 \cdot 52 + 0,3 \cdot 18 = 41,8$$

°С

Для мазутов по рисунку 3, согласно приложению 1 к настоящей Методике. найдем весовую концентрацию насыщенных паров при

$$t_{\text{ср}}^{\text{п}} = 41,8$$

°С

$$C_{\text{в}}^{\text{т}} = 60$$

г/м

3

Оборачиваемость резервуаров за шесть наиболее теплых месяцев года (II и III кварталы):

$$n = \frac{100000}{3600} = 27,8$$

Коэффициент при  $n=55,6$   $K_1=1,003$  (рисунок 4, согласно приложению 1 к настоящей Методике). Поскольку резервуары эксплуатируются как "мерники" и не имеют технических средств сокращения потерь,  $K_2=1$ .

$$П_{\text{рез}}^{\text{т}} = 100000 \cdot 60 \cdot 1,003 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 6,02$$

5. Транспортные емкости.

Транспортные емкости с нефтью и легкими нефтепродуктами.

Потери нефти и светлых нефтепродуктов ( $\tau$ ) от испарения при наливке в транспортные емкости рассчитываются по формуле:

$$П = K_{\text{н}} \cdot K_{\text{р}} \cdot V_{\text{н}} \cdot \frac{P_{\text{нас}}}{P_0} \cdot \rho_0 \cdot \frac{P_a}{P_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + t_{\text{н}}} \cdot 10^{-3} = K_{\text{н}} \cdot K_{\text{р}} \cdot V_{\text{н}} \cdot \frac{P_{\text{нас}}}{P_0} \cdot \rho_0 \cdot \frac{T_0}{T_0 + t_{\text{н}}} \cdot 10^{-3}$$

(2.2.1.)

где:

П

- потери нефти или нефтепродукта ( $\tau$ ) за определенный период времени (квартал, год);

$V_{\text{н}}$  - объем наливаемого нефтепродукта (м

3

) за определенный период времени (квартал, год);

$P_{\text{нас}}$

- давление насыщенных паров при средней за расчетный период температуре наливаемого нефтепродукта, мм рт.ст;

$P_a$  - атмосферное давление, мм рт.ст., можно принять равными

$$P_0 = 760$$

мм рт.ст;

$t_n$  - средняя за расчетный период температура наливаемого нефтепродукта, °С;

$$T_0$$

- 273 °С;

$$\rho$$

0 - плотность паров нефтепродукта при температуре  $T_0$ , кг/м

3

;

$K_n$  - коэффициент, корректирующий зависимость величины потерь от продолжительности и условий налива;

$K_p$  - коэффициент, характеризующий зависимость величины потерь от давления в газовом пространстве емкости при наливе.

Значения коэффициентов  $K_n$  и  $K_p$  приведены на рисунках 1 и 2, согласно приложению 1 к настоящей Методике.

Давление насыщенных паров

$$P_{\text{нас}}$$

наливаемого нефтепродукта определяется:

для бензинов по графику на рисунке 2 согласно приложению 1 к настоящей Методике по известной паспортной величине давления насыщенных паров при 38°С (ГОСТ 1756-52) и температуре наливаемого продукта;

для нефти  $P_{S(38)}$  принимается по графику на рисунке 2 согласно приложению 1 к настоящей Методике по известной температуре наливаемой нефти.

Плотность паров нефти и нефтепродуктов определяется расчетным путем или по графику на рисунке 3 согласно приложению 1 к настоящей Методике по известным

$$t_{\text{н.к.}} \text{ и } \frac{P_0}{T_0}$$

Пример. Рассчитать годовые потери автобензина от испарения при наливе в железнодорожные цистерны 600000 т продукта. Цистерна с объемом котла  $V_{\text{ц}}=60 \text{ м}^3$ , тип 25, высота  $H=2,8$  м. Налив производится устройством системы АСН-14 без газовой

обвязки производительностью  $q=200 \text{ м}^3/\text{час}$ . Налив сверху. Длина наливного патрубка . Избыточное давление в газовом пространстве в процессе налива  $P_{S(38)} = 450 \text{ мм рт.ст.}$

Характеристика наливаемого продукта:

бензин автомобильный А-72;

давление насыщенных паров при  $38 \text{ }^\circ\text{C}$   $P_{S(38)} = 450 \text{ мм рт.ст.}$ ;

температура начала кипения  $t_{\text{н.к.}} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

средняя температура наливаемого бензина  $t_{\text{н}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

плотность бензина

$\rho$

$= 0,732 \text{ т/м}^3$

.

Продолжительность налива

$$\tau = \frac{V_y}{q} = \frac{60}{200} = 0,3 \text{ часа.}$$

По рисункам 5 и 6 согласно приложению 1 к настоящей Методике определяем  $K_{\text{н}}$  и  $K_{\text{р}}$  для условий налива сверху полуоткрытой струей:  $K_{\text{н}} = 0,57$ ;  $K_{\text{р}} = 0,78$ .

По рисунку 2 согласно приложению 1 к настоящей Методике определяем давление насыщенных паров бензина

$P_{\text{нас}} = 180$

мм рт.ст.

Потери бензина составят

$$\Pi = 0,57 \cdot 0,78 \cdot \frac{600000}{0,732} \cdot \frac{180}{760} \cdot \frac{273}{273 + 15} \cdot 2,9 \cdot 10^{-3} = 237,27$$

т/г.

$$\tau = \frac{V_y}{q} = \frac{60}{200} = 0,3$$

6. Транспортные емкости с тяжелыми нефтепродуктами.

Определение потерь при наливке в железнодорожные, автомобильные цистерны керосина, дизтоплива, мазута производится по формуле 2.1.9. (смотрите раздел 5).

7. Очистные сооружения. Расчет выбросов вредных веществ (суммарно).

1) Нефтеловушки.

Количество выбросов вредных веществ в атмосферу от нефтеловушек I и II системы очистных сооружений и от нефтеловушек сернисто-щелочных стоков (СЩС) (кг/ч) рассчитывается по уравнению:

$$\Pi_i^{\text{НЛ}} = F_i \cdot q_i^{\text{НЛ}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

(2.3.1.)

где:  $F_i$  - площадь поверхности жидкости нефтеловушек  $i$ -ой системы, м

2

;

$q_i^{\text{НЛ}}$  - удельные выбросы вредных веществ (суммарно) с поверхности нефтеловушки  $i$ -ой системы, кг/ч·м

2

, принимается по таблице 5, согласно приложению 2 к настоящей Методике;

$K_1$  - коэффициент, учитывающий степень укрытия открытых поверхностей шифером или другим материалом, принимается по таблице 6, согласно приложению 2 к настоящей Методике;

$K_2$  - коэффициент, учитывающий степень укрытия нефтеловушек с боков;

$K_2 = 1$  - если объект открыт с боков;

$K_2 = 0.7$  - если объект с боков закрыт.

2) Прочие объекты механической очистки.

Количество выбросов вредных веществ от песколовок, прудов, шламонакопителей (кг/ч) рассчитывается по уравнению

$$\Pi_i^{\text{О.М.О.}} = F_i \cdot q_i^{\text{НЛ}} \cdot K_1 \cdot K_3$$

(2.3.2.)

где

$\Pi_i^{\text{О.М.О.}}$

- валовый выброс от

$i$

-го объекта очистных сооружений, кг/ч;

$q_i^{\text{НЛ}}$

- удельные выбросы вредных веществ (суммарно) от нефтеловушки соответствующей системы, кг/ч·м

2

, принимается по таблице 5, согласно приложению 2 к настоящей Методике;

$F_i$

- площадь

$i$

-го объекта соответствующей системы, м

2

;

$K_3$

- коэффициент, учитывающий характер объекта очистных сооружений, принимается по таблице 7, согласно приложению 2 к настоящей Методике.

### 3) Объекты биологической очистки.

Количество выбросов от всех объектов биологической очистки сточных вод следует принять равными:

углеводороды (суммарно)	- 3,8%
сероводород	- 0,11%
фенолы	- 0,021%

от существующих выбросов объектов механической очистки.

## 8. Расчет выбросов индивидуальных веществ и групп углеводородов.

Расчет выбросов вредных веществ в атмосферу по компонентам (кг/ч) с объектов очистных сооружений проводится по уравнению:

$$П_j = П_i^{\text{ОМО(НП)}} \cdot C_j \cdot 10^{-2},$$

(2.3.3.)

где

$П_i^{\text{ОМО(НП)}}$

- выбросы вредных веществ в атмосферу с  $i$ -го объекта, кг/ч;

$C_j$  - весовая концентрация  $j$ -го компонента в парах нефтепродукта с  $i$ -го объекта, % масс, принимается по таблице 8, согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Пример. Определить выбросы углеводородов (суммарно) с нефтеловушек I системы канализации. Поверхность нефтеловушки на 60% перекрыты шифером, с боков открыты, общая площадь их - 2160 м

3

.

По таблице 5, согласно приложению 2 к настоящей Методике  $q_1^{\text{НП}}=0,104\text{кг/ч}\cdot\text{м}^2$

По таблице 6, согласно приложению 2 к настоящей Методике  $K_1=0,63$

$$П_1^{\text{НП}} = 2160 \cdot 0,104 \cdot 0,63 = 141,5 \text{ кг/ч}$$

По таблице 7, согласно приложению 2 к настоящей Методике  $C_{y.v.} = 98,86\%$  масс.

$$P_{y.v.} = 141,5 \cdot 98,86 \cdot 10^{-2} = 139,9 \text{ кг/ч}$$

9. Блоки оборотного водоснабжения.

Расчет выбросов вредных веществ (суммарно).

1) Нефтеотделители.

Потери вредных веществ в атмосферу с поверхности нефтеотделителей 1, 2, 3 и 4 систем оборотного водоснабжения (кг/ч) рассчитываются по формуле:

$$P_i^{HO} = F_i \cdot q_i^{HO} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (2.4.1.)$$

где  $F_i$  - площадь поверхности жидкости нефтеотделителей  $i$ -ой системы,  $m^2$ ;

$q_i^{HO}$  - удельные выбросы вредных веществ (суммарно) с поверхности нефтеотделителей  $i$ -ой системы,  $kg/m^2$

2

·ч, принимается по таблице 9, согласно приложению 2 к настоящей Методике;

$K_1$  - коэффициент, учитывающий степень укрытия открытых поверхностей шифером или другим материалом, принимается по таблице 6, согласно приложению 2 к настоящей Методике;

$K_2$  - коэффициент, учитывающий степень укрытия нефтеотделителей с боков .

2) Градирни

Потери вредных веществ в атмосферу от градирен 1, 2, 3 и 4 систем оборотного водоснабжения (кг/ч) рассчитываются по формуле:

$$P_i^G = L_i \cdot q_i^G, \quad (2.4.2.)$$

где  $L_i$  - производительность градирен  $i$ -ой системы по воде,  $m^3/ч$ ;

$q_i^G$  - удельные выбросы вредных веществ (суммарно) с градирен  $i$ -системы,  $kg/m^3$ , принимается по таблице 9, согласно приложению 2 к настоящей Методике.

10. Расчет выбросов индивидуальных веществ и групп углеводородов

Количество выбросов вредных веществ в атмосферу с нефтеотделителей и блоков оборотного водоснабжения (кг/ч) рассчитывается по формуле:

$$P_j = P_i^{HO(G)} \cdot C_j \cdot 10^{-2}, \quad (2.4.3.)$$

где  $P_i^{HO(G)}$  - валовые выбросы вредных веществ в атмосферу с нефтеотделителей (градирен) соответствующей системы оборотного водоснабжения,  $kg/ч$ ;

$C_j$  - концентрация  $j$ -компонента в парах испарившегося нефтепродукта с нефтеотделителей (градирен), принимается по таблице 10, согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Примечание: выбросы фенола рассчитываются при контакте оборотной воды с фенолсодержащими нефтепродуктами

Пример. Определить выбросы вредных веществ с градирен I системы оборотного водоснабжения. Производительностью по воде 8600 м

3

/ч. По таблице 9 согласно приложению 2 к настоящей Методике удельные выбросы с градирен I системы составляют

$$q_1^F = 18,4 \cdot 10^{-3}$$

кг/м

3

·ч

$$П_1^F = 8600 \cdot 0,0184 = 154,8$$

кг/ч

Выбросы индивидуальных веществ составят:

углеводороды (суммарно)

$$П_{у/в} = 154,8 \cdot 98,19 \cdot 10^{-2} = 152$$

кг/ч, в том числе:

предельные	$П_{п} = 154,8 \cdot 84,18 \cdot 10^{-2} = 130,31$ кг/ч
непредельные	$П_{нп} = 154,8 \cdot 4,03 \cdot 10^{-2} = 6,24$ кг/ч
ароматические	$П_{а} = 154,8 \cdot 9,98 \cdot 10^{-2} = 15,45$ кг/ч
ароматические: из них	
бензол	$П_{б} = 154,8 \cdot 2,27 \cdot 10^{-2} = 3,51$ кг/ч
толуол	$П_{т} = 154,8 \cdot 5,27 \cdot 10^{-2} = 8,16$ кг/ч
ксилол	$П_{к} = 154,8 \cdot 2,44 \cdot 10^{-2} = 3,78$ кг/ч
фенол	$П_{ф} = 154,8 \cdot 1,07 \cdot 10^{-2} = 1,66$ кг/ч
сероводород	$П_{H_2S} = 154,8 \cdot 0,74 \cdot 10^{-2} = 1,15$ кг/ч

11. Дымовые трубы.

Расчет диоксида серы.

Определение выбросов диоксида серы (кг/ч) проводится по формуле /19/

$$\Pi_{\text{SO}_2} = 10^{-2} [2(1 - \eta) \cdot S \cdot B_{\text{ж}} + 1,882 \cdot \text{H}_2\text{S} \cdot B_{\text{г}}]$$

(2.5.1.)

где

$S$

- содержание серы в жидком натуральном топливе, % масс:

$\text{H}_2\text{S}$

- содержание сероводорода в газообразном топливе, % масс;

$B_{\text{ж}}$

- расход жидкого топлива, кг/ч;

$B_{\text{г}}$

- расход газообразного топлива, кг/ч;

$\eta = 0,02$

- доля диоксида серы, улавливаемого летучей золой в газоходах нагревательной печи.

12. Расчет выбросов летучей золы (твердых частиц) /20/

Расчет выбросов летучей золы (кг/ч) проводится по формуле

$$\Pi_{\text{з}} = 0,0025 \cdot B_{\text{ж}} \cdot A$$

(2.5.2.)

где

$A$

- содержание золы в жидком натуральном топливе, % масс;

13. Расчет выбросов оксидов ванадия.

Расчет выбросов оксидов ванадия в пересчете на

$\text{V}_2\text{O}_5$

(кг/ч), выбрасываемых в атмосферу, проводится по формуле:

$$\Pi_{\text{V}_2\text{O}_5} = 10^{-6} \cdot Y_{\text{V}_2\text{O}_5} \cdot B_{\text{ж}} \cdot (1 - \eta_{\text{ос}})(1 - \eta_{\text{у}})$$

(2.5.3.)

где  $B_{\text{ж}}$  - расход жидкого топлива, кг/ч;

$Y_{\text{V}_2\text{O}_5}$  - содержание окислов ванадия в жидком топливе в пересчете на  $\text{V}_2\text{O}_5$ , г/т;

$\eta_{\text{ос}}$

- коэффициент оседания окислов ванадия на поверхностях нагрева котлов. Для котлов с промежуточными пароперегревателями, очистка поверхностей нагрева которых производится в остановленном состоянии

$$\eta_{oc} = 0,07$$

; для котлов без промежуточных пароперегревателей при тех же случаях очистки

$$\eta_{oc} = 0,05$$

, для остальных случаев

$$\eta_{oc} = 0$$

;

$$\eta_y$$

- доля твердых частиц продуктов сгорания жидкого топлива, улавливаемых в устройствах для очистки газов мазутных котлов.

При отсутствии результатов анализа топлива содержание окислов ванадия в сжигаемом топливе (г/т) определяется по формуле:

$$Y_{V_2O_5} = 94,4 \cdot S - 31,6$$

где

$S$

- содержание серы в мазуте, % масс.

Формула справедлива при содержании серы в рабочем топливе больше 0,4% масс.

#### 14. Расчет выбросов оксидов азота, диоксида азота, оксида углерода и метана

Расчет выбросов оксидов азота, в том числе диоксида азота, оксида углерода и метана проводится по формуле

$$\Pi_i = B_{y.t.} \cdot q_i$$

(2.5.4.)

где

$\Pi_i$

- выброс

$i$

-го ингредиента, кг/ч;

$q_i$

- удельный выброс

$i$

-го ингредиента, кг/т условного топлива, определяется по таблице 11, согласно приложению 2 к настоящей Методике;

$V_{у.т.}$

- расход условного топлива, т/ч.

Определение расхода условного топлива производится по формуле

$$V_{у.т.} = V_{ж.} \cdot \Theta_{г.} + V_{г.} \cdot \Theta_{г.}$$

(2.5.5.)

где

$V_{ж.}$

,

$V_{г.}$

- расход жидкого и газообразного топлива, т/ч;

$\Theta_{ж.}$

,

$\Theta_{г.}$

- калорийные эквиваленты жидкого и газообразного топлива, определяются по таблице 12, согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Пример. Определить выбросы вредных веществ из дымовой трубы установки гидроочистки. В печи сжигается 1,5 т/ч газа прямой гонки и 0,8 т/ч мазута. Содержание серы в мазуте - 1,8% масс, содержание сероводорода в газообразном топливе - 0,01% масс, содержание золы - 0,3 % масс.

Определим выбросы диоксида серы

$$П_{SO_2} = 10^{-2} / (1 - 0,02) \cdot 1,8 \cdot 800 + 1,882 \cdot 0,01 \cdot 1 \cdot 500 / = 28,48$$

кг/ч

Выбросы летучей золы (твердых частиц):

$$П_{з} = 0,0025 \cdot 800 \cdot 0,3 = 0,6$$

кг/ч

Содержание оксидов ванадия в жидком топливе:

$$У_{V_2O_5} = 94,4 \cdot 1,8 - 31,6 = 138,32$$

г/т

Выбросы оксидов ванадия составят:

$$П_{V_2O_5} = 10^{-6} \cdot 138,32 \cdot 800(1 - 0,05) = 0,105$$

кг/ч

Выбросы остальных вредных веществ составят:

$$\Pi_{\text{NO}_x} = 3,346 \cdot 1,47 = 4,92$$

кг/ч

$$V_{\text{уг}} = 0,8 \cdot 1,37 + 1,5 \cdot 1,5 = 3,346$$

$$\Pi_{\text{CH}_4} = 3,346 \cdot 0,32 = 0,102$$

кг/ч

$$\Pi_{\text{CO}} = 3,346 \cdot 1,97 = 6,59$$

кг/ч

#### 15. Вакуумсоздающие системы установок АВТ .

Расчет выбросов углеводородов (суммарно).

Расчет выбросов углеводородов (суммарно) (кг/ч) из последней ступени парожетторного агрегата вакуумной колонны АВТ проводится по формуле:

$$\Pi_{\text{у/в}} = G_{\text{м}} \cdot q_i$$

(2.6.1.)

где

$G_{\text{м}}$

- количество сырья (мазута) вакуумной колонны, т/ч;

$q_i$

- удельный выброс углеводородов, кг/т для каждой группы мощности, определяется по таблице 13, согласно приложению 2 к настоящей Методике.

#### 16. Расчет выбросов сероводорода.

Выбросы сероводорода (кг/ч) с неконденсированными газами определяются по формуле:

$$\Pi_{\text{H}_2\text{S}} = K_S \cdot G_{\text{м}} \cdot S$$

(2.6.2.)

где

$K_S$

- поправочный коэффициент, зависящий от способа создания вакуума и группы мощности, определяется по таблице 13 согласно приложению 2 к настоящей Методике;

$S$

- содержание общей серы в сырье вакуумной колонны, % масс.

Пример. На установке АВТ перерабатывается смесь нефти. Расход мазута в вакуумную колонну составляет 65,8 т/ч. Содержание серы в мазуте 1,8% масс. Колонна оборудована барометрическими конденсаторами смешения. Определить выброс углеводородов и сероводорода с последней ступени пароэжекторного агрегата.

Из таблицы 13 согласно приложению 2 к настоящей Методике находим

$$q_i = 0,42$$

кг/т

$$K_S = 0,015$$

Тогда

$$\Pi_{y/b} = 65,8 \cdot 0,42 = 27,63$$

кг/ч

$$\Pi_{H_2S} = 0,015 \cdot 1,8 \cdot 65,8 = 1,78$$

кг/ч

#### 17. Газомоторные компрессоры.

При работе газомоторных компрессоров имеется три вида выбросов:

выхлопные дымовые газы;

отдув газов, вентилируемых из картера;

отдув газов от сальников газомоторных компрессоров.

Выхлопные дымовые газы ГМК характерны повышенным содержанием продуктов химически недожога, образующихся в процессе сгорания топлива. Небольшой промежуток времени, в течение которого происходит процесс сгорания (сотые доли секунды), наличие в рабочей смеси, оставшихся от предшествующего цикла газов, затрудняющих доступ кислорода к молекулам топлива, и другие причины препятствуют полному окислению топлива до конечных продуктов - углекислого газа и воды.

##### 1) Глушители газомоторных компрессоров.

Выбросы вредных веществ (кг/ч) определяются по формуле:

$$\Pi = a_{0i} + a_{1i} \cdot B$$

\* для

$$B \geq 75$$

кг/ч (2.7.1)

где

$a_{0i}$

,

$a_{1i}$

- коэффициенты, значения которых принимаются по таблице 14, согласно приложению 2 к настоящей Методике;

В

- расход топлива на газомоторный компрессор, кг/ч

Выбросы сернистого ангидрида (кг/ч) рассчитываются по формуле:

$$\Pi_{\text{SO}_2} = 1,88 \cdot B \cdot H_2S \cdot 10^{-2}$$

(2.7.2.)

где

$H_2S$

- содержание сероводорода в топливном газе, % масс.

Газомоторные компрессоры работают в области малых значений избытка воздуха в отходящих газах  $\sim 1,2-1,3$ . Поэтому, для прикидочных расчетов объема выхлопных газов следует воспользоваться следующей формулой:

$$V \approx 9,8 \cdot \Theta \cdot B$$

, м  
3

(2.7.3.)

где

$\Theta$

- калорийный эквивалент топлива, значения которого приведены в таблице 12 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

2) Свеча отдува газов, вентилируемых из картера.

Выбросы вредных веществ от свечи картера (кг/ч) определяются по формуле:

$$\Pi_i = B \cdot q_i$$

(2.7.4.)

где

$q_i$

- средняя удельная величина вредных выбросов в кг/кг топлива

$$q_{\text{CO}} = 5,5 \cdot 10^{-4}$$

$$q_{\text{угл}} = 3,9 \cdot 10^{-3}$$

Объем газов, выделяемых из свечи картера, следует принять равным объему газов, подаваемому продувочным насосом.

3) Свеча отдува газов продувки сальников.

Выбросы вредных веществ, выделяемых при продувке сальников, составляют:

углеводородов - 6,12 кг/ч

окись углерода - 0,037 кг/ч

Объем газов, выделяемых при продувке сальников, равен количеству воздуха, подаваемого продувочным насосом.

Пример. Определить выбросы оксида углерода от глушителя газомоторного компрессора. Расход топлива на газомоторный компрессор - 100 кг/ч.

$$\Pi_{\text{CO}} = -13,5429 + 0,7853 \cdot 100 = 64,99$$

кг/ч

### 18. Отдув инертных газов и воздуха.

На установках депарафинизации и обезмасливания ведутся отдув инертных газов. Данные газы насыщены парами вредных веществ, таких как метилэтилкетон, ацетон, углеводородами (в т.ч. бензол, толуол), а также оксидом углерода и диоксидами азота. Выбросы оксида углерода и диоксидов азота незначительны (CO~0,5 т/г, NO~0,1 т/г).

Определение вредных выбросов паров растворителей (кг/ч) при процессах, связанных с отдувом инертного газа или воздуха, производится по общему расходу этих газов (

$V$

, м

3

/ч) и составу парогазовой фазы, равновесной с жидкой при данной температуре и давлении в системе

$$\Pi = V \cdot C_i$$

, (2.8.1.)

где

$C_i$

- весовая концентрация вредных веществ в паровой фазе при давлении и температуре отдува, кг/м

3

Для нефтяных фракций и однокомпонентных систем  $C$  определяется по формуле

$$C_i = \frac{P_g}{P} \cdot \frac{M_i}{22,4} \cdot \frac{273}{273+t}$$

(2.8.2.)

где

$P_g$

- давление насыщенных паров продукта при температуре обдува, мм рт.ст., определяется по рисунку 2 согласно приложению 1 к настоящей Методике;

$P$

- абсолютное давление в линии отдува, мм рт.ст.;

$M_i$

- молекулярная масса паров продукта;

$t$

- температура обдува, С,

Для веществ, входящих в состав многокомпонентных систем (бензол, толуол и др.)  $C$  определяется по формуле:

$$C_i = \frac{P_i}{P} \cdot X_i \cdot \frac{M_i}{22,4}$$

(2.8.3.)

где

$P_i$

- давление насыщенного пара чистого компонента при температуре отдува, мм рт.ст.; определяется по таблице 5 согласно приложению 2 к настоящей Методике;

$X_i$

- мольная доля компонента в жидкой фазе.

Для ориентировочных расчетов можно принять для бензола

$$C = 12,4 \text{ мг/м}^3 = 12,4 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$$

для толуола

$$C = 2597 \text{ мг/м}^3 = 0,26 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$$

Пример. Определить количество МЭК, выбрасываемого при отдувке инертного газа

. Исходные данные для расчета:

количество инертного газа, поступающего на установку - 0,3 т/ч;

плотность инертного газа

$\rho$

=1,3 кг/м

3

;

температура отдувочного газа  $t = -10$  °С;

абсолютное давление в емкостях - 600 мм рт.ст.

Определим давление насыщенных паров МЭК при  $-10^{\circ}\text{C}$  по таблице 5 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

$$P = A - \frac{B}{T} = 7,764 - \frac{1725}{273 - 10} = 1,205$$

Молекулярный вес МЭК –  $M=72$  ( $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ )

Тогда

$$C_{\text{МЭК}} = \frac{1,205}{600} \cdot \frac{72}{22,4} \cdot \frac{273}{273 - 10} = 0,0067$$

кг/м<sup>3</sup>

$$\Pi_{\text{МЭК}} = \frac{300}{1,3} \cdot 0,0067 = 1,55$$

кг/ч

19. Регенераторы катализатора технологических установок.

1) Регенерация катализатора установок каталитического крекинга.

Выбросы оксида углерода при регенерации катализатора (кг/ч) рассчитываются по формуле:

$$\Pi_{\text{CO}} = 1,25 \cdot V \cdot C_{\text{CO}} \cdot \frac{273}{273 + t_{\text{ух}}} \cdot 10^{-2}$$

(2.9.1.)

где 1,25 - плотность оксида углерода при  $0^{\circ}\text{C}$  и 760 мм рт.ст;

V-объем выбросов образующихся газов регенерации катализатора (V, м

3/ч), равен количеству подаваемого на регенерацию воздуха;

$C_{\text{CO}}$  - объемная концентрация оксида углерода в отходящих газах, % об;

$t_{\text{ух}}$  - температура газов на выходе из регенератора,  $^{\circ}\text{C}$ .

Выбросы углеводородов и оксидов азота (кг/ч) рассчитываются по формуле:

$$\Pi_i = V \cdot C_i \cdot 10^{-6}$$

(2.9.2.)

где  $C_i$  - концентрация вредного вещества в отходящих газах, мг/м

3

Выбросы катализаторной пыли (кг/ч) рассчитываются по формуле:

$$\Pi_{\text{П}} = G \cdot q$$

(2.9.3.)

где  $G$  - производительность установки по сырью, т/ч;

$q$  - удельный выброс катализаторной пыли в кг на тонну перерабатываемого на установке сырья, кг/т.

Значения  $C_{\text{CO}}$ ,  $C_i$  и  $q$  представлены в таблице 15 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

\* При использовании промоторов концентрация оксида углерода в отходящих газах снижается до 0,02% об.

Количество выбросов диоксида серы (кг/ч) рассчитывается по содержанию общей серы в коксе (

$S_{\text{к}}$   
, % масс.):

$$\Pi_{\text{SO}_2} = 2 \cdot B_{\text{к}} \cdot S_{\text{к}} \cdot 10^{-2}$$

(2.9.4.)

или по содержанию общей серы в сырье установки (

$S_{\text{с}}$   
, % масс):

$$\Pi_{\text{SO}_2} = 2,4 \cdot B_{\text{к}} \cdot S_{\text{с}} \cdot 10^{-2}$$

(2.9.5.)

где

$B_{\text{к}}$

- количество кокса, выгорающего с поверхности катализатора, кг/ч.

$$B_{\text{к}} = 10 \cdot \Pi \cdot G \cdot (C_1 - C_2)$$

(2.9.6.)

где

$\Pi$

- кратность циркуляции катализатора, т/т сырья;

$G$

- производительность установки по сырью, т/ч;

$C_1$

$C_2$

- содержание кокса на катализаторе соответственно до и после регенерации, % масс.

Пример. Определить выбросы вредных веществ при регенерации шарикового катализатора на установке каталитического крекинга. Производительность установки 46,4 т/ч, объем подаваемого на регенерацию воздуха 20000 м

3

/ч. Содержание серы в сырье установки 0,8% масс. Вес катализатора 110 т, содержание кокса на катализаторе до регенерации 1,65% масс. после регенерации 0,2% масс.

$$\Pi_{CO} = 0,725 \cdot 20000 \cdot 0,35 \cdot 10^{-2} = 50,75$$

кг/ч

$$\Pi_{y/b} = 20000 \cdot 77,68 \cdot 10^{-6} = 1,55$$

кг/ч

$$\Pi_{NO_x} = 20000 \cdot 140,6 \cdot 10^{-6} = 2,81$$

кг/ч

$$\Pi_{\Pi} = 46,4 \cdot 0,53 = 24,56$$

кг/ч

Для расчета выбросов диоксида серы определим количество кокса, выгоревшего с поверхности катализатора.

$$B_k = 10 \cdot 2,37 \cdot 46,4(1,65 - 0,9) = 1594,54$$

кг/ч

$$\pi = \frac{110}{46,4} = 2,37$$

Тогда

$$\Pi_{SO_2} = 2,4 \cdot 1594,54 \cdot 0,8 \cdot 10^{-2} = 30,61$$

кг/ч

20. Регенерация катализатора на установках риформинга и гидроочистки.

Выбросы вредных веществ при регенерации катализатора (кг/ч) рассчитывают по формуле:

$$\Pi_i = \frac{m \cdot x_i}{n} \cdot y_i \cdot 10^{-2}$$

(2.9.7.)

где

$m$

- масса катализатора, кг;

$n$

- продолжительность цикла регенерации, ч;

$x_i$

- степень отложения кокса или серы, % масс;

$y_i$

- удельное количество образовавшегося вредного вещества (кг/кг), определяется по таблице 16 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Пример. Определить выбросы вредных веществ при регенерации катализатора на установке Л-24/6 за год. Масса катализатора , продолжительность одного цикла регенерации 120 ч, в году производится 2 регенерации.

$$\Pi_{\text{CO}}^P = \frac{40000 \cdot 8,5}{120} \cdot 0,44 \cdot 10^{-2} = 12,46 \text{ кг/ч} = 12,46 \text{ кг/ч} \cdot 240 \text{ ч} = 2990,4 \text{ кг/г} = 2,99 \text{ т/г}$$

$$\Pi_{\text{SO}_2}^P = \frac{4000 \cdot 0,5}{120} = 2,0 \cdot 10^{-2} = 2,17 \text{ кг/ч} = 520 \text{ кг/г} = 0652 \text{ т/г}$$

21. Воздушки емкостей.

Воздушки аммиачных емкостей.

Выбросы аммиака в атмосферу от воздушников аммиачных емкостей (т/г) рассчитываются по формуле:

$$\Pi_{\text{NH}_3} = \frac{V \cdot K \cdot x \cdot \rho_{\text{NH}_3}}{P}$$

(2.10.1)

где

$V$

- объем закаченной аммиачной воды, м

3

/г;

$K$

- константа Генри, мм рт.ст., определяются по табл.17;

$x$   
- мольное содержание аммиака в аммиачной воде;

$\rho_{\text{NH}_3}$   
- плотность паров аммиака, кг/м<sup>3</sup>  
;

$P$   
- общее давление системы, мм рт.ст.

Мольная доля аммиака в воде рассчитывается по формуле

$$x = \frac{\frac{\bar{x}_{\text{NH}_3}}{M_{\text{NH}_3}}}{\frac{\bar{x}_{\text{NH}_3}}{M_{\text{NH}_3}} + \frac{1 - \bar{x}_{\text{NH}_3}}{M_{\text{B}}}}$$

(2.10.2.)

где

$\bar{x}_{\text{NH}_3}$   
- весовая доля аммиака в аммиачной воде, кг/кг смеси;

$M_{\text{B}}$   
- молекулярная масса аммиачной воды.

## 22. Воздушки емкостей с фенолом.

Потери фенола с воздушников емкостей на установках фенольной очистки масел и производства присадок (кг/ч) при продувке линии приема фенола на установку определяются по формуле:

$$\Pi_{\text{ф}} = V \cdot C_{\text{в}}$$

(2.10.3.)

где

$V$   
- объем газовой смеси, вытесненной из емкости при продувке, м<sup>3</sup>  
/ч;

$C_{\text{в}}$

- весовая концентрация фенола в газовой смеси, кг/ м

3

$$C_{\text{в}} = \frac{P_{\text{ф}}}{P_{\text{емк}}} \cdot \rho_{\text{ф}}$$

(2.10.4.)

где

$P_{\text{емк}}$

- давление в газовом пространстве емкости, мм рт.ст.;

$P_{\text{ф}}$

- давление паров фенола при температуре газового пространства, мм рт.ст., определяется по таблице 5 согласно приложению 2 к настоящей Методике;

$\rho_{\text{ф}}$

- плотность паров фенола при температуре газового пространства, кг/м

3

$$\rho_{\text{ф}} = \frac{M \cdot T_0}{22,4 \cdot T} \cdot \frac{P_{\text{емк}}}{760}$$

(2.10.5.)

где

$T_0 = 273$

$^{\circ}\text{К}$

$T_0 = 273 + t_{\text{г.п.}}$

,  $^{\circ}\text{К}$ ,

$t_{\text{г.п.}}$

- температура газового пространства,  $^{\circ}\text{С}$ ;

$M$

- молекулярный вес фенола.

Пример. Определить потери аммиака из резервуаров, в который закачивается 10000

$M$

3

аммиачной воды с мольным содержанием аммиака в ней

$x = 0,01$

$$\rho_{\text{NH}_3} = 0,76$$

кг/м

3

. Средняя температура в резервуаре +10 °С:

$$\Pi_{\text{NH}_3} = \frac{10000 \cdot 1800 \cdot 0,01 \cdot 0,76 \cdot 10^{-3}}{760} = 0,18$$

т/г

### 23. Производственные помещения.

Валовые выбросы вредных веществ из производственных помещений общеобменными системами вентиляции (кг/ч) определяются по формуле

$$\Pi_i^{\text{пр}} = C_i^{\text{рз}} \cdot K \cdot \sum_{j=1}^n G_j^{\text{пр(в)}} \cdot 10^{-6}$$

(2.11.1.)

где

$C_i^{\text{рз}}$

- средняя концентрация вредного вещества в рабочей зоне за отопительный период (принимается по данным газоспасательных станций), мг/м

3

;

$K$

- поправочный коэффициент, равный для насосных, оборудованных центробежными насосами - 1,5; поршневыми - 3, для компрессорных - 2;

$\sum_{j=1}^n G_j^{\text{пр(в)}}$

- суммарная производительность приточных или вытяжных механических вентиляционных установок (в расчете принимается большая из них), м

3

/ч.

Пример. Определить величину валовых выбросов из "холодной" насосного блока стабилизации установки каталитического крекинга, которую обслуживают три приточные установки общей производительностью 35000 м

3

/ч и пять вытяжных - общей производительностью 34000 м

3

/ч. Средняя концентрация сероводорода в 1985 г. составила 2,7 мг/м

3

$$\Pi_{\text{H}_2\text{S}}^{\text{III}} = 2,7 \cdot 1,5 \cdot 35000 \cdot 10^{-6} = 0,142$$

кг/ч

#### 24. Печи дожига газов окисления битумных установок.

Процесс получения битумов заключается в окислении воздухом сырья в кубах-окислителях. В результате процесса образуются газы окисления, содержащие в себе большое количество вредных веществ. Для обезвреживания газов окисления на установках используются технологические печи и печи дожига, представляющие собой циклонные топки.

Количество вредных выбросов от газов окисления (кг/ч) без учета сгорания топлива рассчитывают по формуле:

$$\Pi_i = G \cdot q_i \cdot (1 - \eta_i)$$

(2.12.1.)

где

$G$

- производительность битумной установки, по сырью, т/ч;

$q_i$

- удельное количество образовавшегося  $i$ -го вредного вещества в кг на тонну переработанного сырья, кг/т; принимается по таблице 18 согласно приложению 2 к настоящей Методике;

$\eta_i$

- коэффициент очистки по  $i$ -му вредному веществу в зависимости от типа печи, в которой происходит сжигание; принимается: по таблице 18 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Количество фенола, выбрасываемого от печей дожига, определяется (кг/ч) по формуле:

$$\Pi_{\text{ф}} = 13,5 \cdot V \cdot (1 - \eta_{\text{ф}}) \cdot 10^{-6}$$

(2.12.2.)

где 13,5 - содержание фенола в отходящих газах, мг/м

3

;

$V$

- количество образующихся газов окисления, м

$^3$

/ч

$$V = 103,8 \cdot G$$

(2.12.3.)

где 103,8 - удельный объем газов окисления, образующихся на тонну перерабатываемого сырья, м

$^3$

/т.

Количество диоксида серы, выбрасываемого от печей дожига, (кг/ч) определяется по формуле:

$$\Pi_{\text{SO}_2} = \Pi_{\text{SO}_2}^{\text{H}_2\text{S}} + \Pi_{\text{SO}_2}^{\text{RSH}}$$

где

$$\Pi_{\text{SO}_2}^{\text{H}_2\text{S}}, \Pi_{\text{SO}_2}^{\text{RSH}}$$

- количество диоксида серы, образующихся от сжигания сероводорода и меркаптанов соответственно, кг/ч:

$$\Pi_{\text{SO}_2}^{\text{H}_2\text{S}} = 1,88 \cdot G \cdot q_{\text{H}_2\text{S}} \cdot \eta_{\text{H}_2\text{S}}$$

$$\Pi_{\text{SO}_2}^{\text{RSH}} = 1,33 \cdot G \cdot q_{\text{RSH}} \cdot \eta_{\text{RSH}}$$

Величины выбросов вредных веществ от печей дожига (диоксида серы, сероводорода, меркаптанов, углеводородов, оксида углерода) следует прибавить:

при сгорании газов окисления в камерных и технологических печах - к выбросам соответствующих вредных веществ от технологической печи установки;

при сгорании газов окисления в циклонных печах - к выбросам соответствующих вредных веществ, образующихся при сгорании топлива, подаваемого в циклонную печь.

Пример. Определить выбросы вредных веществ от печи дожига газов окисления битумной установки производительностью по сырью 43 т/ч. Дожиг ведется в циклонной печи с расходом топлива 100 кг/ч. Содержание сероводорода в топливе 0,01% масс. При сжигании газов окисления выбрасывается (без учета подаваемого на сжигание топлива).

$$\Pi_{y/b} = 43 \cdot 0,718(1 - 0,85) = 4,63$$

кг/ч

$$\Pi_{CO} = 43 \cdot 0,411(1 - 0,85) = 2,65$$

кг/ч

$$\Pi_{H_2S} = 43 \cdot 0,042(1 - 0,98) = 0,036$$

кг/ч

$$\Pi_{RSH} = 43 \cdot 0,02(1 - 0,98) = 0,017$$

кг/ч

Определим выбросы фенола:

$$V = 103,8 \cdot 43 = 4463,4$$

м

3

$$\Pi_{\phi} = 4463,4 \cdot 13,5(1 - 0,98) \cdot 10^{-6} = 0,0012$$

кг/ч

Определим выбросы диоксида серы

$$\Pi_{SO_2}^{H_2S} = 1,88 \cdot 43 \cdot 0,042 \cdot 0,98 = 3,33$$

кг/ч

$$\Pi_{SO_2}^{RSH} = 1,33 \cdot 43 \cdot 0,02 \cdot 0,98 = 1,12$$

кг/ч

$$\Pi_{SO_2} = 4,45$$

кг/ч

Определим выбросы вредных веществ от сгорания топлива

$$\Pi_{SO_2} = 10 \cdot 0,1 \cdot 1,88 \cdot 0,01 \cdot 1 = 0,019$$

кг/ч (форм. 2.5.1.)

$$\Pi_{y/b} = 0,18 \cdot 0,15 \cdot 0,18 = 0,027$$

кг/ч (форм.2.5.4.)

$$B_{\text{ут}} = 100 \cdot 1,5 = 150 \text{ кг/ч} = 0,15$$

т/ч

$$\Pi_{\text{CO}} = 0,15 \cdot 0,81 = 0,122$$

кг/ч

$$\Pi_{\text{NO}_x} = 0,15 \cdot 1,36 = 0,204$$

кг/ч

$$\Pi_{\text{NO}_2} = 0,15 \cdot 0,145 = 0,022$$

кг/ч

Итого от циклонной печи дожига газов окисления выбрасывается

$$\Pi_{\text{у/в}} = 4,63 + 0,027 = 4,657$$

кг/ч

$$\Pi_{\text{CO}} = 2,65 + 0,122 = 2,772$$

кг/ч

$$\Pi_{\text{H}_2\text{S}} = 0,036$$

кг/ч

$$\Pi_{\text{RSH}} = 0,017$$

кг/ч

$$\Pi_{\text{SO}_2} = 4,45 + 0,019 = 4,47$$

кг/ч

$$\Pi_{\text{ф}} = 0,0012$$

кг/ч

$$\Pi_{\text{NO}_x} = 0,204$$

кг/ч

$$\Pi_{\text{NO}_2} = 0,022$$

кг/ч

## 25. Неорганизованные выбросы технологических установок.

Технологические установки характеризуются целым комплексом насосного, компрессорного, холодильного, колонного и других типов оборудования, а также трубопроводных коммуникаций с большим числом арматуры.

В процессе эксплуатации оборудования, аппаратуры и коммуникаций вследствие появления неплотностей за счет температурных деформаций и износа, в результате механического или коррозионно-эрозионного разрушения выделяется значительное количество вредных веществ.

## 26. Расчет валовых выбросов углеводородов (суммарно).

Валовые выбросы углеводородов (суммарно) от технологических установок рассчитывают по формуле:

$$\Pi_{\text{неорг.}}^{\text{у/в}} = K_0 + K_1 \cdot \sqrt{G}$$

(2.13.1.)

где

$\Pi_{\text{неорг.}}^{\text{у/в}}$

- валовые неорганизованные выбросы углеводородов (суммарно), кг/ч;

$G$

- производительность установки, кг/ч;

$K_0$

$K_1$

- коэффициенты, значения которых представлены в таблице 9 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Коэффициенты получены по результатам натурных обследований однотипных установок нефтеперерабатывающих заводов.

Для технологических установок, отсутствующих в таблице 19 согласно приложению 2 к настоящей Методике, коэффициенты принимаются как для установки, близкой по своим параметрам.

При расчете величин выбросов вредных веществ от комбинированных установок (например, ЛК-бу, КТ и др.), следует данные установки разбить на секции и расчет вести по каждой секции в отдельности. Суммирование выбросов от отдельных секций позволит определить общий выброс от комбинированной установки.

## 27. Расчет выбросов в атмосферу индивидуальных веществ и углеводородов предельных, непредельных, ароматических.

Расчет вредных составляющих ведется по формуле:

$$\Pi_{\text{неорг.}}^i = K_2^i \cdot \Pi_{\text{неорг.}}^{\text{у/в}}$$

(2.13.2.)

где

$$\Pi_{\text{неорг.}}^i$$

- валовый выброс отдельных компонентов, кг/ч;

$$K_2^i$$

- коэффициенты, значения которых принимаются по таблице 20 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

#### 28. Расчет валовых выбросов сероводорода.

Валовые выбросы сероводорода от технологических установок рассчитывают по формуле:

$$\Pi_{\text{вал. неорг.}}^{\text{H}_2\text{S}} = \Pi_{\text{неорг.}}^{\text{у/в}} \cdot \sum (x_i^{\text{Г}} \cdot x_i^{\text{H}_2\text{S}}) \cdot 10^{-4}$$

(2.13.3.)

где

$$\Pi_{\text{вал. неорг.}}^{\text{H}_2\text{S}}$$

- валовые выбросы сероводорода, кг/ч;

$$x_i^{\text{Г}}$$

- выход газа *i*-го вида к количеству перерабатываемого сырья, % масс.;

$$x_i^{\text{H}_2\text{S}}$$

- содержание сероводорода в газе,

*i*

-го вида, % масс.

28. Расчет валовых выбросов вредных веществ от установок производства элементарной серы.

Выбросы диоксида серы (кг/ч) рассчитываются по формуле:

$$\Pi_{\text{неорг.}}^{\text{SO}_2} = 0,0014 \cdot \sqrt{G}$$

(2.13.4.)

Выбросы сероводорода (кг/ч) рассчитываются по формуле:

$$\Pi_{\text{неорг.}}^{\text{H}_2\text{S}} = 0,0037 \cdot \sqrt{G}$$

(2.13.5.)

29. Расчет валовых выбросов от установок производства серной кислоты

Выбросы диоксида серы (кг/ч) рассчитываются по формуле:

$$\Pi_{\text{неорг.}}^{\text{SO}_2} = 0,05 \cdot \sqrt{G}$$

(2.13.6.)

Выбросы тумана серной кислоты (кг/ч) рассчитываются по формуле:

$$\Pi_{\text{неорг.}}^{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,009 \cdot \sqrt{G}$$

(2.13.7.)

Пример. Рассчитать валовые неорганизованные выбросы от установки ЭЛОУ-АВТ-6 производительностью 6680000 т/год. Выход сухих газов составляет 1,8%, содержание сероводорода в сухом газе 1,2%. Выход сжиженных газов 1,6%, содержание сероводорода - 0,075%.

Определим производительность установки в кг/ч, считая, что установка проработала 8000 часов

$$G = \frac{6680000}{8000} = 835 \text{ т/час} = 835000 \text{ кг/час}$$

Выбросы углеводородов составят (формула 2.13.1.):

$$\Pi_{\text{неорг.}}^{\text{у/в}} = 0,208 \cdot \sqrt{835000} = 0,208 \cdot 913,78 = 190,07$$

кг/ч

В соответствии таблице 20 согласно приложению 2 к настоящей Методике и формуле 2.13.2. установка ЭЛОУ-АВТ выбрасывает только непредельные углеводороды (

$$K_2 = 1$$

для непредельных).

Рассчитаем выбросы сероводорода от установки:

от сухих газов (формула 2.13.3.):

$$\Pi_{\text{H}_2\text{S}}^{\text{сух. газов}} = 190,07 \cdot 1,8 \cdot 1,2 \cdot 10^{-4} = 0,0411$$

кг/ч

от сжиженных газов:

$$\Pi_{\text{H}_2\text{S}}^{\text{сж. г.}} = 190,07 \cdot 1,6 \cdot 0,075 \cdot 10^{-4} = 0,0023$$

кг/ч

Всего выбросов сероводорода от установки

$$\Pi_{\text{неорг.}}^{\text{H}_2\text{S}} = 0,0411 + 0,0023 = 0,0434$$

кг/ч

### 30. Автомобильный транспорт.

Расчет выбросов вредных веществ от автомобилей с различными типами двигателей внутреннего сгорания (ДВС) (бензиновыми, дизельными, газовыми и др.) производят по формуле:

$$\Pi_i = q_i \cdot l \cdot K_1 \cdot K_2$$

(2.14.1.)

где:

$q_i$

- удельный выброс

$i$

-го вредного вещества автомобилем в зависимости от типа ДВС с учетом картерных выбросов и испарений топлива, г/км; определяется по таблице 21 согласно приложению 2 к настоящей Методике;

$l$

- пробег автомобилей с данным типом двигателя за расчетный период, млн. км;

$K_1$

- коэффициент, учитывающий техническое состояние автомобиля;

$K_2$

- коэффициент, учитывающий средний возраст автомобиля.

Значения

$K_1$

,

$K_2$

определяются по таблице 22 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Общий выброс от автотранспорта складывается из выбросов вредных веществ всех групп автомобилей.

### 3. Определение максимальных выбросов вредных веществ.

31. Поскольку установление ПДВ предполагает не превышение ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе при самых неблагоприятных метеоусловиях и наибольших выбросах от источников предприятия (исключая залповые выбросы от нарушений технологического режима).

Приведенные в разделе 2 методики в большинстве случаев позволяют определить интегральную оценку выбросов вредных веществ из источников.

Для целого ряда организованных источников выбросов, характеризующихся относительным постоянством параметров газовых потоков интегральная оценка выбросов может служить и оценкой максимальных выбросов. Для неорганизованных источников, таких как резервуары, объекты очистных сооружений, блоки оборотного водоснабжения, интенсивность выбросов из которых во многом зависит от климатических условий, максимальные выбросы будут иметь место в летний период.

Способы определения максимальных выбросов от неорганизованных источников приведены ниже.

### 32. Резервуарные парки, транспортные емкости.

Чтобы определить максимальную величину выброса из данных источников, следует определить по формулам 1.1.1, 2.1.9, 2.2.1. выбросы за теплый период (III квартал).

Перевод полученной величины в т/квартал в г/с позволит получить максимальную величину выброса:

$$\Pi_{\text{max}} = \frac{\Pi_{\text{КВ.}}^{\text{T}} \cdot 1000 \cdot 1000}{92 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,126 \cdot \Pi_{\text{КВ.}}^{\text{T}}$$

### 33. Очистные сооружения, блоки оборотного водоснабжения.

Расчет максимальной величины (г/с) следует определять по формуле:

$$\Pi_{\text{max}} = \frac{\Pi^{\text{о.с. (БОВ)}} \cdot K_5}{3,6}$$

где

$K_5$

- коэффициент, учитывающий влияние климатических условий (солнечной радиации) на испарение (таблице 23, согласно приложению 2 к настоящей Методике)

### 34. Воздушки емкостей.

Для определения максимального выброса от воздушек емкостей в формулу 2.10.1 и 2.10.2 следует подставить максимально возможную величину константы Генри, наблюдаемую в условиях предприятия, а мольную долю аммиака рассчитать при максимальном содержании аммиака в аммиачной воде на предприятии.

Для остальных источников величина выброса в г/с определяется простым переводом выбросов в кг/час, полученных в п.2, в г/с.

## 4. Определение валовых выбросов вредных веществ

35. Выбросы от регенераторов катализаторов установки риформинга и гидроочистки в т/год следует определять по формуле

$$\Pi_{\text{вал.}} = \Pi_{i \text{ р.к.}} \cdot n \cdot \tau \cdot 10^{-3} \quad n \geq 1$$

где

$\Pi_{i \text{ р.к.}}$

- выброс

$i$

-го вредного вещества от регенераторов катализатора, кг/час;

$\tau$

- продолжительность одного цикла регенерации, час;

$n$

- количество циклов регенерации, в год.

Если цикл регенерации более 1 года,

$n$

следует принять равным единице.

Для остальных источников загрязнения, пересчет в т/год ведется по формуле:

$$\Pi_{\text{вал.}} = \Pi_i \cdot \tau_p \cdot 10^{-3}$$

где

$\Pi_i$

- выброс от источника, кг/час;

$\tau_p$

- время работы источника в году, час.

## 5. Оценка сходимости результатов натурных замеров и рассчитанных величин выбросов

36. В таблице 24 согласно приложению 2 к настоящей Методике представлены результаты статистического анализа данных натурных замеров выбросов вредных веществ из основных источников нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. Большинство расчетных зависимостей, рассмотренных в предыдущих разделах, получены методом наименьших квадратов.

В качестве критерия сходимости расчетных и натурно замерных величин выбросов в таблице 24 согласно приложению 2 к настоящей Методике приведены значения относительной погрешности (

$\Delta X$

) и средней квадратичной погрешности ( $\Delta S$ ), определенные по известным формулам.

Данные сравнения стандартных отклонений по каждой из предложенных в разделе 2 зависимостей приведены в таблице 24 согласно приложению 2 к настоящей Методике

### Рисунки графиков зависимости коэффициентов

График зависимости коэффициента  $K_1$  от среднеквартальной оборачиваемости резервуаров

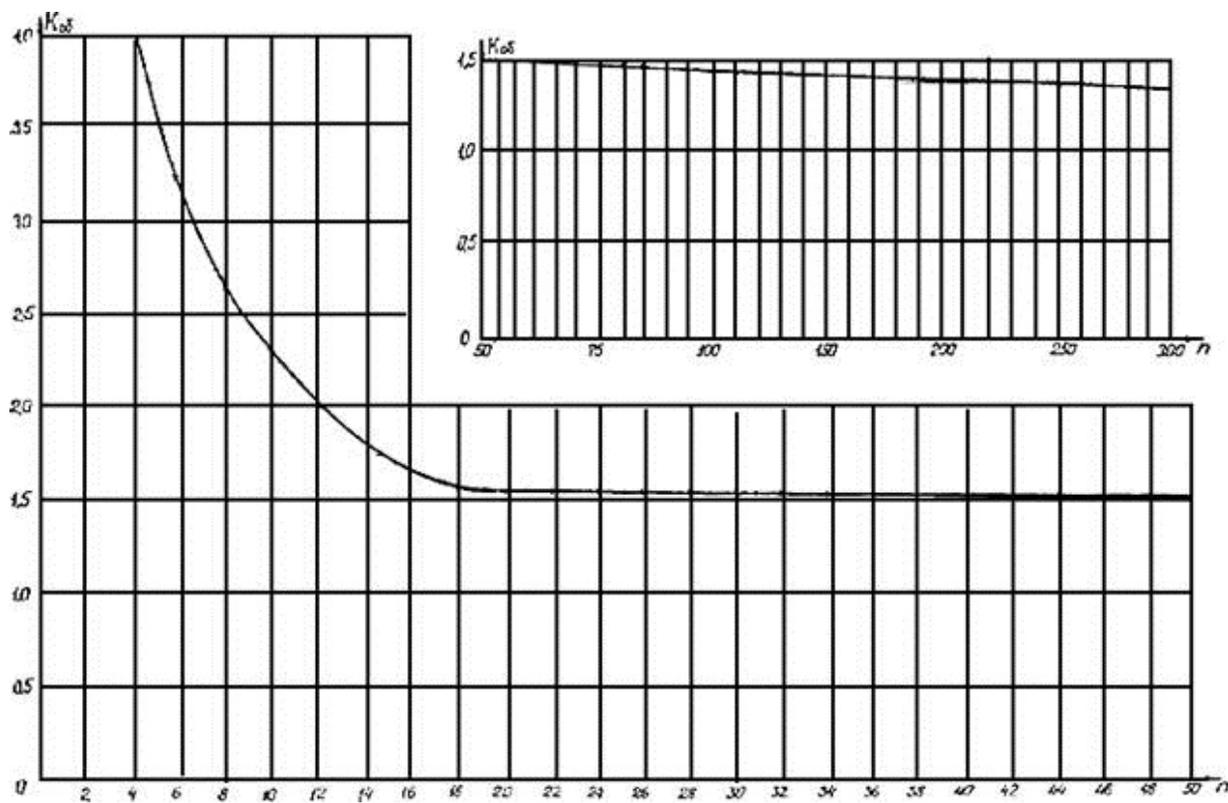


Рисунок 1.

**График**

$$P_{\text{нас.}}^{\text{Г.П.}} = f(t)$$

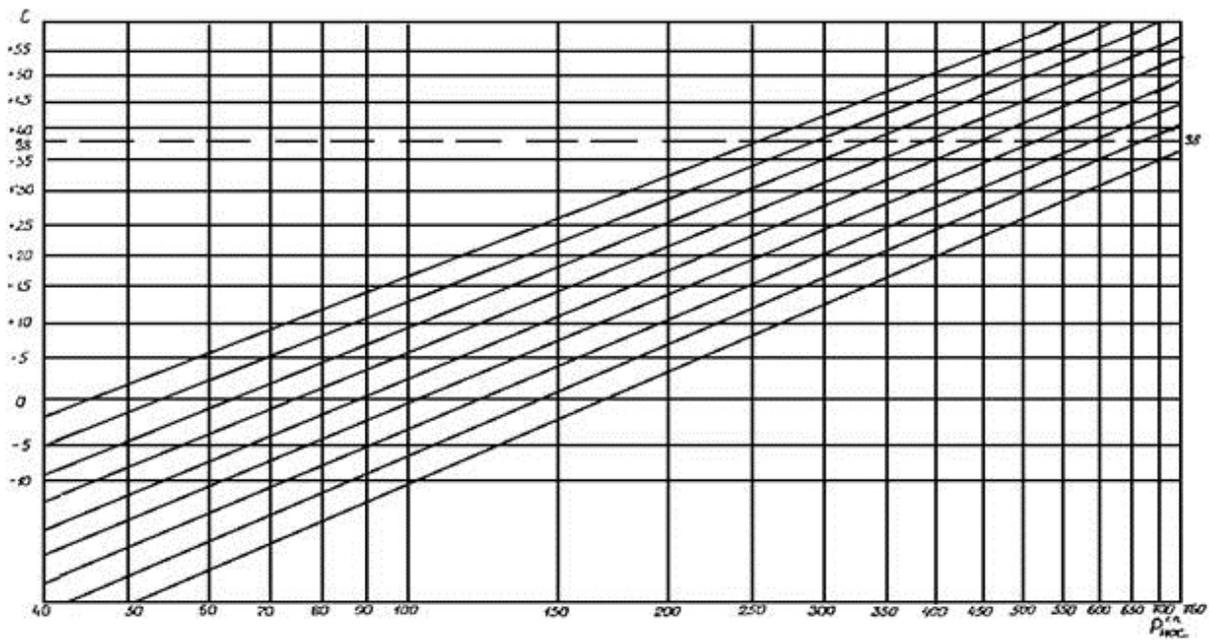
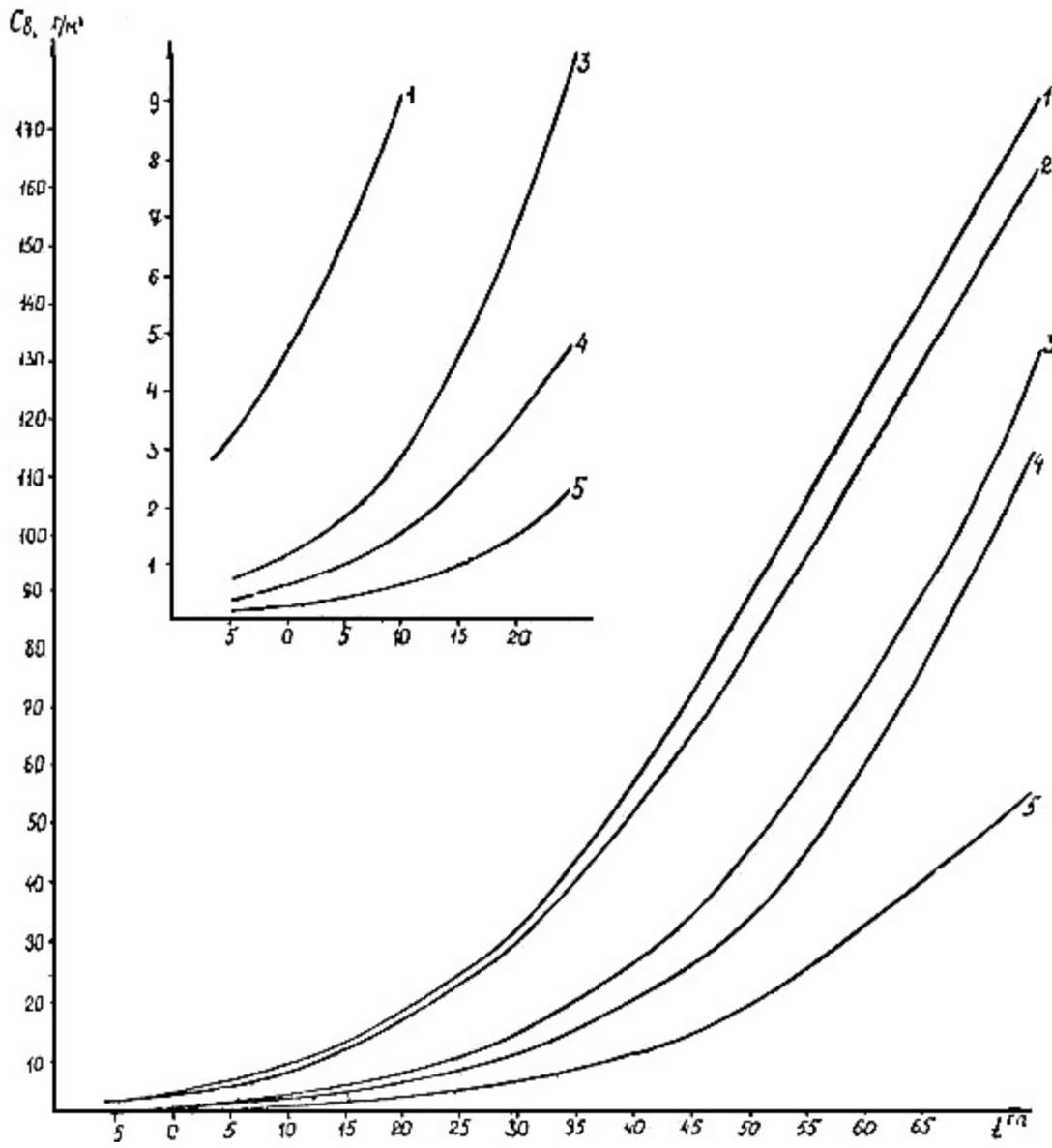


Рисунок 2.

**Весовые концентрации насыщенных паров для различных нефтепродуктов**



1 - керосин, 2 - лигроин, 3 - дизельное топливо, 4 - мазут, 5 - масла, присадки

Рисунок 3

**График зависимости коэффициента**

$K_1$   
от среднеквартальной оборачиваемости резервуаров

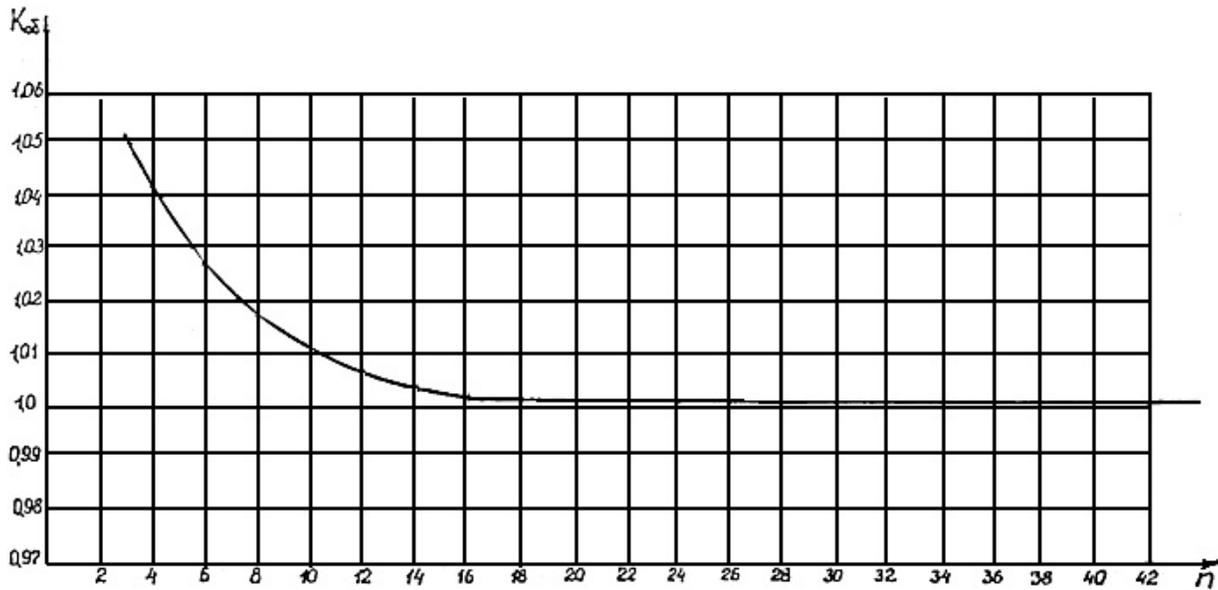
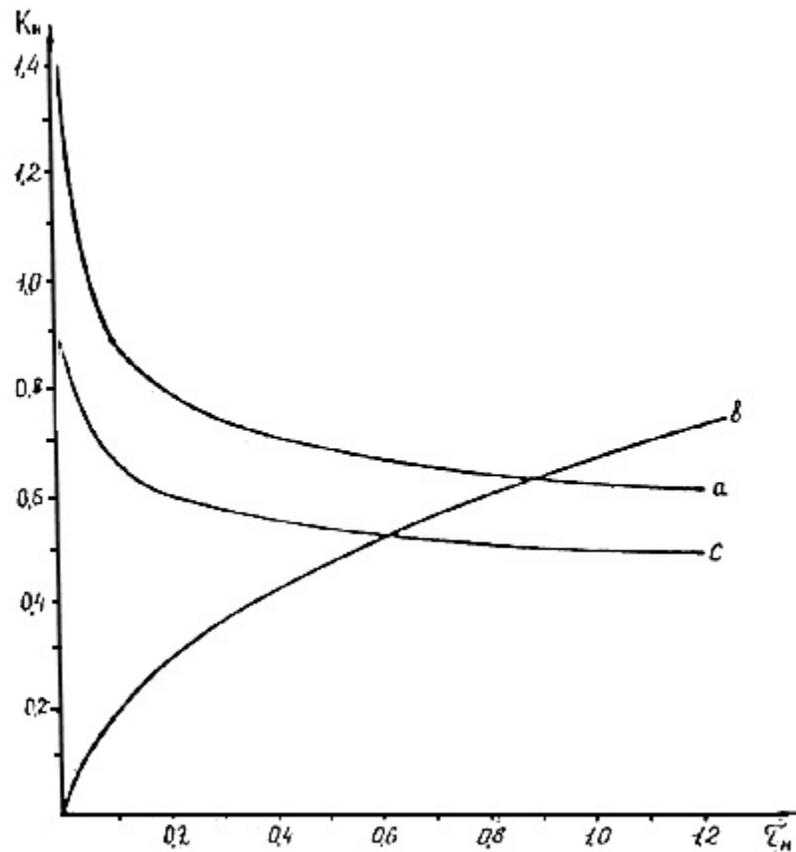


Рисунок 4.

Зависимость коэффициента  $K$  от времени заполнения емкости-

$\tau$   
 $H$  при различных условиях налива



а - налив сверху открытой струей

в - налив сверху или снизу открытой струей (при высоте (диаметре) емкости

$H < 1$

М

значение  $K_H$  необходимо умножить на

с - налив сверху полуоткрытой струей

Рисунок 5.

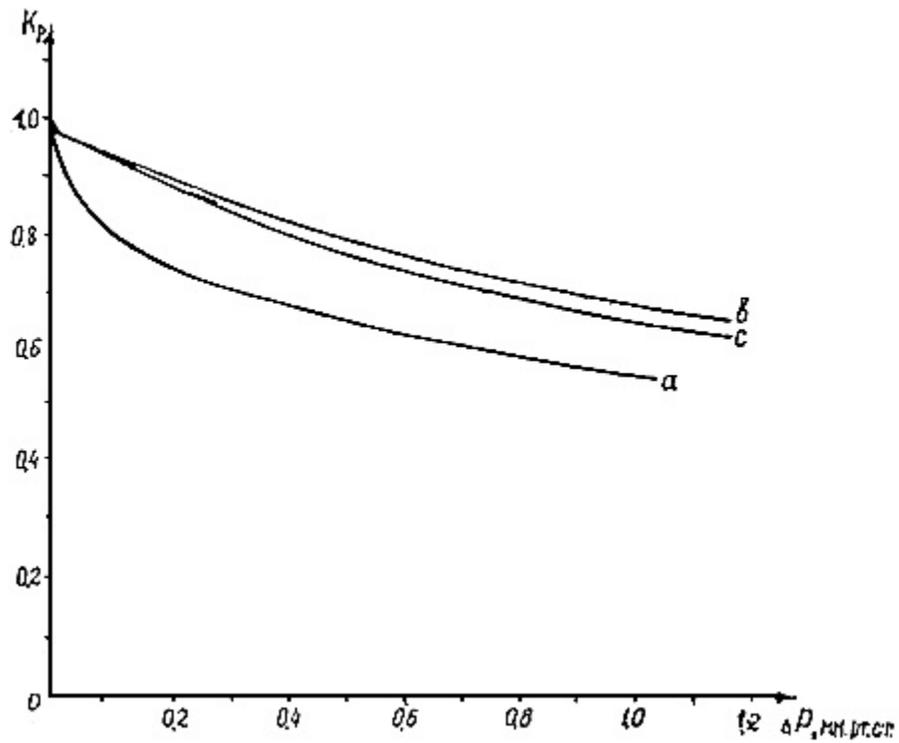
### Зависимость коэффициента

$K_p$

от избыточного давления

$P$

при различных условиях налива



а - налив сверху открытой струей

в - налив сверху или снизу закрытой струей

с - налив сверху полуоткрытой струей

Рисунок 6.

Температура начала кипения, °С

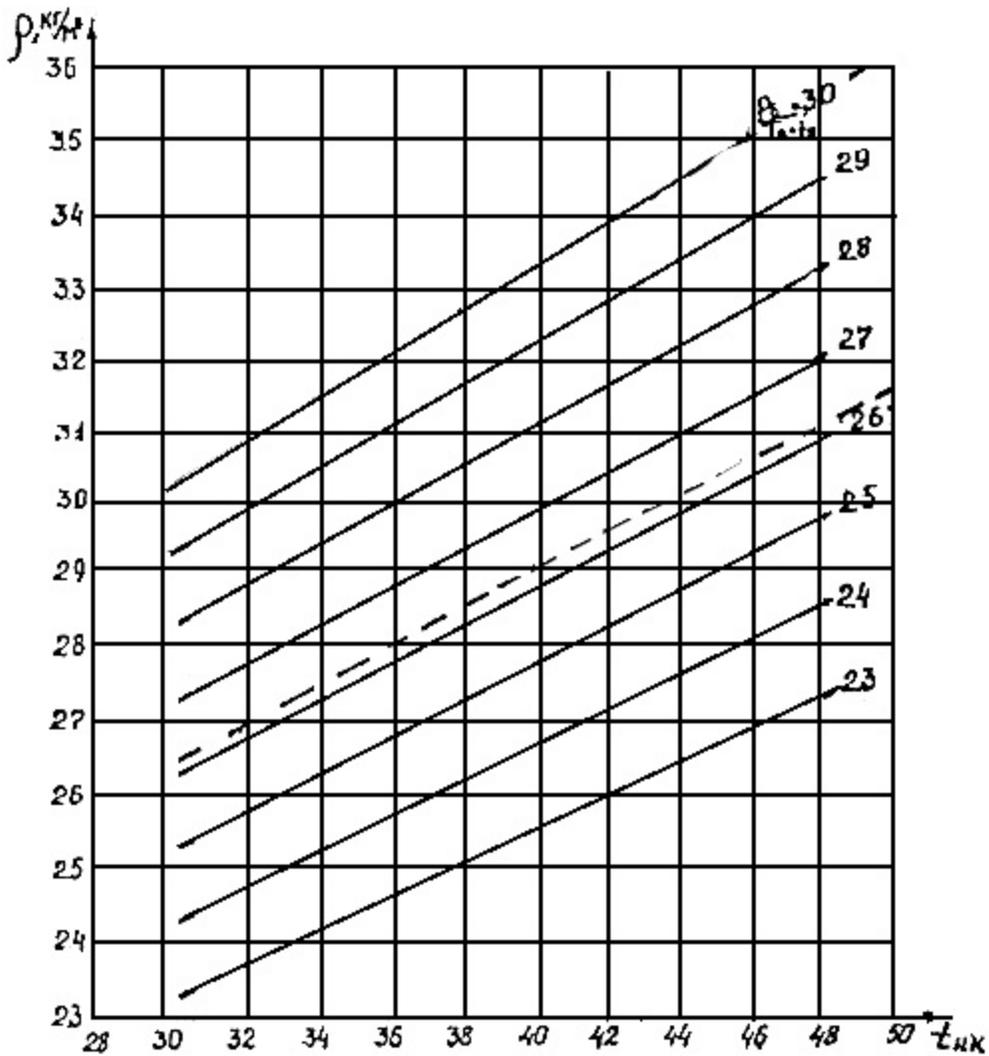


Рисунок 7.

**Таблицы значений коэффициентов и концентраций индивидуальных веществ и групп углеводородов в парах различных нефтепродуктов**

Таблица 1  
Значения коэффициента  $K_2$

Наземные металлические резервуары		Подземные железобетонные резервуары
без оснащения техническими	оснащен понтоном или	без оснащения техническими

Эксплуатация резервуара	средствами снижения потерь	плавающей крышей	включен в газоуравнительную систему	средствами снижения потерь	включен в газоуравнительную систему
Резервуар эксплуатируется как "Мерник"	1	0,2	0,2	0,8	0,1
То же, но с открытыми люками или снятыми дыхательными клапанами	1,1	0,25	1,1	0,9	0,9
Резервуар эксплуатируется как "буферная емкость"	0,1	0,05	0,05	0,15	-
То же, но с открытыми люками или со снятыми дыхательными клапанами	0,15	0,07	0,2	0,2	-

Таблица 2  
Значения коэффициента КЗ

Квартал	Климатическая зона			
	северная	средняя	южная	Средняя Азия
1	2	3	4	5
II, III	1	1,14	1,47	1,72
I, IV	1	1	1	1

Таблица 3

Наименование продукта	Формула	Уравнение	Температурный интервал, в котором уравнение сохраняет свою справедливость, °С		А	В	С
			от	до			
Метанол	CH <sub>4</sub> O	1	-7	50	8,9547	2049,2	-
Метилэтилкетон	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	1	-10	50	7,764	1725,0	-
	C						

Пентан	5 H 12	2	-10	50	6,87372	1075,82	233,36
Гексан	С 6 H 14	2	-10	68	6,87776	1171,53	224,37
Бензол	С 6 H 6	2	-10	5,5	6,48898	902,28	178,1
		2	5,5	160	6,91210	1214,64	221,2
Фенол	С 6 H 6 O	2	0	40	11,5638	3586,36	273,0
		2	41	93	7,86819	2011,4	222,0
Толуол	С 7 H 8	1	-92	15	8,33	2047,3	-
		2	20	200	6,95334	1343,94	219,38
Этилбензол	С 8 H 10	2	20	45	7,32525	1628,0	230,7
		1	45	190	6,95719	1424,26	213,21
с-Ксилол	С 8 H 10	2	25	50	7,35638	1671,8	231,0
м-Ксилол	С 8 H 10	2	25	45	7,36810	1658,23	232,3
		2	45	195	7,00908	1462,27	215,11
п-Ксилол	С 8 H 10	2	25	45	7,32611	1635,74	231,4
		2	45	190	6,99052	1453,43	215,31

Таблица 4

## Концентрация индивидуальных веществ и групп углеводородов в парах различных нефтепродуктов

Наименование нефтепродукта	Концентрация компонента С, % масс.					
	углеводороды					
	предельные	непредельные	ароматические			
				Бензол	толуол	ксилол
Сырая нефть	99,22	-	0,78	0,3511	0,2202	0,1048
Прямогонные бензиновые фракции						
62 ÷ 86	99,05	-	0,95	0,55	0,4	-
62 ÷ 105	93,9	-	6,1	5,.....9	0,21	-
85 ÷ 105	9+..64	-	1,36	0,24	1,12	-
85 ÷ 120	97,61	-	2,39	0,05	2,34	-
85 ÷ 180	99,25	-	0,75	0,15	0,35	0,25
105 ÷ 140	95,04	-	4,96	-	3,81	1,15
120 ÷ 140	95,9	-	4,1	-	2,09	2,01
140 ÷ 180	99,57	-	1,43	-	-	0,43
НК ÷ 180	99,45	-	0,55	0,27	0,18	0,1
Стабильный катализат	9,08	-	9,2	2,74	4,49	1,78
Бензин-рафинат	9+...,88	-	1,12	0,44	0,42	0,26
Крекинг-бензин	74,03	25,0	+...,97	0,58	0,27	0,12
Бензин-платформат	60,38	-	39,62	21,05	13,5	2,51

Уайт-спирит	93,74	-	6,26	2,15	3,0	0,91
А-72, А-76	96,88	-	3,17	1,59	1,14	0,17
АИ-93, АИ-98	95,85	-	4,15	2,06	1,76	0,23

Таблица 5

Удельные выбросы вредных веществ (суммарно) от нефтеловушек

Объект	кг/ч·м 2		
	I система	II система	СЦС
Нефтеловушка	0,104	0,140	0,167

Таблица 6

Значение коэффициента К<sub>1</sub> в зависимости от процента укрытия поверхностей шифером или другим материалом

% укрытия	К <sub>1</sub>								
0	1,00	25	0,88	45	0,76	65	0,59	85	0,4
10	0,95	30	0,85	50	0,72	70	0,54	90	0,36
15	0,94	35	0,82	55	0,68	75	0,50	95	0,28
20	0,91	40	0,79	60	0,63	80	0,45	100	0,21

Таблица 7

Значения коэффициента К<sub>3</sub> для объектов механической очистки

	Значения коэффициента К <sub>2</sub>	
	I система	II система
Песколовка, ливнесброс	4,55	3,51
Пруды дополнительного отстоя	0,24	0,31
Песчаные фильтры	0,05	0,13
АКС	1,21	
Аварийные амбары	0,23	0,35
Шламонакопители	0,11	0,11

Таблица 8

Концентрация индивидуальных веществ и групп углеводородов в парах нефтепродуктов, испарившихся с поверхности очистных сооружений

	Концентрация компонента в парах, С , % масс			
	Углеводороды			
	в том числе			

	всего	предельные	непредельные	ароматические	в том числе			Фенол	Сероводород
					бензол	толуол	ксилол		
Г система									
Песколовка, ливнесброс	95,83	82,34	7,07	6,42	1,60	3,52	1,30	0,47	3,70
Нефтеловушки	98,86	82,38	5,54	10,94	2,60	5,57	2,77	0,39	0,75
Пруды дополнительного отстоя	99,45	86,91	5,23	7,31	1,08	3,96	2,27	0,2	0,35
Песчаные фильтры	95,04	84,94	3,47	5,63	0,97	3,09	1,57	0,41	5,55
АКС	89,86	83,46	2,28	4,12	0,81	2,34	0,97	0,38	9,76
Аварийный амбар	99,75	92,65	1,11	5,99	1,73	2,93	1,33	0,06	0,19
Шламонакопители	99,8	83,24	2,19	14,37	2,81	5,74	5,82	0,07	0,13
Г Г система									
Песколовка, ливнесброс	99,4	91,48	2,30	5,62	1,15	3,54	0,93	0,22	0,38
Нефтеловушки	99,06	87,98	3,84	7,24	1,09	5,27	0,88	0,06	0,88
Пруды дополнительного отстоя	99,27	93,12	3,08	3,07	0,60	1,65	0,82	0,11	0,62
Песчаные фильтры	89,31	82,95	0,87	5,49	1,73	3,76		0,29	10,4
Аварийный амбар	99,76	91,02	3,38	5,36	1,57	2,38	1,41	0,06	0,18
Шламонакопители	99,72	94,34	2,19	3,19	0,36	2,13	0,7	0,02	0,26
	Биологическая очистка								
	99,28	85,32	3,38	10,58	3,64	3,59	3,35	0,18	0,14

Таблица 9

Удельные выбросы вредных веществ (суммарно) от блоков оборотного водоснабжения

	Величина удельных выбросов вредных веществ (суммарно)
	градирни, кг/м

	3 ч·10 -3	нефтеотделители, кг/м <sup>3</sup> ·ч·10 -3
1 система	18,40	84,3
2 система	7,2	35,0
3 система	35,0	53,61
4 система	1,9	2,2

Таблица 10

**Процентное соотношение вредных ингредиентов в парах нефтепродуктов, испарившихся с блоков обратного водоснабжения**

Объекты БОВ	Концентрация компонентов в парах, % масс.								
	Углеводороды							Фенол	Сероводород
	всего	в том числе			в том числе				
		предельные	непредельные	ароматические	бензол	толуол	ксилол		
I система									
Градирни	98,19	84,18	4,03	9,98	2,27	5,27	2,44	1,07	0,74
Нефтеотделители	99,44	86,66	2,69	10,09	2,86	4,34	2,89	0,23	0,33
II система									
Градирни	97,45	92,82	0,94	3,69	0,96	1,79	0,94	2,18	0,37
Нефтеотделители	99,05	91,83	0,59	6,63	2,16	2,64	1,83	0,01	0,94
III система									
Градирни	97,87	91,55	0,41	5,91	1,66	2,3	1,95	0,18	1,95
Нефтеотделители	99,41	94,57	0,38	4,46	1,24	1,65	1,57	0,03	0,56

Таблица 11

**Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу в кг на тонну условного топлива трубчатых печей технологических установок**

Наименование установки	Удельные выбросы, кг/т усл.т			
	метан	оксид углерода	оксиды азота	диоксид азота
Первичная перегонка	0,11	0,34	1,18	0,06
Вторичная перегонка	0,24	1,89	0,88	0,05
Каталитический риформинг	0,34	0,69	1,6	0,08

Термический крекинг	0,05	0,49	1,01	0,05
Гидроочистка	0,32	1,97	1,47	0,07
Производство кокса	0,065	0,12	1,12	0,06
Контактная очистка масел	0,51	16,98	1,7	0,13
Фенольная очистка масел	0,04	0,55	1,41	0,08
Деасфальтизация масел	0,257	1,27	1,05	0,05
Каталитический крекинг	0,032	0,2	1,08	0,2
Прочие	0,18	0,81	1,36	0,145

Таблица 12

Средние величины калорийных эквивалентов жидких и газообразных топлив

Наименование топлива	Калорийный эквивалент, Э
Газ природный	1,66
Газ нефтепромысловый	1,5
Газ прямой перегонки	1,5
Газ каталитического крекинга	1,6
Газ термического крекинга	1,6
Газ коксовый	1,52
Газ пиролизный	1,6
Авто+.ат	1,47
Дизельное топливо	1,45
Масляный дистиллят	1,4
Экстракт	1,4
Мазут малосернистый	1,38
Мазут сернистый	1,37
Мазут высокосернистый	1,36
Полугудрон	1,36
Гудрон	1,36
Крекинг-остаток	1,35
Петролатум	1,36
Кокс нефтезаводской	1,16
Газ водородсодержащий	2,3

Таблица 13

Значения

$q_i$

и коэффициента

$K_S$ 

для расчета выбросов вредных веществ из вакуумсоздающих систем установок АВТ

Наименование групп вакуумсоздающих систем	кг/т, $q_i$	$K_S$
Вакуумсоздающие системы		
1. С барометрическими конденсаторами, загрузка по мазуту, кг/час:		
группа 50000 - 100000	0,42	0,015
группа 100001 - 150000	0,6	0,021
группа 150001 - 200000	0,24	0,01
группа 200001 - 450000	0,62	0,03
2. С поверхностными конденсаторами	3,88	0,04

Таблица 14

**Значение коэффициентов** $a_0$ 

,

 $a_1$ 

Наименование вредного вещества	$a_0$	$a_1$
Оксид углерода	-13,5429	0,7853
Оксиды азота	0,0464	0,0013
Углеводороды	-5,4804	0,0874

Таблица 15

**Значения величин** $C_{CO}$ 

,

 $C_i$ **и** $q$ 

	Размерность	Вид катализатора	
		шариковый	пылевидный
$C_{CO}$	% об.	0,35	7,2*
$C_{y/b}$	мг/м <sup>3</sup>	77,68	77,68
$C_{NO_x}$	мг/м <sup>3</sup>	140,6	140,6

$q$	кг/т	0,53	0,81
-----	------	------	------

Таблица 16

Технологическая установка	Степень отложения, % масс.		Удельное количество образовавшегося вещества, кг/кг	
	кокса	серы	оксида углерода	диоксида серы
Риформинг	3,5	-	0,466	-
Гидроочистка	8,5	0,5	0,44	2

Таблица 17

**Значения константы Генри для аммиака**

Температура, °С						
0	+5	+10	+15	+20	+25	+30
1560	1680	1800	1930	2080	2230	2410

Таблица 18.

**Значения**

$q_i$

**и**

$\eta_i$

Наименование вредного вещества, по которому ведется очистка	Удельный выброс, кг/т	Коэффициент очистки	
		камерные и технологические печи	циклонные печи
Углеводороды	0,718	0,78	0,85
Оксид углерода	0,411	0,78	0,85
Сероводород	0,042	0,80	0,98
Меркаптаны	0,02	0,80	0,98
Фенол		0,9	0,98

Таблица 19

**Значения коэффициентов**

$K_0$

**и**

$K_1$

Наименование технологической установки	$K_0$	$K_1$
ЭЛОУ	0	0,018
АТ	-13,305	0,1792
АВТ	53,263	0,0636







и спец иальн ые грузо вые дизел ьные	15,0	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5
Груз овые и спец иальн ые грузо вые, работ ающ ие на сжат ом прир одно м газе	30,0	10,0	8,0	30,0	10,0	8,0	30,0	10,0	8,0	25,0	8,0	7,5	25,0	8,0	7,0
Авто бусы с бензи новы ми ДВС	57,5	10,7	8,0	56,0	10,5	7,5	54,5	10,2	7,2	53,0	9,9	6,8	51,5	9,6	6,4
Авто бусы дизел ьные	15,0	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5	15,0	6,4	8,5
Легк овые служ ебны е и спец иальн ые	18,7	2,25	2,7	18,2	2,09	2,58	17,7	1,93	2,47	17,1	1,76	2,35	16,5	1,6	2,23
Легк овые инди виду ально го пользо ван ия	17,9	2,1	2,6	17,45	2,0	2,5	17,0	1,9	2,4	16,55	1,75	2,3	16,1	1,6	2,19

Таблица 22

Коэффициенты влияния среднего возраста автомобилей и уровня технического состояния на выбросы вредных веществ для различных групп заводского автомобильного транспорта

Группа автомобилей	К <sub>1</sub>			К <sub>2</sub>		
	оксид углерода	углеводороды	кислоты азота	оксид углерода	углеводороды	кислоты азота
Грузовые и специальные грузовые с бензиновыми ДВС	1,69	,86	,8	1,33	,2	,0
Грузовые и специальные грузовые дизельные	1,8	,0	,0	1,33	,2	,0
Автобусы с бензиновыми ДВС	1,69	,86	,8	1,32	,2	,0
Автобусы дизельные	1,8	,0	,0	1,27	,17	,0
Легковые служебные и специальные	1,63	,83	,85	1,28	,17	,0
Легковые индивидуального пользования	1,62	,78	,9	1,28	,17	,0

Таблица 23

	Климатическая зона			
	северная	средняя	южная	Средняя Азия
К <sub>5</sub>	1,0	1,07	1,37	1,61

Таблица. 24

Стандартные отклонения зависимостей

NN формулы	Объект	$\Delta X$ , %	$\Delta S$
2.1.1.	Углеводороды (суммарно)	51,64	477,81
2.1.9.	Углеводороды (резервуары)	50,72	131,38
2.1.9.	Углеводороды (транспорт, емкость)	124,1	15,80

2.3.1.	Нефтеловушка, I система	76,27	0,086
	II система	43,09	0,053
2.3.2.	I система		
	Песколовка, ливнесброс	57,14	0,180
	Аварийный амбар	82,35	0,042
	Пруд дополнительного отстоя	177,8	0,057
	Песчаные фильтры	140,0	0,02
	II система		
	Песколовка, ливнесброс	34,25	0,091
	Аварийный амбар	100,0	0,058
	Пруд дополнительного отстоя	64,21	0,032
	Песчаные фильтры	71,56	0,032
	Шламонакопители I, II систем	85,0	0,019
2.4.1.	Нефтеотделители I система	49,73	30,307·10 <sup>-3</sup>
	II система	188,24	20,315·10 <sup>-3</sup>
	III система	72,94	22,339·10 <sup>-3</sup>
	IV система	10,3	0,1·10 <sup>-3</sup>
2.4.2.	Градирни I система	116,7	9,346·10 <sup>-3</sup>
	II система	260,0	8,622·10 <sup>-3</sup>
	III система	186,89	18,392·10 <sup>-3</sup>
	IV система	31,94	0,341·10 <sup>-3</sup>
2.5.4.	Оксид углерода (дымовая труба) битумная	118,84	17,54
	Вторичная перегонка	157,67	1,879
	Гидроочистка	78,17	4,11
	Каталитический риформинг	68,12	1,288
	Деасфальтизация масел	144,09	2,57
	Фенольная очистка масел	74,54	1,08
	Контактная очистка масел	104,48	16,91
	Производство кокса	32,5	0,032

	Первичная перегонка	41,18	0,408
	Термокрекинг	90,61	0,661
	Каталитический крекинг	92,0	0,148
	Прочие	21,0	1,419
	Оксиды азота		
	Битумная	56,56	0,9
	Вторичная перегонка	98,75	0,547
	Гидроочистка	25,85	1,03
	Каталитический реформинг	43,12	1,92
	Деасфальтизация масел	92,57	1,36
	Фенольная очистка	26,89	1,031
	Контактная очистка масел	69,59	1,127
	Производство кокса	58,04	0,407
	Первичная перегонка	17,79	0,61
	Термокрекинг	15,84	0,238
	Каталитический крекинг	34,26	0,35
	Прочие	8,16	0,93
	Диоксид азота		
	Битумная	111,8	0,23
	Вторичная перегонка	54,0	0,0173
	Деасфальтизация	36,0	0,0263
	Первичная перегонка	16,66	0,03
	Термокрекинг	18,75	0,0141
	Каталитический крекинг	220,0	0,313
	Прочие	13,79	0,148
	Фенольная очистка масел	33,33	0,071
	Контактная очистка масел	100,0	0,122
2.5.4.	Метан		
	Битумная	113,03	3,837
	Вторичная перегонка	75,0	0,114
	Гидроочистка	65,83	0,49
	Каталитический реформинг	61,76	0,57
	Деасфальтизация масел	106,22	0,382
	Фенольная очистка масел	46,15	0,041
	Контактная очистка масел	58,04	0,282
	Производство кокса	141,54	0,058
	Первичная перегонка	47,27	0,179
	Термокрекинг	76,0	0,054

	Каталитический крекинг	56,25	0,0141
	Прочие	20,5	0,305
2.6.1.	Углеводороды (свечи ВСВ АВТ)		
	группа 50000-100000	64,29	0,37
	10001*-150000	225,0	0,85
	150001-200000	112,5	0,26
	200001-450000	190,32	0,47
2.6.2.	Сероводород		
	группа 50000-100000	75,0	0,02
	100001-150000	150,0	0,04
	150001-200000	35,71	0,005
	200001-450000	100,0	0,005
2.7.1.	Оксид углерода	81,80	6,92
	Оксид азота	39,0	0,014
	Углеводороды	241,0	1,442
2.7.4.	Оксид углерода	10,0	0,551·10 -4
	Углеводороды	30,98	1,395·10 -3
2.9.2.	Оксиды азота	22,26	60,21
	Углеводороды	51,13	36,287
2.9.3.	Катализаторная пыль		
	Шариковый катализатор	17,78	0,085
	Пылевидный катализатор	58,82	0,263
2.12.1.	Углеводороды	115,6	0,454
	Оксид углерода	133,5	0,280
	Сероводород	147,06	0,050
	Меркаптаны	129,55	0,018
2.12.3.	Объемы	185,5	63,55
2.13.1.	ЭЛОУ	154,8	1,897
	АТ	98,4	7,593
	АВТ	60,4	6,693
	ЭЛОУ-АВТ	14,2	22,975
	Вторичка 22/4	46,6	6,049
	Термический крекинг	81,8	21,039
	Каталитический крекинг	3,6	3,416
	Г-43-102	34,3	27,543
	Риформинг 35/6, 35/8-300	57,2	48,77
	Риформинг 35/5	16,0	0,374
	Риформинг 35/11-300; 35/11-600	24,9	9,225

	Сероочистка газов	107,2	10,378
	Установки газофракционирования	84,1	50,745
	Деасфальтизация	27,4	2,619
	Депарафинизация	74,6	1,219
	Битумные	45,1	14,649
	Селективная очистка масел	61,1	3,62
	Гидроочистка масел	18,7	5,136
	Контактная очистка масел	61,4	1,145
	Обезмасливание газа и петролатума	38,5	2,291
	Коксование	17,2	22,181
	Гидроочистка 24/6, 24/7	78,5	26,100
	Гидроочистка 24/300, 24/600	59,8	22,526

## Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для тепловых электростанций и котельных

### 1. Общие положения

1. Настоящая методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для тепловых электростанций и котельных применяется при нормировании выбросов тепловых электростанций и котельных.

### 2. Определение выбросов загрязняющих веществ по данным инструментальных замеров

#### 2. Суммарное количество $M$

загрязняющего вещества  $j$ , поступающего в атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год), рассчитывается по уравнению:  $M_j = c_j * V_{сг} * B_p * k_{п}$  (1)

где  $c_j$  - массовая концентрация загрязняющего вещества  $j$  в сухих дымовых газах при стандартном коэффициенте избытка воздуха

$\alpha_0$

= 1,4 и нормальных условиях\*, мг/м<sup>3</sup>; определяется по пункту 3;

\* Температура 273 К и давление 101,3 кПа.

$V_{\text{сг}}$  - объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании 1 кг ( $1 \text{ м}^3$ ) топлива, при  $\alpha_0$   
 $= 1,4, \text{ м}^3/\text{кг}$  топлива ( $\text{м}^3/\text{м}^3$  топлива).

$B_p$  - расчетный расход топлива, определяется по пункту 5; при определении выбросов в граммах в секунду  $B_p$  берется в т/ч (тыс.  $\text{м}^3/\text{ч}$ ), при определении выбросов в тоннах в год  $B_p$  берется в т/год (тыс.  $\text{м}^3/\text{год}$ );

$k_n$  - коэффициент пересчета;

при определении выбросов в граммах в секунду  $k_n = 0,278 \cdot 10^{-3}$ ;

при определении выбросов в тоннах  $k_n = 10^{-6}$ .

3. Массовая концентрация загрязняющего вещества  $j$  рассчитывается по измеренной \* концентрации  $c_j^{\text{изм}}$ ,  $\text{мг}/\text{м}^3$ , по соотношению

$$c_j = c_j^{\text{изм}} \frac{\alpha}{\alpha_0} \quad (2)$$

где

$\alpha$   
- коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы.

\* Измерение концентрации загрязняющих веществ регламентируется соответствующими положениями отраслевых методических документов по инвентаризации (нормированию, контролю) выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

При использовании приборов, измеряющих объемную концентрацию  $I_j$  загрязняющего вещества  $j$ , массовая концентрация рассчитывается по соотношению

$$c_j = I_j * \rho_j \frac{\alpha}{\alpha_0} \quad (3)$$

где  $I_j$  - измеренная объемная концентрация при коэффициенте избытка воздуха  $\alpha$ , ppm\*;

$\rho$

$j$  - удельная масса загрязняющего вещества, кг/м<sup>3</sup>.

$$* 1 \text{ ppm} = 1 \text{ см}^3/\text{м}^3 = 1 \text{ см}^3/\text{м}^3 = 0,0001 \% \text{ об.}$$

Для основных газообразных загрязняющих веществ, содержащихся в выбрасываемых в атмосферу дымовых газах котельных установок (оксидов азота в пересчете на NO<sub>2</sub>, оксида углерода и диоксида серы), значения удельной массы составляют:

$\rho$

$$\rho_{\text{NO}_2} = 2,05 \text{ кг/м}^3$$

$\rho$

$$\rho_{\text{CO}} = 1,25 \text{ кг/м}^3 \text{ (4)}$$

$\rho$

$$\rho_{\text{SO}_2} = 2,86 \text{ кг/м}^3$$

Коэффициент избытка воздуха

$\alpha$

с достаточной степенью точности определяется по приближенной кислородной формуле

$$\alpha = \frac{21}{21 - O_2}$$

(5)

где  $O_2$  - измеренная концентрация кислорода в месте отбора пробы дымовых газов, %.

При расчете максимальных выбросов загрязняющего вещества в граммах в секунду берутся максимальные значения массовой концентрации этого вещества при наибольшей тепловой электрической нагрузке за отчетный период.

При определении валовых выбросов в тоннах за длительный промежуток времени необходимо использовать среднее значение массовой концентрации загрязняющего вещества за этот промежуток. Среднее значение массовой концентрации рассчитывается по средней за рассматриваемый промежуток времени нагрузке котла. При этом используются заранее построенные зависимости концентраций загрязняющих веществ от нагрузки котла. Построение указанных зависимостей проводится не менее чем по трем точкам - при минимальной, средней и максимальной нагрузках.

4. Расчетный расход топлива  $B_p$ , т/ч (тыс.м<sup>3</sup>/ч) или т/год (тыс. м<sup>3</sup>/год), определяется по соотношению

$$B_p = \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot B$$

(6)

где  $B$  - полный расход топлива на котел, т/ч (тыс. м<sup>3</sup>/ч) или т/год (тыс. м<sup>3</sup>/год);  
 $q_4$  - потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %.

Значение  $B$  определяется по показаниям прибора или по обратному тепловому балансу (при проведении испытаний котла).

5. Расчет объема сухих дымовых газов  $V_{сг}$  проводится по нормативному методу по химическому составу сжигаемого топлива или табличным данным. Расчетные формулы приведены также в приложении 2 настоящей Методики.

При недостатке информации о составе сжигаемого топлива объем сухих дымовых газов рассчитывается по приближенной формуле:

$$V_{сг} = \frac{KQ_j^y}{\rho_j}$$

(7)

где

$$Q_j^y$$

– теплота сгорания топлива, МДж/кг (МДж/м<sup>3</sup>);

$K$  - коэффициент, учитывающий характер топлива и равный:

для газа..... 0,345

для мазута..... 0,355

для каменных углей..... 0,365

для бурых углей..... 0,375

6. С учетом (3), (5) и (7) соотношение (1) для расчета суммарного количества загрязняющего вещества  $j$  (при использовании приборов, измеряющих объемную концентрацию в ррт) записывается в виде:

$$M_j = I_j \rho_j \frac{15}{21 - O_2} KQ_j^y B_p k_n$$

(8)

На рисунках 1-3 (согласно приложений 3 к настоящей Методики) приведены номограммы, которые позволяют графически оценить выбросы в г/с в атмосферу газообразных загрязняющих веществ. В формулах, соответствующих номограммам, вместо  $k_n$  подставлено его значение, равное  $0,278 \cdot 10^{-3}$ .

### 3. Определение выбросов газообразных загрязняющих веществ расчетными методами

7. Оксиды азота. Расчет выбросов оксидов азота для котельных установок с факельным методом сжигания топлива.

Для паровых котлов паропроизводительностью 30-75 т/ч и водогрейных котлов тепловой мощностью 35-58 МВт (30-50 Гкал/ч) используется следующий расчетный метод.

Суммарное количество оксидов азота  $M_{NO_2}$  в пересчете на  $NO_2$  в г/с (т/год и т.д.), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котла при сжигании твердого, жидкого и газообразного топлива, рассчитывается по соотношению

$$M_{NO_2} = BK_{NO_2} \left[ 1 - \frac{q_4}{100} \right] \beta_1 [1 - \varepsilon_1 r] \beta_2 \beta_3 \varepsilon_2 \left[ 1 - \eta_{NO_2} \frac{\eta_0}{\eta_1} \right] k_n$$

(9)

где  $B$  - расход условного топлива, т усл. топл./ч (т усл. топл./год);

$K_{NO_2}$  - коэффициент характеризующий выход оксидов азота, определяется по пункту 7, кг/т усл. топл.;

$q_4$  - потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %;

$\beta$

$\beta_1$  - коэффициент, учитывающий влияние на выход оксидов азота качества сжигаемого топлива, определяется по подпункту 2) пункта 7;

$\beta$

$\beta_2$  - коэффициент, учитывающий конструкцию горелок и равный:

для вихревых горелок ..... 1,0

для прямоточных горелок 0,85;

$\beta$

$\beta_3$  - коэффициент, учитывающий вид шлакоудаления и равный:

при твердом шлакоудалении 1,0

при жидком шлакоудалении 1,6;

$\varepsilon$

$\varepsilon_1$  - коэффициент, характеризующий эффективность воздействия рециркулирующих газов на выход оксидов азота в зависимости от условий подачи их в топку, определяется по пункту по подпункту 3) пункта 7;

$\varepsilon_2$  - коэффициент, характеризующий уменьшение выбросов оксидов азота (при двухступенчатом сжигании) при подаче части воздуха помимо основных горелок при условии сохранения общего избытка воздуха за котлом, определяется по рисунку 1 согласно приложений 6 к настоящей Методики;

$\gamma$  - степень рециркуляции дымовых тазов, %;

$\eta_{NO_2}$

$\eta_{NO_2}$  - доля оксидов азота, улавливаемых в азотоочистной установке;

$\eta_{0'}$

$\eta_1$

$\eta_1$

$\eta_1$  - длительность работы азотоочистной установки и котла, ч/год,

$k_n$  - коэффициент пересчета, при расчете валовых выбросов в граммах в секунду  $k_n = 0,278 \cdot 10^{-3}$ ; при расчете выбросов в тоннах  $k_n = 10^{-6}$ .

1) Коэффициент  $K_{NO_2}$  вычисляется по эмпирическим формулам:

для паровых котлов паропроизводительностью от 30 до 75 т/ч

$$K_{NO_2} = 7,5 \frac{D_{\phi}}{50 + D_n}$$

(10)

где  $D_n$  и  $D_{\phi}$  - номинальная и фактическая паропроизводительность котла соответственно, т/ч;

для водогрейных котлов производительностью от 125 до 210 ГДж/ч (30 - 50 Гкал/ч)

$$K_{NO_2} = 2,5 \frac{Q_{\phi}}{81 + Q_n}$$

(11)

где  $Q_{\phi}$  и  $Q_n$  - номинальная и фактическая тепловая производительность котла соответственно, ГДж/ч;

*Примечание.* В случае сжигания твердого топлива в формулы (10) -(11) вместо  $D_{\phi}$  и  $Q_{\phi}$  подставляются  $D_n$  и  $Q_n$

2) Значения

$\beta$

$\beta$ , при сжигании твердого топлива вычисляются по формулам

при

$$\alpha$$

$$r \leq 1,25$$

$$\beta_1 = 0,178 + 0,47$$

№  
, (12)

при

$$\alpha$$

$$r > 1,25$$

$$\beta_1 = (0,178 + 0,47$$

№  
) $\alpha_1/1,25$  (13)

где

№

- содержание азота в топливе, % на горючую массу.

При сжигании жидкого и газообразного топлива значения коэффициента

$\beta_1$  принимаются по таблице 1 согласно приложений 1 к настоящей Методике.

При одновременном сжигании двух видов топлива и расходе одного из них более 90% значение коэффициента

$\beta_1$  следует принимать по основному виду топлива. В остальных случаях коэффициент  $\beta_1$

определяют как средневзвешенное значение по топливу. Для двух видов топлива

$$\beta_1 = \frac{\beta_1' B' + \beta_1'' B''}{B' + B''}$$

(14)

где

$\beta_1', \beta_1'', B_1', B_1''$

- соответственно коэффициент и расходы топлива каждого вида на котел.

3) Значения коэффициента

$\epsilon_1$  при номинальной нагрузке и степени рециркуляции дымовых газов  $r$  не менее 20% принимают равными:

при сжигании газа и мазута и вводе газов рециркуляции в подтопки (при расположении горелок на вертикальных экранах).....0.0025,  
через шлицы под горелками..... 0,015,

по наружному каналу горелок..... 0,025,  
 в воздушное дутье и рассечку двух воздушных потоков.0,035;  
 при высокотемпературном сжигании твердого топлива и вводе газов рециркуляции  
 в первичную аэросмесь..... 0,010,  
 во вторичный воздух..... 0,005;  
 при низкотемпературном сжигании твердого топлива

$$\beta_1 = 0.$$

При нагрузке меньше номинальной коэффициент  $\beta_1$  умножают на коэффициент  $f$ , определяемый по соотношению

$$f = 0.6 \frac{D\phi}{Dn} + 0.4$$

(15)

Формула (15) справедлива при выполнении условия  $0,5 < D\phi/Dn < 1$

8. Расчет выбросов оксидов азота от газотурбинных установок.

Суммарное количество оксидов азота  $M_{NOx}$  в пересчете на  $NO_2$ , поступающих в атмосферу с отработавшими газами газотурбинных установок, г/с или т/год, вычисляют по соотношению

$$M_{NOx} = c_{NOx} * V_{сг} * B * k_{п} \quad (16)$$

где  $C_{NOx}$  - концентрация оксидов азота в отработавших газах в пересчете на  $NO_2$ , мг/м<sup>3</sup>;

$V_{сг}$  - объем сухих дымовых газов за турбиной, м<sup>3</sup>/кг топлива (м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> топлива), вычисляемый по формуле

$$V_{сг} = (V_{г}^0 - V_{H_2O}^0) + (\alpha_{сг} - 1)V^0$$

(17)

где  $V_{г}^0$  - теоретический объем газов, м<sup>3</sup>/кг топл. (м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> топлива);

$V^0$  - теоретически необходимый объем воздуха, м<sup>3</sup>/кг топл. (м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> топл.),

$\alpha_{сг}$

- коэффициент избытка воздуха в отработавших газах за турбиной;

$V_{H_2O}^0$  - теоретический объем водяных паров, м<sup>3</sup>/кг топл. (м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> топл.),

$V$  - расход топлива в камере сгорания, т/ч (тыс.  $\text{нм}^3/\text{ч}$ ) или т/год (тыс.  $\text{нм}^3/\text{год}$ ); при определении выбросов в граммах в секунду  $V$  берется в т/ч (тыс.  $\text{нм}^3/\text{ч}$ ), при определении выбросов в тоннах  $V$  берется а т/год (тыс.  $\text{нм}^3/\text{год}$ );

$k_{\Pi}$  - коэффициент пересчета; при определении выбросов в г/с  $k_{\Pi} = 0,278 \cdot 10^{-3}$ ; при определении выбросов в т/год  $k_{\Pi} = 10$

-6

В таблице 2 согласно приложений 1 к настоящей Методике приведены концентрации оксидов азота  $c_{\text{NO}_x}$  (в пересчете на  $\text{NO}_2$ ) и отработавших газов ГТУ на номинальных режимах для некоторых действующих установок.

При использовании в энергетических ГТУ высокофорсированных камер сгорания с последовательным вводом воздуха в зону горения и микрофакельных камер сгорания с подачей всего воздуха через фронтное устройство концентрация оксидов азота  $c_{\text{NO}_x}$  в  $\text{мг}/\text{м}^3$  приближенно вычисляется по формуле

$$c_{\text{NO}_x} = \frac{\Delta}{k_{\Gamma} k_p} \cdot 10^3 \quad (18)$$

где

$\alpha$

- коэффициент, зависящий от вида топлива и равный:

для высокофорсированных камер сгорания при сжигании:

природного газа - 1,8;

газотурбинного и дизельного топлив - 2,4;

для микрофакельных камер сгорания при сжигании:

природного газа - 6,2;

газотурбинного и дизельного топлива - 7,7.

$k_{\Gamma}$  - коэффициент, отражающий влияние температуры газов перед турбиной ( $T_{\Gamma T}$ ) на образование  $\text{NO}_x$ . Зависимости  $k_{\Gamma}$  от  $T_{\Gamma T}$  для камер сгорания обоих типов представлены на рисунках 2 и 3 (согласно приложений 6 к настоящей Методики).

$k_p$  - коэффициент, отражающий зависимость концентрации оксидов азота от давления в камере сгорания,

$$k_p = \frac{16p_d - 0.23}{6p_d - 0.77}$$

(19)

где  $p_d$  - давление в камере сгорания, МПа.

Для высокофорсированных камер сгорания формула (18) применима для режимов, близких к рабочему, а для микрофакельных - в широком диапазоне изменения режимных параметров:

$$\alpha_{\text{от}} = 3 - 8;$$

$$T_{\text{возд}} = 200 - 350^{\circ}\text{C}.$$

Эффективным способом снижения концентрации оксидов азота в уходящих газах энергетических ГТУ без коренного изменения конструкции камеры сгорания является впрыск воды или пара в зону горения.

Снижение концентрации оксидов азота при подаче влаги в зону горения можно оценить по формуле

$$c_{\text{NO}_2}^{\text{н}} = \frac{c_{\text{NO}_2}^{\text{сух}}}{k_{\text{вл}}}$$

(20)

где  $c_{\text{NO}_2}^{\text{н}}$  и  $c_{\text{NO}_2}^{\text{сух}}$  - концентрации оксидов азота соответственно при подаче влаги и без нее, мг/м<sup>3</sup>;

$k_{\text{вл}}$  - коэффициент, учитывающий влияние расхода влаги, определяемый по рисунку 4 (согласно приложений 6 к настоящей Методики) в зависимости от отношения количества вводимой влаги  $G_{\text{вл}}$  к расходу топлива  $B$ . Для сравнения концентрации  $\text{NO}_x$  в продуктах сгорания различных ГТУ по дебетующим отечественным и зарубежным нормативно-техническим документам ее значение приводят к содержанию кислорода  $\text{O}_2 = 15\%$  по формуле:

$$c_{\text{NO}_x}^* = c_{\text{NO}_x} \frac{21 - 15}{21 - \text{O}_2}$$

(21)

где  $c_{\text{NO}_2}^{\text{н}}$  и  $c_{\text{NO}_2}$  - приведенная и действительная концентрации оксидов азота, мг/м<sup>3</sup>,

$\text{O}_2$  - фактическое значение концентрации кислорода в продуктах сгорания ГТУ, %

В связи с установленными отдельными ПДК на оксид и диоксид азота и с учетом трансформации оксидов азота суммарные выбросы окислов азота разделяются на составляющие, расчет которых проводится согласно пункту 6 данной методики.

9. Оксиды серы. Суммарное количество оксидов серы  $M_{\text{SO}_2}$ , выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год) вычисляют по формуле:

$$M_{SO_2} = 0,02 B S_p (1 - \eta'_{SO_2})(1 - \eta''_{SO_2})(1 - \eta^e_{SO_2} * nc/nk) \quad (22)$$

где  $B$  - расход натурального топлива за рассматриваемый период, г/с (т),  
 $S_p$  - содержание серы в топливе на рабочую массу, %;

$\eta'_{SO_2}$  - доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле.

$\eta''_{SO_2}$  - доля оксидов серы, улавливаемых в мокром золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц;

$\eta^e_{SO_2}$  - доля оксидов серы, улавливаемых в сероулавливающей установке;  
 $nc, nk$  - длительность работы сероулавливающей установки и котла соответственно, ч/год.

Ориентировочные значения

$\eta^e_{SO_2}$  при факельном сжигании различных видов топлива приведены в таблице 3 согласно приложений 1 к настоящей Методике:

Доля оксидов серы ( $\eta^e_{SO_2}$ ), улавливаемых в сухих золоуловителях (электрофилтрах, батарейных циклонах), принимается равной нулю. В мокрых золоуловителях МС и МВ эта доля зависит от общей щелочности орошающей воды и от приведенной сернистости топлива  $S^{np}$ .

$$S^{np} = \frac{S^*}{Q_1}$$

(23)

При принятых на тепловых электростанциях удельных расходах воды на орошение золоуловителей  $0,1-0,15 \text{ дм}^3/\text{м}^3$

η

$e_{SO_2}$  определяется по рисунку 5 согласно приложений 6 к настоящей Методики.

При совместном сжигании топлива различных видов выбросы оксидов серы рассчитываются отдельно для топлива каждого вида и результаты суммируются.

Примечание. - При разработке нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов (ПДВ, ВСВ) следует применять балансово-расчетный метод, позволяющий более точно учесть выбросы диоксида серы. Это связано с тем, что сера распределена в топливе неравномерно. При определении максимальных выбросов в г/с используются максимальные значения  $S'$  за прошедший год. При определении валовых выбросов в т/год используются среднегодовые значения  $S'$ .

#### 10. Оксид углерода

Концентрацию оксида углерода в дымовых газах расчетным путем определить невозможно. Расчет выбросов СО следует выполнять по данным инструментальных замеров в соответствии с пункту 2 данного руководящего документа.

### 4. Определение выбросов твердых загрязняющих веществ

#### 11. Определение выбросов твердых частиц по данным инструментальных замеров.

Максимальный выброс твердых частиц  $M_{ТВ}$  (г/с) поступающих в атмосферу с дымовыми газами, определяется по соотношению

$$M_{ТВ} = c_{\text{эксп}}$$

$$V_r^P$$

(24)

где  $c_{\text{эксп}}$  - замеренная массовая концентрация твердых частиц в дымовых газах при работе котла на максимальной нагрузке, г/м<sup>3</sup>;

$$V_r^P$$

- реальный объем дымовых газов, замеренный в том же сечении газохода или рассчитанный по составу топлива при рабочих условиях и работе котла на максимальной нагрузке, м<sup>3</sup>/с.

При совместном сжигании топлив разных видов расчет максимальных выбросов твердых частиц (г/с) проводится по данным инструментальных замеров, сделанных при работе котла на максимальной нагрузке и максимальной доле (по теплу) наиболее зольного вида топлива.

Валовые выбросы твердых частиц (т) за отчетный период следует определять расчетным методом.

#### 12. Расчет выбросов твердых частиц.

1) Суммарное количество твердых частиц (летучей золы и несгоревшего топлива)  $M_{ТВ}$ , поступающих в атмосферу с дымовыми газами котлов (г/с, т/год), вычисляют по одной из двух формул:

$$M_{тв} = B \frac{A^P}{100 - \Gamma_{ун}} a_{ун}(1 - \eta_2)$$

(25)

или

$$M_{тв} = 0,01B(a_{ун}A^P + q_4 \frac{Q_i^*}{32,68})(1 - \eta_3)$$

(26)

где  $B$  - расход натурального топлива, г/с (т/год),

$A^P$  - зольность топлива на рабочую массу,

$\Gamma_{ун}$  - содержание горючих в уносе, %;

$a_{ун}$  - доля золы, уносимой газами из котла (доля золы топлива в уносе);

$\eta$

$\eta_3$  - доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях, с учетом залповых выбросов;

$q_4$  - потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %;

$Q_i^*$

- низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

32,68 - теплота сгорания углерода, МДж/кг.

2) Количество летучей золы ( $M_3$ ) и г/с (т), входящее в суммарное количество твердых частиц, уносимых в атмосферу, вычисляют по формуле

$$M_3 = 0,01 \cdot B \cdot a_{ун} \cdot A^P (1 - \eta_3)$$

$\eta$

$\eta_3$ ) (27)

3) Количество твердых частиц ( $M_K$ ) в г/с (т/год), образующихся в топке в результате механического недожога топлива и выбрасываемых в атмосферу в виде коксовых остатков при сжигании твердого топлива, определяют по формуле:

$$M_K = M_{ТВ} - M_3 \quad (28)$$

Примечание. - При определении максимальных выбросов в г/с используются максимальные значения  $A^P$  за прошедший год. При определении валовых выбросов в т используются среднегодовые значения  $A^P$ .

## 12 Расчет выбросов мазутной золы в пересчете на ванадий

Мазутная зола представляет собой сложную смесь, состоящую в основном из оксидов металлов. Биологическое ее воздействие на окружающую среду рассматривается как воздействие единого целого. В качестве контролирующего показателя принят ванадий, по содержанию которого в золе установлен санитарно-гигиенический норматив (ПДК).

Суммарное количество мазутной золы ( $M_{мз}$ ) в пересчете на ванадий, в г/с или т/год, поступающей в атмосферу с дымовыми газами котла при сжигании мазута, вычисляют по формуле (в расчете не учитывается влияние сероулавливающих установок):

$$M_{мз} = G_v B (1 - \eta_{ос}) \left(1 - \frac{\eta_{п}}{100}\right) k_n$$

(29)

где  $G_v$  - количество ванадия, находящегося в 1 т мазута, г/т.

$G_v$  в г/т определяется одним из двух способов:

по результатам химического анализа мазута:

$$G_v = a_v 10$$

4

(30)

где  $a_v$  - фактическое содержание элемента ванадия в мазуте, %;

104 - коэффициент пересчета;

по приближенной формуле (при отсутствии данных химического анализа):

$$G_v = 2222 A^P, \quad (31)$$

где 2222 - эмпирический коэффициент;

$A^P$  - содержание золы в мазуте на рабочую массу, %.

$B$  - расход натурального топлива; при определении выбросов в г/с  $B$  берется в т/ч; при определении выбросов в т  $B$  берется в т/год;

$\eta$

$\eta_{ос}$  - доля ванадия, оседающего с твердыми частицами на поверхности нагрева мазутных котлов, которую принимают равной:

0,07 - для котлов с промпароперегревателями, очистка поверхностей которых производится в остановленном состоянии;

0,05 - для котлов без промпароперегревателей при тех же условиях очистки.

$\eta^{\text{д}}$

- степень очистки дымовых газов от мазутной золы в золоулавливающих установках, %  
;

$k_{\text{п}}$  - коэффициент пересчета;

при определении выбросов в г/с  $k_{\text{п}} = 0,278 * 10^{-3}$ ;

при определении выбросов в т  $k_{\text{п}} = 10$

-6

## Таблица коэффициентов и ориентировочных значений

Таблица 1

Коэффициент избытка воздуха в топочной камере $\alpha$	$\beta$
г	1
> 1,05	1,0
1,05 - 1,03	0,9
<1,03	0,7.1

Таблица 2

Тип ГТУ	Тип камеры	Вид топлива	Коэффициент	Содержание кислорода в продуктах сгорания, %	Концентрация оксидов азота	
					б е з совершенства в а н и я конструкций камер сгорания	с изменением конструкции
ГТ-100-750 ЛМЗ	регистравая, блочная	газотурбинно е	4,1	15,9	275	
ГТ-35-770 ХТЗ	регистравая, выносная	г а з , газотурбинно е	4,6 4,7	16,4 16,5	225 200	
ГТ-25-770-11 ЛМЗ	регистравая, выносная	газ	5,5	17,0	135	

ГТТ-12	высокофорсированная, блочная	дизельное	5,1	16,9	190	
ГТН-25 НЗЛ	микрофакельная, кольцевая	газ	4,1	15,9	85	
ГТЭ-150ЛМЗ	высокофорсированная, блочная	газ, газотурбинное	3,5	15,0	220	150
			3,5	15,0	270	210
1ТЭ-15 ХТЗ	регистрационная, кольцевая	газ, дизельное газотурбинное	4,0 15,8		220	100
			4,0 15,8		240	150

Таблица 3

Ориентировочные значения

$\eta$

$\epsilon_{SO_2}$  при факельном сжигании различных видов топлива

Топливо	$\eta$ $\epsilon_{SO_2}$
торф	0,15
сланцы	0,5
экибастузский уголь	0,02
для топок с твердым шлакоудалением	0,5
для топок с жидким шлакоудалением	0,2
мазут	0,02
газ	0

### Расчет объема сухих дымовых газов

1. Объем сухих дымовых газов при нормальных условиях рассчитывается по уравнению

$$V_{\sigma} = V_r^0 + (\alpha - 1)V^0 - V_{H_2O}^0$$

(A1)

где

$$V^0, V_r^0, V_{H_2O}^0$$

- соответственно, объем воздуха, дымовых газов и водяных паров при стехиометрическом сжигании одного килограмма ( ) топлива, м<sup>3</sup>/кг (м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>).

2. Для твердого и жидкого топлива расчет выполняют по химическому составу сжигаемого топлива по формулам

$$V^0 = 0.0889(C^r + 0.375S_{op+k}^r) + 0.265H^r - 0.0333O^r \quad (A2)$$

$$V_{H_2O}^0 = 0.111 H^r + 0.0124 W^p + 0.0161 V^0 \quad (A3)$$

$$V_r^0 = V_{CO_2} + V_{N_2}^0 + V_{H_2O}^0 = 1.866 \frac{C^r + 0.375S_{op+k}^r}{100} + 0.79V^0 + 0.8 \frac{N^r}{100} + V_{H_2O}^0 \quad (A4)$$

где

$C^r, S_{op+k}^r, H^r, O^r, N^r$

- соответственно содержание углерода, серы (органической и колчеданной), водорода, кислорода и азота в рабочей массе топлива, %

$W^p$  - влажность рабочей массы топлива, %.

3. Для газообразного топлива расчет выполняется по формулам

$$V^0 = 0.0476[0.5CO + 0.5H + 1.5H_2S] + \sum \left( m + \frac{n}{4} \right) C_m H_n - O_2 \quad (A5)$$

$$V_{H_2O}^0 = 0.01[H_2 + H_2S + 0.5 \sum n C_m H_n + 0.124 d_{z, max}] + 0.0161 W^0 \quad (A6)$$

$$V_{O_2}^0 = 0.01[CO_2 + CO + H_2S + \sum m C_m H_n] + 0.79V^0 + \frac{N_2}{100} + V_{H_2O}^0 \quad (A7)$$

где CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> - соответственно, содержание оксида углерода, диоксида углерода, водорода, сероводорода, углеводородов, азота и кислорода в исходном топливе, %;

m, n- число атомов углерода и водорода, соответственно;

$d_{T, л}$  - влагосодержание газообразного топлива, отнесенное к сухого газа, г/м<sup>3</sup>.

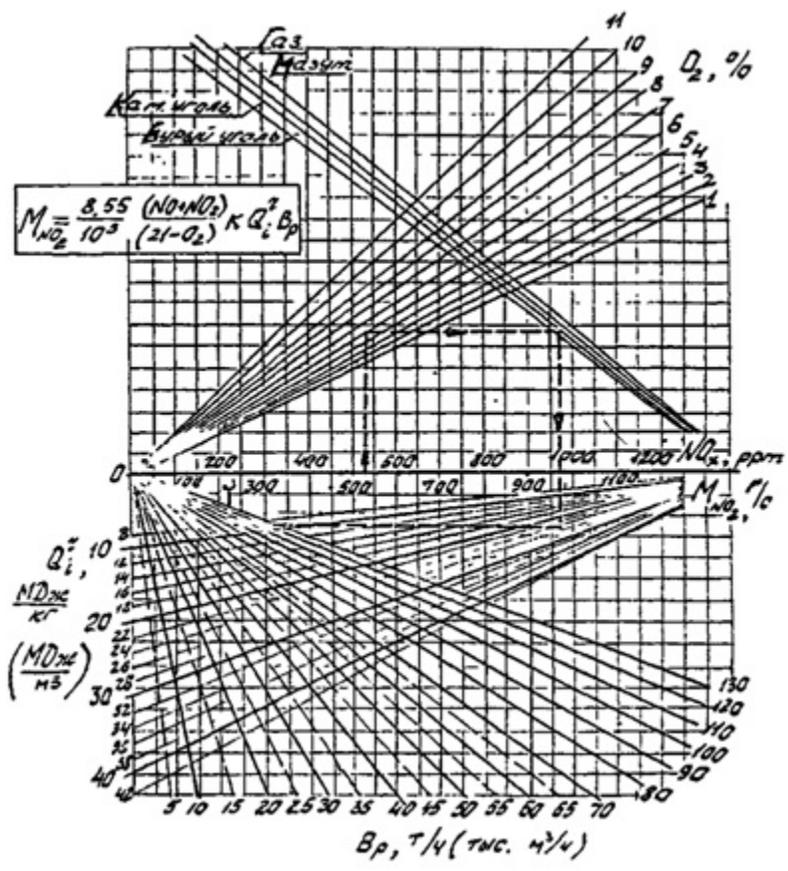


Рисунок 1 - Оценка выбросов  $NO_x$  (номограмма)

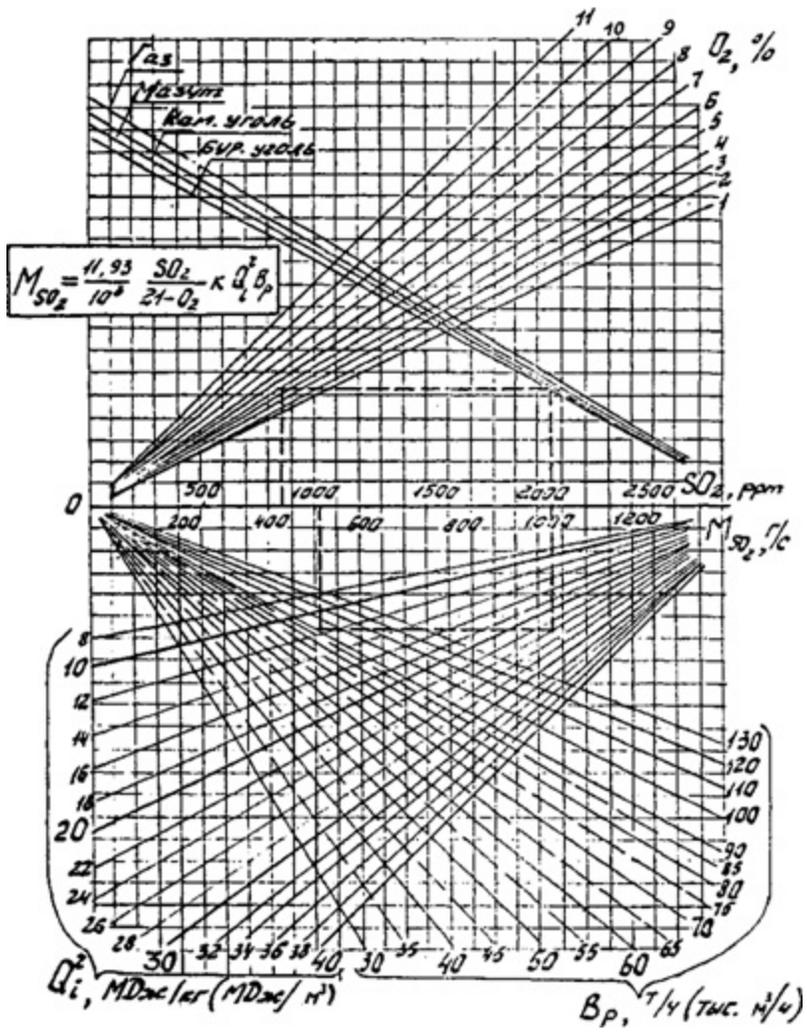


Рисунок 2 - Оценка выбросов SO<sub>2</sub> (номограмма)

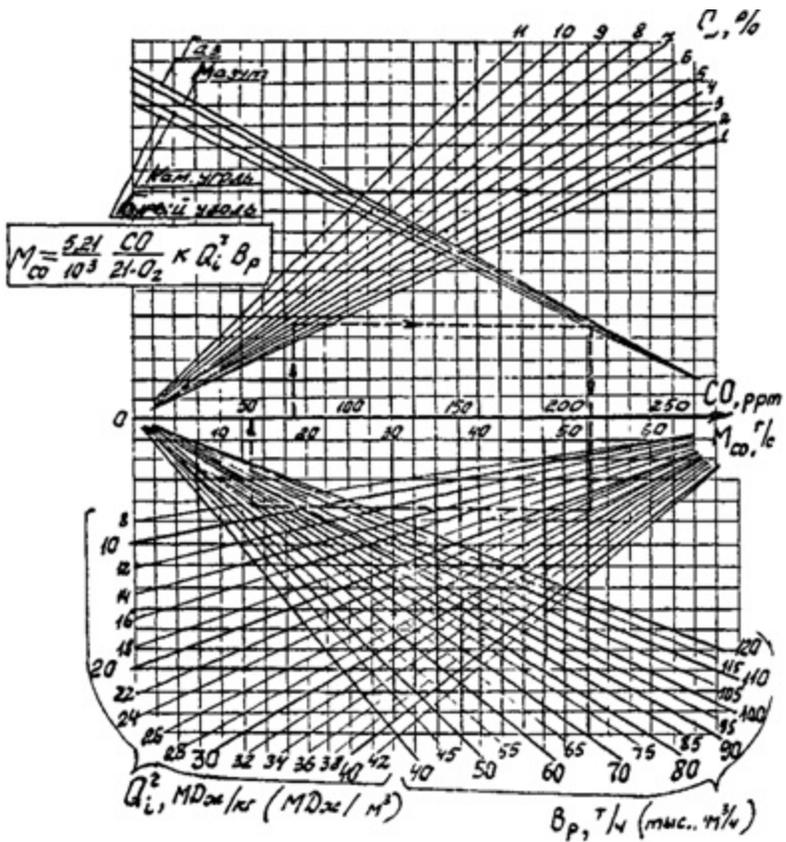


Рисунок 3 - Оценка выбросов CO (номограмма)

**Пример расчета выбросов (г/с) вредных веществ для котла ККЗ-320-140ГМ при сжигании сернистого мазута**

Распетый параметр	Обозначение	Размерность	Численное значение
Расход мазута	B	т/ч	21
Объем сухих дымовых газов (расчет по нормативному методу "Тепловой расчет котельных агрегатов")	V <sub>сг</sub>	м <sup>3</sup> /кг	13,91
Теплота сгорания мазута	Q <sub>г</sub>	МДж/кг	39,0
Измеренный состав дымовых газов за дымососом:			
кислород	O <sub>2</sub>	Н	7,6

оксиды азота	$I_{\text{nox}}$	ppm	196
оксид углерода	$I_{\text{CO}}$	ppm	57
диоксид серы	$I_{\text{SO}_2}$	ppm	1125
Массовые концентрации:			
оксиды азота	$c_{\text{NO}_x}$	мг/м <sup>3</sup>	450
оксид углерода	$c_{\text{CO}}$	мг/м <sup>3</sup>	80
диоксид серы	$c_{\text{SO}_2}$	мг/м <sup>3</sup>	3600
Выбросы (г/с) загрязняющих веществ:			
оксиды азота в том числе	$M_{\text{nox}}$	г/с	36,5
диоксид азота	$M_{\text{NO}_2}$	г/с	29,2
оксид азота	$M_{\text{NO}}$	г/с	4,75
оксид углерода	$M_{\text{CO}}$	г/с	6,5
диоксид серы	$M_{\text{SO}_2}$	г/с	292,3

**Пример расчета максимальных (г/с) и валовых (т/год) выбросов оксидов азота при совместном сжигании газа и угля**

**Исходные данные**

Тип котла	ТП-87
Максимальная нагрузка, т/ч	420
Средняя нагрузка в течение года, т/ч	370
Сжигаемое топливо	Природный газ, уголь,
Сорт угля	Кузнецкий тощий
Максимальная доля по теплу угля при максимальной нагрузке	0,2
Средняя в течение года доля угля по теплу	0,08
Расход условного топлива при максимальной нагрузке, т усл. топл./ч	40
Средняя в течение года нагрузка котла, т/ч	370
Расход условного топлива при средней нагрузке, т усл. топл./ч	35,5
Годовой расход топлива на котел, т усл. топл.	213000

Расчет ведется по формуле (1); при этом расход топлива  $V_p$  берется в т усл. топл./ч (для определения максимальных выбросов) и в т усл. топл. (для определения валовых выбросов).

Экспериментальные зависимости  $c_{NO_x} = f(D)$  для случаев сжигания угля и газа представлены на рисунках 1-2.

По этим рисункам определяются концентрации  $NO_x$  при максимальной и средней нагрузках (штриховые линии) при сжигании угля и газа:

$$c_{\max 1} = 1430 \text{ мг/м}^3; c_{\text{cp}1} = 1190 \text{ мг/м}^3$$

$$c_{\max 2} = 290 \text{ мг/м}^3; c_{\text{cp}2} = 208 \text{ мг/м}^3$$

Максимальная концентрация  $NO_x$  при сжигании смеси топлива рассчитывается по формуле:

$$c_j = c_{j_{\max 1}} \delta_{\max} + c_{j_{\max 2}} (1 - \delta_{\max})$$

$$= 0,2 * 1430 + 0,8 * 290 = 518 \text{ мг/м}^3$$

Средняя концентрация  $NO_x$  при сжигании смеси топлива:

$$c_{jcp} = c_{jcp1} \delta + c_{jcp2} (1 - \delta) = 0,08 * 1190 + 0,92 * 208 = 287 \text{ мг/м}^3$$

Объем сухих дымовых газов при совместном сжигании и максимальной нагрузке котла рассчитывается  $V_{\text{сг}} = V_{\text{сг}1} * \delta$

$$+ V_{\text{сг}2} (1 - \delta)$$

на условное топливо; при этом объемы сухих дымовых газов для угля и природного газа (также на условное топливо) определяются по пункту 5 настоящей Методики:

$$V_{\text{сг}1} = 0,365 * 29,33 = 10,705 \text{ м}^3/\text{кг усл. топл.}$$

$$V_{\text{сг}2} = 0,345 * 29,33 = 10,119 \text{ м}^3/\text{кг усл. топл.}$$

$$V_{\text{сг}} = 0,2 * 10,705 + 0,8 * 10,119 = 10,236 \text{ м}^3/\text{кг усл. топл.}$$

Объем сухих дымовых газов при совместном сжигании и средней нагрузке котла рассчитывается  $V_{\text{сг}} = V_{\text{сг}1} * \delta$

$$+ V_{\text{сг}2} (1 - \delta)$$

δ

) на условное топливо; при этом объемы сухих дымовых газов для угля и природного газа остаются теми же, что и в предыдущем случае. Поэтому

$$V_{\text{сг}} = 0,08 * 10,705 + 0,92 * 10,119 = 10,166 \text{ м}^3/\text{кг усл. топл.}$$

Максимальные выбросы  $M_{\text{пох}}$  определяются по соотношению

$$M_{\text{пох}} = 518 * 10,236 * 40 * 0,278 \cdot 10^{-3} = 58,96 \text{ г/с}$$

Валовые выбросы  $M_{\text{пох}}$  определяются по соотношению

$$M_{\text{пох}} = 287 * 10,166 * 213000 \cdot 10^{-6} = 621,5 \text{ т.}$$

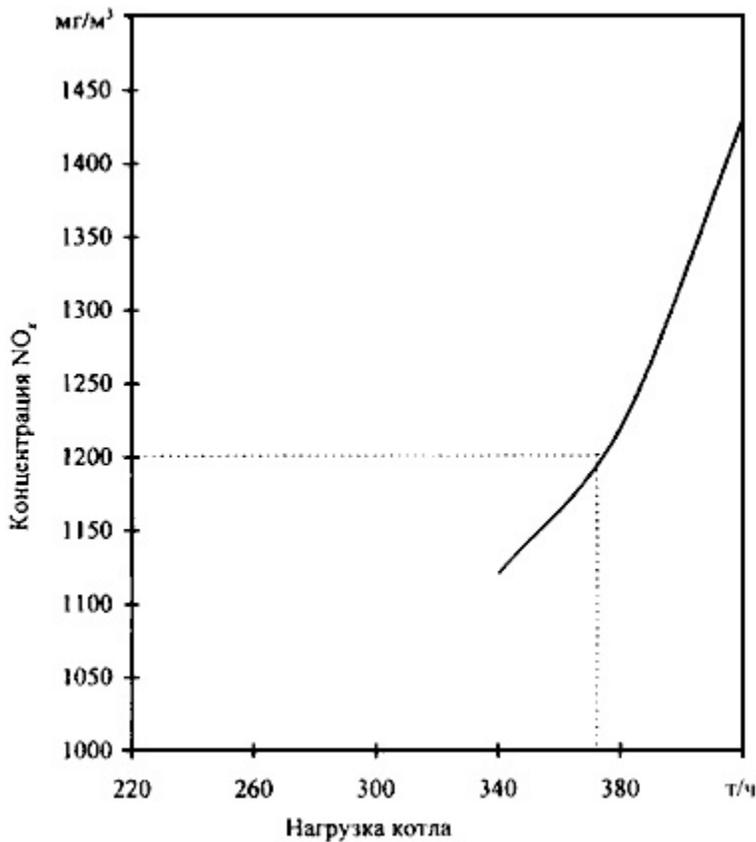


Рисунок 1 - Зависимость концентрации оксидов азота от нагрузки котла при сжигании угля

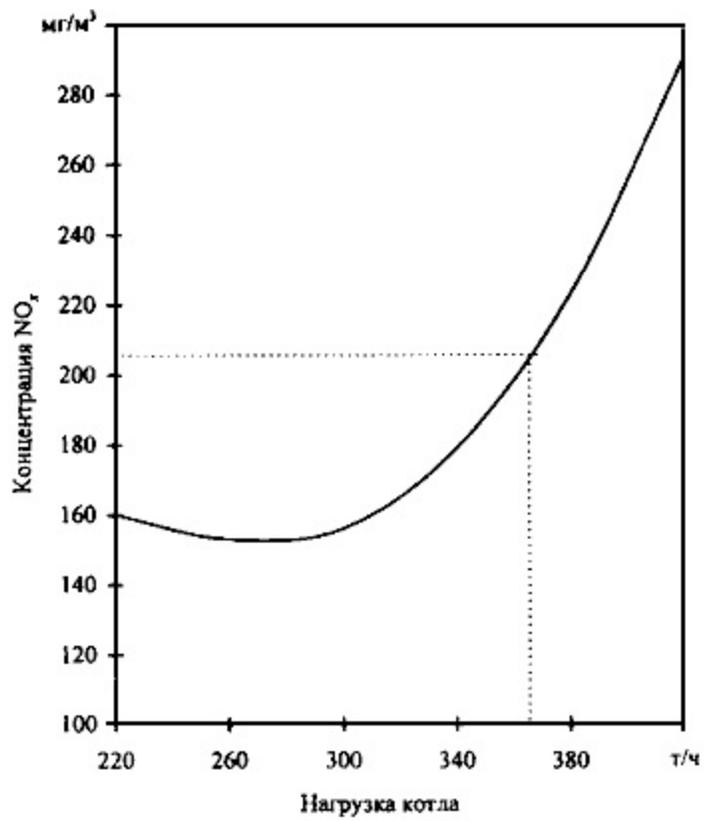


Рисунок .2 - Зависимость концентрации оксидов азота от нагрузки котла при сжигании газа

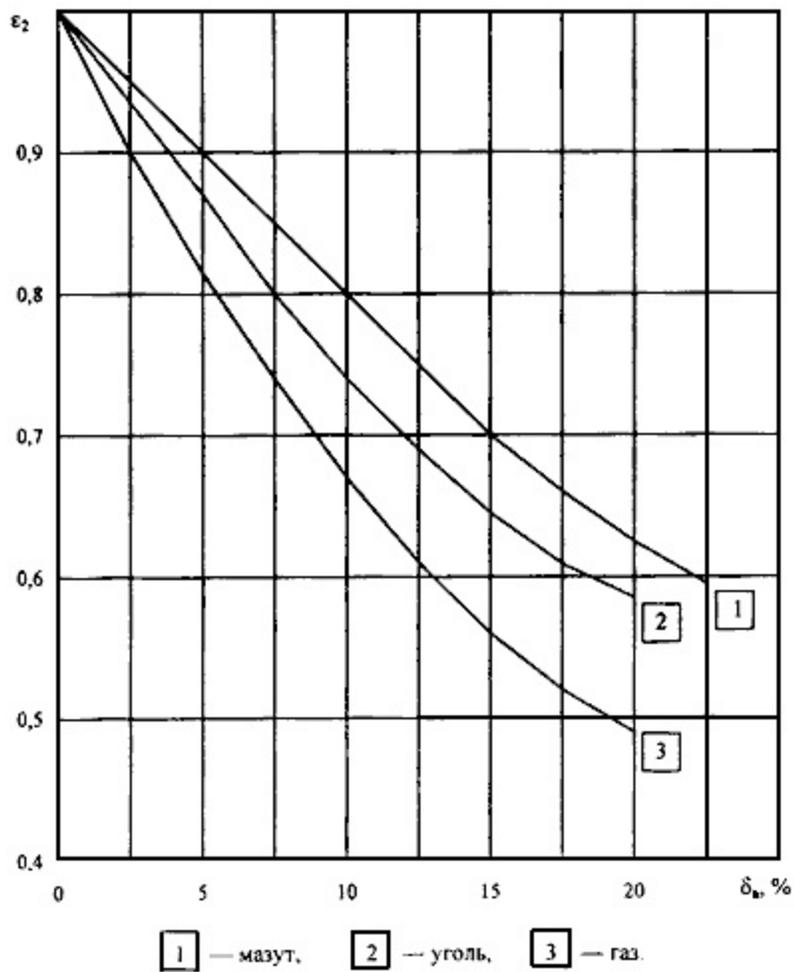


Рисунок 1 - Значение коэффициента

$\epsilon_2$  в зависимости от доли воздуха, подаваемого помимо основных горелок

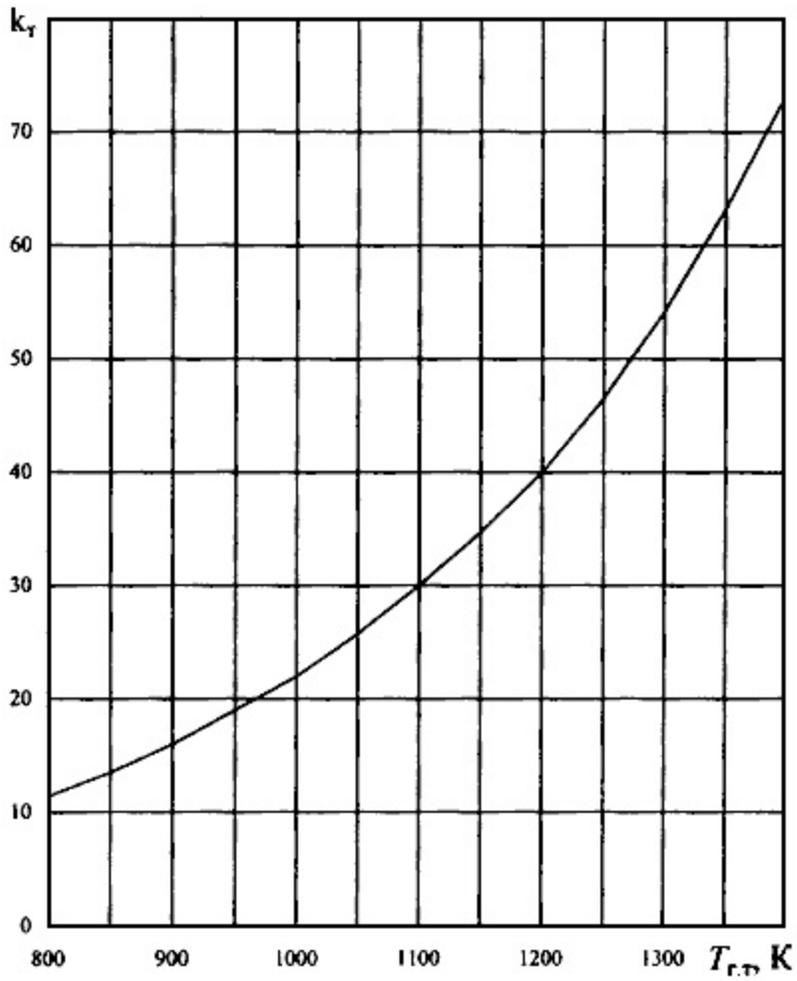


Рисунок 2 - Зависимость коэффициента  $k_m$  от температуры газов перед турбиной для высокофорсированных камер сгорания

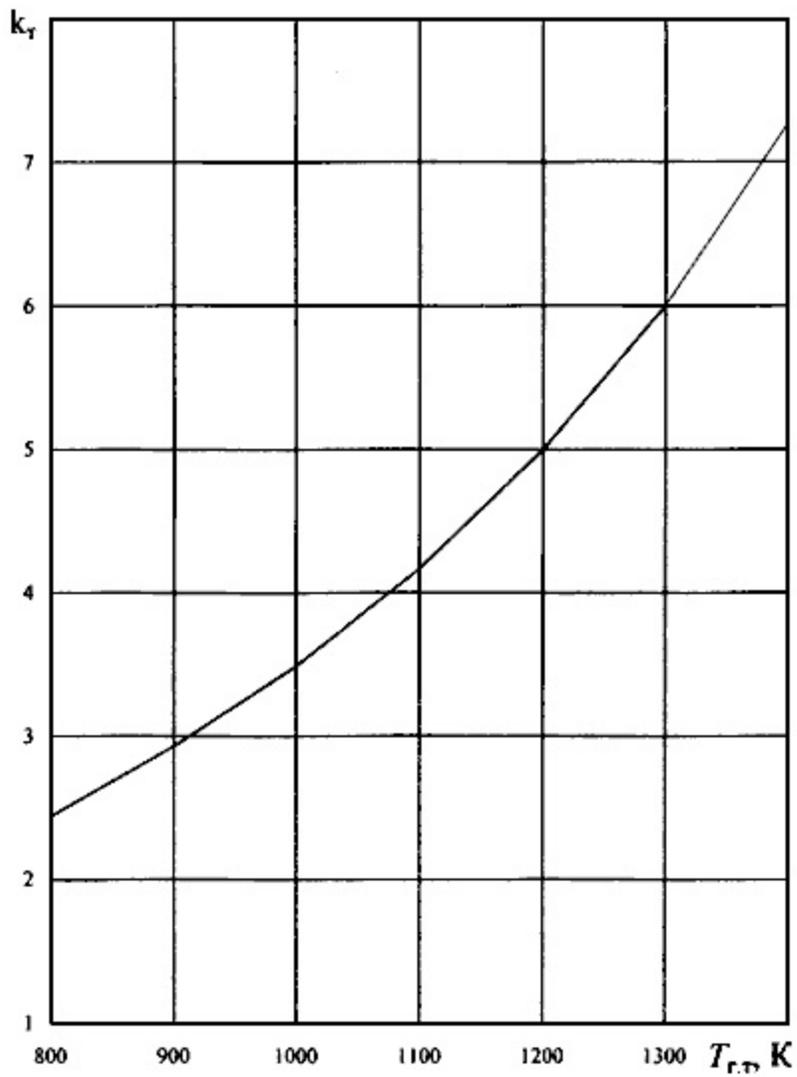


Рисунок 3 - Зависимость коэффициента  $k_m$  от температуры газов перед турбиной для микрофакельных камер сгорания.

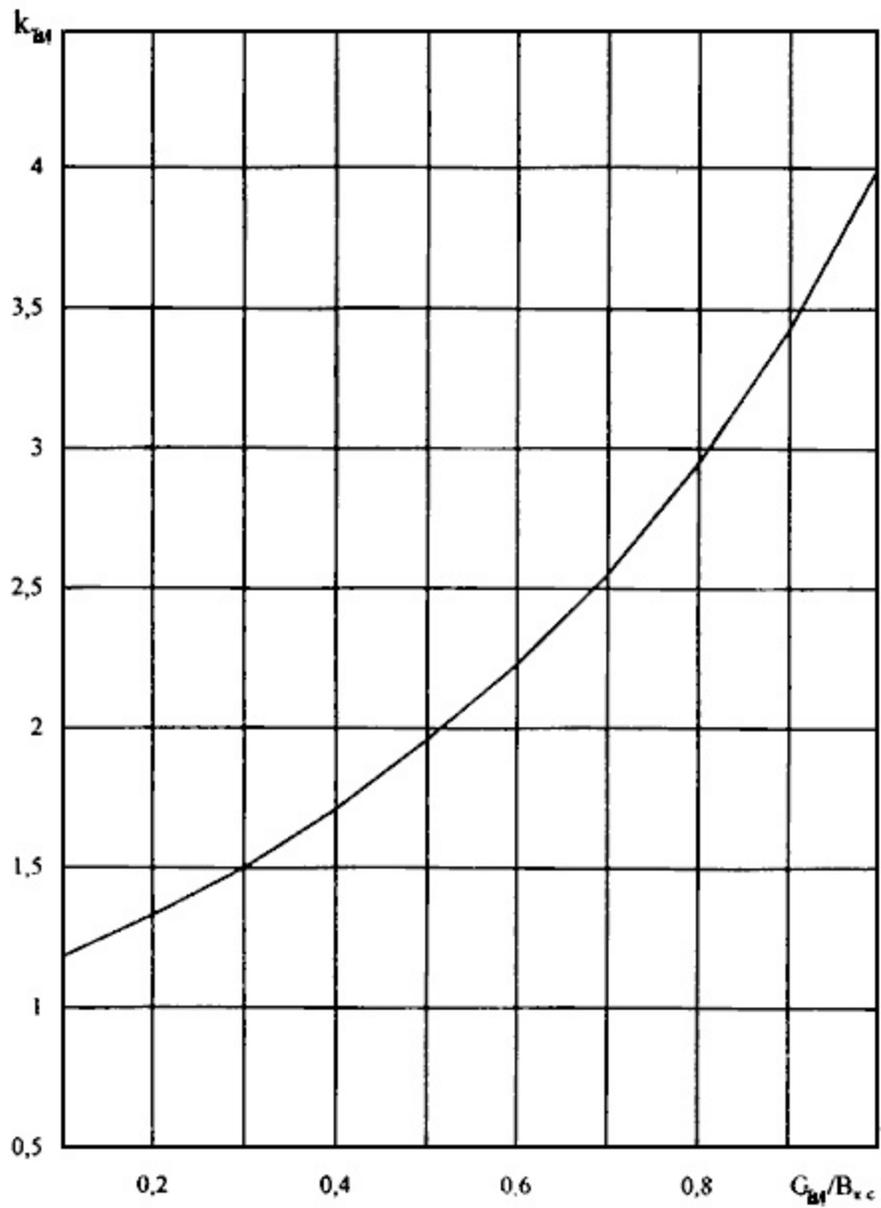


Рисунок 4 - Зависимость коэффициента  $k_{вд}$  от относительного расхода влаги (пара или воды) в камере сгорания.

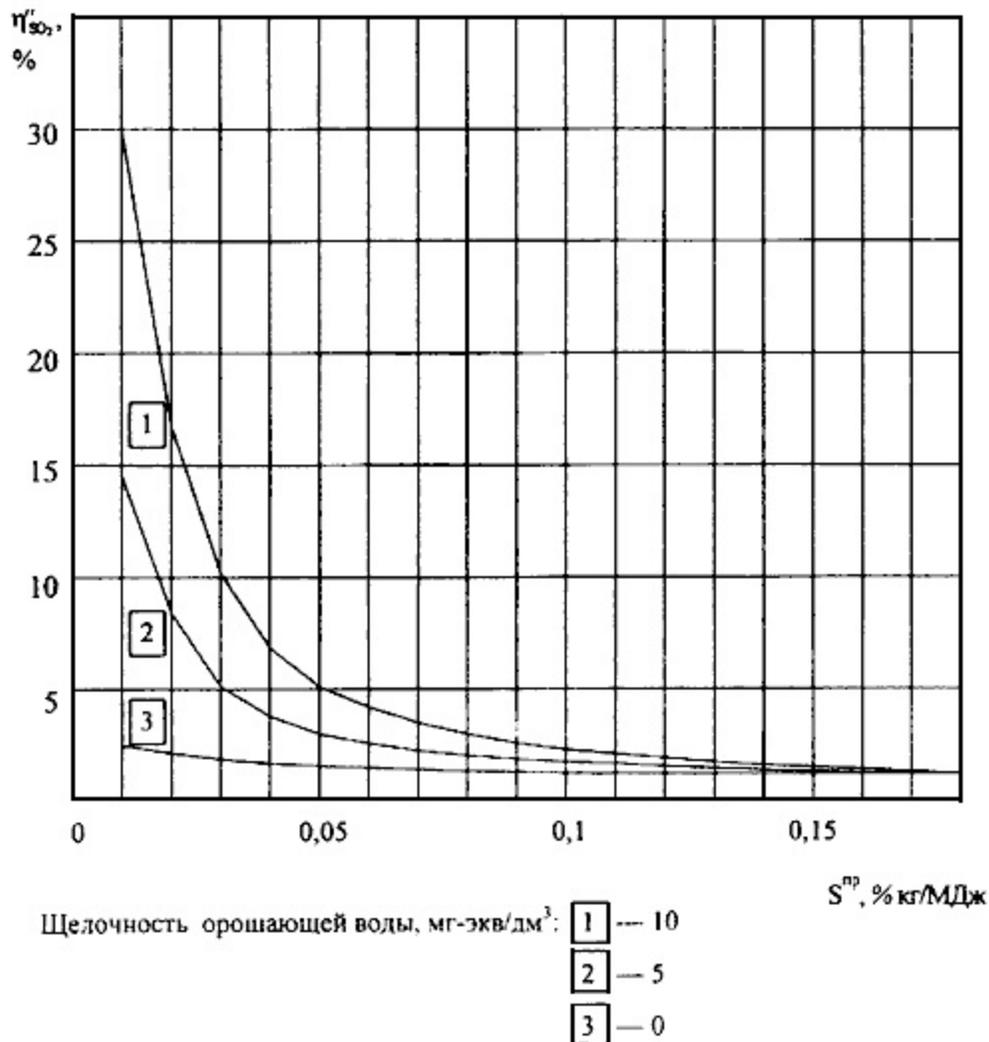


Рисунок 5 - Степень улавливания оксидов серы в мокрых золоуловителях в зависимости от приведенной сернистости топлива и щелочности орошающей воды.

## Методика

определения валовых выбросов вредных веществ в атмосферу основным технологическим оборудованием предприятий машиностроения

### 1. Общие положения

1. Настоящая методика разработана с целью установления единых подходов для определения эмиссий вредных веществ в атмосферу на машиностроительных предприятиях. Их значения используются в качестве исходных данных при

определении экологических характеристик технологических процессов и оборудования в их экспертных оценках, расчетах выбросов в ходе инвентаризации, при заполнении форм статистической отчетности, разработке планов мероприятий по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу как для отдельных предприятий, так и для отрасли в целом.

2. В настоящей Методике используются следующие основные понятия:

1) концентрация вредного вещества:

массовая - масса природного вещества, содержащаяся в единице объема воздуха;

объемная - объем вредного вещества, содержащийся в единице объема анализируемого газа;

2) проба - часть анализируемого материала, представителью отражающая его вещественный или химический состав;

3) предельно допустимая концентрация вредного вещества - максимальная концентрация вредного вещества в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного воздействия, включая отдаленные последствия, равно как и на окружающую среду в целом;

4) вредное вещество - вещество, присутствие которого в атмосфере вызывает неблагоприятное воздействие на окружающую среду и здоровье людей;

5) предельно допустимый выброс - норматив, устанавливаемый из условия, чтобы содержание вредных веществ в приземном слое воздуха от источника или их совокупности не превышало нормативов качества воздуха для населения, животного и растительного мира;

6) инвентаризация выбросов - систематизация сведений о распределении источников выбросов вредных веществ на территории, количестве и составе выбросов;

7) организованный источник выбросов вредных веществ - источник выбросов, от которого вредные вещества в составе отходящего газа (вентиляционного воздуха) поступает в атмосферу через систему газоотводов или воздухопроводов (труба, аэрационный фонарь, вентиляционная шахта и т.п.);

8) неорганизованный источник выбросов вредных веществ - источник выбросов, от которого вредные вещества, не проходя устройств, дополнительно задающих скорость и место выброса, поступают непосредственно в атмосферу, если источник находится вне помещения, или через оконные или дверные проемы помещения, не оборудованные системой вентиляции (такими источниками могут быть как собственно технологические процессы, операции, оборудование, места хранения сыпучих и жидких веществ, так и нарушения герметичности оборудования, снабженного системой газоотводов и нарушения самих газоотводов;

9) неорганизованный выброс вредных веществ - выброс вредных веществ от неорганизованного источника выбросов;

10) удельный выброс вредного вещества - определенная расчетным или инструментальным методом, величина массы вредного вещества, выделяющегося в ходе технологического процесса (при переработке единичного количества сырья или полупродукта; при перемещении единицы массы топлива; при производстве единицы энергии) за единицу времени работы единицы оборудования; при производстве или обработке единицы продукции;

11) вентиляция - организованный воздухообмен, способствующий поддержанию требуемых параметров (гигиенических, технологических, взрыво - пожаробезопасных) в воздухе рабочих помещений, а также комплекс технических средств в реализации воздухообмена;

12) местная вытяжная вентиляция - система местных отсосов для удаления загрязненного воздуха от источников выбросов;

13) общеобменная вентиляция - комплекс оборудования, предназначенного для удаления воздушного потока, содержащего вредные вещества из рабочего помещения непосредственно в атмосферу или систему газопроводов (воздуховодов);

14) естественная вентиляция - воздухообмен осуществляется либо под действием разности плотностей (температур) наружного и внутреннего воздуха, либо под влиянием ветра, либо совместного их действия, а также комплекс технических средств для реализации такого воздухообмена;

15) принудительная механическая вентиляция - воздухообмен, осуществляемый при помощи побудителей движения воздуха (вентиляторов, компрессоров, эжекторов и др.) , а также комплекса технических средств для реализации такого воздухообмена;

16) вентиляционная система - комплекс технических средств для реализации воздухообмена, состоящий из вентилятора, сети воздуховодов, оборудованных воздухоразделяющими или воздухоприемными устройствами, системой очистки воздуха, устройств регулирования и контроля;

17) источник образования и выделения вредных веществ в атмосферу - технологическое оборудование (установка, агрегат, станок, машина, устройство и др.) или технологический процесс, операция (загрузка, выгрузка сыпучих материалов, перевалы отходов, переливы летучих веществ и др.), образующие и выделяющие вредные вещества в ходе производственного цикла;

18) газоочистная установка - элемент газоочистной установки, в котором осуществляется процесс извлечения вредного компонента (твердого, жидкого или газообразного) из отходящего газа или вентиляционного воздуха;

19) валовой выброс вредных веществ - часть валового выделения вредного вещества, поступающая в атмосферу за отчетный период времени;

20) газопровод (воздуховод) - линейное сооружение из соединенных между собой труб, предназначенное для транспортирования газа;

21) нормальные условия газового состояния - состояние газа, приведенное к температуре °С и давлению 101,325 кПа;

22) стандартные условия газового состояния - состояние газа при температуре 20°С и давлении 101,325 кПа;

23) рабочие условия газового состояния - состояние газа при заданных температуре и давлении.

### 3. Источники выделения вредных веществ на предприятиях машиностроения

Вредные вещества, выделяющиеся при производстве продукции на предприятиях машиностроения многообразны. Это связано как с уровнем технологии и культуры работы на данном предприятии, так и с номенклатурой используемых им технологического оборудования и исходных материалов в процессах основного и вспомогательного производств.

К основным источникам загрязнения атмосферы на предприятиях отрасли относятся технологическое оборудование литейных цехов; участков и цехов нанесения лакокрасочных, химических и электрохимических покрытий; энергетических установок; термических и кузнечных цехов, цехов и участков механической обработка материалов, сварки и резки металлов, обработки неметаллических материалов, испытания двигателей и т.д.

В отходящих газах и аспирационном воздухе местных отсосов содержатся: различные пыли минерального и органического происхождения, оксиды черных, цветных и редких металлов, их сплавов; оксиды и соединения углерода, серы, азота; пары и туманы кислот, щелочей, органических веществ и их соединений, аэрозоли масел и эмульсий. Многие из них весьма токсичны и могут нанести значительный вред здоровью людей, работающих на данном предприятии и проживающих вблизи него.

4. Определение выбросов вредных веществ в отходящих от технологического оборудования газах, в воздухе, отводимом местными отсосами и общественной вентиляцией, производится по различным методикам, применимость которых и выбор прямо связана с основными свойствами загрязненного потока.

5. Состав и количественные характеристики удельных выбросов вредных веществ при производственных операциях основного и вспомогательного технологических циклов приведены в **разделе 2**. Кроме этих основных технологий на заводе могут быть и другие источники выделений вредных веществ, присущие только данному предприятию и не имеющие массового характера.

6. Выделение вредных веществ в атмосферу происходит в момент работы технологического оборудования, поэтому определение валового выброса связано для действующего предприятия с фактическим фондом времени работы оборудования, а для проектируемого объекта с планируемым эффективным фондом времени, принимаемым по действующим в отрасли нормативам.

## **2. Определение массы выделяющихся вредных веществ по результатам измерений параметров потока**

### **7. Основные положения.**

Определение объемного расхода загрязненного воздушного потока, отводимого от технологического оборудования, и содержания в нем вредных компонентов осуществляется в соответствии с унифицированными методиками, утвержденными Казгидрометом.

Указанные методики содержат варианты условий их применения, каждый из которых определяется отраслью с учетом особенностей своих производств.

8. Выбор точек для отбора проб газов или вентиляционного воздуха, их число и место расположения определяется, исходя из условия получения полной и достоверной информации о количестве вредных веществ, отходящих от технологических агрегатов и установок. При этом предпочтение в первоочередности измерений отдается тем веществам, которые наиболее опасны по степени воздействия по организм человека.

### **9. Периодичность проведения измерений и оценка их точности.**

Для определения выбросов вредных веществ измерение параметров загрязненных потоков должно быть распределено во времени и отражать все стадии производственного цикла технологического оборудования или процессов - источников загрязнения атмосферы. Выбросы рассчитываются по величинам среднесуточных параметров: концентрации и объемного расхода.

10. Измерения концентраций вредных веществ в промышленных выбросах производятся при фактическом режиме загрузки технологического оборудования, стабильной номенклатуре перерабатываемого сырья и полуфабрикатов, отлаженной работы вентиляционных установок и эффективной работе газоочистных и пылеулавливающих установок. Все эти параметры должны регистрироваться в рабочих журналах.

11. Для технологического оборудования (агрегатов, станков и др.), работающего с нестабильными во времени выбросами вредных веществ в результате изменяющейся загрузки, с вариациями качества сырья, полуфабрикатов и т.д., измерение концентрации вредных веществ и других параметров потока выполняется для максимальных, минимальных и преобладающих значений этих отклонений. Величина отклонений в режиме работы оборудования, качества сырья и полуфабрикатов, технологии - изготовления продукции и т.п. устанавливается по оперативным журналам работы оборудования и учета расхода сырья и материалов.

При стабильности этих отклонений измерения выполняются при фактическом режиме работы технологического оборудования.

И в этом и в другом случаях измерение концентрации ведется с отбором пробы как на один фильтр (поглотительный сосуд и т.д.) в течение; всего времени пробоотбора,

так и на разные. Время непрерывного отбора пробы составляет 10-30 мин, с интервалом, обеспечивающим попадание процесса пробоотбора в характерные, по интенсивности выделения вредных веществ, стадии производственного цикла, но не реже, чем раз в два часа.

Средняя суточная концентрация вредного вещества при этом рассчитывается как средняя арифметическая величина по выражению:

$$C_{ср} = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_n}{n} = \frac{\sum C_i}{n} \quad (2.1.)$$

где  $C_1, C_2, \dots, C_n$  - отдельные измерения величин концентрации  $г/м^3, мг/м^3$ ;  
 $n$  - число измерений.

12. Для технологического оборудования и процессов, характеризующихся резкими изменениями выбросов вредных веществ и обменных расходов газа в ходе производственного цикла, измерений; концентрации компонентов в потоке отходящего газа или вентиляционного воздуха выполняются на всех стадиях производственного цикла (например, для плавильных агрегатов это периоды розжига завалки шихты, плавки и слива металла и да.). При этом измерения осуществляются путем отбора проб на один фильтр (поглотительный сосуд) в течение всего процесса, так и на разные. Время непрерывного отбора пробы составляет 10-30 мин с интервалами, обеспечивающими представительный отбор проб для каждого периода производственного цикла.

Здесь средняя суточная концентрация вредного вещества рассчитывается как средняя взвешенная величина по выражению:

$$C_{ср} = \frac{C_1 Q_1 + C_2 Q_2 + \dots + C_n Q_n}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n} = \frac{\sum_1^n C_i Q_i}{\sum_1^n Q_i} \quad (2.2.)$$

где  $C_1, C_2, \dots, C_n$ , - отдельные измерения величин концентраций,  $г/м^3, мг/м^3$ ;  
 $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  - объемные расходы газа (воздуха) в период измерения концентрации,  $м^3/ч$ .

13. По величинам средних концентрация вредных веществ в отходящих газах или вентиляционном воздухе

$C_{ф}^{в}$

рассчитываются секундные количества вредных веществ, содержащихся при фактических режимах работы технологического оборудования и показателях качества

сырья и продукции:

$$M_{\phi}^{D_i} = C_{\phi}^{D_i} * Q_{\phi}$$

(2.3.)

где

$$M_{\phi}^{D_i}$$

- секундное количество массы вредного вещества при фактическом режиме работы технологического оборудования, г/с;

$$C_{\phi}^{D_i}$$

- объем отходящих газов или вентиляционного воздуха при фактическом режиме работы технологического агрегата, приведенный к нормальным условиям, м<sup>3</sup>/с.

Аналогичным образом рассчитываются секундные количества вредного вещества в промышленном выбросе.

14. При отсутствии на источнике загрязнения атмосферных газоочистных сооружений за величины средних концентраций вредных веществ в промышленном выбросе принимаются значения средних концентраций, вредных веществ в отводных газах или вентиляционном воздухе.

Истинное значение измеряемой величины, как правило, неизвестно. Поэтому при проведении анализов проводят ряд измерений одной и той же величины. Эта совокупность измерений носит название вариационного ряда, где каждый отдельный результат носит название варианты.

Среднее арифметическое

$$\bar{X}$$

величин, вариационного ряда дает значение среднего значения измеряемого параметра, оно определяется из выражения

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

(2.4.)

где:  $X_i$  ~ независимые друг от друга результаты отдельных измерений;

n - число измерений.

Тогда ошибка измерения определяется как разность между средним арифметическим значением измеряемой величины и результатом конкретного измерения:

$$\Delta X_i = \bar{X} - X_i$$

(2.5.)

которая носит название абсолютной ошибки. Однако более удобно качество полученных результатов характеризовать не абсолютной ошибкой

Δ

$X_i$  отношением к среднеарифметическому значению измеряемой величины, которое называют относительной ошибкой, обычно выражаемой в процентах

$$\Delta X_{\text{отн}} = \frac{\Delta X_i}{X} * 100\%$$

(2.6.)

Среднее арифметическое всех абсолютных ошибок независимо от их знака называется средней абсолютной ошибкой

$\Delta X_{\text{ср}}$

, а ее отношение к среднему арифметическому вариационного ряда - средней относительной ошибкой.

15. Точность (воспроизводимость) результатов измерений оценивается по величине среднего квадратичного отклонения по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

(2.7.)

При достаточно большом числе измерений  $n$ , величина стремится к некоторому постоянному значению  $G$ , являющемуся статистическим пределом. Именно этот предел и называют средней квадратичной ошибкой, а ее квадрат - дисперсией результатов измерений. Величину  $S$  относят к каждому отдельному измерению. Большой интерес представляет среднее квадратичное отклонение вариационного ряда, его значение  $S_x$  и ошибку  $G_x$  можно определить по уравнениям:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

(2.8.)

$$G_{\bar{x}} = \frac{G}{\sqrt{n}}$$

(2.9.)

Между средней квадратичной ошибкой  $G$  и средней абсолютной ошибкой

Δ

$X_{\text{ср}}$  существует численная зависимость

$$G = 1,253$$

Δ

Хср (2.10.)

16. Статистическая характеристика, полученная с ограниченного числа измерений, является приближенной. Поэтому она имеет смысл только в том случае, если указаны границы возможной погрешности оценки. Этими границами являются интервалы значений  $X$

$\Delta$   
 $X$  и  $X +$   
 $\Delta$

$X$  и называемых доверительными интервалами, Истинное значение измеряемой величины находится внутри этого доверительного интервала с выбранной статистической вероятностью  $P$ . Вероятность того, что результаты измерений отличаются от истинного значения на величину, не выходящую за пределы доверительного интервала, носит название доверительной вероятности или коэффициента доверия и это условие записывается в следующем виде:

$$P\left[\left(\bar{X} - \Delta X\right) < X < \left(\bar{X} + \Delta X\right)\right] = \lambda$$

(2.11.)

Преимущественное значение для массовых промышленных измерений получили значение

$\lambda$   
, равные 68,3 и 90%,

Для определения границ доверительного интервала следует использовать понятие нормированного отклонения  $t$ , находящегося в зависимости от выбранной статистической вероятности  $P$  и числа измерений  $n$ . Оно является отклонением того или иного измерения от средней арифметической, отнесенной к средней квадратичной ошибке  $G$ , т.е.

$$t = \frac{X_i - \bar{X}}{G} = \frac{\Delta X_i}{G}$$

(2.12.)

При нормальном (гауссовском) законе распределения вариационного ряда значение  $t$  могут колебаться в пределах  $\pm 3^\circ C$ .

Для указанных выше значений доверительной вероятности соответственно будут равны 1 и 1,65.

Тогда верхнюю и нижнюю границы доверительных интервалов можно определить соответственно следующим образом:

верхнюю границу  
 $\bar{X} + \frac{t}{\sqrt{n}} S$

нижнюю границу

$$\bar{X} - \frac{t}{\sqrt{n}} S$$

(2.13.)

В связи с тем, что при практических измерениях рассеивание значений измеряемой величины достаточно высоко, для сопоставления результатов нужно пользоваться коэффициентом вариации, равным

$$\omega = \frac{\xi}{X} * 100\%$$

(2.14.)

17. Приведенные выше понятия позволяют не только оценить уже выполненные измерения, но и предусмотреть, сколько их надо сделать, чтобы получить необходимую точность результатов.

Задаваясь требуемыми величинами допустимой ошибки среднего арифметического, нормированного отклонения  $t$  и коэффициента вариации

$\omega$

для измерения данного параметра можно определить требуемое число измерений по выражению

$$n = t^2 * \omega / p^2$$

(2.15)

Причем значение коэффициента вариации должно быть определено для данного метода измерения заранее и при максимально большем числе измерения для каждого из вариационных рядов.

Так, например, для определения запыленности при наиболее распространенных значениях статистических показателей необходимое число измерения представлено в таблице 1 согласно приложению 1 к настоящей Методике.

18. Приближенные вычисления при обработке результатов измерений.

Каждый результат отдельного измерения прямой и косвенной величины или величины, рассчитанной по этому измерению, представляет, собой приближенное число, точность которого определяется погрешность измерения. Такое число принято записывать таким образом, чтобы ошибка последней цифры не превышала десяти единиц соответствующего разряда. В этом случае все цифры числа, характеризующие результат измерения, кроме последней, будут верными, последняя цифра сомнительной, а все находящиеся за сомнительной - неверными.

При окончательной записи результата измерения все неверные цифры отбрасываются с соблюдением правил округления. В том случае, когда полученное

приближенное число входит в расчетную формулу, в нем сохраняется одна неверная цифра, как запасная. Например, если результат измерения равен 1,4573, а ошибка составляет 0,01, то окончательный результат будет записан в виде 1,4640,01, т.е. оставлены две верные цифры и одна сомнительная. Если же этот результат измерения входит в вычисления, то используется число 1,457, где цифра 7 является запасной.

В таблице математических и физических величин в различных справочниках приводятся числа с верными цифрами и одной сомнительной. Здесь за максимальную ошибку округления принимается половина единицы сомнительной цифры.

19. Правила округления величин общеизвестны и сводятся к следующему:

если первая отбрасываемая цифра больше пяти, то последняя остающаяся цифра увеличивается на единицу;

если отбрасываемая цифра меньше пяти, то последняя остающаяся цифра не изменяется;

если отбрасываемая цифра равна пяти, а последующие цифры

младших разрядов отсутствуют, то сохраняемая четная цифра увеличивается на единицу; в том случае, когда округляемое число представляет собой ошибку, то при отбрасывании пять сохраняемые цифры как четные, так и почетные увеличиваются на единицу;

если округляется целые цифры, то отброшенные заменяются множителем  $10^n$

, где  $n$  - количество отброшенных цифр, например,  $56014 = 56.103$ ; при округлении десятичных дробей цифры после за пятой просто отбрасываются без замены их нулями. Нуль в конце десятичной дроби характеризует степень точности, например, 5,48 и 5,480 отличаются друг от друга тем, что они имеют соответственно две и три верных цифры.

20. Результат любого математического действия с приближенными числами также является приближенным числом. Следует учитывать, что округлению подлежат не только конечные результаты, но и числа в промежуточных выкладках. При этом округление производится следующим образом:

при сложении и вычитании все слагаемые округляются до сомнительной цифры, стоящей в самом высшем разряде, а затем производится сложение или вычитание. Это позволяет облегчить процесс сложения (вычитания) без потери точности;

при умножении и делении в получаемом результате должно быть столько значащих цифр, сколько их в одном из чисел с наименьшим числом значащих цифр. При необходимости перед выполнением действий над числами производится их округление ;

при возведении в степень и извлечении корня у результата должно быть столько значащих цифр, сколько их было в основании или в числе под корнем;

при логарифмировании в мантиссе получаемого приближенного числа оставляется столько значащих цифр, сколько их в логарифмируемом числе.

### 3. Определение массы выделяющихся вредных веществ расчетными методами

21. Расчет выделения вредных веществ основным технологическим оборудованием по удельным показателям.

Исходными данными для определения массы вредных веществ, выделяющейся от технологического оборудования в данном случае служат удельные показатели образования и выделения вредных компонентов, основанные на экспериментальных и расчетных данных о количестве вредных веществ, выделяемых в ходе технологического процесса или его отдельной операции, приведенного к единице массы получаемой продукции, расходуемого материала или к единице времени работы агрегатов, машин, станков.

22. С помощью величин этих показателей можно выполнить расчеты выбросов, как в целях заполнения норм статистической отчетности, так и для целей инвентаризации (когда не представляется возможность провести ее методами расчета по данным прямых инструментальных измерений или путем расчета материальных балансов процессов), также и для проектирования их на перспективу с учетом возможных реконструкций предприятия и изменения его производственной мощности.

Для этой цели величины удельных показателей выделения вредных веществ приведены в различных единицах измерения, которые используются при расчетах в форме, наиболее удобной для данного технологического оборудования или производственного процесса.

Поэтому ниже предусматривается порядок расчета по группам технологического оборудования и производственных процессов с последующим суммированием одинаковых компонентов по всему предприятию. Удельные показатели представлены величиной усредненной для номинальных режимов работы оборудования, и для учета отличий; конкретных режимов работы и их нестационарности вводятся поправочные коэффициенты по группам оборудования.

Таким образом, за величину удельного показателя образования и выделения вредных компонентов для конкретного технологического агрегата при фактической технологии производственного процесса должно приниматься в виде произведения удельного показателя выделения при номинальных режимах на ряд поправочных коэффициентов, учитывающих его нестационарность,

$$K^x = K_x^x(f_1, f_2, f_3, \dots, f_n)$$

(3.2.)

где:

$K^x$

- удельный показатель выделения вредного компонента для конкретного процесса и оборудования на данном предприятии;

$$K_n^X$$

- удельный показатель выделения вредного компонента при номинальных режимах технологического процесса и стационарной работы производственного оборудования;

$$(f_1, f_2, f_3, \dots, f_n)$$

- произведение поправочных коэффициентов, учитывающих отклонению технологических режимов от номинальных к нестационарность процессов и оборудования.

Значения удельных показателей выделения вредных компонентов при номинальных режимах стационарной работы производственного оборудования приведены в таблицах приложения 2.

23. Плавильные агрегаты. Этот вид оборудования характеризуется стабильными удельными выделениями вредных веществ на единицу массы выплавленного металла (кг/т) и производственным мощностным агрегатом. Поэтому для целей планирования и определения массы вредных веществ, выделившихся за продолжительный промежуток времени (месяц, год и т.д.), они являются наиболее удобными. Однако при необходимости расчета выделения вредного вещества за короткий промежуток времени удобнее использовать удельные показатели на единицу времени (г/с, кг/с) с введением коэффициентов нестационарности выделения их в процессе плавки.

Используя удельный показатель выделения для данной группы плавильных агрегатов, приведенный к единице массы выплавляемого металла, массу выделившегося каждого из основных компонентов вредных веществ можно определить из следующего соотношения:

$$M_i^X = K^X * p * n$$

, кг (3.3)

где

$$M_i^X$$

масса выделения компонента вредных веществ;

$$K^X$$

- удельный показатель выделения этого компонента на тонну металла, кг/т

p - объем выплавляемого или планируемого к выплавке металла;

X - индекс компонента вредных веществ (пыль Z, оксид углерода CO, оксиды азота NOx, оксид серы SO2, углеводороды CxPx и др.)

n - число однотипных и одинаковых по производительности плавильных агрегатов.

При расчете выделения вредных веществ по удельному показателю, приведенному к единице времени, расчетная формула будет иметь вид:

$$M_i^X = 10^3 q_X \cdot \tau \cdot n$$

, кг (3.4.)

где

$q_X$   
удельный показатель выделения компонента X вредных веществ в единицу времени, г/с;

$\tau$   
- время фактической или планируемой работы плавильных агрегатов за данный промежуток времени;

n - по выражению (3.2.)

Суммарная масса вредных веществ по каждому из компонентов для всех плавильных агрегатов предприятия определится их суммированием сначала по однотипным группам плавильных агрегатов, а затем для всех их видов:

для вагранок

$$M_{1\varepsilon}^X = \sum_1^m M_{1\varepsilon}^X$$

(3.5.)

для электродуговых печей

$$M_{1\vartheta}^X = \sum_1^n M_{1\vartheta}^X$$

(3.6.)

для индукционных печей

$$M_{1U}^X = \sum_1^n M_{1U}^X$$

(3.7.)

для других типов плавильных печей

$$M_{1i}^X = \sum_1^n M_{1i}^X$$

(3.8.)

для всех видов плавильных агрегатов предприятия

$$M_{1\Sigma}^X = \sum M_1^X = M_{1a}^X + M_{1r}^X + M_{1u}^X + \dots + M_{1i}^X$$

(3.9.)

где

$$M_{1\Sigma}^X$$

- суммарное выделение компонента Ч для всех плавильных агрегатов предприятия, кг.

При работе плавильных агрегатов кроме выделений, отводимых системами аспирации (организованные выделения), имеют место неорганизованные выделения за счет неплотностей технологического оборудования и выполнения некоторых операций производственного процесса (например, выпуска расплавленного металла в изложницы и ковши и др.). Их общее количество составляет в среднем до 40 % от массы веществ, выделяемых плавильными агрегатами. Тогда общая масса организованных и неорганизованных выделений (

$$M_1^X$$

общ.) составит

$$M_1^X$$

общ. = 1,4

$$M_{1\Sigma}^X$$

(3.10.)

24. Для участков литейных цехов, где производится переработка сыпучих материалов (участки складирования и транспортирования), масса выделяемой в ходе технологического процесса пыли (

$$M_z^X$$

) определяется через удельные показатели, приведенные как к единице времени работающего оборудования, так и к единице массы перерабатываемых материалов. При расчете через удельный показатель, выраженный в кг/ч на единицу работающего оборудования, определение массы выделений производится по формуле 2.3.

В случае использования удельного показателя, выраженного в кг/т перерабатываемых сыпучих материалов, должна быть использована формула 2. Аналогично ведется расчет для участков очистки литья черных и цветных металлов.

25. Подобно рассмотренному выше определяются валовые выделения для других участков производства.

В случае применения удельного показателя выделения на единицу массы перерабатываемого материала.

$$M_1^X = K^X * P^X_n$$

(3.11.)

В случае применения удельного показателя выделения на единицу времени работающего оборудования:

$$M_i^X = 10^3 q_X * n$$

В случае применения удельного показателя выделения на единицу площади зеркала раствора:

$$M_i^X = K^X * S_i * T * n$$

, кг (3.12.)

где

$K^X$

- удельный показатель выделения, определяемый по таблице приложения 2;

$S_i$

- площадь зеркала раствора.

T - время фактическое или планируемой работы технологического оборудования за рассматриваемый промежуток времени;

n - число однотипных единиц технологического оборудования.

Так, например, расчеты по определению валовых выбросов по формуле 3.3 удобно вести для большинства операций сварки, нанесения лакокрасочных покрытий и др.; по формуле 3.4. - для участков резки и механической обработки материалов, по формуле 3.13 - для технологических операции химической обработки поверхностей и нанесения химических и электрохимических покрытий.

При применении удельного показателя выделения на единицу площади зеркала раствора следует помнить, что в этом показателе не только выделения за счет испарения раствора, но и масса их, связанная с реакциями раствора с поверхностью металла, как в самом растворе, так и при погружении и вынимании деталей, так и при переносе их в соседнюю ванну.

26. Общее количество выделяемых технологическим оборудованием вредных веществ по каждому из компонентов, присутствующих в выбросах предприятия (цеха, участка), находится суммированием величин на всех процессах

$$M_{\text{общ}}^X = M_1^X + M_2^X + M_3^X + \dots + M_{\text{не}}^X$$

(3.14.)

где

$M_{\text{не}}^X$

- масса неорганизованных выбросов, Общий суммарный выброс всех компонентов

$$M_{\text{общ}} = M_{\text{общ}}^x + M_{\text{общ}}^y + \dots + M_{\text{общ}}^{ni}$$

(3.15.)

где  $x_1, y_1, \dots, n_1$  - твердые и газообразные компоненты вредных веществ в выбросах (пыль, оксид углерода, оксид серы и др).

Из приведенной схемы расчета определяется и количество образующихся вредных веществ по их агрегатному состоянию или другим признакам. Так, например, количество твердых и газообразных веществ определяется по формулам:

$$M_{\text{общ}}^{me} = M_1^{me} + M_2^{me} + \dots + M_n^{me} = \sum_1^n M_i^{me}$$

, кг (3.16.)

$$M_{\text{общ}}^z = M_1^z + M_2^z + \dots + M_n^z = \sum_1^n M_i^z$$

(3.17.)

27. Для источников, имеющих неорганизованные выбросы с известными значениями удельных выделений вредных веществ, определение валовых выделений производится по аналогии с организованными.

#### 4. Расчет выбросов вредных веществ в атмосферу

28. Определение массы вредных веществ, уловленных аппаратами и установками очистки выбросов.

Количество вредных веществ, уловленных из общей массы образовавшихся в ходе производственного цикла вредностей, определяется, исходя из оснащенности каждого источника загрязнения аппаратами и установками газоочистки и пылеулавливания по величине показателей эффективности их работы.

Так, для одного источника, группы объединенных или однотипных источников загрязнения атмосферы масса уловленных вредных веществ ( $Y_i^x$ )

$Y_i^x$ ) определяется по выражению

$$Y_i^x = M_i^x * \lambda * \eta$$

, кг (4.1)

где

$$M_i^x$$

- масса выделившегося компонента X от i-го источника (группы источников загрязнения атмосферы: кг);

$\lambda$

, - оснащенность аспирационных и вентиляционных систем, источников загрязнения атмосферы установками и аппаратами газоочистки и пылеулавливания (1000 %-ная оснащенность принимается равной 1);

n - эффективность установок и аппаратов газоочистки и пылеулавливания (в относительных единицах).

29. Значения эффективности для данных расчетов принимаются либо по паспортным данным установок и аппаратов, либо по величинам средней эксплуатационной эффективности, приведенным в приложении 3, либо по результатам натурных измерений.

30. При определении эффективности методами непосредственных измерений используются методики измерения концентрации и параметров потока, упомянутые в разделе 3. В этом случае, эффективность определяется как соотношение концентраций вредного вещества на входе в аппарат (установку) газоочистки и на выходе из него (при подсосах воздуха по тракту газоочистки менее 5 %, т.е.

$$\zeta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} = 1 - \frac{C_2}{C_1} \quad (4.2.)$$

где: C1 и C2 - концентрации вредного вещества на входе и выходе из аппарата газоочистки, г/м<sup>3</sup> (мг/м<sup>3</sup>).

Для установок газоочистки и систем пылеулавливания, включающих две и более ступеней очистки суммарная эффективность будет

$$\zeta = 1 - (1 - \zeta_1) * (1 - \zeta_2) * \dots * (1 - \zeta_n) \quad (4.3.)$$

31. При определениях эффективности непосредственными измерениями имеют силу все указания по правилам отбора и усреднения проб, рассмотренные в разделе 3.

По измеренным средним концентрациям вредных веществ в отходящих газах или вентиляционном воздухе, выбрасываемых в атмосферу, рассчитывается фактическая эффективность (

$\zeta_{\phi}^i$ ) очистки при фактических (на момент измерения) загрузках технологического оборудования, показаниях качества используемых материалов и топлива, готовой продукции:

$$\zeta = \left( 1 - \frac{C_{\phi}^{di} * Q_{\phi}^{ei}}{C_{\phi}^{zi} * Q_{\phi}^{oi}} \right) \quad (4.4.)$$

где

$$C_{\phi}^{di}, C_{\phi}^{di}$$

- концентрации  $i$ -го вредного вещества в промышленном выбросе, отходящих газах и вентиляционном воздухе при фактических режимах работы оборудования соответственно, г/м<sup>3</sup>;

$$Q_{\phi}^{oi}, Q_{\phi}^{oi}$$

- фактический объем промышленного выброса отходящих газов или вентиляционного воздуха, приведенный к нормальным условиям, м<sup>3</sup>/с.

Средние значения эффективности работы газоочистного оборудования определяются по аналогии со средними концентрациями.

32. Общая масса веществ, уловленных по каждому из вредных компонентов, определяется с использованием результатов определения их выделения в ходе технологического цикла (в разделе 3) и формулы 4.1., суммированием значений по группам источников загрязнения атмосферы,

$$Y_{\text{общ}}^i = Y_1^i + Y_2^i + Y_3^i + \dots + Y_n^i = \sum_1^n Y_i^i$$

, кг (4.5)

а суммарный улов по всем компонентам (твердым, газообразным, жидким и их суммы)

$$Y_{\text{общ}}^i = Y_{\text{общ}}^x + Y_{\text{общ}}^y + Y_{\text{общ}}^z + \dots + Y_{\text{общ}}^n = \sum_1^n Y_{\text{общ}}^i$$

, кг (4.6.)

33. Расчет выбросов вредных веществ в атмосферу.

Масса вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу данным источником или группой однотипных источников (

$$B_i^x$$

) определяется как разность между их количеством, выделенным за установленный промежуток времени и уловленным аппаратами и установками газоочистки

34. Определение валовых выбросов вредных веществ по группам одинаковых компонентов, по агрегатному составу и другим признакам в целом для предприятия (участка, цеха и т.д.) осуществляется по формулам, аналогичным 4.7-4.10, т.е.

$$B_{\text{общ}}^x = M_{\text{общ}}^x - Y_{\text{общ}}^x$$

, кг (4.8.)

$$B_{\text{общ}} = M_{\text{общ}} - Y_{\text{общ}}$$

, кг (4.9.)

35. Если одновременно с очисткой выбросов производится сокращение выделения вредных веществ за счет совершенствования технологических процессов ( $C$

$\sum_i^x$ ), то формула примет вид

$$B_i^x = M_i^x - (V_i^x + C_i^x)$$

, кг (4.10.)

36. Для создания нормативной базы, обеспечивающей научно-обоснованное планирование мероприятий по сокращению промышленных выбросов, определение их целесообразности и экономической эффективности, соединение данных об основной деятельности предприятия с его работой по защите окружающей среды нужны объективные оценочные показатели. Такими показателями являются удельные выбросы вредных веществ на единицу продукции.

### Необходимое число измерений (отборов пылевых проб)

Таблица 1

Характер пыли	Допустимая ошибка, %	Гарантия точности, %	Коэффициент вариации, %	Необходимое число измерений
Грубодисперсная	10	68,3	25	7
	25	68,3	25	1
	10	90,0	25	17
	25	90,0	25	3
	10	68,3	30	9
	25	68,3	30	2
	10	90,0	30	24
	25	90,0	30	4
Тонкодисперсная	10	68,3	50	25
	25	68,3	50	4
	10	90,0	50	68
	25	90,0	50	11
	10	68,3	60	36
	25	68,3	60	6
	10	90,0	60	97
	25	90,0	60	16

## **Удельные показатели выделения вредных веществ основным технологическим оборудованием**

Показатели выделения вредных компонентов сгруппированы для основных видов технологического оборудования и процессов по цехам и участкам, а внутри них по технологическим операциям. При этом основное внимание уделяется наиболее крупным для данного цеха (участка) источникам загрязнения воздушного бассейна. Во всех таблицах значения выделения относятся к номинальным режимам ведения технологического процесса.

### **1. Литейные цеха.**

Литейный цех предприятия включает в свой состав участки: шихтовый, плавильный, смесеприготовительный, стержневой, формовочно-заливочный, очистной. Производство отливок в цехах может быть массовым, крупносерийным, среднесерийным, мелкосерийным и единичным. Этими цехами производятся отливки: особо мелкие, средние, крупные тяжелые и особо тяжелые. Они отличаются в объемные разовые песчаные формы (для чугуна и стали) под давлением, в кокиль и др.

В связи с таким разнообразием в характере производства в литейных цехах особое внимание приобретают особенности работы в них технологического оборудования, являющегося источниками выделения вредных компонентой, стационарности его загрузки и использования, степени изменения стационарности технологических процессов во времени. Это способствует значительным колебаниям масс, выделяющихся вредных компонентов, и должно быть учтено при определении их удельных значений.

Нестационарность загрузки и использования оборудования учитываются в расчетах коэффициента использования циклов или расчетной производительности (для неавтоматизированного оборудования), равного примерно 0,7-0,8 и коэффициента неравномерности, принимаемого по таблице 1 согласно приложению 3 к настоящей Методике, в соответствии с нормами проектирования литейных цехов машиностроительных заводов.

### **2. Плавка черных металлов.**

Открытые и закрытые чугунолитейные вагранки на предприятиях отрасли имеют производительность не превышающую 25 т/ч. Значения удельных показателей выделения ими основных вредных компонентов при номинальном режиме плавки чугуна в коксовой вагранке приведены в таблицах 2-3 согласно приложению 3 к настоящей Методике. Из таблицы следует, что выделение вредных компонентов увеличивается с ростом производительности вагранок при примерно постоянных удельных выделениях на тонну выплавляемого металла. Значительное выделение углеводородов объясняется применением загрязненного ими скрапа. Поправочные коэффициенты на отклонение от номинальных режимов процесса и нестационарность даны в таблицах 4, 5 согласно приложению 3 к настоящей Методике.

В процессе выпуска 1 т чугуна в ковши из вагранок в атмосферу цеха выделяются около 125-130 г оксида углерода и 18-22 г графитовой пыли, удаляемых через фонарные проемы или через систему общеобменной вентиляции.

Электродуговые печи плавки стали и чугуна на машиностроительных предприятиях, не превышают емкости 100 т. Выделение ими вредных веществ в ходе технологического процесса зависит от марок выплавляемых сплавов, продувки кислородом и ряда других факторов, причем состав и количество выделяющихся компонентов изменяется в различные периоды плавки. В таблице 6 согласно приложению 3 к настоящей Методике приведены показатели выделения вредных веществ при плавке стали и чугуна и влияние на их количество различных моментов, сопровождающих процесс плавки. При розливе металла в воздух цеха выделяется до 40% вредных веществ, отсасываемых непосредственно от печей.

В таблицах 7 - 8 согласно приложению 3 к настоящей Методике даны поправочные коэффициенты на отклонение массы пыле- и газовыделений при изменениях технологии плавки от процесса, принятого за номинальный (таблица 6) согласно приложению 3 к настоящей Методике, и его нестационарности.

Индукционные тигельные печи для плавки стали (повышенной чистоты) и чугуна (промышленной чистоты) характеризуются значительно меньшими пыле и газовыделениями. Их характеристики приведены в таблицах 9-10 согласно приложению 3 к настоящей Методике. Динамику пыле- и газообразования в них изучена еще недостаточно для установления поправочных коэффициентов на нестабильность процесса во времени. В таблице 11 согласно приложению 3 к настоящей Методике приведены поправочные коэффициенты для внесения корректив на отклонение значений от пыле- и газовыделений от технологических режимов процессов, принятых за номинальные (таблица 10) согласно приложению 3 к настоящей Методике. При розливе чугуна в формы в атмосферу цеха выделяется оксид углерода, количество которого в зависимости от веса отливок приведено в таблице 12 согласно приложению 3 к настоящей Методике.

### 3. Плавка цветных металлов и сплавов.

Плавка цветных металлов и сплавов на их основе на машиностроительных заводах осуществляется в основном в индукционных тигельных и канальных печах, печах сопротивления и электродуговых. Как правило, их производительность находится в пределах 0,15-2,0 т/ч. Для осуществления процесса получения металлических слитков из лома цветных металлов, а также изготовление сплавов с различными характеристиками применяются разнообразные шихтовые и присадочные материалы. Поэтому в газовых выделениях в процессе плавки присутствуют много различных компонентов.

Кроме возгонов металла и его сплавов, оксидов серы и азота встречаются фтористый водород, аммиак, ионы хлора, графитовая пыль, фтористый кальций, хлористый барий и другие. Количественный состав этих выделений еще недостаточно изучен, в связи с чем отсутствуют данные для установления удельных показателей в зависимости от типоразмеров оборудования, технологии плавок металла. Вместе с тем, количественные характеристики основных компонентов выделений пыли, оксидов азота и серы, оксида углерода сопоставимы с аналогичными выделениями сталеплавильных печей (электродуговых и индукционных). Для приближенных расчетов можно принимать следующие характеристики вредных выделений, представленных в таблице 14 согласно приложению 3 к настоящей Методике.

#### 4. Выделение вредных веществ на других участках литейного производства

В литейном производстве используется большая номенклатура материалов в процессе подготовки шихтовых и формовочных материалов. Их обработка и использование приводят к образованию значительных выделений вредных веществ, особенно пыли.

5. В таблице 18 согласно приложению 3 к настоящей Методике приведены данные по выделению пыли на участках складирования и транспортирования сыпучих материалов, входящих в состав шихтовых, формовочных и стержневых смесей как для организованных, так и неорганизованных источников выделения.

6. При изготовлении песчано-глинистых формовочных и стержневых смесей масса выделяемой пыли в процессах переработки этих материалов приведена в таблице 15 согласно приложению 3 к настоящей Методике. Дополнительными вредностями здесь могут быть выделения при сушке стержней и форм в случае применения жидкого или твердого топлива. Их количество определяется, исходя из расхода топлива на процесс сушки (таблица 16) согласно приложению 3 к настоящей Методике.

В состав формовочных смесей для чугуна и стального литья входят в качестве добавок сульфитно-спиртовая барда (до 3% по массе) или связующее СБ (до 5% по массе). При этом происходит выделение в окружающую среду ароматических углеводородов 40-50 г/т смеси в час.

В состав песчано-глинистых форм в настоящее время не вводят олифу, Уайт-спирит и ряд других веществ, заменив их на молотый уголь, жидкое стекло, раствор едкого натра, древесные опилки.

В последние годы из различных составов новых формовочных и стержневых смесей стали шире применяться смеси холодного твердения (ХГС) с синтетическими смолами. В процессах работ с этими смесями происходит выделение различных вредных компонентой, количественный состав которых изучен еще недостаточно.

Процессы литья по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, под давлением, в металлические формы (кокиле) являются более современными и высокопроизводительными. Они находят все большее распространение на предприятиях. Однако, с точки зрения выбросов вредных веществ в окружающую среду, при их осуществлении они изучены еще недостаточно, Это не позволяет дать подробные сведения об удельных величинах, характеризующих поступление загрязняющих веществ в атмосферу. Аналогичное положение сохраняется и для производства стержней из жидконаливных самоотверждающихся смесей и смесей холодного твердения, из которых при производстве происходит выделение некоторой доли вредных веществ, содержащихся в их составных частях - хромовый ангидрид, фенол, формальдегид, фурфурол, метанол, цианиды, пары растворителей и др.

7. Извлечение отливок из песчано-глинистых форм и освобождение их от отработанных формовочных смесей производится с помощью выбивающего оборудования и также сопровождается выделениями вредных компонентов в виде пыли, газов и паров. В общем виде на 1 т отлитого металла отсасывается до 12 тыс.м<sup>3</sup>/ч загрязненного воздуха, содержащего до 30 кг пыли, горелой земли и окалина. В таблице 17 согласно приложению 3 к настоящей Методике приведены средние значения выделения пыли решетками наиболее часто встречающегося типа. При очистке отливок основным вредным компонентом в аспирируемом от технологического оборудования воздухе, является пыль. В таблице 17 согласно приложению 3 к настоящей Методике даются ее удельные выделения при работе основных типов оборудования для разных способов очистки изделия.

Ввиду отсутствия результатов прямых измерений значения удельных выделений вредных веществ в процессах очистки цветного литья их можно принимать по соответствующим данным для стального литья.

В таблицах 17 - 25 согласно приложению 3 к настоящей Методике приводятся имеющиеся сведения о составе и количестве выделяющихся вредных веществ на некоторых участках этих производств.

#### 8. Кузнечнопрессовые и термические цехи

К основному оборудованию кузнечнопрессовых и термических: цехов относятся нагревательные печи, работающие на газе и мазуте, электротермические печи и ванны, закалочные баки, ковочные и штамповочные машины, это оборудование многообразно

по своему конструктивному исполнению и видам получения тепла. Наиболее часто на предприятиях машиностроительного профиля в настоящее время используются различные типы электрических нагревательных печей, однако еще достаточно часто встречаются мазутные и газовые печи. При своей работе они могут выделять такие вредные вещества как пыль, оксид углерода, оксиды серы, азота, цианистый и хлористый водород, аммиак, пары масел и др. Следует отметить, что динамика выделения вредных веществ оборудованием этих цехов изучена недостаточно и полной достоверности не имеет.

При сжигании газа и мазута в топочных устройствах нагревательных печей происходит выделение окиси углерода, серы и азота. В отходящих газах могут также присутствовать пыль и сажа за счет зольности мазута, недорого топлива и загрязненности металла в садке, а также за счет его угара. При правильной организации горения газового топлива присутствие в выбросах оксида углерода и азота должно быть минимальным.

Следует, однако, иметь в виду, что во многих случаях продукты сгорания выбрасываются прямо в цех и отводятся в атмосферу через фонарные проемы; кроме того, в воздух рабочего помещения поступают продукты сгорания загрязнений металла при высадке и при транспортировке нагретых изделий от печи к кузнечно-прессовому оборудованию. Данные о выделениях компонентов вредных веществ электрическими нагревательными печами отсутствуют. Суммарная масса выделений принимается для ориентировочных расчетов равной массе угара металла.

В термических цехах основным, наиболее массовым загрязнителем, кроме продуктов сгорания топлива в нагревательных печах, являются пары масел, пары расплавов солей и щелочей и другие вещества.

Количественные характеристики выделения вредных веществ наиболее распространенный в отрасли источниками термических цехов приведены в таблице 24 согласно приложению 3 к настоящей Методике.

По результатам отдельных измерений ориентировочная концентрация окислов азота при сжигании газа и мазута составляет в промышленных печах около 0,14-1,4 г/м<sup>3</sup> продуктов сгорания или 10-20 г/кг топлива при сжигании мазута и 0,04-0,045 г/м<sup>3</sup> продуктов сгорания, или 0,5-0,6 г/кг топлива при сжигании природного газа.

Вентиляционный воздух, аспирируемый от оборудования очистки изделий соответствует данным для аналогичного оборудования цехов механической обработки материалов.

#### 9. Цехи и участки механической обработки металлов

Характерной особенностью процессов механической обработки материалов является наличие в аспирируемом от технологического оборудования загрязненном воздухе в основном только твердых частиц (за исключением прессования полимерных

материалов). Однако представить здесь удельные показатели выделения вредного вещества на единицу массы обрабатываемого металла не представляется возможным в связи с особенностями процессов обработки материала. Более реально устанавливать эти показатели как массу пыли (или другого вредного вещества), выделяемую в единицу времени на единицу оборудования.

Тогда валовое выделения несложно будет рассчитывать, исходя из нормо-часов работы станочного парка, а их поступление в атмосферу - с учетом эффективности газопылеулавливающего оборудования.

В таблицах 25-27 согласно приложению 3 к настоящей Методике приведены удельные показатели выделения вредных веществ в единицу времени на единицу оборудования для основного технологического оборудования механической обработки металлов.

#### 10. Участки сварки и резки металлов

Количество вредных веществ, образующихся при сварке, наплавке и резке металлов, удобнее всего приводить к расходу сварочных материалов, так как в основной своей массе эти процессы нестабильны во времени. В основу расчета должны быть положены экспериментальные данные, полученные при исследовании состава выбросов, и определенные на этой основе удельные показатели образования вредных веществ.

Количественные характеристики этих удельных показателей для наиболее часто встречающихся технологических процессов и применяемых сварочных материалов приведены в таблицах 28-29 согласно приложению 3 к настоящей Методике.

Однако в процессах резки металла удельные показатели выражаются в граммах на погонный метр длины реза и имеют разные значения в зависимости от толщины разрезаемого металла. Этот показатель весьма неудобен для практического применения. Удобнее пользоваться его видоизмененной формой, выраженной в граммах в час. Удельные показатели выделения вредных веществ при резке металлов даны в таблице 30 согласно приложению 3 к настоящей Методике.

При этом следует иметь в виду, что приведенные в таблицах данные носят ориентировочный характер как вследствие усреднения экспериментальных и расчетных значений удельных выделений, так и в силу многообразия технологических режимов работы основного оборудования. Содержание в выбросах некоторых компонентов (в г на 1 м реза) при резке ряда металлов можно приближенно вычислить по следующим эмпирическим формулам:

оксидов алюминия при плазменной резке сплавов алюминия

$$M_{Al} = 2,4 \sqrt[3]{S}$$

(4.1)

оксидов титана при газовой резке титановых сплавов

$$M_{тит} = 6\sqrt{S}$$

(4.2.)

оксидов железа при газовой резке легированной стали

$$M_{жсел} = 0,5S$$

(4.3.)

марганца при газовой резке легированной стали

$$M_{марг} = 0,5 \frac{Mn}{100}$$

(4.4.)

оксидов хрома при резке высоколегированной стали

$$M_{хр} = 0,135 \frac{Cr}{100}$$

(4.5.)

где S - толщина листа металла, мм;

Mn, Cr - процентное содержание марганца и хрома в стали.

Неорганизованные выбросы сварочного аэрозоля через аэрационные фонари составляют 18-22 г на 1 кг расходуемых электродов.

#### 11. Участки нанесения лакокрасочных покрытий

Для нанесения на изделие защитных и декоративных покрытий используют различные шпаклевки, грунтовки, краски, эмали и лаки, составляющие в своем составе пленкообразующую основу (минеральные и органические пигменты, пленкообразователи и наполнители) и растворители или разбавители (в большинстве легколетучие углеводороды ароматического ряда, эфиры и др.). Процесс формирования покрытия на поверхности изделий, как правило, заключается в нанесении лакокрасочного материала и его сушке. При этом происходит выделение аэрозоля краски и паров органических растворителей. На величину этих выделений оказывает влияние ряд факторов: технология окраски, производительность применяемого оборудования, состав лакокрасочного материала и др.

В качестве исходных данных для расчета выделения вредных компонентов в различных способах образования на изделии лакокрасочного, покрытия принимают фактический или плановый расход окрасочного материала, долю содержания растворителя в нем, долю компонентов лакокрасочного материала, выделившегося из него в процессах окраски и сушки. Порядок расчета общей массы выделившихся вредных компонентов следующим.

Сначала определяют массы вредных веществ, выделяющихся при нанесении лакокрасочного материала на поверхность:

массу вредных компонентов в виде аэрозоля краски, кг

$$M_{ок}^a = P_k * Sa / 10^2$$

(5.1)

где:  $P_k$  - масса краски, используемая для покрытия, кг;

$Sa$  - доля краски, потерянная в виде аэрозоля, % массу вредных компонентов в виде паров растворителя, кг

$$M_{ок}^{vap} = P_k * f_p * S_p^1 / 10^4$$

(5.2.)

где:  $P_k$  - масса краски, используемая для покрытия, кг;

$f_p$  - доля летучей части (растворителя) в лакокрасочном материале, %;

$$S_p^1$$

- доля растворителя, выделившегося при нанесении покрытия, %.

Массу вредных компонентов, выделившихся в процессе сушки окрашенных изделий, определяют, исходя из условия, что в процессе формирования покрытия происходит практически полный переход легколетучей части лакокрасочного материала (растворителя) в парообразное состояние.

$$M_c^{vap} = P_k * f_p * S_p^2 / 10^4$$

(5.3)

где:  $P_k$  и  $f_p$  - обозначения соответствующие формуле (5.2)

$$S_p^2$$

- доля растворителя, выделившаяся при сушке покрытия, %.

При необходимости определить массу паров, поступающих: в местные отсосы, необходимо учитывать тот факт, что определенная их часть, порядка 2-3% (при системе отсоса, работающей в паспортном режиме), через неплотности укрытий транспортирующих трубопроводов и проемов поступает в производственные и удаляется либо через фонарные проемы, либо через системы общеобменной вентиляции.

В таблице 31 согласно приложению 3 к настоящей Методике при приведены сведения о количествах, образующихся аэрозолей краски и поров растворителя в процессах нанесения и сушки лакокрасочного покрытия различными методами,

которые должны быть использована при расчетах. При привязке к конкретному типу окрасочного оборудования принимаются значения паспортных или эксплуатационных данных.

Основываясь на данных таблицы 31 согласно приложению 3 к настоящей Методике, несложно определить долю паров растворителей, выделяющихся при сушке окрашенных изделий за период от начала сушки до образования твердого слоя. С учетом времени сушки для определенного сорта лакокрасочного материала можно определить среднее выделение паров в единицу времени. Аналогично среднее выделение аэрозоля краски в единицу времени можно установить по имеющимся паспортным и эксплуатационным данным о производительности краскораспылительного оборудования.

## 12. Участки химической и электрохимической обработки металлов

Производственные процессы на участках электрохимических покрытий отличаются большим разнообразием не только применяемых реагентов, но и технологией. Это вызывает образование вредных выделений в различных концентрациях и агрегатных состояниях.

Все производство, обеспечивающей нанесение на поверхность изделий электролитического покрытия, можно разделить на три основные группы обработки: механической подготовки поверхности изделий в растворах (травление, обезжиривание, промывка) и нанесение гальванических и химических покрытий. Каждой из этих групп обработки, оснащенной определенным технологическим оборудованием, соответствуют объемы аспирируемого местными отсосами загрязненного воздуха, а также агрегатное состояние, содержащихся в нем вредных компонентов.

## 13. Механическая подготовка поверхностей деталей

Удаление с поверхностей деталей неровностей, царапин, раковин, а также уменьшение шероховатости при получении блестящей поверхности выполняются путем дробеструйной обработки шлифования, полирования, вибрационной обработки и т.п.

Все эти процессы в той или иной мере связаны с образованием и поступлением через местные отсосы в вентиляционные системы пылевых частиц.

В соответствии с нормами проектирования в воздуховодах вентиляционных систем от установок механической очистки должны поддерживать скорость потока не менее 18-20 м/с и обеспечиваться объемный расход порядка 300-350 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>3</sup> внутреннего объема камеры. Для шлифовально-полировальных отделений объемные расходы аспирируемого воздуха зависят от диаметра шлифовальных кругов и составляет в среднем 2 м<sup>3</sup> воздуха в час и 1 мм диаметра нового круга, скорость движения воздуха в воздуховоде 16-20 м/с.

Удельные выделения вредных веществ от работающего оборудования соответствуют наименьшим значениям выделений аналогичного оборудования, механической обработки материалов.

#### 14. Химическая подготовка поверхности.

Химическая подготовка поверхностей изделий заключается в их обезжиривании, травлении, химическом и электрохимическом полировании и активировании. Для этих целей применяют органические растворители, щелочимо, водные, кислотные и эмульсионные моющие растворы.

В качестве органических растворителей применяют уайт-спирит, бензин, и другие углеводороды, а также трихлорэтилен, тетрахлор-этилен, фреон-113 и другие хлорированные углеводороды. В состав травильных растворов входят концентрированные щелочи, кальцинированная сода, фосфаты и поверхностно-активные вещества типа синтаמידз-5, синтзнола ДС-Ю, сульфонола НП-3 и др.; серная соляная, азотная и фосфорная кислоты и входящие в них компоненты других веществ.

Обработка поверхностей деталей проводится в специальных ваннах, оборудуемых бортовыми отсосами или расположенными над ними равномерными панелями всасывания.

В таблице 32 согласно приложению 3 к настоящей Методике приведены основные технологические процессы выделения вредных веществ, объемы аспирируемого от них воздуха через применяемые для них отсосы, а также характер и ориентировочное содержание в них вредных компонентов.

#### 15. Нанесение покрытий.

Процессы нанесения покрытий на поверхности металлических изделий связаны с протеканием электрохимических и химических реакций (электролитическое осаждение металлов, оксидирование, фосфатирование и др.). Наибольшее распространение в машиностроении, например, нашли покрытия, полученные электролитическим осаждением цинка, меди, никеля, хрома, олова, кадмия и других металлов. В качестве электролитов и растворов для нанесения покрытий используются концентрированные и разбавленные растворы кислоты: серной, соляной, азотной, фосфорной, синильной, хромовой и их солей, сульфаты и хлориды никеля и др. Большое разнообразие способов нанесения покрытий, применяемых при этом химических веществ и соединений используемых, как и чистом виде, так и в составе смесей при разных температурах, обуславливает различие и агрегатном виде и содержания выделяются компонентов. Интенсивность образования этих выделений неодинакова; ряд операций, такие, например, как меднение, оловонирование, оцинкование и кадмирование в сернокислых растворах при температуре менее 50°C не имеет вредных выделений.

В таблице 33 согласно приложению 3 к настоящей Методике приведены удельные показатели выделения вредных веществ от ряда технологических процессов нанесения покрытия на металлические изделия.

#### 16. Участки изготовления деталей из пластмасс

В последние годы для многих предприятий, выпускающих машиностроительную продукцию, характерно изготовление в своих цехах ряда изделий из термо- и реактопластов. Их обработка связана с выделением в атмосферу пылей и некоторых органических веществ. В таблице 34 согласно приложению 3 к настоящей Методике приведены значения интенсивности образования этих компонентов в различных видах обработки пластмасс.

### Таблицы справочных коэффициентов и характеристик технологических процессов

Таблица 1

Оборудование	Коэффициент неравномерности		
	крупносерийное и массовое	мелкосерийное и среднесерийное	единичное и мелкосерийное
Плавильное	1,1-1,2	1,2-1,3	1,2-1,4
Формовочно-заливное	1,0	1,0	1,0
Смесеприготовительное	1,1-1,2	1,2-1,3	1,2-1,4
Стержневое	1,05-1,10	1,1-1,2	1,2-1,3
Для сушки форм и стержней	-	1,1-1,2	1,2-1,3
Очистное	1,1-1,2	1,1-1,2	1,2-1,3
Термическое	1,05-1,10	1,1-1,2	1,2-1,3
Грунтовочное	1,05-1,10	1,1-1,2	1,0

Таблица 2

#### Пыле - и газовыделения при плавке чугуна в открытых вагранках

Производительность	Расчетный средний объем образующихся при плавке газов	Средняя масса выделяющихся веществ				
		пыль	моно оксид углерода	диоксид серы	оксиды азота	углеводороды





Время с начала плавки, час	8	10	12	14	16	18	20
Оксид углерода f <sub>7</sub>	0,943	1,270	1,303	1,284	1,215	1,169	1,143
Пыль f <sub>7</sub>	1,796	1,216	0,962	0,706	0,642	0,705	1,024

Таблица 6

Пыле- и газовыделения при кислом процессе плавки черных металлов в электродуговых печах

Емкость печи, т	Производительность, т/ч	Количество газов, отводимых из печи через отверстие в своде		Количество выделившихся вредных компонентов					
		тыс.м <sup>3</sup> /ч	тыс.м <sup>3</sup> /ч	пыль		оксид углерода		окислы азота	
				г/с	кг/т жидкого металла	г/с	кг/т жидкого металла	г/с	кг/т жидкого металла
При плавке стали									
0,5	0,33	0,19	0,39	0,92	9,9	0,14	1,5	0,02	0,30
1,5	0,94	0,32	0,34	2,58	9,8	0,36	1,4	0,07	0,28
3,0	1,56	0,54	0,35	4,17	9,5	0,63	1,4	0,12	0,28
5,0	2,0	0,72	0,36	5,28	9,4	0,78	1,4	0,15	0,28
6,0	2,7	0,99	0,37	6,97	9,2	1,11	1,5	0,22	0,30
10,0	3,0	1,13	0,38	7,43	8,8	1,28	1,5	0,25	0,30
12,0	4,2	1,62	0,39	11,20	8,7	1,83	1,6	0,37	0,32
20,0	5,9	2,35	0,40	13,42	8,1	2,74	1,6	0,53	0,32
25,0	6,2	2,5	0,40	13,27	7,6	2,84	1,6	0,56	0,32
40,0	10,6	4,1	0,39	20,9	7,0	4,64	1,6	0,93	0,32
50,0	11,4	4,8	0,42	22,1	6,9	4,73	1,6	0,94	0,30
100,0	21,0	8,1	0,38	39,2	6,6	9,14	1,6	1,82	0,32
При плавке чугуна									
3,0	1,65	0,58	0,35	4,40	9,5	0,64	1,4	0,13	0,28
5,0	2,5	0,90	0,36	6,87	9,4	0,97	1,4	0,19	0,28
6,0	2,8	1,035	0,37	7,23	9,2	1,16	1,5	0,23	0,30
10,0	4,5	1,71	0,38	11,1	8,8	1,88	1,5	0,37	0,30
12,0	5,1	1,98	0,39	14,45	8,7	2,28	1,6	0,45	0,32
20,0	7,0	2,83	0,405	15,9	8,1	2,92	1,6	0,65	0,32
25,0	8,0	3,60	0,40	17,1	7,6	3,34	1,6	0,69	0,32
40,0	12,0	4,75	0,39	23,7	7,0	5,33	1,6	1,07	0,32

50,	14,0	5,90	0,42	27,4	6,9	5,84	1,5	1,17	0,30
100,0	23,0	8,87	3,85	42,8	6,6	10,2	1,6	2,04	0,32

Примечание: Кроме указанных в таблице вредных компонентов в газах присутствуют оксиды серы -5 мг/м<sup>3</sup> (1,6 г/т); цианиды 60 мг/м<sup>3</sup> (28,4 г/т); фториды -1,2 мг/м<sup>3</sup> (0,56 г/т). В период расплава в пыли содержится до 11 % окислов марганца, в период расплава в пыли содержится до 11 % окислов марганца, в период доводки 6 % окислов кальция и 7% окислов магния.

При газоотсосе с разрывом расход газа увеличивается в 4-5 раз, через кольцевой отсос - в 10-12 раз, при удалении через зонты и колпаки - в 15-20 раз.

Таблица 7

Поправочные коэффициенты на изменение пыли и газовыделений электродуговыми печами в связи с отклонениями технологий производства от номинальных значений стационарного процесса (таблица 6)

### Изменение выделений пыли

#### 1) от вида выплавляемой стали

	Углеродистая	Среднеуглеродистая конструкционная	Среднеуглеродистая легированная	Низкоуглеродистая	Нержавеющая	Жарочная	Кислотная
*	1,63	1,0	0,54	0,41	0,9	1,4	1,2
**	-	1,0	0,71	0,44	-	-	-

\* - при завалке печи в один прием

\*\* - при завалки печи в два приема

#### 2) от вида шахты (для плавки стали при твердой завалке)

Характеристика шахты	Чистая, (Крупновес, собственные отходы, возврат)	Средней чистоты (легковес, покупной лом)	Загрязненная (стружка брикетированная, легковес)	Стружка россыпью
f2	0,55	1,0	0,61	2,63

#### 3) от вида шахты (для плавки чугуна)

Характеристика шахты	Чистая (чугун доменный, передельный чушковый, возврат)	Загрязненная (покупной пересортированный, стружка чугуна.)	Жидкая завалка
Твердая завалка $f_3'$	1,0	1,36	-
Жидкая завалка $f_3''$	-	-	1,24

4) от продувки кислородом (при плавке чугуна и стали)

Расход кислорода, м <sup>3</sup> /т	-	15	18	21	24	27	30
f4	1,0	1,74	1,90	2,06	2,22	2,38	2,53

5) на переход от кислого процесса на основной f5:

при плавке чугуна - 1,2

при плавке стали - 1,5

Таблица 8

**Поправочные коэффициенты на нестационарность пыле- и газовыделений**

1) пыли в течении времени процесса плавки:

Доля времени от начала плавки, %	22	33	44	56	67	78	89
f	0,25	0,75	1,39	1,81	1,94	1,32	0,14

2) пыли и газа в течении различных этапов плавки

Доля этапа в процессе плавки, %	Загрузка	Расплавление	Окисление	Восстановление
Пыли f	0,89	1,55	2,79	0,22
Окиси углерода f	-	1,0	1,25	0,65
Окиси азота f	-	1,0	1,25	0,65

Таблица 9

**Пыле- и газообразование при плавке стали и чугуна в индукционных печах**

Наименование и емкость печи, т	Производительность печи (расчетная), т/ч	Расчетный объем отсасываемого воздуха через отводной зонтик или кольцевой отсос, м <sup>3</sup> /ч	Масса основных компонентов пыли и газообразования							
			Пыль		Окись углерода		Окислы азота		Прочие	
			г/с	кг/т жидкого металла	г/с	кг/т жидкого металла	г/с	кг/т жидкого металла	г/с	кг/т жидкого металла
Печи типа ИСТ повыше нной частоты	Плавка стали по кислому процессу									

0,06	0,05	3020	0,02	0,64	0,002	0,14	0,001	0,07	0,003	0,18
0,16	0,10	500	0,04	1,60	0,004	0,14	0,002	0,07	0,009	0,18
0,25	0,25	700	0,10	1,58	0,009	0,14	0,004	0,07	0,01	0,17
0,40	0,26	900	0,11	1,57	0,01	0,14	0,005	0,07	0,01	0,17
1,0	0,57	1800	0,24	1,56	0,02	0,13	0,01	0,07	0,02	0,17
2,5	1,75	3000	0,74	1,52	0,53	0,11	0,03	0,07	0,08	0,17
6,0	3,0	5600	1,21	1,45	0,92	0,11	0,05	0,07	0,13	0,16
10,0	3,5	7200	1,23	1,31				0,07		
Печи типа ИЧТ промыш- ленной чистоты	Плавка чугуна при работе с "болотом" 50% и температурой выдачи сплава 1400°C									
1,0	0,36	1800	0,14	1,30	0,010	0,11	0,006	0,06	0,01	0,14
2,5	1,0	3000	0,35	1,27	0,02	0,09	0,016	0,06	0,04	0,14
6,0	2,75	5600	0,92	1,21	0,07	0,09	0,04	0,06	0,10	0,13
10,0	4,95	7200	1,49	1,09	0,11	0,09	0,08	0,06	0,17	0,13
16,0	6,50	9200	1,89	1,05	0,16	0,09	0,10	0,06	0,23	0,13
21,5	9,0	10700	2,23	0,94	0,20	0,08	0,15	0,06	0,30	0,12
25,0	10,40	11300	2,54	0,88	0,23	0,08	0,17	0,06	0,34	0,12
31,0	13,9	12500	3,28	0,85	0,30	0,08	0,19	0,06	0,46	0,12

Таблица 10

Поправочные коэффициенты на изменение удельных пыле- и газовыделений индукционной пыли печами в связи с отклонениями технологии производства от номинальных значений стационарного процесса

№ пп	Характер отклонения от процесса	Обозначение	Величина
Плавка чугуна			
	Перегрев металла до 1550 °С	f1	0,9
	Подогрев шахты до 600-700 °С	f2	1,1
	Применение в шахте стружки	f3	2,0
Плавка стали			
	Переход от кислого к основному процессу	f4	0,8
	На чистоту стружки:		
	чистая стружка	f5'	0,5
	средней чистоты	f5''	1,0
	загрязненная	f5'''	1,5

Таблица 11

## Выделение оксида углерода при заливке чугуна в формы и охлаждении отливок

Наименование процесса и его характеристика	Масса отливок									
	до 10	20	30	50	100	200	300	500	1000	2000
Выплавка металла в формы и охлаждение заливок полное время охлаждения от начала заливки, с	600	900	120	1800	2400	3600	5400	7200	9000	10800
масса выделившегося оксида углерода на точку разлитого металла, кг/т	1,20	1,20	1,20	1,10	1,05	1,0	0,90	0,80	0,75	0,70
В том числе во время заливки, кг/т	0,60	0,60	0,60	0,55	0,525	0,5	0,45	0,4	0,375	0,350
Масса выделившегося оксида углерода в единицу времени, г/с	0,020	0,024	0,028	0,033	0,040	0,048	0,053	0,064	0,083	0,126

Таблица 12

## Выделение оксида углерода при заливке в форму чугуна и стали

Характеристика	Масса выделяющегося оксида углерода в г/кг заливного металла при массе отливок , кг									
	до 10	20	30	50	100	200	300	500	1000	2000
Время до полного остывания отливок в цехе с момента заливки, мин.	10	15	20	25	40	60	90	120	150	170
Масса выделившегося оксида углерода, г/кг:										
при заливке чугуна	1,20	1,20	1,20	1,10	1,05	1,0	0,90	0,80	0,75	0,70
при заливке стали	0,60	0,60	0,60	0,55	0,52	0,50	0,45	0,40	0,37	0,35
Время, за которое выделяется в воздух рабочей зоны до 70 % всей массы образующегося оксида углерода, мин	3,2	4,0	5,7	8,0	12,0	16,0	24,0	34,0	40,0	51,0

Таблица 13

Содержание токсичных веществ в воздухе после заливке форм. На высоте 1 м от заливной формы

	Время отбора после заливки, мин	Содержание токсичных веществ в воздухе, м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>		
		фенол	бензин	СО



		спла в АК6 Алю мин иевы й спла в А10 В	Гекс ахло рэта н														0,08 0,07
	ВНИ ИТ МА Ш	Алю мин иевы е спла вы АЛ9, АК7	Сост ав МХЗ	0,14	1,00	0,00 9	0,07	0,01 4	0,10	0,46	3,30	0,09 2	0,70	0,00 6	0,04	0,02 8	0,20
	" Коле ман"	Алю мин иевы е спла вы АЛ9, АК7, АЛ1 03	Сост ав МХЗ	0,04	1,40	0,00 6	0,20	*	*	0,03	1,20	0,00 5	0,20	0,00 4	0,14	0,00 4	0,16
	САТ -2,5	Алю мин иевы й спла в АК2 1	Сост ав МХЗ	0,07	1,60	0,02 1	0,50	*	*	0,04	1,00	0,01 4	0,30	0,01 4	0,30	0,00 2	0,05
	САН -2,5 А20 000 А60 000	Алю мин иевы й спла в АК6 Алю мин	Гекс ахло рэта н Гекс ахло рэта н Гекс ахло	0,08 0,04 0,06	2,00 0,40 0,40	0,02 1 0,01 3 0,02 2	0,50 0,12 0,16	*	*	0,04 0,06 0,07	1,00 0,60 0,50	0,01 4 0,01 3 0,01 4	0,30 0,12 0,03	0,01 4 * *	0,30 * *	0,00 03 0,00 4 0,00 4	0,07 0,04 0,03



" Колема н"	Алюми ниевые сплавы АЛ9, АК7, АЛ10В	Состав МХЗ	*	*	*	*	*	*	*	*	*
САТ- 2,5	Алюми ниевый сплав АК21	Состав МХЗ	0,014	0,30	*	*	*	*	*	*	*
Сан-2,5 А20000 А60000 НО-136	Алюми ниевый сплав АК6 Алюми ниевый сплав АК6 Алюми ниевый сплав АК6 Алюми ниевый сплав АК5М7	Гексахл орэтан Гексахл орэтан Гексахл орэтан Хлорис т ы й цинк	*	*	*	*	следы	следы	*	*	*
ДМК- 0,5	Бронзо вый сплав ОЦС	Фосфор ная медь МФЗ	*	*	*	*	*	*	0,12	0,44	

\* измерения не проводились

Таблица 15

**Данные для расчета количества вредных веществ, выделяющихся в воздушную среду при плавке и заливке различных сплавов**

Сплавы	Операции	Оборудование	Выделяющее вредное вещество	Количество
Титановые сплавы	Приготовление сплава и заливка	ДВЛ-250; НИАТ-833Д; ВДЛ-4	аэрозоль двуокиси титана аэрозоль масла окись углерода углеводороды	0,15 г/кг 4,36 г/кг 0,08 г/кг 0,17 г/кг
Магниеые сплавы	Приготовление рабочего сплава	Индукционная печь ЭП-500 Мазутная печь Райта	аэрозоль окиси магния окись углерода аэрозоль окиси магния окись углерода углеводороды сернистый ангидрид окиси азота	5,56 г/час 72,61 г/час 3,33 г/кг 6,00 г/кг 4,99 г/кг 18,14 г/кг 0,67 г/кг

Магниеиые сплавы	Модифицирование, рафинирование Заливка сплава	Миксер Ковшом, вручную, через фильтр автоматически методом направленной кристаллизации	аэрозоль окиси магния аэрозоль окиси магния сернистый ангидрид	0,073 г/кг 0,06 г/кг 2,40-5,81 г/кг
Стали (основа-железо, хром никель. марганец)	Плавка, заливка	Высокочастотная печь модели ИСТ-016	окись углерода аэрозоль окиси железа	0,03 г/кг 0,06 г/кг
Жаропрочные сплавы	Плавка, заливка	Индукционная вакуумная печь УППФ-ТАМ	углеводороды окись азота аэрозоль масла аэрозоль никеля	0,007 г/кг 0,33 г/кг 0,33 г/кг 0,003 г/кг
Магниеиые сплавы (железо-основа, кобальт, никель, алюминий)	Плавка Заливка сплава	Высокочастотная печь модели ИСТ-016 Ручная ковшом на плацу	окись углерода аэрозоль окиси железа аэрозоль кобальта аэрозоль никеля аэрозоль алюминия аэрозоль кобальта аэрозоль окиси железа аэрозоль никеля аэрозоль алюминия	24,06 г/час м <sup>2</sup> 27,89 г/час м <sup>2</sup> 6,5 г/час м <sup>2</sup> 1,86 г/час м <sup>2</sup> 10,63 г/час м <sup>2</sup> 0,01 г/кг 0,03 г/кг 0,001 г/кг 0,01 г/кг
алюминиеиые сплавы	приготовление рабочего сплава Заливка сплава	Раздаточные печи Ковшом, вручную Под давлением станок модели 71107 состава смазки: пчелиный воск, трансформаторное масло или цилиндрическое Состав смазки: керосин, воск Состав смазки: церезин, воск	окись углерода аэрозоль алюминия аэрозоль алюминия аэрозоль алюминия окись углерода углеводороды аэрозоль масла аэрозоль алюминиевая углеводороды окись углерода аэрозоль алюминиевая углеводороды окись углерода	4,06 г/час м <sup>2</sup> 18,11 г/час м <sup>2</sup> 0,1 г/кг 0,09 г/кг 0,16 г/кг 0,08 г/кг 0,04 г/кг 0,09 г/кг 4,36 г/кг 0,12 г/кг 0,09 г/кг 0,39 г/кг 0,07 г/кг
Латунные сплавы	Плавка сплава Заливка сплава	Селитонал печь ТГ-100	окись углерода аэрозоль окиси цинка аэрозоль окиси меди аэрозоль свинца углеводороды окись углерода	0,57 г/час м <sup>2</sup> 0,06 г/кг 17,30 г/час м <sup>2</sup> 0,11 г/кг 0,43 г/час м <sup>2</sup> 0,04 г/кг 0,21 г/час м <sup>2</sup> 0,001 г/кг

		Ковшом на плацу (состав смазки: церезин, воск)	аэрозоль окиси цинка аэрозоль окиси меди аэрозоль свинца	0,89 г/кг 0,90 г/кг 0,08 г/кг 0,03 г/кг 0,001 г/кг
Свинцовые сурьмянистые сплавы	Плавка сплава	Чугунный тигель в печи с электрообогревом	углеводороды окись углерода пыль аэрозоль свинца	0,09 г/кг 0,016 г/кг 0,08 г/кг 0,007 г/кг
Цинковое литье	Плавка	-	углеводороды окись углерода пыль	0,016 г/кг 0,01 г/кг 0,24 г/кг
Сплав ВУДА	Плавка	Индукционная печь ЗДИ	окись углерода аэрозоль свинца аэрозоль олова и висмута	0,017 г/кг 0,0002 г/кг 0,007 г/кг

Таблица 16

**Выделение пыли на участках складирования и транспортирования шихтовых материалов**

Процесс, оборудование	Количество выделившийся пыли		Способ и объем аспирации
	на единицу работающего оборудования, г/с	на перерабатываемый материал, кг/т	
1	2	3	4
Выгрузка из вагонов и самосвалов грейферными механизмами в приемные ямы: песок бетонит, цемент известняк кокс литейный уголь каменный глина формовочная сухая опилки, торфяная крошка	0,22 0,58 0,56 0,67 0,33 0,19 0,78	0,10 0,25 0,23 0,28 0,14 0,08 0,33	Неорганизованный выброс при скорости ветра 2-5 м/с
То же в приемные бункера и закрома хранилища через аспирируемые точки: бетонит, цемент известняк кокс литейный уголь каменный глина формовочная сухая опилки, торфяная крошка	0,97 1,14 1,11 0,61 0,36 0,31	0,31 0,75 0,70 0,40, 0,22 0,85	
Перемещение сыпучих материалов:	0,39	0,05	

песок	1,03	0,09	
бетонит, цемент	1,03	0,15	
известняк	1,11	0,05	
кокс литейный	0,56	0,03	
уголь каменный	0,28	0,04	
глина формовочная сухая	1,17	0,05	
опилки, торфяная крошка			
мостовыми кранами с грейферными механизмами и канатноскреперными установками;	0,47	0,15	
производительностью до 17 м <sup>3</sup> /ч	1,31	0,28	
песок	1,27	0,45	
бетонит, цемент	1,42	0,15	
известняк	0,69	0,07	
кокс литейный	0,36	0,12	
уголь каменный	1,50	0,13	
глина формовочная сухая			
опилки, торфяная крошка			
Загрузка сыпучего материала в желоба при перегрузках и транспортировании: кусковой материал $d_{cp} \geq$ 8мм	1,19	1,41	объем аспирации по расчету исходя из площади открытых отверстий и соблюдении скорости в нем, равной полуторной скорости движения ленты
порошкообразный материал $d_{cp} <$	3,50	4,20	
Разгрузка сыпучего материала из желоба при перегрузках и транспортировании: кусковой материал	0,94	1,13	
порошкообразный материал	2,28	2,73	
Пересылка на транспортёры: кусковой материал	0,58	0,70	Объем аспирации через укрытия 1500-2500 м <sup>3</sup> /ч
порошкообразный материал	1,28	1,53	
горелая земля	0,420	0,50	
Кабинные укрытия ленточных конвейеров, транспортёров, элеваторов:	0,33	0,40	Объем аспирации через 2 откоса от головки и башмака 1600-4000 м <sup>3</sup> /ч
кусковой материал	0,86	1,03	
порошкообразный материал	0,25	0,30	
горелая земля			

Комбинированные укрытия в галереях ленточных конвейеров: кусковой материал порошкообразный горелая земля	0,44 0,97 0,36	0,53 1,17 1,43	Объем аспирации 300 м <sup>3</sup> / ч на 1 п.м. укрытия
Местные откосы питателей и дозаторов: кусковой материал порошкообразный горелая земля	0,42 0,89 0,25	0,50 1,06 0,30	Объем аспирации через укрытия 1500-3000 м <sup>3</sup> /ч

Таблица 17

**Выделение пыли в процессе переработки шихтовых и формовочных материалов**

Процессы, оборудование	Расчетный объем аспирации из укрытия оборудования тыс.м <sup>3</sup> /ч	Масса выделяющейся пыли	
		на единицу времени работы оборудования, г/с	на единицу массы перерабатываемого материала, кг/т
<b>Сушка шихтовых и формовочных материалов</b>			
Сушильные барабаны горизонтальные, производительностью т/ч :			
до 5	3,75	8,12	7,65
песка	4,10	5,26	4,75
глины	3,75	33,55	31,20
бентонита	6,50	38,35	35,85
шлака			
5-10	8,25	10,14	8,6
песка	10,0	7,986	4,5
глины	6,5	57,01	32,1
бентонита	23,0	61,4	37,2
шлака			
10-15	14,75	17,08	7,8
песка	17,75	12,8	4,4
глины	12,25	86,53	30,5
бентонита	22,25	91,67	30,5
шлака			
15-20	22,5	41,67	6,0
песка	26,75	18,9	4,4
глины	17,25	103,54	23,7
бентонита	32,0	117,99	28,1
шлака			
25	27,5	27,33	5,8
песка	32,25	22,08	4,0
глины	22,25	127,83	

бентонита шлака	38,75	146,9	22,4 26,2
Установка сушки песка в потоке горячих газов производительностью 3-5 т/ч	5,0	5,71	5,7
Установка сушки песка в кипящем слое производительностью , т/ ч: 3 10-16 25	8,5 30,0 60,0	1,8 26,51 46,53	9,5 8,7 7,8
Установки сушки песка вертикальные производительностью 3 т /ч	9,05	1,08	1,4
Дробление и помол шахтовых и формовочных материалов			
Дробилки шокковые производительностью, т/ ч до 5 10-13	1,15 4,0	2,9 9,14	2,7 3,6
Дробилки конусные производительностью 20- 30 т/ч	7,5	10,4	5,0
Дробилки молотковые производительностью до 5 т/ч	3,01	5,35	4,9
Дробилки валковые производительностью 3,5 т/ч	2,0	3,15	4,0
Дезинтегратор для помола глины, д.1350 мм	6,25	4,25	2,2
Бегуны для помола г л и н ы производительностью, т/ ч: 3-5 8-10	1,7 1,95	0,58 1,69	0,8 0,9
Мельница паровая производительностью до 1 т/ч	1,2	1,94	10,0
Мельница молотковая производительностью до 2 т/ч	4,0	3,75	8,0
Сепарация, смешение и дозирование формовочных материалов			
Грохоты качающихся вибрационные и			

инерционные с рабочей площадью, м <sup>2</sup>	2,0	5,5	-
1	3,2	8,44	-
2	4,45	11,4	-
3			
Сито вибрационное грубой очистки			
производительностью, м <sup>3</sup> /ч	6,0	11,1	5,0
25	9,0	17,78	5,0
40	14,0	28,05	5,0
63	21,5	44,44	5,0
100	32,0	71,1	5,0
160	41,0	106,67	5,0
240			
Сито вибрационное тонкой очистки			
производительностью, м <sup>3</sup> /ч	2,0	5,56	2,5
25	2,4	9,03	2,5
40	4,0	13,89	2,5
63	5,7	22,22	2,5
100	10,5	35,56	2,5
160	14,0	53,33	2,5
240			
Сито плоское вибрационное			
производительностью, м <sup>3</sup> /ч	11,0	71,1	5,0
160	16,5	111,1	5,0
250			
Сито плоские механические качающиеся			
производительностью, 3-4 т/ч	2,0	6,25	7,0
Сито -бурат			
производительностью, т/ч	0,9	0,69	1,8
1,5	1,4	1,33	1,7
3,0			
Сито барабанные (полигональные)			
производительностью, т/ч	-	4,17	4,0
4-6			
Смесители периодического действия с вертикально вращающимися катками (	5,0		1,0

бегуны) производительностью до 50 т/ч		6,25	
Смесители периодического действия с горизонтально вращающимися катками (9,0 центробежные) производительностью до 60 т/ч		10,4	1,2
Смесители тарельчатые (бегуны) производительностью до 20 т/ч	6,0	1,67	0,6
Бункеры формовочных смесей	1,1	1,94	-
Бункеры песка	1,6	0,43	-
Бункера глины	0,85	1,06	-
Тарельчатый питатель	0,8	0,625	-
Питатели лотковые	0,7	0,46	-
Транспортеры горелой земли	2,0	1,67	-

**Примечания:**

1. К массе выделенной сушильным оборудованием пыли добавляются вредные компоненты, образующиеся при сжигании топлив (смотрите Приложение 1).

2. При просеивании материалов с температурой более 50 °С выделения пыли увеличивается на 20-25 %.

Таблица 18

**Данные по выделению вредных веществ в воздушную среду из стержневых, формовочных и оболочковых смесей**

Состав смеси	Сплавы	Способ литья	Приготовление смесей, изготовление и отверждение стержней, форм, ОБЛОЧЕК		
			Оборудование, параметры, операции	Выделяющееся вредное вещество	Количество
Песчаные смеси					
	Алюминиевые сплавы	Литье в разовые песчаные формы . Литье в кокиль с песчаными стержнями	Сита, бегуны, смесители, ручную стержневые ящики	Углеводороды	10% от нормы расхода уайт-спирита
	Магниевые сплавы	Литье в разовые песчаные формы	-	-	-
					0,005 г/кг

	-	-	-	формальдегид углеводорода	10% от нормы расхода Уайт-спирита
	Магние сплавы	Литье в разовые формы	Сита, бегуны смеситель НО-90; вручную стержневые ящики	формальдегид	0,06г/кг
	Алюминиевые сплавы, бронзовые сплавы, чугуны	-	Смеситель СМ100 Т20-70°С Корковые машины КМ КН-1М Т250-500°	ф е н о л формальдегид этанол	0,026 г/кг 0,001 г/кг 2 0 % - приготовление смеси 3 5 % - изготовление оболочек
	Титановые сплавы	Литье в уплотняемые графитовые формы	Сито "Бурат", бегуны; вручную, пневмотрамбовк ой	Приготовление смеси: Этанол Фенол Формальдегид Изготовление форм: Этанол Фенол Формальдегид	20% от нормы расхода 0,104 г/кг 0,005 г/кг 15% от нормы расхода 0,083 г/кг 0,004 г/кг
	Титановые сплавы	Литье в оболочковые формы со стержнями	Машины ЛОФ- 1М Т-400°С	Приготовление смеси: пыль (графит+ пудвер-смеси бакелит) Изготовление форм, стержней фенол формальдегид окись углерода метанол	0,6 г/кг 12,48 г/кг 0,71 г/кг 11,42 г/кг 0,1 г/кг
	-	Литье в кокиль с песчаными стержнями; литье в кокиль направленной кристаллизацией	Бегуны смесители Вручную, стержневые ящики	формальдегид	0,005 г/кг
	Чугуны. алюминиевые сплавы	Л и т ь е центробежное; литье в разовые песчаные формы	-	формальдегид углеводороды	0,006 г/кг 10% от нормы расхода уайт-спирита
					20% от нормы расхода при

	Магние сплавы Алюминие сплавы	Литье в разовые песчаные формы Литье в кокиль с песчаными стержнями	Сита, бегуны, смесители, нагреваемые стержневые ящики Т-220- 260°С	Этанол фенол формальдегид	приготовлении смесей 35%-при изготовлении стержней 0,13 г/кг 0,013 г/кг
	- Чугуны	литье в кокиль с песчаными стержнями Литье в разовые песчаные формы	Сита, бегуны, смесители Полуавтомат РВ -4 Нагреваемые стержневые ящики Т-220- 260°С	фенол формальдегид этанол	0,026 0,1 20% - приготовление смесей 35% - изготовление стержней
	Алюминиевые сплавы	Литье кокиль с песчаными стержнями	Автомат НВ2742 П р и изготовлении и отверждении стержней Т-200- 250°С	формальдегид	0,018 г/кг
	Алюминиевые сплавы Магние сплавы	Литье в разовые песчаные формы Литье в кокиль направленной кристаллизацией	Бегуны, смесители Вручную пневмотрамбовк ой	аммиак	0,03 г/кг

### Продолжение таблицы 18

Сушка, прокатка			Заливка металла			Примечание
Оборудование , параметры, операции	Выделяющее я вредное вещество	Количество	Оборудование , параметры, операции	Выделяющее я вредное вещество	Количество	
						Основой всех песчаных смесей является кварцевой песок -100%
Камерные печи, вертикально-г оризонтальны е конвеерные сушила	окись углерода, углеводороды	0,013 г/кг 90 % от нормы расхода уайт-спирита	Ковшом, на плацу, в горизонтальн ом или вертикальном автоклавах п о д	окись углерода	0,005 г/кг	Количество кварцевой смеси, выделяющейс я из песка суммарно по всем стадиям е г о подготовки ( размол, сушка , просев

			давлением через дозатор "Дозаматик"			составляет 4,5 г/кг
-	-	-	Ковшом, вручную	о к и с ь углерода, сернистый ангидрид	0,005 г/кг 2,6 г/кг	Количество п ы л и квадрцевой, выделяющейс я п р и приготовлени и смеси в бегунках и смесителях составляет 0,98 г/кг
T-180-210°C	-	о к и с ь углерода, аммиак формальдегид метанол, углеводороды	027 /кг 0,027 г/кг 0,021 г/кг 0,1 г/кг 90% от нормы расхода Уайт-спирита	-	аммиак - 2,24 г/кг о к и с ь углерода - 0,043 г/кг формальдегид -0,016 г/кг окислы азота- 0,003 г/кг метанол - 0,1 г/кг сернистый ангидрид - 2,7 г/кг	
ХТС	о к и с ь углерода аммиак формальдегид метанол	0,027 г/кг 0,023 г/кг 0,021 г/кг 0,1 г/кг	ковшом, вручную	аммиак о к и с ь углерода формальдегид окислы азота метанол	3,13 г/кг 0,03 г/кг 0,022 г/кг 0,003 г/кг 0,1 г/кг	
-	фенол формальдегид этанол	0,13 г/кг 0,013 г/кг 45% от нормы расхода	Раздаточные печи Ковшом, вручную	о к и с ь углерода фенол формальдегид метанол	0,09 г/кг 0,14 г/кг 0,07 г/кг 0,26 г/кг	
Сушка формы :	фенол					Количество п ы л и , выделяющейс я из графита суммарно по всем стадиям е г о подготовки ( рассев, деление, сушка) составляют 32 г / к г ;

Сушильные камеры от 250 °С Прокалка формы: Агрегат АПГФ-1000 Т <sub>max</sub> -1000°С	о к и с ь углерода формальдегид фенол формальдегид метанол о к и с ь углерода	1,28 г/кг 6,3 г/кг 0,28 г/кг 0,23 г/кг 0,1 г/кг 0,46 г/кг 80 г/кг	ДВЛ-250 ПИАТ-833Д			количество пыли графита выделяющихся при изготовлении форм, оболочек - 4,16 г/кг; количество пыли графита, выделяющейся при выбивке форм, стержневой составляет 3,88 г сухого остатка смеси
Агрегат АПГФ -1000 Т <sub>max</sub> -1000°С	фенол формальдегид метанол о к и с ь углерода	0,36 г/кг 0,16 г/кг 0,7 г/кг 80 г/кг	ДВЛ-250 НИАТ-833Д			
Камерные, вертикально-горизонтально-конвейерные сушила Т-180-210°С	аммиак формальдегид метанол о к и с ь углерода	0,023 г/кг 0,021 г/кг 0,1 г/кг 0,08 г/кг	автоматическ и через металлопровод	аммиак о к и с ь углерода формальдегид окислы азота метанол	2,24 г/кг 0,043 г/кг 0,016 г/кг 0,003 г/кг 0,1 г/кг	
-	о к и с ь углерода аммиак формальдегид метанол углеводороды	0,027 0,023 0,021 0,1 90% от нормы расхода уайт-спирита	В изложницы: ковшом, вручную, под давлением	аммиак о к и с ь углерода формальдегид окислы азота метанол	3,13 г/кг 0,06 г/кг 0,022 г/кг 0,003 г/кг 0,1 г/кг	
Нагреваемая оснастка: стержневые ящики, Т220-260°С	фенол формальдегид этанол	0,13 г/кг 0,013 г/кг 45% от нормы расхода	Ковшом, вручную п о д давлением	фенол формальдегид метанол о к и с ь углерода	0,14 г/кг 0,07 г/кг 0,26 г/кг 0,09 г/кг	
Нагреваемая оснастка Т-220-260°С	фенол формальдегид метанол	0,13 0,013 45% от нормы расхода	Ковшом, вручную	-	-	-
Камерная сушила Т150-180°С	формальдегид фурфурол аммиак о к и с ь углерода	0,13 г/кг 0,382 г/кг 0,026 г/кг 0,027 г/кг				
			Ковшом вручную			

Сушка на воздухе	аммиак	0,03 г/кг	автоматическ и через металлопрово д	аммиак	0,18 г/кг	
------------------	--------	-----------	--	--------	-----------	--

Примечания: Основой всех песчаных смесей является кварцевый песок-100%. Количество кварцевой пыли, выделяющейся из песка, суммарно по всем стадиям его подготовки (размол, просев, сушка) составляет 4,5 г/кг. Количество кварцевой пыли, выделяющейся при приготовлении смесей в бегунах, смесителях составляет 0,98 г/кг.

при выбивке стержней выделение сернистого ангидрида составляет 0,6 г/кг смеси.

Основой всех графитовых смесей является графит-100%. Количество пыли, выделяющейся из графита суммарного по всем стадиям его подготовки (рассев, дробление, сушка) составляет 32 г/кг, количество пыли графита, выделяющейся при приготовлении форм оболочек -4,16 г/кг, выделяющейся при выбивке форм, стержней - 3,88 г/кг сухого остатка смеси.

Таблица 19

**Данные для расчета количества вредных веществ, выделяющихся в воздушную среду из различных модельных составов**

Сплавы	Марка, состав модельной массы	Приготовление модельной массы		Изготовление моделей, сварка в блоки	
		Выделяющееся вредное вещество	Количество	Выделяющееся вредное вещество	Количество
	ПСБО; парафин, стеорин	углеводороды окись углерода аэрозоль углеводородов	0,45г/кг 0,18г/кг 0,288 г/кг	Изготовление моделей окись углерода углеводороды аэрозоль углеводородов Зачистка и сборка в блоки окись углерода углеводороды аэрозоль углеводородов	1,02 г/кг 0,18 г/кг 0,43 г/кг 0,23 г/кг 0,44 г/кг 0,36 г/кг
	-	Углеводороды окись углерода аэрозоль углеводородов	12,3 г/с*м <sup>3</sup> 5,0 г/с*м <sup>3</sup> 8,0г/с*м <sup>3</sup>	углеводороды окись углерода аэрозоль углеводородов	0,41 г/кг 1,46 г/кг 0,79 г/кг
	ПВТК: парафин воскресень канифоль	углеводороды аэрозоль углеводородов	17,07 8,0	Окись углерода углеводороды аэрозоль углеводородов	0,22 0,42 0,2
		углеводороды	3,45	Окись углерода углеводороды	0,11 0,3

	КПЦ: канифоль, парафин, церезин	аэрозоль углеводородов	8,0	аэрозоль углеводородов	0,14
	Р-3: парафин, церезин, воск буроугольный	Углеводороды аэрозоль углеводородов окись углерода	3,45 8,0 1,15	Аэрозоль углеводородов Окись углерода	55,62 2,5
	ВИАМ-102: воск буроугольный, торфяной, парафин, триэтеналамин	Углеводороды окись углерода аэрозоль углеводородов Триэтеналамин	32,33 4,07 8,0 5,57	Углеводороды окись углерода аэрозоль углеводородов Триэтеналамин	0,16 0,62 0,19 0,1
	ВИАМ-102	Углеводороды окись углерода аэрозоль углеводородов Триэтеналамин	32,33 4,07 80,7 5,57	Аммиак окислы азота углеводороды окись углерода Триэтеналамин	3,1 0,53 0,31 2,52 0,05
	Мочевина	Аммиак окись углерода окислы азота	4571,34 3799,07 95,2	-	-
	Мочевина, селитра, трансформаторное масло	Аммиак Окись углерода Окислы азота	4571,34 3790,07 571,18	Аммиак аэрозоль масла окислы азота окись углерода	18,89 0,88 3,15 21,33

### Продолжение таблицы 19

Удаление модельной массы			Применяемые стержни			Примечание
Способ удаления	Выделяющееся вредное вещество	Количество	Состав стержневой массы	Выделяющееся вредное вещество	Количество	
В собственной массе при 90-100°C Удаление остатков воздухом при 200°C	Углеводороды Окись углерода Аэрозоль углеводородов Этилсиликат Этанол	0,28 г/кг 0,55 г/кг 12,68 г/кг 0,52 г/кг 9,96 г/кг				Выделение вредных веществ из остатков модельной массы при прокатке блоков учтено в т.3 гр.12

					Выделения из
Горячий воздух	Углеводороды		Приготовление стержневой массы мочевины калиевая селитра Изготовление стержневой стержневая масса касторовое масло	окись углерода	3799,0
	Окись углерода	0,66		окислы азота	571,18
	Аэрозоль углеводородов	0,11		аммиак окись углерода	4571,34
	Этилсиликат	2,54		окислы азота	21,33
	Этанол	0,21		аммиак	3,15
		3,98		аэрозоли масла	18,89
					0,83

						оболочковой формы
В собственной массе при 140 -150°C	Углеводород ы Окись углерода Аэрозоль углеводородо в Этанол	17,06 4,26 8,0 171,55	-	-	-	-
В горячей воде при 90- 100 °С	Окись углерода Углеводород ы аэрозоль углеводородо в	1,15 3,45 8,0	-	-	-	-
В собственной массе при 160 -180°C	Углеводород ы Аэрозоль углеводородо в Окись углерода	3,45 8,0 1,15				
В собственной массе при 100 -110°C	Углеводород ы окись углерода аэрозоль углеродов Триэтенлами н	32,33 8,0 4,07 5,57	Приготовлени е стержневой смеси мочевина Изготовление стержней мочевина полисилоксан овая смазка	окись углерода аммиак окись углерода аммиак	3799 4571,34 44,4 53,42	
В горячей воде при 95- 100°C	Углеводород ы окись углерода аэрозоль углеродов Триэтенлами н	32,33 4,07 8,0 5,57	Формовка стержней Электрокорун ь, маршалит, графит, этиленликат, полиэтилен	Углеводород ы	0,47 г/кг	
-	-	-		Обжиг стержней углеводороды окись углерода сажа	2,05 4,48 1,2	
В проточной воде при 25- 30°C	Углеводород ы аэрозоль углеводородо в Окись углерода	32,33 8,0 4,07	-	-	-	-

Таблица 20

**Состав газовыделений из песчано-смоляных смесей при обезвреживании и термодеструкции**

Смола	С	Количество выделяющихся веществ									
		метанол	уран	метилфуран	осензол	толуол	форфурол	фенол	фурфориловый спирт	крезолы, ксилеполы	СО
КФ-30	20	150	-	-	-	-	1,4	-	1,8	-	-
	750	54	65	28	-	-	-	-	-	-	290
	1000	67	65	следы	41	12	-	17	-	-	7000
Фуритол-0	20	3,1	-	-	-	-	0,21	0,16	1,6	-	-
	750	29	85	19	491	56	-	306	-	102	2030
	1000	следы	16	следы	810	45	-	16	-	6	5040
Фуран-1	20	0,42	-	-	-	-	0,95	0,10	1,1	0,10	-
	750	80	168	148	480	49	12	72	-	72	2530
	1000	следы	следы	следы	495	42	-	13	-	13	7200

Таблица 21

**Содержание токсичных веществ, выделяющихся при термодеструкции песчано-смоляной смеси на основе связующего СФ-015**

Компонент	Содержание токсичных веществ, мг/г			
	в токе при T°C		в токе воздуха при T°C	
	700	1000	700	1000
Этанол	0,53	0,37	0,296	0,280
Толуол	0,36	0,077	0,014	0,018
И-силлол	0,25	0,25	-	-
Фенол	1,98	0,24	0,036	0,046
О-крезол	1,78	0,18	-	-
П-крезол	1,01	0,16	-	-
2,4-ксилепол	0,33	-	-	-
2,6-ксилепол	0,68	-	-	-
Водород		0,63	-	0,124
СО2		0,42		197,4
СО		3,86		6,91
Метан		2,60		1,05

Таблица 22

## Выделение пыли при первичной очистке литья черных металлов

Процесс очистки и технологическое оборудование	Минимальный объем отсасываемого воздуха, тыс.м <sup>3</sup> /ч	Выделение пыли при очистке литья			
		чугунного		стального	
		г/сек	кг/т отлив	г/сек	кг/т отлив
<b>Дробеметная очистка</b>					
Барабаны очистные дробеметные:					
для отливок массой до 25 кг	4,0	7,78	9,3	5,86	14,0
для отливок массой до 80 кг	8,0	17,78	12,8	13,39	19,3
для отливок массой до 400 кг	15,0	39,17	20,1	24,44	31,4
Камеры очистные дробеметные:					
малые с объемом до 2м <sup>3</sup>	6,0	9,17	11,0	6,89	16,5
средние с объемом до 10 м <sup>3</sup>	11,0	18,36	13,2	13,78	19,8
большие с объемом до 80 м <sup>3</sup>	30,0	46,64	24,0	35,056	36,1
Столы очистные дробеметные:					
для отливок массой до 150 кг	7,0	9,72	23,3	7,33	34,7
для отливок массой до 300 кг	8,0	11,1	25,0	8,36	37,5
для отливок массой до 600 кг	8,0	13,33	29,1	10,028	43,6
Машины дробеметные периодического и непрерывного воздействия:					
для отливок массой до 25 кг	6,0	9,17	6,9	6,89	10,3
для отливок массой до 400 кг	15,0	25,0	12,8	18,78	19,3
Камеры очистные дробеметные непрерывного действия:					
для мелкого и среднего литья	6,0	33,33	6,0	25,056	
	30,0	50,0	2,8	37,5	

для крупного литья					9,1 4,2
Дробеструйная очистка					
Камеры очистные дробеструйные, обслуживаемые рабочими снаружи, диаметр сопла 6- 8 мм: тупиковые проходные	4,0 15,0	6,67 21,5	8,0 12,4	5,028 16,17	12,1 19,3
Камеры очистные дробеструйные обслуживаемые рабочими находящимися внутри камеры, диаметр сопла 10-12 мм: тупиковые проходные	8,0 35,0	12,89 49,58	18,5 25,5	9,69 37,28	27,9 38,4
Камеры очистные дробеструйные двухосные с вращающимися подвесками: для мелкого и среднего литья для крупного литья	6,0 30,0	9,67 50,64	8,7 26,1	7,25 38,1	13,0 39,3
Галтовка					
Барабаны очистные галтовочные: для отливок массой до 10 кг для отливок массой до 40 кг для отливок массой до 100 кг	2,0 6,0 12,0	1,67 8,33 40,0	3,0 7,5 24,0	1,25 6,28 30,06	4,5 11,3 36,1
Механическая зачистка отливок					
Станки обдирочно-шли фовальные со станционным кругом	2,0	0,28	-	0,22	-

Станки обдирочно-шлифовальные подвески	0,9	0,083	-	0,056	-
Столы очистки и обрубки изделий	4,0	0,64	-	0,5	-

Таблица 23

**Выделение вредных веществ при выбивке форм и стержней**

Оборудование	Расчетный объем аспирации при боковой панели с трех сторон, тыс.м <sup>3</sup> /ч	Вредные вещества									
		Пыль		Оксид углерода		Оксид серы		Оксиды азота		Аммиак	
		кг/ч	кг/т	кг/ч	кг/т	кг/ч	кг/т	кг/ч	кг/т	кг/ч	кг/т
Подвесные вибраторы при высоте опоры на решеткой не более 1 м	7,0	14,6	9,7	1,8	1,20	0,06	0,04	0,30	0,20	0,60	0,40
Решетки выбивные эксцентрикеры, мод.421 Тоже, мод.423	5,0-5,4	6,0	3,6	1,6	0,94	0,05	0,029	0,35	0,17	0,59	0,28
	8,0-8,6	7,0	4,1	1,8	0,98	0,055	0,3	0,40	0,18	0,64	0,29
Решетки выбивные инерционные, мод. 31211	10,0-12,0	6,0	3,6	1,6	0,94	0,050	0,029	0,35	0,17	0,59	0,26
	15,0-18,0	7,0	4,1	1,8	0,98	0,055	0,030	0,40	0,18	0,64	
		9,0	4,7	2,0	0,99	0,061	0,031	0,43	0,19	0,75	

То же, мод. 31212	20,0-25,0										0,29 0,31
То же, мод. 31213											
Решетки и выбивные инерционные мод. 31214	25,0-26,0										
То же мод. 31215	28,0-30,0	12,0	5,5	2,2	1,02	0,065	0,031	0,51	0,19	0,86	
То же мод. 31216	30,0-35,0	17,0	6,4	2,7	1,05	0,085	0,031	0,60	0,20	1,11	
То же мод. 31217	35,0-40,0	25,5	7,8	3,4	1,11	0,108	0,032	0,74	0,21	1,42	
То же мод. 31218	40,0-45,0	37,3	9,6	4,6	1,21	0,144	0,035	0,99	0,24	2,65	
То же мод. 31219	45,0-55,0	55,0	10,7	6,3	1,37	0,206	0,037	1,67	0,25	2,85	
То же мод. 31219	55,0-60,0	87,0	11,8	9,3	1,63	0,311	0,042	1,98	0,34	4,31	
То же мод. МР-120	60,0-70,0	20,2	6,9	2,9	1,06	0,091	0,031	0,64	0,20	1,18	
То же мод. МР-120	70,0-80,0										
То же мод. МР-120	80,0-10,0										
То же мод. МР-120	10,0-10,5										

Таблица 24

**Выделение вредных веществ процессами и оборудованием термических цехов**

Процесс, оборудование	Выделение вредных веществ		
	наименование	единица измерения	количество
1. Соляные ванны нагрев под закалку в расплавах хлористого бария, натрия и калия охлаждение и отпуск стальных деталей в смесях их углекислого натрия, хлористого натрия и углекислого калия цианирование низкотемпературное	аэрозоли	г на 1 кг нагреваемого металла	0,35
	хлористый водород	металла	0,12
	аэрозоли	-	0,25
	аэрозоли	г на 1 кг обрабатываемых деталей	0,25
	цианистый водород	деталей	0,20-0,40
	аэрозоли	г на 1 кг обрабатываемых деталей	0,36
	цианистый водород	деталей	0,20-0,40

цианирование высокотемпературное			
2. Масляные баки и ванны: закалка отпуск	Аэрозоли и пары масла -	- -	0,06-0,15 0,07-0,10
3. Очистные и дробетные установки периодического непрерывного действия	пыль металлическая окалина	г на 1кг обрабатываемых деталей	3,0-4,0
4. Установки для нанесения антицементационных покрытий	пары бензола и толуола	-	2,0

Таблица 25

**Выделение пыли основным технологическим оборудованием при абразивной обработке металлов без охлаждения**

Оборудование	Определяющая характеристика оборудования	Выделение вещества	
		наименование	количество, г/сек
Круглошлифовальные станки	диаметр шлифовального круга, мм	абразивная и металлическая пыль	
	150		0,0325
	300		0,043
	350		0,047
	400		0,05
	600		0,065
	750		0,075
	900		0,086
Плоскошлифовальные станки	диаметр шлифовального круга, мм	абразивная и металлическая пыль	
	175		0,036
	250		0,042
	350		0,05
	400		0,055
	450		0,059
	500		0,0625
Бесцентрошлифовальные станки	диаметр шлифовального круга, мм	-	
	30-100		0,0126
	395-500		0,019
	400-600		0,025
	500		0,014

Зубошлифовальные станки	диаметр шлифовального круга, мм		
	75-200		0,0126
	120		0,012
	160-165		0,013
	400		0,018
Внутришлифовальные станки	диаметр шлифовального круга, мм		
	5-20		0,0076
	10-50		0,010
	17-18		0,016
	40-150		0,011
	125-200		0,023
Заточные станки	диаметр абразивного круга, мм		
	100		0,0097
	150		0,1
	200		0,02
	250		0,027
	300		0,034
	350		0,041
	400		0,0475
	450		0,054
	500		0,06
	550		0,067
Полировальные станки с войлочными кругами	диаметр круга, мм	войлочная и абразивная пыль	
	100		0,014
	200		0,019
	300		0,028
	400		0,039
	500		0,05
	600		0,064
Отрезные станки	-	металлическая пыль	0,14
Крацевальные станки	-	-	0,076

Таблица 26

**Выделение аэрозолей масел, эмульсий и паров воды при механической обработке металлов с охлаждением**

Оборудование	Выделяющиеся вредные вещества, г/с на 1 кВт. мощн.		
	охлаждение маслом	охлаждение эмульсией	охлаждение содовым раствором

	аэрозоль	аэрозоль	пары воды
Металлорежущие станки, кроме шлифовальных	0,56*10 <sup>-4</sup>	0,2*10 <sup>-5</sup>	0,042
Шлифовальные станки	0,008	0,46*10 <sup>-4</sup>	0,042

**Примечание:**

1. От технологического оборудования для приготовления эмульсий, имеющего открытые стоки, емкости с мешалками и т.п. выделяется 1.4 кг аэрозолей эмульсий и 2800 г паров воды в час на 1 тонну приготавливаемой эмульсии.

2. Для станочного пара цехов прецизионного станкостроения выделение паров воды увеличивается на 18-20 %

3. Выделение пыли при абразивной обработке металлов с охлаждением СОЖ ориентировочно составляет 10-15% от пыли образующейся при сухой обработке (смотрите таблицу 25)

4. Данные по выделению аэрозолей и паров СОЖ приведены для одношпиндельной обработки. При многошпиндельной следует принимать коэффициент увеличения равный:

для 2-6 шпиндельной обработки (расход СОЖ до 180 л/мин), К=4,2

для 6-8 шпиндельной обработки (расход СОЖ до 360 л/ми), К=7,8.

Таблица 27

**Выделение пыли при механической обработке чугуна и цветных металлов**

Виды обработки и оборудование	Выделяющиеся вредные вещества на единицу оборудования, г/с	
	наименование	количество, г/с
Обработка чугуна резанием: токарные станки фрезерные станки сверлильные станки расточные станки	чугунная пыль	0,008
		0,006
		0,001
		0,002
Обработка резанием бронзы и других хрупких цветных металлов : токарные станки фрезерные станки сверлильные станки расточные станки	пыль цветных металлов	0,0025
		0,002
		0,0004
		0,0007

Таблица 28

**Удельные выделения вредных веществ при сварке и наплавке металлов**

Сварочный или наплавоч	Количество выделяющихся вредных веществ в г на 1 кг расходуемых сварочных или наплавочных материалов	
	Твердые частицы	Газообразные компоненты

новый материал и его марка	сварочный аэрозоль	в том числе определяющих вредных веществ				количество	фтористый водород	оксиды азота	оксид углерода
		марганец и его оксиды	оксиды хрома	соединения кремния	прочие наименования				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ручная дуговая сварка сталей штучными электродами									
Электроды									
УОНИ-13/45	14,0	0,51	-	1,40	ФТОРИДЫ	1,40	1,00	-	-
УОНИ13/55	18,0	1,09	-	1,0	-	1,0	1,26	2,7	13,3
УОНИ-13/65	7,5	1,41	-	0,80	-	0,80	1,17	-	-
УОНИ-13/80	11,2	0,78	-	1,05	-	1,05	1,14	-	-
УОНИ-13/85	13,0	0,60	-	1,30	-	1,30	1,10	-	-
ЗА-606/11	11,0	0,68	0,60	-	-	-	0,004	1,30	1,40
ЗА-395/9	17,0	1,10	0,43	-	-	-	-	-	-
ЗА-981/15	9,5	0,70	0,72	-	-	-	0,80	-	-
АНО-1	7,1	0,43	-	-	-	-	2,13	-	-
АНО-3	5,9	0,85	-	-	-	-	-	-	-
АНО-4	6,0	0,59	-	-	-	-	-	-	-
АНО-5	14,4	1,87	-	-	-	-	-	-	-
АНО-6	16,3	1,95	-	-	-	-	-	-	-
РБУ-4	6,9	0,74	-	-	-	-	-	-	-
ЗРС-3	12,8	1,23	-	-	-	-	-	----	-
ОЗЛ-5	3,9	0,37	0,47	-	-	-	0,42	-	-
ОЗЛ-6	6,9	0,25	0,59	-	-	-	1,23	-	-
ОЗЛ-7	7,6	0,21	0,	--	-	-	0,69	-	-
ОЗЛ-14	8	1,41	0,46	-	-	-	0,1	-	-
ОЗЛ-9А	5,0	0,97	0,27	-	никель и его оксиды	0,39	1,13	--	-
ОЗЛ-20	3,8	0,35	0,10	-	-	-	0,99	-	-
ЦТ-15	7,9	0,55	0,35	-	никель и его оксиды	0,04	1,61	--	--
ЦТ-28	13,9	0,93	0,21	-	никель и его оксиды молибден	0,08	1,05	-	-

ЦТ-36	7,6	1,19	-	-	никель и е г о оксиды	2,0	-	-	---
ЦЛ-17	10,0	0,60	0,17	--	-	0,12	0,66	--	--
ЦН-6Л	13,0	0,62	0,23	-	никель и е г о оксиды	-	-	-	-
НИАТ-1	4,7	0,12	0,40	-	оксид железа	0,43	0,21	-	-
НИАТ- 3Н	0,1	0,21	-	-	-	-	0,35	-	-
НЖ-13	4,2	0,53	0,24	-	-	-	-	-	--
ВЦС-4,48	20,2-24,3	0,61-0,73	-	-	оксид железа	19,59- 23,47	0,60	-	-
МР-3	11,5	1,80	-	-	-	-	-	-	-
МР-4	10,8	1,10	-	-	-	-	0,40	-	-
АНО-7	12,4	1,45	-	-	-	-	-	-	-
СМА-2	9,2	0,83	-	-	-	-	-	-	-
КНЗ-32	11,4	1,36	-	-	-	--	-	-	-
ОЗС-3	15,3	0,42	-	-	-	-	-	-	-
ОЗС-4	10,9	1,27	-	-	-	-	-	--	-
ОЗС-6	13,8	0,86	-	-	-	-	1,53	--	-
348-М/18	10,0	1,00	1,43	-	фториды	1,50	0,001	-	-
ВМ-10-6	15,6	0,31	0,45	-	-	-	0,39	-	-
ВИ-ИМ-1	5,8	0,42	0,12	-	никель и е г о оксиды	0,6	0,63	-	--
ЗА-400/ 10У	5,7	0,43	0,28	-	-	-	0,54	-	-
ЗА-903/ 12	25,0	2,80	-	-	-	-	-	-	-
ЗА-48М/ 22	9,7	0,80	1,30	-	фториды	1,50	0,001	0,7	-
ЗА-686/ 11	13,0	0,80	0,40	-	-	--	-	-	--
ЖД-3	9,8	1,32	-	-	-	-	-	-	-
УКС-42	14,5	1,20	-	-	-	-	-	-	-
РДЗВ-2	17,4	1,08	-	-	-	-	--	-	-
СММ-5	20,0-40,0	2,0	-	1,90	-	-	-	3,3	11,15
МЗЗ-0,4	27,0-41,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-
МЗЗ-Ш	41,0	-	-	-	-	-	--	-	-
ДМ-7	22,0-52,0	1,50-2,40	-	-	-	-	-	2,84	3,28
ДМ-8	25,0	1,50	-	-	-	-	-	-	-
ДМ-9	10,3	0,30	-	2,8	-	-	-	-	-
МР-1	10,8	1,08	-	-	-	-	-	-	-



Вольфрамовый электрод под защитой аргона (титана)	3,6				титан и его оксиды	0,144			
Неплавящийся электрод в 4,7аргоне (титан)	9,2					3,60			
Плавящийся электрод в аргоне (титан)	4,7				оксид титана	2,62			
Электродная проволока									
СрМ-0,75 (МРкМцТ)	17,1	0,44			медь	15,4			
Ручная электрическая сварка алюминия и его сплавов									
Электроды									
ОЗА-1	38,0				оксид алюминия с выделением аэрозоли конденсации	20,0			
ОЗА-2/АК	61,0				оксид алюминия	28,0			
Вольфрамовый электродом в среде аргона	4,6				оксид алюминия оксид магния вольфрам	0,69 0,64 1,43			
Неплавящимся электрод	5,0	-				2,0			

о м в аргоне, гелий					оксид алюмини я				
Плавыщи й с я электрод в аргоне	20,0	0,11			оксид магния оксид алюмини я	2,0 12,0		2,5	озон-0,08 -0,14
Полуавтоматическая сварка сталей									
а) без газовой защиты									
Присадоч н а я проволка									
ЭП-245	12,4	0,54			оксиды железа	11,50	0,36		
ЦСК-3	13,9	1,11			оксиды железа	12,26	0,53		
Порошко в а я проволка									
ЗПС-15/2	8,4	0,89				0,77			
ПП-ДОК- 1	11,7	0,77				-			
ПП-ДОК- 2	11,2	0,42				0,10			
ПОК-3	7,7	0,41				0,72			
ПП-АН-3	13,7	1,36				2,70			
ПП-АН-4	7,5	0,76				1,95			
ПП-АН-7	14,4	2,18				0,95			
б) в среде углекислого газа									
Электрод н а я проволка									
Св-0842С	8,0	0,50	0,02		оксиды железа	7,48			14,0
Св-Х19Н ЭФ2С3	7,0	0,42	0,03		никель и е г о оксиды	0,04			
Св-16х- 16н25мб	15,0	0,35	0,10		никель и е г о оксиды	2,0			
С в - 10х20н7с т	8,0	0,45	0,03						
Св08Х19 НФ-2-Ц2	8,0	0,40	0,50		никель и е г о оксиды	0,66			

С в - 76X16H- 25M6	15,0	2,00	1,00			2,00			
С в - 10Г2Н2С МТ	12,0	0,14	-						
ЭП-245	12,4	0,61	-						3,2
ЭП-704	8,4	0,80	0,07			0,10			3,0
С в - 08ГСНЗД М	4,4	0,22	0,16					0,80	11,0
ЭП-854	7,4	0,70	0,60						2,0
08ХГН2 МТ	6,5	-	0,03	1,9	оксиды титана	0,40		0,80	11,0

Полуавтоматическая сварка меди, алюминия, титана и их сплавов

а) в защите азота

Электрод на я проволок а									
МНЖКТ- 5-1-0,2- 0,2 (для меди)	14,0	0,2			медь никель и е г о оксиды	7,0 0,70			
То же ( для медно-ни келевых сплавов)	18,0	0,3			медь никель и е г о оксиды	11,0 0,50			
М1 ( медные сплавы)	17,1	0,44			медь	11,0			
КМН ( медь и е г о сплавы)	8,8	0,59		0,26		6,30			

б) в защите аргона и гелия: алюминиевых сплавов

Проволок а									
Д-20	10,9	0,09			оксиды алюмини я	7,6			
АМЦ	22,1	0,62				20,40		2,45	
АМГ-6Т	52,7	0,23				8,50		0,33	
АМГ	20,6	0,78				16,50			
Алюмин ий	10,0							0,90	
Сплав-3	26,0	1,05				19,20			

Электроды (неплавящиеся)									
ОЗА-2/ак	61,0				оксид алюминия	28,0			
ОЗА-1	38,4					20,0			
Проволока	14,7				титан и его сплавы	4,75			
Автоматическая и полуавтоматическая сварка и наплавка металлов под флюсом сплава и наплава стали									
Плавные флюсы									
ОСЦ-45	0,15	0,03		0,054			0,103	0,006	1,47
АК-348А	0,10	0,024		0,05			0,086	0,001	0,71
ФЦ-2	0,08			0,05			0,033	0,006	
ФЦ-6	0,09	0,007		0,05			0,033		0,575
ФЦ-9	0,11	0,007		0,05			0,033	0,006	0,340
ФЦ-7	0,08	0,007		0,05			0,044	0,003	
ФЦ-11	0,09	0,05					0,02		
ФЦ-12	0,09	0,03					0,02		
АН-22	0,12	0,009					0,02		
АН-26	0,08	0,004					0,03		
АН-30	0,09	0,033					0,03		
АН-42	0,08	0,003					0,02		
АН-60	0,09	0,012					-		
АН-64	0,09	0,02					-		
48-ОФ-6	0,11	0,002					0,07		
48-ОФ-6М	0,10	0,009					0,04		
48-ОФ-7	0,09	0,05					0,02		
48-ОФ-11	0,08	0,073					0,006		
ФЦЛ-2	0,08	-		0,05			0,030	0,005	0,945
С керамическими флюсами									
АНК-18	0,45	0,013					0,042		
АНК-30	0,26	0,012					0,018		
ЖС-450	0,80	0,142					0,180		22,4
К-1	0,06	0,023					0,150		0,5
К-8	4,90						0,130		17,8
К-11	1,30	0,083					0,140	0,60	

КС - 12ГА2	3,40	0,133				0,430		20,0
Сварка и наплавка алюминия и его сплавов								
С плавительным флюсом								
АГ-АГ	52,80			оксид алюминия	31,20	4,160		
АН-ТЗ								
С керамическими флюсами								
ЖА-64								
Наплавка литыми твердыми сплавами и карбидно-беридами соединениями литыми твердыми сплавами								
С-27								
при ручной электродуговой сварке	22,2		1,01	никель и его оксиды	0,05			
при ручной газовой сварке	3,16		0,005		0,02			
ВК-2								
при ручной электродуговой сварке	16,6		1,66	кобальт	0,60			
при ручной газовой сварке	2,32		0,47		0,01			
Стержневыми электродами с легирующей добавкой								
КБХ-45	39,6		2,12					
БХ-2	42,8		2,56					
ХР-19 (при ручной дуговой сварке)	41,4		4,35					
РЭЛИТ - Т3 (	3,94							

ручная газовая сварка)									
наплавочные сплавы									
КБХ	81,1		0,033						
БХ	54,2		0,008						
Сталинит М (ручная электродуговая сварка)	92,5	9,48	0,011						
порошками для напыления									
СННН	39,7		0,357		бор	0,235			
ВСНГН	23,4		0,062		бор никель и его оксиды	0,288 0,096			

х) Остальную массу твердых частиц составляют возгоны и оксиды сварочного материала

Таблица 29

**Выделения вредных веществ при других процессах сварочных работ**

Процесс	Образующиеся вещества, определяющие вредность выброса		
	наименование	единица измерения	количество
Контактная электросварка стали, стыковая и линейная	Сварочный аэрозоль содержащий оксид железа с примесью до 3% оксидов марганца	1 г/ч на 75 кВа номинальной мощности машины	25,0
Контактная электросварка стали, точечная	То же	1 г/ч на 50 кВа номинальной мощности машины	2,5
Сварка трением	Оксид углерода	1 мг на 1 см <sup>2</sup> площади стыка	8,0
Газовая сварка стали ацетиленокислородным плавлением	Оксиды азота	1 г на 1 кг ацетилена	22,0
Газовая сварка стали с использованием пропанобутановой смеси	Оксиды азота	1 г на 1 кг смеси	15,0
Плазменное напыление алюминия	Оксид алюминия	1 г на 1 кг расходуемого порошка	77,5
Металлизация стали цинком	Оксид цинка	1 г на 1 кг расходуемой проволоки	96,0
Радиочастотная сварка алюминия	Алюминий и его оксиды	1 г в час на агрегат "16-76"	7,3

Таблица 30

## Удельные выделения вредных веществ при резке металлов и сплавов

Процесс резки металла	Толщина разрезае мого металла	Выделение вредных веществ								
		сварочный аэрозоль					газы			
		г/пог. м резки	г/сек	в том числе		кол-во	г/пог. м резки	г/сек	г/пог. м резки	г/сек
				наимено вание	г/пог. м резки					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Газовая резка	5	2,26	0,02056	оксиды марганца	0,07	0,00064	1,50	0,014	1,18	0,0136
	10	450	0,0364		0,13	0,001	2,18	0,02	2,20	0,018
	20	9,00	0,05556		0,27	0,017	2,93	0,018	2,40	0,015
Сталь углерод истая низколе гирован ная	5	2,50	0,0229	оксиды хрома	0,12	0,0011	1,30	0,012	1,02	0,009
	10	5,00	0,0404		0,23	0,002	1,90	0,015	1,49	0,012
	20	10,00	0,0617		0,47	0,009	2,60	0,016	2,02	0,012
Сталь качестве нная легиров анная	5	2,45	0,0224	оксиды марганца	0,60	0,005	1,40	0,013	1,10	0,01
	10	4,90	0,0325		1,20	0,01	2,00	0,016	1,60	0,013
	20	9,80	0,0604		2,40	0,015	2,70	0,017	2,20	0,0136
Сталь высоком арганцо вистая	4	5,00	0,0389	титан и его оксиды	4,70	0,04	0,60	0,0047	0,80	0,002
	12	15,00	0,0875		14,00	0,078	1,50	0,009	0,60	0,0035
	20	25,00	0,1083		22,00	0,095	2,50	0,01	1,00	0,0043
	30	35,00	0,0986		32,60	0,092	2,70	0,0077	1,50	0,004
Плазмен ная резка	10	4,1	0,225	оксиды марганца	0,12	0,0066	1,4	0,077	6,8	0,33
	14	6,0	0,22		0,18	0,0066	2,0	0,073	10,0	0,37
	20	10,0	0,27		0,30	0,008	2,5	0,069	14,0	0,34
Сталь качестве нная легиров анная	5	3,0	0,275	оксиды хрома	0,14	0,0013	1,43	0,12	6,3	0,57
	10	5,0	0,38		0,24	0,02	1,87	0,13	9,5	0,725
	20	12,0	0,439		0,58	0,021	2,10	0,007	12,7	0,965
Сталь высоком арганцо вистая	5	4,0	0,22	оксиды марганца	0,72	0,04	1,4	0,077	6,5	0,357
	10	5,8	0,2		1,16	0,0425	2,0	0,073	10,0	0,367
	20	9,6	0,26		1,73	0,046	2,5	0,067	13,0	0,3616
	8	2,87	0,23		2,50	0,21	0,5	0,0425	2,0	0,17
	20	3,6	0,13		3,50	0,12	0,6	0,021	3,0	

Сплавы АМГ	80	6,4	0,046	оксиды алюминия	8,00	0,045	1,0	0,0075	9,0	0,105 0,0675
Сплавы титана	10	2,9	0,126	титан и его оксиды	2,73	0,118	0,4	0,017	10,5 14,7	0,456
	20	6,8	0,15		6,42	0,14	0,5	0,011		0,326
	30	12,6	0,19		11,88	0,177	0,6	0,01		0,283
Электродуговая резка алюминевых сплавов	5	1,0					0,2		18,9	
	10	2,0					0,6		1,0	
	20	4,0					0,9		2,0	
	30	6,0					1,8		4,0 8,0	
Воздушно-дуговая строжка (г на 1 кг угольных углеродов):		100,0 600,0		оксиды марганца	25,0		250,0 500,0		50,0 130,0	
- высокомарганцевой стали										
- титанового сплава										

Таблица 31

**Выделение аэрозолей краски и паров растворителей при основных способах окраски**

Расчетные объемы отсасываемого воздуха, тыс. в г/кг, м <sup>3</sup> /ч.м <sup>2</sup>	Выделение вредных веществ в г/кг расходуемой краски				Выделение	
	для камер с нижним отсосом на 1 м <sup>2</sup> суммарной площади горизонтальной проекции изделия и площади	для бескамерной окраски на 1 м <sup>2</sup> габаритно	пары	доля паров растворителей, выделяющихся при	аэрозолей в % от производительности по окраске	паров растворителя в % от общего содержания растворителя в массе
					при краске	при сушке

Способ окраски	вокруг него	й площади решетки	аэрозоль	растворителей	нанесении покрытий		п р и окраске	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 . Распыление: пневматическое безвоздушное				250	0,25		25	75
гидроэлектростатическое	1,8-2,2	2,2-2,5	300	225	0,23	30	23	77
тостатическое	1,2-1,5	1,3-1,7	25	250	0,25	2,5	25	75
электростатическое	1,8	0,9-1,1	10	200	0,20	1,0	20	80
электростатическое	1,2-1,4	0,9	33	500	0,50,	3,5	50	50
горячее	0,25-0,30	2,2	3	220	0,22	0,3	22	78
*	1,0-4,0	1,3-1,7	240	100	0,10	20	10	90
Электроосаждение *Окунание *	3,2-3,3			350	0,35		28	72
Струйный облив				250	0,25		35	65

на 1 м<sup>3</sup> объема ванны электроосаждения, на 1 м<sup>2</sup> площади проемов

Таблица 32

**Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от основных видов технологических процессов на участках подготовки деталей перед нанесением гальванопокрытий**

Наименование технологической операции	Выделившиеся в атмосферу вредные вещества	
	наименование	количество г/ч м <sup>2</sup> поверхности зеркала ванны
Удаление жировых загрязнений с поверхности деталей: в органических растворителях;  в нагретых растворах моющих средств (Т 70, 10°С)	уайтспирит	
	трихлорэтилен	78,60
	трифтортрилорэтан	86,40
	Препараты МЛ-51, МЛ-52 в пересчете на аэрозоль кальценированной соды, ТМС-31	73,44 5,76
Обезжиривание: химическое в слабых растворах щелочи при температуре менее 100°С электрохимическое в растворах щелочи очистка деталей с помощью ультразвука в растворах щелочи (температура 55±5°С)	Щелочь	1,60
	щелочь	39,60
	щелочь	39,60

<p>Травление химическое:  В концентрированных холодных и разбавленных нагретых растворах, содержащих соляную кислоту  В растворах, содержащих соляную кислоту концентрацией до</p> <p>200 г/л  200-250  250-300  300-350  350-500  500-1000</p>	<p>Водород хлористый  Водород хлористый  Водород хлористый</p>	<p>288,0  1,08  3,00  10,00  20,00  50,00  288,0</p>
<p>В концентрированных холодных и нагретых (температура не более 50°С) разбавленных растворах серной кислоты  в растворах щелочи при темпер. 50 С (травление алюминия, магния, и их сплавов, снятие окалины на титане, оксидирование стали, блестящее травление бронзы);  в растворах хромовой кислоты и ее солей при темп. более 50 С  в концентрированных растворах, содержащих хромовый ангидрид, при темп. более 50 С  в разбавленных растворах, содержащих азотную кислоту концентрацией:  до 100 г/л  более 100 г/л  в концентрированных растворах азотной кислоты</p>	<p>Кислота серная  щелочь  ангидрид хромовый  кислота азотная  окиси азота  кислота фосфорная</p>	<p>25,30  198,00  0,02  36,00  0,07  1,62  4,98  23,22</p>
<p>В концентрированных холодных и нагретых разбавленных растворах, содержащих ортофосфорную кислоту;</p>	<p>кислота фосфорная</p>	<p>2,20</p>
<p>в растворах, содержащих фтористоводородную кислоту и ее соли, концентрацией:  до 10 г/л  10-20  20-50  50-100  100-150  150-200  выше 200 г/л</p>	<p>водород фтористый</p>	<p>1,04  5,00  10,00  18,00  36,00  42,00  72,00</p>
<p>Химическая обработка деталей в растворах, содержащих концентрированные серную и</p>	<p>кислота серная,  кислоты азотная,</p>	<p>26,20</p>

азотную кислоты (травление меди, снятие травильного шлама и др.)	оксиды азота	1,62 0,16
Снятие травильного шлама в нагретых растворах щелочи	щелочь	39,60
Активация: в растворах, содержащих соляную кислоту, концентрацией до 200 г/л ; в растворах содержащих концентрированную соляную кислоту; в растворах серной кислоты, концентрацией до 100 г/л; в растворах серной кислоты, концентрацией до 180-200 г/л; в растворах содержащих концентрированную азотную кислоту; в растворах содержащие цианистые соли, концентрацией 100 г/л	водород хлористый водород хлористый кислота серная кислота серная кислота азотная оксиды азота водород цианистый	1,08 288,00 0,700 25,200 4,98 26,22 5,40
Снятие контактной меди: в растворах, содержащих хромовый ангидрид, концентрацией 250-300 г/л в растворах, содержащих надсернистый аммоний, концентрацией до 300 г/л	хромовый ангидрид аммиак	36,00 9,13
Снятие кадмия в растворах, содержащих нитрат аммония, концентрацией: 100-150 400-550	аммиак	4,56 13,69
Снятие никеля и серебра в растворах, содержащих концентрированную серную кислоту	растворимые соли кислота серная	0,15 25,20
Снятие хрома, окисного покрытия стали в растворах соляной кислоты, концентрацией менее 200 г/л	водород хлористый	1,08
Снятие хрома и олова в растворах щелочи	щелочь	11,00
Снятие цинка в растворах серной кислоты, концентрацией 50-100 г/л	кислота серная	0,70
Снятие окисно-фторидного покрытия алюминия в растворах содержащих азотную кислоту	кислота азотная оксиды азота	1,38 7,83

Снятие окисно-фторидного покрытия алюминия в растворах щелочи	щелочи	0,20
Снятие серебряного покрытия из сплава серебро-сурьма, палладиевого покрытия в концентрированных растворах серной кислоты	кислота серная кислота азотная оксиды азота	25,20 0,80 4,58
Осветление меди и его сплавов: в растворах хромового ангидрида, концентрацией 40-30 г/л в растворах азотной кислоты в растворах содержащих азотную и плавиковую кислоту в растворах содержащих хромовый ангидрид, концентрацией 90-100 г/л	ангидрид хромовый кислота азотная оксиды азота окислы азота водород фтористый ангидрид хромовый	0,02 1,62 9,16 9,70 5,62 0,60
Осветление цинкового покрытия: в разбавленных растворах азотной кислоты концентрацией до 100 г/л в растворах, содержащих хромовый ангидрид, концентрацией 100-150 г/л в растворах, содержащих тринатрийфосфат, концентрацией 55-65 г/л	кислота азотная оксиды азота ангидрид хромовый щелочь	0,07 0,60 1,08
Осветление кадмиевого покрытия: в разбавленных растворах азотной кислоты при концентрации до 100 г/л в растворах, содержащих хромовый ангидрид, концентрацией 150-160 г/л	кислота азотная оксиды азота ангидрид хромовый	0,07 0,62
Осветление покрытий из титана в растворах, содержащих азотную кислоту, концентрацией 350-450 г/л и плавиковую кислоту, концентрацией 20-30 г/л	кислота азотная оксиды азота водород фтористый	4,98 26,22 10,00
Осветление покрытий из магния в растворах плавиковой кислоты, концентрацией 350-375 г/л	водород фтористый	72,00
Полирование химическое: в концентрированных растворах ортофосфорной кислоты при темп. менее 50С в концентрированных нагретых растворах ортофосфорной кислоты темп. более 50С	фосфорная кислота кислота серная	2,20 18,00 25,20

в нагретых разбавленных растворах содержащих серную кислоту		
Электрополирование: в концентрированных растворах ортофосфорной кислоты в растворах содержащих хромовую кислоту или хромовый ангидрид, концентрацией 30-60 г/л в растворах, содержащих серную кислоту, концентрацией более 150 г/л в цианистых растворах	фосфорная кислота ангидрид хромовый кислота серная водород цианистый	18,00 7,20 25,20 16,80
Нейтрализация после электрополирования: в щелочном растворе, при концентрации кальценорованной соды 50-100 г/л в аммиачном растворе	щелочь аммиак	1,08 0,80
Пассивированный легированных сталей, меди и ее сплавов: в растворах, содержащих хромовый ангидрид, концентрацией 145-155 г/л в подогретых растворах азотной кислоты, концентрацией 280-500 г/л в растворах хромового ангидрида	ангидрид хромовый кислота азотная оксиды азота ангидрид хромовый	0,60 4,98 28,22 0,60
Пассивирование цинка, кадмия: в растворах содержащих бихромат натрия, калия, концентрацией: 15-25 25-35 100-150 в растворах, содержащих хромовый ангидрид, концентрацией 150-200 в растворах содержащих ликонды 2А, 1Б в растворах содержащих ликонду 21 в растворах содержащих ликонду 22А, 22Б и азотную кислоту в растворах содержащих ликонду 31, хромовый ангидрид, кислоту уксусную в растворах содержащих ликонду 25 в растворах содержащих ликонду 41, натрий муравьиной кислоты	ангидрид хромовый ангидрид хромовый ликонда 2 А в пересчете на бихромат натрия кислота азотная оксиды азота ликонда 31 в пересчете на муравьиный натрий Ангидрид хромовый	0,002 0,02 0,60 0,65 0,0648 0,0648 0,1 0,072 0,062 0,286 0,03

Декапирование электрохимическое в растворах серной кислоты	серная кислота	25,20
Декапирование в цианистых растворах: химическое электрохимическое	водород цианистый	5,40 19,80
Химическая обработка металлов в антикоррозионном, пассивирующем, травильном растворах, содержащих нитрат натрия концентрацией: 100-150 50-150 600-800	оксиды азота	13,00 6,70 36,80
Образование гидридной пленки на титане: в растворах концентрированной соляной кислоты при темп. 50С в концентрированных растворах серной кислоты промывка в этиленгликоле	водород хлористый кислована серная этиленгликоль	288,00 25,20 19,44
Гидридно-цинкатная обработка титана	водород фтористый	72,00
Ингибирование	Ингибитор И-1	0,29
Промасливание	масло веретенное	0,05

Таблица 33

**Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от основных видов технологического процессов нанесения гальванических покрытий**

Наименование технологической операции	Выделяющиеся в атмосферу вредные вещества	
	наименование	количество г/ч м <sup>2</sup>
Электрохимическая обработка металлов в растворах содержащих хромовую кислоту концентрацией 150-300 г/л, при силе тока = 1000а (хромирование, анодное декапирование, снятие меди и др.)	ангидрид хромовый	36,00
То же в растворах, содержащих хромовую кислоту концентрации 30-60 г/л (электрополирование, стали и др.)	ангидрид хромовый	7,20
То же, в растворах, содержащих хромовую кислоту концентрации 30-100 г/л. При силе тока 1-50, а также химическое оксидированные алюминия, магниевые сплавы и др.	ангидрид хромовый	3,60

Химическая обработка стали в растворах, хромовой кислоты и ее солей при темп. более 50 С (пассивация, травление, снятие оксидной пленки, наполнение в хроминке и др.)	ангидрид хромовый	0,02
Химическая обработка металлов в растворах хромой кислоты и ей солей при темп. ниже 50С (осветление, пассивация и др.)	ангидрид хромовый	0,002
Цинкованные: в растворах, содержащих аммоний хлористый концентрации 180-240 г/л, цинк хлористый ликонды	аммиак	6,34
в растворах, содержащих цинк сернокислый, цинк хлористый, аммоний хлористый (180-200 г/л), кислоту борную, ДХТИ-102	аммиак кислота борная	6,34 0,022
в растворах, содержащих цинк хлористый, калий хлористый, кислота борную, лимедын-10, НЦ-20	калий хлористый кислота борная	2,38 0,0073
в растворах, содержащих щелочь, оксид цинка и лимеды НБЦ-0,1 НБЦ-Н	щелочь	39,60
в растворах, содержание аммиачных хлористый (220-250 г/л) оксид цинка, кислоту борную, препарат СС-20	аммиак кислота борная	6,34 0,0078
в растворах, содержащих цинк, хлористый калий хлористый, кислоту борную, лимеды СС-10, ОЦ-20	калий хлористый кислота борная	2,38 0,022
в растворах содержащие цианистые соединения	водород цианистый	5,40
в растворах содержащих хлористый аммоний	аммиак	6,34
цинкование кислое	цинк сернокислый	10,44
цинкование контактное в растворах, содержащих натрий пирофосфорнокислый	натрий пирофосфат в пересчете на фосфорную кислоту	8,49
цинкатная обработка алюминия в концентрированных растворах щелочи при темп.18-25С	щелочь	198,0
Кадмирование: в цианистых растворах	водород цианистый	19,80
в растворах, содержащих кадмий сернокислый, аммоний сернокислый, борную кислоту, ДАТИ-203А, ДХТИ-203Б	кадмий сернокислый Аммиак кислота борная	0,162 1,370 0,022

в растворах, содержащих окись кадмия, серную кислоту, ликонду ВК-10	кислота серная	0,30
Оловянирование: щелочное	щелочь	39,60
кислое, при темп.20С	олово сернокислое кислота серная	0,64 0,30
кислое при темп.40-50С	олово сернокислое кислота паросульфоновал	0,83 1,66
химическое, в горячих растворах, содержащих тиомочевину, концентрацией 35-45 г/л	тиомочевина	0,29
химическое в горячих растворах, при концентрации тиомочевин 80-90г/л	тиомочевина	0,29
Оплавление оловянного покрытия	глицерин	6,00
Консервация	Канифоль спирт этиловый	4,66 11,70
нейтрализация в растворе соды	сода кальцинированная	0,003
обработка в растворе восстановителя	гиносульфит натрия	0,500
Обработка растворе тиосульфата	тиосульфит натрия	0,250
медление	калий-натрий виннокислый	0,016

Таблица 34

**Выделение вредных веществ при изготовлении деталей из термопластов**

Виды обработки и технологическое оборудование	Номинальный объемный расход аспирационного воздуха, м <sup>3</sup> /ч	выделение вредного вещества		
		наименование	количество	
			на единицу времени работы оборудования, г/с	на единицу массы перерабатываемого материала, г/кг
Расточное устройство типа РО55-87	650	пыль		1,0
Переработка отходов: ленточными и дисковыми пилами (органическое стекло) ) мельницами (полистирол) роторными измельчителями типа ИПР: 100-1-А 150	1150		0,243	
			0,15	
			0,017	
			0,043	
			0,303	1,5
			0,664	1,5
			1,5	

300 прочими дробилками линия гранулирования типа ЛГТВ-90-200	1250	оксид углерода хлористый винил пыль пары стирола	0,0275 0,01 0,034 0,008	0,54 0,23
Сушильные камеры и термостаты сырья: из полистирола и его сополимеров из полиэтилена и проипропилена и з полиметилметакрил отов	900	стирол уксусная кислота		0,028 0,85 2,12
Литье термостатов в машинах с объемом выпрыска см <sup>3</sup> до 200 из полистирола и его сополимеров из полиэтилена и полипропилена	350	стирол оксид углерода уксусная кислота окись углерода непредельные углеводороды	0,00097 0,00083 0,0021 0,00097 0,0018 0,0069	0,4 0,3 1,7 1,0 1,1 6,0

## **Методика расчета выбросов вредных веществ в атмосферу при работе с пластмассовыми материалами**

### **1. Общие положения**

1. Настоящая методика расчета выбросов вредных веществ в атмосферу применяется при работе с пластмассовыми материалами (далее - методика) разработана в целях проведения инвентаризации и нормирования выбросов промышленных предприятий, использующих процессы производства, обработки, литья и сварки пластмасс.

2. Методика применяется при нормировании выбросов предприятий различных отраслей промышленности.

### **2. Обобщенный метод расчета выбросов**

3. Максимально-разовый выброс в процессе переработки пластмасс рассчитывается по формуле:

$$Q_i = \frac{q_i \times M \times 10^3}{T \times 3600},$$

г/с (1)

где  $q_i$  - показатели удельных выбросов  $i$ -того загрязняющего вещества на единицу перерабатываемой пластмассы, г/кг,

$M$  - количество перерабатываемого материала, т/год;

$T$  - время работы оборудования в год, часов.

4. В тех же обозначениях, валовый выброс  $i$ -того загрязняющего вещества рассчитывается по формуле:

$$M_i = Q_i \times 10^{-6} \times T \times 3600,$$

т/год (2)

5. Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от производства изделий из пластмасс на различных технологических операциях, приведены в таблице 1 согласно приложению к настоящей Методике. Данные для прессования реактопластов на гидравлических прессах приведены для режимов прессования с подпрессовками. Для режимов без подпрессовок принимается 2/3 от приведенных данных.

### **3. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от литья полиэтилена**

6. При литье полиэтилена выделяются органические кислоты (в пересчете на уксусную кислоту), СО, пыль полиэтилена. Показатели удельных выбросов загрязняющих веществ при литье полиэтилена определяются из таблицы 2 согласно приложению к настоящей Методике,

### **4. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от литья полипропилена**

7. При литье полипропилена выделяются органические кислоты (в пересчете на уксусную кислоту), СО, пыль полипропилена. Показатели удельных выбросов загрязняющих веществ при литье полипропилена определяются из таблицы 3 согласно приложению к настоящей Методике.

### **5. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от литья полистирола**

8. При литье полистирола выделяются стирол, СО, пыль полистирола. Показатели удельных выбросов загрязняющих веществ при литье полистирола определяются из таблицы 4 согласно приложению к настоящей Методике.

### **6. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от литья полиамида**

9. При литье полиамида выделяются метиловый спирт, аммиак, СО, пыль полиамида. Показатели удельных выбросов загрязняющих веществ при литье полиамида определяются из таблицы 5 согласно приложению к настоящей Методике.

#### **7. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от литья пластика АБС**

10. При литье пластика АБС выделяются СО и дибутилфталат. Показатели удельных выбросов загрязняющих веществ при литье пластика АБС определяются из таблицы 6 согласно приложению к настоящей Методике.

#### **8. Расчет выбросов при производстве формальдегидных смол**

11. При производстве фенолформальдегидных смол значительная часть выбросов приходится на метанол - 83%, что составляет 8,925 кг/т. Метанол присутствует в формалине (исходное сырье) в качестве стабилизатора. Производство формальдегидных порошков также характеризуется выбросами в атмосферу фенола, формальдегида, метанола и органической пыли, которая и составляет наибольшую (90% или 3,16 кг/т) долю в выбросах. При производстве волокнита в газовых выбросах содержатся фенол и органическая пыль.

В таблицах 7, 8, 9 согласно приложению к настоящей Методике приведены данные о выбросах наиболее опасных загрязняющих веществ в атмосферу. Данные были получены в результате инструментальных замеров на ряде предприятий по производству пластмасс.

#### **9. Расчет выбросов при механической обработке пластмасс**

12. При механической обработке пластмасс значительная часть выбросов приходится на органическую пыль. Показатели удельных выбросов пыли определяются из таблицы 10 согласно приложению к настоящей Методике.

#### **10. Расчет выбросов при производстве упаковки из пенополистирола**

13. При производстве упаковки из пенополистирола на всех технологических операциях в атмосферу выделяется изопентан. Показатели удельных выбросов изопентана определяются из таблицы 11 согласно приложению к настоящей Методике.

#### **11. Расчет выбросов при резке пластиковых окон из ПВХ**

14. При сварке деталей пластиковых окон из ПВХ в атмосферу выделяются СО и винил хлористый.

15. Валовой выброс загрязняющих веществ определяется по формуле:

$$M_i = q_i \times N,$$

т/год (3)

где  $q_i$  - удельное выделение загрязняющего вещества, на 1 сварку,

N - количество сварок в течение года.

16. Максимально-разовый выброс загрязняющих веществ определяется по формуле:

$$Q_i = \frac{M_i \times 10^6}{T \times 3600},$$

г/сек (4)

где T - годовое время работы оборудования, часов.

17. Удельное выделение загрязняющих веществ на одну сварку определяется из таблицы 12 согласно приложению к настоящей Методике.

### Таблицы удельных выбросов вредных веществ в атмосферу при работе с пластмассовыми материалами

Таблица 1 - Удельные выбросы вредных веществ в атмосферу от производств по переработке пластмасс

Наименование технологической операции	Перерабатываемый материал	Выделяющиеся вредные вещества	
		наименование	показатель удельных выбросов, г/кг, $q_i$
Прессование реактопластов на гидравлических прессах	Фенопласт на основе смолы СФ 010	Фенол	0,50
	Фенопласт на основе смолы СФ 337	Фенол	0,70
	Фенопласт на основе смолы СФ 330	Фенол	1,00
	Фенопласт на основе смолы СФ 342 (кроме СП)	Фенол	2,00
	Фенопласт на основе смолы СФ 342, тип СП	Фенол	0,80
	Фенопласт на основе смолы СФ 090	Фенол	2,50
	Волокнит на основе смолы СФ 301	Фенол	1,20
	Стекловолокнит	Фенол	1,50
	Аминопласты	Формальдегид	0,50

Предварительный подогрев реактопластов в установках ТВ4	Фенопласт на основе смолы СФ 090	Фенол	0,15
	Фенопласт на основе смолы СФ 010	Фенол	0,20
	Фенопласт на основе смолы СФ 337	Фенол	0,25
	Фенопласт на основе смолы СФ 330	Фенол	0,40
	Фенопласт на основе смолы СФ 342 (кроме СП )	Фенол	0,20
	Фенопласт на основе смолы СФ 342, тип СП	Фенол	0,50
	Волокнит на основе смолы СФ 301	Фенол	0,30
	Аминопласты	Формальдегид	0,20
Таблетирование прессматериалов ротационными машинами	Порошки фенопластов и аминопластов	Пыль фенопластов и аминопластов	9,00
Литье под давлением термопластов	Полиэтилен	Органические кислоты в пересчете на уксусную	0,40
		Углерода оксид (II)	0,80
	Полипропилен	Органические кислоты в пересчете на уксусную	1,50
		Углерода оксид (II)	1,00
	Полистирол	Стирол	0,30
	Сополимеры стирола	Стирол	0,10
	Полиамиды	Аммиак	2,00
		Углерода оксид (II)	1,00
	Этролы (пластик АБС)	Дибутилфталат	0,40
	ПВХС-70-59М	Винилхлорид	0,01
Дифлон	Фенол	0,10	
Полиметиллитакрилат	Метилметакрилат	0,50	
Экструзия рукавной пленки	Полиэтилен	Органические кислоты в пересчете на уксусную	0,35
		Углерода оксид (II)	0,50
Экструзия туб	Полиэтилен	Органические кислоты в пересчете на уксусную	0,50
		Углерода оксид (II)	0,25
	ПВХ блочный с добавкой свинца (9 весовых частей )	Винилхлорид	0,02
		Свинец	0,01
Экструзия листа	Полистирол	Стирол	0,42
		Углерода оксид (II)	0,30

Производство выдувных изделий	Полиэтилен	Органические кислоты в пересчете на уксусную	0,40
		Углерода оксид (II)	0,80
Гранулирование на базе экструдеров	Полиэтилен и пропилен	Органические кислоты в пересчете на уксусную	0,30
		Углерода оксид (II)	0,20
	Полистирол и сополимеры стирола	Стирол	0,05
		ПВХ	Винилхлорид
Полиамиды, этролы, дифлон	Углерода оксид (II)	0,50	
Растваривание сырья	Термопласты	Пыль термопластов	1,00
Дробление отходов на роторных измельчителях	Термопласты	Пыль термопластов	0,70

**Таблица 2 - Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ при литье полиэтилена**

Наименование загрязняющего вещества	Показатель удельных выбросов, г/кг, $q_i$
Органические кислоты	0,4
СО	0,8
Пыль полиэтилена	0,4

**Таблица 3 - Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ при литье полипропилена**

Наименование загрязняющего вещества	Показатель удельных выбросов, г/кг, $q_i$
Органические кислоты	1,7 (1,6; 1,5)
СО	1,0 (0,9)
Пыль полипропилена	0,4

**Таблица 4 - Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ при литье полистирола**

Наименование загрязняющего вещества	Показатель удельных выбросов, г/кг, $q_i$
Стирол	0,3
СО	0,5
Пыль полистирола	0,6

**Таблица 5 - Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ при литье полиамида**

Наименование загрязняющего вещества	Показатель удельных выбросов, г/кг, $q_i$
Метиловый спирт	0,5
Аммиак	2,0

СО	1,0
Пыль полиамида	0,5

**Таблица 6 - Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ при литье пластика АБС**

Наименование загрязняющего вещества	Показатель удельных выбросов, г/кг, $q_i$
СО	1,0
Дибутилфталат	0,4

**Таблица 7 - Удельный показатель выбросов метанола при производстве формальдегидных смол**

Наименование загрязняющего вещества	Показатель удельных выбросов, г/кг, $q_i$
Метанол	8,92

**Таблица 8 - Удельные показатели выбросов фенола от отдельных источников при производстве формальдегидных смол**

Оборудование, операция	Показатель удельных выбросов, г/кг, $q_i$
Воздушка от ВСА	
подогрев	0,005
конденсация	0,078
охлаждение	0,005
Воздушка емкости с фенолом	
в состоянии покоя	0,77
при закачивании	8,9
Воздушка от вакуумнасосов (стадия сушки)	23,0
Местная вытяжка от нейтрализатора	1,86
Общеобменная вытяжка	13,7
Местная вытяжка	
при дозировке	0,8
при подогреве	0,8
при конденсации	0,8
при охлаждении	0,57

**Таблица 9 - Удельные показатели выбросов формальдегида от отдельных источников при производстве форм альдегидных смол**

Оборудование, операция	Показатель удельных выбросов, г/кг, $q_i$
Воздушка от ВСА	
подогрев	0,05
конденсация	0,92
охлаждение	0,05

Воздушка емкости с формальдегидом	
в состоянии покоя	0,009
при закачивании	0,2
Воздушка от вакуумнасосов (стадия сушки)	652,8
Местная вытяжка от нейтрализатора	2,8
Общеобменная вытяжка	2,1
Местная вытяжка	
при дозировке	8,58
при подогреве	0,008
при конденсации	0,03
при охлаждении	0,25

**Таблица 10 - Удельные показатели выбросов пыли от отдельных операций при механической обработке пластмасс**

Вид механической обработки	Перерабатываемый материал	Пылевыведение, г/кг	
		изделия массой	изделия массой от до
Токарные работы	Фенопласты, аминопласты, волокниты, стекловолокниты	7,00	11,00
Сверление	Фенопласты, аминопласты, волокниты, стекловолокниты	8,00	12,00
Зачистка на наждачном круге	Фенопласты, аминопласты, волокниты, стекловолокниты	-	13,00
Крацовка	Фенопласты, аминопласты, волокниты, стекловолокниты	2,00	2,50
Полировка	Фенопласты, аминопласты, волокниты, стекловолокниты	1,00	1,50

**Таблица 11 - Удельные показатели выбросов изопентана от технологических операций при производстве упаковки**

Наименование технологической операции	Показатель удельных выбросов, г/кг, $q_i$
Предвспенивание	1,50
Выдержка в силосах	0,15
Формование	0,75

**Таблица 12 - Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ при резке пластиковых окон из ПВХ**

Наименование загрязняющего вещества	Показатель удельных выбросов, г/сварку, $q_i$
СО	0,009

## **Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от предприятий цементного производства**

### **1. Общие положения**

Настоящая методика разработана с целью установления единых подходов к нормированию выбросов загрязняющих от предприятий цементного производства.

В данной методике рассмотрены следующие основные группы топливо потребляющих агрегатов, при работе которых в атмосферу выбрасывается газообразные вредные вещества:

1. Вращающиеся печи, работающие по мокрому способу производства цемента:

печи диаметром  $< 4\text{м}$ ;

печи диаметром  $> 4\text{м}$ .

2. Вращающиеся печи, работающие по сухому способу производства цемента:

печи диаметром  $4\times 60\text{ м}$  с запечным циклонным теплообменником без утилизации тепла отходящих газов;

печи диаметром  $7,6/6,4\times 95\text{ м}$  с запечным циклонным теплообменником с утилизацией тепла отходящих газов в сырьевых мельницах;

печи диаметром  $4\times 60\text{ м}$  и  $4,5\times 60\text{ м}$  с конвейерным кальцинатором;

печи диаметром  $4,5\times 80\text{ м}$  с запечным циклонным теплообменником и декарбонизатором с утилизацией тепла отходящих газов в сырьевых мельницах.

3. Сушильные барабаны различных типоразмеров, мельницы с одновременной сушкой и помолом сырьевых материалов и добавок.

В цементной промышленности при обжиге клинкера в обжиговых печах сухого и мокрого способов производства, при сушке и помоле с одновременной сушкой сырьевых материалов и добавок выделяются газообразные вредные вещества: оксиды серы, азота и углерода.

При контроле за выбросами вредных веществ в атмосферу применяется инструментальные методы, замеры и расчеты проводятся согласно по методике выполнения измерений к соответствующему газоанализатору. В случае невозможности проведения прямых измерений допускается использование расчетных (балансовых) методов определения выбросов.

## 2. Расчет количества отходящих газов, выбрасываемых в атмосферу

4. Определение количества отходящих газов от топливопотребляющих агрегатов производится методом прямого измерения в соответствии с действующей методикой измерения скорости и объема газов в газоходе в соответствии с Государственным стандартом Республики Казахстан СТ РК 1052-2002.

В случае невозможности проведения прямых измерений допускается использование расчетных методов.

Теоретически количество отходящих газов рассчитывается исходя из материального баланса печной установки. Материальный баланс составляется на 1 кг клинкера.

Выход отходящих газов на клинкера рассчитывается по формуле:

$$V^{d/a} = V_{CO_2} + V^s_a + V_{H_2O} = (V^m_{CO_2} + V^l_{CO_2}) + V^m_{CO_2} + V^m_{SO_2} + V^m_{N_2} + V^m_{O_2} + (V^m_{H_2O} + V^l_a + V^l_{H_2O})$$

(2.1)

$$V^s_a$$

- суммарный выход газов от топлива, м<sup>3</sup>/кг клинкера;

$$V^m_{CO_2}$$

$$V^m_{SO_2}$$

$$V^m_{N_2}$$

$$V^m_{O_2}$$

- содержание соответствующих элементов в горючей массе топлива, м<sup>3</sup>/кг клинкера;

$$V_{CO_2}$$

- суммарный выход CO<sub>2</sub>, м<sup>3</sup>/кг клинкера;

$$V^m_{CO_2}, V^l_{CO_2}$$

- выход CO<sub>2</sub> из топлива и сырьевых материалов, м<sup>3</sup>/кг клинкера;

$V_{H_2O}$  - суммарный выход H<sub>2</sub>O, м<sup>3</sup>/кг клинкера;

$$V^l_a$$

- выход гидратной воды сырьевых материалов, м<sup>3</sup>/кг клинкера;

$$V^m_{H_2O}$$

и

$$V^l_{H_2O}$$

- выход физической воды из топлива и сырьевых материалов, м<sup>3</sup>/кг клинкера;

Для упрощения расчетов при определении объема продуктов сгорания (с 10% избытком воздуха), выделяющихся в результате сгорания топлива в расчете на 1000 ккал используется формула,

$$V_{\alpha}^{i\partial\partial} = \left( \frac{Q}{1000} \times K \right) + V_{CO_2}^i + V_{H_2O}^i + V_{\alpha}^i$$

, м<sup>3</sup>/кг

Все расчеты выполняются для определения количества отходящих газов за обрезом печи.

### 3. Расчет выбросов оксидов азота, серы и углерода в атмосферу

#### 5. Расчет выбросов оксидов азота.

Высокая токсичность оксидов азота, присутствующих в сравнительно больших количествах в отходящих газах агрегатов цементной промышленности, ставит их в один ряд с такими опасными загрязнителями воздушного бассейна, как твердые пылевые частицы и оксиды серы. Существенно, что перевод заводов на экологически более чистые виды топлива (например, с угля на природный газ), устраняющий целый ряд загрязнений, не приводит к снижению выбросов оксидов азота.

Монооксид азота NO в основном образуется при окислении азота воздухом под воздействием высоких температур в факеле сгорания топлива (термические оксиды), и в меньшей степени - из азотсодержащих органических веществ, находящихся в составе твердых и жидких топлив (топливные оксиды).

Решающее влияние на образование оксидов азота оказывают следующие факторы:  
температура факела;  
коэффициент избытка воздуха;  
температура вторичного воздуха;  
конструкция и положение горелочных устройств;  
вид используемого топлива.

Вследствие кинетических ограничений реакций разложения и дальнейшего окисления монооксида азота, содержание диоксида азота в его смеси с монооксидом непосредственно на выходе из агрегатов не превышает 5-7 об.% от суммы оксидов.

Замеры концентрации суммы оксидов азота (NO<sub>x</sub>) в отходящих газах осуществляется непосредственно на выходе из топливопотребляющих агрегатов, как правило, после очистных устройств и производится согласно действующих методик выполнения измерений, на момент проведения замеров.

При отсутствии возможности непосредственного измерения содержания оксидов азота на действующих заводах, а также для проектируемых и строящихся агрегатов

принимаются значения концентраций, приведенные в таблице 1 согласно приложений 1 к настоящей Методике.

Расчет максимального разового суммарного выброса оксидов азота (NO<sub>x</sub>) в атмосферу производится по формуле:

$$M_c^{NOx} = \frac{V \times c_{NOx}}{3600}$$

, г/с (3.1.1)

где V - объем отходящих газов, м<sup>3</sup>/ч; год

c<sub>NO<sub>x</sub></sub> - концентрация оксидов азота (NO<sub>x</sub>) в отходящих газах, г/м<sup>3</sup>.

Суммарный валовый выброс оксидов азота (NO<sub>x</sub>) в атмосферу производится по формуле:

$$M_{год}^{NOx} = \frac{3.6 \times M_c^{NOx} \times T}{1000}$$

, т/год (3.1.2)

где T - время работы топливопотребляющего агрегата (без учета времени розжига), ч/год.

При расчете загрязнения атмосферы следует учитывать полную или частичную трансформацию поступающих в атмосферу вредных веществ более токсичные. При определении выбросов оксидов азота (M<sub>NO<sub>x</sub></sub>) в пересчете на NO<sub>2</sub> для всех видов технологических процессов и транспортных средств, необходимо разделять их на составляющие: оксид азота (NO) и диоксид азота (NO<sub>2</sub>).

Коэффициенты трансформации принимаются на уровне максимальной установленной трансформации, т.е. 0.8 - для NO<sub>2</sub> и 0.13 - для NO от NO<sub>x</sub>. Тогда, отдельные выбросы будут определяться по формулам:

$$M_c^{NO_2} = 0.8 * M_c^{NOx} \text{ и } M_c^{NO} = 0.13 * M_c^{NOx}, \text{ г/с (3.1.3)}$$

$$M_{год}^{NO_2} = 0.8 * M_{год}^{NOx} \text{ и } M_{год}^{NO} = 0.13 * M_{год}^{NOx}, \text{ т/год (3.1.4)}$$

Пример расчета выбросов оксидов азота приведен в приложении 3 к настоящей Методике.

#### 6. Расчет выбросов оксидов серы.

Выброс оксидов серы зависит от содержания серы в топливе и сырье, и не зависит от конструкции горелки, типоразмера теплового агрегата и т.д.

Дымовые газы вращающихся печей содержат продукты сгорания горячей серы топлива (органической и колчеданной) в соответствии со следующим соотношением:

$$M_c^{SO_2} = 0.02 \times Bt \times S^r \times (1 - \eta_{SO_2}) - \frac{0.01 \times \varepsilon \times C_{K2O} \times B_s}{1.5}, \text{ г/с}$$

### (3.2.1)

где  $V_t$  - расход натурального топлива, г/с;

$S^P$  - содержание горячей серы в рабочей массе топлива, %;

$\eta$

$SO_2$  - доля оксидов серы, связываемых летучей золой, зависит от зольности топлива и содержания свободной щелочи в золе (по таблице 2) согласно приложений 1 к настоящей Методике;

$\varepsilon$

- первичная летучесть щелочей, принимает значение от 0.3 до 0.5; для получения верхней оценки и учета различных способов производства принимает - 0.3;

$C_{R2O}$  - содержание щелочей в сырье, %;

$V_s$  - расход сырья, г/с (по сухому веществу).

Первый член соотношения определяет количество оксида серы ( $SO_2$ ), образующегося от сгорания горячей серы топлива (органической и колчеданной) с учетом связывания его летучей золой топлива.

Второй член - учитывает наличие щелочей в сырьевых материалах, их летучесть и стехиометрию при образовании соединений с окислами серы.

Если второй член соотношения (3.2.1) больше первого, то содержание оксида серы в дымовых газах равно нулю. Пример расчета выбросов оксида серы приведен в в приложении 3 к настоящей Методике.

Валовый выброс оксида серы рассчитывается в том случае, когда второй член соотношения (3.2.1) меньше первого, по формуле:

$$M_{\text{зд}}^{SO_2} = \frac{3.6 \times M_c^{SO_2} \times T}{1000}, \text{ т/год}$$

### (3.2.2)

где  $T$  - время выделения оксида серы от источника или время работы оборудования, являющегося источником выброса вредных газообразных веществ (без учета времени розжига), ч/год.

#### 7. Расчет выбросов оксида углерода (CO).

При нормальном режиме работы топливопотребляющих агрегатов, правильной их эксплуатации своевременной профилактики, выброс газообразных вредных веществ в атмосферу может быть сведен к минимуму.

На эффективность горения топлива и, соответственно, на образование оксида углерода влияет много факторов, главным из которых является количество избыточного воздуха.

Если воздух подается в количестве меньше оптимального, то топливо сгорает не полностью и увеличивается выход дисперсных загрязнителей, т.к. возрастает количество несгоревшего углерода. Неадекватное количество избыточного воздуха также ведет к повышению выхода оксида углерода.

При полном сгорании топлива в дымовых газах концентрация оксида углерода должна быть незначительной.

Расчет максимального разового выброса оксида углерода в атмосферу производится по формуле:

$$M_c^{CO} = \frac{V \times c_{CO}}{3600}, \text{ г/с}$$

(3.3.1)

где V - объем дымовых газов, приведенный к 10% содержанию кислорода, м<sup>3</sup>/час;  
c<sub>CO</sub> - концентрация оксида углерода, приведенная к 10% содержанию кислорода, г/м<sup>3</sup>;

Валовый выброс оксида углерода в атмосферу производится по формуле:

$$M_{год}^{CO} = \frac{3.6 \times M_c^{CO} \times T}{1000}, \text{ т/год}$$

(3.3.2)

где T - время выделения оксида углерода от источника или время работы оборудования, являющегося источником выброса вредных газообразных веществ (без учета времени розжига), ч/год.

#### 4. Расчет выбросов твердых частиц (пыли) в атмосферу

8. Концентрации пыли в потоке загрязняющего газа определяются по действующим методикам. В отдельных случаях допускается принимать усредненные показатели выбросов, приведенные в таблице 3 согласно приложений 1 к настоящей Методике.

Расчет количества загрязняющих веществ (кг/ч), поступающих в атмосферу при производстве цемента ведется по формуле:

$$Q = \frac{V \times c}{1000}, \text{ кг/ч}$$

(4.1.)

где V - объем загрязняющего газа, м<sup>3</sup>/ч;

c - концентрация пыли в потоке загрязняющего газа, г/м<sup>3</sup>, или замеры по таблице 3 согласно приложений 1 к настоящей Методике.

Валовый выброс загрязняющего вещества (т/год) определяется по формуле:

$$M_{год} = \frac{Q \times T}{1000}, \text{ т/год}$$

(4.2)

где T - время выделения вещества из источника (для вращающихся печей без учета времени розжига), ч/год.

Максимальный разовый выброс загрязняющего вещества (г/с) определяется по формуле:

$$M_c = \frac{Q \times 1000}{3600}, \text{ г/с}$$

(4.3)

Если известны удельные значения выбросов, т.е. количество выбрасываемых веществ на единицу производственной продукции, то выброс загрязняющего вещества в единицу времени (час, год) определяется по формуле:

$$M = N \times q, \text{ (4.4)}$$

где N - количество продукции, производимой в единицу времени;

q - количество загрязняющего вещества, выделяющегося при производстве единицы продукции, рассчитывается по таблице 3 согласно приложений 1 к настоящей Методике для различных источников.

## **5. Особенности расчета выбросов при розжиге цементных вращающихся печей**

9. Нормативными документами с целью защиты воздушного бассейна от загрязнений при проектировании и эксплуатации цементных заводов предписан учет вредных газопылевых выбросов. Временной инструкцией при розжиге печей допускаются сравнительно непродолжительные по времени выбросы, превышающие средние в нормальных эксплуатационных режимах. Эти вредные выбросы предусмотрены технологическим регламентом и не относятся к аварийным.

Залповые выбросы, как сравнительно непродолжительные и обычно во много раз превышающие по мощности средние выбросы, присущи многим производствам. Их наличие предусматривается технологическим регламентом и обусловлено проведением отдельных (специфических) стадий определенных технологических процессов (например, очистка поверхностей котлов и пусковые операции на котлах в теплоэнергетике, стадия розжига в производственных печах, стадии продувки и подтопки в конверторах, взрывные работы и др.).

Как показывает анализ технологических регламентов различных производств, качественные показатели параметров залповых выбросов и, в первую очередь, разовых (г/с) и валовых (т/год) поступлений вредных веществ в атмосферу существенно отличаются от аналогичных характеристик при штатном режиме работы оборудования.

Диапазон значений отношения максимальных разовых выбросов (г/с) при залповой и штатной ситуациях весьма широк и может изменяться от 3.0 до 3000.

В целом ряде случаев продолжительность залповых выбросов составляет менее 20 мин., что несколько нивелирует количественные различия в разовых выбросах при рассматриваемых ситуациях.

Увеличение валовых выбросов (т/год) за счет залповых ситуаций в основном менее значимо, т.к. продолжительность этих ситуаций изменяется от 30-60 с до нескольких часов, и периодичность в среднем - от 2-3 до 12-20 раз в год.

В связи с выше изложенным, определение численных критериев отнесения выбросов к категории "залповых" должно осуществляться в разрезе конкретных подотраслей промышленности на основе анализа результатов инвентаризации выбросов и дополнительных материалов, предназначенных для установления технических нормативов выбросов, исходя из описаний технологических регламентов работы оборудования.

В каждом из случаев залповые выбросы - это необходимая на современном этапе развития технологии составная часть (стадия) того или иного технологического процесса (производства), выполняемая, как правило, с заданной периодичностью (регулярностью).

При работе печей обжига на предприятиях по производству цемента, глинозема, огнеупоров, соды, поташа и др. время от времени повторяется стадия "розжига", когда из-за взрывоопасной концентрации оксида углерода на период времени порядка 30 мин. 1 час отключаются пылеулавливающие установки. В это время выбросы в атмосферу пыли и оксида углерода существенно возрастают. Значительные выбросы возникают на газодобывающих месторождениях при продувке скважин.

При установлении ПДВ залповые выбросы подлежат учету на тех же основаниях, что и выбросы различных производств (установок и оборудования), функционирующих без залповых режимов. При этом следует подчеркнуть, что при установлении ПДВ должна рассматриваться наиболее неблагоприятная ситуация (с точки зрения загрязнения атмосферного воздуха), характеризующаяся максимально возможными выбросами загрязняющих веществ как от каждого источника в отдельности (при работе в условиях полной нагрузки и при залповых выбросах), так и от предприятия в целом с учетом нестационарности во времени выбросов всех источников и режимов работы предприятия.

При наличии залповых выбросов расчеты загрязнения атмосферы проводятся для двух ситуаций: с учетом и без учета залповых выбросов.

Результаты первого расчета отражают возможные уровни приземных концентраций с учетом залповых выбросов, которые могут формироваться в течение непродолжительного периода времени (в основном, соизмеримого со временем действия залпового выброса).

В целом ряде случаев фиксируемые при этом уровни загрязнения воздуха отдельными примесями превышают действующие критерии качества атмосферного воздуха. В этих случаях требуемое качество атмосферного воздуха может быть обеспечено за счет уменьшения количества отходящих веществ во время залповых выбросов от отдельных источников данного предприятия и мероприятий организационного характера, проводимых в масштабе предприятия и города в целом. Например, изменение графика работы таким образом, чтобы технологические операции с большими выбросами выполнялись в разное время; строительство и оборудование новых промплощадок для рассредоточения источников выбросов предприятия; снижение выбросов на соседних предприятиях; перемещение в другие районы города мелких предприятий, находящихся вблизи рассматриваемого и т.д. В частности, для снижения концентрации загрязняющих веществ до ПДК, при возможности организованного управления стадиями технологического процесса (режима работы оборудования), может назначаться специальное время, когда все или большинство из нормально функционирующих источников выбросов (машин и оборудования) данного предприятия (соседних предприятий) имеют перерыв в работе (с момента окончания одного рабочего дня до начала другого) и в течение которого допускаются залповые выбросы.

Проведение залповых выбросов в специально выделенное для этого время иногда позволяет обеспечить не превышение критериев качества атмосферного воздуха. В этом случае установление нормативов ПДВ для таких залповых источников выбросов и всех других источников производится обычным образом, на основании расчетов загрязнения атмосферного воздуха для предприятия в целом на основе многовариантных расчетов.

Однако, следует отметить, что реальность снижения залповых выбросов незначительна.

Поэтому в этих случаях рассматривается другая ситуация, когда проводится основной расчет загрязнения атмосферы на наихудшие условия выбросов всех источников предприятия (с учетом их нестационарности во времени) без источников залповых выбросов.

Для этой ситуации при разработке предложений по нормированию выбросов для каждого вредного вещества, поступающего в атмосферу при залповых выбросах, определяется тот же норматив, который был предложен для этого вещества по результатам основного расчета загрязнения атмосферы.

#### 10. Принципиальные особенности процесса розжига.

Периодом розжига считается время от воспламенения факела до вывода печи на стационарный (эксплуатационный) режим с расчетной производительностью. В этот период нагрев печи осуществляется путем медленного увеличения расхода топлива и воздуха вплоть до достижения в зоне спекания температуры, необходимой для

получения клинкера, после чего подается сырьевой материал. В дальнейшем расходы топлива и сырья постепенно доводятся до эксплуатационных значений, и печь выводится на стационарный режим. Полнота сгорания топлива в основном определяется условиями его смешения с воздухом. С увеличением расхода топлива процесс выгорания интенсифицируется, и при достижении в зоне спекания температуры футеровки, равной 650-700°C (температуре воспламенения топливно-воздушной смеси), существенно стабилизируется. С технологической точки зрения это соответствует переводу печи с периодических подворотов на постоянное вращение от вспомогательного привода. К моменту перевода печи на главный привод и началу ее стационарной загрузки материалом температура футеровки в зоне спекания превышает 1000°C, и условия для возникновения недожога полностью исчезают.

#### 11. Пуск электрофильтров в работу.

Подача высокого напряжения на электрофильтры не лимитируется условиями сжигания топлива (образованием продуктов недожога), а определяется точкой росы отходящих газов во избежание поверхностного электрического пробоя вследствие конденсации паров воды и сернистого ангидрида на стенках и опорно-проходных изоляторах.

В технологических регламентах вновь проектируемых заводов включение электрофильтров должно предусматриваться через 15-20 минут после перевода печи на главный привод и начала стационарной подачи сырья, т.е. при стабилизации режима выгорания факела после очередного увеличения расходов топлива и воздуха. Температура газов в обресе печи при этом должна быть не ниже 190-200°C для мокрого способа и 800-850°C - для сухого, а содержание кислорода - не ниже 5% в обресе печи для мокрого способа и 9% за последней ступенью теплообменника для сухого способа. Печи должны быть оборудованы автоматическими быстродействующими газоанализаторами на кислород.

#### 12. Выбросы пыли.

1) Проектируемые заводы. Включение электрофильтров непосредственно после подачи сырья исключает повышенный выброс пыли. Продолжительность выброса определяется промежутком времени от начала подачи сырья до окончания розжига. Концентрация пыли в отходящих газах на входе в электрофильтры остается такой же, как и в обычном эксплуатационном режиме печного агрегата данного типоразмера, а средний за время выброса расход отходящих газов составляет  $K_V^{\text{пыль}}=0.90$  от эксплуатационного значения.

Максимальная мощность выброса ( $M_c^{\text{пыль}}$ ) равна выбросу в эксплуатационном режиме и рассчитывается по формуле 4.1 настоящей методики.

Выброс пыли при розжиге в течение года рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{год}}^{\text{пыль}} = \frac{3.6 \times M_c^{\text{пыль}} \times T_p \times K_V^{\text{пыль}}}{1000}, \text{ т/год}$$

(5.3.1)

где  $T_p$  - суммарная продолжительность выбросов пыли при розжигах, ч/год.

Здесь и в дальнейшем продолжительность розжига или его отдельных стадий для проектируемых заводов принимается в соответствии с данными приведенными в приложении 2 к настоящей Методике для действующих заводов - по заводским инструкциям.

2) Действующие заводы. Согласно Правил эксплуатации и до оснащения печей газоанализаторами подачу высокого напряжения на электрофильтры допускается осуществлять после стабилизации режима работы печного агрегата. При этом за время от момента подачи сырья до включения электрофильтров могут происходить повышенные выбросы пыли с концентрацией во много раз превышающей эксплуатационные значения.

Максимальная мощность выброса ( $M_c^{\text{пыль}}$ ) рассчитывается по формуле 4.1 настоящей методики, при этом учитывается, что

$\eta$

- степень очистки газов в электрофильтрах со снятым напряжением равна 0.6 при скорости газов в сечении фильтра меньше 1 м/с и

$\eta$

= 0.5, при скорости газов в сечении фильтра больше 1 м/с.

Годовой выброс пыли с максимальной мощностью ( $M_c^{\text{пыль}}$ ) рассчитывается по формуле 5.3.1.

### 13. Выбросы оксидов азота.

Выбросы оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ) происходят в течение всего периода розжига. Средний по времени расход отходящих газов составляет  $K_V^{\text{NO}_x} = 0.75$ , а содержание  $\text{NO}_x$  в них  $K_C^{\text{NO}_x} = 0.7$  от соответствующих эксплуатационных значений.

Максимальная мощность  $M_c^{\text{NO}_x}$  выброса (в конце процесса розжига) рассчитывается по формуле 3.1.1, с учетом формулы 3.1.3 настоящей методики.

Суммарный годовой выброс  $M_{\text{год}}^{\text{NO}_x}$  при розжигах равен:

$$M_{\text{год}}^{\text{NO}_x} = \frac{3.6 \times M_c^{\text{NO}_x} \times T_p \times K_V^{\text{NO}_x} \times K_C^{\text{NO}_x}}{1000}, \text{ т/год}$$

(5.4.1)

где  $T_p$  - суммарная продолжительность розжиговых периодов, ч/год.

Разделение на составляющие (NO и NO<sub>2</sub>), проводится по формуле 3.1.4 настоящей методики.

#### 14. Выбросы оксидов серы.

Выбросы оксидов серы происходят при сжигании жидкого и твердого топлива в основном в период от воспламенения факела, до начала стационарной подачи сырья в печь. Средний за время выброса расход топлива для печей сухого и мокрого способа составляет соответственно  $K_{Bt} = 0.40$  и  $K_{Bt} = 0.55$  от эксплуатационных значений.

Максимальная мощность выбросов (непосредственно перед подачей сырьевого материала) рассчитывается по формуле:

$$M_c^{SO_2} = 0.02 * B_t * S' (1 - \eta'_{SO_2})$$

, г/с (5.5.1)

где все обозначения соответствуют обозначениям для формулы 3.2.1 настоящей методики.

Годовой выброс при розжигах составляет:

$$M_{год}^{SO_2} = \frac{3.6 \times M_c^{SO_2} \times T_p \times K_{Bt}}{1000}, \text{ т/год}$$

(5.5.2)

где  $T_p$  - суммарная продолжительность выброса оксидов серы за время розжигов, ч/год.

#### 15. Выбросы оксида углерода.

При строгом соблюдении требований к сжиганию топлива происходит практически полное его сгорание. Максимальное содержание оксида углерода в отходящих газах (в начале розжига)  $C_{CO}^{max} = 0.2\%$  (0.25 г/м<sup>3</sup>), а его среднее значение за весь период розжига составляет  $K_C^{CO} = 0.40$  от максимального. Столь низкая концентрация не ухудшает показатели пожаро - взрывобезопасности отходящих газов.

С учетом того, что средний по времени розжига расход отходящих газов составляет  $K_V^{CO} = 0.75$  от эксплуатационного значения, максимальная мощность и годовой выброс рассчитывается по формулам:

$$M_c^{CO} = \frac{V \times C_{CO}^{max}}{3600}, \text{ г/с}$$

(5.6.1)

$$M_{год}^{CO} = \frac{3.6 \times M_c^{CO} \times T_p \times K_V^{CO} \times K_C^{CO}}{1000}, \text{ т/год}$$

(5.6.2)

где  $T_p$  - суммарная продолжительность розжиговых периодов, ч/год.

Пример расчета выбросов вредных веществ при розжиге приведен в в приложении 4 к настоящей Методике.

## Таблицы значений и показателей

Таблица 1

**Содержание оксидов азота ( $NO_x$ ) в дымовых газах топливопотребляющих агрегатов цементной промышленности при нормальных условиях ( $T = 20^\circ C$ ,  $P = 760$  мм рт.ст.) и различном содержании кислорода**

Т и п агрегата	Способ производства	В и д топлива	Содержание ( $NO_x$ ), г/м <sup>3</sup>				
			Концентрация кислорода, %				
			8	9	10	11	12
Вращающаяся печь диаметром < 4м	мокрый	газ	0.354	0.327	0.3	0.273	0.245
		мазут	0.354	0.327	0.3	0.273	0.245
		уголь	0.708	0.654	0.6	0.546	0.492
Вращающаяся печь диаметром $\geq$ 4 м	мокрый	газ	0.59	0.545	0.5	0.454	0.409
		мазут	0.708	0.654	0.6	0.545	0.492
		уголь	0.885	0.818	0.7	0.682	0.614
Вращающаяся печь с запечным циклонным теплообменником без утилизации тепла отходящих газов	сухой	газ	0.472	0.436	0.4	0.364	0.327
		мазут	0.472	0.436	0.4	0.364	0.327
		уголь	0.59	0.545	0.5	0.454	0.409
Вращающаяся печь с запечным циклонным теплообменником с утилизацией		газ	0.354	0.327	0.3	0.273	0.245
		мазут	0.354	0.327	0.3	0.273	0.245
		уголь	0.472	0.436	0.4		0.327

й тепла отходящих газов	сухой					0.364	
Вращаю- щая печь с конвейерны м кальцината ром	сухой	газ	0.914	0.872	0.8	0.727	0.654
Вращаю- щая печь с запечным циклонным теплообмен ником и декарбониза тором	сухой	газ	0.236	0.218	0.2	0.182	0.163
Сушильные барабаны, мельницы с одновремен ной сушкой		газ	0.0012	0.0011	0.001	0.0009	0.0008
		мазут	0.0035	0.0032	0.003	0.0027	0.0024
		уголь	0.0059	0.0054	0.005	0.0045	0.0041

Таблица 2

**Значения**

$\eta$

**SO<sub>2</sub> при факельном сжигании различных видов топлива**

Наименование и вид топлива	Значение $\eta$ SO <sub>2</sub>
Экибастузский уголь	0.02
Березовские угли Канско-Ачинского бассейна	0.5
Прочие угли Канско-Ачинского бассейна	0.2
Прочие угли (в т.ч. Карагандинский, Майкубенский, Тургайский и др.)	0.1
Мазут и другие жидкие топлива	0.02
Газ (все виды)	0.0
Сланцы эстонские и ленинградские	0.8
Прочие сланцы	0.5
Торф кусковой	0.15

Таблица 3

**Усредненные показатели выброса пыли на заводах цементного производства**

Участок, цех	Источник выброса	Объем загрязненного воздуха, м <sup>3</sup> /кг продукта	Температура, °С	Концентрация пыли г/м <sup>3</sup>	Источник пыли
Сырьевой цех	Дробилка щековая	0.07	18	13.0	известняк
	Дробилка молотковая	0.10	19	20.0	известняк
	Узлы перегрузки	0.40	25	20.0	известняк
	Конусная дробилка	0.30	30	10.5	известняк
	Сырьевые мельницы открытого цикла :				
	известняк	0.5	80	290	известняк
	мергель	0.2	85	350	мергель
	Сырьевые мельницы сепараторные	0.8	10	400	сырье
Отделение обжига	Вращающиеся печи мокрого способа производства	5.0	200	50	электрофильтр
	Вращающиеся печи сухого способа производства	3.0	290	40	электрофильтр
	Клинкерные холодильники:				
	"Волга-50", " Волга-75", " Цементанлагенбау"	1.5	200	20	клинкер
	"Волга-25", " Волга-35", " Фолакс", " Фуллер"	2.9	185	25	клинкер
	с двойным подсосом воздуха	1.9	170	20	клинкер
	Узлы перегрузки и сброса клинкера в склад от печей	0.6	40	10	клинкер

Сушильное отделение добавок	Сушильный барабан:				
	шлак	1.7	135	20	шлак
	опока	0.8	175	35	опока
	мергель	0.6	70	10	мергель
	известняк	0.8	70	40	известняк
	глина	2.8	75	5	глина
Цех помола	Цементные мельницы открытого цикла :				
	с центральной разгрузкой	0.46	100	600	цемент
	с периферийной разгрузкой	0.7	110	300	цемент
	Цементные мельницы сепараторные	0.92	90	700	цемент
Транспортный цех	Емкости для хранения:				
	клинкера	0.3	98	15	клинкер
	цемента	0.5	28	80	цемент
	Пост погрузки цемента в цементовозы и вагоны	0.1	40	40	цемент
Цех отгрузки цемента	Упаковочные машины	0.66	50	95	цемент

Таблица 1

**Продолжительность выбросов при розжиге вращающихся печей после полной замены футеровки**

Типо размер печи, м	Среднегодовое количество розжигов	Продолжительность выброса, ч			
		оксидов		пыли	
		азота, углерода	серы	п р и отключенных электрофильтрах	при включенных электрофильтрах

Сухой способ					
∅ 4,0x60	6	72	6	8	66
∅ 4,5x80	6	84	10	10	74
∅ 5,0x100	6	96	14	12	82
Мокрый способ					
∅ (3-4)x(100-150)	5	56	6	10	50
∅ 4,0x150	5	62	8	11	54
∅ 4.5x170	5	68	10	12	58
∅ 5,0x170	5	74	12	14	62
∅ 5,0x185	5	80	14	16	66

## Примеры расчетов выбросов

Пример 1 - Расчет выбросов оксидов азота

Исходные данные:

Способ производства - мокрый

Вид топлива - мазут

Размер печи -

∅  
4.0x150 м

Количество печей - 3 шт.

Таблица 1

## Результаты расчета выбросов оксидов азота

Показатель	Печь № 1	Печь № 2	Печь № 3
Объем отходящих газов, V, м3/ч	138 840	137 130	146 100
Время работы, T, час/год	6316	6754	6880
Концентрация оксидов азота в отходящих газах,			

$CNO_x$ , г/м <sup>3</sup> , (по таблице 1 )	0.6		
Максимальный разовый выброс $NO_x$ , $M_c^{NO_x}$ , г/с, (формула 3.1.1)	$138840 \times 0.6 / 3600 = 23.14$	22.86	24.35
Валовый выброс $NO_x$ , $M_{\Gamma}^{NO_x}$ , т/год, (формула 3.1.2)	$3.6 \times 23.14 \times 6316 / 1000 = 526.148$	555.827	603.101
Максимальный разовый выброс $NO_2$ , $M_c^{NO_2}$ , г/с (формула 3.1.3)	$0.8 \times 23.14 = 18.512$	18.288	19.480
Максимальный разовый выброс $NO$ , $M_c^{NO}$ , г/с (формула 3.1.3)	$0.13 \times 23.34 = 3.008$	2.972	3.165
Валовый выброс $NO_2$ , $M_{\Gamma}^{NO_2}$ , т/год, (формула 3.1.4)	$0.8 \times 526.148 = 420.918$	444.662	482.481
Валовый выброс $NO$ , $M_{\Gamma}^{NO}$ , т/год, (формула 3.1.4)	$0.13 \times 526.148 = 68.399$	72.258	78.403

## Пример 2 - Расчет выбросов оксидов серы

Исходные данные:

Размер вращающейся печи -

Ø  
3.6x4.0x118 м

Способ производства - мокрый

Вид топлива - смесь двух прочих углей

Таблица 2

### Исходные данные для расчета выбросов оксидов серы

Показатель	Уголь № 1	Уголь № 2	Смесь углей № 1 + № 2
Низшая теплота сгорания, $Q^y$ , ккал/кг	6250	4836	5860
Влажность топлива, $W^y$ , %	10	18	15
Зольность топлива, $A^y$ , %	11.3	13.2	12

Содержание горячей серы в рабочей массе топлива, $S^y$ , %	0.36	0.36	0.36
---	------	------	------

Расход форсуночного топлива,  $V_t$ , 5.67 т/час (или  $5.67 \times 10^6 / 3600 = 1575$  г/с)

Расход сырья (по сухому веществу),  $V_s$ , 32.5 т/час (или  $32.5 \times 10^6 / 3600 = 9027$  г/с)

Содержание щелочи в сырье,  $C_{R2O}$ , 0.51%

Время работы печи, 6000 час/год

Максимальный разовый выброс по формуле 3.2.1;

$$M_c^{SO_2} = 0.02 \times 1575 \times 0.36 \times (1 - 0.1) - \frac{0.01 \times 0.3 \times 0.51 \times 9027}{1.5} = 10.206 - 9.208 = 0.998 \text{ г/с}$$

Валовый выброс по формуле 3.2.2:

$$M_{год}^{SO_2} = \frac{3.6 \times 0.998 \times 6000}{1000} = 21.557 \text{ т/год}$$

Объем дымовых газов - 170600 м<sup>3</sup>/час или 47.39 м<sup>3</sup>/с

Концентрация SO<sub>2</sub> в дымовых газах:  $0.998 / 47.39 = 0,021$  г/м<sup>3</sup>

Пример 3 - Расчет выбросов оксидов серы

Исходные данные:

Размер вращающейся печи -

Ø  
3.6x51.9 м

Способ производства - мокрый

Форсуночное топливо: угольная шихта трех видов прочих углей в соотношении 0.08:0.64:0.28.

Таблица 3

### Исходные данные для расчета выбросов оксидов серы

Вид угля	Расход, $V_t$		Низшая теплота сгорания, $Q^y$ , ккал/кг	Общая сернистость, $S^y$ , %
	т/час	г/с		
Уголь № 1	0,58	161,1	3120	0,306
Уголь № 2	1,88	522,2	7080	0,06
Уголь № 3	1,083	300,8	5860	0,04

Расход сырья (по сухому веществу),  $V_s$ , 38.0 т/час (или  $38.0 \times 10^6 / 3600 = 10555$  г/с)

Содержание щелочи в сырье,  $C_{R2O}$ , 0.58%

$$M_c^{SO_2} = 0.02(161.1 \cdot 0.306(1-0.1) + 522.2 \cdot 0.06(1-0.1) + 300.8 \cdot 0.04(1-0.1)) - \frac{0.01 \times 0.3 \times 0.58 \times 10555}{15} = 1.668 - 12.244 < 0 \text{ г/с}$$

Вывод: содержание  $SO_2$  в дымовых газа вращающейся печи равно нулю.

### Примеры расчетов выбросов вредных веществ при розжиге печи

Ø  
4,0x150 м мокрого типа

Исходные данные:

Способ производства - мокрый

Вид топлива - мазут

Размер печи -

Ø  
4.0x150 м

Содержание серы,

S<sub>γ</sub>  
, - 1%

Расход топлива,  $V_T$ , - 5900 кг/час (или 1638,89 г/с)

### Отходящие газы (в эксплуатационных условиях):

Расход, $V$ , м <sup>3</sup> /ч	
перед электрофильтрами	127050
после электрофильтров	146100
Запыленность (перед электрофильтрами), г/м <sup>3</sup>	30.0
Содержание NOx (после электрофильтров), г/м <sup>3</sup>	0.6
Содержание CO (после электрофильтров, макс, при розжиге), г/м <sup>3</sup>	0.25
Эффективность очистки электрофильтров, η	

при включенном напряжении	0.99
при отключенном напряжении	0.60
Продолжительность работы, Тр	
при единичном розжиге, ч	
пыли при отключенном напряжении	10
пыли при включенном напряжении	50
NOx	56
SO <sub>2</sub>	6
CO	56
годовая, ч/год	
пыли при отключенном напряжении	50
пыли при включенном напряжении	250
NOx	280
SO <sub>2</sub>	30
CO	280
Расчеты:	
Выброс пыли	
Проектируемые заводы	
Максимальная мощность выброса (по формуле 4.1) $M_c^{пыль} = 127050 \times 30,0 \times (1-0,99) / 3600$ , г/с	10.59
Годовой выброс при розжиге с включенными электрофилтрами (по формуле 5.3.1) $M_{год}^{пыль} = 3,6 \times 10,59 \times 250 \times 0,9 / 1000$ , т/год	8.58
Действующие заводы	
Максимальная мощность выброса (по формуле 4.1) с учетом подпункта 1 пункта 12 $M_c^{пыль} = 127050 \times 30,0 \times (1-0,6) / 3600$ , г/с	423.5
Годовой выброс при розжиге с отключенными электрофилтрами (по формуле 5.3.1) $M_{год}^{пыль} = 3,6 \times 423,5 \times 50 \times 0,9 / 1000$ , т/год	68.61
Выбросы оксидов азота	
Максимальная мощность выброса NOx (по формуле 3.1.1) $M_c^{NOx} = 146100 \times 0,6 / 3600$ , г/с	24.35
Выброс диоксида азота (по формуле 3.1.3) $M_c^{NO_2} = 0,8 \times 24,35$	19.48
Выброс оксида азота (по формуле 3.1.3) $M_c^{NO} = 0,13 \times 24,35$	3.17
Годовой выброс NOx при розжиге (по формуле 5.4.1) $M_{год}^{NOx} = 3,6 \times 24,35 \times 280 \times 0,75 \times 0,7 / 1000$ , т/год	12.89
Выброс диоксида азота (по формуле 3.1.4) $M_{год}^{NO_2} = 0,8 \times 12,89$	10.31

Выброс оксида азота (по формуле 3.1.4) $M_{\text{год}}^{\text{NO}} = 0,13 \times 12,89$	1.68
Выбросы оксидов серы	
Максимальная мощность выброса (по формуле 5.5.1) $M_{\text{с}}^{\text{SO}_2} = 0,02 \times 1638,89 \times 1 \times (1 - 0,02), \text{г/с}$	32.12
Годовой выброс при розжигах (по формуле 5.5.2) $M_{\text{год}}^{\text{SO}_2} = 3,6 \times 32,12 \times 30 \times 0,55 / 1000, \text{т/год}$	1.91
Выбросы оксида углерода Максимальная мощность выброса (по формуле 5.6.1) $M_{\text{с}}^{\text{CO}} = 146100 \times 0,25 / 3600, \text{г/с}$	10.15
Годовой выброс при розжигах (по формуле 5.6.2) $M_{\text{год}}^{\text{CO}} = 3,6 \times 10,15 \times 280 \times 0,75 \times 0,4 / 1000, \text{т/год}$	3.07

## Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от объектов 4 категории

### 1. Общие положения

1. Настоящая Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от объектов 4 категории разработана с целью установления единых подходов для предприятий 4 категории при проведении инвентаризации выбросов загрязняющих веществ, разработке проектов нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ), определении уровня воздействия отдельных источников выбросов на состояние воздушной среды, прогнозирование величины выбросов на перспективу.

Полученные на основании методики результаты используются в качестве исходных данных при учете и нормировании выбросов на действующих предприятиях и объектах, а также при разработке предпроектной и проектной документации на новое строительство.

### 2. Общие сведения об объектах 4 категории

2. Согласно статьи 40 "Экологического кодекса Республики Казахстан" к 4 категории относятся виды деятельности V класса опасности согласно санитарной классификации производственных объектов, все виды использования объектов животного мира, за исключением спортивного (любительского) рыболовства и охоты.

3. В таблице 1 согласно приложению 2 к настоящей Методике приводится перечень предприятий и производств, относящихся к объектам 4-той категории с санитарно защитной зоной (СЗЗ) менее 50 метров.

4. При заполнении форм статистической отчетности, составлении проектной предпроектной документации по охране атмосферного воздуха, а также для обоснования и разработки воздухоохраных мероприятий необходима информация о качественном и количественном составе выбрасываемых газовоздушных потоков. Для действующих предприятий такая информация может быть получена с помощью непосредственных натуральных измерений параметров отходящих газов; а для проектируемых производств - на основе балансовых (технологических) расчетных методов.

5. Непосредственное измерение состава и объема выбросов во всех случаях предпочтительно. Однако использование натуральных измерений часто существенно ограничено несовершенством методов анализа, а также трудностями организационного и материального характера:

- сложностью отбора, консервации и транспортировки газовых проб;
- низким уровнем оснащённости лабораторий и неподготовленностью персонала;
- высокой стоимостью аналитических методов.

6. Балансовые и технологические расчетные методы дают хорошие результаты при определении годовых выбросов, но практически непригодны при подготовке данных для расчета натуральных измерений.

"Удельным выделением" вредного вещества называется количество (масса) данного вещества, выделившееся в ходе технологического процесса и отнесенное к единице материального показателя, характеризующего этот процесс. Такими производственными показателями могут служить:

- единицы массы сырья, перерабатываемого в основном производстве;
- единица готовой продукции или полуфабриката, получаемых в ходе данного технологического процесса;
- единица потребляемой энергии;
- единица времени работы оборудования и др.

7. Основой для определения удельных выделений вредных веществ, служат теоретические данные об ожидаемом качественном составе газовых выбросов, образующихся в ходе технологического процесса, и результаты натуральных замеров количеств выделяющихся веществ на действующих установках.

8. "Удельным выбросом" вредного вещества называется часть "удельного выделения", попадающая непосредственно в атмосферу. Для источников, оснащенных газопылеулавливающим оборудованием, удельный выброс равен разности удельного выделения и его уловленной и обезвреженной части. Для организованных источников без газопылеулавливающего оборудования удельные выбросы равны удельным

выделениям. В связи с этим при установлении удельных выбросов дополнительно используется информация об эффективности конкретных установок и систем газопылеочистки, получаемая экспериментальным путем. Таким образом, удельные выбросы от одного и того же технологического оборудования могут отличаться в зависимости от типа аппарата газоочистки, работающего в комплекте с этим оборудованием.

9. Методология расчета выбросов загрязняющих веществ от источников выделений (единицы оборудования) на основании удельных показателей.

Расчеты максимальных разовых выбросов загрязняющих веществ от источников выделения (единицы оборудования) основанных на удельных показателях (в г/с на единицу оборудования, г/кг перерабатываемого материала, г/с на кг перерабатываемого материала, г/см<sup>2</sup> поверхности) производить следующим образом:

1) В случае применения удельного показателя на единицу времени (г/с):

$$M_c = Q_{уд} \cdot \text{г/с}, (2.1)$$

где:  $M_c$  - количество  $i$ -го вредного вещества, выделяющегося от единицы оборудования, г/с;

$Q_{уд}$  - удельный выброс вещества от единицы оборудования, г/с.

2) В случае применения удельного показателя в г/кг перерабатываемого материала:

$$M_c = \frac{Q_{уд} \cdot V}{3600}, \text{ г/с}, (2.2)$$

где:  $Q_{уд}$  - удельный показатель выделения вещества от кг перерабатываемого материала, г/кг;

$V$  - расход перерабатываемого материала на оборудовании, кг/час.

3) В случае применения удельного показателя в г/с на кг перерабатываемого материала:

$$M_c = Q_{уд} * V, \text{ г/с}, (2.3)$$

где:  $Q_{уд}$  - удельный показатель выделения вещества на кг перерабатываемого материала, г/с на кг;

$V$  - расход применяемого материала на оборудовании, кг.

4) В случае применения удельного на площадь обрабатываемых поверхностей в м<sup>2</sup>/час:

$$M_c = \frac{Q_{уд} \cdot S}{3600}, \text{ г/с} (2.4)$$

где:  $Q_{уд}$  - удельный выброс вещества от единицы оборудования,  $г/м^2$  поверхности;

$S$  - площадь обрабатываемых поверхностей,  $м^2/час$ .

5) В случае применения удельного показателя с площади (зеркала) поверхности ( $м^2$ )

:

$$M_c = Q_{уд} \times S, \text{ г/с (2.5)}$$

где:  $Q_{уд}$  - удельный выброс вещества от единицы оборудования,  $г/см^2$  поверхности;

$S$  - площадь поверхности (зеркала),  $м^2$ .

10. Методология расчета выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от источников выбросов на основании удельных показателей.

Выбросы вредных веществ от единиц оборудования, рассчитанные по формулам (2.1-2.5), удаляются в атмосферу через системы вентиляции: системами местных отсосов и системами общеобменной вентиляции.

Общее количество вредных веществ, поступающих в атмосферу будет равно:

$$M_c = M_{отс.} + M_{о.обм.}, \text{ г/с (2.6)}$$

где:  $M_c$  - количество вредных веществ, поступающих в атмосферу,  $г/с$ ;

$M_{отс.}$  - количество вредных веществ, удаляемых местными отсосами,  $г/с$ ;

$M_{о.обм.}$  - количество вредных веществ, удаляемых общеобменной вентиляцией,  $г/с$ .

При расчете выбросов вредных веществ, поступающих в атмосферу через системы вентиляции, учитывается коэффициент эффективности местных отсосов, число единиц оборудования, подключенных к данной вентсистеме, коэффициент загрузки оборудования, коэффициент одновременности работы оборудования и степень улавливания вредных веществ в пылегазоочистных устройствах (ПГУ) в случае их наличия.

1) Количество вредных веществ ( $M_{отс.}$ ,  $г/с$ ), удаляемых местными отсосами от оборудования, оснащенного местными отсосами и ПГУ, определяется по формуле:

$$M_{отс.} = M_c * n * k_{э} * k_o (1 - \eta), \text{ г/с (2.7)}$$

где:  $M_c$  - количество  $i$ -го вредного вещества, выделяющегося от единицы оборудования,  $г/с$  (принимается по формулам (2.1-2.5));

$n$  - количество единиц одноименного оборудования, объединенных в один источник выброса, шт.;

$k_{э}$  - коэффициент эффективности местных отсосов (принимать на основе замеров, в иных случаях равным 0.9);

$k_o$  - коэффициент одновременности работы оборудования (безразмерная величина);

$\eta$

- коэффициент эффективности очистки ПГУ, в долях единицы.

В случае наличия двухступенчатой очистки, общая эффективность очистки рассчитывается по формуле:

$\eta$

$= 1 - (1 -$

$\eta$

$1) * (1 -$

$\eta$

$2), (2.8)$

где:

$\eta$

$\eta_1$  - эффективность 1-ой ступени очистки, в долях единицы;

$\eta$

$\eta_2$  - эффективность 2-ой ступени очистки, в долях единицы.

2) Количество вредных веществ ( $M_{0.обм.}$ , г/с), удаляемых общеобменной вентиляцией, которой оборудовано отдельное помещение (цех) равно сумме выбросов от всех единиц оборудования, установленного в данном помещении (цехе) определяется по формуле:

$$M_{0.обм.} = \sum M_c * n * k_o * k_z * (1 - k_g), \text{ г/с}$$

(2.9)

где:  $n$  - количество единиц одноименного оборудования, объединенных в один источник выброса, шт.;

$k_o$  - коэффициент одновременности работы оборудования (безразмерная величина);

$k_z$  - коэффициент эффективности местных отсосов (принимать на основе замеров, в иных случаях равным 0.9);

$k_g$  - коэффициент гравитационного оседания.

Исходя из имеющихся данных о распределении размеров частиц с удалением от источника выделения с учетом гравитационного осаждения возможно принимать значение поправочного коэффициента к различной величине выделения:

для пыли древесной, металлической и абразивной - 0,2;

для других твердых компонентов - 0,4.

На конкретных производствах с большими выделениями твердых компонентов целесообразно предусмотреть проведение инструментальных замеров дисперсного

состава выделений в местах возможного поступления вредных веществ в атмосферу при проведении разных видов работ.

Для источников выделения, работающих на открытом воздухе, коэффициент гравитационного оседания учитывается только при расчете максимальных разовых выбросов;

3) Количество вредных веществ ( $M_{0.обм.}$ , г/с), поступающих в общеобменную вентиляцию в случае, если оборудование оснащено рециркуляционными пылеулавливающими агрегатами (типа ПУА, АПР, ЗИЛ и др.), возвращающими очищенный воздух в помещение цеха, определяется по формуле:

$$M_{0.обм.} = \sum (M_c(1-k_3) + M_c * k_3(1-\eta)) * n * k_o * k_z$$

, г/с (2.10)

где:  $n$  - количество единиц одноименного оборудования, подключенных к одному рециркуляционному агрегату, шт.;

$k_3$  - коэффициент эффективности местного отсоса рециркуляционного агрегата (принимать на основе замеров, в иных случаях равным 0.9);

$k_\Gamma$  - коэффициент гравитационного оседания (см. выше);

$k_o$  - коэффициент одновременности работы оборудования (безразмерная величина);

$\eta$

- коэффициент эффективности очистки рециркуляционного агрегата, в долях единицы.

Суммарное количество вредных веществ, удаляемых общеобменной вентиляцией, которой оборудовано отдельное помещение (цех) равно сумме выбросов от всех единиц оборудования, установленного в данном помещении.

При наличии на производственном участке двух и более вытяжных вентиляционных труб общее количество валовых и максимальных разовых выбросов загрязняющих веществ распределяется между ними следующим образом:

при наличии вытяжных труб без принудительной вентиляции - пропорционально диаметрам этих труб;

при наличии труб с принудительной вентиляцией - пропорционально производительности этих систем.

#### 11. Годовые выбросы вредных веществ.

Годовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух ( $M_{год}$ , т/год) рассчитываются по формуле:

$$M_{год} = \frac{M_c \times T \times k_3 \times 3600}{10^6}$$

, т/год (2.11)

где:  $M_c$  - количество  $i$ -го вредного вещества, г/с;

$T$  - годовой фонд рабочего времени данного оборудования, час/год;

$k_3$  - коэффициент загрузки оборудования (безразмерная величина), который определяется по формуле

$$k_3 = t/T \quad (2.12)$$

где:  $t$  - фактическое число часов работы оборудования за год, час/год

$T$  - годовой фонд рабочего времени данного оборудования, час/год;

### **3. Расчетно-аналитическое определение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве готовых лекарственных форм**

12. Методика расчетно-аналитического определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве готовых лекарственных форм (без изготовления составляющих) предназначена для определения выбросов и выделений взвешенных частиц, загрязняющих веществ (далее - взвешенные частицы), выделяющихся на всех стадиях и ото всех видов технологического оборудования таблеточного и капсульного производств.

Методика устанавливает процедуры и алгоритмы расчета максимальных секундных выделений и выбросов, валовых (годовых) выделений и выбросов загрязняющих веществ на основе результатов прямого измерения термодинамических параметров выбросов и дисперсности порошков. Методика также устанавливает порядок определения удельных показателей выделений загрязняющих веществ.

Методика рассчитывает выбросы от источников выделения с системами газоочистки и без них. Методика не устанавливает порядок определения степени очистки воздуха в газоочистных установках.

Результаты, полученные по настоящей Методике, используются для оценки ожидаемого загрязнения атмосферного воздуха проектируемых производств таблетирования и капсулирования готовых лекарственных форм.

#### **13. Характеристика технологического процесса.**

В производстве готовых лекарственных форм - таблеток и капсул медицинских препаратов - имеется ряд периодических технологических операций, сопровождающихся образованием пыли и характеризующихся нестабильностью качественного и количественного состава выделений и выбросов.

14. Технологические процессы и операции, сопровождающиеся выделением взвешенных частиц, условно разделены на семь типов, для каждого из которых разработан специфический алгоритм расчетно-аналитического определения выделения и выброса взвешенных частиц загрязняющих веществ.

К первому типу отнесены операции, осуществляемые при неизменных физико-химических параметрах проведения технологического процесса (влажность,

температура, состав). К таким операциям относятся просев, растаривание и хранение порошков, таблеточной массы, гранулята, таблеток. Как правило, данные операции производятся в боксе, оснащенный системой местной аспирации (вытяжном шкафу).

Ко второму типу отнесены процессы и операции, характеризующиеся значительной неравномерностью с точки зрения пылеуноса за счет изменения температуры и влажности используемых субстанций. Ко второму типу относится, прежде всего, конвективная сушка гранулята многокомпонентных пылящих материалов и исходных однокомпонентных субстанций, осуществляемая в калориферном сушильном шкафу. Выделение пыли минимально в начале процесса, так как высушиваемый материал влажный и достигает максимума к концу сушки.

К третьему типу относятся операции загрузки-выгрузки порошков в технологические аппараты струей. В зависимости от стадии процесса в аппараты загружают либо однокомпонентные порошки - загрузка исходных субстанций в смесители и вспомогательных материалов в емкости для опудривания и дражировочные чаны, либо многокомпонентные - загрузка полуфабрикатов в оборудование для капсулирования, опудривания и таблетирования.

К четвертому типу относятся операции загрузки-выгрузки однокомпонентных и многокомпонентных порошков в технологические аппараты с помощью совка. Механизм образования выбросов при перегрузке (загрузке-выгрузке) смесей порошков совком отличается от описанного третьего типа необходимостью учета многократности операции пересыпки.

К пятому типу отнесены технологические процессы и операции, протекающие в условиях интенсивного ручного или механического перемешивания порошков (опудривание, дражирование, сухая грануляция).

К шестому типу относится процесс сушки гранулята в кипящем слое.

К седьмому типу относятся процессы таблетирования и капсулирования.

Для процессов и операций 1-6-го типов перед проведением расчетов необходимо провести экспериментальное определение параметров, характеризующих технологические аппараты как источники выделения пыли, и характеристик перерабатываемых материалов (компонентов готовых лекарственных форм).

Экспериментальные исследования и обработка полученных результатов осуществляются в соответствии с подпунктами 1) – 17) пункта 16.

Определение выделений и выбросов для технологических процессов и операций седьмого типа проводится без экспериментального определения вспомогательных параметров.

Алгоритмы расчетов выделений и выбросов для технологических процессов и операций 1, 2, 3 и 4-го типов приведены в разделе 16.

Алгоритмы расчетов выделений и выбросов для технологических процессов и операций 5, 6 и 7-го типов приведены в разделах 17-19 соответственно.

При расчете выбросов и выделений взвешенных частиц приняты следующие допущения.

За максимальное выделение взвешенных частиц  $i$ -го компонента от данного источника выделение принимается его выделение при производстве той  $j$ -й готовой лекарственной формы, в которой содержание данного компонента максимально по сравнению с другими готовыми лекарственными формами, выпускаемыми с использованием данного источника выделение.

За максимальное выделение взвешенных частиц от технологических аппаратов, на которых осуществляется несколько последовательных операций (например, для смесителей - загрузка, сухое перемешивание, влажное перемешивание, разгрузка), принимается максимальное выделение взвешенных частиц в ходе той операции, для которой эта величина имеет наибольшее значение.

За максимальное выделение взвешенных частиц от технологических аппаратов, на которых одновременно осуществляется несколько операций (например, для грануляторов - загрузка смеси порошков, сухая грануляция и разгрузка гранулята), принимается сумма максимальных выделений взвешенных частиц в ходе всех операций.

Величина валового (годового) выделения загрязняющего вещества от источника определяется как сумма валовых выделений данного вещества, поступивших в атмосферу при производстве различных готовых лекарственных форм в течение года.

Величина валового (годового) выделения загрязняющего вещества от технологических аппаратов, на которых последовательно и/или параллельно осуществляется несколько операций, определяется как сумма валовых выбросов данного вещества, поступивших в атмосферу в ходе осуществления каждой отдельной операции.

Суммарное валовое выделение загрязняющего вещества на предприятии в целом определяется как сумма валовых выбросов от всех источников, в отходящих газах которых присутствует данное вещество.

15. Определение выбросов загрязняющих веществ при производстве готовых лекарственных форм.

16. Алгоритм определения выделений и выбросов загрязняющих веществ для процессов и операций 1-4-го типов.

Экспериментальные исследования и расчет выделений и выбросов взвешенных частиц от источника загрязнения осуществляются в следующей последовательности:

1) По технологическому регламенту процесса определяют качественный состав перерабатываемых порошков (номенклатуру порошков, перерабатываемых в ходе данной технологической операции).

2) Выявляют операции, осуществляемые на данном источнике и протекающие с выделением взвешенных частиц.

3) По таблице 17 согласно приложению 2 к настоящей Методике устанавливают тип каждой операции для данного источника выделения. Дальнейшие измерения и расчеты проводятся для всех лекарственных форм, их компонентов и операций, выявленных по подпунктам 1) и 2).

4) Проводят измерения плотности частиц пикнометрическим методом по ГОСТ 2211-65. Если в технологическом процессе используется многокомпонентная смесь, проводится определение плотности каждого порошка, входящего в состав смеси.

5) Проводят измерения дисперсного состава порошка по ГОСТ 23402-78. Если в технологическом процессе используется многокомпонентная смесь, проводится дисперсный анализ каждого порошка, входящего в состав смеси. Разрешающая способность измерений должна обеспечивать определение содержания в смеси частиц фракции от 1 мкм до  $D_{\max}$  с погрешностью не более

$\pm$   
1 мкм. Результаты измерений представляют либо в виде таблицы 18 согласно приложению 2 к настоящей Методике

6) Если в технологическом процессе используется гранулят, проводится измерение диаметра гранул (оценка диаметра гранул может быть проведена по размеру ячейки гранулятора).

7) Проводят измерения скорости  $U$  и температуры  $t$  газового потока, непосредственно контактирующего со слоем порошка. Измерение скорости газового потока  $U$  производится анемометром на оси, перпендикулярной плоскости слоя порошка. При определении скорости в обязательном порядке измеряют расстояние от точки замера скорости газа до слоя порошка (параметр  $x$ ). Измерения скорости  $U$  выполняют по ГОСТ 17.2.4.06-90, а температуру  $t$  замеряют по ГОСТ 17.2.4.07-90.

8) По результатам измерений температуры газового потока в зоне контакта с порошком  $t$  определяют плотность газа  $P_{\Gamma}$  и коэффициент динамической вязкости газа

$\mu$   
(данные о  $P_{\Gamma}$  и

$\mu$   
для влажного воздуха приведены в таблице 2 согласно приложению 2 к настоящей Методике).

9) По формуле (3.1) рассчитывается максимальный размер  $D_{\max}$  частиц, которые могут быть унесены газовым потоком.

С целью упрощения вычислительных процедур для многокомпонентных порошков расчет размера  $D_{\max}$  проводится только для наиболее легкого (с минимальным значением плотности частиц  $P_{\Pi}$ ) компонента порошка, а полученное значение используется для оценки уноса всех компонентов:

$$D_{\max} = 1,8 \times U^{1,5} \times \frac{1}{g \times (P_{\pi} - P_{\Gamma})} \times \sqrt{\frac{P_{\Gamma} \times \mu}{x}},$$

(3.1)

где:  $D_{\max}$  - максимальный размер уносимых частиц порошка, м;

$P_{\Gamma}$  - плотность газа (воздуха), кг/м<sup>3</sup>;

$P_{\pi}$  - плотность частиц наиболее легкого компонента порошка, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  - ускорение свободного падения, равное 9,8 м/с<sup>2</sup>;

$\mu$

- коэффициент динамической вязкости газа, кг/м; (кг/м

×

с)

$x$  - расстояние от точки замера скорости газового потока до слоя порошка, м;

$U$  - скорость газового потока в точке замера, м/с.

Примечание - Промежуточные значения параметров возможно рассчитывать методом линейной интерполяции.

10) Для каждого  $i$ -го компонента смеси оценивают массовую долю

$\lambda$

$\lambda_i$  фракции частиц размером не более  $D_{\max}$ , которые могут быть унесены при измеренной скорости газового потока  $U$ .

Оценку массовой доли

$\lambda$

$\lambda_i$  фракции порошка, которая может быть унесена газовым потоком, осуществляют по результатам дисперсного анализа пыли.

11) По технологическому регламенту процесса определяют общую массу порошка  $m_{rj}$ , одновременно перерабатываемую на данной стадии процесса, и массу каждого компонента  $m_{r_{ij}}$ .

12) Массовая доля  $f_{ij}$  каждого  $i$ -го компонента  $j$ -й лекарственной формы по абсолютно сухому веществу рассчитывается по формуле (3.2)

$$f_{ij} = \frac{m_{r_{ij}}}{m_{rj}},$$

(3.2)

где:  $f_{ij}$  - массовая доля  $i$ -го компонента  $j$ -й лекарственной формы;

$m_{r_{ij}}$  - масса  $i$ -го компонента в перерабатываемом порошке, кг;

$m_{rj}$  - общая масса перерабатываемого порошка  $j$ -й лекарственной формы, кг.

13) Определяют размеры технологических аппаратов и перерабатываемых материалов, необходимые для расчета площади пылящей поверхности порошка  $S$ .

Параметры, определяющие площади пылящей поверхности  $S$  для различных источников выделения и типов выбросов загрязняющих веществ, приведены в таблице 3 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

14) Определяют площадь пылящей поверхности порошка.

Формулы расчета площади пылящей поверхности  $S$  для различных технологических операций и источников выделения приведены в таблице 3 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

15) Для каждого  $i$ -го компонента рассчитывается масса частиц  $m_{y_{ij}}$  размером не более  $D_{\max}$  в аэрируемом слое порошка:

$$m_{y_{ij}} = S \times D_{95} \times P_{pi} \times \lambda_i \times f_{ij}$$

(3.3)

где:  $m_{y_{ij}}$  - масса частиц  $i$ -го компонента размером меньше  $D_{\max}$  в аэрируемом слое порошка  $j$ -й лекарственной формы, кг;

$S$  - площадь пылящей поверхности слоя порошка (принимается по таблице 3 согласно приложению 2 к настоящей Методике), кв.м;

$D_{95}$  - размер частиц, характеризующий высоту аэрируемого слоя и равный наибольшему размеру частиц порошка, на долю которых приходится 95% его массы, м;

$\lambda_i$  - массовая доля фракции частиц  $i$ -го компонента, размер которых меньше  $D_{\max}$ .

16) По технологическому регламенту определяют общую продолжительность  $T$  операции, в ходе которой происходит выделение загрязняющих веществ.

17) По таблице 4 согласно приложению 2 к настоящей Методике оценивают кратность обновления слоя  $N$  или  $N1$  для данной операции (типа выбросов).

18) Удельное выделение порошка  $Q_{ij}$  (в г/кг) рассчитывается по формулам (3.4):

$$Q_{ij} = 10^3 \times \frac{m_{y_{ij}}}{(m_{y_{ij}} + m_{p_{ij}})} \times N \times T$$

или

$$Q_{ij} = 10^3 \times \frac{m_{y_{ij}}}{(m_{y_{ij}} + m_{p_{ij}})} \times N1,$$

(3.4)

где:  $Q_{ij}$  - удельное выделение  $i$ -го компонента порошка  $j$ -й лекарственной формы, г/кг;

$N$  - кратность обновления слоя в единицу времени (таблица 4 согласно приложению 2 к настоящей Методике), мин<sup>-1</sup>;

$T$  - общая продолжительность данной операции, мин;

$N1$  - кратность обновления слоя за общее время обработки партии порошка (таблица 4 согласно приложению 2 к настоящей Методике), 1/цикл.

19) Максимальное выделение загрязняющих веществ  $M_{ij}$  (в г/с) рассчитывают по формуле (3.5):

$$M_{ij} = k1 \times \frac{Q_{ij} \times m_{pij}}{T \times 60},$$

(3.5)

где:  $M_{ij}$  - максимальное выделение  $i$ -го компонента  $j$ -й лекарственной формы, г/с (принимается с учетом допущений, приведенных в разделе 12 данной Методики);

$k1$  - коэффициент неравномерности массового выделения загрязняющих веществ при выполнении данной операции (по таблице 4 согласно приложению 2 к настоящей Методике).

20) Максимальный выброс загрязняющих веществ  $M_{ij}^*$  (в г/с) рассчитывается по формуле (3.6):

$$M_{ij}^* = M_{ij} (1 - \tau),$$

где:  $M_{ij}^*$  - максимальный выброс  $i$ -го компонента  $j$ -й лекарственной формы, г/с;

$\tau$  - степень очистки в газоочистных установках, в долях единицы.

21) Валовое (годовое) выделение загрязняющих веществ  $G_i$  (в т/год) рассчитывается по формуле (3.7):

$$G_i = \sum_{j=1}^J 10^{-6} \times Q_{ij} \times B_{ij},$$

(3.7)

где:  $G_i$  - валовое (годовое) выделение  $i$ -го компонента от данного источника выделения, т/год;

$V_{ij}$  - общий годовой расход (масса)  $i$ -го компонента  $j$ -й лекарственной формы, прошедшего через данную стадию (принимается с учетом допущений, приведенных в разделе 2.1 данной Методики), кг/год.

22) Валовой выброс  $i$ -го компонента  $G_i^*$  (в т/год) рассчитывается по формуле (3.8):

$$G_i^* = G_i (1 - \tau) \quad (3.8)$$

где  $G_i^*$  - валовой (годовой) выброс  $i$ -го компонента от данного источника выделения, т/год.

17. Алгоритм определения выделений и выбросов загрязняющих веществ для процессов и операций 5-го типа.

К операциям 5-го типа относятся технологические процессы, осуществляемые в аппаратах с принудительным перемешиванием компонентов. Такие процессы используются на стадиях опудривания и дражирования (покрытия таблеток оболочкой), осуществляемых в дражировочных чанах.

Специфической особенностью процесса нанесения оболочки на таблетки являются их многостадийность (стадии опудривания, окрашивания, гляцевания) и обработка большого количества основного материала (таблетка, гранула) небольшим количеством вспомогательного материала при интенсивном перемешивании и условиях подачи в зону перемешивания нагретого воздуха. Экспериментально установлено, что при осуществлении таких процессов с потоком воздуха уносятся все частицы, размер которых меньше расчетного  $D_{max}$ .

Предварительные измерения и оценку вспомогательных параметров, используемых для расчета выбросов, проводят в соответствии с подпунктами 1)-14) пункта 16.

1) Расчет  $D_{max}$  и  $f_{ij}$  осуществляется по формулам (3.1) и (3.2) соответственно.

2) Масса частиц  $m_{ij}$  размером не более  $D_{max}$  для каждого  $i$ -го компонента рассчитывается по формуле (3.9):

$$m_{ij} = \lambda \cdot x_{mp_{ij}} \quad (3.9)$$

3) Удельное выделение частиц  $i$ -го вспомогательного компонента  $Q_{ij}$  при производстве  $j$ -го лекарственного средства рассчитывается по формуле (3.4). Максимальное выделение  $M_{ij}$  и максимальный выброс частиц  $M_{ij}^*$   $i$ -го вспомогательного компонента  $j$ -й лекарственной формы рассчитываются по формулам (3.5) и (3.6).

4) Валовые (годовые) выделение и выброс частиц  $i$ -го вспомогательного компонента  $G_i$  и  $G_i^*$  рассчитываются соответственно по формулам (3.7) и (3.8).

18. Алгоритм определения выделений и выбросов загрязняющих веществ для процессов и операций 6-го типа.

Процесс сушки влажных гранул в кипящем слое как источник выделения взвешенных частиц принципиально отличается от всех остальных операций. Сушилка СП-30 представляет собой закрытую камеру, оснащенную системой удаления отработанного теплоносителя (нагретого воздуха).

Дисперсный состав и количество уносимых взвешенных частиц определяются режимом фильтрования (давлением в сушильной камере, объемной скоростью теплоносителя), свойствами фильтровального материала, физическими свойствами высушиваемого материала и толщиной пылевого слоя на внутренней поверхности рукавов. Учитывая, что сушке подвергаются гранулированные материалы, аэрируемый объем гранулята зависит от размеров гранул.

Расчет выбросов взвешенных частиц на стадии выгрузки из сушильной камеры осуществляется в соответствии с алгоритмом для второго типа выбросов.

Экспериментальные исследования и расчет выделений и выбросов взвешенных частиц в процессе сушки гранулята осуществляются в следующей последовательности.

1) Проводят определение дисперсного состава всех компонентов, входящих в состав гранулята (по подпунктом 5 пункта 16).

2) По паспортным данным на сушилку или на фильтровальную ткань устанавливают критический диаметр удерживаемых частиц  $D_{кр}$ , характеризующий фильтрующую способность материала рукавных фильтров.

3) Оценивают для каждого  $i$ -го компонента порошка массовую долю  $\lambda_i$  фракции частиц с диаметром не более  $D_{кр}$ , которые могут быть унесены через рукавный фильтр.

4) По регламенту технологического процесса оценивают массовую долю  $f_{ji}$  каждого  $i$ -го компонента по абсолютно сухому веществу.

5) Площадь пылящей поверхности гранулята  $S$  рассчитывается по формуле (3.10):

$$S = \frac{2 \times (R + L) \times M}{R \times L \times P_{зр}}$$

(3.10)

где:  $S$  - площадь пылящей поверхности гранулята, кв.м;

$R$  - радиус ячейки гранулятора, м;

$L$  - средняя длина гранул, м;

$M$  - масса сухого гранулята, кг;

$P_{гр}$  - средняя плотность компонентов гранулята, равная  $\sum_{i=1}^n Pn_i$ , кг/м<sup>3</sup>.

6) Масса частиц  $m_{ij}$  размером не более  $D_{кр}$  в аэрируемом слое гранулята рассчитывается по формуле (3.11):

$$m_{ij} = S \times D95 \times Pn_i \times \lambda_i \times f_{ij} \quad (3.11)$$

7) Удельное выделение от сушилки  $i$ -го компонента гранулята  $j$ -й лекарственной формы  $Q_{ij}$  рассчитывается по формуле (3.4).

8) Максимальные выделение  $M_{ij}$  и выброс  $i$ -го компонента на стадии сушки  $j$ -й лекарственной формы рассчитываются соответственно по формулам (3.5) и (3.6).

9) Валовые (годовые) выделение  $G_i$  и выброс  $G_i^*$   $i$ -го компонента от данной сушилки рассчитываются соответственно по формулам (3.7) и (3.8).

19. Алгоритм определения выделений и выбросов загрязняющих веществ для процессов и операций 7-го типа.

Процессы дозированного прессования сухой гранулированной массы в таблеточной машине и заполнения капсул в капсулирующих машинах являются непрерывными. Качественный и количественный состав выбросов этих источников выделения для каждого вида готовых лекарственных форм постоянен в течение всего процесса и определяется составом компонентов гранулята.

В таблеточной машине имеются несколько зон, в которых происходят выделение и унос взвешенных частиц: разгрузочный циклон системы пневмотранспорта таблеточной массы; таблеточный пресс и устройство для обеспыливания таблеток. В капсулирующей машине выделение и унос взвешенных частиц происходят при загрузке таблеточной массы в машину и при полировке капсул.

Качественный и количественный состав пыли, удаляемой от таблеточных и капсулирующих машин, идентичен составу таблетированной или капсулируемой массы.

Расчет выделения взвешенных частиц от таблеточных и капсулирующих машин осуществляется в следующем порядке.

1) По технологическому регламенту процесса определяют качественный состав таблетированного гранулята (номенклатуру компонентов гранулята) или капсулируемой массы.

2) Массовая доля  $f_{ij}$  каждого  $i$ -го компонента  $j$ -й лекарственной формы рассчитывается по формуле (3.2).

3) По таблице 5 согласно приложению 2 к настоящей Методике в зависимости от марки машины выбирают удельное выделение  $Q_T$  взвешенных частиц.

4) Максимальное выделение  $i$ -го компонента при таблетировании  $j$ -го лекарственного препарата  $M_{ij}$  (в г/с) рассчитывается по формуле (3.12):

$$M_{ij} = Q_T \times f_{ij} \quad (3.12)$$

5) Максимальный выброс выделения  $i$ -го компонента при таблетировании  $j$ -го лекарственного препарата  $M_{ij}^*$  (в г/с) рассчитывается по формуле (3.6).

6) Валовое выделение  $i$ -го компонента при таблетировании  $j$ -го лекарственного препарата  $G_{ij}$  (в т/год) рассчитывается по формуле (3.13):

$$G_{ij} = 3,6 \times 10^{-3} \times Q_T \times f_{ij} \times \frac{B_j}{b_j} \quad (3.13)$$

где  $b_j$  - производительность таблеточной или капсулирующей машины по  $j$ -му лекарственному препарату, кг/ч.

7) Валовой (годовой) выброс  $i$ -го компонента при таблетировании  $j$ -го лекарственного препарата  $G_{ij}^*$  (в т/год) рассчитывается по формуле (3.8).

Примеры расчетов выбросов в атмосферный воздух приведены в приложении 3.

#### 4. Расчет выделений (выбросов) ЗВ в атмосферный воздух от объектов животноводства

20. Настоящая Методика устанавливает порядок расчета выделений загрязняющих атмосферу веществ источниками загрязнения атмосферы хозяйствами с содержанием животных (свинарники, коровники, птичники, конюшни, зверофермы и др.) до 50 голов

21. Оценку выделений (выбросов) в атмосферный воздух вредных (загрязняющих) веществ (ЗВ) от небольшого объекта животноводства или крупного животноводческого комплекса по содержанию и откорму животных по современным технологиям без очистных сооружений (нормированное кормление сбалансированным по аминокислотам, витаминам, жирам, микроэлементам и углеводам кормом без применения антибиотиков, дрожжей, консервантов, сульфаниламидов и других синтетических химических препаратов, с учетом поглощения микрофлорой кишечника карбонильных соединений, карбоновых кислот и аминов, сорбции дигидросульфида, меркаптанов и аминов, трансформации меркаптанов в диметилсульфид) можно дать по осредненным удельным показателям, установленным в таблицах 6-8 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

22. Расчет выбросов при содержании и откорме животных.

При содержании и откорме животных в атмосферный воздух выделяются следующие загрязняющие вещества, образующиеся в результате ферментативного расщепления аминокислот и деструкции остатков не переваренного корма:

аммиак, код 0303;

дигидросульфид (сероводород), код 0333;

метан, код 0410;

спирты, в том числе: метанол (спирт метиловый), этанол (спирт этиловый) и др. - нормируются в пересчете на метанол, код 1052;

фенолы: крезол, фенол - нормируются в пересчете на гидроксibenзол (фенол), код 1071.

эфиры сложные: изобутилацетат, метилэтилацетат, этилформиат и др. - в пересчете на этилформиат, код 1246.

карбонильные соединения, в том числе альдегиды (ацетальдегид, бутаналь, гексаналь, 3-метилбутаналь, 2-метилпропаналь, пентаналь, проп-2-ен-1-аль, пропиональдегид и другие) и кетоны (бутан-2-он, 2,3-бутандион, про-пан-2-он и др.) - в пересчете на пропиональдегид (пропаналь), код 1314;

карбоновые кислоты: бутановая, гексановая, 3-метилбутановая, 2-метил-пропионовая, пентаиновая, пропионовая, уксусная и др. - в пересчете на гексановую кислоту (кислоту капроновую), код 1531;

сульфиды и дисульфиды, в том числе: диметил сульфид, диметилдисульфид - в пересчете на диметилсульфид, код 1707;

меркаптаны: метантиол, смесь природных меркаптанов, этантиол - в пересчете на метантиол (метилмеркаптан), код 1715;

амины, в том числе: 2,3 бензпиррол (индол), дибутиламин, диметиламин, диэтиламин, кадаверин, метиламин, 3-метилиндол (скатол), нутресцин и др. - в пересчете на метиламин (монометиламин), код 1849;

углерод диоксид (не нормируется - парниковый газ).

А так же пыль животного происхождения, выделяющаяся с поверхности тела животного - пыль меховая (шерстяная, пуховая), код 2920.

Удельные показатели выделений (выбросов) в атмосферный воздух вышеперечисленных ЗВ непосредственно от:

крупного рогатого скота (КРС): бык, корова, теленок; лошади: жеребенок, кобыла, конь; мелкого рогатого скота (МРС): баран, овца, коза; свиньи при типовом кормлении, в 1,5 раза превышающем оптимальные нормы, представлены в таблице 6 согласно приложению 2 к настоящей Методике;

пушных зверей: всеядных (соболь), плотоядных (норка, хорек, лисица, песец) и травоядных (кролик, нутрия) при оптимальном кормлении представлены в таблице 7 согласно приложению 2 к настоящей Методике;

птиц: перепелка, кура, утка, гусь, индейка, страус при оптимальном кормлении представлены в таблице 8 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Вышеперечисленные удельные показатели установлены для переходного периода с учетом поглощения микрофлорой кишечника карбонильных соединений, карбоновых кислот и аминов, сорбции сероводорода, меркаптанов и аминов, трансформации

меркаптанов в диметилсульфид при нормированном кормлении животных сбалансированным по аминокислотам (белкам), витаминам, жирам, микроэлементам, углеводам кормом без применения антибиотиков, дрожжей, консервантов, сульфаниламидов и других химических препаратов, способствующих развитию дисбактериоза и брожению углеводов.

Удельные показатели выделений пыли меховой установлены в периоды между линьками животных без учета газоочистки, гравитационного оседания аэрозоля (пункт 10 настоящей Методики) и при отсутствии влажной уборки помещений для их содержания.

Максимальный разовый выброс рассчитывается по формуле:

$$M_c = (Q * M * N) / 10^8, \text{ г/с} \quad (4.1)$$

где: Q - удельный выброс в атмосферный воздух ЗВ (мкг/(с\*1 центнер живой массы)) (по таблицам 6-8 согласно приложению 2 к настоящей Методике);

M - средняя масса одного животного, кг (по таблицам 6-8 согласно приложению 2 к настоящей Методике или исходные данные);

N - количество голов животных (птиц) в помещении (на площадке), шт.

Валовый выброс рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{год}} = (M_c * T * 3600) / 10^6, \text{ т/год}, \quad (4.2)$$

где:  $M_c$  - максимальный разовый выброс (по формуле (4.1)), г/с;

T - годовой фонд рабочего времени, час/год.

Примечание 1 - В квадратных скобках указана средняя живая масса животного соответствующего вида, кг/гол;

Примечание 2 - В фигурных скобках указано суточное потребление животным соответствующего вида перевариваемого белка при нормированном кормлении, в 1,5 раза превышающем оптимальное, сбалансированным по аминокислотам кормом без применения антибиотиков, г/(сут.\*1 ц ж. м.).

Примечание 1 - В квадратных скобках указана средняя живая масса содержащегося в шедовой клетке пушного зверя соответствующего вида, кг/гол;

Примечание 2 - В фигурных скобках указано суточное потребление пушным зверем соответствующего вида перевариваемого белка при оптимальном кормлении, в 3 раза превышающем белковый минимум, сбалансированным по аминокислотам кормом без применения антибиотиков, г/(сут.\*1 ц ж. м.).

Примечание 1 - В квадратных скобках указана средняя живая масса содержащейся на птицеферме птицы соответствующего вида, кг/гол.

Примечание 2 - В фигурных скобках указано суточное потребление птицей соответствующего вида перевариваемого белка при оптимальном кормлении, в 3 раза

превышающем белковый минимум, сбалансированным по аминокислотам кормом без применения антибиотиков, г/(сут.\*1 ц ж.м.).

23. Расчет выбросов от мест хранения навоза.

Удельные показатели вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу от навозохранилища открытого типа и площадок компостирования свиноводческих предприятий приведены в таблице 9 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Валовые выбросы рассчитываются по формуле:

$$M_{\text{год}} = (S * q * T * 3600) / 10^6, \text{ т/год}, (4.3)$$

где: S - средняя площадь бурта навоза, м<sup>2</sup>;

q - удельный показатель выброса загрязняющего вещества, г/с на 1 м<sup>2</sup> навоза (таблица 9 согласно приложению 2 к настоящей Методике);

T - время работы навозохранилища, час.

Максимальный разовый выброс рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{с}} = S_{\text{макс}} * q, \text{ г/с} (4.4)$$

где S<sub>макс</sub> - максимальная возможная площадь бурта навоза, м<sup>2</sup>.

Удельные показатели выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от открытых навозохранилищ КРС составляют:

аммиак - 0.0000122 г/с на 1 м<sup>3</sup> навоза;

сероводород - 0.000015 г/с на 1 м<sup>3</sup> навоза.

Валовые выбросы рассчитываются по формуле:

$$M_{\text{год}} = (V * q * T * 3600) / 10^6, \text{ т/год}, (4.5)$$

где: V - объем навоза проходящего через склад, м<sup>3</sup>;

q - удельный показатель выброса загрязняющего вещества, г/с на 1 м<sup>3</sup> навоза;

T - время работы навозохранилища, час.

Максимальный разовый выброс рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{с}} = q * V_{\text{макс}}, \text{ г/с} (4.6)$$

где V<sub>макс</sub> - максимальный возможный объем единовременного хранения навоза, м<sup>3</sup>.

## **5. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от предприятий химчистки**

24. Настоящая методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от мелких предприятий химической чистки одежды предназначена для определения валовых, т/год, и максимально разовых, г/с, выбросов от источников выделения балансовым методом.

На предприятиях химической чистки одежды широко применяются растворители, усилители химчистки, стиральные порошки и пасты. В процессе применения этих веществ образуются загрязняющие вещества в виде органических растворителей, поверхностно-активных веществ. Данные о количестве загрязняющих веществ, поступающих в отходы производства, должны быть отражены в технологической части проектов цехов и предприятий.

Для химчистки одежды применяются в основном хлористые жирорастворители: тетрахлорэтилен (перхлорэтилен (ПХЭ)), трихлорэтилен (ТХЭ) и др. Для цехов и участков, где обезжиривающих веществ машины не имеют адсорбентов, количество выбросов загрязняющих веществ ориентировочно можно считать равным количеству выбросов паров указанных растворителей.

#### 25. Характеристика предприятий.

В настоящее время существуют следующие типы фабрик: крупные фабрики химической чистки и крашения одежды промышленного типа, средние и мелкие фабрики химической чистки, специальные фабрики по чистке ковров, спецодежды, головных уборов и др., фабрики срочной химической чистки и стирки белья, микрохимчистки.

На мелких предприятиях используются машины химчистки вместимостью 25-30 кг. На таких предприятиях применяются комплекты машин типа "Специма-212", "КХ-010", "КХ-010А", "Тримор-25" и др.

Микрохимчистки, работающие на электроподогреве, относятся к наиболее мелким предприятиям. Они могут располагаться на первых этажах жилых зданий без собственных котельных установок. Их мощности находятся в пределах 80 - 150 кг/смену. Наиболее подходящими типами машин для таких предприятий являются "Специма-212", "КХ-010", "КХ-010А".

Предприятия химической чистки и крашения принимают в обработку различную одежду и изделия, отличающиеся по волокнистому составу, способам изготовления, назначению, отделке, степени загрязнения, износу и т. д.

#### 26. Технологический процесс химической чистки одежды.

Технологический процесс химической чистки одежды включает в себя следующие основные операции: прием одежды от населения, первичная сортировка одежды, подготовка одежды к мойке в органическом растворителе, мойка и сушка в машинах химической чистки, удаление водорастворимых пятен, сортировка вычищенной одежды, влажно-тепловая обработка, портновская работа, контроль качества работы.

Обработка изделий хлоруглеводородами осуществляется машинами периодического действия. В них происходит не только очистка изделия, но и их отжим, сушка и очистка растворителем. Современные машины снабжены автоматическими устройствами, с помощью которых обработка изделий происходит по заранее заданному режиму. Такой машиной, в частности, является МХЧА-18, преимуществами

которой является небольшой расход растворителя, сравнительно удобный в обслуживании фильтр, наличие адсорбера, позволяющего улавливать растворитель.

Химическая чистка осуществляется однованным, двухванным и многованным способами. Принцип двух- и трехванных способов мойки состоит в том, что изделия последовательно промываются в растворах разного состава и разной степени чистоты. Процесс обработки одежды в машинах можно осуществлять как при ручном управлении машиной, так и при автоматическом.

Удобство проведения процесса при ручном управлении состоит в том, что предоставляется возможность осуществить практически любой вариант мойки применительно к конкретной партии одежды. Работы при автоматическом управлении дают возможность получать более стабильные результаты по качеству обработки, гарантируют точное выполнение выбранного технологического процесса.

В таблице 10 согласно приложению 2 к настоящей Методике указаны марки обезжиривающих машин, применяемых на предприятиях химической чистки с учетом их единовременной загрузки и производительности.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды, а также исключения потерь паров органических растворителей, выделяемых из изделий при операции правления на предприятиях химической чистки, применяются адсорбционные установки.

Адсорбирующие установки, применяемые для улавливания паров хлорсодержащих растворителей, могут быть двух типов - однокамерные и двухкамерные. По своему назначению они подразделяются на индивидуальные и групповые.

Один адсорбент обслуживает ряд машин, суммарная грузочная масса которых составляет 60 кг.

Смесь паров растворителя и воздуха по воздуховоду поступает в воздушный фильтр рукавного типа, в котором увлеченные потоком частицы пыли и ворса улавливаются и очищенная смесь вентилятором подается в абсорбционную камеру, наполненную активированным углем, а очищенный воздух поступает в воздуховод через заслонку.

Машина сухой чистки серии WD-301 достаточно полно отвечает все более возрастающим требованиям повышения производительности и качества.

Новый микропроцессор представляет собой новую систему контроля с предварительным выбором цикла, позволяет работать с практически неограниченным диапазоном программ чистки. Оснащенная двумя независимыми танками, дающими возможность использовать в одной машине различные химические добавки для различных типов ткани; обеспечивает экономию фильтров. Идеально подходит для чистки кожи, замши и дубленок. Уменьшает потребление энергии за счет установленных воздушных клапанов. Используется для двойных картридж-фильтров - независимо для каждого танка.

Различные способы чистки:

Все виды чистки от замачивания до душа проходят по 3-м ступеням. Все ступени имеют замкнутый цикл.

Растворителем служит специальное масло-сольвент. Отжим масла регулируется тремя ступенями скорости в зависимости от плотности ткани (сильный, средний, слабый).

Этапы процесса чистки:

чистка;

отжим масла на средней скорости;

чистка душем;

полоскание;

низкая скорость;

средняя скорость;

отжим на высокой скорости;

остановка барабана.

Обработка изделий осуществляется машинами периодического действия. В них происходит не только чистка изделий, но их отжим, сушка и очистка растворителем.

Технологический цикл длится максимально 45 мин. За рабочую смену максимально проводится 7 циклов. Перезагрузка машины производится в течение 5 мин. Максимальное количество циклов возможно при очень высоком спросе на данный вид услуг. В качестве растворителя широкое распространение получил сольвент-масло. Расход сольвента на один цикл составляет 0.915 кг/ч для машины сухой чистки серии WD-301.

27. Расчет количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу предприятиями химчистки.

Расчет валовых, т/год, и максимальных, г/с, выбросов проводится по конкретным источникам балансовым методом.

Используемые растворители в машинах химической чистки обладают 100% летучестью. Растворители распределяются по технологическим операциям в определенном соотношении, которое приводится в таблице 11 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Если технологические выбросы от нескольких машин химчистки осуществляются отдельно, количество растворителя для каждого выброса рассчитывается из общей величины технологического выброса с учетом производительности машины.

В зависимости от марки установленных машин и используемых растворителей установлены нормы расхода их по технологическим операциям.

Максимальный технологический выброс, г/с, при отсутствии очистки рассчитывается следующим образом:

$$M^r = \frac{a \times 10^3 \times 0,87 \times 0,85}{t \times K \times 3600}$$

, (5.1)

где: а - максимальный расход растворителя ПХЭ за смену, кг;

0,85 - доля технологического выброса;

t - продолжительность смены, ч;

K - коэффициент проветривания загрузочной камеры в долях единиц.

Примечание - При работе на ПХЭ, ТХЭ в режимах сушки и проветривания одежды пары растворителя удаляются через адсорбер. Следовательно, выброс паров растворителя в атмосферу составляет 87% от фактического расхода на фабриках химической чистки. При этом на технологический выброс приходится 85%, а на общеобменный - 15%.

Значения величины K определяется следующим образом: зная производительность обезжиривающей машины (кг/смену) и ее единовременную загрузку (кг), определяют количество загрузок в смену.

Рабочий цикл машины длится 30 - 40 минут, из них время проветривания загрузочной камеры составляет 5 минут. Умножая это на число загрузок, определим, сколько времени будет длиться выброс в течение смены.

Пример - Производительность обезжиривающей машины КХ-014 240 кг/смену. Единовременная загрузка ее 30 кг. Количество загрузок в смену  $240/30=8$ . Рабочий цикл машины длится 40 минут. Из них время проветривания в течение цикла составит 5 минут. Следовательно, выброс ПХЭ будет длиться периодически 40 минут в течение смены, что составляет  $K=0,083$ , т. е. 40 минут - K; 8 часов - t.

Если технологический выброс осуществляется с предварительной очисткой в адсорбере, то максимальный выброс вредного вещества по формуле:

$$M^r = \frac{a \times 10^3 \times 0,87 \times 0,85 \times (1 - \eta) \times K \times 10^{-2}}{t \times 3600}$$

, (5.2)

где

$\eta$

- КПД адсорбера, в долях единиц;

K = 1, т. к. вентиляционный выброс осуществляется постоянно в течение смены.

Максимальный вентиляционный выброс рассчитывается по формуле:

$$M^в = \frac{a \times 10^3 \times 0,87 \times 0,15}{t \times 3600}$$

, (5.3)

где 0,15 - доля вентиляционных выбросов.

Если вентиляционный и технологический выбросы объединены в один источник, то суммарный валовый выброс, т/год, из этого источника составит:

$$M = M^T + M^B \quad (5.4)$$

$$Q^B = 0,87 * 0,15 * G \quad (5.5)$$

Валовый технологический выброс при наличии адсорбера в машине определяется по формуле:

$$G_a^T = 0,87 * 0,85 * G (1 -$$

$\eta$   
) (5.6)

где: G - годовой расход растворителя на фабрике химической чистки, т/год;  
0,87 - доля от общего расхода растворителя, поступающего в атмосферу от технологического и вентиляционного выбросов;

$\eta$   
- КПД адсорбера, в долях единицы.

Валовый технологический выброс при отсутствии адсорбера по формуле:

$$G_a^T = 0,87 * 0,85 * G \quad (5.7)$$

Для снижения выбросов используют ввод дополнительных ступеней очистки, т.е. адсорберов, КПД ( $\eta$ ) которых 90% и более.

При установлении первой ступени очистки валовый выброс (т/год) растворителя из конкретного источника определяется по формуле:

$$G_{1ст}^T = G_a^T (1 -$$

$\eta$   
) (5.8)

Где  $G_a^T$  - годовой выброс из данного источника до проведения очистки.

Максимальный выброс (г/с) из этого источника определяется по формуле:

$$M_{1ст} = M (1 -$$

$\eta$   
) (5.9)

где

$\eta$   
- КПД адсорбера, в долях единиц.

28. Расчет выбросов вредных веществ, входящих в состав пятновыводных средств.

Предварительное и окончательное выведение пятен (пятновыводка) является важнейшей операцией процесса химической чистки изделий. На участке пятновыводки

осуществляется технологический выброс от местных отсосов пятновыводного стола, стола зачистки, от шкафа хранения пятновыводных веществ.

С учетом химического состава пятновыводных средств и процента летучести веществ, входящих в эти средства, величина валового выброса веществ, т/год, из конкретного источника определяется по формуле:

$$G_{\text{п.в.}} = G_p * C \quad (5.10)$$

где:  $G_p$  - расход пятновыводного средства за год, т;

$C$  - содержание летучей части вещества, входящего в пятновыводное средство, в долях единицы.

Величина максимального выброса летучего вещества, г/с, при использовании пятновыводных средств рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{п.в.}} = (a * C * 103) / t * 3600 \quad (5.11)$$

где:  $a$  - расход пятновыводных средств в смену, кг;

$C$  - содержание летучей части вещества, входящего в пятновыводное средство, в долях единицы;

$t$  - продолжительность смены, час.

В таблице 12 согласно приложению 2 к настоящей Методике приведены характерные пятновыводные средства и их усилители, используемые на предприятиях химчистки, с указанием процентного содержания летучих веществ, входящих в состав этих средств.

В технологическом процессе могут использоваться и вновь разработанные пятновыводные средства и их усилители, которые не указаны в таблице 12 согласно приложению 2 к настоящей Методике. В этом случае необходимо проводить их полный компонентный состав, а расчет выбросов производить только на летучие компоненты.

## **6. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от химических лабораторий**

29. В состав общезаводской лаборатории входят следующие лаборатории: химическая, химико-технологическая, металловедения, сборки и монтажа, ремонта средств измерения и санитарная.

При работе в химической лаборатории основными веществами, выделяющимися при анализах, являются кислоты - серная, азотная, гидрохлорид (соляная кислота) и т.д.

В химико-технологическую лабораторию входят группы спектрального анализа, гальванопокрытий и печатных плат, лакокрасочных покрытий, герметизации и пропитки, изоляционных материалов и пластмасс. Основными выбросами являются пыль железа и пары кислот - азотной, соляной, серной.

Группа гальванопокрытий и печатных плат внедряет новые виды покрытий и новые технологические процессы покрытий и изготовления печатных плат: осуществляет

периодический контроль электролитов в рабочих ваннах и модернизацию принятых технологических процессов.

При этом выделяются такие вредные вещества как пары кислот, щелочей, аммиака, формальдегида, этилового спирта.

В группе покрытий ЛКМ происходит выделение паров органических растворителей. Основными растворителями, наиболее часто применяющимися на предприятиях отрасли, являются: циклогексанон, (хлорметил) оксиран (эпихлоргидрин), бутилацетат, уайт-спирит, диметилбензол (ксилол), метилбензол (толуол), этилацетат, этиловый спирт, пропан-2-он (ацетон), 2-этоксиэтанол (этилцеллозольв).

Группа изоляционных материалов и пластмасс осуществляет: входной контроль листовых слоистых пластиков, лакотканей. изоляции приводов, кабелей, пресспорошков. При этом выделяются также вредные вещества как гидроксibenзол (фенол), формальдегид, аммиак, углерода оксид.

В лабораторию металловедения входят группы металлографии, рентгенодефектоскопии и термообработки. Основными выбросами вредных веществ от основного оборудования лаборатории металлографии являются соляная и азотная кислоты.

На участке приготовления химических реактивов выделяются пары кислот и щелочей.

Основными процессами при термической обработке деталей являются закалка, отпуск, цементация, азотирование. При работе термического оборудования в воздушную среду выделяются аэрозоли солей, масла, хлористый водород.

Лаборатория технологии сборки и монтажа состоит из группы сборки и монтажа схем и групп сварки и пайки. От участка пайки в атмосферу выделяются: аэрозоли свинца, олова, алюминия, пары канифоли, этилацетата, этилового спирта, фтористого водорода, углерода оксид.

Лаборатория ремонта средств измерений занимается ремонтом измерителей давления и др.

На механическом участке в воздух рабочей зоны поступают пары и аэрозоли оловянно-свинцовых припоев, пары органических соединений, углерод оксид.

При работе в санитарной лаборатории выделяются пары и аэрозоли кислот и щелочей.

Ввиду того, что работы в лабораториях ведутся, как правило, эпизодически, то для оборудования, время работы в течение часа которого составляет менее 20 минут. При расчете выбросов в атмосферу учитываются мощности выбросов  $ZB \text{ Mc}$  (г/с), отнесенные к 20-минутному интервалу времени, это требование относится к выбросам  $ZB$ , продолжительность,  $T$ , которых меньше 20-ти минут.

$$T(c) < 1200 \text{ (6.1)}$$

Для таких выбросов значение мощности,  $M$  (г/с), определяется следующим образом

:

$$M_c = Q/1200, (6.2)$$

где  $Q$ (г) - суммарная масса загрязняющего вещества, выброшенная в атмосферу из рассматриваемого источника загрязнения атмосферы (ИЗА) в течение времени его действия  $T$ .

В тех случаях, когда при инвентаризации выбросов определяется средняя интенсивность поступления ЗВ в атмосферу из рассматриваемого ИЗА во время его функционирования,  $M_H$  (г/с), (т.е. в период времени  $T$ ), значение  $Q$ (г) рассчитывается по формуле:

$$Q = M_H * T (6.3)$$

здесь  $T$  - в секундах.

Пример - Для ИЗА, продолжительность выброса определенного ЗВ (например,  $SO_2$ ) из которого составляет 5 минут (300 с.) при средней интенсивности поступления ЗВ в атмосферу,  $M_H = 0,5$  г/с, величина  $Q$  равна:

$$Q = 0,5 * 300 = 150 \text{ г,}$$

Величина определяемой при инвентаризации и используемой в расчетах загрязнения атмосферы мощности выброса составит:

$$M_c = 150/1200 = 0,125 \text{ г/с.}$$

Для ИЗА, время действия которых,  $T$ , меньше 20 минут, значения используемой в расчетах мощности выброса ЗВ,  $M_c$  (г/с), меньше измеренной (за время  $T$ ) интенсивности поступления этого ЗВ в атмосферу,  $M_H$  (г/с) соотношение  $M_c$  (г/с) и  $M_H$  (г/с) представляется формулой:

$$M_c = T(c)/1200 * M_H (6.4)$$

В таблице 13 согласно приложению 2 к настоящей Методике приведены удельные выделения вредных веществ в атмосферу от оборудования общезаводских лабораторий

Выбросы вредных веществ в атмосферу рассчитываются по формулам (2.1-2.12) раздела 2 настоящей Методики.

## 7. Расчет выбросов вредных веществ от вспомогательных и бытовых служб предприятий

30. К вспомогательным службам, имеющимся на предприятиях, относятся копировально-множительные участки, складское хозяйство и др.

Основными выделяющимися в атмосферу вредными веществами являются аммиак, пропан-2-он (ацетон), винилбензол (стирол), окись углерода, селен аморфный, озон, трехокись хрома, скипидар, гидроцианид, дихлорэтан, четыреххлористый углерод,

хлористый водород, серная и азотная кислоты, диметилбензол (ксилол), метилбензол (толуол), керосин, бензин, дизельное топливо, а также уайт-спирит, изопропиловый, этиловый и поливиниловый спирты и др.

На участках бытовых служб предприятий осуществляют обезвреживание, стирку и химическую чистку спецодежды, а также ремонт обуви. При этом в атмосферу выделяются диоксид углерода, керосин, хлористый водород, тетрахлорэтилен, трихлорэтан, бензин, этилацетат, гидроксibenзол (фенол) и синтетическое моющее средство типа "Лотос".

Складское хранение органических растворителей и других летучих соединений должно осуществляться в герметичной таре, без выделения вредных веществ.

В таблице 15 согласно приложению 2 к настоящей Методике приведены выбросы вредных веществ в г/с, выделяющие при переливе вышеуказанных соединений в рабочую тару. В случае проведения работ по переливу за промежуток времени менее 20 минут, выбросы загрязняющих веществ принимаются с учетом осреднения к 20-ти минутному интервалу времени по формулам раздела 6 настоящей Методики.

Удельные выделения вредных веществ в атмосферу от оборудования множительно-копировальных участков, складского хозяйства и бытовых служб приведены в таблицах 14, 15, 16 согласно приложению 2 к настоящей Методике соответственно.

Выбросы вредных веществ в атмосферу рассчитываются по формулам (2.1-2.12) раздела 2 настоящей Методики.

## **Примеры расчетов**

Пример 1. Расчет выделения взвешенных частиц на стадии ручного просева ампициллина

1. В соответствии с таблицей 17 согласно приложению 2 к настоящей Методике просев относится к операциям 1-го типа. Расчет производится в соответствии с разделом 16 Методики.

2. Просев порошка ампициллина осуществляется с помощью ручного сита квадратного сечения размером 0,5

×  
0,5 м. Просев проводят в вытяжном шкафу.

3. Исходные данные для расчета сведены в таблицу 19 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

4. Дисперсный состав порошка ампициллина приведен в таблице 20 согласно приложению 2 к настоящей Методике

Примечание - Дисперсный состав ориентировочный и не может быть использован для практических расчетов.

5. По формуле (3.1) рассчитывается максимальный размер

$D_{\max}$  частиц порошка ампициллина, которые могут быть унесены газовым потоком:

$$D_{\max}^{\text{ам}} = 1,8 \times 0,7^{15} \times \frac{1}{9,8 \times (847,6 - 1,146)} \times \sqrt{\frac{1,146 \times 0,00001809}{0,1}} =$$

$$= 0,0000019 \text{ м} = 1,9 \text{ мкм.}$$

6. В соответствии с данными дисперсного состава массовая доля  $\lambda_{\text{ам}}$  фракции частиц с размером менее  $D_{\max}$  составляет:

$$\lambda_{\text{ам}} = 0,49 \%$$

7. По формуле (3.3) рассчитывается масса частиц  $m_{\text{ам}}$  размером не более  $D_{\max}$  в аэрируемом слое порошка:

$$m_{\text{ам}} = 0,25 \times 0,000026 \times 847,6 \times 0,0049 \times 1,0 = 0,000027 \text{ кг.}$$

8. По формуле (3.4) рассчитывается удельный выброс порошка  $Q_{\text{ам}}$  (г/кг):

$$Q_{\text{ам}} = 10^3 \times \frac{0,000027}{0,000027 + 75,8} \times 120 \times 25 = 1,07$$

г/кг.

9. По формуле (3.5) рассчитывается максимальный выброс порошка  $M_{\text{ам}}$  (г/с):

$$M_{\text{ам}} = 5,2 \times \frac{1,07 \times 75,8}{25 \times 60} = 0,28$$

г/с.

Пример 2. Расчет выделения взвешенных веществ при конвективной сушке гранулята ибупрофена.

1. Согласно таблице 17 согласно приложению 2 к настоящей Методике конвективная сушка относится к операциям 2-го типа. Расчет производится в соответствии с разделом 3 настоящей Методики.

2. Сушка гранулята ибупрофена осуществляется в конвективной сушилке. Ориентировочно на каждый поддон загружается 3,38 кг гранулята, таким образом, для сушки гранулята используются 18 поддонов площадью 0,25 м<sup>2</sup> каждый, общей площадью 4,5 м<sup>2</sup>.

3. Исходные данные для расчета сведены в таблицу 21 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

4. Дисперсный состав компонентов гранулята ибупрофена приведен в таблице 22 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Примечание - Дисперсный состав ориентировочный и не может быть использован для практических расчетов.

5. По формуле (3.1) рассчитывается максимальный размер частиц порошков, которые могут быть унесены газовым потоком. Так как плотность ибупрофена ниже плотности крахмала, расчет  $D_{\max}$  проводится по ибупрофену:

$$D_{\max}^{\text{иб}} = 1,8 \times 0,5^{1,5} \times \frac{1}{9,8 \times (1208 - 0,761)} \times \sqrt{\frac{0,761 \times 0,00001592}{0,015}} =$$

$$= 0,0000025 \text{ м} = 2,5 \text{ мкм.}$$

6. В соответствии с данными дисперсного состава (таблица 22 согласно приложению 2 к настоящей Методике) массовая доля

$\lambda$   
фракции частиц с размером менее  $D_{\max}$  составляет: для крахмала -

$\lambda$   
 $\lambda_{\text{кр}} = 0,47\%$ , для ибупрофена -

$\lambda$   
 $\lambda_{\text{иб}} = 0,06\%$ .

7. Площадь пылящей поверхности порошка составит (таблица 3 согласно приложению 2 к настоящей Методике):

$$S = (3,14 + 1) \times 0,25 \times 18 = 18,63, \text{ м}^2$$

8. Масса частиц  $m_{y_i}$  размером не более  $D_{\max}$  в аэрируемом слое порошка составит:

$$m_{y_{\text{кр}}} = 18,63 \times 0,001 \times 1308,5 \times 0,0047 \times 0,178 = 0,02, \text{ кг};$$

$$m_{y_{\text{иб}}} = 18,63 \times 0,001 \times 1208 \times 0,0006 \times 0,822 = 0,011, \text{ кг.}$$

9. Удельный выброс порошка  $Q$  (г/кг) составит:

для крахмала

$$Q_{\text{кр}} = 10^3 \times \frac{0,02}{10,8} \times 1 = 1,85$$

, г/кг;

для ибупрофена

$$Q_{\text{иб}} = 10^3 \times \frac{0,011}{50} \times 1 = 0,22$$

, г/кг.

10. Максимальный выброс порошка М (г/с) составит:

$$M_{\text{сп}} = 32 \times \frac{1,85 \times 10,8}{480 \times 60} = 0,022$$

, г/с;

$$M_{\text{иб}} = 32 \times \frac{0,22 \times 50}{480 \times 60} = 0,012$$

, г/с.

Пример 3. Расчет выделения взвешенных частиц на стадии загрузки ампициллина в смеситель струей

1. В соответствии с таблицей 17 согласно приложению 2 к настоящей Методике загрузка аппарата струей относится к операциям 3-го типа. Расчет производится в соответствии с разделом 16 настоящей Методики.

2. Исходные данные для расчета сведены в таблицу 23 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

3. Дисперсный состав порошка ампициллина приведен в таблице 20 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

4. По формуле (3.1) рассчитывается максимальный размер

$D_{\text{max}}$  частиц порошка, которые могут быть унесены газовым потоком:

$$D_{\text{max}}^{\text{ам}} = 1,8 \times 0,82^{1,5} \times \frac{1}{9,8 \times (847,6 - 1,146)} \times \sqrt{\frac{1,146 \times 0,00001809}{0,1}} =$$

$$= 0,0000024 \text{ м} = 2,4 \text{ мкм.}$$

5. Массовая доля

$\lambda_{\text{ам}}$  фракции частиц с размером не более 2,4 мкм составляет 0,65% (по таблице 20 согласно приложению 2 к настоящей Методике, методом линейной интерполяции).

6. По формуле (3.3) рассчитывается масса частиц  $m_{\text{у ам}}$  размером не более  $D_{\text{max}}$  в аэрируемом слое порошка:

$$m_{\text{у ам}} = 0,395 \times 0,000026 \times 847,6 \times 0,0065 \times 1,0 = 0,000057 \text{ кг.}$$

7. По формуле (3.4) рассчитывается удельный выброс порошка  $Q_{ам}$  (г/кг):

$$Q_{ам} = 10^3 \times \frac{0,000057}{0,000057 + 75,8} \times 1715 = 1,28$$

г/кг.й

8. По формуле (3.5) рассчитывается максимальный выброс порошка  $M_{ам}$  (г/с):

$$M_{ам} = 2,31 \times \frac{1,28 \times 75,8}{5 \times 60} = 0,747$$

г/с.

Пример 4. Расчет выделения взвешенных веществ при перегрузке порошков совком

1. Согласно таблице 17 согласно приложению 2 к настоящей Методике переагрузка порошков совком относится к операциям 4-го типа. Расчет производится в соответствии с разделом 16 настоящей Методики.

2. Исходные данные для расчета сведены в таблицу 24 согласно приложению 2 к настоящей Методике

3. Дисперсный состав компонентов гранулята ибупрофена приведен в таблице 22 согласно приложению 2 к настоящей Методике

4. По формуле (3.1) рассчитывается максимальный размер частиц порошков, которые могут быть унесены газовым потоком. Так как плотность ибупрофена ниже плотности крахмала, расчет  $D_{max}$  проводится по ибупрофену:

$$D_{max}^{иБ} = 1,8 \times 0,82^{1,5} \times \frac{1}{9,8 \times (1208 - 1,146)} \times \sqrt{\frac{1,146 \times 0,00001809}{0,1}} =$$

$$= 0,0000016 \text{ м} = 1,6 \text{ мкм.}$$

5. В соответствии с данными дисперсного состава (таблица 22 согласно приложению 2 к настоящей Методике) массовая доля

$\lambda$   
фракции частиц с размером менее  $D_{max}$  составляет: для крахмала -

$\lambda$   
 $\lambda_{кр} = 0,004\%$ , для ибупрофена -

$\lambda$   
 $\lambda_{иб} = 0,06\%$ .

6. Масса частиц  $m_{у_i}$  размером не более  $D_{max}$  в аэрируемом слое порошка составит:

для ибупрофена  $m_{у_{иб}} = 1,64 \times 0,000038 \times 1208 \times 0,0006 \times 0,822 = 0,000037 \text{ кг}$

для крахмала  $m_{у_{кр}} = 1,64 \times 0,000038 \times 1308,5 \times 0,00004 \times 0,178 = 0,0000005 \text{ кг}$

7. Удельный выброс порошка Q (г/кг) составит:

$$Q_{\text{уб}} = 10^3 \times \frac{0,000037}{0,000037 + 50} \times 40,5 = 0,03$$

, г/кг;

$$Q_{\text{эф}} = 10^3 \times \frac{0,0000005}{0,0000005 + 10,8} \times 40,5 = 0,00187$$

, г/кг.

8. Максимальный выброс порошка M (г/с) составит:

$$M_{\text{уб}} = 4,2 \times \frac{0,03 \times 50}{3,4 \times 60} = 0,031$$

, г/с;

$$M_{\text{эф}} = 4,2 \times \frac{0,00187 \times 10,8}{3,4 \times 60} = 0,00042$$

, г/с.

Пример 5. Расчет выделения взвешенных частиц на стадии ручного опудривания таблеток аллохола карбонатом магния в дражировочном чане

1. В соответствии с таблицей 17 согласно приложению 2 к настоящей Методике опудривания таблеток относится к операциям 5-го типа. Расчет производится в соответствии с разделом 17 данной Методики.

2. Исходные данные для расчета сведены в таблицу 27 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

3. Дисперсный состав порошка магния карбоната приведен в таблице 28 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

Примечание - Дисперсный состав ориентировочный и не может быть использован для практических расчетов.

4. Рассчитывается максимальный размер

$D_{\text{max}}$  частиц магния карбоната, которые могут быть унесены газовым потоком по формуле (3.1):

$$D_{\text{max}}^{\text{АХ}} = 1,8 \times 0,65^{1,5} \times \frac{1}{9,8 \times (1257,6 - 1,116)} \times \sqrt{\frac{1,116 \times 0,00001801}{0,5}} =$$

$$= 0,0000005 \text{ м} = 0,5 \text{ мкм.}$$

5. В соответствии с данными дисперсного состава массовая доля

$\lambda$

фракции частиц с размером менее 1 мкм составляет 0,015%:

6. По формуле (3.9) рассчитывается масса частиц  $m_{у_{мк}}$  размером не более  $D_{max}$  в загруженном порошке магния карбоната:

$$m_{у_{мк}} = 0,00015 * 1,0 = 0,00015 \text{ кг.}$$

7. Удельный выброс магния карбоната на стадии опудривания  $Q_{мк}$  (г/кг) рассчитывается по формуле (3.4) и составит:

$$Q_{мк} = 10^3 \times \frac{0,00015}{0,00015 + 1} = 0,15$$

г/кг.

8. По формуле (3.5) рассчитывается максимальный выброс магния карбоната  $M_{мк}$  (г/с):

$$M_{мк} = 1 \times \frac{0,15 \times 1}{0,5 \times 60} = 0,005$$

г/с.

Пример 6. Расчет выделения взвешенных частиц на стадии сушки в кипящем слое гранулята ампициллина

1. Согласно таблице 17 согласно приложению 2 к настоящей Методике сушка в кипящем слое относится к операциям 6-го типа. Расчет производится в соответствии с разделом 18 настоящей Методики.

2. Исходные данные для расчета сведены в таблицу 27 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

3. Дисперсный состав компонентов гранулята ампициллина приведен в таблице 28 согласно приложению 2 к настоящей Методике.

4. Поскольку критический диаметр для фильтрующего материала рукавных фильтров  $D_{кр} = 8$  мкм, массовая доля

$\lambda$

$i$ -той фракции частиц гранулята с диаметром не более 8 мкм составляет: ампициллина - 24,9%; крахмала - 3,59%; талька - 70%.

5. В соответствии с этим на долю частиц меньше  $D_{кр} = 8$  мкм (фракция, не задерживаемая фильтром) в грануляте приходится: ампициллина - 18,87 кг; крахмала - 0,67 кг; талька - 1,34 кг.

6. Для каждого компонента по формуле (3.11) рассчитывается масса частиц  $m_{у_i}$  размером не более  $D_{кр}$  в аэрируемом слое порошка:

для ампициллина  $m_{у_{ам}} = 502,8 * 0,000026 * 874,6 * 0,249 * 0,79 = 2,17$  кг;

для крахмала  $m_{у_{кр}} = 502,8 * 0,000026 * 1308,5 * 0,0359 * 0,195 = 0,119$  кг;

для талька  $m_{у_{тал}} = 502,8 * 0,000026 * 1780 * 0,7 * 0,02 = 0,32$  кг.

Примечание - Дисперсный состав ориентировочный и не может быть использован для практических расчетов.

7. По формуле (3.4) рассчитывается удельный выброс компонентов гранулята ампициллина на стадии сушки в кипящем слое:

для ампициллина

$$Q_{ам} = 10^3 \times \frac{2,17}{75,8} = 28,6$$

г/кг;

для крахмала

$$Q_{кр} = 10^3 \times \frac{0,119}{18,8} = 6,3$$

г/кг;

для талька

$$Q_{тал} = 10^3 \times \frac{0,32}{1,92} = 166,6$$

г/кг.

8. По формуле (3.5) рассчитывается максимальный выброс порошка  $M_{ij}$  (г/с) от сушки каждого компонента гранулята при производстве ампициллина:

для ампициллина

$$M_{ам} = 2,9 \times \frac{28,6 \times 75,8}{65 \times 60} = 1,59$$

г/с;

для крахмала

$$M_{кр} = 2,9 \times \frac{6,3 \times 18,8}{65 \times 60} = 0,087$$

г/с;

для талька

$$M_{тал} = 2,9 \times \frac{166,6 \times 1,92}{65 \times 60} = 0,23$$

г/с.

Пример 7. Расчет выделения взвешенных частиц от таблеточного пресса по производству ампициллина

1. Согласно таблице 17 согласно приложению 2 к настоящей Методике таблетирование относится к операциям 7-го типа. Расчет производится в соответствии с разделом 19 настоящей Методики.

2. Состав сухого гранулята следующий: ампициллина - 75,8 кг; крахмала - 18,8 кг; талька - 1,92 кг.

3. Удельное выделение загрязняющих веществ ( $Q_T$ ) составляет 0,0035 г/с.

4. Рассчитывается максимальный выброс от таблеточной машины марки РТМ 41М2В с ручной загрузкой таблеточной массы компонентов при производстве лекарственного препарата "Ампициллин" по формуле (3.12):

$$M_{ам} = 0,0035 * 0,79 = 0,0027 \text{ г/с}$$

$$M_{кр} = 0,0035 * 0,195 = 0,00068 \text{ г/с}$$

$$M_{тал} = 0,0035 * 0,02 = 0,00007 \text{ г/с.}$$

## Таблицы применяемые в настоящей Методике

Таблица 1

### Перечень предприятий 4 категории

Группа производства	Вид производства
Химические производства	1 производство готовых лекарственных форм (без изготовления составляющих)
	2 производство бумаги из макулатуры
	3 фабрики химической чистки одежды мощностью свыше 160 кг/сутки
	4 производство изделий из пластмасс и синтетических смол (механическая обработка)
	5 производство спичек
Металлургические, машиностроительные и металлообрабатывающие объекты	1 производство котлов
	2 объект пневмоавтоматики
	3 объект металлоштамп
	4 объект сельхоздеталь
	5 типографии без применения свинца (офсетный, компьютерный набор)
Обработка древесины	сборка мебели из готовых изделий без лакирования и окраски
Текстильные производства и производства легкой промышленности	объекты по мелкосерийному выпуску обуви из готовых материалов с использованием водорастворимых клеев
	1 малые объекты и цехи малой мощности по производству кондитерских изделий до 0,5 тонн в сутки (т/сутки)

Обработка пищевых продуктов и вкусовых веществ	2 промышленные установки для низкотемпературного хранения пищевых продуктов емкостью до 600 т
	3 производства по производству пива (без солодовен)
Сельскохозяйственные объекты	1 хранилища фруктов, овощей, картофеля, зерна
	2 материальные склады
	3 хозяйства с содержанием животных (свинарники, коровники, птичники, конюшни, зверофермы) до 50 голов
Сооружения санитарно-технические, транспортной инфраструктуры, установки и объекты коммунального назначения	1 автозаправочные станции блочно-контейнерного типа, оснащенные газозвратной системой, мощностью менее 80 заправок в час "пик"
	2 приемные пункты вторичного сырья
Склады, причалы и места перегрузки и хранения грузов, производства фумигации грузов и судов, газовой дезинфекции, дератизации и дезинсекции	1 открытые склады и перегрузка увлажненных минерально-строительных материалов (песка, гравия, щебня, камней и другие)
	2 участки разгрузки и погрузки рефрижераторных судов и вагонов
	3 речные причалы

Таблица 2

**Плотность газа  $P_r$  и коэффициент динамической вязкости**

$\mu$

**для влажного воздуха**

Температура воздуха, °C	Влажность воздуха 50%				Влажность воздуха 100%			
	Плотность воздуха при давлении, кг/м <sup>3</sup>			Коэффициент вязкости воздуха, г/м·с	Плотность воздуха при давлении, кг/м <sup>3</sup>			Коэффициент вязкости воздуха, г/м·с
	720	740	760		720	740	760	
20	1,136	1,168	1,199	0,00001802	1,131	1,163	1,194	0,00001794
25	1,115	1,146	1,177	0,00001809	1,108	1,139	1,170	0,00001799
30	1,095	1,125	1,155	0,00001816	1,085	1,116	1,146	0,00001801
35	1,074	1,104	1,134	0,00001821	1,062	1,091	1,121	0,00001802
40	1,053	1,082	1,111	0,00001825	1,037	1,066	1,095	0,00001800
45	1,032	1,060	1,089	0,00001837	1,011	1,039	1,067	0,00001803
50	1,009	1,037	1,066	0,00001857	0,983	1,011	1,038	0,00001812
55	0,986	1,014	1,041	0,00001863	0,953	0,979	1,006	0,00001803

60	0,963	0,990	1,016	0,00001876	0,921	0,947	0,972	0,00001798
65	0,938	0,964	0,990	0,00001869	0,887	0,912	0,936	0,00001772
70	0,911	0,936	0,961	0,00001862	0,846	0,870	0,893	0,00001735
75	0,879	0,904	0,928	0,00001847	0,797	0,820	0,842	0,00001677
80	0,844	0,867	0,891	0,00001820	0,740	0,761	0,781	0,00001592

Таблица 3

**Площадь пылящей поверхности для различных источников выделения пыли**

Тип операции	Наименование операции	Площадь пылящей поверхности	
		для порошков	для гранулята и таблеток
1	Растваривание Просев Отвешивание	Площадь сечения тары П л о щ а д ь горизонтального сечения сита Площадь рабочей чаши	$S=(\rho +1) \times S_n$ , где $S_n$ - площадь сечения тары, м <sup>2</sup>
2	Конвективная сушка	$S=n_l \times S_n$ , где $S_n$ - площадь поддона конвективной сушилки, м <sup>2</sup> ; $n_l$ - количество поддонов в сушилке	$S=(\rho +1) \times n_l \times S_n$ , где $S_n$ - площадь поддона конвективной сушилки, м <sup>2</sup> ; $n_l$ - количество поддонов в сушилке
3	Загрузка порошков струей	$S=2hxb+Sc$ , где $h$ - максимальная высота падения порошка, м; $b$ - максимальная ширина струи (потока) порошка, м; $Sc$ -максимальная площадь сечения загружаемой емкости, м <sup>2</sup>	$S=(\rho +1) \times 2hxb+Sc$ , где $h$ - максимальная высота падения порошка, м; $b$ - максимальная ширина струи (потока) порошка, м; $Sc$ -максимальная площадь сечения загружаемой емкости, м <sup>2</sup>
4	Загрузка порошков совком	$S = lxd + Sc$ , где $l$ -длина совка, м; $d$ -ширина совка, м	
5	Опудривание с ручным перемешиванием Опудривание с механическим перемешиванием Дражирование	Площадь горизонтального сечения емкости для опудривания Площадь горизонтального сечения емкости для опудривания Площадь максимального сечения дражирования чана	

6	Сушка гранулята в сушилке с кипящим слоем	$S = \frac{2 \times (R+L) \times M}{R \times L \times P_{\text{ср}}}$ <p>, где R - радиус ячейки градулятора, м; L - средняя длина гранул, м; M - масса гранулята, кг;</p> $P_{\text{гр}} = \sum P_i \times \tau_i$ <p>- средняя плотность компонентов гранулята, кг/м<sup>3</sup></p>
---	---	--

Таблица 4

**Коэффициенты в расчетных формулах (N, N1, k1)**

Тип операции	Наименование операции	Коэффициент		
		кратность обновления слоя N, 1/цикл	число обновлений слоя за одну операцию N1	коэффициент неравномерности выброса k1
1	Растаривание	-	1	2,58
	Просев ручной	120	120Т	5,2
	Вибросито	Количество встряхиваний по паспортным данным	-	5,2
2	Конвективная сушка	-	-	32
3	Загрузкой порошков струей	$N = \frac{T}{tc} = T \times \frac{g}{2h},$ <p>где  <math>tc = (2h/g)0.5</math> - время "жизни" слоя струи, с;  h - максимальная высота струи, м;  T - продолжительность операции загрузки порции порошка, с</p>	-	2,31
4	Загрузкой порошков совком		$N1 = \frac{M}{mc}$ <p>, где M - масса перегружаемой партии порошка, кг;  mc - емкость совка, кг</p>	4,2
5	Опудривание с ручным перемешиванием	Число перемешиваний	-	1
	Опудривание с механическим перемешиванием	30	-	1
	Дражирование	Число оборотов дражировочного котла, об/мин	-	1

6	Сушка в кипящем слое	-	2,9
---	----------------------	---	-----

Таблица 5

**Удельные выделения загрязняющих веществ от таблеточных и капсулирующих машин**

Наименование и марка оборудования	Тип загрузки таблеточной массы	Производительность, табл./час	Удельные выделения загрязняющих веществ Q <sub>T</sub> , г/с
Роторная таблеточная машина РТМ 41М2В	С системой пневмотранспорта таблеточной массы С ручной загрузкой таблеточной массы	44300-209000	0,0035 0,0035
Роторная таблеточная машина РТМ 41М	С системой пневмотранспорта таблеточной массы С ручной загрузкой таблеточной массы	51200-209000	0,0035 0,0035
Роторная таблеточная машина РТМ 41М3	С системой пневмотранспорта таблеточной массы С ручной загрузкой таблеточной массы	До 100000	0,0035 0,0035
Таблеточный пресс К-190-F (Бельгия)		До 100000	0,0035
Автомат для капсулирования препаратов "Bosch"	С системой полировки капсул Без системы полировки капсул	До 100000	0,004

Таблица 6

**Удельный выброс в атмосферный воздух ЗВ при содержании и откорме МРС, КРС и свиней (мкг/(с\*1 центнер живой массы))**

Наименование ЗВ или группы ЗВ, код ключевого компонента	Сельскохозяйственное животное, содержащееся в кошаре, на ферме или комплексе				
	баран, овца (МРС) [34] {376}	коза (МРС) [48] {335}	свинья [64] {304}	бык, корова (КРС) [240] {197}	лошадь [320] {179}
Аммиак, 0303	12,8	11,2	10,2	6,6	6,0
Сероводород, 0333	0,21	0,185	0,4	0,108	0,10
Метан, 0410	58,5	51,8	51,8	31,8	32,5
Метанол, 1052	0,58	0,50	1,12	0,245	0,28
Фенол, 1071	0,06	0,05	0,11	0,025	0,0275
Этилформиат, 1246	0,78	0,63	0,9	0,38	0,48

Пропиональдегид, 1314	0,25	0,22	0,45	0,125	0,12
Гексановая кислота, 1531	0,35	0,32	0,25	0,148	0,28
Диметилсульфид, 1707	0,85	0,78	1,58	0,192	0,40
Метантиол, 1715	0,009	0,008	0,008	0,0005	0,0004
Метиламин, 1849	0,165	0,145	0,20	0,10	0,078
Углерод диоксид, нет	3506	3105	3108	1908	1950
Пыль меховая, 2920	8,0	5,5	5,3	3,0	2,8

Таблица 7

**Удельный выброс в атмосферный воздух ЗВ при содержании и откорме пушных зверей (мкг/(с\*1 центнер живой массы))**

Наименование ЗВ или группы ЗВ, код ключевого компонента	Пушной зверь, содержащийся на звероферме (в шедовой клетке)					
	всеядный	плотоядный			травоядный	
		соболь [1,35] {736}	норка/хорек [1,75] {674}	лисица [6,35] {438}	Песец [7,25] {418}	кролик [4,3] {500}
Аммиак, 0303	14,9	13,6	8,85	8,44	10,1	9,6
Сероводород, 0333	0,305	0,45	0,29	0,28	0,082	0,079
Метан, 0410	51,1	51,4	33,1	31,6	32,4	31,1
Метанол, 1052	0,74	1,1	0,70	0,67	0,20	0,197
Фенол, 1071	0,08	0,11	0,07	0,07	0,02	0,02
Этилформиат, 1246	1,22	1,52	0,98	0,93	0,53	0,51
Пропиональдегид, 1314	0,44	0,60	0,39	0,37	0,16	0,15
Гексановая кислота, 1531	0,57	0,70	0,45	0,43	0,26	0,25
Диметилсульфид, 1707	0,86	1,28	0,82	0,78	0,22	0,21
Метантиол, 1715	0,0019	0,003	0,002	0,0019	0,00038	0,00037
Метиламин, 1849	0,20	0,21	0,14	0,13	0,11	0,11
Углерод диоксид, нет	3067	3086	1984	1893	1944	1866
Пыль меховая, 2920	20,2	19,8	12,6	12,3	13,5	12,8

Таблица 8

**Удельный выброс в атмосферный воздух ЗВ при содержании и откорме птицы (мкг/с\*1 центнер живой массы))**

Наименование ЗВ или группы ЗВ, код ключевого компонента	Птица, содержащаяся на птицеферме или птицефабрике					
	перепел (ка) [0,09] {1833}	кура [1,45] {718}	утка [1,85] {662}	гусь [3,0] {563}	индейка [5,3] {465}	страус [75] {192}
Аммиак, 0303	37,0	14,5	13,4	11,4	9,4	3,88
Сероводород, 0333	2,02	0,80	0,11	0,093	0,52	0,21
Метан, 0410	145	57,4	46,6	39,1	35,8	14,7
Метанол, 1052	1,47	0,58	0,27	0,23	1,18	0,48
Фенол, 1071	0,46	0,18	0,028	0,023	0,12	0,049
Этилформиат, 1246	4,25	1,68	0,68	0,57	1,09	0,45
Пропиональдегид, 1314	1,7	0,67	0,18	0,155	0,43	0,18
Гексановая кислота, 1531	1,9	0,75	0,34	0,29	0,49	0,20
Диметилсульфид, 1707	9,61	3,79	0,26	0,22	2,47	1,02
Метантиол, 1715	0,009	0,0036	0,0006	0,0005	0,0024	0,001
Метиламин, 1849	0,67	0,26	0,14	0,12	0,17	0,071
Углерод диоксид, нет	8712	3441	3570	2346	2151	885
Пыль меховая, 2920	53,3	20,7	20,4	16,8	12,2	5,0

Таблица 9

**Удельный выброс в атмосферный воздух ЗВ для открытых поверхностей**

Наименование загрязняющего вещества и код	Удельные выбросы вредных веществ в г/с на 1 м <sup>2</sup> открытой поверхности	
	Наименование сооружения	
	навозохранилище	площадка компостирования
Аммиак (0303)	0,00002839	0,00000243
Сероводород (0333)	0,0000022	0,00000013

Таблица 10

## Нормы расхода растворителя ПХЭ и ТХЭ на химчистку одежды

Тип машин	Наименование чистящего реагента	Норма расхода по группам ассортимента, г/кг		
		тяжелая	средняя	легкая
МХЧА-5	ПХЭ и ТХЭ	250	210	170
КХ-012	ПХЭ и ТХЭ	250	280	230
КХ-010	ПХЭ и ТХЭ	220	180	120
КХ-010А	ПХЭ и ТХЭ	220	180	120
Специма-212	ПХЭ и ТХЭ	200	124	116
Специма-12Е	ПХЭ и ТХЭ	220	150	106
МХЧА-18	ПХЭ и ТХЭ	165	85	55
КХ-019	ПХЭ и ТХЭ	175	100	6
Тримор-25-3	ПХЭ и ТХЭ	250	200	175
Тримор-24-4	ПХЭ и ТХЭ	220	180	146
КХ-014	ПХЭ и ТХЭ	220	170	140
КХ-016	ПХЭ и ТХЭ	230	175	140
БЕВА 100	ПХЭ и ТХЭ	100	85	10
БЕВА СИ-100	ПХЭ и ТХЭ	100	85	10
ТБ25-2; 3	Уайт-спирит, тяжелый бензин	310	200	180
WD-301	Сольвент нафта	310	200	180

Таблица 11

### Распределение паров растворителей по технологическим операциям химической чистки на ПХЭ, ТХЭ, уайт-спирите, сольвенте и технологическом бензине

Наименование технологического процесса	% выделения в атмосферу	Примечания	Выброс
Перевозка, хранение	0,5	Естественные потери	Вентиляция
Дистилляция	12,0	В виде намоченного шлака, поступающего на очистку	
Мойка и отжим	1,2	Выделяются в помещение через неплотности машин, удаляются системой вентиляции	Вентиляция
Сушка одежды	5,0	Удаляются через технологическую систему вентиляции	Технологическая вентиляция
Проветривание одежды	80,0	Удаляются через технологическую систему вентиляции	Технологическая вентиляция
Разгрузка и транспортировка чистых вещей	0,2	Удаляются через систему вентиляции	Вентиляция

Выделение в гладильном цехе	0,6	Удаляются через систему вентиляции	Вентиляция
Остаток растворителя в одежде	0,5	Выделения при транспортировке, при хранении в приемных пунктах	Вентиляция

Таблица 12

**Процентное содержание летучих веществ, входящих в состав пятновыводных средств и их усилителей**

Вещество	Компоненты	Нормативный документ	Содержание в %
Пятновыводные средства			
Ветензол	этилцеллозольв технический	ГОСТ 8313-76	(летуч) 75%
	спирт бензиловый	ГОСТ 8751-72	(летуч) 20%
	выравниватель А	ГОСТ 9600-78	5%
Таннидин	синтанол ДС-10	ТУ 6-14-577-77	10%
	лецитин	ОСТ 18-227-75	5%
	хлористый натрий	ГОСТ 4233-77	1%
	сульфат натрия	ГОСТ 6318-77	1%
	моноклоруксусная кислота	ОСТ 6-01-36279	(летуч) 3%
	этанол (спирт этил.)	ГОСТ 11547-80	(летуч) 4%
	вода	ГОСТ 2874-82	76%
ДКМ-2 (для чистки ковров)	катамин АВ	ТУ 601-816-75	2%
	синтаמיד- 5	ТУ 6-02-640-77	4%
	синтанол ДС-10	ТУ 6-14-577-77	2%
	диэтанолламины	ТУ 38-107-10-71	1%
	этиленгликоль	ГОСТ 101-64-75	(летуч) 10%
	изопропиловый спирт	ГОСТ 9805-76	(летуч) 4%
	мочевина	ГОСТ 6691-63	3%
	вода		73%
Катизол	катамин АВ	ТУ 6-01-816-75	25%
	спирт изопропиловый	ГОСТ 9805-69	(летуч) 75%
Катанол	моющее средство прогресс	ТУ 38-10-719-71	15%
	синтаמיד- 5	ТУ 6-02-640-76	3%
	изопропиловый спирт	ГОСТ 9805-76	(летуч) 10%
	этиленгликоль	ГОСТ 101-64-75	(летуч) 5%
	этилцеллозольв	ГОСТ 8313-76	(летуч) 5%
	триэтаноламин	СТУ 12 № 10113-61	2%
	пергидроль	ГОСТ 177-71	7,50%

	хлористый натрий	ГОСТ 13830-68	1%
	трилон Б	ГОСТ 10652-73	51,50%
Ойлин	синтанол ДС-10	ТУ 6-14-577-77	4,50%
	циклогексанол	ТУ 113-03-258-83	(летуч) 7%
	уайт-спирит	ГОСТ 3134-78	(летуч) 24,88%
	декалин	ТУ 38-102102-76	(летуч) 15%
	изоамилацетат	ТУ 18-16-155-83	(летуч) 25%
	перхлорэтилен	ТУ 6-01-956-79	(летуч) 5%
	масло ализориновое	ГОСТ 6990-75	15%
	едкий калий	ГОСТ 9285-78	(летуч) 0,62%
	масло промышленное	ГОСТ 20799-75	3%
	Паст-7	олеиновая кислота	ТУ 18-725-80
гидроксид калия		ГОСТ 9285-78	10,16%
циклогексанол		ГОСТ 24615-81	(летуч) 10%
скипидар		ГОСТ 1571-82	(летуч) 10%
вода		ГОСТ 2874-82	18,24%
Субтинол	протосубстилин ТЗх-1	ГОСТ 236-36-79	25%
	амилосубстилин Г10х-1	ГОСТ 59-11-72	10%
	сульфанол	ТУ 6-01-1001-75	20%
	крахмал картофельный	ГОСТ 7699-73	41%
	хлористый марганец	ГОСТ 612-75	4%
46-А	циклогексанол	ГОСТ 246-15-81	(летуч) 8.1%
	спирт изопропиловый	ГОСТ 9805-84	(летуч) 91.9%
Эванол	этилцеллозольв	ГОСТ 8313-76	(летуч) 8%
	перхлорэтилен	ТУ 6-01-956-76	(летуч) 45%
	спирт изоамиловый	ГОСТ 5830-79	21%
	спирт бензиловый	ГОСТ 8751-72	(летуч) 12%
	циклогексанон	ТУ 6-03-356-73	(летуч) 2%
	циклогексанол	ТУ 6-03-358-74	(летуч) 6%
	синтанол ДС-10	ТУ 6-14-577-77	1%
	выравниватель А	ГОСТ 9600-73	4%
	моноэтаноламин	ТУ 38-107-97-76	1%
Эдамол	этилцеллозольв	ГОСТ 8313-76	(летуч) 20%
	циклогексанол	ТУ 113-03-358-83	(летуч) 4%
	перхлорэтилен	ТУ 6-01-956-76	(летуч) 54%
	декалин	ТУ 38-102102-76	(летуч) 4%
	спирт изоамиловый	ОСТ 18-298-80	10%
	выравниватель А	ГОСТ 9600-278	4%
	ОС-20 (марка Б)	ГОСТ 10730-82	3%
	алкиламиды	ТУ 38-107-97-82	1%
	сульфанол тв.	ТУ 6-01-1001-75	18%
	синтанол ДС-10	ТУ 6-14-577-77	10%

Ютан ПЗ	этилцеллозольв	ГОСТ 8313-76	(летуч) 30%
	циклогексанол	ТУ 6-03-358-74	(летуч) 30%
	вода		12%
Ютан И	этиловый спирт	ГОСТ 18300-72	(летуч) 45%
	этилацетат	ГОСТ 8981-78	(летуч) 40%
	аммиак	ГОСТ 9-77	(летуч) 6%
	моноалкилолаамиды	СТУ № 45-916-64	2%
	синтанол ДС-10	ТУ 61-4377-75	2%
	вода		5%
Ютан МКИС	перхлорэтилен	ТУ 6-01-956-79	(летуч) 20%
	этилцеллозольв	ГОСТ 8313-76	(летуч) 30%
	циклогексанол	ТУ 6-03-353-74	(летуч) 48%
	синтанол ДС-10	ТУ 6-14-577-77	1%
	моноалкиламида	ТУ 38-107-97-82	1%
Синкатол	синтанол ДС-10	ТУ 14-577-77	2%
	катамин	по действующей НТД	(летуч) 10 %
	вода	ГОСТ 2874-82	88%
Оксинол	перборат натрия	ТУ 6-02-1187-79	55%
	триполифосфат натрия	ГОСТ 13493-77	25%
	динатрий фосфат	ОСТ 6-25-21275-80	5%
	натрий серноокислый	ГОСТ 21458-75	9,50%
	метасиликат	ГОСТ 4239-77	3%
	сульфанол тв.	ГОСТ 4239-77	2,40%
Отбеливатели (опытные образцы)	белофар КБ		0,05%
	белофор ЛА		0,05%
Усилители			
Усилитель УС-28 бк	Сульфанол	ТУ 6-01-1001-75	24%
	Оксифос	ТУ 6-02-3-100-75	40%
	ОП-7 или ОП-10	ГОСТ 8433-57	15%
	лецитин (фосфатиды)	ГОСТ 18-227-75	5%
	Циклогексанол	ТУ 6-03-353-74	(летуч) 8%
	вода питьевая	ГОСТ 2374-73	8%
Усилитель УС-28 к	Авироль	ТУ 6-14-1017-77	20%
	Лецитин	ОСТ 18-227-75	10%
	ОП-7 или ОП-10	ГОСТ 8433-57	15%
	сульфанол тв.	ТУ 6-01-1001-75	20%
	оксифос Б	ТУ 6-02-3-100-75	10%
	Циклогексанол	ТУ 6-03-358-74	(летуч) 5%
	изопропиловый спирт	ГОСТ 9805-76	(летуч) 15%
	вода питьевая	ГОСТ 2874-73	5%
	Сульфанол	ТУ 6-01-1001-75	20%

Усилитель УС-28-1-ОГ	авироль ДС-10	ТУ 6-14-549-80	30%
	синтанол ДС-10	ТУ 6-14-577-77	15%
	изопропиловый эфир	ГОСТ 9805-84	(летуч) 15%
	циклогексанол	ТУ 113-03-358-83	(летуч) 10%
	вода	ГОСТ 2874-82	10%
Усилитель УС-29-А1-ОГ	сульфанол	ТУ 6-01-1001-75	15%
	авироль ОГ	ТУ 6-14-549-80	45%
	циклогексанол	ТУ 6-03-3582-74	(летуч) 10%
	этилцеллозольв	ГОСТ 8313-76	(летуч) 15%
	вода	ГОСТ 2874-73	15%
Усилитель Фестивальный	сульфанол	ТУ 6-01-1001-75	20%
	оксифос	ТУ 6-02-11-77-79	30%
	синтанол ДС-10	ТУ 6-14-577-77	10%
	циклогексанол	ТУ 113-03-358-83	(летуч) 10%
	Этилцеллозольв	ГОСТ 0313-76	(летуч) 20%
	отдушка	ТУ 18-16-121-77	10%
Усилитель УС-Ф-К	сульфанол тв.	ТУ 6-01-1001-75	30%
	алкилсульфаты	РСТ 352-73	10%
	синтаמיד- 5	ТУ 6-02640-71	5%
	оксифос Б	ТУ 6-02-3-100-75	30%
	циклогексанол	ТУ 6-03-358-74	(летуч) 10%
	изопропиловый эфир	ГОСТ 9805-69	(летуч) 15%
Олимпийский усилитель	сульфанол ИП- 3	ТУ 84-509-74	25%
	оксифос Б	ТУ 6-02-3-100-75	30%
	диэтанолламины	ТУ 3-810-720-72	(летуч) 20%
	изопропанол	ГОСТ 9805-76	(летуч) 15%
	циклогексанол	ТУ 6-03-358-74	(летуч) 10%
Усилитель УС-Ф	алкилсульфаты	РСТ 352-73	10%
	синтанол ДС-10	ТУ 61-4377-70	15%
	синтаמיד- 5	ТУ 6-02-640-71	20%
	циклогексанол	ТУ 6-03-358-74	(летуч) 10%
	изопропиловый спирт	ГОСТ 9805-69	(летуч) 15%
	сульфанол тв.	ТУ 6-01-1001-35	30%
Усилитель универсальный	синтанол ДС-10	ТУ 6-14-577-70	30%
	катамин АБ	ТУ 6-01-816-75	(летуч) 20%
	циклогексанол	ТУ 6-03-358-74	(летуч) 50%
Усилитель УС-Ф-1	сульфанол тв.	ТУ 6-01-1001-76	25%
	синтанол ДС-10	ТУ 61-4577-70	15%
	синтаמיד- 529	ТУ 6-02-640-71	20%
	изопропиловый эфир	ГОСТ 9805-69	(летуч) 15%
	циклогексанол	ТУ 6-03-359-74	(летуч) 10%

Таблица 13

**Удельные выделения вредных веществ в атмосферу от оборудования  
общезаводских лабораторий**

Наименование лабораторий, технологического оборудования, тип, модель	Выделяющиеся вредные вещества	
	Наименование и код	Количество, г/с
1. Химическая лаборатория		
Шкаф вытяжной химический ШВ-4,2 (ШВ-3,3)	Азотная кислота (0302)	$5.00 \cdot 10^{-4}$
	Соляная кислота (0316)	$1.32 \cdot 10^{-4}$
	Серная кислота (0322)	$2.67 \cdot 10^{-5}$
	Натрий гидроксид (0150)	$1.31 \cdot 10^{-5}$
	Калий (натрий) гидроксид (0150)	$1.31 \cdot 10^{-5}$
	Аммиак (0303)	$4.92 \cdot 10^{-5}$
	Уксусная кислота (1555)	$1.92 \cdot 10^{-4}$
	Этанол (1061)	$1.67 \cdot 10^{-3}$
	Тетрахлорметан (0906)	$4.93 \cdot 10^{-4}$
	Бензол (0602)	$2.46 \cdot 10^{-4}$
	Толуол (0621)	$8.11 \cdot 10^{-5}$
Ацетон (1401)	$6.37 \cdot 10^{-4}$	
2. Химико-технологическая лаборатория		
2.1. Спектральная лаборатория		
Шкаф вытяжной химический ШВ-4,2 (ШВ-3,3)	Азотная кислота (0302)	$8.33 \cdot 10^{-6}$
	Соляная кислота (0316)	$2.50 \cdot 10^{-5}$
	Серная кислота (0322)	$2.78 \cdot 10^{-8}$
	Натрий гидроксид (0150)	$5.56 \cdot 10^{-7}$
	Калий (натрий) гидроксид (0150)	$5.56 \cdot 10^{-7}$
	Дижелезо триоксид (0123)	$2.08 \cdot 10^{-5}$
2.2. Группа гальванопокрытий и печатных плат		
Шкаф вытяжной химический ШВ-4,2 (ШВ-3,3)	Азотная кислота (0302)	$7.46 \cdot 10^{-4}$
	Соляная кислота (0316)	$1.51 \cdot 10^{-4}$
	Серная кислота (0322)	$2.67 \cdot 10^{-5}$
	Аммиак (0303)	$2.22 \cdot 10^{-4}$
	Натрий гидроксид (0150)	$5.56 \cdot 10^{-6}$
	Калий (натрий) гидроксид (0150)	$5.56 \cdot 10^{-6}$
	Уксусная кислота (1555)	$5.25 \cdot 10^{-4}$
	Формальдегид (1325)	$1.67 \cdot 10^{-4}$
	Этанол (1061)	$1.42 \cdot 10^{-3}$

2.3. Группа лакокрасочных покрытий, герметизации и пропитки

Шкаф вытяжной химический ШВ-4,2 (ШВ-3,3)	Ацетон (1401)	$4.47 \cdot 10^{-5}$
	Ксилол (0616)	$4.28 \cdot 10^{-5}$
	Уайт-спирит (2752)	$3.47 \cdot 10^{-5}$
	Бутиловый спирт (1042)	$1.83 \cdot 10^{-5}$
	Этанол (1061)	$2.86 \cdot 10^{-5}$
	Толуол (0621)	$8.11 \cdot 10^{-5}$
	Циклогексанон (1411)	$4.50 \cdot 10^{-5}$
	Этилацетат (1240)	$3.03 \cdot 10^{-5}$
	Этилцеллозольв (1119)	$2.08 \cdot 10^{-5}$
	Бутилацетат (1210)	$4.17 \cdot 10^{-5}$
	(Хлорметил)оксиран (0931)	$6.94 \cdot 10^{-6}$
	Дигидрофуран-2,5-дион (1505)	$1.06 \cdot 10^{-5}$
	Изобензофуран-1,3-дион (1508)	$1.36 \cdot 10^{-5}$
	Азотная кислота (0302)	$1.58 \cdot 10^{-5}$
	Соляная кислота (0316)	$3.22 \cdot 10^{-5}$
	Серная кислота (0322)	$8.33 \cdot 10^{-8}$
	Натрий гидроксид (0150)	$1.39 \cdot 10^{-6}$
	Калий (натрий) гидроксид (0150)	$1.38 \cdot 10^{-6}$
Аммиак (0303)	$4.08 \cdot 10^{-4}$	
Электрошкаф СНОЛ-3,5;3,5; 3,5/3,5-И4	Ацетон (1401)	$4.02 \cdot 10^{-4}$
	Ксилол (0616)	$3.51 \cdot 10^{-4}$
	Уайт-спирит (2752)	$3.09 \cdot 10^{-4}$
	Бутиловый спирт (1042)	$1.64 \cdot 10^{-4}$
	Этанол (1061)	$2.56 \cdot 10^{-4}$
	Толуол (0621)	$7.27 \cdot 10^{-4}$
	Циклогексанон (1411)	$4.17 \cdot 10^{-4}$
	Этилацетат (1240)	$1.97 \cdot 10^{-4}$
	Этилцеллозольв (1119)	$1.65 \cdot 10^{-4}$
	Бутилацетат (1210)	$3.78 \cdot 10^{-4}$
	(Хлорметил)оксиран (0931)	$1.69 \cdot 10^{-5}$
	Дигидрофуран-2,5-дион (1505)	$2.44 \cdot 10^{-5}$
2.4. Группа изоляционных материалов и пластмасс		
Шкаф вытяжной химический ШВ-4,2	Фенол (1071)	$2.32 \cdot 10^{-5}$
	Формальдегид (1325)	$3.94 \cdot 10^{-6}$

Электропечь трубчатая лабораторная СУОЛ-0,4,2,5/15-И 1	Углерод оксид (0337)	$4.40 \cdot 10^{-3}$
Электрошкаф СНОЛ-3,5;3,5; 3,5/3,5-И4	Акрилонитрил (2001)	$1.67 \cdot 10^{-8}$
	Дибутилфталат (1215)	$4.44 \cdot 10^{-8}$
	Фенол (1071)	$1.22 \cdot 10^{-6}$
	Муравьиная кислота (1537)	$1.94 \cdot 10^{-8}$
	Аммиак (0303)	$4.44 \cdot 10^{-7}$
	Соляная кислота (0316)	$1.94 \cdot 10^{-8}$
3. Лаборатория металловедения		
3.1. Группа металлографии		
Шкаф вытяжной химический ШВ-4,2 (ШВ-3,3)	Соляная кислота (0316)	$7.94 \cdot 10^{-5}$
	Азотная кислота (0302)	$3.00 \cdot 10^{-4}$
3.2. Группа рентгенодефектоскопии		
Шкаф вытяжной химический ШВ-4,2 (ШВ-3,3)	Азотная кислота (0302)	$5.56 \cdot 10^{-7}$
	Соляная кислота (0316)	$2.36 \cdot 10^{-5}$
	Серная кислота (0322)	$2.78 \cdot 10^{-8}$
	Натрий гидроксид (0150)	$4.17 \cdot 10^{-7}$
	Калий (натрий) гидроксид (0150)	$4.17 \cdot 10^{-7}$
3.3. Группа термообработки "Масляная" ванна СВМ-5,5/3-М1		
Закалка	Масло минеральное нефтяное (2735)	$1.25 \cdot 10^{-2}$
Отпуск	Масло минеральное нефтяное (2735)	$1.00 \cdot 10^{-2}$
"Соляная" электрованна СВС 2.3.4/9-И2:		
Нагрев под закалку	Калий хлорид (0126)	$4.17 \cdot 10^{-3}$
	Барий и его соли (хлорид) (0231)	$4.17 \cdot 10^{-3}$
	Натрий хлорид (0152)	$4.30 \cdot 10^{-3}$
	Соляная кислота (0316)	$4.33 \cdot 10^{-3}$
Охлаждение и отпуск	Натрий хлорид (0152)	$3.92 \cdot 10^{-3}$
	Калий карбонат (0125)	$3.92 \cdot 10^{-3}$
	Барий карбонат (0104)	$1.08 \cdot 10^{-3}$
4. Лаборатория сборки и монтажа		
	Свинец (0184)	$4.17 \cdot 10^{-8}$
	Олово оксид (0168)	$6.39 \cdot 10^{-8}$
	диАлюминий триоксид (0101)	$3.17 \cdot 10^{-7}$
	Углерод оксид (0337)	$9.83 \cdot 10^{-5}$
	Фтористые газообразные соединения (0342)	$1.03 \cdot 10^{-5}$

Шкаф вытяжной химический ШВ-4,2 (ШВ-3,3)	Канифоль талловая (2726)	$7.03 \cdot 10^{-5}$
	Этилацетат (1240)	$6.67 \cdot 10^{-4}$
	Этанол (1061)	$7.45 \cdot 10^{-4}$
	Глицерин (2853)	$8.33 \cdot 10^{-5}$
	Диэтиламин (1833)	$2.64 \cdot 10^{-5}$
5. Лаборатория ремонта средств измерения		
Шкаф вытяжной химический ШВ-4,2 (ШВ-3,3)	Свинец (0184)	$2.78 \cdot 10^{-8}$
	Олово оксид (0168)	$5.56 \cdot 10^{-8}$
	диАлюминий триоксид (0101)	$2.67 \cdot 10^{-7}$
	Углерод оксид (0337)	$7.64 \cdot 10^{-5}$
	Этанол (1061)	$3.36 \cdot 10^{-4}$
	Канифоль талловая (2726)	$4.50 \cdot 10^{-5}$
	Этилацетат (1240)	$5.29 \cdot 10^{-4}$
	Диэтиламин (1833)	$2.00 \cdot 10^{-5}$
6. Санитарно-гигиеническая лаборатория		
Шкаф вытяжной химический ШВ-4,2 (ШВ-3,3)	Азотная кислота (0302)	$1.67 \cdot 10^{-5}$
	Соляная кислота (0316)	$3.61 \cdot 10^{-5}$
	Серная кислота (0322)	$1.39 \cdot 10^{-6}$
	Натрий гидроксид (0150)	$1.94 \cdot 10^{-6}$
	Калий (натрий) гидроксид (0150)	$1.94 \cdot 10^{-6}$
	Аммиак (0303)	$4.44 \cdot 10^{-4}$
	Тетрахлорметан (0906)	$5.14 \cdot 10^{-4}$
	Бензол (0602)	$2.73 \cdot 10^{-4}$
	Ксилол (0616)	$5.97 \cdot 10^{-5}$
	Уксусная кислота (1555)	$8.78 \cdot 10^{-5}$
	Толуол (0621)	$1.37 \cdot 10^{-4}$
	Этанол (1061)	$1.76 \cdot 10^{-4}$
	Ацетон (1401)	$3.67 \cdot 10^{-4}$
	Динатрий карбонат (0155)	$5.56 \cdot 10^{-6}$
	Дикалий карбонат (0125)	$5.56 \cdot 10^{-6}$
	Хром шестивалентный (0203)	$2.78 \cdot 10^{-6}$

Таблица 14

**Удельные выделения вредных веществ в атмосферу от копировально-монтажных участков**

Наименование технологического процесса,	Выделяющиеся вредные вещества	

вид оборудования	наименование и код	количество, г/с
1. Изготовление светокопий		
Светокопировальные аппараты:		
СКА-3 производительностью 70 м <sup>2</sup> /ч	Аммиак (0303)	0,078
СКС-1000-800 производительностью 140 м <sup>2</sup> /ч	Аммиак (0303)	0,155
Шкаф для проветривания светокопий	Аммиак (0303)	1,944*10 <sup>-3</sup>
2. Электрографическое копирование		
Электрофотографический аппарат ЭП-12Р2:		
При получении одной копии размером, см до 30*42	Ацетон (1401)	4,388*10 <sup>-3</sup>
42*60	Ацетон (1401)	14,972*10 <sup>-3</sup>
При получении трех копий с одной экспозиции размером, см, до 30*42	Ацетон (1401)	9,25*10 <sup>-3</sup>
42*60	Ацетон (1401)	0,032
Электрофотографический аппарат ЭР-420Р (средняя скорость копирования 1,0 м/мин):		
Из закрепляющего устройства	Стирол (0620)	1,56*10 <sup>-4</sup>
	Углерод оксид (0337)	6,22*10 <sup>-3</sup>
	Эпихлоргидрин (0931)	3,05*10 <sup>-5</sup>
	Углеводороды С1-С5 (0415)	2,177*10 <sup>-3</sup>
От механизма очистки	Селен аморфный (0368)	6,111*10 <sup>-5</sup>
От электризаторов	Озон (0326)	3,055*10 <sup>-6</sup>
Электрофотографический аппарат ЭР-620К (средняя скорость копирования 2,7 м/мин):		
Из закрепляющего устройства	Стирол (0620)	4,194*10 <sup>-4</sup>
	Углерод оксид (0337)	1,68*10 <sup>-3</sup>
	Эпихлоргидрин (0931)	8,33*10 <sup>-5</sup>
	Углеводороды С1-С5 (0415)	5,88*10 <sup>-3</sup>
От механизма очистки	Селен аморфный (0368)	1,638*10 <sup>-4</sup>
От электризаторов	Озон (0326)	8,33*10 <sup>-6</sup>
Вертикальная центрифуга ФЦВ-66:		
нанесение копировального слоя на основе альбумина	Аммиак (0303)	3,055*10 <sup>-4</sup>
	Хрома трехвалентные соединения (0228)	3,055*10 <sup>-7</sup>
нанесение копировального слоя на основе диазосмолы	Поливинилацетат (1213)	1,527*10 <sup>-4</sup>
нанесение копировального слоя на основе камеди сибирской лиственницы	Хрома трехвалентные соединения (0228)	1,666*10 <sup>-6</sup>

нанесение копировального слоя на основе поливинилового спирта	Спирт поливиниловый (1081)	$7,5 \cdot 10^{-6}$
	Хрома трехвалентные соединения (0228)	$2,777 \cdot 10^{-7}$
	Этанол (1061)	0,031
Копировальная рама РКЦ-5	Скипидар (2748)	$2,5 \cdot 10^{-3}$
	Аммиак (0303)	$1,666 \cdot 10^{-4}$
Контактно-копировальная рама QL500 (методом экспонирования)	Озон (0326)	$5,56 \cdot 10^{-4}$
3. Клееварка	Пыль костной муки (2912)	$2,777 \cdot 10^{-7}$

Таблица 15

**Удельные выделения вредных веществ в атмосферу от складского хозяйства**

Наименование технологического процесса, вид оборудования	Выделяющиеся вредные вещества	
	наименование и код	количество, г/с
1. Склады тарного хранения огнеопасных материалов, химических реактивов и ядов		
Стальные барабаны емкостью до 100 кг	Гидроцианид (Водород цианистый ; Синильная кислота) (0317)	$3.33 \cdot 10^{-3}$
Стальные банки до 10 кг		$5.55 \cdot 10^{-4}$
Бочки емкостью 100л	1,2-Дихлорэтан (0856)	0.355
Бутылки емкостью 3 л	1,2-Дихлорэтан (0856)	0.097
Бочки емкостью 100 л	Тетрахлорметан (0885)	0.564
Бутылки емкостью 3 л	Тетрахлорметан (0885)	0.169
2. Эстакады для разгрузки железнодорожных цистерн		
Гидрохлорид (Соляная кислота)	Соляная кислота (0316)	0.0358
Серная кислота	Серная кислота (0316)	$9.6 \cdot 10^{-5}$
Азотная кислота		
концентрация 60%	Азотная кислота (0302)	0.0175
концентрация 100%	Азотная кислота (0302)	0.1616
Керосин	Керосин (2732)	0.0114
Пропан-2-он (Ацетон)	Ацетон (1401)	0.5713
Метилбензол (толуол)	Толуол (0621)	0.0728
Бензин	Бензин (2704)	0.2355
Дизельное топливо	Углеводороды предельные C12-19 (2754)	$2.18 \cdot 10^{-4}$
Диметилбензол (ксилол)	Ксилол (0616)	0.0286
3. Эстакады для разгрузки автомобильных цистерн		
Гидрохлорид (Кислота соляная)	Соляная кислота (0316)	0.0229
Серная кислота	Серная кислота (0322)	$6.1 \cdot 10^{-5}$
Азотная кислота		
концентрация 60%	Азотная кислота (0302)	0.0112
концентрация 100%	Азотная кислота (0302)	0.1034

Керосин	Керосин (2732)	0.0073
Пропан-2-он (ацетон)	Ацетон (1401)	0.3656
Метилбензол (толуол)	Толуол (0621)	0.0466
Бензин	Бензин (2704)	0.1507
Дизельное топливо	Углеводороды предельные C12-19 (2754)	$1.4 \cdot 10^{-4}$
Диметилбензол (ксилол)	Ксилол (0616)	0.0183
4. Шкаф для разлива кислоты в бутылки вместимостью 10 и 20 л		
Гидрохлорид (кислота соляная)	Соляная кислота (0316)	0.02 (г/л)
Серная кислота	Серная кислота (0322)	0.000089 (г/л)
Азотная кислота		
концентрация 60%	Азотная кислота (0302)	0.0119 (г/л)
концентрация 100%	Азотная кислота (0302)	0.155 (г/л)
5. Установка для расфасовки кислот и ЛВЖ в бутылки вместимостью емкостью 1л, производительностью 36 бутылок в час		
Гидрохлорид (кислота соляная)	Соляная кислота (0316)	$2 \cdot 10^{-4}$
Серная кислота	Серная кислота (0322)	$8.9 \cdot 10^{-7}$
Азотная кислота		
концентрация 60%	Азотная кислота (0302)	$1 \cdot 10^{-4}$
концентрация 100%	Азотная кислота (0302)	$1.6 \cdot 10^{-3}$
Пропан-2-он (ацетон)	Ацетон (1401)	$6.27 \cdot 10^{-3}$
Метилбензол (толуол)	Толуол (0621)	$1.18 \cdot 10^{-3}$
Диметилбензол (ксилол)	Ксилол (0616)	$5 \cdot 10^{-4}$
Уайт-спирит	Уайт-спирит (2752)	$2.4 \cdot 10^{-4}$
Бензин	Бензин (2704)	$4.9 \cdot 10^{-3}$
Пропан-2-ол (спирт изопропиловый)	Спирт изопропиловый (1051)	$1.2 \cdot 10^{-3}$
Углерод четыреххлористый	Тетрахлорметан (0906)	$8.2 \cdot 10^{-3}$
Вытяжные шкафы для фасовки химических реактивов	Пыль фасуемого химического реактива	0.1 г/кг

Таблица 16

**Удельные выделения вредных веществ в атмосферу от оборудования бытовых служб**

Наименование технологического процесса, вид оборудования	Выделяющиеся вредные вещества	
	наименование и код	количество, г/с
1. Отделение обезвреживание спецодежды		
Ванна для обезвреживания, 0201-2	Динатрий карбонат (0155)	$1.57 \cdot 10^{-3}$
Ванна для полоскания, 2303	Динатрий карбонат (0155)	$1.96 \cdot 10^{-4}$
2. Отделение стирки		

Стиральные машины СМ-10Б производительностью 10 кг/ч		
Обезвреживание спецодежды	Динатрий карбонат (0155)	$1.013 \cdot 10^{-4}$
	Керосин (2732)	$1.038 \cdot 10^{-4}$
	Соляная кислота (0316)	$2.2 \cdot 10^{-6}$
Стирка спецодежды	Динатрий карбонат (0155)	$2.026 \cdot 10^{-5}$
	Синтетическое моющее средство	$4.71 \cdot 10^{-5}$
КП-017А производительностью 25 кг/ч		
Обезвреживание спецодежды	Динатрий карбонат (0155)	$2.026 \cdot 10^{-4}$
	Керосин (2732)	$2.076 \cdot 10^{-4}$
	Соляная кислота (0316)	$4.4 \cdot 10^{-6}$
Стирка спецодежды	Динатрий карбонат (0155)	$4.052 \cdot 10^{-5}$
	Синтетическое моющее средство	$9.401 \cdot 10^{-5}$
КП-019 производительностью 50 кг/ч		
Обезвреживание спецодежды	Динатрий карбонат (0155)	$3.242 \cdot 10^{-4}$
	Керосин (2732)	$3.322 \cdot 10^{-4}$
	Соляная кислота (0316)	$7.04 \cdot 10^{-6}$
Стирка спецодежды	Динатрий карбонат (0155)	$6.478 \cdot 10^{-5}$
	Синтетическое моющее средство	$1.505 \cdot 10^{-4}$
Шкаф для хранения химических реактивов	Керосин (2732)	$1.38 \cdot 10^{-3}$
3. Отделение химической чистки спецодежды		
Машины для химической чистки одежды		
КХ-010А производительностью 19,6 кг/ч без адсорбера	Тетрахлорэтилен (0882) или Трихлорэтилен (0902)	0.283
КХ-021 производительностью 18 кг/ч с адсорбером	Тетрахлорэтилен	0.014
МХ4А-5 производительностью 11 кг/ч с адсорбером А-50	Тетрахлорэтилен (0882) или Трихлорэтилен (0902)	0.0112
МХ4А-18 производительностью 66-100 кг/ч с адсорбером	Тетрахлорэтилен (0882) или Трихлорэтилен (0902)	0.0827
Сушильные барабаны химчистки		
КП-308 производительностью 11 кг/ч	Тетрахлорэтилен	0.0944
КП-306А производительностью 70 кг/ч	Тетрахлорэтилен (0882) или Трихлорэтилен (0902)	0.360
Прессы гладильные		
ППК-1М производительностью 17 шт/ч	Тетрахлорэтилен (0882) или Трихлорэтилен (0902)	$1.6 \cdot 10^{-3}$
ППК-3М производительностью 90 шт/ч	Тетрахлорэтилен (0882) или Трихлорэтилен (0902)	$1.6 \cdot 10^{-3}$
4. Ремонт обуви		



	Конвективная сушка гранул	Загрузка, сушка, выгрузка	Конвективная сушка	Общеобменная вентиляция	Нестабильность выделения за счет снижения влажности	Несколько	2
	Опудривание гранул	Загрузка гранул Загрузка опудривателя Опудривание	Емкость с гранулятором	Местный отсос	Периодический Периодический Вручную или с механической мешалкой	Несколько Один Несколько	4 4 5
	Таблетирование	Загрузка в бункер системы пневмотранспорта Прессование таблеточной массы Обеспыление таблеток Разгрузка таблеток	Циклон разгрузки системы пневмотранспорта Таблеточный пресс	Пневмотранспорт под вакуум Местная система аспирации	Непрерывный	Несколько	7
	Покрывание таблеток оболочкой (дражирование)	Загрузка-выгрузка таблеток Загрузка вспомогательных веществ Дражирование таблетки Выгрузка драже	Дражировочные котлы с принудительной подачей теплого воздуха	Местная вытяжка	Скорость вращения котла 20-30 об/мин	Несколько Один Несколько Несколько	4 3 5 4
Капсульное	Смешение (сухое)	Загрузка Смешение Выгрузка	Смеситель	Щелевой отсос Щелевой отсос	Вручную струей Пылевыделение Вручную порциями	Один отсутствует Один	3 или 4 3 или 4
	Смешение (с увлажнением)	Загрузка Смешение Выгрузка	Смеситель	Щелевой отсос	Вручную струей Пылевыделение	Один отсутствует	3 или 4

					Пылевыделение	отсутствует	
	Грануляция влажной таблеточной массы				Пылевыделение	отсутствует	
	Конвективная сушка гранул	Загрузка, сушка, выгрузка	Конвективная сушка	Общеобменная вентиляция	Стационарный слой	Несколько	2
	Наполнение в капсулы	Загрузка в приемный бункер пневмотранспортом	Емкость для хранения	Местная вытяжка	Стационарный слой	Несколько	1
	Полировка капсул	Загрузка капсул в приемный бункер	Транспортер полировальный машины	Местная вытяжка	Слой гранул	Несколько	1

Таблица 18

**Дисперсный состав порошка тетрациклина**

Размер, м	0,3	0,8	2,0	3,8	4,8	5,5	6,5	7,5	7,5	9,0	11,0	13,5	25,0	67,5
Доля объема, %	0,0002	0,0035	0,017	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	1,6	2,9	7,2	40,6	96,2	100,0

Таблица 19

**Исходные данные для расчета**

Показатель	Единица измерения	Значения	Источник информации
Измеряемые показатели			
Плотность частиц ампициллина ( $P_n$ )	кг/м <sup>3</sup>	847,6	Измерение по подпункту 4 пункта 16 Методики
Дисперсный состав порошка	%	Таблица 20	Измерение по подпункту 5 пункта 16 Методики
Скорость газового потока в вытяжном шкафу на оси, перпендикулярной плоскости слоя порошка ( $U$ )	м/с	0,7	Измерение по подпункту 7 пункта 16 Методики
Расстояние от точки замера скорости до слоя порошка ( $x$ )	м	0,1	Измерение по подпункту 7 пункта 16 Методики
Температура в шкафу	°С	25	Измерение по подпункту 7 пункта 16 Методики
Атмосферное давление	мм рт. ст.	740	

Относительная влажность воздуха	%	50	
Справочные данные			
Ускорение свободного падения (g)	м/с <sup>2</sup>	9,8	
Плотность воздуха (P <sub>r</sub> )	кг/м <sup>3</sup>	1,146	Таблица 2
Коэффициент динамической вязкости воздуха (μ)	кг/м × с	0,00001809	
Технологические параметры			
Масса просеиваемого препарата (m <sub>pj</sub> )	кг	75,8	Регламент технологического процесса
Продолжительность операции (T)	мин	25	
Размеры сита: длина × ширина	м	0,5 × 0,5	Паспортные данные или измерения
Промежуточные расчетные параметры			
Площадь пылящей поверхности порошка в сите (S)	м <sup>2</sup>	0,25	Таблица 3
Кратность обновления слоя (N)	1/мин	120	Таблица 4
Коэффициент (k1)		5,2	Таблица 4

Таблица 20

**Дисперсный состав ампициллина**

Размер частиц d, мкм	Общая масса частиц ампициллина, %	
	мельче d	крупнее d
0,3	0,00047	99,99953
1	0,00862	99,9914
1,75	0,067	99,93
2,25	0,49	99,51
3,25	1,54	98,46
4,5	4,33	95,67
6	11,80	88,20
8,5	24,91	75,09
13,75	57,53	42,47
26,25	100,00	0,00

Таблица 21

## Исходные данные для расчета

Показатель	Единица измерения	Значения	Источник информации
<b>Измеряемые показатели</b>			
Плотность частиц ( $P_n$ ): ибупрофена крахмала	кг/м <sup>3</sup>	1208 1308,5	Измерение по подпункту 4 пункта 16 Методики
Дисперсный состав порошка	%	Таблица 22	Измерение по подпункту 5 пункта 16 Методики
$D_{гр}$	м	0,001	Паспортные данные гранулятора или измерения
Скорость газового потока в сушилке на оси, перпендикулярной плоскости слоя порошка ( $U$ )	м/с	0,5	Измерение по подпункту 7 пункта 16 Методики
Расстояние от точки замера скорости до слоя порошка ( $x$ )	м	0,015	Измерение по подпункту 7 пункта 16 Методики
Температура в шкафу	°С	80	Измерение по подпункту 7 пункта 16 Методики
Атмосферное давление	мм рт. ст.	740	
Относительная влажность воздуха	%	100	
<b>Справочные данные</b>			
Ускорение свободного падения ( $g$ )	м/с <sup>2</sup>	9,8	
Плотность воздуха ( $P_r$ )	кг/м <sup>3</sup>	0,761	<u>Таблица 2</u>
Коэффициент динамической вязкости воздуха ( $\mu$ )	кг/м × с	0,00001592	
<b>Технологические параметры</b>			
Масса загружаемого препарата ( $m_{п.п.}$ ): ибупрофена крахмала	кг	60,8 50,0 10,8	Регламент технологического процесса
Продолжительность операции ( $T$ )	мин	480	
Количество поддонов	шт.	18	Паспортные данные или измерения
Размеры сита: длина × ширина	м	0,5 × 0,5	Паспортные данные или измерения
<b>Промежуточные расчетные параметры</b>			

Площадь пылящей поверхности (S)	м <sup>2</sup>	18,63	Таблица 3
Кратность обновления слоя (N1)	Раз за операцию	1	Таблица 4
Коэффициент (kl)		32	Таблица 4

Таблица 22

**Дисперсный состав порошков компонентов ибупрофена**

Размер частиц d, мкм	Общая масса частиц, %		Размер частиц d, мкм	Общая масса частиц, %	
	мельче d	крупнее d		мельче d	крупнее d
крахмал			ибупрофен		
0,5	0,001	99,999	3	0,06	99,94
2	0,004	99,996	5	0,19	99,81
4	0,47	99,53	7	0,33	99,67
6	0,94	99,16	10	0,48	99,52
8	3,59	96,41	14	1,37	98,63
10	9,76	90,24	18	5,43	94,57
12	26,11	73,89	40	12,21	87,79
15	52,8	47,2	60	28,16	71,84
17	82,29	17,17	80	64,01	35,99
19	100,0	0,0	140	90,85	9,15
-	-	-	380	100,0	0

Таблица 23

**Исходные данные для расчета**

Показатель	Единица измерения	Значения	Источник информации
Измеряемые показатели			
Плотность частиц ампициллина (P <sub>п</sub> )	кг/м <sup>3</sup>	847,6	Измерение по подпункту 4 пункта 16 Методики
Дисперсный состав порошка	%	Таблица 20	Измерение по подпункту 5 пункта 16 Методики
D95	мкм	26,25	Таблица 20
Скорость газового потока в вытяжном шкафу на оси, перпендикулярной плоскости слоя порошка (U)	м/с	0,82	Измерение по подпункту 7 пункта 16 Методики
Расстояние от точки замера скорости до слоя порошка (x)	м	0,1	Измерение по подпункту 7 пункта 16 Методики
Геометрические параметры пылящей поверхности:	м	0,3	

максимальная ширина струи (b) высота струи (h)	м	0,15	Измерение реальных параметров
Температура в шкафу	°С	25	Измерение по подпункту 7 пункта 16 Методики
Атмосферное давление	мм рт. ст.	740	
Относительная влажность воздуха	%	50	
Справочные данные			
Ускорение свободного падения (g)	м/с <sup>2</sup>	9,8	
Плотность воздуха (P <sub>r</sub> )	кг/м <sup>3</sup>	1,146	Таблица 2
Коэффициент динамической вязкости воздуха (μ)	кг/м*с	0,00001809	
Технологические параметры			
Масса просеиваемого препарата (m <sub>pj</sub> )	кг	75,8	Регламент технологического процесса
Продолжительность операции (T)	мин	5	
Размеры сита: длина × ширина	м	0,7 × 0,5	Паспортные данные или измерения
Промежуточные расчетные параметры			
Площадь пылящей поверхности порошка в сите (S)	м <sup>2</sup>	0,395	Таблица 3
Кратность обновления слоя (N1)	Раз за операцию	1715	Таблица 4
Коэффициент (k1)		2,31	Таблица 4

Таблица 24

**Исходные данные для расчета**

Показатель	Единица измерения	Значения	Источник информации
Измеряемые показатели			
Плотность частиц (P <sub>n</sub> ): ибупрофена крахмала	кг/м <sup>3</sup>	1208 1308,5	Измерение по подпункту 4) пункта 16 Методики
Дисперсный состав порошка	%	Таблица 22	Измерение по подпункту 5) пункта 16 Методики
Скорость газового потока в вытяжном шкафу на оси, перпендикулярной	м/с	0,82	

плоскости слоя порошка (U)			Измерение по подпункту 7) пункта 16 Методики
Расстояние от точки замера скорости до слоя порошка (x)	м	0,1	Измерение по подпункту 7) пункта 16 Методики
Параметры пылящей поверхности:	м	0,3	Измерение реальных параметров
ширина совка	м	0,15	
длина совка			
Температура в шкафу	°C	25	Измерение по подпункту 7) пункта 16 Методики
Атмосферное давление	мм рт. ст.	740	
Относительная влажность воздуха	%	50	
Справочные данные			
Ускорение свободного падения (g)	м/с <sup>2</sup>	9,8	
Плотность воздуха (P <sub>r</sub> )	кг/м <sup>3</sup>	1,146	Таблица 2
Коэффициент динамической вязкости воздуха (μ)	кг/м*с	0,00001809	
Технологические параметры			
Масса загружаемого препарата (m <sub>ij</sub> ): ибупрофена крахмала	кг	60,8 50,0 10,8	Регламент технологического процесса
Продолжительность операции (T)	мин	3,4	Исходя из скорости пересыпки 18 кг/мин
Емкость совка	кг	1,5	
Размеры загружаемой емкости: длина × ширина	м	0,7 × 0,5	Паспортные данные или измерения
Промежуточные расчетные параметры			
Площадь пылящей поверхности (S)	м <sup>2</sup>	1,64	Таблица 3
D95	мкм	0,000038	Таблица 22
Кратность обновления слоя (N1)	Раз за операцию	40,5	Таблица 4
Коэффициент (k1)		4,2	Таблица 4

Таблица 25

**Исходные данные для расчета**

--	--	--	--

Показатель	Единица измерения	Значения	Источник информации
<b>Измеряемые показатели</b>			
Плотность частиц ( $P_n$ ) магния карбоната	кг/м <sup>3</sup>	1257,6	Измерение по подпункту 4) пункта 16 Методики
Дисперсный состав порошка	%	Таблица 26	Измерение по подпункту 5) пункта 16 Методики
Скорость газового потока в дражировочном чане ( $U$ )	м/с	0,65	Измерение по подпункту 7) пункта 16 Методики
Расстояние от точки замера скорости до слоя порошка ( $x$ )	м	0,5	Измерение по подпункту 7) пункта 16 Методики
Температура воздуха	°С	30	Измерение по подпункту 7) пункта 16 Методики
Атмосферное давление	мм рт. ст.	740	
Относительная влажность воздуха	%	100	
<b>Справочные данные</b>			
Ускорение свободного падения ( $g$ )	м/с <sup>2</sup>	9,8	
Плотность воздуха ( $P_r$ )	кг/м <sup>3</sup>	1,116	Таблица 2
Коэффициент динамической вязкости воздуха ( $\mu$ )	кг/м*с	0,00001801	
<b>Технологические параметры</b>			
Масса загружаемого препарата ( $m_{ij}$ )	кг	1,0	Регламент технологического процесса
Продолжительность операции ( $T$ )	мин	0,5	
<b>Промежуточные расчетные параметры</b>			
Коэффициент ( $k_1$ )		1	Таблица 4

Таблица 26

**Дисперсный состав порошка магния карбоната**

Размер частиц d, мкм	Общая масса частиц, %	
	мельче d	крупнее d
1	0,015	99,985
1,5	0,020	99,98
2	0,036	99,96
2,5	0,07	99,93
3	0,09	99,91

Таблица 27

**Исходные данные для расчета**

Показатель	Единица измерения	Значения	Источник информации
<b>Измеряемые показатели</b>			
Плотность частиц ( $P_n$ ): ампициллина крахмала талька	кг/м <sup>3</sup>	847,6 1308,5 1780,0	Измерение по подпункту 4) пункта 16 Методики
Дисперсный состав порошка	%	Таблица 28	Измерение по подпункту 5) пункта 16 Методики
<b>Технологические параметры</b>			
Состав сухого гранулята ( $m_{rj}$ ): ампициллина крахмала талька	кг	75,8 18,8 1,92	Регламент технологического процесса
Масса высушиваемого гранулята ( $m_{гр}$ )	кг	96,52	
Продолжительность операции (Т)	мин	65	
Критический диаметр удерживаемых частиц ( $D_{кр}$ )	м	0,000008	Данные дисперсного анализа пыли из вентиляционной трубы
Размеры высушиваемых гранул: длина (L) радиус (R)	м	0,002 0,0005	Паспортные данные гранулятора или измерения
<b>Промежуточные расчетные параметры</b>			
D95	м	0,000026	Таблица 28
Средняя плотность ( $P_{гр}$ ) компонентов гранулята	кг/м <sup>3</sup>		Таблица 3
Площадь пылящей поверхности гранулята ( $S$ )	м <sup>2</sup>	502,8	Таблица 3
Коэффициент ( $k_1$ )		2,86	Таблица 4

Таблица 28

**Дисперсный состав порошков компонентов ампициллина**

Размер частиц d, мкм	Общая масса частиц, %		Размер частиц d, мкм	Общая масса частиц, %		Размер частиц d, мкм	Общая масса частиц, %	
	мельче d	крупнее d		мельче d	крупнее d		мельче d	крупнее d
Крахмал			Тальк			Ампициллин		
0,5	0,001	99,999	0,5	0,09	99,91	1	0,0086	99,9914
2	0,004	99,996	1,5	0,47	99,53	1,75	0,067	99,933

6	0,94	99,16	3	9,3	90,7	2,25	0,49	99,51
8	3,59	96,41	4	35,9	64,1	3,25	1,54	98,46
10	9,76	90,24	6	58,1	41,9	4,5	4,33	95,67
12	26,11	73,89	8	70,1	29,9	6	11,80	88,20
15	52,8	47,20	10	75,7	24,3	8,5	24,91	75,09
17	82,29	17,17	16	80,9	19,1	13,75	57,53	42,47
19	100,0	0,0	24	100,0	0,0	26,25	100,0	0,0

## **Методика расчета нормативов выбросов от неорганизованных источников**

### **1. Общие сведения**

1. Настоящая методика предназначена для расчета количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу неорганизованными источниками предприятий промышленности, которые используются при проведении инвентаризации выбросов путем расчета их количественных характеристик в тех случаях, когда прямые методы измерений по каким-либо причинам затруднены.

### **2. Перечень основных источников неорганизованных выбросов и выделяющихся вредных веществ**

2. Неорганизованными выбросами являются выбросы в виде ненаправленных потоков, возникающие за счет негерметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы средств пылеподавления в местах загрузки, выгрузки или хранения пылящего продукта.

3. Основными вредными веществами, поступающими от неорганизованных источников загрязнения окружающей среды в промышленности являются пылевые и газообразные выбросы ( $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$  и др.), выделяющиеся при работе карьерного и иного внутреннего транспорта, буровых и взрывных работах, а также в узлах пересыпки материалов, пиления камня, при перевалочных работах на складах, на хранилищах пылящих материалов, в местах загрузки продукции в неспециализированный транспорт навалом; с хвостохранилищ, с дорог с покрытиями и без покрытия, при погрузочно-разгрузочных работах.

4. Пыль, образующаяся при бурении, пилении камня, транспортировке, погрузочно-разгрузочных, взрывных и других работах, характеризуется широким диапазоном размера частиц от 1-2 мм до долей микрона.

5. В атмосферу обычно поступает пыль, размер которой менее 10 мкм. Крупные частицы оседают из воздуха сразу или через непродолжительное время. Вынос в атмосферу мельчайших минеральных частиц пыли в свободном состоянии в виде аэрозолей, загрязняет воздушное пространство главным образом вблизи предприятий и на непродолжительное время, поэтому расчет объема неорганизованных выбросов необходим для учета допустимых выбросов предприятий, расположенных в зонах повышенного загрязнения атмосферы.

6. Пыль, оседая на землю, поверхность водоемов, зданий, сооружений выступает в основной своей роли источника загрязнения почв и водоемов, что предопределяет накопление вредных веществ до и выше предельных концентраций.

### **3. Организация работ по мониторингу промышленных выбросов в атмосферу**

7. На крупных предприятиях должны организовывать службу пылеулавливания (подразделения по охране окружающей среды) или возложить ответственность за эти работы на санитарно-промышленные лаборатории.

8. Определение химического состава и запыленности карьеров и производственной территории можно производить как путем отбора проб воздуха на рабочих местах в карьере с последующим анализом в лаборатории, так и с помощью переносных приборов, позволяющих определять содержание вредных примесей и пыли непосредственно на месте замера.

9. Отбор проб необходимо производить в соответствии с загазованностью и запыленностью атмосферы. При отборе проб приемное устройство аппаратуры пылевого и газового контроля должно помещаться в зоне дыхания рабочих, т.е. примерно на высоте 1-1,7 м.

10. Запыленность воздуха определяется весовым методом путем протягивания определенного объема исследуемого воздуха через фильтр и взвешивания фильтра в лаборатории до и после отбора проб. Протягивание воздуха осуществляется или электрическим аспиратором, или аспиратором эжекторного типа. В качестве фильтров используются фильтры АФЛ-18 или АФЛ-10, изготовляемые из ткани ФПП. Минимальная навеска пыли должна быть не менее 1-2 мг.

11. Основные недостатки весового метода определения запыленности воздуха - длительность отбора пробы и невозможность определения концентрации пыли на рабочем месте.

12. Почти все методы и приборы, применяемые для контроля запыленности и загазованности атмосферы карьеров и производственных территорий, не позволяют получить оперативную информацию. Оперативный комплексный контроль вредных

примесей в атмосфере производственных территории следует осуществлять с помощью передвижной лаборатории, оснащенной приборами экспрессного пылевого и газового контроля.

13. Замеры параметров и состава выбросов от источников неорганизованных выбросов следует проводить один раз в квартал.

#### 4. Расчет количества выбросов на складах и хвостохранилищах.

14. Общий объем выбросов для данных объектов можно охарактеризовать следующим уравнением:

$$q = A + B = \frac{k_1 * k_2 * k_3 * k_4 * k_5 * k_7 * G * 10^6 * B'}{3600} + k_3 * k_4 * k_5 * k_6 * k_7 * q' * F$$

,г/с (1)

А — выбросы при переработке (ссыпка, перевалка, перемещение) материала, г/с;

В — выбросы при статическом хранении материала;

$k_1$  — весовая доля пылевой фракции в материале. Определяется путем отмывки и просева средней пробы с выделением фракции пыли размером 0—200 мкм соответствии с таблицей 1 согласно приложению к настоящей Методике; .

$k_2$  - доля пыли (от всей массы пыли), переходящая в аэрозоль соответствии с таблицей 1 согласно приложению к настоящей Методике;

$k_3$  - коэффициент, учитывающий местные метеоусловия и принимаемый в соответствии с таблицей 2 согласно приложению к настоящей Методике.

$k_4$  - коэффициент, учитывающий местные условия, степень защищенности узла от внешних воздействий, условия пылеобразования. Данные приведены в таблице 3 согласно приложению к настоящей Методике.

$k_5$  - коэффициент, учитывающий влажность материала и принимаемый в соответствии с данными таблицы 4 согласно приложению к настоящей Методике.

$k_6$  - коэффициент, учитывающий профиль поверхности складированного материала и определяемым как соотношение  $F_{\text{ФАКТ}}/F$ . Значение  $k_6$  колеблется в пределах 1,3-1,6 в зависимости от крупности материала и степени заполнения;

$k_7$  - коэффициент, учитывающий крупность материала и принимаемый в соответствии с таблицей 5 согласно приложению к настоящей Методике.

$F_{\text{факт}}$  - фактическая поверхность материала с учетом рельефа его сечения ( учитывать только площадь, на которой производятся погрузочно-разгрузочные работы) ;

F - поверхность пыления в плане, м<sup>2</sup>

$q'$  - унос пыли с одного квадратного метра фактической поверхности в условиях, когда  $k_4=1$ ;  $k_5=1$ , принимается в соответствии с данными таблицы 6 согласно приложению к настоящей Методике;

$G$  - суммарное количество перерабатываемого материала, т/ч;

$B'$  - коэффициент, учитывающий высоту пересыпки и принимаемый в соответствии с таблицей 7 согласно приложению к настоящей Методике. Склады и хвостохранилища рассматриваются как равномерно распределенные источники пылевыведения.

15. Проверка фактического дисперсного состава пыли и уточнение значения  $k_2$  производится отбором проб запыленного воздуха на границах пылящего объекта (склада, хвостохранилища) при скорости ветра 2 м/с, дующего в направлении точки отбора пробы.

Пример 1. Оценить объем неорганизованных выбросов от объединенного склада цементного завода при поступлении в него 100 г/час сырья и 78 т/час клинкера. Характеристика объекта сведена в таблице 22 согласно приложению к настоящей Методике.

Подставляя данные таблицы 22 согласно приложению к настоящей Методике в уравнение (1), определяем мощность выброса

$$q = \frac{0.04 * 0.02 * 1.2 * 1.0 * 0.8 * 0.1 * 1.2 * 100 * 10^6}{3600} +$$

$$1. * 0.8 * 1.4 * 1.0 * 0.1 * 0.003 * 2376 +$$

$$\frac{0.01 * 0.003 * 1.2 * 1.0 * 1.0 * 0.5 * 1.5 * 78 * 10^6}{3600} +$$

$$1.2 * 1.4 * 1.0 * 0.5 * 1.0 * 0.002 * 1620 =$$

$$2.56 + 0.958 + 2.72 + 0.585 = 6.82$$

## 5. Расчет выбросов при пересыпке пылящих материалов

16. Интенсивными неорганизованными источниками преобразования являются пересыпки материала, погрузка материала в открытые вагоны, полувагоны, загрузка материала - грейфером в бункер, разгрузка самосвалов в бункер, ссыпка материала открытой струи в склад и др. Объемы пылевыведений от всех этих источников могут быть рассчитаны по формуле (2)

$$Q = \frac{k_1 * k_2 * k_3 * k_4 * k_5 * k_7 * B' * G * 10^6}{3600}$$

, г/с (2)

где  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_7$  – коэффициенты, аналогичные коэффициентам в формуле (1)

;

$B'$  — коэффициент, учитывающий высоту пересыпки и принимаемый по данным таблицы 7 согласно приложению к настоящей Методике.

$G$  — производительность узла пересыпки, т/час.

Пример. Рассчитать объем пылевыведений при разгрузке самосвалов в бункер шокерной дробилки. Расчетные параметры приведены в таблице 23 согласно приложению к настоящей Методике.

$$Q = \frac{0.05 * 0.02 * 1.2 * 0.1 * 0.7 * 1.4 * 0.5 * 440 * 10^6}{3600} = 7.1$$

г/с

### 17. Пересыпка угля.

При пересыпках, погрузке и разгрузке угля на технологическом комплексе поверхности угольных шахт удельный выброс пыли определяется по формуле:

$$I = \frac{E * A_{yi}}{P_m}$$

,кг/т (3)

где  $A_{yi}$  — количество угля, прошедшего через точку пересыпки (погрузки, разгрузки), т/час;

$P_m$  — добыча угля на шахте, т/час;

$E$  - удельное пылевыведение, кг/т, определяемое следующим образом:

$$E = a * w_p * n + c, \text{ кг/т (4)}$$

где

$a, n$  и  $c$  - эмпирические параметры, значения которых для углей разных марок представлены в таблице 8 согласно приложению к настоящей Методике.

$w_p$  -влажность угля, %.

Удельное пылеобразование при пересылках, погрузке, разгрузке рядового угля или смеси нескольких стандартных классов рассчитываются по формуле:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \gamma_i}{100}$$

, кг/т (5)

где  $E_i$  - удельное пылевыведение  $i$ -го стандартного класса крупности угля, кг/т;

$i$  - доля /-го класса крупности в смеси угля, %

18. Сдувы пыли. При постоянной интенсивности источника пылевыведения уровень местного загрязнения атмосферы является функцией скорости воздуха  $c$ - месте расположения источника, направления воздушного потока, степени его турбулентности, расстояния от очага пылевыведения до места отбора пробы воздуха.

19. С возрастанием скорости воздушного потока до наступления равновесия преобладает процесс рассеивания выделяемой источником пыли, и ее концентрации в воздухе снижается. При дальнейшем возрастании скорости потока начинает преобладать процесс сдувания пыли и запыленность воздуха увеличивается.

20. Процесс сдувания пыли весьма сложен, его интенсивность зависит от целого ряда факторов: дисперсного состава пыли и формы пылинок, ее минералогического и химического состава, удельного веса, физико-химических свойств, величины сил адгезии, скорости воздушного потока, уровня его запыленности и т. д.

21. Основным из этих факторов является скорость воздушного потока, так как сдувание пыли происходит лишь в том случае, когда действие аэродинамических сил на пылинку превышает действие всех остальных сил.

22. Расчет пылеобразования при автотранспортных работах, (г/с) рассчитывается по формуле:

$$Q_I = (C_1 * C_2 * C_3 * N * L * q_1 * C_6 * C_7) / 3600 + (C_4 * C_5 * C_6 * q_2 * F_0 * n)$$

$C_1$  – коэффициент, учитывающий среднюю грузоподъемность транспорта;

$C_2$  - коэффициент, учитывающий среднюю скорость транспорта,

$C_3$  - коэффициент, учитывающий состояние автодорог;

$C_4$  - коэффициент, учитывающий профиль поверхности материала на платформе определяемый как соотношение  $C_4 = F_{\text{факт}} / F_0$

$F_{\text{факт}}$  – фактическая площадь поверхности материала на платформе, м<sup>2</sup>

$F_0$  — средняя площадь платформы, м<sup>2</sup>

Значение  $C_4$  колеблется в пределах 1,3-1,6 в зависимости от крупности материала и степени заполнения платформы;

$C_5$  - коэффициент, учитывающий скорость обдува материала, которая определяется как геометрическая сумма скорости ветра и обратного вектора средней скорости движения транспорта. Значение коэффициента приведено в таблице 12 согласно приложению к настоящей Методике;

$C_6$ -коэффициент, учитывающий влажность поверхностного слоя материала, равный  $C_6=k_5$  в уравнении (1) и принимаемый в соответствии с таблицей 4 согласно приложению к настоящей Методике;

$N$  — число ходок (туда и обратно) всего транспорта в час;

$L$  — среднее расстояние транспортировки в пределах карьера, км;

$q_1$  — пылевыведение в атмосферу на 1 км пробега  $C_1=1, C_2=1, C_3=1$  принимается равным 1450 г.

$q_2'$

— пылевыведение с единицы фактической поверхности материала на платформе,  $г/м^2 * с$ ;

$q_2'$

$=q'$  (таблица 6), согласно приложению к настоящей Методике;

$n$  — число автомашин, работающих в карьере;

$C_7$  — коэффициент, учитывающий долю пыли, уносимой в атмосферу, и равный 0,01.

23. Выбросы токсичных веществ газов при работе карьерных машин. Расход топлива в кг/час на 1 лошадиную силу мощности составляет ориентировочно для карбюраторных двигателей 0,4 кг/л.с. час и для дизельных двигателей - 0,25 кг/л с. час. Количество выхлопных газов при работе карьерных, машин составляет 15—20 г на 1 кг израсходованного топлива.

Приближенный расчет количества токсичных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобилей, можно производить, используя коэффициенты эмиссии (16), приведенные в таблице 13 согласно приложению к настоящей Методике.

Количество вредных веществ, поступающих в атмосферу, определяют путем умножения величины расхода топлива в тоннах на соответствующие коэффициенты. Данные по расходу топлива для некоторых автомашин приведены в таблице 14 согласно приложению к настоящей Методике.

24. Выбросы при выемочно-погрузочных работах. При работе экскаваторов пыль выделяется, главным образом, при погрузке материала в автосамосвалы. Объем пылевыведения можно описать уравнением

$$Q_2 = \frac{P_1 * P_2 * P_3 * P_4 * P_5 * P_6 * B_1 * G * 10^6}{3600}$$

, г/с (8)

где  $P_1$  - доля пылевой фракции в породе; определяется путем промывки и просева средней пробы с выделением фракции пыли размером 0-200 мкм ( $P_1=k_1$ )

P2 - доля переходящей в аэрозоль летучей пыли с размером частиц 0-50 мкм по отношению ко всей пыли в материале (предполагается, что не вся летучая пыль переходит в аэрозоль). Уточнение значения P2 производится отбором запыленного воздуха на границах пылящего объекта при скорости ветра, 2 м/с, дующего в направлении точки отбора пробы (P2 = k2 из таблицы 1) согласно приложению к настоящей Методике;

P3 - коэффициент, учитывающий скорость ветра в зоне работы экскаватора. Берется в соответствии с таблицей 2 согласно приложению к настоящей Методике (P3 = k3); P4 - коэффициент, учитывающий влажность материала и, принимаемый в соответствии с таблицей 4 согласно приложению к настоящей Методике (P4=k4)

G - количество перерабатываемой экскаватором породы, т/ч

P5 - коэффициент, учитывающий крупность материала и принимаемый в соответствии с таблицей 7 согласно приложению к настоящей Методике (P5 = k5);

P6 - коэффициент, учитывающий местные условия и принимаемый в соответствии с таблицей 3 согласно приложению к настоящей Методике (P<sub>6</sub>=k6);

## 25. Выбросы при буровых работах.

При расчете объема загрязнений атмосферы при бурении скважин и шпуров исходим из того, что практически все станки выпускаются промышленностью со средствами пылеочистки:

$$Q_3 = \frac{n * z(1 - \eta)}{3600}$$

, г/с (9)

где

n — количество одновременно работающих буровых станков;

z — количество пыли, выделяемое при бурении одним станком, г/ч,

$\mu$  — эффективность системы пылеочистки, в долях.

В случае, если в забое работают станки различных систем, расчетное уравнение принимает вид

$$Q_3 = \frac{n_1 * z_1(1 - \eta_1) + n_2 * z_2(1 - \eta_2) + \dots + n_i * z_i(1 - \eta_i)}{3600}$$

, г/с (10)

где n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>, n<sub>i</sub> — количество одновременно работающих станков различных систем;

z<sub>1</sub>, z<sub>2</sub>, z<sub>i</sub> — количество пыли, выделяемое из скважин перед пылеочисткой;

$\mu$

1'

μ

2'

μ

$\mu_i$  — эффективность установленного пылеочистного оборудования (таблица 15) согласно приложению к настоящей Методике.

26. Выбросы пыли при взрывных работах. Взрывные работы сопровождаются массовым выделением пыли. Большая мощность пылевыведения обуславливает кратковременное загрязнение атмосферы, в сотни раз превышающее ПДК. Для расчета единовременных выбросов пыли при взрывных работах можно воспользоваться уравнением (11)

$$Q_4 = a_1 * a_2 * a_3 * a_4 * D * 10^6, \text{ г (11)}$$

где  $a_1$  — количество материала, поднимаемого в воздух при взрыве 1 кг ВВ (4-5 т/кг)

;

$a_2$  — доля переходящей в аэрозоль летучей пыли с размером частиц 0-50 мкм по отношению к взорванной горной массе ( $a_2 \approx 10^{-5}$ );

$a_3$  — коэффициент, учитывающий скорость ветра в зоне взрыва;

$a_4$  — коэффициент, учитывающий влияние обводненности и предварительного увлажнения забоя;

$D$  — величина заряда ВВ, кг.

## **6. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при погрузочно-разгрузочных работах.**

27. Погрузочно-разгрузочные работы в разрезе сопровождаются значительным пылевыведением.

28. На интенсивность пылевыведения оказывают влияние объем одновременно разгружаемой породы, высота разгрузки, угол поворота экскаватора. Так, при высоких забоях чаще происходит обрушение верхней части уступа, что приводит к запыленности. Запыленность воздуха изменяется почти в таких же соотношениях, как и изменение объема одновременно разрушаемой породы. Завышение высоты разгрузки и угла поворота экскаватора ведет к увеличению запыленности воздуха.

29. Работающее на погрузочно-разгрузочных работах оборудование отличается многообразием с широким диапазоном технологических и эксплуатационных качеств. На предприятиях используется оборудование циклического и непрерывного действия.

30. К основному оборудованию циклического действия относятся механические лопаты и бульдозеры. К основным машинам непрерывного действия относятся роторные экскаваторы.



материал а, %	до 0,5	0,6-1	1,1-3	3,1-5	5,1-7	7,1-8	8,1-9	9,1-10	>10
Коэффициент К2	2,0	1,5	1,3	1,2	1,0	0,7	0,3	0,2	0,1

Максимальный из разовых выброс вредных веществ при погрузочных работах одноковшовым, экскаватором

$$m_{\text{эп1}} = q_{\text{уд}} \gamma_{\text{ЕКз}} K_1 K_2 / (1/3 t_{\text{ц}})$$

, г/с (6.2)

33. При добыче полезных ископаемых наряду с одноковшовыми используются роторные экскаваторы.

Масса вредных веществ, выделяющихся при работе роторного экскаватора:

$$m_{\text{э2}} = q_{\text{уд}} 3,6 \gamma_{\text{Еис}} T_{\text{г}} K_1 K_2 * 10^{-4}$$

, г/с (6.3)

где  $n_c$  - частота ссыпок (частота чередования режущих поясов), мин-1.

Максимальный из разовых выброс вредных веществ при работе роторного экскаватора:

$$m_{\text{рз2}} = q_{\text{уд}} \gamma_{\text{Еис}} K_1 K_2 * 10^{-2}$$

, г/с (6.4)

34. Для зачистки кровли пластов полезного ископаемого, планировки площадок, для послонной разработки горных пород и перемещения их на расстояние до 100-150 м, для работы на отвалах и т.д. используются бульдозеры.

При работе бульдозера происходит выделение пыли и вредных газов в атмосферу.

Масса пыли, выделяющейся при разработке пород или отвалообразовании бульдозером:

$$m_{\text{бп}} = q_{\text{уд}} 3,6 \gamma V t_{\text{см псм}} * 10^{-3} K_1 K_2 / t_{\text{цб}} * K_p$$

, т/год (6.5)

где  $q_{\text{уд}}$  - удельное выделение твердых частиц с 1 т перемещаемого материала, г/т (таблица 19) согласно приложению к настоящей Методике;

$t_{\text{см}}$  - чистое время работы бульдозера в смену, ч;  $V$  - объем призмы волочения, м<sup>3</sup>;

$t_{\text{цб}}$  - время цикла, с;  $n_{\text{см}}$  - количество смен работы бульдозера в год.

Максимальный из разовых выброс вредных веществ при разработке пород или отвалообразовании бульдозером.

$$m_{\text{бпр}} = q_{\text{уд}} \gamma V K_1 K_2 / t_{\text{цб}} * K_p$$

, г/с (6.6)

Выброс загрязняющих веществ от сжигания топлива бульдозером зависит от режима его работы. В среднем дизельный двигатель бульдозера 40% чистого времени смены работает при полной мощности и 40% времени использует мощность частично (30-40%), 20% времени – работает на холостом ходу.

Масса *i*-го вредного вещества, выделяющегося при работе дизельного двигателя бульдозера

$$m_{\text{вг}i} = (q_{\text{уд}i} t_{\text{хх}} + q_{\text{уд}i} t_{40\%} + q_{\text{уд}i} t_{100\%}) T_{\text{см}} N_{\text{б}} 10^{-3}$$

, т/год (6.7)

Суммарная масса вредных веществ, выделяющихся при работе двигателя бульдозера:

$$m_{\text{вг}} = \sum m_{\text{вг}i}$$

, т/год (6.8)

где  $q_{\text{уд}i}$  - удельный выброс *i*-го вредного вещества при работе двигателя в соответствующем режиме, кг/ч (таблица 20)\* согласно приложению к настоящей Методике,

$t_{\text{хх}}$ ,  $t_{40\%}$ ,  $t_{100\%}$  - время работы двигателя в течение смены, соответственно на холостом ходу, при частичном использовании мощности двигателя, %.

$$t_{\text{хх}} = t_{1/100} \times t_{\text{см}}, \text{ ч}; t_{40\%}, t_{100\%} \text{ определяется аналогично (6.9)}$$

где  $t_1$  - процентное распределение времени работы двигателя на различных нагрузочных режимах (см. выше);

$t_{\text{см}}$  - чистое время работы бульдозера в смену, ч;

$T_{\text{см}}$  - число смен работы бульдозера в году;

$N_{\text{б}}$  - число бульдозеров.

Масса оксидов серы SO<sub>2</sub>, выбрасываемых при работе дизельного двигателя, определяется по содержанию серы в топливе и концентрации в отработавших газах. Последняя, в свою очередь, рассчитывается по измеренным значениям расхода воздуха и топлива.

## 7. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от породных отвалов.

35. Масса выбросов вредных веществ на отвалах.

Валовый выброс вредных веществ (пыли) на отвалах вскрышных пород осуществляется точечными, линейными и плоскостными источниками. К точечным источникам относятся места складирования горной массы, к линейным - транспортные коммуникации, расположенные на отвале, включая и вспомогательные. К плоскостным источникам относятся пылящие поверхности отвала. Дополнительным источником

загрязнения воздуха на отвале являются мобильные источники-автомобили и технологические поезда. Масса вредных веществ, образующихся на отвалах вскрышных пород.

$$m_{a.o} = m_{в.у} + m_{cot} * S_{cot} + m_{д} * S_{д}, \text{ т/год. (7.1)}$$

где  $m_{в.у}$  - масса твердых частиц, выделяющаяся в зоне выгрузки и укладки пород, т/год;  $m_{cot}$  - масса твердых частиц, сдуваемая с 1 м<sup>2</sup> свежееотсыпанного отвала за год, т/год;

$S_{cot}$  – площадь свежееотсыпанного отвала, равная площади, отсыпаемой за год, м<sup>2</sup>;

$m_{д}$  - масса твердых частиц, сдуваемая с 1 м<sup>2</sup> дефлирующих поверхностей отвала, т/год;

$S_{д}$  - площадь дефлирующих поверхностей отвала, м<sup>2</sup>.

36. При железнодорожном и автомобильном транспорте масса вредных веществ (пыли) на отвале в зоне выгрузки складывается из массы пыли, образующейся в момент выгрузки из вагона или самосвала и образующейся при складировании вскрышных пород:

$$m_{в.у(ж.д.а)} = (q_{уд.в} + q_{уд.ск}) * Q_o * K_1 * K_2 * 10^{-6}, \text{ т/год (7.2)}$$

где  $q_{уд.в}$ ,  $q_{уд.ск}$  - удельное выделение твердых частиц с 1 т породы, соответственно выгружаемой из транспортного средства и складированной в отвал (таблица 17) согласно приложению к настоящей Методике;

$Q_o$  - объем породы транспортируемый на отвал, т/год.

37. При конвейерном транспорте укладка пород в отвал производится ленточным отвалообразователем.

$$m_{в.у(к)} = q_{уд.в} * Q_o * K_1 * K_2 * 10^{-6}, \text{ т/год (7.3)}$$

где  $q_{уд.в}$  - удельное выделение твердых частиц с 1 т породы при формировании отвала отвалообразователем (таблица 17) согласно приложению к настоящей Методике

Максимальный из разовых выброс вредных веществ на отвале в зоне выгрузки и складирования пород;

при автомобильном и железнодорожном транспорте:

$$m_{в.у(ж.д.а)} = (q_{уд.в} + q_{уд.ск}) * Q_{ч} * K_1 * K_2 / 3600, \text{ г/с (7.4)}$$

где  $Q_{ч}$  - объем породы, подаваемой в отвал за 1 ч, т/ч;

при конвейерном транспорте:

$$m_{в.у(к)} = q_{уд.о} * Q * K_1 * K_2 / 3600$$

, г/с (7.5)

Масса твердых частиц, сдуваемых с 1 м<sup>2</sup> свежееотсыпанного отвала

$$m_{сот} = 86,4 q_о * (365 - T_c) * K_1 * 10^{-6}$$

, т/год (7.6)

где q<sub>о</sub> - удельная сдуваемость твердых частиц с пылящей поверхности свежееотсыпанного отвала или дефлирующих поверхностей отвала, мг/м<sup>2</sup>·с;

T<sub>с</sub> – годовое количество дней с устойчивым снежным покровом.

Масса твердых частиц, сдуваемых с 1 м<sup>2</sup> дефлирующих поверхностей отвала:

$$m_{д} = 86,4 q_о * (365 - T_c) * K_2 * K_б * 10^{-6}$$

, (7.7)

где K<sub>б</sub> - коэффициент, учитывающий эффективность сдувания твердых частиц с поверхности отвала (0,2 - в первые три года после прекращения эксплуатации; 0,1 - в последующие годы до полного озеленения отвала).

Площадь дефлирующих поверхностей отвала: при железнодорожном транспорте и экскаваторной укладке пород в отвал (рисунок 1):

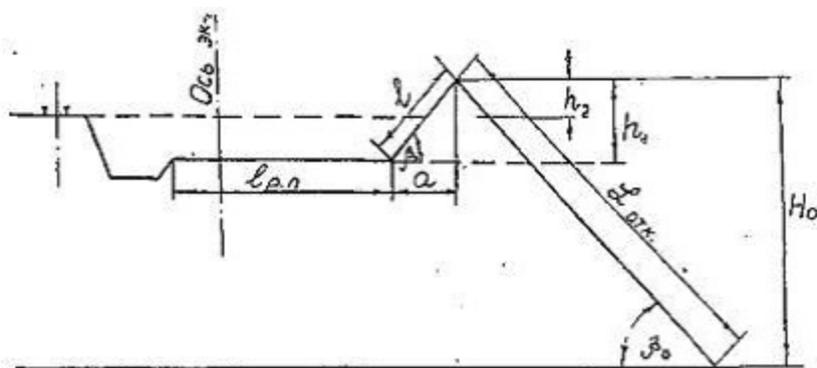


Рисунок 1

$$S_{д(э)} = [(h_1 + H_0) / \sin \beta_0] L_0 + 2 [2\alpha (H_0 - h_1) + \alpha h_1 + (H_0 - h_1)^2 \operatorname{ctg} \beta_0 / 2]$$

(7.8)

где h<sub>1</sub> - высота верхнего подступа, м;

H<sub>0</sub> - общая высота отвала, м;

β

0 - угол откоса яруса;

$L_0$  - длина отвала, м;

$a$

- половина ширины верхнего подступа, м.

При автомобильном транспорте и бульдозерном отвалообразовании:

$$S_{Д(6)} = \sum_{r=1}^R \alpha_r \beta_r + \sum_{r=1}^{K-1} 2h_r / \sin \beta_0 [(B_{нг} + B_r)/2 + (\alpha_{нг} + \alpha_r) / 2] + \sum_{r=1}^{K-1} (\alpha_r B_r - \alpha_{н(r+1)} * B_{н(r+1)}) \quad (7.9)$$

где

$a$

$r, v_r$  - размеры яруса в плане по его поверхности, м;

$r$  - порядковый номер яруса;

$R_{я}$  - количество ярусов;  $v_{нг}$ ,

$a$

$нг$  - размеры яруса в плане по нижнему основанию, м.

При конвейерном транспорте площадь дефлирующей поверхности на горизонтальном основании: для одноярусных отвалов (рисунок 2)

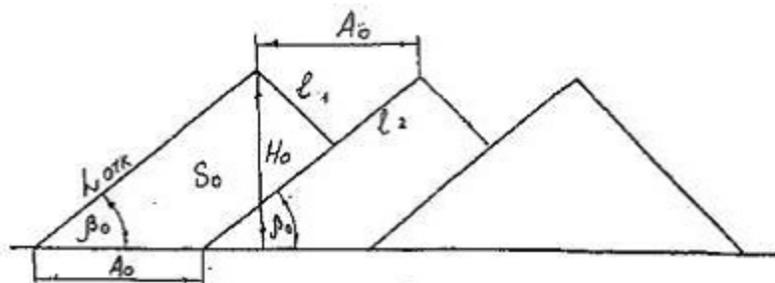


Рисунок 2

$$S_{Д(к)} = (H_0 / \sin \beta_0 + A_0 \sin \beta_0 / \sin 2\beta) L_0 + 2 A_0 (H_0 - A_0) \sin^2 \beta_0 / 2 \sin 2 \beta_0 \quad (7.10)$$

где  $A_0$  - ширина заходки, м;

для многоярусных отвалов (рисунок 3)

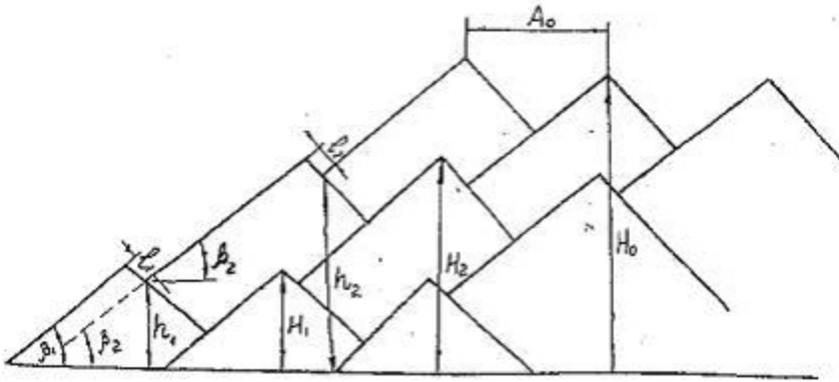


Рисунок 3

$$S_{д(к)} = L_0 [H_1 / \sin \beta_1 + (H_1 - h_1) / \sin \beta_1 + ((H_2 - H_1) \operatorname{ctg} \beta_1 + l_1) / \operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2 \sin \beta_2 + H_2 - h_2 / \sin \beta_2 + \dots + (H_n - h_n) / \sin \beta_n + ((H_n - H_{n-1}) \operatorname{ctg} \beta_{n-1} + l_{n-1}) / \operatorname{ctg} \beta_{n-1} + \operatorname{ctg} \beta_n + A_0 / \sin \beta_{n-1}] \quad (7.11)$$

где  $H_1, H_2 \dots H_n$  - высота ярусов отвала, м;

$\beta$

1

$\beta$

2...

$\beta$

$n$  - угол откоса ярусов (1, 2...n).

Выбросы пыли от автотранспорта в карьерах:

$$Q_1 = \frac{C_1 * C_2 * C_3 * N * L * q_1 * C_6 * C_7}{3600} + C_4 * C_5 * C_6 * g_2 * F_0 * n = \frac{1.3 * 1.5 * 0.5 * 60 * 5 * 1450 * 0.8 * 0.001}{3600} + 1.25 * 1.2 * 0.8 * 0.003 * 12.20 = 1.84 \text{ г/с}$$

Выбросы при выемочно-погрузочных работах:

$$Q_2 = \frac{P_1 * P_2 * P_3 * P_4 * B' * G * 10^6}{3600} = \frac{0.03 * 0.01 * 0.4 * 1.2 * 0.2 * 0.8 * 100 * 10^6}{3600} = 0.64$$

г/с

Выбросы при буровых работах:

$$Q_3 = \frac{n * z * (1 - \eta)}{3600} = \frac{4 * 8000 * (1 - 0.85)}{3600} = 1.33$$

г/с

Выбросы при взрывных работах:

$$Q_4 = a_1 * a_2 * a_3 * a_4 * D * 10^6 = 4.5 * 2 * 10^6 * 1.2 * 0.5 * 1100 * 10^6 = 594000$$

, Г

Суммарный выброс пыли из карьера:

$$Q_{ссу} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 1.8 + 0.64 + 1.33 = 3.77$$

г/с

Залповый выброс пыли:

$$Q_{зал} = Q_{ссу} + \frac{Q_4}{\tau} = Q_{ссу} + \frac{a_1 * a_2 * a_3 * a_4 * D * 10^6}{\tau} = 3.77 + \frac{594000}{10 * 60} = 990 + 3.7 \approx 994$$

г/с.

## Сводная таблица расчетных параметров

Таблица 1

Значение коэффициентов  $k_1$ ,  $k_2$  для определения выбросов пыли

№ пп	Наименование материала	Плотность материала, г/см <sup>3</sup>	Весовая доля пылевой фракции $k_1$ , в материале	Доля пыли, переходящая в аэрозоль, $k_2$
	Огарки	3,9	0,04	0,03
	Клинкер	3,2	0,01	0,003
	Цемент	3,1	0,04	0,03
	Известняк	2,7	0,04	0,02
	Мергель	2,7	0,05	0,02
	Известь комовая	2,7	0,07	0,02
	Известь молотая	2,7	0,07	0,05
	Гранит	2,8	0,02	0,04
	Мрамор	2,8	0,04	0,06
0	Мел	2,7	0,05	0,07
1	Гипс комовой	2,6	0,03	0,02
2	Гипс колотый	2,6	0,08	0,04
3	Доломит	2,7	0,05	0,02
4	Опока	2,65	0,03	0,01
5	Пегматит	2,6	0,04	0,04
6	Гнейс	2,9	0,05	0,02
7	Каолин	2,7	0,06	0,04

8	Нефелин	2,7	0,06	0,02
9	Глина	2,7	0,05	0,02
0	Песок	2,6	0,05	0,03
1	Песчаник	2,65	0,04	0,01
2	Слюда	2,8	0,02	0,01
3	Полевой шпат	2,5	0,07	0,01
4	Шлак	2,5-3,0	0,05	0,02
5	Диорит	2,8	0,03	0,06
6	Порфиroidы	2,7	0,03	0,07
7	Графит	2,2-2,7	0,03	0,04
8	Уголь	1,3	0,03	0,02
9	Зола	2,5	0,06	0,04
0	Диатомит	2,3	0,03	0,2
1	Перлит	2,4	0,04	0,06
2	Керамит	2,5	0,06	0,02
3	Вермикулит	2,6	0,06	0,04
4	Аглопорит	2,5	0,06	0,04
5	Туф	2,6	0,03	0,02
6	Пемза	2,5	0,03	0,06
7	Сульфат	2,7	0,05	0,02
8	Шамот	2,6	0,04	0,02
9	Смесь песка и извести	2,6	0,05	0,01
0	Кирпич, бой	-	0,05	0,01
1	Минеральная вата	-	0,05	0,01
2	Щебенка*	-	0,04	0,02

\* Брать по тому материалу, из которого делают щебенку

Таблица 2

**Зависимость величины  $k_3$  от скорости ветра**

Скорость ветра, м/с	$k_3$
до 2	1,0
до 5	1,2
до 7	1,4
до 10	1,7
до 12	2,0
до 14	2,3
до 16	2,6
до 18	2,8
до 20 и выше	3,0

Таблица 3

## Зависимость величины $k_1$ от местных условий

Местные условия	$k_1$
Склады, хранилища открытые	
а) с 4-х сторон	1,0
б) с 3-х сторон	0,5
в) с 2-х сторон поли. и с 2-х сторон частично	0,3
г) с 2-х сторон	0,2
д) с одной стороны*	0,1
е) загрузочный рукав	0,001
ж) закрыт с 4-х сторон**	0,005

\* (а-д) — коэффициенты, учитывающие местные условия при статическом хранении;

\*\* при переводе неорганизованных источников узла пересчете в организованные считать выброс пыли в атмосферу до 30% от нормативного показателя при аспирации узла;

Таблица 4

### Зависимость величины $k_5$ от влажности материалов

Влажность материалов, % ***	$k_5$
0-0,5,	1,0
до 1,0	0,9
до 3,0	0,8
до 5,0	0,7.
до 7,0	0,6
до 8,0	0,4
до 0,0	0,2
до 10,0	0,1
свыше- 10	0,01

Таблица 5

### Зависимость величины $k_7$ от крупности материала

Размер куска, мм	$k_7$
500	0,1
500-100	0,2
100-50	0,4
50-10	0,5
10-5	0,6
5-3	0,7
3-1	0,8
1	1,0

\*\*\* для песка на складах при влажности 3% и более — выбросы не считать.

Таблица 6

**Значение величины  $q$** при условии  $k_3=1; k_5 = 1$ 

Складируемый материал	$q$ , г/м <sup>2</sup> *с
Клинкер, шлак	0,002
Щебенка, песок, кварц	0,002
Мергель, известняк, огарки, цемент	0,003
Сухие глинистые материалы	0,004
Хвосты асбестовых фабрик, песчаник, известь	0,005
Уголь, гипс, мел	0,005

Таблица 7

**Зависимость величины  $B$** 

от высоты пересыпки

Высота падения материала	$B'$
0,5	0.4
1,0	0.5
1,5	0.6
2,0	0.7
4,0	1.0
6,0	1.5
8,0	2,0
10,0	2.5

Таблица 8

**Значение параметров  $n, a, c$  для определения удельного пылевыведения ( $E$ )**

Марка угля	Класс крупности, мм	$n$	$a$	$c$
	25-50	4.8157	3.5981	0.00001698
	13-25	7.1572	6.2082	0.00001698
A	6-13	8.8583	7,5171	0.00001698
	3-6	8,9905	8.2518	0.00001698
	0-3	9.3696	8.6744	0.00001698
	25-50	3.8743	2,1633	0,003015
	13-25	5.2677	3,8469	0.003015
ПА	6-13	5.9840	4.7127	0.003015
	3-6	6.3410	5.1443	0.003015

	0-3	6,5863	5,4408	0.003015
	25-50	5,9216	4.3124	0.1008
	13-25	6.4686	4.8175	0.1008
Г	6-13	7.1437	5.1442	0.1008
	3-6	7.5095	5 7740	0.1008
	0-3	7.7292	5,С у23	0,1008
	25-50	3.3983	3,1191	0.1374
	3-25	3,5899	3.2850	0,1374
ОС	6-13	3,6121	3.3695	0.1374
	3-6	3.6505	3,4146	0,1374
	0-3	3,0735	3,4415	0.1374
	25-50	2.9541	3,0767	0,6025
	13-25	3,1658	3.3(30)	0,6025
Ж	6-3	3.2743	3.4340	0,6025
	3-6	3.3815	3.4978	0,6025
	0-3	3,3657	3.53631	0,6025
	25-50	3.0449	2,8428	0,1431
	13-25	3,2691	3.11411	0,1431
К	6-13	3,3852	3.2547	0.1431
	3-6	3,4458	3.328Г	0.1431
	0-3	3,4808	3,3705	0,1431
	25-50	5.7268	7,5392	29.72
Г	13-25	5.9816	7.8029	29,72
	0-13	6,1128	7.9417	29.77
	3-6	6.7821	8.01401	29.77
	0-3	6,2242	8.0595	29.77
	25-50	8.1515	9.7551	0.6152
Д	13-25	11,5166	13.8668	0,6152
	6-13	13.2431	15,9773	0.6152
	3-6	14,1611	17,0994	0,6152

Таблица 9

**Зависимость  $C_1$  от средней грузоподъемности транспорта**

Средняя грузоподъемность, т	$C_1$
5	0,8
10	1,0
15	1,3
20	1,6
25	1,9
30	2,5
40	3,0

Таблица 10

**Зависимость  $C_2$  от средней скорости транспортирования**

Средняя скорость транспортирования, км/ч	$C_2$
5	0,6
10	1,0
20	2,0
30	3,5

Таблица 11

**Зависимость  $C_3$  от состояния дорог**

Состояние карьерных дорог	$C_3$
Дорога без покрытия (грунтовая)	1.0
Дорога с щебеночным покрытием	0.5
Дорога с щебеночным покрытием, обработанная раствором хлористого кальция, ССБ, битумной эмульсией	0.1

Таблица 12

**Зависимость  $C_5$  от скорости обдува кузова**

Скорость обдува, м/с	$C_5$
До 2	1.0
5	1.2
10	1.5

Таблица 13

**Выбросы вредных веществ при сгорании топлива**

Вредный компонент	Выбросы вредных веществ двигателями	
	карбюраторными	дизельными
Окись углерода	0.6 т/т	0.1 г/т
Углероды	0.1 т/т	0,03г/т
Двуокись азота	0.04 т/т	0.01 т/т
Сажа	0.58 кг/т	15.5 кг/т
Сернистый газ	0.002 т/т	0.02 г/т
Свинец	0.3 кг/т	—
Бенз(а)пирен	0.23 г/т	0.32 г/т



Одноковш овые экскаваторы*							
ЭКГ-5А	2,4	3,4	4,8	7,2	10,9	1,93	1,93
ЭКГ-8И	2,9	4Д	5,8	8,7	13,2	2,78	2,78
ЭКГ-10	3,1	4,4	6,3	9,4	14,3	2,84	2,84
ЭКГ-12,5	3,1	4,4	6,3	9,4	14,3	2,86	2,86
ЭКГ-15	3,8	5,4	7,6	11,4	17,3	2,84	2,84
ЭКГ-20	4,2	5,9	8,4	12,7	19,2	-	-
ЭКГ-30	4,8	6,8	9,6	14,4	21,8	-	-
Роторные экскаваторы							
ЭРГ - 1250 ОЦ	-	-	-	-	-	20	28
ЭРГ - 1250	-	-	-	-	-	20	28
ЭРП - 2500	-	-	-	-	-	11	15
ЭРП - 5250	-	-	-	-	-	7	8
Экскаваторы на отвале							
ЭКГ-5А	3,1	4,4	6,2	9,4	-	-	-
ЭКГ-8И	3,8	5,3	7,5	11,3	-	-	-
ЭШ -6,5 45У	7,2	10,1	14,3	21,4	-	-	-
ЭШ - 14.50	7,2	10,1	14,3	21,4	-	-	-
ЭШ - 20.65	10,3	14,4	20,4	30,5	-	-	-
ЭШ - 11.70	10,8	15,2	21,5	32,2	-	-	-
ЭШ - 40.85	12,5	17,4	24,7	36,9	-	-	-
ЭШ - 15.90	14,1	19,7	27,9	41,8	-	-	-
ЭШ - 20.90	14,1	19,7	27,9	41,8	-	-	-
ЭШ - 65.100	14,7	20,5	29,1	43,5	-	-	-
ОШС 4000 /125	£ =1-1,8 9.....18	-	-	-	-	-	-

\*Приведены значения  $q_{уд}$  при погрузке экскаваторами горной массы в автосамосвалы;

$q_{уд}$  при погрузке экскаваторами горной массы в думпкары увеличиваются на 10%.

Таблица 18

**Коэффициенты разрыхления горной массы и экскавации**

Категория пород по трудности экскавации	Плотность породы в массиве, т/м <sup>3</sup>	Коэффициенты		
		Разрыхления горной массы	Экскавации	
			Прямая лопата	Драглайн
1	1,6	1,15	0,91	0,87
2	1,8	1,25	0,84	0,80
3	2,0	1,35	0,70	0,67
4	2,5	1,50	0,60	0,57

Таблица 19

**Удельное выделение твердых частиц (пыли) с 1т материала, перемещаемого бульдозером**

Марки бульдозера	Выделение пыли при крепости пород, г/т					
	Уголь		Порода			
	1	2	1	2	3	4
ДЭ-110А	1,00	1,25	0,66	0,85	1,18	1,85
ДЗ-35С	1,15	1,45	0,70	0,91	1,23	1,93
ДЗ-118	1,20	1,50	0,74	0,93	1,30	2,11

Таблица 20

**Удельные выбросы вредных веществ дизельными двигателями бульдозеров**

Марка бульдозера	Загрязняющие вещества	Удельный выброс, кг/ч, при различных режимах работы		
		Холостой ход	40% мощности	Максимальная мощность
ДЗ 110А (100)*	СО	0,137	0,205	0,342
	NO <sub>x</sub>	0,054	0,351	0,133
	СН	0,072	0,214	0,275
	С	0,003	0,019	0,044
ДЗ-35С (150)	СО	0,158	0,396	0,238
	NO <sub>x</sub>	0,061	0,153	0,398
	СН	0,137	0,239	0,308
	С	0,006	0,030	0,061
ДЗ-118 (250)	СО	0,201	0,504	0,302
	NO <sub>x</sub>	0,079	0,198	0,515
	СН	0,180	0,315	0,415
	С	0,017	0,049	0,112

\* В скобках указан тяговый класс, кН.

Таблица 21

**Удельная сдуваемость пыли с поверхностей отвала (скальные смешанные породы)**

Приземная скорость ветра м/с	Удельная сдуваемость, мг/м <sup>2</sup> ·с при высоте отвала, м			
	10	50	100	150
5	3,7	9,3	13,8	17,4
8	14,3	35,8	53,3	67,3
10	26,7	68,2	100,9	127,1

Таблица 22

Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра	
		сырье	клинкер
Поток материала			
Влажность материала			
Содержание пыли в материале (k <sub>1</sub> )	т/ч	100	
Содержание частиц до 50 мкм в пыли (k <sub>2</sub> )	%	3,6	78
Значение (k <sub>3</sub> ) при среднегодовой скорости ветра 4 м/с	доля по весу	0,04	0,1
Значение (k <sub>4</sub> ) (таблица 3)	-	0,02	0,01
Значение (k <sub>5</sub> ) (таблица 4)	-	1,2	0,003
Значение k <sub>6</sub> = F <sub>факт</sub> /F	-	1,0	1,2
Значение (k <sub>7</sub> ) (таблица 5)	-	0,8	1,0
Высота падения материала	-	1,4	1,4
Значение В' (таблица 7)	-	0,1	0,5
Унос пыли с 1 м <sup>2</sup> фактической поверхности	-	5,0	1,5
Габариты склада а * b * h	м	1,2	1,5
Площадь склада	доля по весу	0,003	0,002
	г/м <sup>2</sup> ·с	0,003	27X60X7
	м <sup>3</sup>	27 X88X7	1620
	м <sup>2</sup>	2376	

Таблица 23

**Сводная таблица расчетных параметров**

Наименование параметра	Ед.измерения	Значение параметра
Производительность узла пересыпки		
Высота падения материала		
Доля пылевой фракции в материале (k <sub>1</sub> )		
Доля пыли от всей массы, переходящая в аэрозоль, (k <sub>2</sub> )		440
		5

Скорость ветра	т/ч	0,05
Коэффициент, учитывающий метеоусловия, ( $k_3$ )	м	0,02
Коэффициент, учитывающий местные условия степени защищенности узла от внешних воздействий ( $k_4$ )	доля по весу	4
	-	1,2
	м/с	0,1
	доля по весу	4
	-	0,7
Влажность материала	%	1,4
Коэффициент, учитывающий влияние влажности материала, ( $k_5$ )		0,5
Коэффициент, учитывающий высоту падения материала, ( $B'$ )		
Коэффициент, учитывающий крупность материала, ( $k_7$ )		

Таблица 24

**Сводная таблица расчетных параметров**

Источник загрязнения расчетных параметров	Значение расчетного параметра
Автотранспорт	
Средняя грузоподъемность автосамосвала, т	15
Значение $C_1$ (таблица 9)	1,3
Суммарное число ходок машин (туда и обратно) в час ( $N$ )	60
Число машин в карьере ( $n$ ), шт.	20
Среднее расстояние транспортировки ( $L$ ), км	5
Средняя скорость транспортирования	15
$V_{ср} = \frac{NL}{n}$	1,5
	0,5
, км/ч	12
Значение $C_2$ (таблица 12)	15
Значение $C_3$ (таблица 13)	1,25
Средняя площадь платформы машин,	5
$\frac{\sum n * F}{n} = F_0$	7
	1,32
, м <sup>2</sup>	2,5
Средняя площадь материала на платформе ( $F_{факт}$ ), м	0,8
2	1450
Значение $C_4$ , $F_{факт} / F_0$	
Скорость ветра, м/с	
Скорость обдува, м/с	
Значение $C_5$ (таблица 14)	
Влажность материала, %	
Значение $C_6$ (таблица 4)	
Пылевыведение на 1 км пробега ( $q_1$ ) при $C_1=1$ ; $C_2=1$ ; $C_3=1$ , г	

Пылевыведение с единицы поверхности материала ( $q_2$ ) при $C_4=1$ ; $C_5=1$ ; $C_6=1$ , $г/м^2*с$	0,003 0,01
Значение $C_7=k_7$	
Выемочно - погрузочные работы	
Количество перерабатываемого экскаватором породы (G), т/ч	100
Доля пылевой фракции (0-200 мкм) в породе ( $P1=k_1$ ) (таблица 1)	0,03
Содержание частиц, переходящих в аэрозоль, размером до 50 мкм в пыли ( $P2=k_2$ ) (таблица 1)	0,01
Скорость ветра в зоне работы экскаватора, м/с	5
Значение P3 (таблица 2)	1,2
Влажность материала, %	2,5
Значение P4 (таблица 4)	0,8
Значение V' (таблица 7)	0,4
Значение P5= $k_7$ (таблица 5)	0,5
Взрывные работы	
Удельный расход ВВ, $кг/м^3$	
Удельный вес породы, $т/м^3$	0,55
Количество материала, поднимаемого в воздух при взрыве 1 кг ВВ ( $a_1$ ), т	2,5
Доля переходящей в аэрозоль летучей пыли по отношению к 1 т породы ( $a_2$ )	4,5
Скорость ветра, м/с	0,00002
Значение $a_3$ (таблица 2)	До 5
Значение $a_4$ (скважины обводняются, орошение зоны не производится)	1,32
Объем взрываемого блока: тыс. $м^3$	0,5
тыс. т	20
Суммарная величина (D) взрываемого заряда ВВ, кг	50
	11000
Буровые работы	
Количество одновременно работающих буровых станков (n), шт.	4
Количество пыли, выделяемое при бурении одним станком (z), г/ч	8000
Эффективность системы пылеочистки, $\eta$	0,85

## Методика расчета нормативов выбросов вредных веществ от стационарных дизельных установок

### 1. Общие сведения

1. Настоящая методика предназначена для определения подлежащих нормированию и контролю выбросов окислов азота  $\text{NO}_x$  (как суммы  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$  в приведении к  $\text{NO}_2$ ), окиси углерода ( $\text{CO}$ ) и не нормируемых (сернистого ангидрида  $\text{SO}_2$ , акролеина  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$ , формальдегида  $\text{CH}_2\text{O}$ , углеводородов  $\text{C}_n\text{H}_{1.85n}$ , сажи  $\text{C}$ ) вредных компонентов отработавших газов стационарных дизельных установок.

2. Данная методика применяется при расчете нормативов выбросов промышленных и энергетических стационарных дизельных установок, как имеющих свободный выброс газов в атмосферу, так и оборудованных средствами газоочистки, укомплектованных и отрегулированных по ТУ завода-изготовителя, находящихся в исправном техническом состоянии и работающих в соответствии с назначением.

### 3. Термины и определения.

Стационарная дизельная установка - установка для выработки электрической, гидравлической, тепловой или иного вида энергии, отдаваемой стороннему потребителю, в качестве первичного источника в которой используется дизель, работающий по нагрузочной характеристике.

Нагрузочная характеристика - режим работы дизеля при постоянной частоте вращения (поддерживаемой с точностью, обеспечиваемой автоматическим регулятором) и нагрузкой, изменяющейся в пределах от минимальной до максимальной, допускаемой ТУ на дизель.

Выброс вредного (загрязняющего) вещества на 1 кг топлива ( $e$ ), г/кг - масса в граммах вредного (загрязняющего) вещества, выделенная в атмосферу с отработавшими газами при сгорании в дизельной установке 1 кг топлива.

Скорость выделения вредного (загрязняющего) вещества  $E$ , г/сек - масса в граммах вредного (загрязняющего) вещества, выделенная в атмосферу с отработавшими газами в течение 1 сек эксплуатации дизельной установки на отдельно оговоренном режиме.

Эксплуатационный цикл работы дизельной установки - совокупность условных режимов работы, характеризующихся одинаковой с реальной эксплуатацией средней нагрузкой и типичным составом нагрузочных режимов.

$O_r$  - отработавшие газы дизеля (дизельной установки);

$i$  - индекс обозначения отдельного вредного компонента  $O_r$ ;

$j$  - индекс обозначения отдельного режима работы дизеля (дизельной установки);

$\varepsilon$  - индекс, обозначающий значения параметров, относящиеся к эксплуатационному циклу.

Значения выбросов на 1 кг топлива:

$e_{ij}^t$  - на дискретном режиме работы дизеля (дизельной установки);

$e_9$  - среднее для эксплуатационного цикла (среднеэксплуатационное);

Значения скоростей выброса, г/сек:

$E_{mp}$  - максимальная для данной установки на дискретном режиме работы (максимально разовая);

$E_9$  - средняя для эксплуатационного цикла (среднеэксплуатационная);

$E_{год}$  - средняя за год (среднегодовая), либо за иной учетный период времени.

Значения расхода топлива дизельной установкой, кг/час:

$G_{fj}$  - на дискретном режиме работы;

$G_{f9}$  - средний за эксплуатационный цикл;

$G_{fго}$  - количество топлива, израсходованное дизельной установкой за год эксплуатации, кг/год;

$G_{ВВгВг}$  - количество вредного (загрязняющего) вещества, выброшенное дизельной установкой за год эксплуатации, кг/год;

ВВ - вредное (загрязняющее) вещество;

## 2. Расчет нормативов выбросов

4. Выбросы отдельных вредных (загрязняющих) веществ определяются отдельно, и не суммируются между собой.

Расчет параметров выбросов производится по формулам:

выброс вредного (загрязняющего) вещества за год

$$G_{ВВгВг} = 3,1536 \cdot 10^4 \cdot E_{год}, \text{ кг/год}$$

где  $3,1536 \cdot 10^4$  - коэффициент размерности, полученный как частное от деления числа секунд в год на число г в кг.

Среднегодовая скорость выделения ВВ:

$$E_{год} = 1.144 \cdot 10^{-4} \cdot E_9 \cdot$$

$\frac{G_{fго}}$

$G_{fj}$

, г/сек

где  $1.141 \cdot 10^{-4}$  - коэффициент размерности, равный обратной величине числа часов в году.

Среднеэксплуатационная скорость выделения ВВ:

$$E_9 = 2.778 \cdot 10^{-4} \cdot e_j^t \cdot G_{fj}, \text{ г/сек}$$

где  $2,778 \cdot 10^{-4}$  - коэффициент размерности, равный обратной величине числа секунд в часу.

Максимальная скорость выделения ВВ:

$$E_{\text{мр}} = 2.778 \cdot 10^{-4} (e_j^t \cdot G_{\text{ff}}) \text{ max, г/сек}$$

5. Значения выбросов на 1 кг топлива и расхода топлива для дискретного режима работы дизельной установки и среднеэксплуатационные их значения берутся из технико-экологической характеристики дизельной установки, имеющейся в сопровождающей ее технической документации (ТУ на изготовление дизеля либо установки, технический паспорт дизеля либо установки, представленные заводом-изготовителем, протоколы периодических испытаний дизеля), а при их отсутствии - отделяется по методу, приведенному согласно приложению 1 к настоящей Методике.

Значение расхода топлива за год эксплуатации берется по отчетным данным об эксплуатации установки.

Результаты расчета оформляются в виде таблицы согласно приложению 2 к настоящей Методике.

### **Методика определения исходных данных для расчета параметров вредных выбросов стационарных дизельных установок**

1. Определение выброса вредных веществ на 1 кг топлива на дискретном режиме работы дизельной установки

Выброс вредного вещества "i" на любом установившемся дискретном режиме "j" работы дизельной установки определяется по формуле:

$$E_{\text{is}}^t = 1.24 \cdot 10^3 \cdot$$

$$\mu_i \cdot K_{\text{H}} \cdot C_{\text{is}} \cdot \left[ \frac{G_{\text{airj}}}{G_{\text{ff}}} - 0.00027 \right]$$

г/кг топл. (1)

где

$\mu_i$  - молекулярная масса компонента;

$C_{\text{is}}$  - концентрация определяемого компонента в сухих отходящих газах в %.

$G_{\text{airj}}$  - расход воздуха двигателем, кг/сек;

$K_{\text{H}}$  - коэффициент обезвреживания Ог.

Значения молекулярной массы для отдельных компонентов берутся по таблице 1 согласно приложению к настоящей Методике.

Условная объемная концентрация сажи для расчетов по формуле (1) определяется с помощью номограммы.

Значение коэффициента обезвреживания, равного отношению массы выбрасываемого компонента после обезвреживающего устройства к его массе до обезвреживающего устройства берется из технического паспорта обезвреживающего устройства.

Для установок, не оборудованных обезвреживающими устройствами, либо снабженных только устройствами для разбавления отходящих газов воздухом значение коэффициента обезвреживания принимается равным 1.

В случае, если дизельная установка имеет встроенное обезвреживающее устройство, а также при непосредственном определении выбросов у дизельной установки, оборудованной обезвреживающими устройствами, выброс вредного (загрязняющего) вещества определяется по формуле:

$$e_{ij}^t = 1.24 \cdot 10^3 \cdot \mu_i \cdot C_{is}^t \cdot \frac{G_{airj}}{G_{\eta}} - 0.00027$$

, г/кг (2)

где  $C_{is}^t$  - концентрация компонента, измеренная после обезвреживающего и разбавляющего устройстве, кг/сек

$G_{airj}^t$  - расход воздуха с учетом разбавления отходящих газов, кг/сек.

$$G_{airj}^t = G_{airj} + G_{airdob}$$

где  $G_{airdob}$  - расход добавочного воздуха в разбавляющем устройстве, кг/сек.

Если известны значения удельных выбросов

$e_{\eta}^p$ , полученные при испытаниях, то

$e_{\eta}^t$ , можно определить по формуле:

$$e_{\eta}^t = 10^3 \frac{e_{\eta}^p}{b_j}$$

, г/кг топл (3)

где  $b_j$  - удельный расход топлива дизеля на режиме "j", г/(кВт.ч).

При определении максимальной скорости выделения вредного вещества на каждом режиме нагрузочной характеристики вычисляется произведение

$$e'_{ij} G_{ij}$$

и выбирается режим, на котором это произведение имеет максимальное значение.

Следует учесть, что для разных вредных компонентов, отходящих газов режимы, соответствующие максимальным значениям произведения

$$e'_{ij} G_{ij}$$

могут быть разными, поэтому их определяют для каждого компонента отдельно.

2. Среднеэксплуатационное значение выброса на 1 кг топлива.

Средне эксплуатационное значение выброса вредного (загрязняющего) вещества на 1 кг топлива для стационарной дизельной установки определяется по формуле

$$e'_{ip} = \frac{\sum_{j=1}^n e'_{ij} G_{ij} \cdot W_j}{\sum_{j=1}^n G_{ij} \cdot W_j}$$

где  $W_j$  - весовой коэффициент режима.

Если цикл состоит только из рабочих режимов (без холостого хода) для каждого из которых известно значение удельных выбросов

$$e_i^p$$

, то:

$$e_i^p = \frac{\sum_{j=1}^n e'_{ij} G_{ij} \cdot W_j}{b'_{i0} \sum_{j=1}^n b_j \cdot P_j \cdot W_j}$$

, г/кг топл (4)

где  $P_j$ ,  $b_j$  - относительная мощность и относительный удельный расход топлива на режиме  $j$

$P_{ном}$  \*  $b_{ном}$  - то же на режиме мощности

$$P_j = \frac{P_j}{P_{ном}}$$

;

$$b_j = \frac{b_j}{b_{и0}}$$

При пользовании формулой (4) необходимо учесть, что удельные расходы топлива  $b$ , мощность  $P$  и удельный выброс  $e^p$  должны быть согласованы по объекту, т.е.

должны быть взяты либо для дизеля, либо для дизельной установки, использование смешанных данных не допускается.

### 3. Режимы эксплуатационного рабочего цикла и их весовые коэффициенты.

При определении выбросов эксплуатационный рабочий цикл дизельной установки в общем случае имеет вид по таблице 2 согласно приложению к настоящей Методике.

Общее количество и состав режимов принимаются произвольно в соответствии со спецификой эксплуатации установки.

При отсутствии других соображений, для расчетов использовать четырехступенчатый эксплуатационный цикл, принятый специалистами СЗЗ для апробации нормирования выбросов промышленных дизелей (таблица 3) согласно приложению к настоящей Методике.

При пользовании формулой (4) значение суммы в знаменателе по обобщенным данным характеристик дизелей для цикла по таблице 3 согласно приложению к настоящей Методике можно принять:

$$\sum_{j=1}^4 b_j * P_j * W_j = 0.741$$

### 4. Оценочные величины среднецикловых выбросов.

При отсутствии точных данных для расчета выбросов возможно использовать оценочные значения среднецикловых выбросов на 1 кг топлива по таблице 4 согласно приложению к настоящей Методике.

### 5. Порядок использования методики.

Значения выбросов нормируемых компонентов в таблице 4 согласно приложению к настоящей Методике определены исходя из предположения, что на каждом дискретном режиме они равны предельно допустимым. Действительные их значения практически всегда будут ниже приведенных в таблице 4 согласно приложению к настоящей Методике, причем разность может составлять от 5-10% до 2-3 раз и более. Поэтому оценки параметров выбросов по данным таблицы 4 согласно приложению к настоящей Методике как правило будут завышены и фактическая экологическая ситуация в действительности будет более благоприятной.

Данными таблицы 4 согласно приложению к настоящей Методике целесообразно пользоваться в тех случаях, когда установленные мощности дизельных установок малы, а также, если по местным условиям установки не приводят к существенному ухудшению состояния воздушного бассейна (имеется запас по ПДК).

В случае отсутствия запаса по ПДК или их превышения, выбросы нормируемых вредных компонентов должны быть определены по данным непосредственных измерений либо на основе данных заводских испытаний (имеющихся в технической документации, сопровождающей установку) с использованием формул (1) либо (2).

При отсутствии специальной необходимости определение выбросов целесообразно ограничить нормируемыми компонентами (NOX и CO), сажей и окислами серы.

При использовании на установках мокрых газоочистных устройств (скрубберов, барботеров, оросителей и т.п.) выброс сажи должен определяться на основе прямых измерений сажесодержания газов.

### Таблицы по компонентам, эксплуатационным циклам и оценочной значений

Таблица 1

Код ЗВ	Компонент	Молекулярная масса
0337	Окись углерода CO	28
0304	Окись азота NO	30
0301	Двуокись азота NO <sub>2</sub>	46
0330	Сернистый ангидрид SO <sub>2</sub>	64
2754	Углеводороды по эквиваленту C <sub>1</sub> H <sub>1,85</sub>	13,85
1301	Акролеин C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O	56
1325	Формальдегид CH <sub>2</sub> O	30
0328	Сажа C	12

Таблица 2

#### Общий вид эксплуатационного цикла

№№ режима	Относительная мощность в долях единицы P <sub>j</sub>	Относительная частота вращения в долях единицы n <sub>j</sub>	Весовой коэффициент режима w <sub>j</sub>
1	P <sub>e1</sub>	n <sub>1</sub>	w <sub>1</sub>
2	P <sub>e2</sub>	n <sub>2</sub>	w <sub>2</sub>
3	P <sub>e3</sub>	n <sub>3</sub>	w <sub>3</sub>
...			
...			
N	P <sub>em</sub>	n <sub>N</sub>	w <sub>N</sub>

Таблица 3

#### Эксплуатационный цикл для стационарных дизельных установок

№ режима	Относительная мощность P <sub>j</sub>	Относительная частота вращения n <sub>j</sub>	Весовой коэффициент w <sub>j</sub>
1	1,00	1,00	0,30
2	0,75	1,00*	0,30
3	0,50	1,00*	0,30
4	0,25	1,00*	0,10

Примечание: (\*) - отклонение частоты вращения от номинальной в пределах регулярной характеристики.

Таблица 4

**Оценочные значения среднецикловых выбросов на 1 кг топлива для стационарных дизельных установок**

Код ЗВ	Компонент O <sub>г</sub>	Оценочные значения среднециклового выброса e <sub>г</sub> <sup>р</sup> , г/кг топлива
0337	Окись углерода CO	25
0304	Окись азота NO	39
0301	Двуокись азота NO <sub>2</sub>	30
0330	Сернистый ангидрид SO <sub>2</sub>	10
2754	Углеводороды по эквиваленту C <sub>1</sub> H <sub>18</sub>	12
1301	Акролеин C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O	1,2
1325	Формальдегид CH <sub>2</sub> O	1,2
0328	Сажа С	5

**Результаты расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ стационарной дизельной установки с годовым расходом топлива кг/год**

Наименование вредного компонента O <sub>г</sub>	Среднеэксплуатационный выброс ВВ на 1 кг топлива e <sub>г</sub> <sup>р</sup> , г/кг тонн	Максимальная скорость выделения ВВ E <sub>мр</sub> , г/с	Среднеэксплуатационная скорость выделения ВВ E <sub>э</sub> , г/с	Среднегодовая скорость выделения ВВ E <sub>год</sub> , г/с	Годовой выброс ВВ G <sub>ВВгод</sub> , кг/год
1. Нормируемые компоненты по ГОСТ 24585-81					

Окислы азота NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> )					
Окись углерода CO					
2. Ненормируемые компоненты					
Окись азота NO					
Двуокись азота NO <sub>2</sub>					
Сернистый ангидрид SO <sub>2</sub>					
Углеводороды по эквиваленту C <sub>1</sub> H <sub>1,85</sub>					
Альдегиды RCHO (по акролеину)					
Сажа С					

## **Методика расчета нормативов размещения золошлаковых отходов для котельных различной мощности, работающих на твердом топливе**

### **1. Общие положения**

1. Настоящая методика расчета нормативов размещения золошлаковых отходов для котельных различной мощности, работающих на твердом топливе (далее - Методика) разработана с целью создания методологической основы по определению нормативов образования и размещения золошлаковых отходов.

2. Настоящая методика применяется предприятиями и территориальными управлениями по охране окружающей среды, специализированными организациями, проводящими работы по проектированию и нормированию предельно допустимых объемов образования и размещения отходов.

3. Полученные по настоящей методике результаты используются в качестве исходных данных на действующих предприятиях и объектах, а также при разработке предпроектной и проектной документации на новое строительство.

### **2. Общие сведения о методах расчета образования и размещения золошлаковых отходов**

4. Порядок нормирования объемов образования и размещения золошлаковых отходов, согласно настоящей методике основывается на учете содержания загрязняющих веществ (ЗВ) в золошлаках и предельно-допустимых концентраций (ПДК) этих веществ.

5. Если предприятие имеет для складирования золошлаков не один накопитель, расчет объемов ведется для каждого из них отдельно. Нормированный объем золошлаков, помещаемый в конкретный накопитель выражается в виде величины общего их годового объема, ограничиваемой понижающими коэффициентами, учитывающими степень распространения токсичных веществ из накопителя в окружающую среду, в зависимости от выполнения мероприятий по охране окружающей среды.

6. При определении объемов образования и размещения золошлаковых отходов применяются следующие методы:

1) Метод расчета по материально-сырьевому балансу;

2) Метод расчета по удельным показателям образования отходов (этот метод реализуется посредством расчета средних удельных показателей на основе анализа отчетной информации за определенный (базовый) период, выделения важнейших (экспертно устанавливаемых) нормообразующих факторов и определения их влияния на значение удельных показателей);

3) Расчетно-аналитический метод (применяется при наличии конструкторско-технологической документации (технологических карт, рецептур, регламентов, рабочих чертежей)) на производство продукции, при котором образуются отходы. На основе такой документации в соответствии с установленными нормами расхода сырья (материалов) рассчитывается норматив образования отходов ( $H_0$ ) как разность между нормой расхода сырья (материалов) на единицу продукции и чистым (полезным) их расходом с учетом неизбежных безвозвратных потерь сырья.

Расчет осуществляется по формуле:

$$H_0 = N - P - H_n, \quad (2.1)$$

где  $N$  - норма расхода сырья (материалов) на единицу продукции, т;

$P$  - расход сырья (материалов), необходимого для осуществления производственного процесса (работы), т;

$H_n$  - неизбежные безвозвратные потери сырья (материалов) в процессе производства, т.

7. В общем случае при расчете объема образования и размещения отходов (продуктов) производства и потребления и, в частности, золошлаков в качестве исходной величины принимается количество отходов, предусмотренное проектной

документацией для конкретного предприятия, при несовпадении реальной производительности с проектной мощностью предприятия, объемы образования отходов должны корректироваться по формуле:

$$M_{обр} = M_{пр} \times \frac{\Pi_{ф}}{\Pi_{пр}} \times K_{конс},$$

(2.2)

где  $M_{обр}$  - объем образования отходов, т/год;

$M_{пр}$  - проектный объем образования отходов, т/год;

$\Pi_{ф}$  - реальная (фактическая) производительность предприятия, т/год<sup>1</sup>;

$\Pi_{пр}$  - проектная производительность предприятия, т/год<sup>1</sup>;

$K_{конс}$  - коэффициент консервации отходов производства.

8. Объем образования отходов должен корректироваться с учетом современных достижений науки и техники, появлением новых технологий утилизации и переработки отходов и совершенствования технологического процесса на предприятии.

<sup>1</sup> для предприятий, выход продукции которых измеряется в единицах массы. В других случаях производительность выражается в условных единицах продукции, выпускаемой предприятием.

### 3. Характеристика золошлаков

9. Золошлаки - продукты комплексного термического преобразования горных пород и сжигания твердого топлива или несгоревшая минеральная часть угля. Золошлаковые отходы котельных, работающих на твердом топливе представляют собой мелкодисперсный продукт от светло-серого до темно-серого цвета, в зависимости от количественного содержания частиц несгоревшего угля. По форме золошлаки представлены микросферами (оплавленные под воздействием высокой температуры частицы кварца) и частицами неправильной угловатой формы (остальной материал золошлаков).

10. Максимальная крупность зерен золошлаков 1,0-2,5 мм. Количество пылевидных фракций в заскладрованных золошлаках колеблется от 15 до 95% в зависимости от удаления места отбора продукта от гребня дамбы золоотвала. По гранулометрическому составу золошлаки представлены преимущественно частицами диаметром менее 0,25 мм и содержат 35-40% пылеватых частиц. Плотность золошлаков колеблется в пределах 1,53-2,38 т/м<sup>3</sup>, насыпная плотность 0,45-1,22 т/м<sup>3</sup> (в уплотненном состоянии плотность составляет 0,5-1,37 т/м<sup>3</sup>).

11. По химическому составу золошлаки представлены оксидами кремния, алюминия, железа и кальция, на долю которых приходится до 95% массы материала. В таблице 1 согласно приложению 1 к настоящей Методике представлен ориентировочный химический состав золошлаков. Состав зависит от сжигаемого твердого топлива.

12. С биологической точки зрения золошлаки - это "стерильные" материалы, лишенные органических веществ, имеющие лишь следы азота; количество подвижных форм фосфора и калия в них недостаточно для питания растений, поэтому самозаращение золошлакоотвалов процесс очень медленный: покрытие их поверхности растениями до прекращения пыления длится от 10 до 15 лет. Для предотвращения негативного воздействия на природу и человека требуется рекультивация отработанных золошлакоотвалов.

13. Золошлаковые отходы образуются в результате термохимических реакций неорганической части топлива. Удаляются из котлоагрегатов специальными шлакоудаляющими устройствами, охлаждаются и обычно гидравлически транспортируются в золошлакоотвал. Состав и свойства шлака, так же как и золы, зависят от месторождения и марки угля, условий его сжигания и устанавливается экспериментально или из справочной литературы (4).

Примечание - золошлакоотвалы (ЗШО) для приема зол и шлаков, образующихся при сжигании твердых топлив, рассчитываются на накопление отходов в течение 5 лет (в отдельных случаях - до 10 лет). Однако при использовании твердого топлива как резервного этот срок может быть увеличен. Для обоснования продления сроков эксплуатации ЗШО могут быть использованы следующие данные, приведенные в таблице 2 согласно приложению 1 к настоящей Методике.

Средняя высота ( $H$ ) ЗШО составляет около 20 м, максимальная - 35-40 м.

Продолжительность ( $\tau$ )

дополнительного приема золошлаковых материалов (ЗШМ) может быть рассчитана по формуле:

$$\tau = (Y_{\text{ЗШО}} - Y_{\text{ЗШМ}}) \times \rho \times (100 - W) / M_{\text{ЗШ}} \times 100, \text{ год} \quad (3.1)$$

где  $Y_{\text{ЗШО}}$  - объем ЗШО,  $\text{м}^3$  ( $Y_{\text{ЗШО}} = S \times H$ );

$Y_{\text{ЗШМ}}$  - объем ЗШМ, накопленного в ЗШО,  $\text{м}^3$ ;

$M_{\text{ЗШ}}$  - масса ЗШМ, поступающего в ЗШО, т;

$W$  - средняя влажность уплотненного ЗШМ, %;

$\rho$  - плотность уплотненного при хранении ЗШМ,  $\text{т}/\text{м}^3$ .

Значения плотности в уплотненном состоянии при хранении в ЗШО ( $\rho$ , т/м<sup>3</sup>) с учетом влажности уплотненного ЗШМ.

Гранулометрический и химический составы ЗШМ в ЗШО определяются в зависимости от марки топлива, способа транспортировки ЗШМ, типа ЗШО по данным.

#### 4. Расчет объемов образования золошлаков

14. При определении объема золошлака, образующегося при сжигании в котельных твердого топлива, осуществляется расчет материального баланса<sup>2</sup>.

15. Количество золошлакового материала, подлежащего удалению из котельного помещения, складывается из массы шлака, образующегося от сжигания твердого топлива и летучей золы, уловленной из отходящих газов:

$$M_{\text{обр}}^{\text{ЗЛ}} = M_{\text{шл}} + M_{\text{ЗЛ}}, \quad (4.1)$$

где  $M_{\text{обр}}^{\text{ЗЛ}}$  - годовой объем золошлакаудаления, т;

$M_{\text{шл}}$  - годовой выход шлаков, т;

$M_{\text{ЗЛ}}$  - годовой улов золы в золоулавливающих установках, т.

Годовой выход шлаков определяется из годового расхода топлива с учетом его зольности, отнесенного к содержанию в нем (в шлаке) несгоревших веществ по формуле:

$$M_{\text{шл}} = \frac{B_{\text{ТЛ}} \times A^{\text{Y}}}{(100 - \Gamma_{\text{шл}})} \times \frac{A_{\text{шл}}}{100} \quad (4.2)$$

где:  $B_{\text{ТЛ}}$  - годовой расход топлива, т;

$A^{\text{Y}}$  - зольность топлива на рабочую массу (таблица 3), %;

$\Gamma_{\text{шл}}$  - содержание горючих веществ в шлаке, %;

$A_{\text{шл}}$  - доля золы топлива в шлаке, %.

16. Годовой улов золы зависит от степени улавливания твердых частиц золоулавливающей установки и составляет:

$$M_{\text{ЗЛ}} = M_{\text{общ}}^{\text{ЗЛ}} \times \mu, \quad (4.3)$$

где:  $M_{\text{общ}}^{\text{ЗЛ}}$  - общий годовой выход золы, т;

$\mu$   
- доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях.

Общий годовой выход золы определяется по формуле:

$$M_{\text{общ}}^{\text{зл}} = \frac{B_{\text{мл}} \times A^{\text{r}}}{(100 - \Gamma_{\text{зл}})} \times \frac{A_{\text{зл}}}{100},$$

(4.4)

Где  $\Gamma_{\text{зл}}$  - содержание горючих веществ в уносе, %. При отсутствии данных замеров расчет  $M_{\text{общ}}^{\text{зл}}$  ведется по формуле (4.5);

$A_{\text{зл}}$  - доля золы, уносимой газами из котла (доля золы топлива в уносе), %. При отсутствии данных замеров можно использовать ориентировочные значения.

17. Для котлов до 30 т пара/час при отсутствии данных о  $\Gamma_{\text{шл}}$ ,  $A_{\text{шл}}$ ,  $\Gamma_{\text{зл}}$ ,  $A_{\text{зл}}$  расчет объема образования шлака рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{шл}} = 0,01 \times B \times A^{\text{r}} - N_{\text{зл}}, \text{ т/год}$$

(4.5)

$$N_{\text{зл}} = 0,01 \times B \times (\alpha \times A^{\text{r}} + q_4 \times Q_1^{\text{r}} / 35680),$$

(4.6)

где  $B$  - годовой расход угля, т/год;

$A^{\text{r}}$  - зольность топлива на рабочую массу (таблица 3 согласно приложению 1 к настоящей Методике), %;

$N_{\text{зл}}$  - количество золочастиц выбрасываемых в атмосферу, т

$\alpha$

- доля уноса золы из топки, при отсутствии данных принимается

$\alpha$

= 0,25 (10);

$q_4$  - потери тепла вследствие механической неполноты сгорания угля, %. При отсутствии данных можно использовать ориентировочные значения, приведенные в таблице 4 согласно приложению 1 к настоящей Методике;

$Q_1^{\text{r}}$  - теплота сгорания топлива (таблица 3, согласно приложению 1 к настоящей Методике) в кДж/кг;

35680 кДж/кг - теплота сгорания условного топлива.

18. При наличии золоуловителей зола, уносимая потоком газов, улавливается в электрофилтрах со средней эффективностью 95,29% (эффективность золоуловителей определяется по данным проекта нормативов ПДВ). Следовательно, объем образования угольной золы, уловленной в электрофилтрах, составляет:

$$M_{\text{зл}} = N_{\text{зл}} \times 0,9529, \text{ т/год} \quad (4.7)$$

19. Общее количество золошлакового материала, подлежащего удалению  $M_{обр}^{ЗЛ}$  определяется по формуле (4.1).

В приложении 2 представлен пример расчета объемов образования и размещения золошлаков для котельных, работающих на твердом топливе.

20. В настоящей Методике рассматривается лишь твердый вид топлива, преимущественно применяемый на казахстанских теплоэлектростанциях - уголь Карагандинского и Экибастузского ТЭКов.

### Таблицы по химическому составу золошлаков, золошлакоотвалов и характеристике топлив, топок котлов

**Таблица 1 - Химический состав золошлаков:**

Наименование компонента	Содержание, %
Оксид кремния	58
Оксид алюминия	25
Окислы железа	14,6
Оксид кальция	1,9
Оксид марганца	0,5

**Таблица 2 - Характеристика золошлакоотвала:**

Годовой выход золошлакового материала, $\times 10^3$ т	<100	100-500	500-1000	1000-1500	>1500
Площадь ЗШО (S), $\times 10^4$ м <sup>2</sup>	10-80	20-200	60-300	100-400	200-500

**Таблица 3 - Характеристика топлив (при нормальных условиях):**

Вид топлива	Марка, класс	A <sup>Y</sup> , %	Q <sub>d</sub> , мДж/кг, м <sup>3</sup>
Карагандинский бассейн	КР	37,5	17,12
	КСШ	32,6	18,55
	К, К <sub>2</sub> , концентрат	22,5	22,19
	КЖР	30,7	20,3

	К, промпродукт	38,7	16,2
	К шлам	30,2	16,96
Боорлинское месторождение	К2Р	40,7	16,12
Экибастузское месторождение в целом: По группам зольности	ССР	42,3	15,49
	ССР	40,4	16,12
	ССР	45,6	14,61
Ленгерское месторождение	Б3, БЗСШ	14,4	15,33
Майкубенский бассейн:			
Сарыкольское месторождение	Б3	23,0	14,53
Шоптыкольское месторождение	Б3Р	24,6	15,62
Тургайский бассейн:			
Кушмурунское месторождение	Б2Р	14,5	12,23
Орловское месторождение	Б2Р	19,1	11,35
Кызылталинское месторождение	Б2Р	20,3	12,43
Приозерное месторождение	Б2Р	14,7	12,31
		22,1	10,38
Нижне-Илийское месторождение	Б1-В2	9,8	13,02
Шубаркольское месторождение	Д	21,0	18,24
Каражиринское месторождение	Д	24,0	17,67

**Таблица 4 - Характеристика топок котлов малой мощности**

Вид топок и котлов	Топливо	q <sub>д</sub> , %
С неподвижной решеткой и ручным забросом топлива	Бурые угли	8,0
	Каменные угли	7,0
	Антрациты АМ и АС	10,0
Камерные топки с твердым шлакоудалением	Каменные угли	5/3
	Бурые угли	3/1,5

## Пример расчета объемов образования и размещения золошлаков

Имеются следующие данные для расчета объемов образования и размещения отходов гидрозолоудаления тепловой электростанции в золоотвале.

доля золы топлива в уносе ( $A_{зл}$ ) составляет 95%;

доля шлака ( $A_{шл}$ ) составляет 5%;

содержание горючих веществ в уносе золы ( $\Gamma_{зл}$ ) составляет 5,5%;

содержание горючих веществ в шлаке ( $\Gamma_{шл}$ ) составляет 4,5%;

зольность рабочего угля ( $A^Y$ ) составляет 43%;

годовой расход топлива на электростанции ( $B_{тл}$ ) - 2500 тыс. т;

доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях ( $\eta$ ) = 0,96);

По формуле (4.4) определяется общий годовой выход золы:

$$M_{общ}^{зл} = \frac{2500 \times 43}{(100 - 5,5)} \times \frac{95}{100} = 1080,69,$$

тыс. т.

По формуле (4.3) находится годовой улов золы:

$$M_{зл} = 1080,69 \times 0,96 = 1037,46, \text{ тыс. т.}$$

По формуле (4.2) определяется годовой выход шлаков:

$$M_{шл} = \frac{2500,0 \times 43}{(100 - 4,5)} \times \frac{5}{100} = 56,28,$$

тыс. т.

Согласно формуле (4.1) можно определить годовой объем образования золошлакового материала на тепловой электростанции:

$$M_{обр}^{зл} = 1037,46 + 56,28 = 1093,74, \text{ тыс. т.}$$

## **Методика по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых отходов**

### **1. Общие положения**

1. Настоящая методика по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых отходов (далее - Методика) разработана с целью создания единой методологической основы по определению выбросов загрязняющих веществ от полигонов твердых бытовых отходов.

2. Настоящая методика применяется предприятиями и территориальными управлениями по охране окружающей среды, специализированными организациями, проводящими работы по нормированию выбросов и контролю за соблюдением установленных нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ).

3. Полученные по настоящей Методике результаты используются в качестве исходных данных при учете и нормировании выбросов па действующих предприятиях и объектах, а также при разработке предпроектной и проектной документации на новое строительство.

4. В толще твердых бытовых и промышленных отходов, захороненных на полигонах, под воздействием микрофлоры происходит биотермический анаэробный процесс распада органической составляющей отходов.

5. Конечным продуктом этого процесса является биогаз, основную объемную массу которого составляют метан и диоксид углерода. Наряду с названными компонентами биогаз содержит пары воды, оксид углерода, оксиды азота, аммиак, углеводороды, сероводород, фенол и в незначительных количествах другие примеси, обладающие вредным для здоровья человека и окружающей среды воздействием.

6. Количественный и качественный состав биогаза зависит от многих факторов, в том числе, от климатических и геологических условий места расположения полигона, морфологического и химического состава завозимых отходов, условий складирования (площадь, объем, глубина захоронения), влажности отходов, их плотности и т.д., и подлежит уточнению в каждом конкретном случае, но не ранее двух лет с начала эксплуатации полигона. В первые два года эксплуатации полигона используются данные о выбросах приведенные в проектной документации (ОВОС, раздел ООС).

7. На большей части полигонов складировются как бытовые, так и промышленные отходы, разрешенные законодательству Республики Казахстан для захоронения совместно с бытовыми.

8. Ориентировочный морфологический состав и физико-химический состав твердых бытовых отходов (ТБО), складироваемых на полигонах приведен в таблице 1 согласно приложению 1 к настоящей Методике.

9. Плотность (насыпная масса) отходов составляет 0.2-0.3 т/м<sup>3</sup>, влажность колеблется от 40% до 55%, содержание органического вещества (в процентах на сухую массу) может достигать 70%.

10. По общепринятой технологии захоронения отходов предусматривается планировка и уплотнение завозимых отходов, а также регулярная изоляция грунтом рабочих слоев отходов.

11. В начальный период (около года) процесс разложения отходов носит характер их окисления, происходящего в верхних слоях отходов, за счет кислорода воздуха, содержащегося в пустотах и проникающего из атмосферы. Затем по мере естественного и механического уплотнения отходов и изолирования их грунтом усиливаются анаэробные процессы с образованием биогаза, являющегося конечным продуктом биотермического анаэробного распада органической составляющей отходов под воздействием микрофлоры. Биогаз через толщу отходов и изолирующих слоев грунта выделяется в атмосферу, загрязняя ее. Если условия складирования не изменяются, процесс анаэробного разложения стабилизируется с постоянным по удельному объему выделением биогаза практически одного газового состава (при стабильности морфологического состава отходов).

12. Различают пять фаз процесса распада органической составляющей твердых отходов на полигонах:

Первая фаза	• аэробное разложение;
Вторая фаза	• анаэробное разложение без выделения метана (кислое брожение);
Третья фаза	• анаэробное разложение с непостоянным выделением метана (смешанное брожение);
Четвертая фаза	• анаэробное разложение с постоянным выделением метана;
Пятая фаза	• затухание анаэробных процессов.

Первая и вторая фазы имеют место в первые 20-40 дней с момента укладки отходов, продолжительность протекания третьей фазы - до 700 дней. Длительность четвертой фазы - определяется местными климатическими условиями, и для различных регионов РК колеблется в интервале от 10 (на юге) до 50 лет (на севере), если условия складирования не изменяются.

13. За период анаэробного разложения отходов с постоянным выделением метана и максимальным выходом биогаза (четвертая фаза) генерируется около 80% от общего количества биогаза. Остальные 20% приходятся на первые три и конечную фазы, в периоды которых в образовании продуктов разложения принимают участие только часть находящиеся на полигоне отходов (верхние слои отходов и медленно разлагаемая

микроорганизмами часть органики). Количественный и качественный состав выбросов, приходящихся на эти фазы, зависит от состава отходов, определяемого при обследовании того или иного конкретного полигона.

Поэтому расчет выбросов биогаза целесообразно проводить для условий стабилизированного процесса разложения отходов при максимальном выходе биогаза (четвертая фаза) с учетом того, что стабилизация процесса газовыделения наступает в среднем через два года после захоронения отходов. На эту фазу приходится 80% выделяемого биогаза. А остальные 20% выбросов учитываются концентрациями компонентов биогаза, определяемыми анализами (при анализах отобранных проб биогаза не представляется возможным дифференцировать, какая часть из общей определяемой концентрации того или иного компонента создается при смешанном брожении, а какая - при анаэробном разложении с постоянным выделением метана).

14. Процесс минерализации отходов происходит в течение первого года - на 12 см. второго года - на 21 см, третьего года - на 27 см и т.д.

15. Поступление биогаза с поверхности полигона в атмосферный воздух идет равномерно, без заметных колебаний его количественных и качественных характеристик.

## **2. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух с полигонов**

16. Расчет выбросов газообразных загрязняющих веществ в атмосферный воздух в данной методике приводится для нормального режима эксплуатации полигона ТБО.

17. Выбросы твердых и газообразных вредных веществ при работе автотранспортной и дорожной техники и котельных (при их наличии), а также выбросы твердых вредных веществ при складировании, перемещении и хранении отходов рассчитываются, при необходимости, по соответствующим действующим методикам.

18. Возгорание отходов на разных участках полигона рассматривается как аварийные выбросы.

19. На количественную характеристику выбросов загрязняющих веществ с полигонов отходов влияет большое количество факторов, среди которых:

- климатические условия;
- рабочая (активная) площадь полигона;
- сроки эксплуатации полигона;
- количество захороненных отходов;
- мощность слоя складированных отходов;
- соотношение количеств завезенных бытовых и промышленных отходов;
- морфологический состав завезенных отходов;
- влажность отходов;
- содержание органической составляющей в отходах;

содержание жироподобных, углеводоподобных и белковых веществ в органике отходов;

технология захоронения отходов.

20. Удельный выход биогаза (кг/кг отходов) за период его активной стабилизированной генерации при метановом брожении определяется по уравнению:

$$Q = 10^{-4} \times R \times (0.92 \times G + 0.62 \times U + 0.34 \times V), \quad (3.1)$$

где  $Q$  - удельный выход биогаза за период его активной генерации, кг/кг отходов;

$R$  - содержание органической составляющей в отходах, %;

$G$  - содержание жироподобных веществ в органике отходов, %;

$U$  - содержание углеводоподобных веществ в органике отходов, %;

$V$  - содержание белковых веществ в органике отходов, %.

Значения  $R$ ,  $G$ ,  $U$  и  $V$  определяются анализами отбираемых проб отходов.

21. Жиры и белки определяются по стандартным методикам аналитического анализа (жиры - экстрагированием, белки - с применением гидролиза).

22. Уравнение (3.1) составлено применительно к абсолютно сухому веществу отходов.

23. В реальных условиях отходы содержат определенное количество влаги, которая сама по себе биогаз не генерирует. Следовательно, выход биогаза, отнесенный к единице веса реальных влажных отходов, будет меньше, чем отнесенный к той же единице абсолютно сухих отходов в  $10^{-2} (100 - W)$  раз, так как в весовой единице влажных отходов абсолютно сухих отходов, генерирующих биогаз, будет всего  $10^{-2} (100 - W)$  от этой единицы. Здесь  $W$  - фактическая влажность отходов в %, определенная анализами проб отходов.

С учетом вышесказанного уравнение выхода биогаза при метановом брожении реальных влажных отходов принимает вид:

$$Q_w = 10^{-6} \times R \times (100 - W) \times (0.92 \times G + 0.62 \times U + 0.34 \times V), \quad \text{кг/кг отх.} \quad (3.2)$$

где множитель  $10^{-2} (100 - W)$  учитывает, какова доля абсолютно сухих отходов, для которых составлено уравнение (3.1), в общем количестве реальных влажных отходов.

Количественный выход биогаза за год, отнесенный к одной тонне отходов, определяется по формуле:

$$D_{OA} = (Q_w / t_{СБР}) \times 10^3 \quad \text{кг/т отходов в год} \quad (3.3)$$

где  $t_{СБР}$  - период полного сбраживания органической части отходов, в годах, определяемый по приближенной эмпирической формуле:

$$t_{СБР} = \frac{10248}{T_{\text{жел.}} \times (t_{\text{ср. жел.}})^{0.301966}}, \quad \text{лет}$$

(3.4)

где  $t_{\text{ср.тепл.}}$  - средняя из среднемесячных температура воздуха в районе полигона за теплый период года ( $t_{\text{ср.мес.}} > 0^{\circ}\text{C}$ ), в  $^{\circ}\text{C}$ ;

$T_{\text{тепл}}$  - продолжительность теплого периода года в районе полигона ТБО, в днях;

10248 и 0.301966 - удельные коэффициенты, учитывающие биотермическое разложение органики.

Примечание - Методанные запрашиваются в РГП "Казгидромет".

Органические вещества, содержащиеся в отходах, обладают различной интенсивностью разложения. Так, резина, кожа, полимерные материалы и т.п. разлагаются микроорганизмами очень медленно, в то время как органические составляющие отходов, содержащие белковые вещества, крахмал, разлагаются очень быстро.

Таким образом, можно считать, что органическая составляющая отходов состоит из "пассивного" (не генерирующего или очень медленно генерирующего) органического вещества и "активного" (генерирующего) органического вещества. Следовательно, от морфологического состава отходов зависит интенсивность образования и выделения биогаза и в зависимости от него и от климатических условий, колеблется продолжительность периода стабилизированного активного выхода биогаза.

24. Плотность биогаза, определяется по формуле:

$$\rho_{\text{б.г.}} = 10^{-6} \sum_{i=1}^n C_i, \text{ кг/м}^3$$

(3.5)

где  $C_i$  - концентрация компонентов в биогазе, в  $\text{мг/м}^3$ .

В таблице 2 согласно приложению 1 к настоящей Методике указаны плотности наиболее вероятных компонентов

25. Состав биогаза и концентрации компонентов в нем определяются анализами проб биогаза, отобранных в ряде точек по площади полигона на глубине 1,0-1,5 метра ( количество и расположение точек отбора зависит от активной площади полигона и числа разнородных участков) путем отсоса биогаза и дальнейших его химических анализов по существующим утвержденным методикам.

26. Для полигонов складирования осадков сточных вод и активного ила в случае обнаружения в выбросах биогаза смеси природных меркаптанов, нормируемой по этилмеркаптану (этантиолу), последний также включается в перечень ингредиентов биогаза и пробы биогаза анализируются на концентрацию в нем этил меркаптана.

27. Используя полученные анализами концентрации компонентов в биогазе и рассчитанную его плотность, определяется весовое процентное содержание этих компонентов в биогазе:

$$C_{\text{в.к.}i} = 10^{-4} \frac{C_i}{\rho_{\text{б.г.}}},$$

% (3.6)

где  $C_i$  - концентрации компонентов в биогазе, в мг/м<sup>3</sup>;

$\rho$

б.г. - плотность биогаза, кг/м<sup>3</sup>.

По рассчитанным количественному выходу биогаза за год, отнесенному к одной тонне отходов (формула 3.3) и весовым процентным содержаниям компонентов в биогазе (формула 3.6) определяются удельные массы компонентов, выбрасываемые в год, по формуле:

$\rho$

$$\text{уд.к} = (C_{\text{в.к.}i}^*$$

$\rho$

уд.) / 100 кг/т отходов в год (3.7)

При использовании расчетного метода инвентаризации выбросов действующего полигона и при проектировании нового или расширении существующего полигона ТБО может приниматься среднестатистический состав биогаза по таблице 3 согласно приложению 1 к настоящей Методике.

28. Для расчета величин выбросов подсчитывается количество активных отходов, стабильно генерирующих биогаз, с учетом того, что период стабилизированного активного выхода биогаза в среднем составляет двадцать лет и что фаза анаэробного стабильного разложения органической составляющей отходов наступает спустя в среднем два года после захоронения отходов, т.е. отходы, завезенные в последние два года, не входят в число активных.

При подсчете возможны два варианта.

Первый - полигон функционирует менее двадцати лет, т.е. менее периода полного сбраживания ( $t_{\text{сбр.}}$ ). В этом случае учитываются все отходы, завезенные с начала работы полигона, за исключением отходов, завезенных в последние два года.

Второй - полигон функционирует более двадцати лет. В этом случае подсчитываются отходы, завезенные за последние двадцать лет или  $t_{\text{сбр.}}$  без учета отходов, завезенных в последние два года.

29. Суммарный максимальный разовый выброс биогаза с полигона определяется по формуле:

$$M_{сек.сум.} = \frac{\rho_{ж.} \times \sum D}{86.4 \times T_{тепл.}}, \text{з/с}$$

(3.8)

30. Максимальные разовые выбросы *i*-го компонента биогаза с полигона определяются по формуле:

$$M_{сек.i} = 0.01 \times C_{веси} \times M_{сек.сум.}, \text{з/с}$$

(3.9)

где

$\Sigma$

*D* - количество активных стабильно генерирующих биогаз отходов, т;

$T_{тепл.}$  - продолжительность теплого периода года в районе полигона ТБО, в днях;

$C_{веси}$  - определяется по формуле 3.6 или по таблице 3 согласно приложению 1 к настоящей Методике.

31. Биогаз образуется неравномерно в зависимости от времени года. При отрицательных температурах процесс "мезофильного сбраживания" (до 55°C) органической части ТБО прекращается, происходит т.н. "законсервирование" до наступления более теплого периода года ( $t_{ср.мес.} > 0^\circ\text{C}$ ).

32. Приведенная формула (3.8) справедлива для случая обследования полигона и отбора проб биогаза в теплое время года ( $t_{ср.мес.} > 8^\circ\text{C}$ ). При обследовании в более холодное время года ( $0 < t_{ср.мес.} < 8^\circ\text{C}$ ), что не целесообразно хотя бы из-за дополнительных погрешностей измерений, в формуле применяется повышающий коэффициент неравномерности образования биогаза - 1.3.

33. С учетом коэффициента неравномерности суммарный валовый выброс биогаза с полигона определяются по формуле:

$$M_{год.сум.} = M_{сек.сум.} \left( \frac{\alpha \times 365 \times 24 \times 3600}{12} + \frac{\beta \times 365 \times 24 \times 3600}{12 \times 1.3} \right) \times 10^{-6}, \text{т/год}$$

(3.10)

Валовые выбросы *i*-го компонента биогаза с полигона определяются по формуле:

$$M_{год.i} = 0,01 * C_{веси} * M_{год.сум}, \text{т/год} \quad (3.11)$$

Примечание:

$\alpha$

и

$\beta$

в формуле (3.10) соответственно периоды теплого и холодного времени года в месяцах

(

$\alpha$

при  $t_{\text{ср.мес.}} > 8^{\circ}\text{C}$ ;

$\beta$

при  $0 < t_{\text{ср.мес.}} \leq 8^{\circ}\text{C}$ )

## Таблицы по определению морфологический и физико-химический составов

Таблица 1

### Морфологический и физико-химический состав ТБО, % по массе

Морфологический состав ТБО	
Пищевые отходы	35...45
Бумага, картон	32...35
Дерево	1...2
Черный металлолом	3...4
Цветной металлолом	0,5...1,5
Текстиль	3...5
Кости	1...2
Стекло	2...3
Кожа, резина	0,5...1
Камни, штукатурка	0,5...1
Пластмасса	3...4
Прочее	1...2
Отсев (менее 15 мм)	5...7
Физико-химический состав ТБО	
Зольность на раб. массу, %	10...21
Зольность на сух. массу, %	20...32
Органическое вещество на сухую массу, %	68...80
Влажность, %	35...60
Плотность, кг/м	190...200
Теплота сгорания низшая на рабочую массу, кДж/кг	5000...8000
Агрохимические показатели, % на сухую массу	
Азот общий N	0,8...1
Фосфор $\text{P}_2\text{O}_5$	0,7-1,1
Калий $\text{K}_2\text{O}$	0,5...0,7
Кальций CaO	2,3...3,6

Таблица 2

**Плотность наиболее вероятных компонентов биогаза**

Наименование вещества	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
Метан	0.717
Углерода диоксид	1.977
Толуол	0.867
Аммиак	0.771
Ксилол	0.869
Углерода оксид	1.250
Азота диоксид	1.490
Формальдегид	0.815
Ангидрид сернистый	2.930
Этилбензол	0.867
Бензол	0.869
Сероводород	1.540
Фенол	1.071

Таблица 3

**Среднестатистический состав биогаза**

Компонент	Свес. i, %
Метан	52,915
Толуол	0,723
Аммиак	0,533
Ксилол	0,443
Углерода оксид	0,252
Азота диоксид	0,111
Формальдегид	0,096
Этилбензол	0,095
Ангидрид сернистый	0,070
Сероводород	0,026

**Примеры расчетов выбросов загрязняющих веществ полигоном твердых бытовых отходов**

## Пример 1

Исходные данные:

1. Результаты анализов проб отходов, отобранных на полигоне:

содержание органической составляющей в отходах,  $R = 55\%$ ;

содержание жироподобных веществ в органике отходов,  $G = 2\%$ ;

содержание углеводородных веществ в органике отходов,  $U = 83\%$ ;

содержание белковых веществ в органике отходов,  $B = 15\%$ ;

средняя влажность отходов  $W = 47\%$ .

2. Результаты анализов проб биогаза:

Компонент	$C_i$ , мг/м <sup>3</sup>
Метан	660908
Углерода диоксид	558958
Толуол	9029
Аммиак	6659
Ксилол	5530
Углерода оксид	3148
Азота диоксид	1392
Формальдегид	1204
Этил бензол	1191
Ангидрид сернистый	878
Сероводород	326

3. Полигон функционирует с 1990 года (менее 20 лет)

4. Ежегодно на полигон завозится 208 200 тонн отходов.

Расчет:

1) По формуле (3.2) определяем удельный выход биогаза (в кг от одного кг отходов) за период активного его выделения:

$$Q_w = 10^{-6} \times 55 \times (100 - 47) \times (0.92 \times 2 + 0.62 \times 83 + 0.34 \times 15) = 0.170236 \text{ кг/кг отх.}$$

Период активного выделения биогаза ( $t_{\text{ср.тепл.}} = 11.67^\circ\text{C}$ ;  $T_{\text{тепл.}} = 244$  дня) составит по формуле (3.4):

$$t_{\text{ср.}} = \frac{10248}{244 \times (11.67)^{0.301966}} = 20 \text{ лет}$$

2) По формуле (3.3) определяем количественный выход биогаза за год, отнесенный к одной тонне захороненных отходов:

$$P_{\text{год}} = \frac{0.170236}{20} \times 10^3 = 8.5118$$

кг/т ОТХОДОВ В ГОД

3) По формуле (3.5) определяем плотность биогаза:

Компонент	$C_i$ , мг/м <sup>3</sup>
Метан	660908
Углерода диоксид	558958
Толуол	9029
Аммиак	6659
Ксилол	5530
Углерода оксид	3148
Азота диоксид	1392
Формальдегид	1204
Этил бензол	1191
Ангидрид сернистый	878
Сероводород	326
ИТОГО:	1249223

$\rho$

$$\rho_{\text{б.г.}} = 10^{-6} * 1249223 = 1,249 \text{ кг/м}^3$$

4) По формуле (3.6) определяем весовое процентное содержание компонентов в биогазе (диоксид углерода как ненормируемое вещество из дальнейшего рассмотрения исключается):

Компонент	Свес.і, %
Метан	52,915
Толуол	0,723
Аммиак	0,533
Ксилол	0,443
Углерода оксид	0,252
Азота диоксид	0,111
Формальдегид	0,096
Этил бензол	0,095
Ангидрид сернистый	0,070
Сероводород	0,026

5) По формуле (3.7) определяем удельные массы компонентов биогаза, выбрасываемые за год:

Компонент	$\rho$ уд., кг/т отходов в год
Метан	4,504019
Толуол	0,061540
Аммиак	0,045368

Ксилол	0,037707
Углерода оксид	0,021450
Азота диоксид	0,009448
Формальдегид	0,008171
Этил бензол	0,008086
Ангидрид сернистый	0,005958
Сероводород	0,002213

6) Активно вырабатывают биогаз отходы, завезенные на полигон за период с начала его работы (1990 г.) до момента расчета (конец 2005 г.) минус последние два года, т.е. за 14 лет:  $208200 \times 14 = 2\,914\,800$  тонн

7) Суммарный максимальный разовый выброс биогаза полигона составит (формула 3.8):

$$M_{c \text{ сум.}} = (8,5118 * 2914800) / (86,4 * 244) = 1176,865 \text{ г/с}$$

В том числе (формула 3.9) по компонентам (без  $\text{CO}_2$ ):

Компонент	$M_c$ , г/с
Метан	622,738
Толуол	8,508
Аммиак	6,273
Ксилол	5,213
Углерода оксид	2,966
Азота диоксид	1,306
Формальдегид	1,129
Этил бензол	1,118
Ангидрид сернистый	0,824
Сероводород	0,306

8) Суммарный валовый выброс биогаза полигона составит (формула 3.10):

$$M_{\text{год, сум.}} = 1176,865 \times \left( \frac{5 \times 365 \times 24 \times 3600}{12} + \frac{3 \times 365 \times 24 \times 3600}{12 \times 1,3} \right) \times 10^{-6} = 22601,237 \text{ т/год}$$

(  
 $\alpha$   
= 5 мес;  
 $\beta$   
= 3 мес.)

В том числе (формула 3.11) по компонентам (без  $\text{CO}_2$ ):

Компонент	$M_{\text{год}}$ , т/год
-----------	--------------------------

Метан	11959,445
Толуол	163,407
Аммиак	120,465
Ксилол	100,123
Углерода оксид	56,955
Азота диоксид	25,087
Формальдегид	21,697
Этилбензол	21,471
Ангидрид сернистый	15,821
Сероводород	5,876

## Пример 2

Исходные данные:

1. Результаты анализов проб отходов, отобранных на полигоне:  
 содержание органической составляющей в отходах,  $R = 55\%$ ;  
 содержание жироподобных веществ в органике отходов,  $G = 2\%$ ;  
 содержание углеводородных веществ в органике отходов,  $U = 83\%$ ;  
 содержание белковых веществ в органике отходов,  $B = 15\%$ ;  
 средняя влажность отходов  $W = 47\%$ .

2. Результаты анализов проб биогаза:

Компонент	$C_i$ , мг/м <sup>3</sup>
Метан	660908
Углерода диоксид	558958
Толуол	9029
Аммиак	6659
Ксилол	5530
Углерода оксид	3148
Азота диоксид	1392
Формальдегид	1204
Этил бензол	1191
Ангидрид сернистый	878
Сероводород	326

3. Полигон функционирует с 1970 года (более 30 лет)

4. Ежегодно на полигон завозится 20000 тонн отходов.

Расчет:

1) По формуле (3.2) определяем удельный выход биогаза (в кг от одного кг отходов) за период активного его выделения:

$$Q_w = 10^{-6} \times 55 \times (100 - 47) \times (0.92 \times 2 + 0.62 \times 83 + 0.34 \times 15) = 0,170236 \text{ кг/кг отх.}$$

Период активного выделения биогаза ( $t_{\text{ср.тепл.}} = 1411^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{\text{тепл.}} = 365$  дней) составит по формуле (3.4):

$$t_{\text{ср.}} = \frac{10248}{365 \times (14.11)^{0.301966}} = 13 \text{ лет}$$

2) По формуле (3.3) определяем количественный выход биогаза за год, отнесенный к одной тонне захороненных отходов:

$$P_{\text{г.}} = \frac{0.170236}{13} \times 10^3 = 13.09508$$

КГ/Т ОТХОДОВ В ГОД

3) По формуле (3.5) определяем плотность биогаза:

Компонент	$C_i$ , мг/м <sup>3</sup>
Метан	660908
Углерода диоксид	558958
Толуол	9029
Аммиак	6659
Ксилол	5530
Углерода оксид	3148
Азота диоксид	1392
Формальдегид	1204
Этил бензол	1191
Ангидрид сернистый	878
Сероводород	326
ИТОГО:	1249223

$\rho$

$$\rho_{\text{б.г.}} = 10^{-6} * 1249223 = 1,249 \text{ кг/м}^3$$

4) По формуле (3.6) определяем весовое процентное содержание компонентов в биогазе (диоксид углерода как ненормируемое вещество из дальнейшего рассмотрения исключается):

Компонент	$C_{\text{вес.}i}$ , %
Метан	52,915
Толуол	0,723
Аммиак	0,533
Ксилол	0,443
Углерода оксид	0,252

Азота диоксид	0,111
Формальдегид	0,096
Этил бензол	0,095
Ангидрид сернистый	0,070
Сероводород	0,026

5) По формуле (3.7) определяем удельные массы компонентов биогаза, выбрасываемые за год:

Компонент	$\rho$ уд., кг/т отходов в год
Метан	6,929260
Толуол	0,094677
Аммиак	0,069797
Ксилол	0,058011
Углерода оксид	0,033000
Азота диоксид	0,014536
Формальдегид	0,012571
Этил бензол	0,012440
Ангидрид сернистый	0,009167
Сероводород	0,003405

6) Активно вырабатывают биогаз отходы, завезенные на полигон за последние 13 лет минус последние два года, т.е. за 11 лет:  $20000 \times 11 = 220\ 000$  тонн.

7) Суммарный максимальный разовый выброс биогаза полигона составит (формула 3.8):

$$M_{\text{сек. выб.}} = \frac{13.09508 \times 220000}{86.4 \times 365} = 91.353 \text{ г/с}$$

В том числе (формула 3.9) по компонентам (без  $\text{CO}_2$ )

Компонент	$M_c$ , г/с
Метан	48,339
Толуол	0,660
Аммиак	0,487
Ксилол	0,405
Углерода оксид	0,230
Азота диоксид	0,101
Формальдегид	0,088
Этил бензол	0,087
Ангидрид сернистый	0,064
Сероводород	0,024

8) Суммарный валовый выброс биогаза полигона составит (формула 3.10):

$$M_{\text{год, сум.}} = 91.353 \times \left( \frac{10 \times 365 \times 24 \times 3600}{12} + \frac{2 \times 365 \times 24 \times 3600}{12 \times 1.3} \right) \times 10^{-6} = 2770.112 \text{ т/год}$$

(  
 $\alpha$   
= 10 мес;  
 $\beta$   
= 2 мес.)

В том числе (формула 3.11) по компонентам (без CO<sub>2</sub>):

Компонент	M <sub>год</sub> , т/год
Метан	1465,805
Толуол	20,028
Аммиак	14,764
Ксилол	12,272
Углерода оксид	6,981
Азота диоксид	3,075
Формальдегид	2,659
Этилбензол	2,631
Ангидрид сернистый	1,939
Сероводород	0,720

## Методика расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе от выбросов предприятий

### 1. Общие положения

1. Настоящая методика расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе от выбросов предприятий применяется для расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе при размещении и проектировании предприятий, нормировании выбросов в атмосферу реконструируемых и действующих предприятий, а также при проектировании воздухозаборных сооружений.

2. Методика предназначена для расчета приземных концентраций в двухметровом слое над поверхностью земли, а также для определения вертикального распределения концентраций.

Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентрации, соответствующим неблагоприятным метеорологическим условиям, в том числе опасной скорости ветра. Методика не распространяется на расчет концентраций на дальних (более 100 км) расстояниях от источников выброса.

3. В зависимости от высоты  $H$  устья источника выброса вредного вещества над уровнем земной поверхности указанный источник относится к одному из следующих четырех классов:

высокие источники,  $H \geq 850$  м;

источники средней высоты,  $H = 10 \dots 50$  м;

низкие источники,  $H = 2 \dots 10$  м;

наземные источники,  $H \leq 2$  м.

Для источников всех указанных классов в расчетных формулах длина (высота) выражена в метрах, время - в секундах, масса вредных веществ - в граммах, их концентрация в атмосферном воздухе - в миллиграммах на кубический метр, концентрация на выходе из источника - в граммах на кубический метр.

4. При одновременном совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких ( $n$ ) веществ, обладающих суммацией вредного действия, для каждой группы указанных веществ однонаправленного вредного действия рассчитывается безразмерная суммарная концентрация  $q$  или значения концентрации  $n$  вредных веществ, обладающих суммацией вредного действия, приводятся условно к значению концентрации  $c$  одного из них.

Безразмерная концентрация  $q$  определяется по формуле

$$q = \frac{c_1}{ПДК_1} + \frac{c_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{c_n}{ПДК_n}, \quad (1.1)$$

где  $c_1, c_2, \dots, c_n$  (мг/м<sup>3</sup>) - расчетные концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе в одной и той же точке местности;  $ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$  (мг/м<sup>3</sup>) - соответствующие максимальные разовые предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе.

Приведенная концентрация  $c$  рассчитывается по формуле

$$c = c_1 + c_2 \frac{ПДК_1}{ПДК_2} + \dots + c_n \frac{ПДК_1}{ПДК_n},$$

(1.2)

где  $c_1$  - концентрация вещества, к которому осуществляется приведение;

$ПДК_1$  - ПДК вещества, к которому осуществляется приведение;

$c_2 \dots c_n$  и  $ПДК_2 \dots ПДК_n$  - концентрации и ПДК других веществ, входящих в рассматриваемую группу суммации.

5. Расчет концентрации вредных веществ, претерпевающих полностью или частично химические превращения (трансформацию) в более вредные вещества, проводится по каждому исходному и образующемуся веществу отдельно. При этом мощность источников для каждого вещества устанавливается с учетом максимально возможной трансформации исходных веществ в более токсичные.

6. Расчетами определяются разовые концентрации, относящиеся к 20-30-минутному интервалу осреднения.

## 2. Расчет загрязнения атмосферы выбросами одиночного источника

7. Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества см ( $мг/м^3$ ) при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии  $x_m$  (м) от источника и определяется по формуле:

$$c_m = \frac{AMF_{жж\eta}}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}},$$

(2.1)

где  $A$  - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;

$M$  (г/с) - масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени

;

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

$m$  и  $n$  - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

$\eta$

- безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (смотрите раздел 4), в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км,

$\eta$

= 1;

$H$  (м) - высота источника выброса над уровнем земли (для наземных источников при расчетах принимается  $H = 2$  м);

$\Delta$

$T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси  $T_{\Gamma}$  и температурой окружающего атмосферного воздуха  $T_{\text{в}}$ ;

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

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

(2.2)

где  $D$  (м) - диаметр устья источника выброса;

$\omega_0$  (м/с) - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса.

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

9. Значения мощности выброса  $M$  (г/с) и расхода газовой смеси  $V_1$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) при проектировании предприятий определяются расчетом в технологической части проекта или принимаются в соответствии с действующими для данного производства (процесса) нормативами. В расчете принимаются сочетания  $M$  и  $V_1$ , реально имеющие место в течение года при установленных (обычных) условиях эксплуатации предприятия, при которых достигается максимальное значение  $c_{\text{м}}$ .

Примечания.

1. Значение  $M$  следует относить к 20-30-минутному периоду осреднения, в том числе и в случаях, когда продолжительность выброса менее 20 мин.

2. Расчеты концентраций, как правило, проводятся по тем веществам, выбросы которых удовлетворяют требованиям пункта 58.

10. При определении значения

$\Delta$

$T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха  $T_{\text{в}}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, а температуру выбрасываемой в атмосферу газовой смеси  $T_{\Gamma}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) - по действующим для данного производства технологическим нормативам.

Примечания.

1. Для котельных, работающих по отопительному графику, допускается при расчетах принимать значения  $T_B$  равными средним температурам наружного воздуха за самый холодный месяц.

2. Данные по  $T_B$  запрашиваются в территориальном управлении Казгидромета по месту расположения предприятия.

11. Значение безразмерного коэффициента  $F$  принимается:

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

б) для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в пункте 11) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90% - 2; от 75 до 90% - 2,5; менее 75% и при отсутствии очистки - 3.

Примечания.

1. При наличии данных о распределении на выбросе частиц аэрозолей по размерам определяются диаметр  $d_g$ , так что масса всех частиц диаметром больше  $d_g$  составляет 5% общей массы частиц, и соответствующая  $d_g$  скорость оседания  $v_g$  (м/сек). Значение коэффициента  $F$  устанавливается в зависимости от безразмерного отношения  $v_g/u_M$ , где  $u_M$  - опасная скорость ветра (смотрите пункт 15). При этом  $F = 1$  в случае  $v_g/u_M \leq 0,015$  и  $F = 1,5$  в случае  $0,015 < v_g/u_M \leq 0,030$ . Для остальных значений  $v_g/u_M$  коэффициент  $F$  устанавливается согласно пункту 11.

2. Вне зависимости от эффективности очистки значение коэффициента  $F$  принимается равным 3 при расчетах концентрации пыли в атмосферном воздухе для производств, в которые содержание водяного пара в выбросах достаточно для того, чтобы в течение всего года наблюдалась его интенсивная конденсация сразу же после выхода в атмосферу, а также коагуляция влажных пылевых частиц (например, при производстве глинозема мокрым способом).

12. Значения коэффициентов  $m$  и  $n$  определяются в зависимости от параметров  $f$ ,  $v_M$ ,  $v$  и  $f_e$ .

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 D}{H^2 \Delta T};$$

(2.3)

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

(2.4)

$$v'_m = 1,3 \frac{\omega_0 D}{H};$$

(2.5)

$$f_e = 800 (v'_m)^3.$$

(2.6)

Коэффициент  $n$  определяется в зависимости от  $f$  по рисунку 1 согласно приложений 1 к настоящей Методике или по формулам:

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

(2.7a)

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

(2.7б)

Для  $f_e < f < 100$  значение коэффициента  $m$  вычисляется при  $f = f_e$ .

Коэффициент  $n$  при  $f < 100$  определяется в зависимости от  $v_M$  по рисунку 2 согласно приложений 1 к настоящей Методике или формулам

$$n = 1 \quad \text{при } v_M \geq 2; (2.8a)$$

$$n = 0,532 v_M^2 - 2,13 v_M + 3,13 \quad \text{при } 0,5 \leq v_M < 2;$$

(2.8б)

$$n = 4,4 v_M \quad \text{при } v_M < 0,5. (2.8в)$$

При  $f \geq 100$  или

Δ  
Г

≈  
0 коэффициент  $n$  вычисляется по пункту 13.

13. Для  $f \geq 100$  (или

Δ  
Г

≈  
0) и  $v'_M \geq 0,5$  (холодные выбросы) при расчете  $c_M$  вместо формулы (2.1) используется формула

$$c_m = \frac{AMFn\eta}{H^{4\beta}} K,$$

(2.9)

где

$$K = \frac{D}{8V_1} = \frac{1}{7,1 \sqrt{\omega_0 V_1}},$$

(2.10)

причем  $n$  определяется по формулам (2.8а) - (2.8в) при

$$v_m = v'_m$$

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  $c_m$  вместо (2.1) производится по формуле:

$$c_m = \frac{AMFm'\eta}{H^{4\beta}},$$

(2.11)

где

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

(2.12а)

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

(2.12б)

Примечание.

Формулы (2.9), (2.11) являются частными случаями общей формулы (2.1).

14. Расстояние  $x_m$  (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация  $c$  (мг/м<sup>3</sup>) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения  $c_m$ , определяется по формуле

$$x_m = \frac{5-F}{4} d H,$$

(2.13)

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

$$d = 2,48 \left( 1 + 0,28 \sqrt[3]{f_e} \right) \text{ при } v_m \leq 0,5;$$

(2.14а)

$$d = 4,95 v_{ж} (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \text{ при } 0,5 < v_{ж} \leq 2 ;$$

(2.14б)

$$d = 7 \sqrt{v_{ж}} (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \text{ при } v_{ж} > 2 .$$

(2.14в)

При  $f > 100$  или

$\Delta$   
Г

$\approx$   
0 значение  $d$  находится по формулам:

$$d = 5,7 \text{ при } v'_M \leq 0,5 \text{ (2.15а)}$$

$$d = 11,4 v'_M \text{ при } 0,5 < v'_M \leq 2 \text{ (2.15б)}$$

$$d = 16$$

$$v'_M \text{ при } v'_M > 2 \text{ (2.15в)}$$

15. Значение опасной скорости  $u_M$  (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ  $c_M$ , в случае  $f < 100$  определяется по формулам:

$$u_{ж} = 0,5 \text{ при } v_{ж} \leq 0,5 ;$$

(2.16а)

$$u_{ж} = v_{ж} \text{ при } 0,5 < v_{ж} \leq 2 ;$$

(2.16б)

$$u_{ж} = v_{ж} (1 + 0,12 \sqrt{f}) \text{ при } v_{ж} > 2 .$$

(2.16в)

При  $f > 100$  или

$\Delta$   
Г

$\approx$   
0 значение  $u_M$  вычисляется по формулам:

$$u_{ж} = 0,5 \text{ при } v'_{ж} \leq 0,5 ;$$

(2.17а)

$$u_{ж} = v'_{ж} \text{ при } 0,5 < v'_{ж} \leq 2 ;$$

(2.17б)

$$u_m = 2,2 v_m^f \quad \text{при } v_m^f > 2.$$

(2.17в)

16. Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества  $c_{ми}$  (мг/м<sup>3</sup>) при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра  $u$  (м/с), отличающейся от опасной скорости ветра  $u_m$  (м/с), определяется по формуле

$$c_{ми} = r c_m, \quad (2.18)$$

где  $r$  - безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения  $u/u_m$  по рисунку 3 согласно приложений 1 к настоящей Методике или по формулам:

$$r = 0,67(u/u_m) + 1,67(u/u_m)^2 - 1,34(u/u_m)^3 \quad \text{при } u/u_m \leq 1;$$

(2.19а)

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

(2.19б)

Примечание.

При проведении расчетов не используются значения скорости ветра  $u < 0,5$  м/с, а также скорости ветра  $u > u^*$ , где  $u^*$  - значение скорости ветра, превышаемое в данной местности в среднем многолетнем режиме в 5% случаев. Это значение запрашивается в территориальном отделении Казгидромета, на территории которого располагается предприятие, или определяется по климатическому справочнику.

17. Расстояние от источника выброса  $x_{ми}$  (м), на котором при скорости ветра  $u$  и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация вредных веществ достигает максимального значения  $c_{ми}$  (мг/м<sup>3</sup>), определяется по формуле:

$$x_{ми} = p x_m, \quad (2.20)$$

где  $p$  - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения  $u/u_m$  по рисунку 3 согласно приложений 1 к настоящей Методике или по формулам:

$$p = 3 \quad \text{при } u/u_m \leq 0,25;$$

(2.21а)

$$p = 8,43(1 - u/u_m)^3 + 1 \quad \text{при } 0,25 < u/u_m \leq 1;$$

(2.21б)

$$p = 0,32u/u_m + 0,68 \quad \text{при } u/u_m > 1.$$

(2.21 в)

18. При опасной скорости ветра  $u_m$  приземная концентрация вредных веществ  $c$  (мг/м<sup>3</sup>) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях  $x$  (м) от источника выброса определяется по формуле:

$$c = s_1 c_M, \quad (2.22)$$

где  $s_1$  - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения  $x/x_m$  и коэффициента  $F$  по рисунку 4 согласно приложений 1 к настоящей Методике или по формулам:

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

(2.23а)

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

(2.23б)

$$s_1 = \frac{x/x_m}{3,58(x/x_m)^2 - 35,2(x/x_m) + 120} \quad \text{при } F \leq 1,5 \text{ и } x/x_m > 8;$$

(2.23в)

$$s_1 = \frac{1}{0,1(x/x_m)^2 + 2,47(x/x_m) - 17,8} \quad \text{при } F > 1,5 \text{ и } x/x_m > 8.$$

(2.23г)

Для низких и наземных источников (высотой  $H$  не более 10 м) при значениях  $x/x_m < 1$  величина  $s_1$  в (2.22) заменяется на величину  $s_1^H$ , определяемую в зависимости от  $x/x_m$  и  $H$  по формуле:

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

(2.24)

Примечание.

Аналогично определяется значение концентрации вредных веществ на различных расстояниях по оси факела при других значениях скоростей ветра  $u$  и неблагоприятных метеорологических условиях. По формулам (2.18), (2.20) определяются значения величин  $c_{ми}$  и  $x_{ми}$ . В зависимости от отношения  $x/x_{ми}$  определяется значение  $s_1$  по

рисунку 4 согласно приложений 1 к настоящей Методике или по формулам (2.23), (2.24). Искомое значение концентрации вредного вещества определяется путем умножения  $c_{ми}$  на  $s_1$ .

19. Значение приземной концентрации вредных веществ в атмосфере  $c_y$  ( $мг/м^3$ ) на расстоянии  $y$  (м) по перпендикуляру к оси факела выброса определяется по формуле

$$c_y = s_2 c \quad (2.25)$$

где  $s_2$  - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра  $u$  (м/с) и отношения  $y/x$  по значению аргумента  $t_y$ :

$$t_y = \frac{u y^2}{x^2} \quad \text{при } u \leq 5 ; \quad (2.26a)$$

$$t_y = \frac{5 y^2}{x^2} \quad \text{при } u > 5 . \quad (2.26b)$$

по рисунку 5 согласно приложений 1 к настоящей Методике или по формуле

$$s_2 = \frac{1}{(1 + 5t_y + 12,8t_y^2 + 17t_y^3 + 45,1t_y^4)^2} , \quad (2.27)$$

20. Максимальная концентрация  $c_{мх}$  ( $мг/м^3$ ), достигающаяся на расстоянии  $x$  от источника выброса из оси факела при скорости ветра  $u_{мх}$ , определяется по формуле

$$c_{мх} = s \quad (2.28)$$

где безразмерный коэффициент  $s$

находится в зависимости от отношения  $x/x_{м}$  по рисунку 6 согласно приложений 1 к настоящей Методике или по формулам:

$$s_1 = 3(x/x_{м})^4 - 8(x/x_{м})^3 + 6(x/x_{м})^2 \quad \text{при } x/x_{м} \leq 1 ; \quad (2.29a)$$

$$s_1' = \frac{1,1}{0,1(x/x_{м})^2 + 1} \quad \text{при } 1 < x/x_{м} \leq 8 ;$$

(2.29б)

$$s_1 = \frac{2,55}{0,13 \left( \frac{x}{x_M} \right)^2 + 1} \quad \text{при } 8 < \frac{x}{x_M} \leq 24 ;$$

(2.29в)

$$s_1' = \frac{x/x_M}{4,75 \left( \frac{x}{x_M} \right)^2 - 140 \frac{x}{x_M} + 1435} \quad \text{при } 24 < \frac{x}{x_M} \leq 80 ; F \leq 1,5 ;$$

(2.29г)

$$s_1' = \frac{2,26}{0,1 \left( \frac{x}{x_M} \right)^2 + 7,41 \frac{x}{x_M} - 160} \quad \text{при } 24 < \frac{x}{x_M} < 80 ; F > 1,5 ;$$

(2.29д)

$$s_1' = \frac{x/x_M}{3,58 \left( \frac{x}{x_M} \right)^2 - 35,2 \frac{x}{x_M} + 120} \quad \text{при } \frac{x}{x_M} > 80 ; F \leq 1,5 ;$$

(2.29е)

$$s_1' = \frac{1}{0,1 \left( \frac{x}{x_M} \right)^2 + 2,47 \frac{x}{x_M} - 178} \quad \text{при } \frac{x}{x_M} > 80 ; F > 1,5 .$$

(2.29ж)

Скорость ветра  $u_{MX}$  при этом рассчитывается по формуле

$$u_{MX} = f_1 u_M, \quad (2.30)$$

где безразмерный коэффициент  $f_1$  определяется в зависимости от отношения  $x/x_M$  по рисунку 7 согласно приложений 1 к настоящей Методике или по формулам:

$$f_1 = 1 \quad \text{при } x/x_M \leq 1; \quad (2.31a)$$

$$f_1 = \frac{0,75 + 0,25 x/x_M}{1 + (x/9 x_M)^3} \quad \text{при } 1 < x/x_M \leq 8 ;$$

(2.31б)

$$f_1 = 0,25 \quad \text{при } 8 < x/x_M < 80; \quad (2.31в)$$

$$f_1 = 1,0 \quad \text{при } x/x_M \geq 80. \quad (2.31г)$$

Примечание.

Если рассчитанная по формуле (2.30) скорость ветра  $u_{\text{MX}} < 0,5 \text{ м/с}$  или  $u_{\text{MX}} > u^*$  (смотрите пункт 16), то величина  $c_{\text{MX}}$  определяется как максимальное значение из концентраций на расстоянии  $x$ , рассчитанных при трех скоростях ветра:  $0,5 \text{ м/с}$ ,  $u_{\text{M}}$ ,  $u^*$ ; соответствующая  $c_{\text{MX}}$  скорость ветра принимается за  $u_{\text{MX}}$ .

21. Расчеты распределения концентрации  $c_z$  ( $\text{мг/м}^3$ ) на разных высотах  $z$  (м) над подстилающей поверхностью при  $x < x_{\text{Му}}$  производятся по формуле

$$c_z = r c_{\text{M}} s_z s_2 \quad (2.32)$$

Значения  $c_{\text{M}}$ ,  $r$  и  $s_2$  вычисляются согласно пунктам 7, 13, 16 и 19, а коэффициент  $s_z$  определяется в зависимости от параметров  $b_1$  и  $b_2$  по рисунку 8 согласно приложений 1 к настоящей Методике или по формулам:

$$s_x = s_1(b_1) \frac{\left[1 + 0,1(b_2 - 1)^2\right]}{\left[b_1^3 + 0,1(b_2 - 1)^2\right]} \left[1 + \frac{(b_2 + 0,2)(b_1^3 - 1)}{b_2 + (b_2 + 0,2)(1 + 0,1(b_2 - 1)^2)}\right]$$

при  $b_1 \leq 1$ ;

(2.33а)

$$s_x = s_1(b_1) \quad \text{при } b_1 > 1.$$

(2.33б)

Здесь

$$b_1 = x/x_{\text{Му}}; \quad (2.34)$$

$$b_2 = \frac{z}{(1 + 5d_2)H};$$

(2.35)

$$d_2 = 0,06 v_{\text{M}} \sqrt[3]{f/u} + 0,0034 (v_{\text{M}}/u)^3 \quad \text{при } f < 100;$$

(2.36а)

$$d_1 = 0,28 v'_{\text{M}}/u + 0,034 (v'_{\text{M}}/u)^3 \quad \text{при } f \geq 100.$$

(2.36б)

При  $f_e \leq f < 100$  коэффициент  $d_2$  вычисляется по формуле (2.36а) при  $f=f_e$ ; при  $v_{\text{M}} < 0,5$

ИЛИ

$$v'_{\text{M}} < 0,5$$

соответственно в (2.36а) и (2.36б) принимается  $v_{\text{M}} = 0,5$  или

$$v_{ж}^f = 0,5$$

Опасная скорость ветра  $u_{MZ}$  (м/с) на уровне флюгера, при которой на высоте  $z$  достигается максимальная концентрация, определяется по формуле

$$u_{MZ} = \frac{l}{1} u_M \quad (2.37)$$

Коэффициент

$\frac{l}{1}$  определяется в зависимости от  $x/x_M$  по рисунку 9 согласно приложений 1 к настоящей Методике.

22. Расчеты загрязнения атмосферы при выбросах газовой смеси из источника с прямоугольным устьем (шахты) производятся по приведенным выше формулам при средней скорости

$\omega_0$  и значениях  $D = D_0$  (м) и  $V_1 = V_0$  (м<sup>3</sup>/с).

Средняя скорость выхода в атмосферу газовой смеси  $\omega_0$  (м/с) определяется по формуле

$$\omega_0 = \frac{V_1}{Lb} \quad (2.38)$$

где  $L$  (м) - длина устья;  $b$  (м) - ширина устья.

Эффективный диаметр устья  $D_э$  (м) определяется по формуле

$$D_э = \frac{2Lb}{L+b}; \quad (2.39)$$

Эффективный расход выходящей в атмосферу в единицу времени газовой смеси  $V_{1э}$  (м<sup>3</sup>/с) определяется по формуле:

$$V_{1э} = \frac{\pi D_э^2}{4} \omega_0 \quad (2.40)$$

Примечание.

Для источников с квадратным устьем ( $L = b$ ) эффективный диаметр  $D_э$  равняется длине стороны квадрата. В остальном расчет рассеивания вредных веществ производится как для выбросов из источника с круглым устьем.

23. Решение обратных задач<sup>1</sup> по определению мощности выброса  $M$  и высоты  $H$ , соответствующих заданному уровню максимальной приземной концентрации  $c_M$  при прочих фиксированных параметрах выброса, наводится следующим образом.

Мощность выброса  $M$  (г/с), соответствующая заданному значению максимальной концентрации  $c_M$  (мг/м<sup>3</sup>), определяется по формуле

$$M = \frac{c_M H^2}{A F n \eta} \sqrt[3]{V_1 \Delta T}.$$

(2.41)

В случае  $f \geq 100$  или

$$\frac{\Delta T}{T} \approx 0$$

$$M = \frac{c_M H^{4\beta}}{A F n \eta} \frac{8 V_1}{D}.$$

(2.42)

Высота источника  $H$ , соответствующая заданному значению  $c_M$ , в случае

$$\frac{\Delta T}{T} \approx 0$$

определяется по формуле

$$H = \left( \frac{A M F D \eta}{8 V_1 c_M} \right)^{3/4}.$$

(2.43)

Если вычисленному по формуле (2.43) значению  $H$  соответствует  $v'_M < 2$  м/с, то  $H$  уточняется методом последовательных приближений по формуле

$$H_{i+1} = H_i \left( \frac{n_i}{n_{i-1}} \right)^{3/4},$$

(2.44)

где  $n_i$  и  $n_{i-1}$  - значения определенного по рисунку 2 согласно приложений 1 к настоящей Методике или по формулам (2.8) коэффициента  $n$ , полученные соответственно по значениям  $H_i$  и  $H_{i-1}$ , - (при  $i=1$  в формуле (2.44) принимается  $n_0=1$ , а значение  $H_i$  определяется по (2.43)).

<sup>1</sup> Формулы пунктов 7-22 предназначены для решения прямой задачи расчета концентрации по заданным параметра источника.

Формулы (2.43), (2.44) используются также для определения  $H$  при  $\Delta T > 0$ .

Если при этом выполняется условие

$$H \leq \omega_0 \sqrt{\frac{10D}{\Delta T}},$$

то найденное  $H$  является точным. Если же

$$H > \omega_0 \sqrt{\frac{10D}{\Delta T}},$$

то для определения предварительного значения высоты  $H$  используется формула

$$H = \sqrt{\frac{AMF\eta}{c_m \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}}. \quad (2.45)$$

По найденному значению  $H$  определяются на основании формул (2.3)-(2.6) величины  $f$ ,  $v_m$ ,  $v'_m$  и  $f_e$  и устанавливается в первом приближении произведение коэффициентов  $m$  и  $n$ . Дальнейшие уточнения значения  $H$  выполняются по формуле

$$H_{i+1} = H_i \sqrt{\frac{m_i n_i}{m_{i-1} n_{i-1}}}, \quad (2.46)$$

где  $m_i, n_i$  соответствуют  $H_i$ , а  $m_{i-1}, n_{i-1}$  -  $H_{i-1}$  (при  $i = 1$  принимается  $m_0 = n_0 = 1$ , а  $H_0$  определяется по (2.45)).

Примечания.

1. Уточнение значения  $H$  по формулам (2.44) и (2.46) производится до тех пор, пока два последовательно найденных значения  $H$  ( $H_i$  и  $H_{i+1}$ ) будут различаться менее чем на 1 м.

2. При одновременной необходимости учета влияния рельефа местности и застройки в формулах (2.41) - (2.43) и (2.45) за величину

$\eta$

принимается произведение поправок к максимальной концентрации на рельеф и застройку, определенных согласно разделу 4 и Приложений 2.

24. В случае выбросов в атмосферу, обусловленных сжиганием топлива, при фиксированных высоте и диаметре устья трубы соответствующий  $c_M$  расход топлива  $P$  (т/ч) определяется по формуле

$$P = 3,6 H^3 \sqrt{\left(\frac{c_M}{d_3 A F m n \eta}\right)^3 d_4 \Delta T}, \quad (2.47)$$

где  $d_3$  (г/кг)-количество выбрасываемого в атмосферу вредного вещества на единицу массы топлива (в необходимых случаях с учетом пылегазоочистки);  $d_4$  (м<sup>3</sup>/кг)-расход газовоздушной смеси, выделяющейся на единицу массы топлива.

25. Для каждого источника радиус зоны влияния рассчитывается как наибольшее из двух расстояний от источника  $x_1$  и  $x_2$ , где  $x_1 = 10 x_M$ , а величина  $x_2$  определяется как расстояние от источника, начиная с которого  $c \leq 0,05$  ПДК.

Примечание.

Значение  $x_2$  при ручных расчетах находится графически с помощью рисунка 12 а, б согласно приложений 1 к настоящей Методике. На вертикальной оси откладывается точка  $0,05 \text{ ПДК}/c_M$ , через которую проводится параллельная горизонтальной оси линия до пересечения с графиком функции  $s_1$  за максимумом. Из точки пересечения опускается перпендикуляр на горизонтальную ось, полученное значение  $x/x_M$  умножается на  $x_M$ , в результате чего определяется искомое значение. При  $c_M \leq 0,05$  ПДК значение  $x_2$  полагается равным нулю.

26. При полной нагрузке оборудования средне концентрация  $\bar{c}_M$

(г/м<sup>3</sup>) в устье источника, равная

$$\bar{c}_M = \frac{M}{V_1}, \quad (2.48)$$

определяется по формулам:

$$\bar{c}_M = \frac{c_M H^2}{A F m n \eta} \sqrt[3]{\frac{\Delta T}{V_1^2}} \quad \text{при } f < 100,$$

(2.49a)

$$\bar{c}_m = \frac{8c_m H^{4\beta}}{A F n D \eta} \text{ при } f \geq 100 \text{ или } \Delta T \approx 0,$$

(2.49б)

где  $c_m$  (мг/м<sup>3</sup>) - соответствующая

$\bar{c}_m$

максимальная приземная концентрация.

### 3. Расчет загрязнения атмосферы от выбросов линейного источника

27. При расчете рассеивания выбросов от линейного источника длиной  $L$  наибольшая концентрация вредной примеси  $c_m$  достигается в случае ветра вдоль источника на расстоянии  $x_m$  от проекции его центра на земную поверхность. При рассмотрении аэрационного фонаря (рисунок 10 согласно приложений 1 к настоящей Методике) как линейного источника значения  $c_m$  (мг/м<sup>3</sup>) и расстояния  $x_m$  (м) определяются по формулам:

$$c_m = s_3 c$$

(3.1)

$$x_m = \frac{L}{2} + s_4 x'_m$$

(3.2)

Здесь значения  $s_3$

и  $s_4$

а также соответствующее им значение  $u_m$

принимаются равными максимальной концентрации  $c_m$ , расстоянию  $x_m$  и опасной скорости  $u_m$  для одиночного источника той же мощности  $M$  с круглым устьем диаметром  $D_3$  и расходом выбрасываемой газовой смеси  $V_1$ . При этом эффективный диаметр устья фонаря  $D_3$  (м) определяется по формуле

$$D_3 = \frac{2LV_1}{L^2 \omega_0 + V_1}$$

(3.3)

где  $V_1$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) - расход выбрасываемой из фонаря в единицу времени газовой смеси,

$\omega_0$  ( $\text{м}/\text{с}$ ) - средняя скорость выхода из фонаря газовой смеси. Величина  $V_{10}$  определяется по найденному значению  $D_0$  и формуле (2.40).

За высоту источника выброса  $H$  ( $\text{м}$ ) принимается высота над уровнем земли верхней кромки ветроотбойных щитов фонаря или верхней кромки фонаря при отсутствии ветроотбойных щитов. Средняя скорость выхода в атмосферу газовой смеси из аэрационного фонаря

$\omega$  ( $\text{м}/\text{с}$ ) определяется экспериментальным путем или по расчету аэрации. Масса выбрасываемого в атмосферу в единицу времени вредного вещества  $M$  ( $\text{г}/\text{с}$ ) принимается равной суммарному выбросу из всего фонаря. Величина

$\Delta$

$T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) принимается такой же, как для одиночного источника выброса.

Безразмерные коэффициенты  $s_3$  и  $s_4$  в (3.1) и (3.2) определяются в зависимости от отношения

$L/x'_m$

по рисунку 11 согласно приложений 1 к настоящей Методике или по формулам:

$$s_3 = \frac{1 + 0,45 L/x'_m}{1 + 0,45 L/x'_m + 0,1(L/x'_m)^2};$$

(3.4)

$$s_4 = \frac{1}{1 + 0,6 L/x'_m}.$$

(3.5)

Опасная скорость ветра  $u_m$  определяется по формуле

$$u_m = u$$

$u_m$  (3.6)

28. Распределение концентрации вредных веществ  $c$  на расстоянии  $x$  от центра аэрационного фонаря при ветре, направленном вдоль или поперек фонаря, рассчитывается по формулам Приложения 1.

29. При произвольном направлении ветра по отношению к линейному источнику типа аэрационного фонаря этот источник условно представляется в виде группы  $N$  одинаковых равноудаленных точечных источников. Для каждого из этих одиночных

источников значения максимальной концентрации вредной примеси  $c_M$  и соответствующих ей расстояния  $x_M$  и опасной скорости  $u_M$  определяются как

$$c_M = \frac{c'_M}{N},$$

(3.7)

$$x_M = x'_M,$$

(3.8)

Примечание.

Расчеты концентраций по формулам данного раздела производится для расстояний от производственного корпуса, больших  $x$

$x_M$ . Для расстояний, меньших  $x$

$x_M$ , необходимо учитывать влияние здания, на котором расположен фонарь, в соответствии с формулами Приложения 2.

30. Число одинаковых равноудаленных одиночных источников  $N$ , на которое делится аэрационный фонарь при расчетах, определяется (с округлением до ближайшего большего целого числа) по формуле

$$N = \frac{5L\sqrt{u}}{x},$$

(3.9)

где  $x$  (м) - наименьшее расстояние от аэрационного фонаря до расчетной точки на местности,  $u$  - расчетная скорость ветра.

Примечания.

1. С увеличением протяженности  $L$  аэрационного фонаря  $N$  увеличивается, но, как правило, достаточно принимать  $N$  не более 10.

2. При расчетах загрязнения атмосферы для скорости ветра  $u$ , не равной  $u_M$ , для каждого из одиночных источников значение максимальной концентрации вредных веществ  $c_{ми}$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) определяется по формуле

$$c_{ми} = \frac{r c'_M}{N},$$

(3.10)

и соответствующее расстояние  $x_{ми}$  (м) - по формуле

$$x_{\text{мз}} = p x_{\text{м}}^r$$

(3.11)

Здесь  $r$  и  $p$  - безразмерные коэффициенты, определяемые в соответствии с пунктами 16 и 17 по значению отношения  $u/u_{\text{м}}$ .

31. Расчеты приземных концентраций от линейного источника, аппроксимирующего совокупность одиночных источников выброса с близкими значениями высот, выполняются по тем же формулам, что для аэрационного фонаря, но при расчете вспомогательных величин  $c$

$c_{\text{м}}, X$

$c_{\text{м}}$  и  $u$

$c_{\text{м}}$  вместо  $D_{\text{э}}$  и  $V_{1\text{э}}$  используются средние значения  $D$  и  $V_1$ , характерные для одиночных источников.

32. При ветре, перпендикулярном линейному источнику, или при произвольном направлении ветра вычисления основываются на замене линейного источника совокупностью одинаковых равноудаленных условных точечных источников.

При ветре вдоль линейного источника значения максимальной концентрации  $c_{\text{м}}$ , расстояния  $x_{\text{м}}$  и опасной скорости ветра  $u_{\text{м}}$  определяются по формулам (3.1), (3.2) и (3.6) с использованием формул (3.4), (3.5) или рисунка 11 согласно приложений 1 к настоящей Методике Концентрация  $c$  вдоль оси факела на расстоянии  $x$  от центра линейного источника при скорости ветра  $u_{\text{м}}$  определяется по формуле (1) Приложения 1.

Примечание.

Если расчетной точке соответствует определенное по формуле (3.9) значение  $N > 10$ , то линейный источник представляется в виде суммы нескольких меньших по размеру линейных источников таким образом, чтобы выделить участки линейного источника, для которых  $N \leq 10$ . Оставшиеся линейные источники делятся на равноудаленные точечные источники так, чтобы расстояние между ними не превышало  $2x$

$c_{\text{м}}$

32. Мощность выброса  $M$ , соответствующая заданному значению максимальной концентрации  $c_{\text{м}}$ , для случая выбросов от одиночного аэрационного фонаря определяется по формуле

$$M = M_0/s_3 \quad (3.12)$$

где  $M_0$  как соответствующая  $c_m$  мощность выброса из одиночного источника находится по формуле (2.41) или (2.42) при  $V_1=V_{13}$  и  $D=D_0$ , определяемым по (2.40), (3.3).

#### 4. Учет влияния рельефа местности при расчете загрязнения атмосферы

33. Влияние рельефа местности на значение максимальной приземной концентрации  $c_m$  от одиночного точечного источника учитывается безразмерным коэффициентом

$\eta$

в формулах (2.1), (2.9), (2.11). Значение

$\eta$

устанавливается на основе анализа картографического материала, освещающего рельеф местности в радиусе до 50 высот наиболее высокого из размещаемых на промплощадке источника, но не менее чем до 2 км.

34. Если в окрестности рассматриваемого источника выбросов (предприятия) можно выделить отдельные изолированные препятствия, вытянутые в одном направлении (гряды, гребень, ложбину, уступ), то поправочный коэффициент на рельеф

$\eta$

определяется по формуле

$\eta$

$= 1 +$

$\varphi$

$1($

$\eta$

$m - 1) (4.1)$

где

$\eta$

$m$  определяется по таблице согласно приложений 2 к настоящей Методике в зависимости от форм рельефа, сечения которых представлены на рисунке 12 согласно приложений 1 к настоящей Методике и безразмерных величин  $n_1=H/h_0$  и  $n_2=a_0/h_0$  ( $n_1$  определяется с точностью до десятых, а  $n_2$  - с точностью до целых). Здесь  $H$  - высота источника,  $h_0$  - высота (глубина) препятствия,  $a_0$  - полуширина гряды, холма ложбины или протяженность бокового склона уступа,  $x_0$  - расстояние от середины препятствия в случае гряды или ложбины и от верхней кромки склона в случае уступа до источника, как указано на рисунке 12 согласно приложений 1 к настоящей Методике. Значение функции

$\varphi$

$\varphi_1$  определяется в зависимости от отношения

$$|x_0|/a_0$$

по графикам (смотрите рисунок 12 согласно приложений 1 к настоящей Методике), соответствующим различным формам рельефа. Если источник расположен на верхнем плато уступа, в качестве аргумента функции

$\varphi_1$  вместо

$$\frac{|x_0|}{a_0}$$

принимается

$$-\frac{|x_0|}{a_0}$$

Если препятствия представляют собой гряды (ложбины), вытянутые в одном направлении, значения  $h_0$  и  $a_0$  определяются для поперечного сечения, перпендикулярного этому направлению. Если изолированное препятствие представляет собой отдельный холм (впадину) то  $h_0$  выбирается соответствующим максимальной (минимальной) отметке препятствия, а  $n_2$  - максимальной крутизне склона, обращенного к источнику.

Для источников выброса, расположенных в зоне влияния нескольких изолированных препятствий, определяются значения

$\eta$

для каждого препятствия и используется максимальное из них.

Примечание.

В случае более сложного рельефа местности или перепадов высот более 250 м на 1 км за указаниями по учету рельефа следует обращаться в территориальные отделения Казгидромета, приложив к запросу соответствующий картографический материал.

35. Учет влияния рельефа местности при определении расстояния, где достигается максимум приземной концентрации, осуществляется путем умножения коэффициента  $d$  в формуле (2.13) на отношение

$$\frac{1,1}{\sqrt{\eta + 0,2}}$$

36. Расчет приземных концентраций по оси факела на различных расстояниях от источника производится по формуле (2.22). При этом для расстояний  $x$  от источника, удовлетворяющих неравенству

$$x < 6,2 x_{\text{ж}}^{(0)} \sqrt{\eta - 1}$$

(4.2)

(здесь

$$x_{\text{ж}}^{(0)}$$

- значение  $x_{\text{М}}$  для рассматриваемого источника в условиях ровной или слабопересеченной местности, т.е. при

$\eta$

= 1), отношение  $x/x_{\text{М}}$  определяется с использованием  $x_{\text{М}}$ , вычисленного в соответствии с пунктом 35. Для больших значений  $x$  при вычислении отношения  $x/x_{\text{М}}$  используется значение

$$x_{\text{ж}} = x_{\text{ж}}^{(0)} .$$

Примечания.

1. При других скоростях ветра расчет проводится аналогичным образом, причем вместо

$$x_{\text{ж}}^{(0)}$$

(4.2) используется значение

$$x_{\text{ми}}^{(0)}$$

величины  $x_{\text{ми}}$ , определенной в соответствии с пунктом 17 для условий ровной или слабопересеченной местности.

2. Если источник выбросов располагается в долине шириной  $L_{\text{дол}}$  и его высота  $H$  меньше  $2/3$  глубины долины, то расчеты по формуле (2.22) для направления ветра вдоль долины производятся до расстояний  $x$ , удовлетворяющих условию

$$x = L_{\text{дол}} \sqrt{2} .$$

(4.3)

Для больших расстояний функция  $s_1$  умножается на величину

$$\sqrt{\frac{x}{L_{\text{дол}} \sqrt{2}}} .$$

37. Расчет загрязнения воздуха на промплощадке с учетом слияния рельефа местности проводится в соответствии с Приложением 2. При этом значения  $c_{\text{М}}$  и  $x_{\text{М}}$  определяются по пунктам 33-36, а безразмерный коэффициент  $s_1$  – по пункту 36.

38. В районах, где может происходить длительный застой примеси при сочетании слабых ветров с температурными инверсиями (например, в глубоких котловинах, в районах частого образования туманов, в том числе ниже плотин гидроэлектростанций и вблизи прудов-охладителей электростанций в районах с суровой зимой, а также в

районах возможного возникновения смогов), не следует размещать промышленные предприятия с выбросами вредных веществ.

## 5. Расчет загрязнения атмосферы выбросами группы источников и площадными источниками

39. Приземная концентрация вредных веществ  $c$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) в любой точке местности при наличии  $N$  источников определяется как сумма концентрации веществ от отдельных источников при заданных направлении и скорости ветра.

$$c = c_1 + c_2 + \dots + c_N ,$$

(5.1)

где  $c_1, c_2, \dots, c_N$  - концентрации вредного вещества соответственно от первого, второго,  $N$ -го источников, расположенных с наветренной стороны при рассматриваемом направлении ветра.

Примечания.

1. При проектировании предприятий, зданий и сооружений следует предусматривать минимальное число источников выброса вредных веществ в атмосферу, объединяя удаляемые вещества от ряда источников их выделения в одну трубу, шахту и т. п.

2. Учет влияния рельефа местности и застройки в случае необходимости осуществляется в соответствии с разделом 4 и Приложением 2.

3. В необходимых случаях, когда известно, что имеются неучтенные (фоновые) источники выброса того же вредного вещества или веществ, обладающих с ним эффектом суммации (другие предприятия города, промрайона, транспорт, отопление и т. п.), в правой части (5.1) добавляется слагаемое  $c_{\text{ф}}$ , характеризующее фоновое загрязнение от неучтенных источников.

4. Если рассчитанная по формуле (5.1) концентрация  $c$  удовлетворяет неравенству  $c > 0,1q_0$ , где

$$q_0 = \frac{10^3 \sum_{i=1}^N M_i c_i}{\sum_{i=1}^N V_{1i} c_i} ,$$

(5.2)

а  $M_i$  ( $\text{г}/\text{с}$ ) и  $V_{1i}$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) - мощность выброса и расход газовой смеси  $i$ -го источника, то вместо (5.1) при расчете приземной концентрации  $c$  используется формула

$$c = \frac{q_0 \sum_{i=1}^N c_i}{q_0 + \sum_{i=1}^N c_i}.$$

(5.3)

5. Как и для одиночного источника, при расчетах приземных концентраций выбросами группы источников принимается наиболее неблагоприятное сочетание значений  $M_i$  и  $V_{1i}$ , реально осуществляющееся на всех рассматриваемых источниках одновременно.

39. В целях ускорения и упрощения расчетов количество рассматриваемых источников выброса сокращается путем их объединения (особенно мелких источников) в отдельные условные источники. Способ установления источников, подлежащих объединению и определения их параметров выброса, изложенный в пункте 41, обеспечивает относительную погрешность

$\delta$   
расчетных концентрации, удовлетворяющую условию

$$\delta \leq 0,25. (5.4)$$

40. В случае использования машинного (ориентированного на применение ЭВМ) алгоритма объединения группы из  $N$  точечных источников значения  $c_M = c_{MO}$ ,  $x_M = x_{MO}$ ,  $u_M = u_{MO}$ , а также координаты размещения  $x_u = x_{uo}$ ,  $y_u = y_{uo}$  для условного источника, заменяющего объединяемую группу, определяются по формулам:

$$c_{MO} = \sum_{i=1}^N c_{Mi};$$

(5.5)

$$x_{MO} = \frac{1}{c_{MO}} \sum_{i=1}^N c_{Mi} x_{Mi};$$

(5.6)

$$u_{MO} = \frac{1}{c_{MO}} \sum_{i=1}^N c_{Mi} u_{Mi};$$

(5.7)

$$x_{uo} = \frac{1}{c_{MO}} \sum_{i=1}^N c_{Mi} x_{ui};$$

(5.8)

$$y_{uo} = \frac{1}{c_{mo}} \sum_{i=1}^N c_{mi} y_{ui} ;$$

(5.9)

Здесь, как и выше, индексом  $i$  при величинах  $c_m$ ,  $x_m$ ,  $u_m$ ,  $x_u$ ,  $y_u$  обозначены отдельные источники, объединяемые в группу.

41. Если рассматриваются мелкие источники, для каждого из которых выполняется хотя бы одно из условий:

$$\frac{c_m}{ПДК} \leq 0,2$$

(5.10)

$$\frac{c_m x_m}{ПДК} \leq 120 ,$$

(5.11)

то объединение таких источников осуществляется при одновременном выполнении условий:

$$L_m \leq 0,15 l_{\min} ,$$

(5.12)

$$\frac{\Delta x_m}{x_{mo}} \leq 0,3 ,$$

(5.13)

$$\frac{\Delta u_m}{u_{mo}} \leq 0,3 ,$$

(5.14)

где  $l_{\min}$  (м) - минимальное расстояние от объединяемых источников до узлов расчетной сетки точек;  $L_m$  (м) - максимальное расстояние между двумя из объединяемых источников;

$\Delta x_m$  (м) и

$\Delta u_m$  (м/с) - соответственно максимальные отклонения величин  $x_{mi}$  от  $x_{mo}$  и  $u_{mi}$  от  $u_{mo}$ .

Если условия (5.10) и (5.11) одновременно не выполнены, то объединение таких источников осуществляется при одновременном выполнении условий:

$$L_M \leq 0,06 l_{\min} ,$$

(5.15)

$$\frac{\Delta x_M}{x_{Mo}} \leq 0,09 ,$$

(5.16)

$$\frac{\Delta u_M}{u_{Mo}} \leq 0,03 ,$$

(5.17)

При равенстве нулю

$\Delta$   
 $x_M$  и

$\Delta$   
 $u_M$  числовой коэффициент в (5.12) и (5.15) следует увеличить в 1,7 раза. В 1,7 раза увеличивается также числовой коэффициент в (5.13) и (5.16) (при одинаковых  $u_{Mi}$  и  $L_M \leq H$ ), а также в (5.14) и (5.17) (при одинаковых  $x_{Mi}$  и  $L_M \leq H$ ).

При невыполнении для группы мелких источников условий (5.12)-(5.14) или для группы более крупных источников условий (5.15)-(5.17) эта группа разбивается на отдельные группы, для которых указанные неравенства выполняются.

Примечания.

1. При сведении в одну точку источников выбросов с одинаковыми значениями  $H$ ,  $D$ ,  $V_1$  и

$\Delta$   
 $T$  расчетное значение максимальной концентрации вредного вещества от этой группы источников несколько завышается. Если в одну точку сводятся источники с различными  $H$ ,  $D$ ,  $V_1$  и

$\Delta$   
 $T$ , то возможно как небольшое завышение, так и некоторое занижение  $c_M$ . С удалением от объединяемых источников погрешность за счет сведения группы источников в одну точку убывает.

2. Источники выброса, для которых принятие при расчетах одинаковых координат не сказывается заметно на величине  $c_M$ , называются близкорасположенными.

3. Результаты точных расчетов приземных концентрации не допускается корректировать по результатам приближенных расчетов с объединением источников.

4. При отсутствии возможности применения ЭВМ для расчетов по (5.5)-(5.9) с учетом условий (5.10)-(5.17) допускается проводить объединение источников выброса с близкими параметрами и координатами расположения вручную. При этом для условного объединенного источника принимаются значения суммарного выброса  $M$  от всех объединяемых источников, средние арифметические значения высоты  $H$ , диаметра устья  $D$ , температуры  $T_r$  и скорости выхода

$\omega_0$  газовой смеси из устья источника, а также координат источников  $x_M, y_M$ . При большом разбросе указанных параметров и координат группа источников разбивается на более мелкие группы с близкими значениями параметров и координат. Большой разброс значений мощности выброса  $M$  не препятствует объединению.

5. Если расчеты приземных концентраций выполняются для участков местности, прилегающих к промплощадке, то под  $l_{\min}$  следует понимать минимум из расстояний от каждого из объединяемых источников до ближайшей к нему границы промплощадки.

6. С учетом требований пункта 41 в единый условный источник прежде всего объединяются группы примерно одинаковых шахт и других вентиляционных источников одного производственного здания или изолированного по воздухообмену производственного помещения, а также групп близкорасположенных источников однотипных технологических установок на открытом воздухе и т. п. Если имеется несколько групп однотипных источников, то рекомендуется сначала свести к одному источнику каждую из этих групп, а затем проработать возможности дальнейшего объединения источников.

7. Для аэрационных фонарей перед принятием решения об их сведении (в том числе совместно с точечными источниками) в один условный точечный источник вычисляются эффективные диаметр устья  $D_э$  и расход выбрасываемой газовой смеси  $V_{1э}$ , по значениям которых после этого определяются

$$c_{MO} = c_M^f$$

$$x_{MO} = x_M^f$$

и

$$y_{MO} = y_M^f$$

(смотрите раздел 3).

8. Изложенный алгоритм объединения источников применим также для комбинации веществ с суммирующимся вредным действием. В этом случае для

каждого ( $i$ -го) источника по формуле (6.2) вычисляется мощность выброса, приведенная к выбросу одного из веществ.

9. При расчете приземной концентрации на промплощадке в соответствии с Приложением 2 вместо (5.12) и (5.15) критерием объединения источников, расположенных на одном здании, является условие  $L_M \leq L^*$ , где  $L^*$  определяется в соответствии с Приложением 2 (пункт 5). При расчетах концентрации на крыше здания от источников, расположенных на этой крыше, величины  $c_{Mi}$ ,  $x_{Mi}$  и  $u_{Mi}$  определяются с использованием в качестве высоты источника превышения его устья над крышей здания (но не менее 2 м).

42. Значение максимальной суммарной концентрации  $c_M$  ( $\text{мг/м}^3$ ) от  $N$  расположенных на площадке близко друг от друга (смотрите пункт 41) одиночных источников, имеющих равные значения высоты, диаметра устья, скорости выхода в атмосферу и температуры газовой смеси, определяется по формуле

$$c_M = \frac{AM F m n \eta}{H^2} \sqrt[3]{\frac{N}{V \Delta T}},$$

(5.18)

где  $M$  ( $\text{г/с}$ ) - суммарная мощность выброса всеми источниками в атмосферу;  $V$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) - суммарный расход выбрасываемой всеми источниками газовой смеси, определяемый по формуле

$$V = V_1 N. (5.19)$$

Значение параметра  $v_M$  определяется по формуле

$$v_M = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V \Delta T}{NH}}.$$

(5.20)

В остальном схема расчета концентраций веществ, обусловленных выбросами от группы близко расположенных друг к другу одинаковых одиночных источников выброса, не отличается от приведенной в разделе 2 настоящей Методики схемы расчета для одиночного источника.

43. Расчет концентраций веществ, обусловленных выбросами из близко расположенных друг к другу одинаковых источников, когда

$\Delta$   
 $T$   
 $\approx$   
 $0$  или значение параметра  $f \geq 100$ , производится с использованием формул раздела 2 для одиночного источника со следующими изменениями:

$$V_1 = \frac{V}{N}$$

;  $M$  - суммарная мощность выброса из всех источников; формула (2.10) преобразуется к виду:

$$K = \frac{ND}{8V} = \frac{1}{7,1} \sqrt{\frac{N}{\omega_0 V}} \quad (5.21)$$

44. Значение максимальной приземной концентрации вредных веществ  $c_M$  (мг/м<sup>3</sup>) при выбросах через многоствольную трубу ( $N$  стволов) рассчитывается по формуле

$$c_M = c_M'' + d_1 (c_M' - c_M'') \quad (5.22)$$

расстояние  $x_M$  (м), на котором достигается максимальная концентрация  $c_M$ , определяется по формуле

$$x_M = x_M'' + d_1 (x_M' - x_M'') \quad (5.23)$$

опасная скорость ветра  $u_M$  (м/с) вычисляется следующим образом:

$$u_M = u_M'' + d_1 (u_M' - u_M'') \quad (5.24)$$

Здесь

$c_M'$  (мг/м<sup>3</sup>) - максимальная приземная концентрация, определяемая по формуле (2.1) при значениях параметров выброса для одного ствола и мощности выброса  $M$  (г/с), равной суммарной мощности выброса из всех стволов;

$x_M'$

и

$u_M'$

- соответственно расстояние, на котором наблюдается максимальная концентрация вредных веществ  $c_M$  (мг/м<sup>3</sup>), и опасная скорость ветра  $u_M$  (м/с), определяемые по формулам (2.13)-(2.17) при параметрах выброса для одного ствола;

$c_M''$

(мг/м<sup>3</sup>) - максимальная приземная концентрация, рассчитываемая по формуле (2.1) при мощности  $M$  (г/с), равной суммарной мощности выброса из всех стволов, диаметре  $D$ , равном эффективному диаметру источника выброса  $D_э$  (м), который определяется по

формуле

$$D_3 = D \sqrt{N}, \quad (5.25)$$

и расходе выходящей газовой смеси  $V_1$ , равном эффективному расходу  $V_{1э}$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), вычисленному по формуле (2.40);

$x_{ж}''$ ,  
 $u_{ж}''$ ,  
 - расстояние, соответствующее максимальной концентрации  $c_{ж}''$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ), и опасная скорость ветра, определяемые по формулам (2.13) - (2.17) с учетом  $D = D_3$  (м),  $V_1 = V_{1э}$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ );  $d_1$  - безразмерный коэффициент, определяемый по формуле

$$d_1 = \frac{l - D}{d_2 H - D}, \quad (5.26)$$

где  $l$  (м) - среднее расстояние между центрами устьев стволов;  $D$  (м) - диаметр устья ствола;  $d_2$  - безразмерный коэффициент, определяемый по формулам (2.36а), (2.36б). В остальном расчет производится, как для одиночного источника выброса.

Примечания.

1. При  $l$ , большем или равном  $d_2 H$ , для многоствольной трубы в расчетах принимается:

$$c_{ж} = c_{ж}^t \quad (\text{мг}/\text{м}^3),$$

$$x_{ж} = x_{ж}^t \quad (\text{м}),$$

$$u_{ж} = u_{ж}^t \quad (\text{м}/\text{с}).$$

2. Если многоствольная труба представляет собой трубу, разделенную на секторы, т. е. состоит из стволов секторной формы, то расчеты выполняются так же, как для одноствольной трубы при  $D=D_3$  и  $V_1=V_{1э}$  смотрите (2.40), где

$$D_3 = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}. \quad (5.27)$$

Здесь  $S$  - суммарная площадь устьев всех действующих стволов.

3. В случае, когда температура  $T_r$  и скорость выхода

$\omega_0$  газовой смеси для отдельных стволов различаются между собой, для расчетов принимаются их средневзвешенные значения, полученные с учетом расходов газовой смеси для отдельных стволов.

45. Для источников выброса, имеющих различные параметры, расчет приземных концентраций начинается с определения для всех источников по каждому веществу максимальных приземных концентраций  $c_M$  ( $c_{M1}, c_{M2}, \dots, c_{MN}$ ) и опасных скоростей ветра  $u_M$  ( $u_{M1}, u_{M2}, \dots, u_{MN}$ ). Если по какому-либо веществу сумма максимальных приземных концентраций  $c_M$  от всех источников окажется меньше или равной ПДК ( $c_{M1} + c_{M2} + \dots + c_{MN} \leq \text{ПДК}$ ), то (при отсутствии необходимости учета суммарного действия нескольких вредных веществ и фонового загрязнения атмосферы) расчеты приземной концентрации этого вещества выполняются при оценке фактического уровня загрязнения воздуха.

При расчетах определяется средневзвешенная опасная скорость ветра  $u_{Mc}$  (м/с) для группы  $N$  источников по формуле

$$u_{Mc} = \frac{u_{M1} c_{M1} + u_{M2} c_{M2} + \dots + u_{MN} c_{MN}}{c_{M1} + c_{M2} + \dots + c_{MN}}$$

(5.28)

Отдельно для всех веществ, к которым относятся вычисленные  $u_{Mc}$  (для разных веществ они иногда существенно различаются), определяются значения

$$c_{Mи} \Big|_{u = u_{Mc}}$$

и

$$X_{Mи} \Big|_{u = u_{Mc}}$$

. Если по рассматриваемому веществу сумма

$$c_{Mи} \Big|_{u = u_{Mc}}$$

меньше или равняется ПДК, то дальнейшие расчеты производятся главным образом при оценке фактического уровня загрязнения воздуха.

Если сумма

$$c_{Mи} \Big|_{u = u_{Mc}}$$

больше ПДК, то для направлений ветра, соответствующих переносу вредных веществ от источников на расчетную область, при скоростях ветра:  $u_{Mc}$ ;  $0,5u_{Mc}$ ;  $1,5u_{Mc}$ ;  $0,5$  м/с - производится расчет суммарных концентраций от всех источников в узлах расчетной сетки, после чего наибольшая из них принимается за максимальную концентрацию  $c_M$ .

Примечание.

В (5.28) вместо  $c_{mi}$  и  $u_{mi}$  допускается использовать значения  $c_{mxi}$  и  $u_{mxi}$  для наветренных источников, определенные для каждой расчетной точки в соответствии с пунктом 20.

46. Расчеты приземных концентрации упрощаются, если среди  $N$  сгруппированных в порядке убывания  $c_{mi}$  ( $c_{m1} > c_{m2} > \dots > c_{mN}$ ) источников выброса предприятия имеется  $N_1$  источников, которым по данному веществу соответствуют малые значения  $c_{mi}$ , (вычисленные в необходимых случаях с учетом застройки). При этом определяется разность между ПДК и суммой  $c_{mi}$  от  $N_1$  источников и рассчитывается максимальная суммарная концентрация  $c_m$  для остальных  $N - N_1$  источников. В тех случаях, когда сумма  $c_{mi}$  от них не превышает 0,05 ПДК (смотрите также примечание), указанные  $N_1$  источников могут быть исключены из рассмотрения.

Если  $N$  источников расположены в порядке убывания значений выбросов  $M$ , т. е.  $M_1 > M_2 > \dots > M_N$ , то  $N_2$  из этих источников с наименьшими значениями  $M$  также могут быть для упрощения расчетов загрязнения атмосферы отброшены, если

$$\sum_{i=N-N_2+1}^N M_i \leq 0,01 \sum_{i=1}^N M_i .$$

(5.29)

Примечание.

Пункт 46 выполняется, если отношение средней высоты исключаемых из рассмотрения источников к средней высоте сохраняемых при расчетах источников превосходит 1/3.

47. Расчет приземных концентраций веществ от источников, группирующихся на площадке вдоль некоторой прямой, можно производить, считая все источники расположенными на этой линии, при условии, что каждому из них при  $u = u_{mc}$  соответствует

$$u_{mc} \left( \frac{y}{x_{ми}} \right)^2$$

, меньшее или равное 0,01-0,02 ( $y$  (м) - расстояние от источника до этой прямой). Для каждого источника строятся кривые распределения концентраций. Начало координат каждой кривой, характеризующей изменение концентрации  $c$  в зависимости от расстояния  $x$ , совмещается с местоположением источника, а концентрации суммируются. При этом рассматриваются два варианта. В одном из них принимается, что ветер направлен с 1-го на  $N$ -й источник, в другом - в противоположном направлении. Для различных расстояний  $x$  производится сложение концентраций и

определяются значения суммарной концентрации  $c$ . Наибольшее значение  $c$  принимается за максимальную концентрацию  $c_m$ .

Примечание.

Указанным способом производятся ручные расчеты при наличии двух источников, расположенных далеко друг от друга (или двух групп источников).

48. Расчет приземных концентраций веществ от источников, которые не могут быть сведены в одну точку или на одну общую прямую, при отсутствии возможности применения ЭВМ упрощается, если можно провести прямую, около которой группируется большая часть основных источников. В этом случае осуществляется сложение значений концентраций для двух противоположных направлений ветра вдоль этой прямой; близлежащие источники переносятся на прямую, а при расчете концентраций от остальных источников используется формула (2.25). Если среди источников, перенесенных на ось, имеются крупные, для которых одновременно не выполняются условия (5.10), (5.11), то при каждом направлении ветра рассчитываются также суммарные концентрации в точках максимумов концентрации от крупных источников.

49. Расчет приземных концентраций при выбросах от большого числа источников, рассредоточенных на площадке значительных размеров, следует производить на электронных вычислительных машинах, тем более, что при разработках по проектированию и нормированию, как правило, рассматривается большое число вариантов объединения выбросов, размещения источников на площадке, способов очистки выбросов и других мероприятий. Шаги расчетной сетки выбираются в зависимости от размеров области, для которой проводятся расчеты. При этом общее количество узлов сетки, как правило, не должно превышать 1500-2000. Размеры указанной области должны соответствовать размерам зоны влияния рассматриваемой совокупности источников.

50. Одним из способов сокращения объема вычислительных работ является представление совокупности большого числа однотипных источников выброса (труб печного отопления, резервуарных полей и пр.), а также рассредоточенных по обширной территории источников неорганизованного выброса как площадных источников.

Примечание.

Группы точечных источников объединяются в площадной источник при достаточно равномерном распределении источников по площади и при условии близости таких параметров выброса, как высота ( $H$ ) и диаметр устья ( $D$ ) источников, температура ( $T_r$ ) и скорость выхода (

$\omega_0$ ) газовой смеси из устья источников. При большом разбросе указанных параметров группа источников представляется несколькими площадными источниками

с более близкими значениями этих параметров. Критерием возможности представления группы одиночных источников площадным источником является соблюдение неравенств (5.13), (5.14) при выполнении для каждого источника условий (5.10) или (5.11); неравенств (5.16), (5.17) при невыполнении для каждого точечного источника условий (5.10) и (5.11).

51. При ветре, направленном перпендикулярно одной из сторон указанного площадного источника, концентрация (как на территории самого источника, так и за его пределами) рассчитывается по формулам Приложения 1.

52. При расчетах для произвольного направления ветра площадной источник представляется в виде совокупности  $N$  равномерно рассредоточенных одиночных источников. Значение  $N$  определяется по формуле

$$N = \frac{25 S_n u}{L_n^2} .$$

(5.30)

Здесь  $S_n$  (м<sup>2</sup>) - площадь рассматриваемого источника,  $L_n$  (м) - расстояние от центра площадного источника до расчетной точки,  $u$  - расчетная скорость ветра, значение  $N$  вычисляется с округлением до ближайшего большего целого числа.

Из (5.30) следует, что для расчетных точек, расположенных на расстоянии, большем

$$L_n \geq 5 \sqrt{S_n u}$$

площадной источник может рассматриваться как одиночный точечный источник ( $N=1$ ).

Для каждого из этих одиночных точечных источников значения максимальной приземной концентрации  $c_M$ , расстояния  $x_M$ , на котором достигается эта максимальная концентрация, и опасной скорости ветра  $u_M$ , определяются по формулам:

$$c_M = \frac{c_M^*}{N} ;$$

(5.31)

$$x_M = x_M^* ;$$

(5.32)

$$u_M = u_M^* ,$$

(5.33)

где

$$c_M^*$$

,

$x_{Mj}''$ 

И

 $u_{Mj}''$ 

- это значения  $c_M$ ,  $x_M$  и  $u_M$  для одиночного точечного источника, совокупность которых образует площадной источник; при расчете

 $c_M''$ 

в качестве  $M$  используется суммарный выброс от всех источников.

Примечания.

1. Если расчеты приземных концентраций относятся к участку местности, на котором расположен площадной источник, то целесообразно, чтобы условные источники находились в центрах ячеек расчетной сетки точек.

2. Формулы для площадного источника указанного типа применяются при выбросах от резервуарных парков предприятий, совокупностей мелких бытовых котельных и печных труб в городах; а также групп низких вентиляционных источников (при расчетах загрязнения атмосферы для участков, расположенных за пределами промплощадки). Использование формул для площадного источника существенно упрощает подготовку числового материала при расчетах загрязнения атмосферы на ЭВМ. Информация о вкладах площадных источников в суммарное загрязнение атмосферы более показательна, чем аналогичная информация по отдельным мелким источникам.

3. Если расчеты относятся к участку местности, на котором расположен площадной источник, то он представляется в виде суммы нескольких меньших по размеру площадных источников таким образом, чтобы выделить участки площадного источника, для которых определенное по формулам (5.30а), (5.30б) значение  $N$  удовлетворяет условию  $N < 100$ . Оставшиеся площадные источники представляются в виде совокупности точечных источников, расположенных в узлах квадратной сетки, шаг которой не превосходит  $2x_M$ .

53. При выбросе из  $N$  источников расчет суммарной концентрации  $c_z$ , соответствующей уровню  $z$  над поверхностью земли, производится по формулам (5.1)-(5.3) с заменой  $c$  на  $c_z$ , и  $c_i$  на  $c_{zi}$ . Концентрации от отдельных источников  $c_{zi}$ , соответствующие этим источникам опасные скорости ветра  $u_{mzi}$  и максимальные концентрации

$$c_{mzi} = c_{zi} \left|_{u = u_{mzi}}\right.$$

определяются согласно пункту 21. При этом должны соблюдаться требования, следующие из пункта 45 при замене  $c_{Mi}$  на  $c_{Mzi}$  и  $u_{Mi}$  на  $u_{Mzi}$ .

Примечание.

Расчеты по пункту 53 производятся при выборе положения устьев воздухозаборных труб и шахт, линий электропередачи и других объектов, расположенных на открытых участках местности или же на участках, где максимальная высота зданий (сооружений) не менее чем в 2,5 раза ниже высоты воздухозабора при условии, что источники выброса не располагаются в ветровой тени зданий (сооружений). В остальных случаях расчет проводится в соответствии с Приложением 2.

54. Формулы пунктов 39-53 предназначены для решения прямой задачи расчета суммарной концентрации  $c$  от  $N$  источников по их заданным параметрам выброса, а также для решения обратной задачи определения мощностей выброса  $M_i$ , ( $i=1,2,\dots,N$ ), соответствующих заданному значению максимальной приземной концентрации  $c_M$  (при фиксированных координатах источников выброса, их высотах  $H_i$  и диаметрах устья  $D_i$ , скоростях выхода

$\omega$   
 $\omega_i$  и перегревах

$\Delta$   
 $T_i$  газовойдушной смеси).

55. Значение суммарного выброса  $M$ , соответствующее заданному значению максимальной концентрации  $c_M$ , для группы из  $N$  близкорасположенных одиночных источников с одинаковыми высотами и другими параметрами выброса ( $V_1$ ,

$\Delta$   
 $T, D,$

$\omega$   
 $\omega_0$ ) определяется по формулам (2.41), (2.42); в данном случае в формулах полагается  $V_1 = V/N$  ( $V$  - суммарный расход выбрасываемой из всех источников газовойдушной смеси).

56. В случае многоствольной трубы выброс  $M$  из всех стволов, соответствующий  $c_M$ , при  $l < d_2 H$  определяется по формуле

$$M = \frac{c_M}{q_M'' + d_1 (q_M' - q_M'')} \cdot$$

(5.34)

где

$q_M'$

и

$q_M''$

( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) - приземные максимальные концентрации при  $M$  (г/с), рассчитанные соответственно при значениях параметров  $D$  и  $V_1$  для одного ствола и при их эффективных значениях  $D_э$  (5.25), (5.27) и  $V_{1э}$  (2.40).

Безразмерный коэффициент определяется по формуле (5.26).

При  $l \geq d_2 H$  выброс  $M$  определяется в соответствии с пунктом 55.

При произвольном фиксированном размещении группы источников с заданными параметрами выброса ( $H_i$ ,  $D_i$ ,

$\omega$   
 $0_i$  и

$\Delta$   
 $T_i$ ) мощности источников  $M_i$ , соответствующие  $c_M$ , определяются так, чтобы наибольшее значение суммарной концентрации  $\max c$ , рассчитанное по (5.1) при переборе скоростей и направлений ветра, удовлетворяло условию

$$\max c = c_M. \quad (5.35)$$

В случае  $N$  одинаковых источников выброса значения  $M$ , определяются по формуле

$$M_i = \frac{c_0}{c_n} M_{ni},$$

(5.36)

где  $c_n$  - максимальное значение рассчитанной по (5.1) суммарной концентрации  $c$  при "начальных" значениях мощности выброса  $M_{ni}$ .

В общем случае из (5.35) определяется начальное приближение для значения  $M_i$ , уточняемое с учетом требований технической реализуемости и оптимального выбора мощностей источников.

Примечания.

1. Для одинаковых источников выброса в (5.36) величина  $c_n$  вычисляется при  $M_{ni} = 1$  г/с. В общем случае значения  $M_{ni}$  устанавливаются с учетом различия в мощностях выброса из труб разной высоты.

57. Для совокупности источников отдельных предприятия рассчитываются зоны влияния, включающие в себя круги радиусом  $x_1$  (смотрите пункт 25), проведенные вокруг каждой из труб предприятия, и участки местности, где рассчитанная по (5.1) суммарная концентрация от всей совокупности источников выброса данного предприятия, в том числе низких и неорганизованных выбросов, превышает 0,05 ПДК.

Зоны влияния источников и предприятий рассчитываются по каждому вредному веществу (комбинации вредных веществ с суммирующимся вредным действием) отдельно.

Примечание.

При определении размеров зон влияния предприятия расчеты на ЭВМ допускается приближенно проводить только для одного направления ветра (с предприятия из центра города), средневзвешенной опасной скорости ветра  $u=u_{мс}$ , причем расчетная область представляется отрезком между центром предприятия и границей города.

58. Для ускорения и упрощения расчетов приземной концентрации на каждом предприятии рассматриваются те из выбрасываемых вредных веществ, для которых

$$\frac{M}{ПДК} > \Phi ;$$

(5.37)

$$\Phi = 0,01\bar{H} \text{ при } \bar{H} > 10 \text{ м ,}$$

(5.38)

$$\Phi = 0,1 \text{ при } \bar{H} \leq 10 \text{ м .}$$

(5.39)

Здесь  $M$  (г/с) - суммарное значение выброса от всех источников предприятия, соответствующее наиболее неблагоприятным из установленных условий выброса, включая вентиляционные источники и неорганизованные выбросы;

ПДК (мг/м<sup>3</sup>) - максимальная разовая предельно допустимая концентрация;

$\bar{H}$   
(м) - средневзвешенная по предприятию высота источников выброса (смотрите пункт 69).

## 6. Расчет загрязнения атмосферы с учетом суммации вредного действия нескольких веществ

59. Для веществ, обладающих суммацией вредного действия (пункт 4), безразмерная суммарная концентрация  $q$  или приведенная к одному веществу суммарная концентрация  $c$  рассчитываются с использованием для каждого источника значений мощности  $M_q$  или  $M$  соответственно, где

$$M_q = \frac{M_1}{ПДК_1} + \frac{M_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{M_n}{ПДК_n} ,$$

(6.1)

$$M = M_1 + M_2 \frac{ПДК_1}{ПДК_2} + \dots + M_n \frac{ПДК_1}{ПДК_n} ,$$

(6.2)

где  $M_1, M_2, \dots, M_n$  - мощности выброса каждого из  $n$  веществ; ПДК<sub>1</sub>, ПДК<sub>2</sub>, ..., ПДК<sub>n</sub> - максимальные разовые предельно допустимые концентрации этих веществ.

Примечание.

В остальном расчетная схема остается без изменения. В частности, учет суммации вредного действия для одиночного источника не влияет на значения расстояния  $x_M$ , где достигается наибольшее загрязнение воздуха, и опасной скорости ветра  $u_M$ .

60. При  $N_2$  источников для каждой группы из  $N_1$  веществ с суммирующимся вредным действием (из каждого отдельного источника выбрасывается от 1 до  $N$  ингредиентов) расчеты начинаются с вычисления безразмерной суммы

$\sigma^*$  по формуле

$$\sigma^* = \frac{c_{M11} + c_{M12} + \dots + c_{M1N_2}}{\text{ПДК}_1} + \frac{c_{M21} + c_{M22} + \dots + c_{M2N_1}}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{c_{MN_11} + c_{MN_12} + \dots + c_{MN_1N_2}}{\text{ПДК}_{N_1}}.$$

(6.3)

вещества, второй индекс-номер источника.

Если

$\sigma^* < 1$ , то безразмерная концентрация также меньше единицы. Если

$\sigma^* > 1$ , то расчет концентраций  $q$  или  $c$  осуществляется по формулам раздела 5 с использованием для каждого источника, вычисленных по формулам (6.1) или (6.2) значений мощности выброса.

Значения максимальных концентраций  $q_M$  или  $c_M$  при неблагоприятных метеорологических условиях находятся в соответствии с требованиями разделов 2-5 настоящей Методики с использованием для каждого источника рассчитанных по формуле (6.1) или (6.2) мощностей выбросов.

61. При рассмотрении комбинации веществ с суммирующимся вредным действием средневзвешенная опасная скорость ветра  $u_{MC}$  для совокупности  $N$  источников должна определяться по формуле

$$u_{MC} = \frac{q_{M1} u_{M1} + q_{M2} u_{M2} + \dots + q_{MN} u_{MN}}{q_{M1} + q_{M2} + \dots + q_{MN}},$$

(6.4)

где  $q_{M1}, q_{M2}, \dots, q_{MN}$  - максимальные значения  $q_M$  безразмерной концентрации  $q$  (смотрите формулу (1.1) для каждого из  $N$  источников;  $u_{M1}, u_{M2}, \dots, u_{MN}$  - опасные скорости ветра для этих источников, не зависящие от учета эффекта суммации.

62. При необходимости учет фоновой концентрации веществ с суммирующимся вредным действием осуществляется путем добавления в числитель каждого из слагаемых в формуле (6.3) значения соответствующей фоновой концентрации (смотрите раздел 7). Если фоновая концентрация установлена сразу для комбинации веществ с суммирующимся вредным действием, то расчеты загрязнения атмосферы должны выполняться для той же комбинации веществ.

## **7. Учет фоновых концентраций при расчетах загрязнения атмосферы и установление фона расчетным путем**

63. В случае наличия совокупности источников выброса вклады этих источников (или их части) могут учитываться в расчетах загрязнения воздуха путем использования фоновой концентрации  $c_{\phi}$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ), которая для отдельного источника выброса характеризует загрязнение атмосферы в городе или другом населенном пункте, создаваемое другими источниками, исключая данный.

Фоновая концентрация относится к тому же интервалу осреднения (20-30 мин), что и максимальная разовая ПДК. По данным наблюдений  $c_{\phi}$  определяется как уровень концентраций, превышаемый в 5% наблюдений за разовыми концентрациями.

Примечание.

Фоновые концентрации устанавливаются территориальными отделениями Казгидромета по данным регулярных наблюдений на сети постов государственной службы наблюдений и контроля за загрязненностью объектов окружающей среды среды или по данным подфакельных наблюдений.

64. Фоновая концентрация устанавливается либо единым значением по городу, либо, в случае выявления существенной изменчивости, дифференцированно по территории города (по постам), а также по градациям скорости и направления ветра.

65. При расчетах для действующих и реконструируемых источников (предприятий) используется значение фоновой концентрации  $c_{\phi}$

представляющей из себя фоновую концентрацию  $c_{\phi}$ , из которой исключен вклад рассматриваемого источника (предприятия).

Значение  $c_{\phi}$

вычисляется по формуле

$$c'_{\phi} = c_{\phi} \left( 1 - 0,4 \frac{c}{c_{\phi}} \right) \text{ при } c \leq 2c_{\phi} ;$$

(7.1)

$$c'_{\phi} = 0,2 c_{\phi} \text{ при } c > 2c_{\phi} ,$$

(7.2)

где  $c$  - максимальная расчетная концентрация вещества от данного источника (предприятия) для точки размещения поста, на котором устанавливался фон, определенная по формулам разделов 2-6 при значениях параметров выброса, относящихся к периоду времени, по данным наблюдений за который определялась фоновая концентрация  $c_{\phi}$ .

Примечание.

Для вновь строящегося источника (предприятия)

$c$

$$\phi = c_{\phi} \quad (7.3)$$

66. В случаях, предусмотренных пунктом 4 допускается использование фоновой концентрации, вычисленной не по отдельным веществам, а совместно по комбинации веществ с суммирующимся вредным действием. При этом фоновая концентрация определяется по концентрациям, приведенным к наиболее распространенному из веществ, входящих в рассматриваемую комбинацию.

67. При отсутствии данных наблюдений за приземными концентрациями рассматриваемого вредного вещества или в случаях, когда в соответствии с нормативной методикой по установлению фоновой концентрации (смотрите пункт 63) по данным наблюдений фоновая концентрация не определяется, учет последней основывается на использовании данных инвентаризации выбросов и результатов расчетов по формулам настоящей методики или приближенно по формулам пункта 69.

Одним из двух способов учета фоновой концентрации в рассматриваемом случае является расчет распределения суммарной концентрации от рассматриваемых и других существующих и проектируемых источников выбросов вещества или комбинации веществ с суммирующимся вредным действием.

Вторым расчетным способом является замена фоновой концентрации, определенной по экспериментальным данным, фоновой концентрацией, рассчитанной для совокупности источников города (промышленного района) по параметрам, полученным при общегородской инвентаризации выбросов. При этом фоновая концентрация определяется умножением расчетной концентрации  $c$  на коэффициент

0,4 с дальнейшим осреднением по территории и выделением градаций скорости и направления ветра в соответствии с нормативной методикой по определению фоновой концентрации (смотрите пункт 63).

Примечания.

1. Вторым способом, как правило, используется при определении фоновой концентрации для городов.

2. При расчете фонового загрязнения воздуха выбросами автотранспорта используются формулы раздела 3 для наземных линейных источников (потоков автомашин на улицах) и формулы раздела 5 для наземных площадных источников (при учете выбросов автотранспорта на отдельных участках города).

68. За фоновую концентрацию  $c_{\text{ф}}$  для реконструируемого предприятия, которое является единственным источником в городе, выбрасывающим рассматриваемое вредное вещество, принимается вклад в суммарную концентрацию с источников того же предприятия, не подвергающихся реконструкции.

69. Для предприятий рассчитываются также значения фоновых концентраций  $c_{\text{фп}}$  на момент достижения предельно допустимых выбросов (на перспективу) по формулам:

$$c'_{\text{фп}} = \frac{c'_{\text{ф}}}{c_{\text{м}}^0 + c'_{\text{ф}}} ПДК \quad \text{при } c_{\text{м}}^0 + c'_{\text{ф}} > ПДК ;$$

(7.4)

$$c_{\text{фп}} = ПДК - c_{\text{м}}^0 \quad \text{при } c_{\text{м}}^0 + c'_{\text{ф}} \leq ПДК ,$$

(7.5)

где максимальная концентрация веществ от совокупности источников рассматриваемого предприятия  $c_{\text{м}}^0$  вычисляется по формулам разделов 2-5 при значениях параметров выброса, относящихся к периоду времени, за который определялась фоновая концентрация  $c_{\text{ф}}$ .

Примечания.

1. При отсутствии данных наблюдений (смотрите пункт 67) концентрации ( $c_{\text{фп}}$ ) для  $i$ -го предприятия ( $i = 1, 2, \dots, N_{\text{п}}$ ) допускается рассчитывать по формуле

$$(c'_{\phi n})_i = \left[ 1 - \frac{M_i}{\bar{H}_i \sum_{j=1}^{N_n} \frac{M_j}{H_j}} \right] ПДК ,$$

(7.6)

$$\bar{H}_j = \frac{5 M_{(0-10)j} + 15 M_{(11-20)j} + 25 M_{(21-30)j} + \dots}{M_j} ,$$

(7.7)

$$M_j = M_{(0-10)j} + M_{(11-20)j} + M_{(21-30)j} + \dots$$

(7.8)

Здесь  $N_n$  - число предприятий в городе,  $M_i$  (г/с) и  $\bar{H}_i$  (м) - соответственно полный выброс и его средневзвешенная высота на  $i$ -м предприятии;  $M_{(0-10)j}$ ,  $M_{(11-20)j}$  и т. д. - суммарные выбросы  $j$ -го предприятия в интервалах высот источников до 10 м включительно, 11-20, 21-30 м и т. д. Если все источники на  $i$ -м предприятии являются низкими или наземными, т. е. высота выброса не превышает 10 м (выбросы могут быть как организованными, так и неорганизованными), то  $\bar{H}_i$  принимается равной 5 м.

2. Применимость разработанных с использованием с  $\phi_{\text{п}}$  нормативов ПДВ проверяется расчетом концентрации по формулам разделов 2-5.

## 8. Определение минимальной высоты источника выброса, предельно допустимых выбросов и границ санитарно-защитной зоны предприятий

70. При определении минимальной высоты источников выброса и установлении предельно допустимых выбросов концентрация каждого вредного вещества в приземном слое атмосферы с не должна превышать максимальной разовой предельно допустимой концентрации данного вещества в атмосферном воздухе (ПДК):

$$c \leq \text{ПДК} \quad (8.1)$$

При наличии в атмосфере нескольких ( $n$ ) вредных веществ, обладающих суммацией действия, их безразмерная суммарная концентрация  $q$ , определенная по формуле (1.1), не должна превышать единицы:

$$q \leq 1 \quad (8.2)$$

Для веществ, для которых установлены только среднесуточные предельно допустимые концентрации ( $\overline{\text{ПДК}}$ )

), используется приближенное соотношение между максимальными значениями разовых и среднегодовых концентраций и требуется, чтобы

$$0,1c \leq \overline{\text{ПДК}} .$$

(8.3)

При отсутствии нормативов ПДК вместо них используются значения ориентировочно безопасных уровней загрязнения воздуха (ОБУВ), утвержденные Минздравом РК.

Нормы концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе для растительности и животного мира, утвержденные в установленном порядке, принимаются при расчетах только в случаях, когда они являются более жесткими, чем ПДК, утвержденные Минздравом РК.

71. При наличии фоновое загрязнения атмосферы в соотношениях (8.1) и (8.3) вместо  $c$  принимается  $c+c_{\text{ф}}$ , где  $c_{\text{ф}}$  - фоновая концентрация вредного вещества. Для веществ, обладающих суммацией вредного действия, учет фоновых концентраций в соотношении (8.1) производится согласно положениям раздела 6.

72. Для зон санитарной охраны курортов, мест размещения крупных санаториев и домов отдыха, зон отдыха городов, а также для других территорий с повышенными требованиями к охране атмосферного воздуха в формулах (8.1), (8.2) и (1.1) следует ПДК заменить на 0,8 ПДК.

73. Определение минимальной высоты источника выброса.

1) Минимальная высота одиночного источника выброса (трубы)  $H$  (м), если установлены значения  $M$  (г/с),

$\omega$  (м/с),  $V_1$  (м<sup>3</sup>/с),  $D$  (м), в случае

$\Delta$   
Т

$\approx$   
0 определяется по формуле:

$$H = \left[ \frac{AMFD\eta}{8V_1(\text{ПДК} - c_{\text{ф}})} \right]^{3/4} .$$

(8.4)

Если вычисленному по формуле (8.4) значению  $H$  соответствует значение  $v$

$v \geq 2$ , рассчитанное по формуле (2.5), то указанное значение  $H$  является окончательным.

Если  $v$

$v_m < 2$  то необходимо при найденном значении  $H = H_1$  определить величину  $n = n_1$  по рисунку 2 согласно приложений 1 к настоящей Методике или по формулам (2.8) и последовательными приближениями найти  $H=H_2$  по  $H_1$  и  $n_1$ , ...,  $H=H_{i+1}$  по  $H_i$  и  $n_i$  с помощью формулы

$$H_{i+1} = H_i \left( \frac{n_i}{n_{i-1}} \right)^{3/4},$$

(8.5)

где  $n_i$  и  $n_{i-1}$  - значения безразмерного коэффициента  $n$ , определенного соответственно по значениям  $H_i$  и  $H_{i-1}$ .

Уточнение значения  $H$  необходимо производить до тех пор, пока два последовательно найденных значения  $H_i$  и  $H_{i+1}$  практически не будут отличаться друг от друга (с точностью до 1 м).

2) При

$\Delta$

$T > 0$  значение  $H$  сначала рассчитывается также согласно подпункту 1 пункта 73 Если при этом найденное значение

$$H \leq \omega_0 \sqrt{\frac{10 D}{\Delta T}},$$

то оно является окончательным.

Если найденное значение

$$H > \omega_0 \sqrt{\frac{10 D}{\Delta T}},$$

то предварительное значение минимальной высоты выбросов (трубы) определяется по формуле

$$H = \sqrt{\frac{A M F \eta}{(\Pi Д К - c_{\phi}) \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}}.$$

(8.6)

По найденному таким образом значению  $H = H_1$  определяются на основании формул раздела 2 значения  $f$ ,  $v_m$ ,

$v_m'$ ,  $j_B$  и устанавливаются в первом приближении коэффициенты  $m = m_1$  и  $n = n_1$ . Если  $m_1 n$

≠  
1, то по  $m_1$  и  $n_1$  определяется второе приближение  $H = H_2$  по формуле

$$H_2 = H_1 \sqrt{m_1 n_1}.$$

В общем случае  $(i + 1)$ -е приближение  $H_{i+1}$  определяется по формуле

$$H_{i+1} = H_i \sqrt{\frac{m_i n_i}{m_{i-1} n_{i-1}}},$$

(8.7)

где  $m_i, n_i$  - соответствуют  $H_i$ , а  $m_{i-1}, n_{i-1}$  -  $H_{i-1}$ . Если из источника выбрасывается несколько различных вредных веществ, то за высоту выброса должно приниматься наибольшее из значений  $H$ , которые определены для каждого вещества в отдельности и для групп веществ с суммирующимся вредным действием. В частности, если при отсутствии фона из трубы выбрасывается два вредных вещества, для первого из которых значения  $M$  и  $F$  соответственно равны  $M_1$  и  $F_1$ , а для второго -  $M_2$  и  $F_2$ , то значение  $H$  при  $F_1 M_1 > F_2 M_2$  определяется по выбросу первого вредного вещества, а при  $F_1 M_1 < F_2 M_2$  по выбросу второго вредного вещества.

3) При разработке мероприятий по сокращению выбросов, проектировании, строительстве и реконструкции предприятий следует предусматривать централизацию выбросов вредных веществ путем максимального сокращения числа труб, вентиляционных шахт, дефлекторов, аэрационных фонарей и др.

4) Увеличение высоты трубы для обеспечения рассеивания с целью соблюдения ПДК в приземном слое атмосферы допускается только после полного использования всех доступных на современном уровне технических средств по сокращению выбросов (в том числе неорганизованных выбросов). При этом использование на энергетических объектах труб высотой более 250 м, а на других производствах - более 200 м допускается только при наличии технико-экономического обоснования необходимости их сооружения и расчетов загрязнения воздуха в зонах влияния сооружаемых объектов.

74. Разработка нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) для стационарных источников.

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

2) Значения ПДВ устанавливаются при разработке различных видов предпроектной и проектной документации на строительство новых и реконструкцию существующих предприятий. Они устанавливаются как для строящихся, так и для действующих предприятий.

3) Установление ПДВ производится с применением методов расчета загрязнения атмосферы промышленными выбросами, и с учетом перспектив развития предприятия, физико-географических и климатических условий местности, расположения промышленных площадок и участков существующей и проектируемой жилой застройки, санаториев, зон отдыха городов, взаимного расположения промышленных площадок и селитебных территорий.

4) ПДВ (г/с) устанавливаются для условий полной нагрузки технологического и газоочистного оборудования и их нормальной работы. ПДВ не должны превышать в любой 20-минутный период времени.

5) ПДВ устанавливаются отдельно для каждого источника выброса, не являющегося мелким согласно пункту 41. Для мелких источников целесообразно установление единых ПДВ от их совокупностей, с предварительным объединением группы источников в более мощный (с большими значениями  $c_m$ , чем у отдельных источников) площадной или условный точечный источник (пункты 39-41, 50). Неорганизованные выбросы всего предприятия или отдельных участков его промплощадки сводятся к площадным источникам или к совокупности условных точечных источников.

6) Наряду с ПДВ для одиночных источников устанавливаются ПДВ для предприятия в целом. При постоянстве выбросов они находятся как сумма ПДВ от одиночных источников и групп мелких источников. При непостоянстве во времени выбросов от отдельных источников ПДВ предприятия меньше суммы ПДВ от отдельных источников и соответствует максимально возможному суммарному выбросу от всех источников предприятия при нормальной работе технологического и газоочистного оборудования.

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

8) При установлении ПДВ учитываются фоновые концентрации  $c_{\phi}$ . При определении ПДВ для действующих производств  $c_{\phi}$  заменяется на

$c'_{\phi}$   
(смотрите раздел 7).

9) Значение ПДВ (г/с) для одиночного источника с круглым устьем в случаях  $c_{\phi} < ПДК$  определяется по формуле:

$$ПДВ = \frac{(ПДК - c_{\phi}) H^2}{A F m n \eta} \sqrt[3]{V_1 \Delta T}.$$

(8.8)

В случае  $f \geq 100$  или

$\Delta$   
Г

$\approx$   
0 ПДВ определяется по формуле:

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - c_{\phi}) H^{4\beta}}{AF n \eta} \cdot \frac{8V_1}{D},$$

(8.9)

Значение ПДВ для источника с прямоугольным устьем определяется по тем же формулам, но при  $D=D_3$  и  $V_1=V_{13}$  (смотрите пункт 22).

Значение ПДВ для случая выбросов от одиночного аэрационного фонаря определяется по формуле:

$$\text{ПДВ} = \frac{\text{ПДВ}_0}{s_3},$$

(8.10)

где  $\text{ПДВ}_0$  находится по формуле (8.8) или (8.9) при  $V_1=V_{13}$  и  $D=D_3$ , определяемым по (3.3), (2.40), а  $s=3$  определяется согласно пункту 27.

Примечание.

При необходимости одновременного учета влияния рельефа и застройки в формулах (8.8), (8.9) за величину

$\eta$

принимается произведение поправок к максимальной концентрации на рельеф и застройку.

10) При установлении ПДВ для одиночного источника выброса смеси постоянного состава веществ с суммирующимся вредным действием сначала определяется вспомогательное значение суммарного  $\text{ПДВ}=\text{ПДВ}_c$ , приведенного к выбросу одного из веществ. Для этого в формулах (8.8), (8.9) используется ПДК данного вещества и суммарный фон  $c_{\phi}$ , приведенный к этому же веществу. Затем с учетом состава выбросов определяются ПДВ отдельных вредных веществ.

11) В случае нескольких одинаковых источников, расстояния между которыми удовлетворяют соотношениям (5.12), (5.15), значение ПДВ для каждого источника определяется делением значения суммарного выброса, установленного согласно пункту 73, на число источников  $N$ .

12) В случае многоствольной трубы (при  $l < d_2 H$ ) значение ПДВ из всех стволов определяется по формуле

$$ПДВ = \frac{ПДК - c_{\phi}}{q_{\text{ж}}'' + d_1(q_{\text{ж}}' - q_{\text{ж}}'')}, \quad (8.11)$$

где

$q_{\text{ж}}'$

и

$q_{\text{ж}}''$

( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) - приземные максимальные концентрации вредного вещества при  $M$  ( $\text{г}/\text{с}$ ), находящиеся при значениях параметров выброса для одного ствола и диаметра  $D$ , равного соответственно фактическому и эффективному диаметрам устья (пункт 44).

Объем газовой смеси  $V_1$ , при расчете

$q_{\text{ж}}''$

полагается равным его эффективному объему  $V_{1\text{э}}$  (2.40). Безразмерный коэффициент  $d_1$  определяется с использованием формулы (5.26).

13) При наличии группы из нескольких источников выброса значения ПДВ ( $ПДВ_1, ПДВ_2, \dots, ПДВ_x$ ) для каждого ( $i$ -го) источника находятся по формуле

$$ПДВ_i = M_i, \quad (8.12)$$

где  $M_i$  ( $M_1, M_2, \dots, M_N$ ) - такие значения выброса от каждого источника, которые приняты при расчетах загрязнения атмосферы от всей совокупности источников и при которых максимальная суммарная концентрация в атмосфере при неблагоприятных метеорологических условиях не превышает ПДК -  $c_{\phi}$  или  $0,8$  ПДК -  $c_{\phi}$  на территориях, подлежащих особой охране (смотрите пункт 72).;

14) При разработке ПДВ для реконструируемого предприятия расчеты выполняются на фактическое положение и на перспективу. При расчетах на фактическое положение используются значения  $M$  и  $V_1$  по данным последней инвентаризации выбросов с внесением в случае необходимости дополнительных уточнений. При расчетах на перспективу расчеты производятся отдельно для каждого из намеченных этапов сокращения выбросов с использованием значений  $M$  и  $V_1$ , ожидаемых в результате реализации намеченных мероприятий.

Примечания.

1. Предлагаемый в качестве ПДВ вариант должен быть оптимальным по технико-экономическим показателям.

. Если для какого-либо вредного вещества выполняется соотношение

$$\sum_{i=1}^N c_{\text{ж}i} + c_{\phi} < ПДК,$$

(8.13)

то в этом случае (при отсутствии необходимости учета суммации вредного действия нескольких веществ) использованные при расчетах значения  $M_1$  могут быть приняты в качестве ПДВ без расчетов суммарного загрязнения атмосферы.

15) Установлению ПДВ для отдельного источника предшествует определение его зоны влияния, радиус которой приближенно оценивается как наибольшее из двух расстояний от источника:  $x_1$  и  $x_2$  (м), где  $x_1 = 10x_M$  (при этом  $x_1$  соответствует расстоянию, на котором  $c$  составляет 5% от  $c_M$ ). Значение  $x_2$  определяется как расстояние от источника, начиная с которого  $c \leq 0,05$  ПДК. Здесь  $c_M$ ,  $x_M$  и  $c$  определяются по формулам раздела 2. Значение  $x_2$  при ручных расчетах находится графически с использованием рисунка 4 согласно приложений 1 к настоящей Методике как расстояние  $x$  за максимумом, соответствующее  $s_1 = 0,05$  ПДК/ $c_M$ . При  $c_M \leq 0,05$  ПДК значение  $x_2$  полагается равным нулю.

Для предприятий также устанавливаются зоны влияния, включающие в себя круги радиусом  $x_1$ , проведенные вокруг каждой из труб предприятия, и участки местности, где рассчитанное на ЭВМ суммарное загрязнение атмосферы от всей совокупности источников выброса данного предприятия, в том числе низких и неорганизованных выбросов, превышает 0,05 ПДК.

Зоны влияния источников и предприятий рассчитываются по каждому вредному веществу, (комбинации веществ с суммирующимся вредным действием) отдельно.

Для предприятий и источников, зоны влияния которых целиком расположены в участках города, где рассчитанная суммарная концентрация от всех источников города  $\bar{c} > \text{ПДК}$

, значения выбросов, использованные при указанных расчетах  $\bar{c}$

, принимаются в качестве ПДВ.

Примечание.

При определении размеров зоны влияния предприятия расчеты загрязнения атмосферы на ЭВМ допускается приближенно производить только для одного расчетного направления ветра (с предприятия на центр города), средневзвешенной опасной скорости ветра  $u = u_{MC}$ , причем расчетная область представляется отрезком между центром предприятия и границей города.

16) При детализации фона только по территории города в качестве фона  $c_f$  для предприятия (источника) при установлении ПДВ используется его максимальное значение в зоне влияния рассматриваемого предприятия (источника). После этого учет фона производится обычным образом.

Если фон в зоне влияния детализирован по двум градациям скорости ветра ( $c_{\phi 1}$  и  $c_{\phi 2}$ ), то для одиночного источника сначала определяются вспомогательные значения  $M_i$  в каждой из градаций скорости ветра по следующим формулам:

$$M_i = \frac{(ПДК - c_{\phi i}) H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}{A F m n \eta r_i} \quad \text{при } f \leq 100 ,$$

(8.14)

$$M_i = \frac{(ПДК - c_{\phi i}) H^{4\beta}}{A F n \eta r_i} \cdot \frac{8 V_1}{D} \quad \text{при } f > 100 \text{ или } \Delta T \approx 0 .$$

(8.15)

Здесь  $i=1$  или  $2$ , безразмерный коэффициент  $r_i$  определяется с помощью соотношений (2.19), остальные обозначения аналогичны введенным в раздел 2. Значение  $i = 1$  соответствует той градации скорости ветра, в которую попадает опасная скорость ветра  $u_m$ . Для этой градации полагается  $r_i=1$ . Если  $c_{\phi 1} > c_{\phi 2}$ , то ПДВ= $M_1$ . Если  $c_{\phi 2} > c_{\phi 1}$ , то производится расчет  $M_2$ , причем при расчете безразмерного коэффициента  $r_2$  используется скорость  $u$ , соответствующая середине рассматриваемой градации. В последнем случае ПДВ равен минимальному значению из  $M_1$  и  $M_2$ :

$$\text{ПДВ} = \min (M_1, M_2). \quad (8.16)$$

17) Если  $c'_{\phi} > ПДК$

, то увеличение мощности выброса от реконструируемых объектов и строительство на предприятии новых объектов с выбросами тех же веществ или веществ, обладающих с ними суммацией вредного действия, может быть допущено только при одновременном обеспечении снижения выбросов вредных веществ в атмосферу на остальных объектах рассматриваемого предприятия или на других предприятиях города, обоснованного проектными решениями.

18) Наряду с максимальными разовыми ПДВ (г/с) в оперативных целях для выполнения проектных оценок темпов снижения выбросов и возможностей утилизации уносимых газовойдушной смесью вредных веществ устанавливаются годовые значения ПДВ<sub>г</sub> (т/год) для отдельных источников и предприятия в целом.

Для отдельного ( $i$ -го) источника из  $N$  источников предприятия ПДВ<sub>г</sub>, находится с учетом временной неравномерности выбросов, в том числе за счет планового ремонта технологического и газоочистного оборудования.

Для предприятия в целом ПДВ<sub>г</sub> находится по формуле:

$$ПДВ_z = \sum_{i=1}^N ПДВ_{zi} .$$

(8.17)

Примечания.

Следует предусматривать мероприятия по кратковременному снижению выбросов в периоды аномально опасных метеоусловий.

75. Определение границ санитарно-защитной зоны предприятий.

1) Размеры санитарно-защитной зоны (СЗЗ)  $l_0$  (м), установленные в Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий, должны проверяться расчетом загрязнения атмосферы в соответствии с требованиями настоящей Методики (разделы 2-5) с учетом перспективы развития предприятия и фактического загрязнения атмосферного воздуха.

2) Полученные по расчету размеры СЗЗ должны уточняться отдельно для различных направлений ветра в зависимости от результатов расчета загрязнения атмосферы и среднегодовой розы ветров района расположения предприятия по формуле

$$l = L_0 \frac{P}{P_0} ,$$

(8.18)

где  $l$  (м) - расчетный размер СЗЗ;  $L_0$  (м) - расчетный размер участка местности в данном направлении, где концентрация вредных веществ (с учетом фоновой концентрации от других источников) превышает ПДК;  $P$  (%) - среднегодовая повторяемость направления ветров рассматриваемого румба;  $P_0$  (%) - повторяемость направлений ветров одного румба при круговой розе ветров. Например, при восьмирумбовой розе ветров

$$P_0 = \frac{100}{8} = 12,5 \% .$$

Значения  $l$  и  $L_0$  отсчитываются от границы источников.

Примечание.

Значения  $L_0$  в общем случае могут различаться для ветров разных направлений.

3) Учитывая значительную пространственную изменчивость розы ветров, особенно в условиях сложного рельефа, речных долин, вблизи морей, озер и т. п., при использовании справочных данных следует согласовать принятую розу ветров с территориальными отделениями Казгидромета по месту расположения предприятия.

4) Если в соответствии с предусмотренными техническими решениями и расчетами загрязнения атмосферы размеры СЗЗ для предприятия получаются больше, чем

размеры, установленные Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий, то необходимо пересмотреть проектные решения и обеспечить выполнение требований Санитарных норм за счет уменьшения количества выбросов вредных веществ в атмосферу, увеличения высоты их выброса с учетом установленных ограничений и др.

### Рисунки по определению коэффициентов

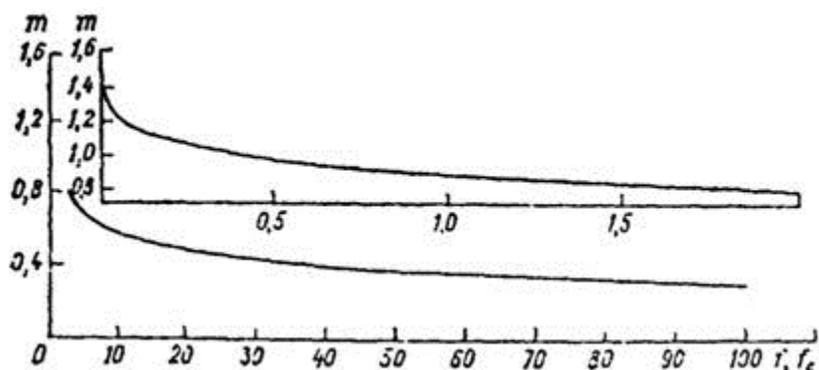


Рисунок 1

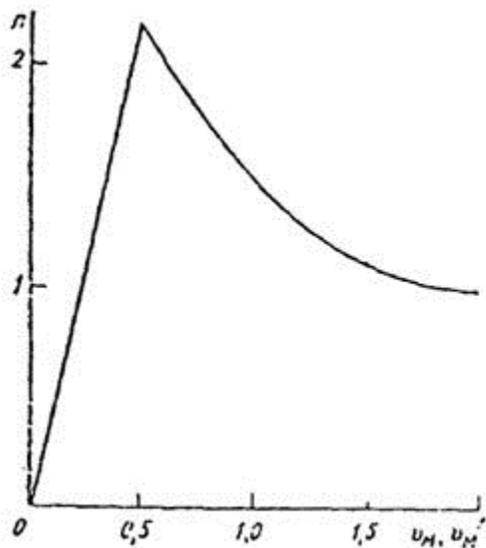


Рисунок 2

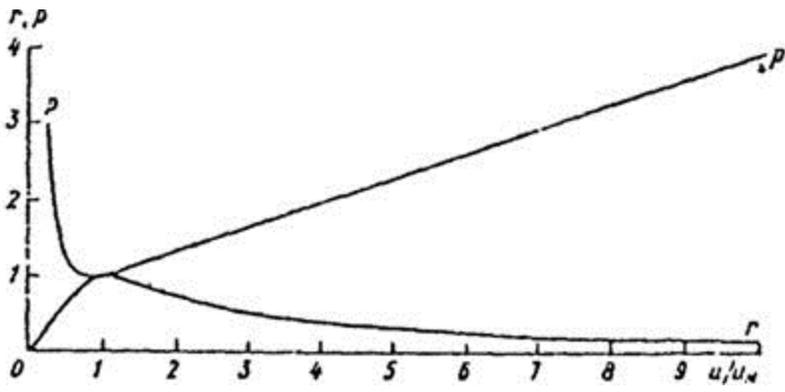


Рисунок 3

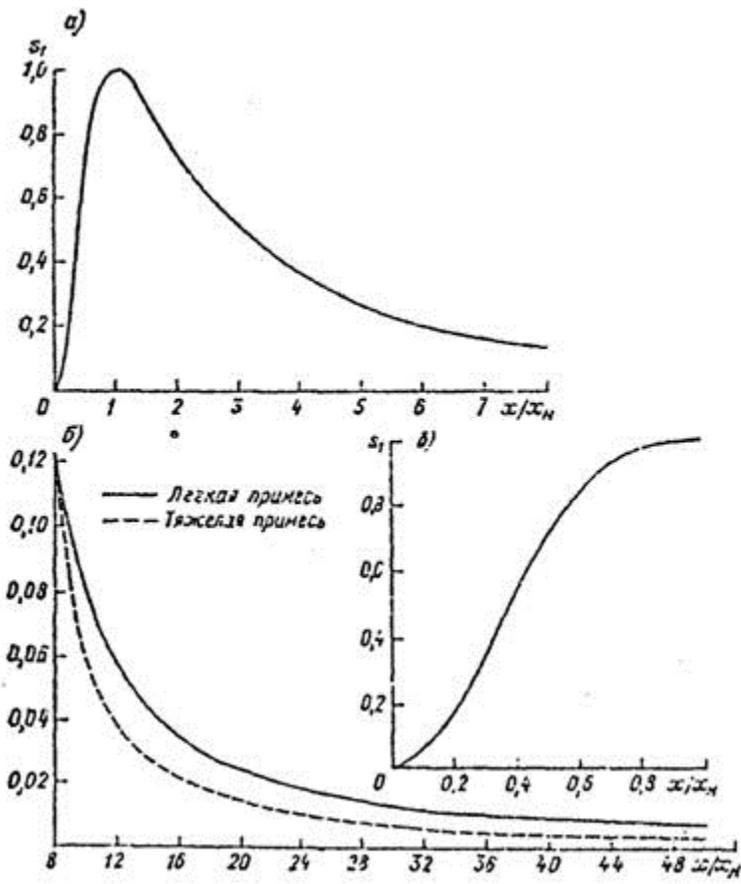


Рисунок 4

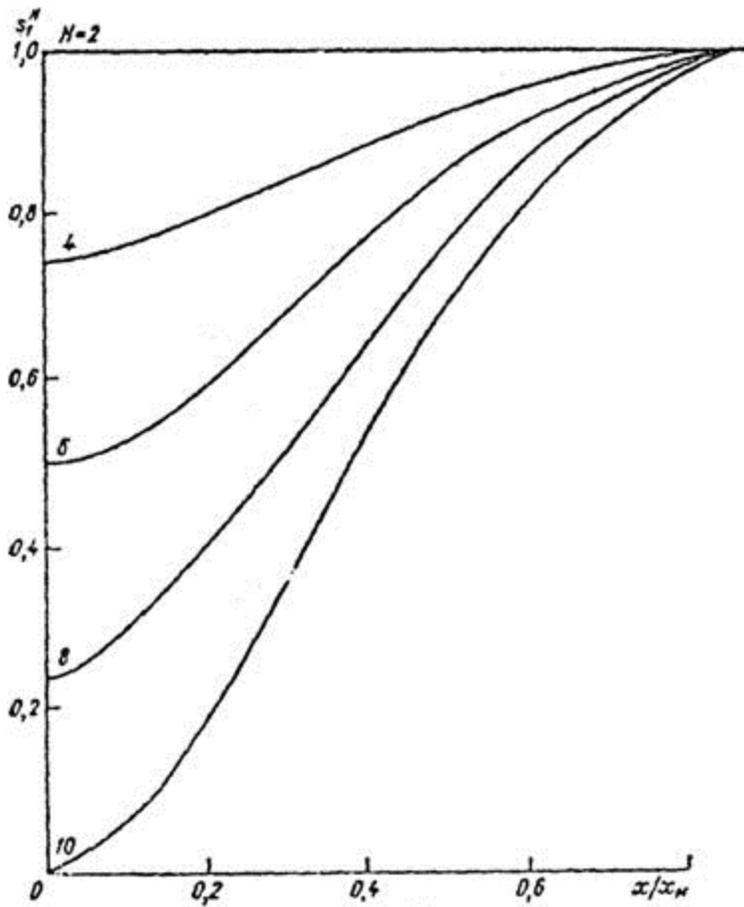


Рис. 2.5

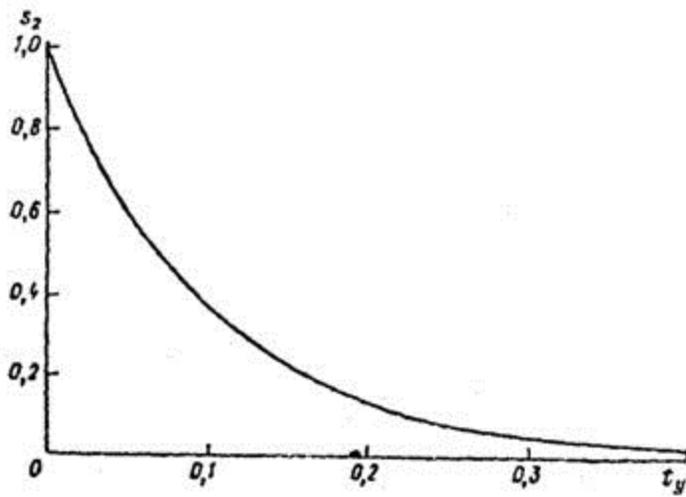


Рисунок 5

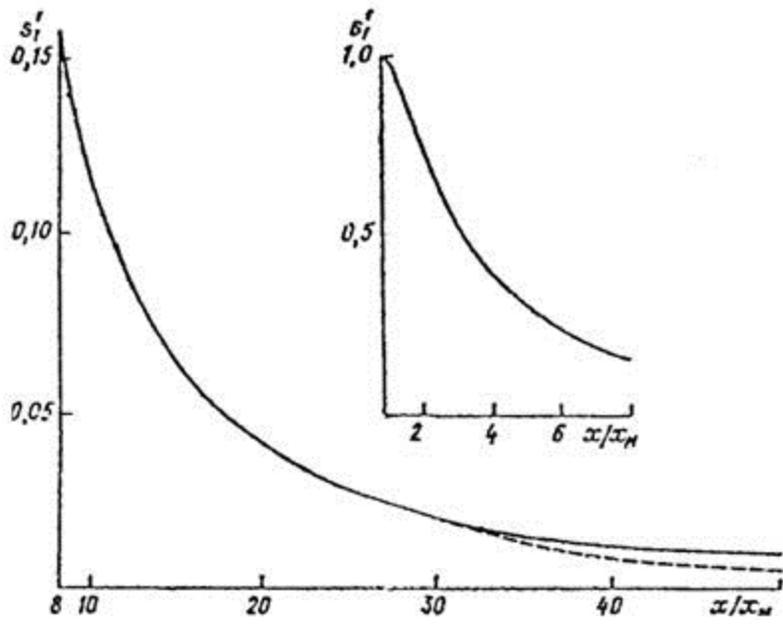


Рисунок 6

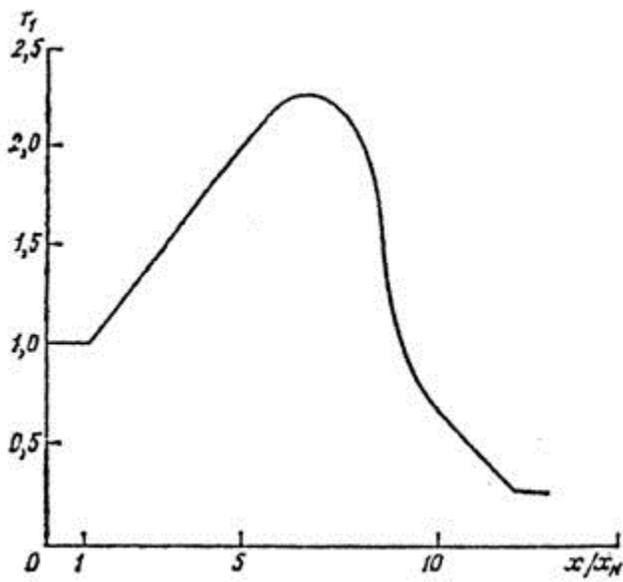


Рисунок 7

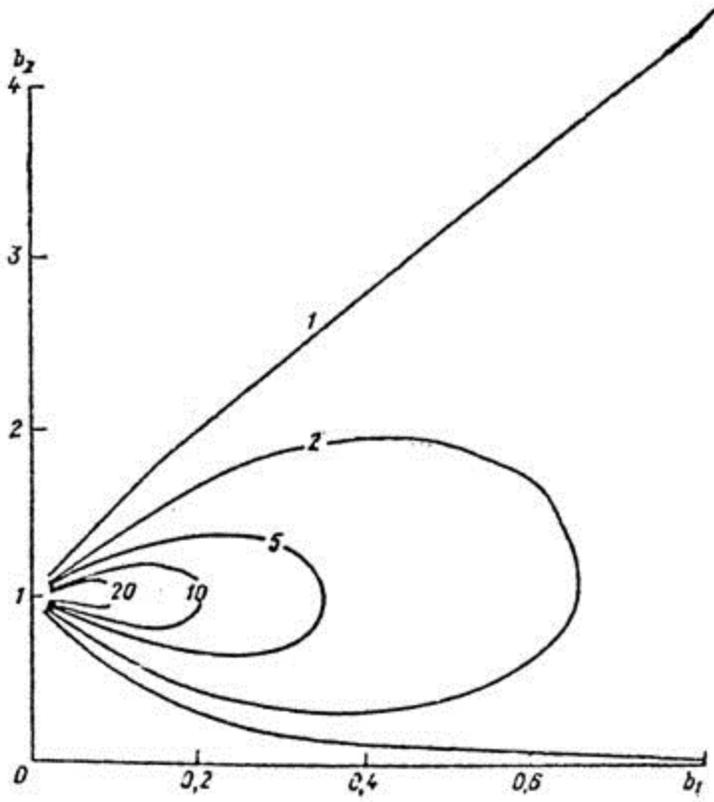


Рисунок 8

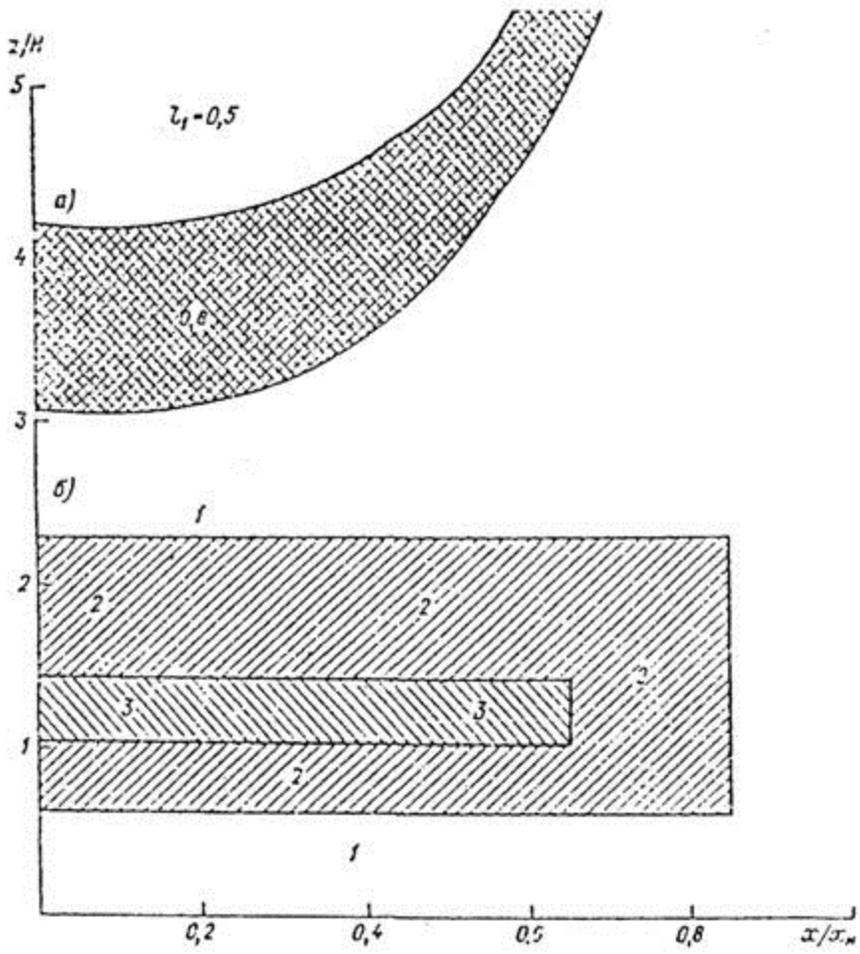


Рисунок 9

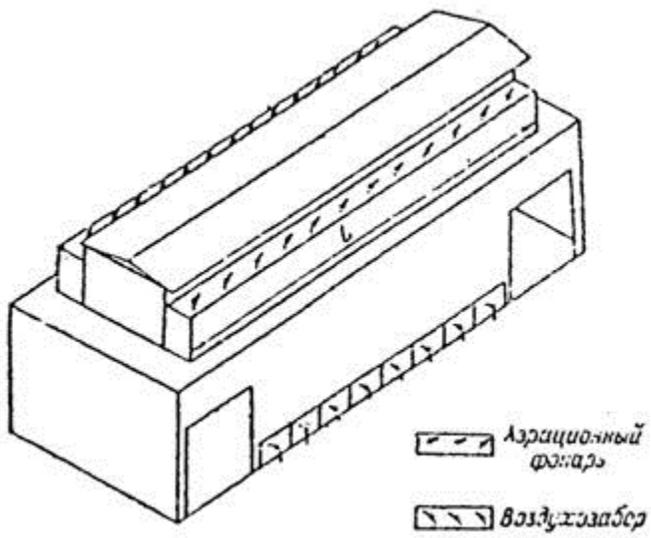


Рисунок 10

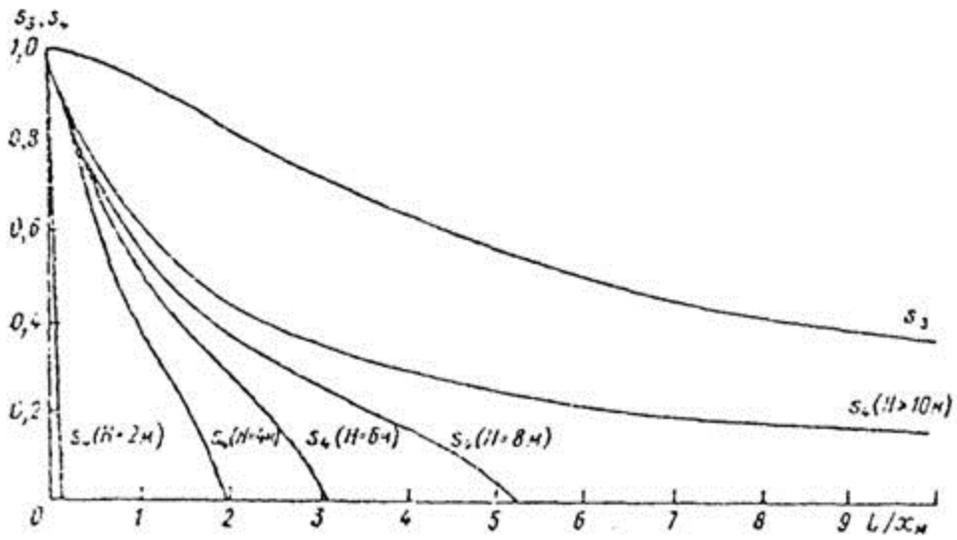


Рисунок 11

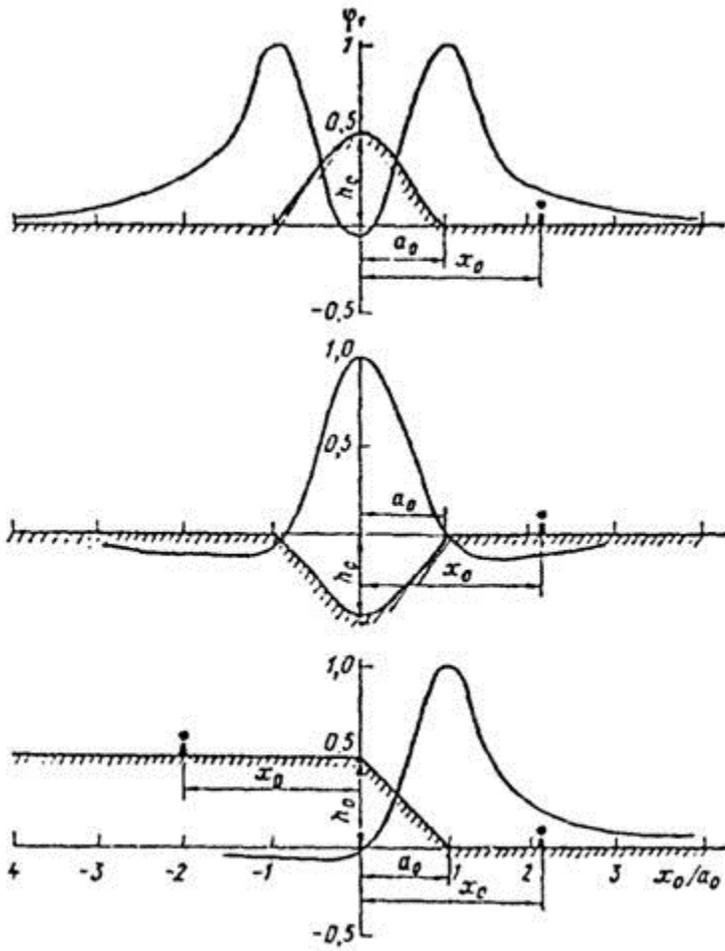


Рисунок 12

## Таблица по определению

$\eta$

m

$n_1$	Ложбина (впадина)				Уступ				Гряда (холм)			
	$n_2$											
	4-5	6-9	10-15	16-20	4-5	6-9	10-15	16-20	4-5	6-9	10-15	16-20
<0,5	4,0	2,0	1,6	1,3	3,5	1,8	1,5	1,2	3,0	1,5	1,4	1,2
0,6-1	3,0	1,6	1,5	1,2	2,7	1,5	1,3	1,2	2,2	1,4	1,3	1,0
1,1-2,9	1,8	1,5	1,4	1,1	1,6	1,4	1,2	1,1	1,4	1,3	1,2	1,0
3-5	1,4	1,3	1,2	1,0	1,3	1,2	1,1	1,0	1,2	1,2	1,1	1,0
>5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

### Расчетные формулы для определения концентраций вредных веществ от линейных и площадных источников при ветре вдоль или поперек источника

1. Распределение концентраций вредных веществ  $c$  на расстоянии  $x$  от центра линейного источника длиной  $L$  при ветре, направленном вдоль этого источника, в случае, когда скорость ветра равна  $u_M$ , определяется по формуле

$$c = (s_3' - s_5'') \frac{x_M' c_M'}{L},$$

(1)

где

$s_3'$

и

$s_5''$

- безразмерные коэффициенты, определяемые по графику для  $s_3$  на рисунке 1 согласно приложений, в зависимости от отношений

$$\frac{2x + L}{2x'_M}$$

и

$$\frac{2x - L}{2x'_M}$$

соответственно, причем по пунктирной линии в случае тяжелой примеси. Здесь значения  $c$

,

$M, X$

,

$M$  определяются согласно пунктам 27, 31.

При высотах источника  $H$  меньше 10 м безразмерный коэффициент  $s_3$  заменяется на безразмерный коэффициент  $s''_5$ :

$$s''_5$$

$$s''_5(t) = 0,125(H - 2) + 0,125(10 - H) \quad \text{при } t \leq 1;$$

(2a)

$$s''_5$$

$$s''_5 = s_3(t) + 0,125(10 - H) [1 - s_3(t)] \quad \text{при } t > 1,$$

(2б)

где  $s_3$  определяется по тому же аргументу  $t$  с помощью рисунка 1 согласно приложений.

При скорости ветра  $u$

$\neq$

$u_M$  значение  $c$  определяется по формуле

$$c = pr(s'_3 - s''_5) \frac{x'_M c'_M}{L},$$

(3)

где  $r$  и  $p$  определяются в соответствии с пунктами 16 и 17 по значению

$u/u'_M$

, а

$s'_3$

и

$s''_5$

соответственно по

$$\frac{2x + L}{2px'_M}$$

, и

$$\frac{2x-L}{2p x'_M}$$

2. Значение максимальной концентрации вредных веществ при ветре, направленном поперек линейного источника, определяется по формуле

$$c_M = \varepsilon_1 c'_M .$$

(4)

Здесь безразмерный коэффициент  $\varepsilon_1$  определяется по формулам:

$$\varepsilon_1 = 0,923\alpha \text{ при } \alpha \leq 0,255 ;$$

(5a)

$$\varepsilon_1 = \frac{1,13\alpha^2}{(\alpha+0,3)^2} \text{ при } 0,255 < \alpha \leq 2,32 ;$$

(5б)

$$\varepsilon_1 = \frac{\alpha^2}{\alpha^2 + 0,7} \text{ при } \alpha > 2,32 ,$$

(5в)

где

$$\alpha = \frac{x'_M}{L \sqrt{u'_M}} \text{ при } u'_M \leq 5 ;$$

(6a)

$$\alpha = 45 \frac{x'_M}{L} \text{ при } u'_M > 5 .$$

(6б)

Расстояние от линейного источника  $x_M$ , на котором достигается максимальная приземная концентрация вредных веществ  $c_M$ , определяется по формуле:

$$x_M = \varepsilon_2 x'_M ;$$

(7)

$$\varepsilon_2 = 3 \text{ при } \alpha \leq 0,25 ;$$

(8а)

$$\varepsilon_2 = \frac{1,5}{\sqrt{\alpha}} \text{ при } 0,25 < \alpha < 2,25 ;$$

(8б)

$$\varepsilon_2 = 1 \text{ при } \alpha > 2,25 .$$

(8в)

3. Распределение концентраций вредных веществ  $c$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) на расстоянии  $x$  (м) от центра линейного источника при ветре скоростью  $u$  (м/с), направленном поперек линейного источника, определяется по формуле

$$c = s_1 s_6 r c'_m .$$

(9)

При расчетах начало координат располагается в центре линейного источника, ось  $x$  направлена вдоль, а ось  $y$  - перпендикулярно направлению ветра.

Концентрация вредных веществ  $c_y$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) на расстоянии  $y$  (м) от оси факела определяется по формуле

$$c_y = \frac{r s_1}{2} \left[ \left( 1 + \frac{2y}{L} \right) s'_6 + \left( 1 - \frac{2y}{L} \right) s''_6 \right] c'_m .$$

(10)

Здесь  $s_1$  - безразмерный коэффициент, определяемый в соответствии с пунктом 18 по значению отношения

$$\frac{x}{p x'_m}$$

;  $r$ ,  $p$  - безразмерные коэффициенты, определяемые в соответствии с пунктами 16 и 17 по значению отношения

$$u/u'_m$$

;  $s_6$ ,  $s'_6$ ,  $s''_6$  - безразмерные коэффициенты, определяемые по формуле (11) или по рисунку 2 согласно приложений, в зависимости от значений  $L$  (м),  $(2y+L)$  (м) и  $(2y-L)$  (м), используемых при вычислении аргумента  $g$ :

$$s_6 = 0,57 g \left[ 1 - \frac{1}{\left( 1 + 0,44/g + 0,58/g^2 + 0,49/g^4 \right)^4} \right]$$

(11)

$$g = x/L \sqrt{u} \text{ при } u \leq 5 ,$$

(12a)

$$g = 0,45 x/L \text{ при } u > 5.$$

(12б)

Для  $g > 6,74$  функция  $s_6$  принимается равной 1.

Примечание.

На достаточно большом расстоянии от линейного источника, которому соответствует безразмерный коэффициент  $s_6$ , близкий к единице, линейный источник может рассматриваться как одиночный точечный источник с

$$c_{\mathcal{M}} = c'_{\mathcal{M}}$$

,

$$x_{\mathcal{M}} = x'_{\mathcal{M}}$$

,

$$u_{\mathcal{M}} = u'_{\mathcal{M}}$$

.

4. При ветре, направленном перпендикулярно одной из сторон площадного источника прямоугольной формы, концентрация (как на территории самого источника, так и за его пределами) рассчитывается по формуле:

$$c = \frac{c''_{\mathcal{M}}}{2L'} \{ g_1 [s_1(g_1, g_3) - s_1(g_1 - g_3, g_6)] + \\ + g_6 [s'_7(g_1, g_7) - s_7(g_1 - g_3, g_6)] \}.$$

(13)

где

$$g_1 = \frac{x}{x''_{\mathcal{M}}}; \quad g_2 = \frac{y}{x''_{\mathcal{M}}}, \quad g_3 = \frac{L_2}{x''_{\mathcal{M}}}, \\ g_4 = \frac{L'}{x''_{\mathcal{M}}}, \quad g_5 = \frac{1}{u_{\mathcal{M}}(2g_2 + g_4)^2}, \\ g_6 = \frac{1}{u_{\mathcal{M}}(2g_2 - g_4)^2}, \quad g_7 = 1 + \frac{2g_2}{g_4}, \quad g_8 = 1 - \frac{2g_2}{g_4},$$

(14)

$x$  и  $y$  - координаты расчетной точки в системе координат с началом в середине наветренного края источника;  $x''_{\mathcal{M}}$  - расстояние от одиночного входящего в рассматриваемую совокупность точечного источника, на котором при опасной скорости ветра  $u_{\mathcal{M}} = u''_{\mathcal{M}}$  достигается максимальная концентрация;

$c''_{\mathcal{M}}$

(мг/м<sup>3</sup>) - максимальная концентрация от одиночного точечного источника, которая имела бы место в том случае, если бы его выбросы равнялись полному выбросу М от площадного источника;

$L'$

- меньшее из значений  $x$  и  $L_2$ ;  $L_1$  и  $L_2$  - протяженности площадного источника

соответственно поперек и вдоль ветра; безразмерный коэффициент  $s_7(t_1, t_2)$  в зависимости от  $t_1$  и  $t_2$  определяется по рисунку 3 согласно приложений, (сплошные линии относятся к легкой, пунктирные - к тяжелой примеси).

Примечания.

1. За значение М для площадного источника принимается максимальный суммарный выброс с его территории с учетом в необходимых случаях неодновременности выбросов от отдельных точечных источников.

2. По формулам (13), (14) рассчитывается распределение концентрации при  $u$

$\neq$

$u_M$ . В этом случае

$c_M^*$

заменяется на

$c_{Mu}^*$

,  $X$

$r$

$M$  - на

$x_{Mu}^*$

,

$u_M$

- на  $u$ . Здесь

$$c_{Mu}^* = r c_M^*, x_{Mu}^* = p x_M^*,$$

безразмерные коэффициенты  $r$  и  $p$  определяются по отношению

$$u/u_M^*$$

в соответствии с пунктами 16, 17.

3. По приведенным формулам расчет концентраций производится для площадных источников, у которых

$$L_1/x_M^*$$

и

$$L_2/x_M^*$$

не превышает 10. При размерах площадных источников, превышающих указанные значения, они должны разбиваться на несколько площадных источников меньшей площади.

4. Расчеты по формулам Приложения 3 производятся, как правило, без применения ЭВМ.

Рисунки по определению коэффициентов

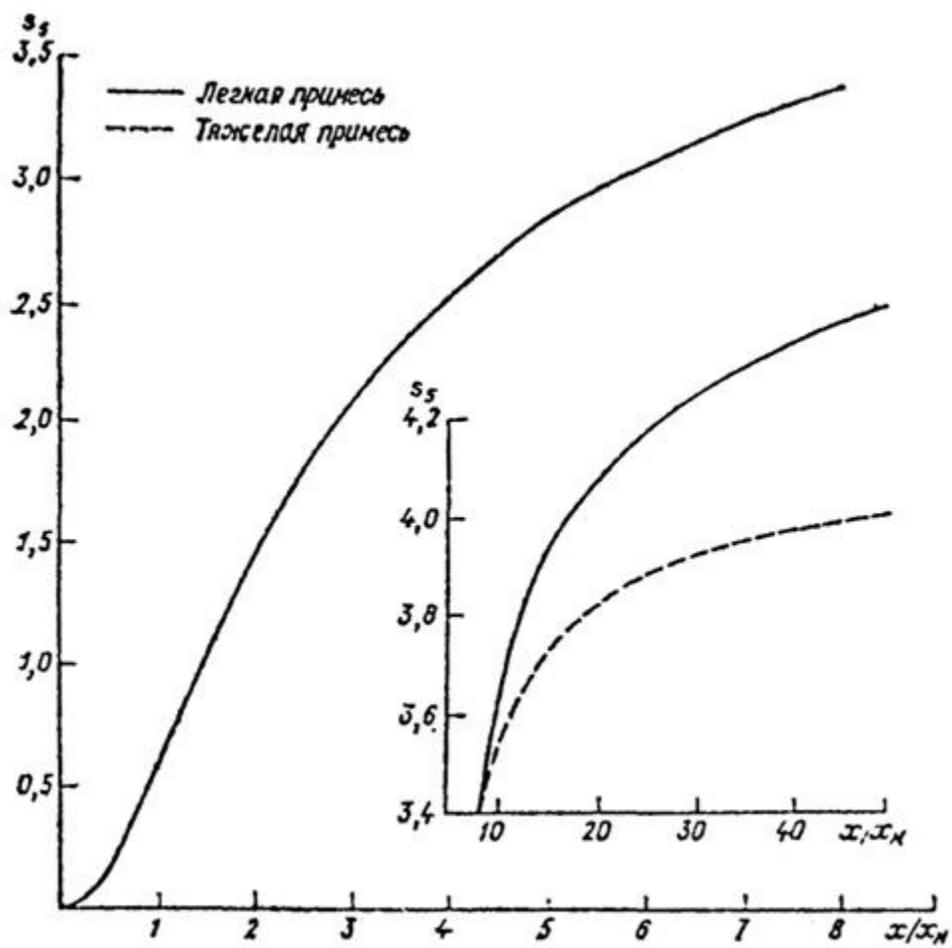


Рисунок 1

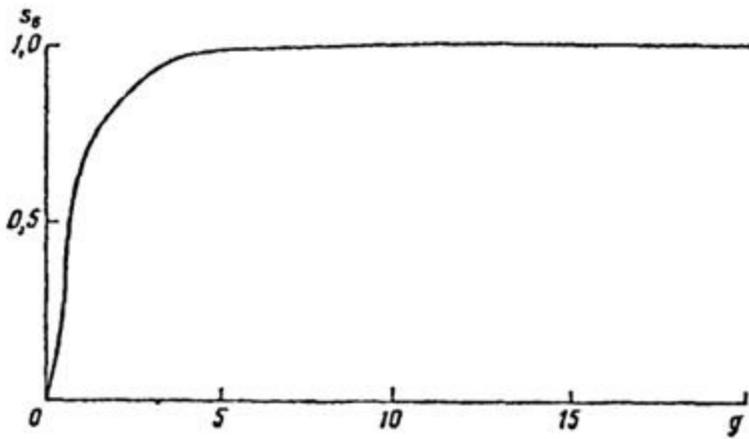


Рисунок 2

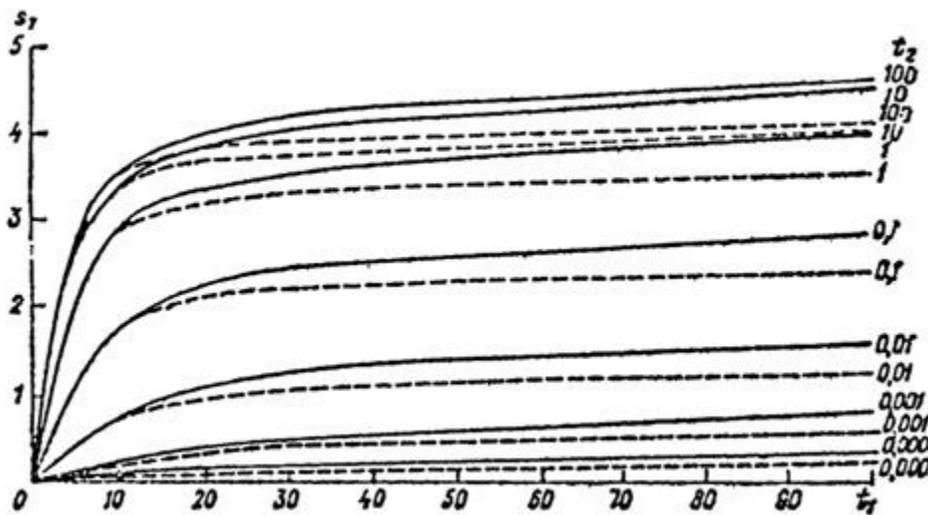


Рисунок 3

## Расчет загрязнения воздуха на промплощадке с учетом влияния застройки

### 1. Основные расчетные характеристики.

1. Влияние застройки (зданий и сооружений) на загрязнение воздуха связано с изменением характера воздушных течений вблизи здания. При обтекании отдельных зданий и их групп могут образовываться ветровые тени (застойные зоны) с близкой к нулю средней скоростью ветра и интенсивным турбулентным перемешиванием. Формулы настоящего приложения предназначены для расчета приземных

концентраций в слое 0-2 м и вертикального распределения концентраций в приземном слое воздуха (включая расчет концентраций у стен и крыш зданий) с учетом влияния застройки.

Учет влияния застройки осуществляется для источников средней высоты, низких и наземных источников (смотрите пункт 3). Расчет загрязнения воздуха от высоких источников, как правило, производится без учета влияния застройки, за исключением случаев, предусмотренных пунктом 7 Приложения 4.

Примечание.

Классификация источников производится в соответствии с пунктом 3 настоящей Методики; причем за  $H$  принимается высота устья над уровнем подстилающей поверхности.

2. Для каждого из рассматриваемых источников перед выполнением расчетов с учетом застройки определяются по формулам раздела 2 значения максимальной концентрации  $c_m$ , а также расстояния  $x_m$  и опасной скорости  $u_m$ , при которых достигается концентрация  $c_m$  при отсутствии застройки.

3. Расчет загрязнения воздуха с учетом влияния застройки производится в случаях, когда здание удалено от источника на расстояние менее  $x_m$ , или когда источник расположен на здании или в зонах возможного образования ветровых теней (пункт 5 Приложения 4). При этом высота здания  $H_z$  должна быть не менее 0,4 высоты источника  $H$  ( $H_z \geq 0,4H$ ). Если здание удалено от источника на расстояние большее, чем  $0,5x_m$ , и основание источника не размещается в зоне возможного образования ветровой тени, то учет влияния застройки производится в случаях, когда высота здания превышает 0,7 высоты источника ( $H_z > 0,7H$ ).

Примечания.

1. Как правило, не подлежат учету здания и сооружения высотой менее 5 м, а также здания и сооружения, максимальный линейный размер которых по горизонтали не превосходит 10 м.

2. Учет сооружений производится в случае, если их коэффициент заполнения, определяемый согласно СНиП II-6-74 "Нагрузки и воздействия", не ниже 0,5.

4 Рассматриваемое здание, как правило, аппроксимируется параллелепипедом (рисунки 1 согласно приложений) высотой  $H_z$ , длиной

$L'_z$   
(размер наибольшей стороны основания) и шириной  $L''_z$ . Высота  $H_z$  определяется по формуле

$$H_3 = \frac{V_3}{S_0},$$

(1)

где  $V_3$  - фактический объем здания,  $S_0$  - фактическая площадь основания. Значения  $L'$

и  $L'_{III}$  должны удовлетворять условию  $L'$

$L'_{III} = S_0$ , а положение боковых сторон аппроксимирующего параллелепипеда выбирается так, чтобы они были близки к стенам зданий.

Примечания.

1. В случае зданий сложной конфигурации (рисунок 2 согласно приложений) они аппроксимируются несколькими параллелепипедами. При этом расчет приземных концентраций производится согласно пункту 5 Приложения 4 как для совокупности зданий.

2. Для зданий, имеющих в плане форму, близкую к правильному многоугольнику или кругу, в качестве основания аппроксимирующего параллелепипеда берется квадрат

5. Для каждого здания при заданном направлении ветра различаются три основных типа ветровых теней (рисунок 3 а, согласно приложений): подветренная (I), на крыше (II) и наветренная (зона подпора) (III). Максимальные значения  $H_I$ ,  $H_{II}$ ,  $H_{III}$  высоты над уровнем земли ветровых теней указанных типов и их протяженности  $L_I$ ,  $L_{II}$ ,  $L_{III}$  определяются формулами:

$$H_I = H_3, \quad L_I = 4L^*,$$

(2а)

$$\text{при } L_0 \leq 2L^* : H_{II} = H_3 + 0,4L_0, \quad L_{II} = L_0,$$

(2б)

$$\text{при } L_0 > 2L^* : H_{II} = H_3 + 0,4L^*, \quad L_{II} = L^*,$$

(2в)

$$H_{III} = 0,5L^*, \quad L_{III} = L^*,$$

(2г)

где

$$L^* = H_3 \text{ при } H_3 \leq L_{ш},$$

$L'_{III}$  (3а)

$$L^* = L_{III} \text{ при } H_3 > L_{III} \text{ (3б)}$$

Размеры  $L$

$L_{III}$  устанавливаются в зависимости от направления ветра. В случаях, когда ветер направлен по перпендикуляру к стене здания, длина этой стены принимается за  $L_{III}$ , а длина смежной стены - за  $L$

(рисунок 3 б, согласно приложений). В остальных случаях  $L$

$L_{III}$  устанавливаются в соответствии с пунктом 10 Приложения 4.

Границы ветровых теней устанавливаются по графикам, приведенным на рисунке 3 в-д, согласно приложений, или по формулам:

$$h_I(x) = H_1, f_I = H_1 \left[ 1 - \left( \frac{x}{4L^*} \right)^2 \right] \text{ при } 0 \leq x \leq 4L^*,$$

(4а)

$$h_{II}(x) = H_2 + L^* f_{II} = H_2 + L^* 1,6 \frac{x}{L_{II}} \left( 1 - \frac{x}{L_{II}} \right) \\ \text{при } 0 < x < L_{II},$$

(4б)

$$h_{III}(x) = L^* f_{III} = L^* \frac{1 - x/L^*}{2 + x/L^*} \text{ при } 0 \leq x \leq L^*,$$

(4в)

где  $x$  - расстояние вдоль направления ветра от расчетной точки до стены здания. Если ветровые тени здания, которые необходимо учесть в расчетах, пересекаются, то образуется объединенная тень, конфигурация которой определяется согласно пункту 5б Приложения 4.

Примечания.

1. В отдельных случаях возможен более детальный учет взаимодействия ветровых теней с использованием пункта 9 Приложения 4.

2. Если высота ветровых теней  $H_3$  (в зонах I, II, III) окажется менее 2 м, то принимается  $H_3 = 2$  м.

6. В общем случае при наличии застройки максимальное значение приземной концентрации

$\hat{c}_m$

определяется через максимальную концентрацию  $c_M$ , полученную без учета влияния застройки

(смотрите пункт 2 Приложения 4), по формуле

$$\hat{c}_M = c_M \hat{\eta}_M,$$

(5)

где

$$\hat{\eta}_M$$

- поправка, учитывающая влияние застройки. Концентрация

$$\hat{c}_M$$

достигается на расстоянии  $x_M$  от источника при опасной скорости ветра

$$\hat{u}_M$$

и опасном направлении ветра.

7. Для высоких источников учет влияния застройки производится по схеме, изложенной в разделах 2-9 данного Приложения, по согласованию с органами Казгидромета в отдельных случаях (например, при размещении источников вблизи здания, высота которого превышает высоту источников).

## 2. Расчет максимальных концентраций от одиночного точечного источника в случае одного здания

### 8. Порядок определения

$$\hat{c}_M$$

устанавливается в зависимости от расположения источника относительно здания. При размещении основания источника в зонах возможного образования подветренной тени при перпендикулярном к стене здания направлении ветра (смотрите, например, рисунок 4 а согласно приложений),

$$\hat{c}_M$$

определяется в соответствии с пунктом 9 Приложения 4. При размещении основания источника в зонах, где ветровые тени образуются только при направлении ветра, составляющем острый угол с нормалью к одной из стен здания (смотрите, например, рисунок 4 б согласно приложений),

$$\hat{c}_M$$

определяется в соответствии с пунктом 10 Приложения 4. Если основание источника располагается вне зон возможного образования ветровой тени на удалении до  $1,5L^*$  от их границы  $x_?$  (рисунок 4 в, г согласно приложений), то расчет

$$\hat{c}_M$$

производится в соответствии с пунктом 11 Приложения 4. В остальных случаях расчет максимальных концентраций производится без учета влияния зданий, т. е.

$$\hat{c}_M$$

$$= c_M.$$

9. При размещении основания источника в зонах возможного образования ветровых теней при перпендикулярном к стене здания направлении ветра (рисунок 4 д согласно приложений) максимальная приземная концентрация достигается при опасном направлении ветра, соответствующем переносу воздуха по перпендикуляру от здания к источнику. В этом случае

$$\hat{\eta}_M = \mathfrak{A}_1 \zeta_M + s_1 (1 - \xi_M),$$

(6)

где

$$\mathfrak{A}_1 = r_3 \hat{\eta} s.$$

(7)

Коэффициенты в формулах (6) и (7) являются безразмерными. Коэффициент  $r_3$  описывает влияние различия в опасных скоростях ветра при наличии здания (

$$\hat{u}_M$$

) и при его отсутствии ( $u_M$ ), коэффициент

$$\hat{\eta}$$

- изменение структуры воздушного потока при наличии застройки, коэффициенты  $s$  и

$$\zeta$$

$\zeta_M$  - влияние турбулентной диффузии внутри тени и колебаний направления ветра.

Коэффициент  $s_1$  имеет тот же смысл, что и в соответствующих формулах раздела 2.

Для определения коэффициента  $r_3$  предварительно вычисляется опасная скорость ветра

$$\hat{u}_M$$

по формулам (2.16а)-(2.17в). При этом, если высота источника  $H$  меньше высоты зоны ветровой тени  $H_B$  в точке расположения источника, т. е.  $H < H_B$ , (рисунок 5 а согласно приложений), то расчет входящих в указанные формулы значений  $v_M$  и  $f$  производится

при замене высоты источника  $H$  на высоту зоны тени  $H_B$ . Далее коэффициент  $r_3$  определяется в зависимости от

определяется в зависимости от

$$\hat{u}_M / u_M$$

по графику, приведенному на рисунке 6 согласно приложений, или по формулам:

$$r_3 = 0,67 \left( \frac{\hat{u}_M}{u_M} \right) + 1,67 \left( \frac{\hat{u}_M}{u_M} \right)^2 - 1,34 \left( \frac{\hat{u}_M}{u_M} \right)^3 \quad \text{при} \quad \frac{\hat{u}_M}{u_M} \leq 1,$$

(8a)

$$r_3 = \frac{3\hat{u}_m/u_m}{2(\hat{u}_m/u_m)^2 - \hat{u}_m/u_m + 2} \quad \text{при } \frac{\hat{u}_m}{u_m} > 1.$$

(8б)

Если  $H > H_B$  (рисунок 5 б согласно приложений), то

$$\hat{u}_m = u_m$$

$$\text{и } r_3 = 1.$$

При  $H > H_B$  коэффициент

$\tilde{\eta}$

определяется по графику, приведенному на рисунке 7 согласно приложений, или по формуле

$$\tilde{\eta} = 1 + \frac{1}{1 + 16(H/H_e - 1)^2} \quad \text{при } H \geq H_e$$

(9)

в зависимости от отношения  $H/H_B$ . При  $H < H_B$  принимается значение

$\tilde{\eta}$

, соответствующее  $H = H_B$ .

Если

$\tilde{\eta}$

$$< 1,4 \quad (10)$$

то при расчетах принимается:

$$\hat{\eta}_m = 1, \quad \hat{c}_m = c_m, \quad \hat{u}_m = u_m, \quad \hat{x}_m = x_m.$$

(11)

Коэффициент  $s$  в (7) определяется по графику, приведенному на рисунке 8 согласно приложений, или по формулам:

$$s = 0,6t_1^4 - 2t_1^3 + 2t_1^2 \quad \text{при } 0 \leq t_1 < 1;$$

(12a)

$$s = \frac{62,2}{64 + t_1^2} - \frac{0,357}{t_1} \quad \text{при } 1 \leq t_1 \leq 8;$$

(12б)

$$s = \frac{t_1(t_1 - 1) + 14,7}{t_1[1,62t_1(t_1 - 1) + 2,09]} + \frac{0,51(t_1 - 4,92)^2}{t_1(t_1 - 3,63)^2} + \frac{3,04}{t_1}$$

при  $8 < t_1 \leq 50$  ;

(12в)

$$s = \frac{4,93}{t_1 + 10} \quad \text{при } t_1 > 50$$

(12г)

в зависимости от аргумента:

$$t_1 = \frac{L_T \sqrt{\eta}}{1,1 p_3 x_M},$$

(13)

где при  $H < H_B$  коэффициент  $p_3$  устанавливается в зависимости от отношения  $\hat{u}_M / u_M$  по графику, приведенному на рисунке 6 согласно приложений, или по формулам:

$$p_3 = 3 \quad \text{при } \frac{\hat{u}_M}{u_M} \leq 0,25 ;$$

(14а)

$$p_3 = 8,43 \left( 1 - \frac{\hat{u}_M}{u_M} \right)^5 + 1 \quad \text{при } 0,25 < \frac{\hat{u}_M}{u_M} \leq 1 ;$$

(14б)

$$p_3 = 0,32 \frac{\hat{u}_M}{u_M} + 0,68 \quad \text{при } \frac{\hat{u}_M}{u_M} > 1 ,$$

(14в)

а при  $H > H_B$  принимается  $p_3 = 1$ . Если при этом

□  
 $\frac{1}{1} \leq 1$ , где

□  
 $\frac{1}{1}$  определяется по формуле (7), то принимаются соотношения (11).

Для низких источников (т. е. при  $H < 10$ м), коэффициент  $s$  в (7) заменяется на  $s_L$ , где  $s_L$  определяется по формулам:

$$\begin{aligned}
s_L &= 1 \quad \text{при } t_1 \leq 1 \text{ и } H \leq 2 \text{ м}; \\
s_L &= 0,125(10 - H) + 0,125(H - 2)s \quad \text{при } t_1 \leq 1 \text{ и } 2 < H < 10 \text{ м}; \\
s_L &= s + \frac{0,4}{t_1} \quad \text{при } t_1 > 1 \text{ и } H \leq 2 \text{ м}; \\
s_L &= s + \frac{0,05(10 - H)}{t_1} \quad \text{при } t_1 > 1 \text{ и } 2 < H < 10 \text{ м}.
\end{aligned}$$

(15)

Для определения

ζ

м предварительно по рисунку 9 согласно приложений или по формулам:

$$\varphi_x = 136,5t_2^4 - 364t_2^3 + 273t_2^2 \quad \text{при } t_2 \leq 1,$$

(16а)

$$\varphi_x = 18 + \frac{28}{1 + 0,02t_2^3} \quad \text{при } t_2 > 1$$

(16б)

находится вспомогательный угол

φ

к (в градусах) в зависимости от отношения

$$t_2 = L_{III}/L$$

(17)

Безразмерный коэффициент

ζ

м определяется по рисунку 10 согласно приложений или по формуле:

$$\zeta_m = 1 - \frac{1}{(1 + 2,9 \cdot 10^{-3} t_3 + 2,5 \cdot 10^{-5} t_3^2 + 9,2 \cdot 10^{-10} t_3^4)^4}$$

(18)

в зависимости от аргумента  $t_3$ :

$$t_3 = \varphi_x \sqrt{\hat{u}_m} \quad \text{при } \hat{u}_m \leq 5 \text{ м/с},$$

(19а)

$$t_3 = 2,24 \varphi_x \quad \text{при } \hat{u}_m > 5 \text{ м/с}.$$

(19б)

Если значение

ζ

м удовлетворяет неравенству

$\zeta$

$$m \leq 0,05 \quad (20)$$

то принимаются соотношения (11).

При  $H/H_B \geq 1$  принимается

$$s_1 = 1 \quad (21)$$

При  $H/H_B < 1$  коэффициент  $s$  определяется в зависимости от отношения

$$\zeta^\varepsilon = \frac{x_m}{p_1 x_m}$$

(22)

Если

$\zeta^\varepsilon$

$\geq 1$ , то коэффициент  $s_1$  находится по формуле (21), а при

$\zeta^\varepsilon$

$< 1$  коэффициент  $s_1$  находится по рисунку 11 согласно приложений в зависимости от отношения

$$\zeta^\varepsilon = \frac{x_\varepsilon}{p_1 x_m}$$

или по формуле (2.23а)

Расстояние

$\hat{x}_m$

от источника до точки, в которой достигается максимум приземной концентрации

$\hat{c}_m$

, в случае

$\zeta^\varepsilon$

$\geq 1$  определяется по формуле:

$$\hat{x}_m = p_1 x_m,$$

(23)

а в случае

$\zeta^\varepsilon$

$< 1$  по формулам:

$$\hat{x}_m = x_\varepsilon \quad \text{при} \quad H/H_\varepsilon \leq 1,$$

(24а)

$$\hat{\chi}_m = \frac{1 + \zeta_m (\mathcal{A}_1 \xi - 1)}{1 + \zeta_m (\mathcal{A}_1 - 1)} \chi_m \quad \text{при } H/H_e > 1.$$

(24б)

Примечание.

Если рассчитанное значение

$\hat{\eta}_m$

удовлетворяет условию

$$\hat{\eta}_m \leq 1,$$

(25)

то принимается соотношение (11).

10. В тех случаях, когда основание источника находится в зонах, где образование подветренной тени возможно только при направлении ветра, отличном от направления нормалей к стенам здания (смотрите рисунок 4 б согласно приложений), максимальная приземная концентрация

$\hat{c}_m$

достигается при опасном направлении ветра, соответствующем переносу воздуха к источнику от ближайшего к нему угла здания. Расчет

$\hat{\eta}_m$

производится при этом по формулам пункта 9 Приложения 4 со следующими изменениями:

для определения того, какая из сторон здания при указанном направлении ветра является подветренной, через центр здания (рисунок 12 а согласно приложений) проводится прямая, ориентированная вдоль направления ветра. Если эта прямая находится внутри или на границах угла, который образован диагоналями, примыкающими к более длинной стороне здания (например, к стороне CD на рисунке 12 а согласно приложений), то данная сторона рассматривается как подветренная и ее длина обозначается  $L_{III}$ , а длина смежной стороны -  $L$ .

В противном случае подветренной является более короткая сторона здания.

Полученное значение  $L_{III}$  используется для определения  $L^*$  по формуле (3)

Приложения 4;

величина

$\zeta$

м вычисляется из соотношений:

$$\zeta_m = 0,5(\zeta' + \zeta'') \quad \text{при } \gamma \leq \varphi_k,$$

(26а)

$$\zeta_m = 0,5(\zeta' + \zeta'') \text{ при } \gamma > \varphi_k ,$$

(26б)

где

$\gamma$

- положительный острый угол (в градусах) между опасным направлением ветра и нормалью к стене здания (рисунок 12 а согласно приложений). Здесь

$\zeta'$

находится по графику, приведенному на рисунке 10 согласно приложений, или по формуле (18) как значение

$\zeta$

м, вычисленное по аргументу  $t_3$  (формула (19) при замене

$\varphi$

к на

$\varphi$

к +

$\gamma$

, а

$\zeta''$

вычисляется аналогичным образом при замене

$\varphi$

к на

$|\varphi_k - \gamma|$ .

11. Для источников, основание которых расположено вне зоны возможного образования подветренной тени (рисунок 4 в, г, согласно приложений), опасное направление ветра соответствует переносу воздуха от здания к источнику по нормали (рисунок 4 в, согласно приложений) или по направлению от ближайшего угла здания (рисунок 4 г, согласно приложений). Если при этом расстояние от источника до границы ветровой тени  $x_B$  (рисунок 4 в, г, согласно приложений) удовлетворяет условию  $x_B \leq 1,5 L^*$  (где  $L^*$  определяется в соответствии с пунктом 10 Приложения 4), то

$$\hat{\eta}_m = \hat{\eta}_{me} - \frac{1,5 x_B}{L^*} (\hat{\eta}_{me} - 1),$$

(27)

$$\hat{x}_m = \hat{x}_{me} + \frac{1,5 x_B}{L^*} (x_m - \hat{x}_{me}),$$

(28)

где

$\hat{\eta}_{me}$

И

$$\hat{x}_{\text{нв}}$$

определяется в соответствии с пунктами 9, 10 Приложения 4 как значения

$$\hat{\eta}_{\text{н}}$$

И

$$\hat{x}_{\text{н}}$$

для источника, расположенного на границе зоны ветровой тени (т. е. в точке с координатой  $x_{\text{в}}$ ). При  $x_{\text{в}} > 1,5L^*$  принимается

$$\hat{\eta}_{\text{н}}$$

$$= 1.$$

12. При размещении основания источника на крыше здания производится расчет

$$\hat{\eta}_{\text{н}}$$

для двух случаев, в которых направление ветра совпадает с направлением нормали к двум наименее удаленным от источника стенам здания (рисунок 13 а, согласно приложений). Далее, из полученных значений выбирается максимальное, а соответствующее ему направление ветра принимается за опасное.

Расчет

$$\hat{\eta}_{\text{н}}$$

для каждого из двух указанных направлений ветра производится по формулам пункта 9 Приложения 4 со следующими изменениями:

высота зоны ветровой тени заменяется на высоту здания

$$H_{\text{в}} = H_{\text{з}}; \quad (29)$$

принимается опасная скорость ветра

$$\hat{u}_{\text{н}} = u_{\text{н}}; \quad r_{\text{з}} = p_{\text{з}} = 1;$$

$s$  в формуле (7) заменяется на коэффициент

$$\tilde{s}$$

, определяемый по формулам

$$\tilde{s} = s \quad \text{при} \quad L_{\text{д}} < 2L^*,$$

$$(30a)$$

$$\tilde{s} = \frac{x_{\text{в}} s_{\text{в}} - x_{\text{н}} s_{\text{н}}}{x_{\text{в}} - x_{\text{н}}} \quad \text{при} \quad L_{\text{д}} \geq 2L^*.$$

$$(30б)$$

Здесь  $x_{\text{н}}$  и  $x_{\text{в}}$  - расстояния от источника до наветренного и подветренного краев подветренной тени (рисунок 13 в, согласно приложений), а  $s_{\text{н}}$  и  $s_{\text{в}}$  - вычисляются по формулам (13 а-13 г) или по графику, приведенному на рисунок 8 согласно приложений, как значения  $s$  при значениях аргумента  $t_1$ , вычисленных по формуле (13)

при замене  $L_1$  на  $x_H$  и  $x_B$  соответственно. Формула (30) используется также в случае низких источников для определения коэффициента

$\tilde{s}_L$ , который подставляется в (7) вместо  $s_L$ , вычисленного по формулам (13а-13г) (при этом в правой части (30) коэффициенты  $s$ ,  $s_B$  и  $s_H$  заменяются на соответствующие значения  $s_L$ ).

Примечания.

1. В отдельных случаях опасное направление ветра может быть установлено до проведения расчетов. Так, например, если источник располагается у более длинного края крыши, то опасным является направление ветра по нормали к ближайшей стене здания в сторону подветренной тени (смотрите рисунок 13 б, согласно приложений).

2. Если значение

$\hat{x}_M$ , определяемое по формулам (23)-(24), окажется соответствующим точке поверхности крыши, то максимум приземной концентрации достигается непосредственно вблизи подветренной стены здания. В таком случае в формуле (6) Приложения 4 значение  $s_1$  определяется по графику, приведенному на рисунке 4 согласно приложений 1 к настоящей Методике, или по формулам (2.23) в зависимости от аргумента  $/x_M$  и принимается

$\hat{x}_M = x_e$   
(рисунок 13 в, согласно приложений).

### **3. Расчет распределения концентрации от одиночного точечного источника при произвольных скоростях и направлениях ветра.**

13. Расчет распределения концентрации от точечного источника с учетом влияния застройки при заданных скорости и направлении ветра выполняется для ограниченных участков промплощадки при решении отдельных вопросов, таких, как размещение воздухозаборов, а также как составная часть расчета загрязнения воздуха на промплощадке от совокупности большого числа источников (смотрите пункт 6 Приложения 4).

До проведения расчетов на плане местности через источник проводится прямая линия, ориентированная вдоль ветра (смотрите рисунок 12 а, согласно приложений). Если эта линия не пересекает основание здания, то расчет распределения приземных концентраций производится по формулам раздела 2 без учета влияния здания. В случае пересечения здания линией на плане (рисунок 12 а, согласно приложений) учитывается влияние застройки. При этом определяется длина подветренной стороны здания в соответствии с пункт 10 Приложения 4.

Приземная концентрация при произвольных значениях скорости и направления ветра рассчитывается по формуле

$$\hat{c} = c_m r \hat{\eta} ,$$

(31)

где концентрация  $c_m$  рассчитывается в соответствии с пункт 2 Приложения 4, а коэффициент  $r$  определяется в зависимости от отношения

$$u/\hat{u}_m$$

по графику для  $r_3$ , приведенному на рисунке 6 согласно приложений. Опасная скорость ветра

$\hat{u}_m$   
с учетом влияния застройки определяется в соответствии с пунктами 9-12 Приложения 4.

Схема расчета коэффициента

$\hat{\eta}$

выбирается в зависимости от того, находится ли устье источника в подветренной или наветренной тени, расположен ли источник на крыше здания, над зонами ветровой тени, с наветренной или подветренной стороны от указанных зон.

Построение границ зон ветровой тени осуществляется в соответствии с пунктом 5 Приложения 4. При этом строится сечение здания вертикальной плоскостью, проходящей через источник и ориентированной вдоль направления ветра (смотрите рисунок 12 а, согласно приложений), и в соответствии с пунктом 5 Приложения 4 определяются границы наветренной и подветренной зон ветровой тени.

Примечание.

В пределах зон ветровой тени концентрация примеси отличается от нуля не только с подветренной стороны, но и с наветренной стороны от источника и определяется приводимыми ниже формулами.

При размещении основания источника в зоне подветренной тени (рисунок 12 б, согласно приложений) значение

$\hat{\eta}$

в точке, расположенной на расстоянии  $x$  от источника вдоль оси факела и на удалении  $y$  от этой оси, определяется по формуле:

$$\hat{\eta} = (1 - \zeta) s_1 s_2 + \zeta s' .$$

(32)

Коэффициент

$\zeta$

, зависящий от скорости ветра и и положительного острого угла

$\gamma$

между направлением ветра и нормалью к подветренной стене здания (рисунок 12 а, согласно приложений), определяется по той же формуле (26), что и

$\zeta$

причем значение  $t_3$  вычисляется по формуле (19) с заменой

$u_{ж}'$

на  $u$ . При этом, как и ранее,

$\varphi$

определяется по рисунку 9 согласно приложений или по формулам (16а), (16б).

Коэффициент  $s_1$  находится по формулам (2.23а) - (2.23г) или графикам, приведенным на рисунке 4 а-в, согласно приложений в зависимости от отношения  $x/p x_M$ . Здесь безразмерный коэффициент  $p$  определяется в зависимости от отношения  $u/u_M$  по формулам (2.21а) - (2.21в) или по графику, приведенному на рисунке 3 согласно приложений.

Коэффициент  $s_2$  находится по формуле (2.27) или по графику, в зависимости от отношений

$$t_y = \frac{u y^2}{x^2} \text{ при } u \leq 5 \text{ м/с ,}$$

(33а)

$$t_y = \frac{5 y^2}{x^2} \text{ при } u > 5 \text{ м/с .}$$

(33б)

Коэффициент

$s'$

находится по формулам:

$$s' = \mathfrak{A}_1 \bar{s}_2 \text{ при } x < x_e ,$$

(34а)

$$s' = \mathfrak{A}_1 \bar{s}_2 (1 - s'') + s_1 s_2 s'' \text{ при } x_e < x \leq L' ,$$

(34б)

$$s' = s_1 s_2 \text{ при } x > L' .$$

(34в)

Здесь

$$L' = p x_M \text{ при } x_e + 5 H_e \leq p x_M ,$$

(35a)

$$L' = x_e + 5H_e \quad \text{при } x_e + 5H_e > p x_m ,$$

(35б)

$$s'' = \frac{2(x - x_e)}{p x_m + x - 2x_e} \quad \text{при } x_e + 5H_e \leq p x_m ,$$

(36a)

$$s'' = \frac{x - x_e}{2H_e + 0,6(x - x_e)} \quad \text{при } x_e + 5H_e > p x_m .$$

(36б)

Коэффициент  $s_1$  вычисляется по формуле (7), причем величины

$\tilde{\eta}$

,  $s$  и  $r_3$  определяются согласно пункту 9 Приложения 4. Если  $s_1 < 1$ , то принимается  $s_1 = 1$ .

Коэффициент  $s_1$  в формуле (34б) вычисляется при значении  $x = L$

.

. Коэффициент

$\tilde{s}_2$

при  $x \leq x_B$  (т. е. внутри зоны подветренной тени (смотрите рисунок 12 б, согласно приложений) вычисляется по формулам:

$$\tilde{s}_2 = 1 \quad \text{при } -L^*/2 \leq y \leq L^*/2 ,$$

(37a)

$$\tilde{s}_2 = 0 \quad \text{при } |y| > L^*/2 .$$

(37б)

При  $x > x_B$  коэффициент

$\tilde{s}_2$

находится по формуле (2.27) или по графику, приведенному на рис 2.6, как значение  $s_2$ , соответствующее аргументу:

$$t_y = \frac{u y^2}{(x - x_e + 2,24 L^* \sqrt{u})^2} \quad \text{при } u \leq 5 \text{ м/с} ,$$

$$t_y = \frac{5 y^2}{(x - x_e + 5 L^*)^2} \quad \text{при } u \leq 5 \text{ м/с} .$$

(38)

14. При размещении основания источника в зоне подпора (наветренной тени) (смотрите рисунок 12 в, согласно приложений) коэффициент

также рассчитывается по формуле (32). При этом величины

$\zeta$

$\eta$

,  $s_1$  и  $s_2$  определяются в соответствии с пунктом 13 Приложения 4.

Коэффициент

$s'$

находится по формулам:

$$s' = \tilde{\mathfrak{A}}_1 \tilde{s}_2 \text{ при } x < x_n ,$$

(39а)

$$s' = \tilde{\mathfrak{A}}_1 \tilde{s}_2 \text{ при } x_n < x \leq x_e ,$$

(39б)

$$s' = \tilde{\mathfrak{A}}_1 \tilde{s}_2 (1 - s'') + s_1 s_2 s'' \text{ при } x_e < x \leq L' ,$$

(39в)

$$s' = s_1 s_2 \text{ при } x > L' ,$$

(39г)

где

$\tilde{\mathfrak{A}}_1$

вычисляется по формуле (7), а

$\tilde{\mathfrak{A}}_1$

- по аналогичной формуле с заменой  $s$  на

$\tilde{s}$

:

$$\tilde{\mathfrak{A}}_1 = r_1 \tilde{\eta} \tilde{s} ,$$

(40)

причем

$$\tilde{s} = \frac{x_e s_e - x_n s_n}{x_e - x_n} .$$

(41)

В случае низких источников вместо  $s$  и

$\tilde{s}_L$

используются значения  $s_L$  и

$\tilde{s}_L$

. Здесь  $x_H$  и  $x_K$  - координаты начала и конца здания относительно источника, а  $x_B$  - координата подветренного края подветренной тени относительно источника (рисунок 12 в, согласно приложений).

Коэффициенты  $s_B$  и  $s_H$  вычисляются по формулам (12а)-(12г) или по графику, приведенному на рисунке 8 согласно приложений, как значения  $s$ , соответствующие аргументу  $t_1$ , определенному по формуле (13) при замене  $L_I$  на  $x_B$  и  $x_K$  соответственно. Для низких источников при этом используется формула (15).

Коэффициент  $r_3$  определяется способом, изложенным в пункте 9 Приложения 4.

Коэффициент  $s$ , входящий в

$\tilde{s}_I$

в (39), определяется по формулам (12в)-(12г) или по графику, приведенному на рисунке 8 согласно приложений, в зависимости от отношения  $t_1$ , вычисленного по формуле (13) с заменой  $L_I$  на  $L_{III}$ , где  $L_{III}$  - длина наветренной зоны ветровой тени (смотрите пункт 5 Приложения 4). Коэффициент  $s_L$  определяется аналогично по формуле (15).

Коэффициент  $s_1$ , в формуле (39в), вычисляется при значении

$$x = L'$$

.

Если

$\tilde{s}_I$

$< 1$ , то принимается

$\tilde{s}_I$

$= 1$ . При этом вычисление параметра  $t_1$  по формуле (13) производится с

использованием значения  $p_3$ , определяемого по графику, приведенному на рисунке 14 согласно приложений, или по формулам:

$$p_3 = 1 \text{ при } s\tilde{\eta} \leq 1,$$

(42а)

$$p_3 = 1 + 8,43 \left( 0,965 - \frac{0,875}{s\tilde{\eta}} - \frac{0,08}{s^2 \tilde{\eta}^2} \right) \text{ при } 1 < s\tilde{\eta} < 4,35,$$

(42б)

$$p_3 = 3 \text{ при } s\tilde{\eta} > 4,35.$$

(42в)

Величина

$L'$   
и коэффициенты  
 $s''$

и  
 $\tilde{s}_2$

вычисляются по формулам (35) - (37).

15. При расположении источника на крыше здания (рисунок 12 е, согласно приложений) величина

$\eta$   
также рассчитывается по формуле (32). При этом величины

$\zeta$   
,  $s_1$  и  $s_2$  определяются в соответствии с пунктом 13 Приложения 4. Коэффициент  $s_1$  находится по формулам:

$$s' = \mathfrak{A}_1 \tilde{s}_2 \text{ при } x < x_e ,$$

(43а)

$$s' = \tilde{\mathfrak{A}}_1 \tilde{s}_2 (1 - s'') + s_1 s_2 s'' \text{ при } x_e \leq x \leq L' ,$$

(43б)

$$s' = s_1 s_2 \text{ при } x > L' ,$$

(43в)

где

$\tilde{\mathfrak{A}}_1$   
вычисляется по формуле (40). При этом коэффициенты

$\eta$   
,  
 $\tilde{s}_2$

и  $\tau$  определяются согласно пункту 12 Приложения 4, а

$\tilde{s}_2$   
,  
 $s''$   
и  $L$

- согласно пункту 13 Приложения 4. Коэффициент  $s_1$  в формуле (43б) вычисляется при значении  $x=L$

16. Если основание источника размещается с подветренной стороны от ветровой тени, причем  $x_M \leq 1,5L^*$  (рисунок 12 г, согласно приложений), то величина

$\hat{\eta}$

определяется по формуле

$$\hat{\eta} = \left[ \hat{\eta}_{me} - \frac{2x_e}{3L^*} (\hat{\eta}_{me} - 1) \right] s_1 s_2 .$$

(44)

Здесь

$\hat{\eta}_{me}$

определяется согласно пункту 11 Приложения 4 с заменой

$\zeta$

на коэффициент

$\zeta_M$

$\zeta$

, вычисленный согласно пункту 13 Приложения 4. При  $x_B > 1,5L^*$  величина

$\hat{\eta}$

определяется по формуле:

$$\hat{\eta} = s_1 s_2 .$$

(45)

17. При размещении источника с наветренной стороны от ветровой тени на расстоянии  $x_M \leq 1,5L^*$  (рисунок 12 д, согласно приложений) расчет также производится по формуле (43). При этом для участков оси факела, приходящихся на наветренную и подветренную зоны тени, коэффициент  $s_1$  заменяется соответственно на

$$\zeta \tilde{s}_2 + (1 - \zeta) s_1$$

и

$$\zeta \tilde{s}_2 + (1 - \zeta) s_1$$

. Величина

$\tilde{s}_2$

вычисляется по формуле (41) с использованием в качестве  $x_K$  и  $x_B$  соответственно

координат начала и конца наветренной тени относительно источника (рисунок 12 д, согласно приложений). Величина

$\tilde{s}_2$

также вычисляется по формуле (41) с использованном координат начала и конца зоны подветренной тени относительно источника.

При  $x_B > 1,5L^*$  расчет

и

выполняется по формуле (45), причем для участков факела, приходящихся на наветренную и подветренную зоны тени, также производится замена коэффициента  $s_1$

на

$$\zeta \tilde{s}_2 + (1 - \zeta) s_1$$

и

$$\zeta \tilde{s}_3 + (1 - \zeta) s_1$$

соответственно.

#### 4. Расчет концентрации от одиночного точечного источника в случае двух зданий

18. При определении максимального значения приземной концентрации в случае двух зданий сначала производится предварительный расчет для двух направлений ветра, которые соответствуют опасным направлениям ветра для источника при учете каждого из рассматриваемых зданий № 1 и № 2 по отдельности (рисунок 15 а, согласно приложений). При этом определяются величины

$$\hat{c}_{м1}$$

и

$$\hat{c}_{м2}$$

и соответствующие им углы

$$\varphi$$

$\varphi_{к1}$  и

$$\varphi$$

$\varphi_{к2}$ . Далее, на плане выполняется дополнительное графическое построение: через

источник проводятся прямые, ориентированные вдоль двух указанных направлений ветра, от которых откладываются углы

$$\varphi$$

$\varphi_{к1}$  и

$$\varphi$$

$\varphi_{к2}$  соответственно с вершиной в источнике.

Если эти углы не имеют общей части, то

$$\hat{c}_{м}$$

определяется как наибольшее из значений

$$\hat{c}_{м1}$$

и

$$\hat{c}_{м2}$$

. В противном случае проводится также расчет

$$\hat{c}_{м3}$$

И

$\hat{c}_{м4}$

для других противоположных направлений ветра вдоль биссектрисы ОВ угла АОС, являющегося общей частью первоначально построенных углов.

Для направлений ветра, при которых ось факела или ее продолжение проходит через оба здания, строятся отдельные или, в случае необходимости, объединенные зоны ветровой тени в соответствии с пунктом 5 Приложения 4 (рисунок 15 б, согласно приложений). Направления ветра, при которых одно из зданий оказывается полностью затопленным (т. е. граница его ветровых теней не касается границы объединенной ветровой тени), при расчетах

$\hat{c}_{м3}$

И

$\hat{c}_{м4}$

не используются. Величины

$\hat{c}_{мj}$

( $j = 1, 2, 3, 4$ ) определяются согласно пункту 2 с использованием в расчетах в качестве  $H_B$  высоты объединенной ветровой тени. В случаях  $j = 1$  и  $j = 2$  угол

$\varphi$

$\varphi_k$  принимается равным соответственно

$\varphi$

$\varphi_{k1}$  и

$\varphi$

$\varphi_{k2}$ , а в случаях  $j = 3, j = 4$  величина

$\varphi$

$\varphi_k$  определяется по формуле

$$\varphi_k = 0,5(\varphi_{k1} + \varphi_{k2}).$$

(46)

Если источник не расположен между корпусами зданий (например, в точке  $O_1$  на рисунке 15 б), согласно приложений, то опасные направления ветра соответствуют переносу воздуха от зданий к источнику, а расчет максимальных приземных концентраций осуществляется по формулам пункта 9 Приложения 4. Если источник расположен между корпусами (например, в точке  $O_3$  на рисунке 15 б) согласно приложений, то расчет

$\hat{c}_{м}$

также осуществляется по формулам пункта 9 Приложения 4. При этом в случае образования объединенной зоны ветровой тени (смотрите пункт 9 Приложения 4) в формуле (13) вместо  $L_I$  и в формулах (22) и (24) вместо  $x_7$  используется протяженность этой зоны  $L_K$ . Коэффициент

$\tilde{\eta}$

для источника, расположенного в межкорпусном дворе, определяется так же, как и для источника, расположенного в подветренной тени. При  $L_K < L_I$  и  $H < H_B$ , полученное значение

$\tilde{\eta}$

умножается на отношение

$$\frac{H_e L_I + H L_K}{H L_I + H_e L_K},$$

где  $L_I$  - определенная в соответствии с пунктом 5 протяженность той зоны ветровой тени, высота которой использована при определении  $H_B$ , (смотрите пункт 5

Приложения 4). В общем случае в качестве

$\hat{c}_m$

принимается наибольшее из значений

$\hat{c}_{m1}$

,

$\hat{c}_{m2}$

,

$\hat{c}_{m3}$

и

$\hat{c}_{m4}$

.

#### Примечание.

При равенстве высот ветровых теней отдельных зданий в точке размещения источника в качестве  $L_I$  выбирается наибольшая из протяженностей ветровых теней этих зданий.

19. При заданных скорости и направлении ветра расчет приземных концентраций производится с использованием графического построения. На плане местности выделяются направления ветра, соответствующие одному из трех возможных случаев (рисунок 16 согласно приложений): 1) ось факела пересекает одно из зданий (углы QOE и FOR на рисунке 16 согласно приложений); 2) ось факела не пересекает ни одного здания и 3) ось факела пересекает оба здания.

В первом и втором случаях расчет производится в соответствии с пунктом 3 Приложения 4. В последнем случае дополнительно проводится описанное в пункте 18

Приложения 4 (смотрите рисунок 15 а, согласно приложений графическое построение для опасных направлений ветра, соответствующих нормалям к стенам зданий, и строится биссектриса угла АОС. Если ось факела не попала в гол АОС, то расчет приземных концентрации производится без учета взаимодействия ветровых теней здании. В таком случае при размещении источника внутри ветровой тени или на крыше одного из зданий влияние этого здания учитывается в соответствии с пунктом 3 Приложения 4. Для участков оси факела, приходящихся на ветровые тени второго здания, учет влияния этого второго здания также производится в соответствии с пунктом 3 Приложения 4.

В случае если основание источника находится вне зон ветровых теней обоих зданий , учет влияния этих зданий также осуществляется в соответствии с пунктом 3 Приложения 4 отдельно для каждого здания.

Если ось факела попала в угол АОС (рисунок 15 а согласно приложений), то расчет приземных концентраций производится с использованием в качестве  $H_B$  высоты объединенной зоны ветровой тени, определяемой в соответствии с пунктом 5 Приложения 4. При этом в качестве угла

$\gamma$  используется положительный острый угол между направлением ветра и биссектрисой ОВ угла АОС или ее продолжением, а

$\varphi_k$  определяется по формуле (46). Концентрации вычисляются по формулам пункта 3 Приложения 4. Если источник расположен в подветренной тени застройки (например, в точке О на рисунок 15 б согласно приложений при направлении ветра слева направо), то расчет производится по формулам пункта 13 Приложения 4, причем высота ветровой тени в точке размещения источника принимается согласно пункту 9 Приложения 4. Если источник размещен на крыше второго по потоку здания (например , в точке  $O_2$  на рисунок 15 б согласно приложений), то расчет производится по формулам пункта 15 Приложения 4. При размещении источника между корпусами ( например, в точке  $O_3$  на рисунок 15 б согласно приложений), расчет производится также по формулам пункта 13 Приложения 4. Однако в случае образования объединенной ветровой тени (смотрите пункт 9 Приложения 4) коэффициент  $\bar{\eta}$  и масштаб  $L_1$  определяются согласно пункту 18 Приложения 4, а коэффициент  $s'$  находится по формуле (39).

Если источник размещается на крыше первого по потоку здания (точка  $O_4$  на рисунке 15 б согласно приложений), то расчет производится по формулам пункта 15 Приложения 4, причем коэффициент

$s_1'$   
находится по формуле (39). При этом, в случае образования объединенной ветровой тени, вместо  $s_1$  в первой из формул (39), относящейся к участку факела между корпусами, используется коэффициент

$\tilde{\alpha}_1$   
, вычисленный через коэффициент  $\tilde{\alpha}$ , определяемый по формуле (30) с использованном в качестве  $x_k$  и  $x_b$  координат начала и конца межкорпусного двора относительно источника. Коэффициент

$\tilde{\alpha}_1$   
по второй из формул (39) вычисляется с использованием соотношения (41) через координаты относительно источника конца второго здания и подветренного края подветренной тени. Если источник размещается в наветренной тени первого здания (точка  $O_5$  на рисунке 15 б согласно приложений), то расчет производится в соответствии с пунктом 14 Приложения 4. При этом для участка факела, соответствующего межкорпусному двору, в случае объединенной ветровой тени, используется значение  $s_1$ , соответствующее координатам начала и конца двора относительно источника.

В остальных случаях расчет производится по соответствующим формулам пункта 3 Приложения 4. При этом, если источник расположен с наветренной стороны застройки на расстоянии более  $1,5L^*$ , то для участков факела, приходящихся на зоны ветровой тени (включая межкорпусную), используется пункт 17 Приложения 4.

Примечание.

Расчет приземных концентраций на ЭВМ осуществляется согласно пункту 22.

## 5. Расчет концентраций от одиночного точечного источника в случае группы зданий

20. При расчетах приземных концентраций учитываются только здания, удовлетворяющие требованию пункта 3 Приложения 4.

21. При расчетах максимальной приземной концентрации рассматриваются различные возможные пары зданий, учитываемые в группе. Для каждой пары в соответствии с пунктом 18 Приложения 4 выделяется не более четырех направлений ветра и строятся сечения проходящими через источник вертикальными плоскостями, ориентированными вдоль выделенных направлений ветра. Далее согласно пунктом 5 Приложения 4 определяются границы объединенных ветровых теней (в случае их пересечения) и с использованием их параметров вычисляется значение

$\hat{c}_{mj}$   
, где  $j$  - номер направления ветра. Максимальное из полученных значений

$\hat{c}_{mj}$

для всех рассматриваемых направлений ветра принимается в качестве

$\hat{c}_{\text{ж}}$

22. Для расчета приземной концентрации при заданных скорости и направлении ветра в общем случае строится сечение застройки вертикальной плоскостью, проходящей через источник и ориентированной вдоль ветра (рисунок 17 согласно приложений). При этом учитываются только те здания, для которых нормаль к подветренной стене (смотрите пункт 9 Приложения 4) составляет с направлением ветра угол менее

$\varphi$

$\varphi_k$  соответствующего данному зданию.

Согласно пункту 5 Приложения 4, для взаимодействующих ветровых теней строятся соответствующие им объединенные зоны. При этом для рассматриваемого источника выделяются объединенные или индивидуальные зоны следующих четырех типов: 1) содержащая устье источника, 2) ближайшая с подветренной стороны, 3) последующие с подветренной стороны, 4) ближайшая с наветренной стороны.

Дальнейший расчет производится в соответствии с пунктом 4 Приложения 4. При этом каждая объединенная зона характеризуется значением

$\varphi$

$\varphi_k$  равным среднему из значений

$\varphi$

$\varphi_k$  для зданий, ветровые тени которых учитываются при построении данной объединенной зоны.

Примечание.

Зона типа 4 строится и используется для расчетов только в том случае, если тени типа 1 отсутствуют.

2. При определении

$\varphi$

$\varphi_k$  не учитываются полностью "затопленные" здания, т. е. здания, границы ветровых теней которых не касаются границы объединенной ветровой тени (рисунок 17 согласно приложений, пункт 9 Приложения 4).

## 6. Расчет концентраций от группы источников

23. В случае группы из  $N$  точечных источников расчет суммарной приземной концентрации с учетом влияния застройки производится по формулам раздела 5. Перебор скоростей и направлений ветра при определении максимальных приземных концентраций осуществляется аналогично тому, как это делается без учета влияния застройки. При этом, однако, шаг, с которым изменяется направление ветра, не должен быть больше минимального из значений

$\varphi$

к, соответствующих включенным в расчет зданиям. Выбор шагов расчетной сетки производится в зависимости от предъявляемых к расчету требований, однако обычно нецелесообразно использование в одном расчете более 1600-2500 узлов (при необходимости детализации поля концентрации на большей территории следует проводить последовательные расчеты для ее отдельных участков).

Примечания.

1. До выполнения расчетов проводится объединение источников согласно разделу 5

2. В общем случае указанные расчеты производятся с применением ЭВМ.

24. В случае размещения двух одинаковых источников на крыше одного здания на расстоянии менее  $L^*$  друг от друга расчеты максимальной концентрации

$\hat{c}_m$  производятся при скорости ветра, равной  $v_M$  (т. е. определяемой в соответствии с разделом 2 опасной скорости ветра для отдельного источника), для четырех направлений ветра (рисунок 18 а согласно приложений): перпендикулярных более длинной стене здания (2 направления) и соответствующих переносу примеси с одного источника на другой. Для каждого направления ветра максимум приземной концентрации определяется по формуле

$$\hat{c}_m = \hat{c}_{m1} + \hat{c}_{m2} ,$$

(47)

где

$$\hat{c}_{m1}$$

и

$$\hat{c}_{m2}$$

получаются согласно пункту 2 Приложения 4.

При расчетах для случая переноса с одного источника примеси на другой коэффициент

$\zeta$

определяется согласно положений пункта 9 Приложения 4. Наибольшее из четырех значений

$$\hat{c}_m$$

, полученных по формуле (47), принимается за максимум приземной концентрации.

Аналогично производится расчет в случае, если расстояние между источниками превышает  $L^*$ , но один из них находится в угле  $\pm$

$\varphi$

к, отложенном в обе стороны от нормали к стене здания, проходящей через второй источник.

В общем случае, если расстояние между двумя размещенными на крыше источниками превышает  $L^*$ , то выполняется следующее дополнительное графическое построение. Для каждой из четырех стен здания (рисунок 18 б согласно приложений) на отрезке прямой АВ, соединяющей на плане источники выбросов, строится как на диаметре окружность. Затем строится точка М пересечения этой окружности с окружностью радиусом  $L^*$ , центр которой расположен в источнике, находящемся более близко к рассматриваемой стене (для рассматриваемого примера - в точке В на рисунке 18 б согласно приложений). Из точки, соответствующей второму источнику (из точки А на рисунке 18 б согласно приложений), проводится прямая АN под углом  $\varphi_k$  к нормали к стене. Если точка М попадает внутрь угла OAN, то в рассмотрение включается дополнительное направление ветра, соответствующее биссектрисе АС угла MAN.

Аналогичное построение выполняется для других сторон здания, а затем расчеты по формуле (47) выполняются для четырех направлений ветра, перпендикулярных стенам здания, двух направлений ветра, соответствующих переносу с источника на источник, и дополнительных (не более четырех) направлений ветра, соответствующих биссектрисам АС.

## 7. Расчет концентраций в случае выбросов из линейного источника (аэрационного фонаря)

25. Для аэрационного фонаря расчет максимальных приземных концентраций осуществляется при двух направлениях ветра: вдоль и поперек фонаря.

Если ветер направлен вдоль аэрационного фонаря, расчет осуществляется в соответствии с пунктами 5 - 9 Приложения 4, причем величины  $c_M$ ,  $x_M$  и  $u_M$ , характеризующие приземные концентрации при отсутствии застройки, определяются в соответствии с разделом и Приложением 1.

Если ветер направлен поперек фонаря, этот фонарь длиной  $L$  разбивается на совокупность точечных источников, каждый из которых соответствует участку фонаря длиной

$L''$

:

$L''$

=

$\frac{\varepsilon}{L}$  (48)

Коэффициент

$\frac{\varepsilon}{\alpha}$  в (48) определяется в зависимости от

$\alpha$

, где

$$\alpha = \frac{x_m}{L \sqrt{u_m}},$$

(49).

по формуле (5) Приложения 1 или по рисунку 19 согласно приложений.

Если длина фонаря  $L$  не кратна

$L''$

, то остаток от деления  $L$  на

$L''$

разбивается пополам и участки полученной длины относятся к краям аэрационного фонаря.

Параметры  $u_m$  и  $x_m$  для указанных точечных источников определяются согласно пункту 14 с использованием единых значений эффективных диаметра и объема.

Расчет максимальных концентраций осуществляется далее согласно пункту 15 Приложения 4 для одного из точечных источников. При этом в формуле (37) вместо  $L^*$  используются значения

$L''$

.

Максимальное из значений

$\hat{c}_m$

, соответствующих ветру вдоль и поперек фонаря, является максимальной приземной концентрацией от аэрационного фонаря.

Примечания.

1. Разбиение фонаря на точечные источники используют также при расчетах в случае заданных скорости и направления ветра, расчетной точки и т. п. по формулам пункта 3 Приложения 4. При этом в (37) вместо  $L^*$  используется значение

$L^* \cos \gamma$

до тех пор, пока количество условных точечных источников, на которые разбивается фонарь, не станет равным  $N$ , определяемому по формуле (3.9).

2. При  $L$

$< 2L^*$  два проема аэрационного фонаря заменяются на условный линейный источник, расположенный посередине между проемами. При этом мощность выброса  $M$  для условного источника полагается равной суммарной мощности выброса из обоих проемов, а объем газовоздушной смеси  $V_1$  - половине общего объема газовоздушной смеси, выбрасываемой из фонаря.

## 8. Расчет распределения концентрации по вертикали, на крыше и стенах зданий

26. Если основание источника находится в зоне ветровой тени на крыше, то расчет концентрации на крыше здания проводится по формулам пунктов 2, 3 Приложения 4 аналогично случаю размещения источника в подветренной тени. При этом в качестве высоты источника и высоты ветровой тени используются расстояния по нормали соответственно от устья источника и границы ветровой тени до крыши (если указанные расстояния меньше 2 м, то в расчетах используется значения 2 м). Если основание источника расположено вне зоны ветровой тени, то расчет концентрации на крыше проводится по формулам раздела 2 с использованием в качестве высоты источника расстояния по нормали от его устья до крыши здания.

На подветренной стене здания концентрация меняется линейно от полученного в соответствии с пунктом 26 Приложения 4 значения на уровне крыши до вычисленного согласно пункту 12 Приложения 4 значения приземной концентрации. На наветренной стене здания концентрация принимается равной нулю.

27. При размещении основания источника в зоне подпора (наветренной тени) на расстоянии  $x_H$  от здания ( $x_H < x_M$ ) расчет концентрации  $c_{ст}$ , достигающейся в точке наветренной стены на высоте  $z$  над подстилающей поверхностью при скорости ветра  $u$ , производится в случае  $z \leq H_{III}$  по формуле

$$c_{ст} = c_{мг} \{ \zeta \vartheta_1 \tilde{s}_2 + (1 - \zeta) s_z s_2 \}. \quad (50)$$

В случае  $z > H_3$ , в (50) принимается

$$\zeta = 0. \quad \text{Здесь коэффициенты}$$

$$\vartheta_1 = \frac{\zeta}{\tilde{s}_2}$$

и  $s_2$  находятся в соответствии с пунктом 14 Приложения 4 при скорости ветра  $u$ , а коэффициент  $\gamma$  определяется по формулам раздела 2 в зависимости от отношения  $u/\hat{u}_M$ .

Коэффициент  $s_z$  в зависимости от отношений

$$z/H(1 + 5d_2)$$

и  $x/\rho x_M$  определяется согласно пункту 21, а безразмерный коэффициент  $d_2$

определяется в зависимости от отношения  $v_M/u$  и параметра  $f$  по формулам (2.36а), (

2.36б), причем  $v_M$  и  $f$  вычисляются по параметрам выброса источника согласно формулам раздела 2.

После подстановки  $s_z = s_1$  формула (50) используется также для расчета концентрации на наветренной стене здания при  $x_H > x_M$ .

Концентрация на крыше здания  $c_{кр}$  в точке с координатами  $(x, y)$  относительно источника находится по формуле

$$c_{кр} = c_M r \left\{ \zeta \tilde{s}_2 \frac{\mathfrak{A}_1(x_k - x) + \tilde{\mathfrak{A}}_1(x - x_k)}{x_k - x_k} + (1 - \zeta) s_x s_2 \right\}, \quad (51)$$

где  $x_k$  - координата подветренной стены здания относительно источника, а величины

$\mathfrak{A}_1$   
и  
 $\tilde{\mathfrak{A}}_1$

определяются в соответствии с пунктом 14 Приложения 4. При этом  $s_2$  и

$\tilde{s}_2$  принимаются в соответствии с пунктом 13 Приложения 4 для рассматриваемой точки крыши, а  $s_z$  находится в зависимости от отношений

$H_z/H(1 + 5d_2)$

и  $x/x_M$  согласно пункту 21.

На подветренной стене здания концентрация меняется линейно от значения, вычисленного по формуле (51) при  $x=x_M$  для уровня крыши, до значения

$\hat{c}$

приземной концентрации.

Максимальная концентрация в рассматриваемой точке покрытия здания достигается при опасной скорости  $u_{MZ}$ . Величина  $u_{MZ}/u_M$  при  $z < H$  определяется по графику, приведенному на рисунке 9 согласно приложений в зависимости от аргументов  $x/x_M$  и  $z/H$ . При  $z > H$  величина  $u_{MZ}/u_M$  определяется по рисунку 9 в соответствии с приложениями в зависимости от отношений  $x/x_M$  и

$2,5z/H(1 + 5d_{2M})$

, где  $d_{2M}$  находится по формулам (2.36а), (2.36б) при значении  $u = u_M$ .

Максимальная концентрация в рассматриваемой точке покрытия определяется по формулам (50) или (51) при ? и

$\zeta$

, вычисленных для случая  $u=u_{MZ}$ .

Примечание.

При

$\zeta$

$= 0$  формула (50) может быть использована также для расчета концентрации в заданной точке над поверхностью земли (при отсутствии застройки).

28. При размещении источника в зоне подветренной тени концентрация  $c_{ст}$  на подветренной стене здания принимается равной значению приземной концентрации  $\hat{c}$

у подветренной стены (при том же значении  $u$ ), определяемой в соответствии с пунктом 12 Приложения 4. На наветренной стене здания концентрация принимается равной нулю. В случае  $L$

$< 2L^*$  концентрация на крыше здания  $c_{кр}$  принимается равной

$$\hat{c} \left(1 - L_p / 2L^*\right)$$

. При  $L$

$\geq 2L^*$  принимается  $c_{кр} = 0$ .

Примечание.

При размещении устья источника вниз по потоку от подветренной зоны ветровой тени за ее пределами концентрация на крыше и стенах здания принимается равной нулю.

29. При размещении источника с наветренной стороны от ветровых теней здания расчет концентрации на крыше и стенах здания производится по формулам пункта 17 Приложения 4. При этом, как и в формулах (50), (51), коэффициент  $s_1$  заменяется на  $s_z$ , где  $s_z$  вычисляется в соответствии с пунктом 21.

## 9. Характеристика зон ветровой тени в случае группы зданий или здания сложной формы.

30. При обтекании воздушным потоком группы зданий могут образовываться объединенные (в том числе межкорпусные) зоны ветровой тени (здания в этом случае называются смежными). Конфигурация объединенных зон определяется путем наложения зон, построенных для рассматриваемых зданий, которые при этом полагаются отдельно стоящими. За границу объединенной зоны принимается огибающая границ зон отдельных зданий, а высота объединенной зоны в различных точках полагается равной максимальной из высот ветровых теней, участвующих в образовании объединенной тени. Пример построения объединенной зоны показан на рисунке 20 согласно приложений.

Примечание.

Здания, зоны ветровой тени которых полностью находятся внутри зон ветровой тени других зданий, при построении объединенных зон не учитываются.

31. Здание сложной формы может быть представлено в виде нескольких параллелепипедов с нижним основанием на уровне земли. Конфигурация и размеры ветровой тени, возникающей при обтекании воздушным потоком такого здания, определяются в соответствии с пунктом 30 Приложения 4 путем наложения зон для отдельных зданий и нахождения огибающей их границы. Примеры построения зон ветровой тени для зданий сложной конфигурации приведены на рисунке 21 согласно приложений.

32. В наиболее ответственных случаях, когда необходимо детально определить форму и размеры зон ветровой тени, возникающих вблизи отдельных зданий и их групп, а также ожидаемое распределение концентраций, целесообразно проводить эксперименты по обдуванию макетов зданий в специальных аэродинамических трубах. При постановке и проведении таких экспериментов, а также при использовании их результатов для описания обтекания зданий воздушным потоком в реальной атмосфере необходимо соблюдать соответствующие критерии подобия.

33. Для ориентировочных расчетов приземных концентраций на промплощадке при наличии большого числа однотипных источников допускается производить расчет по формулам разделов 2 и 3, а полученные концентрации умножать для точек промплощадки на коэффициент

$\eta$

:

$$\eta = \left( 1 + \frac{\bar{n} - 1}{N - 3} \right).$$

(52)

Здесь  $N$  - количество однотипных источников, расположенных отдельно от промышленных зданий, или количество промышленных зданий, на которых размещаются однотипные источники,

$\bar{n}$

- коэффициент, определяемый в соответствии с пунктом 9 Приложения 4.

Примечания.

1. При умножении на коэффициент

$\hat{n}$

расчетные концентрации, как правило, завышаются. Более точный учет влияния застройки может быть выполнен по формулам разделов 1-5 Приложения 4.

2. Коэффициент

$\bar{n}$

устанавливается в зависимости от отношения средней высоты источника на здании (без учета источников высотой более 50 м) к высоте здания.

3. Расчеты в соответствии с пунктом 33 производятся при  $N > 5$ .

### Рисунки объектов и зон

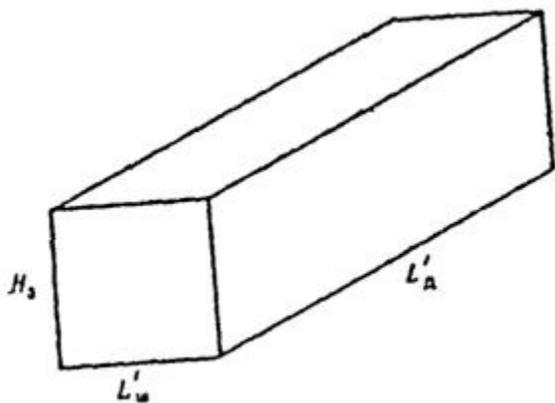


Рисунок 1

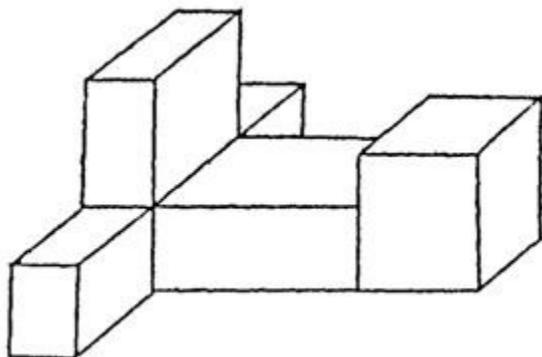


Рисунок 2

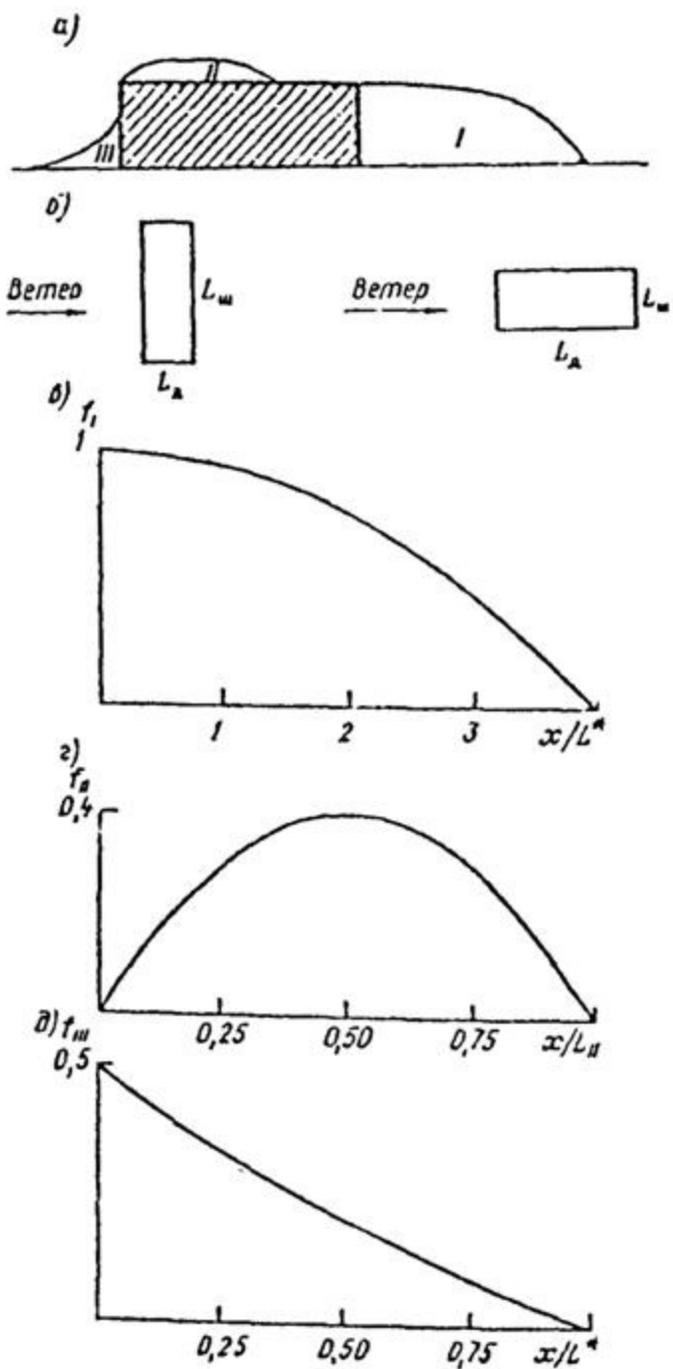


Рисунок 3

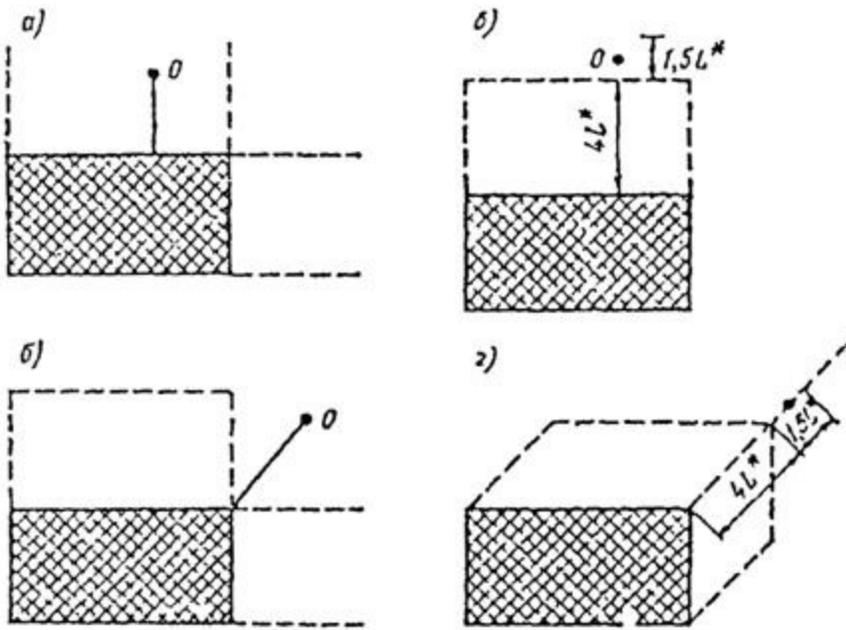


Рисунок 4

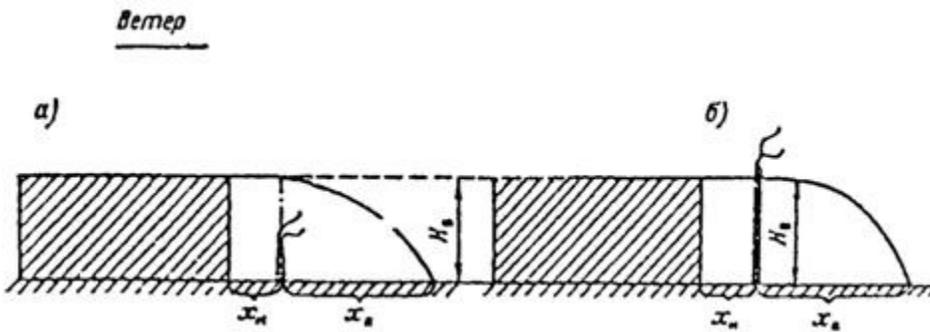


Рисунок 5

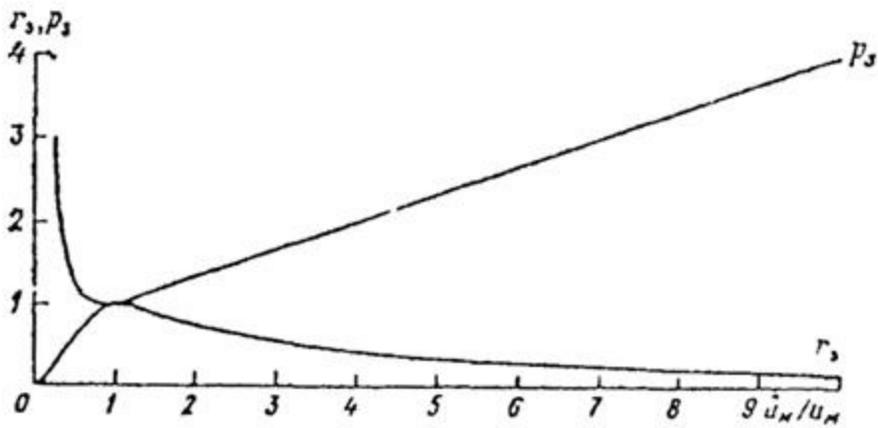


Рисунок 6

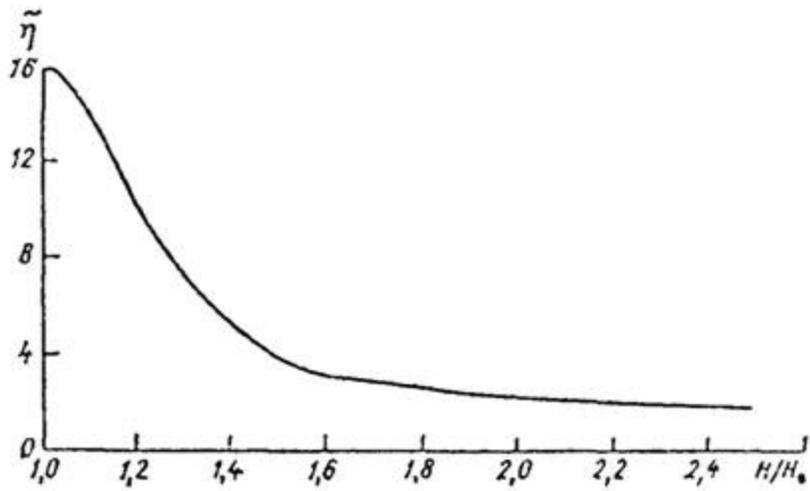


Рисунок 7

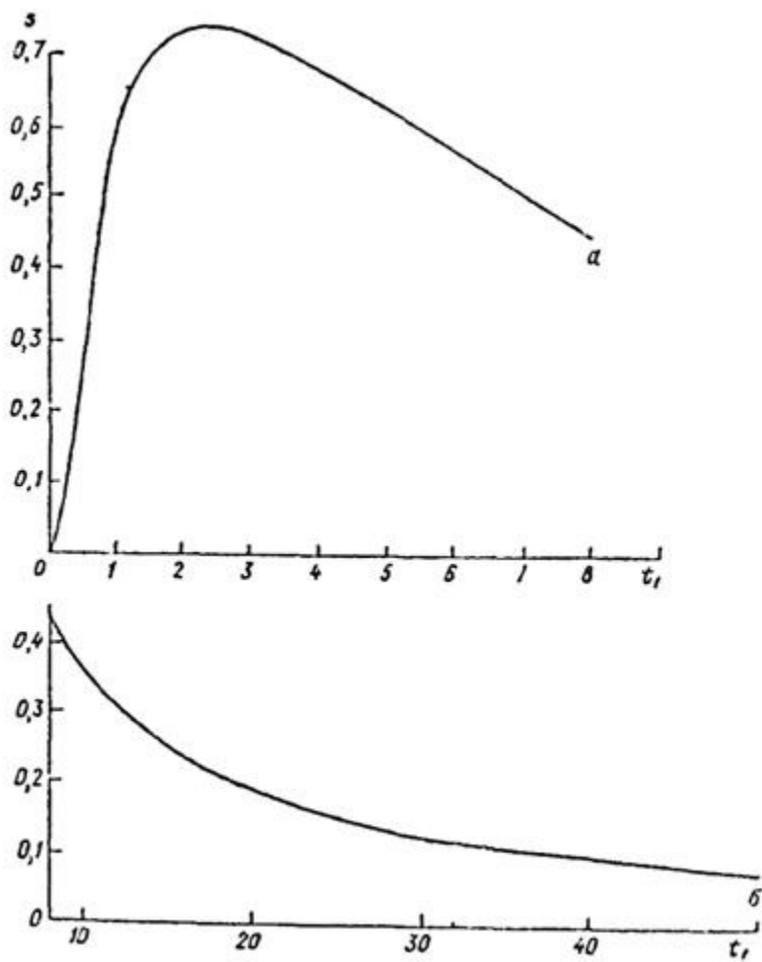


Рисунок 8

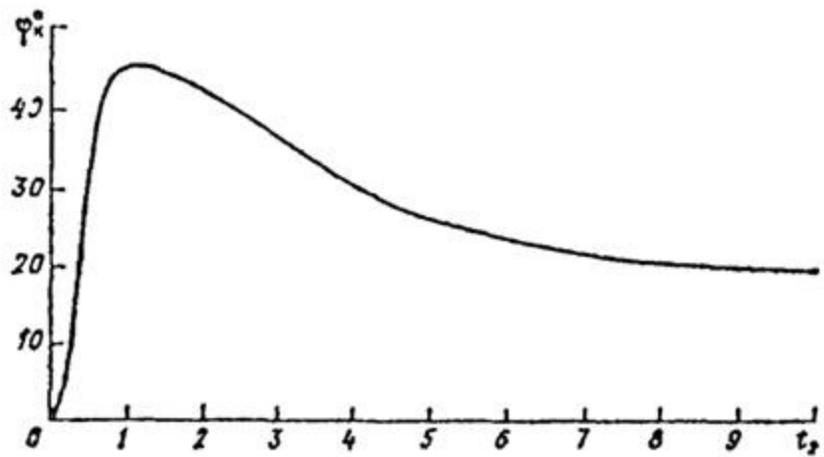


Рисунок 9

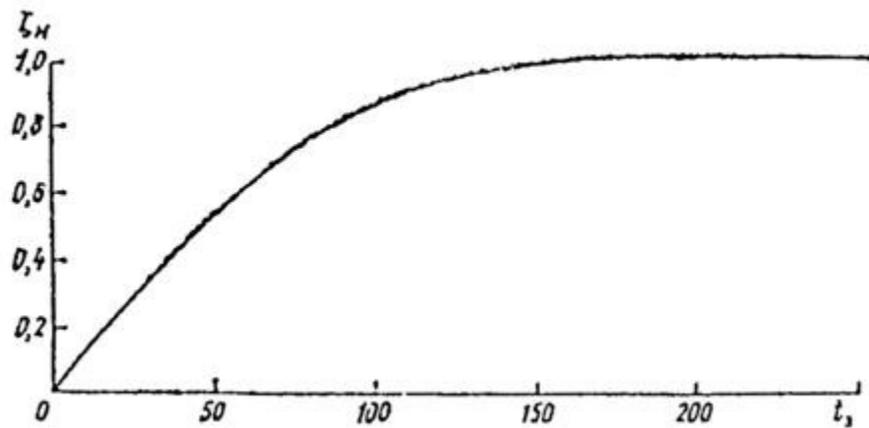


Рисунок 10

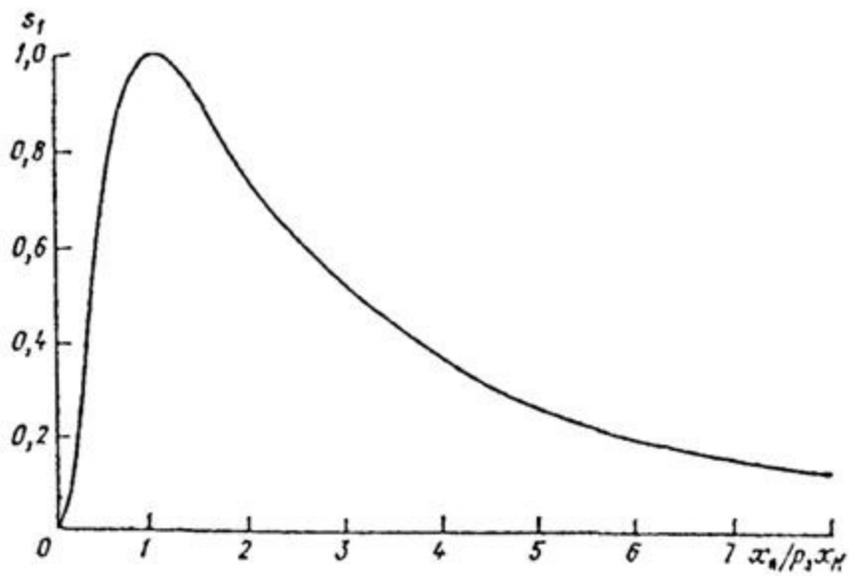


Рисунок 11

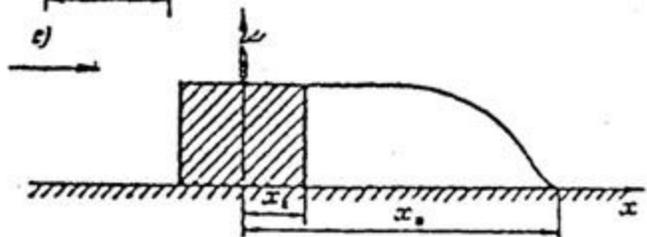
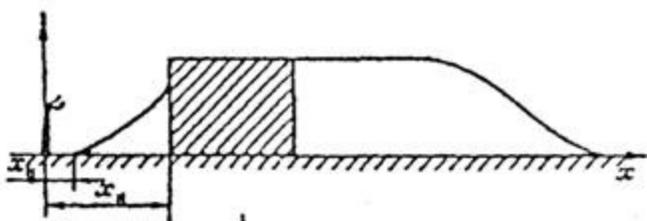
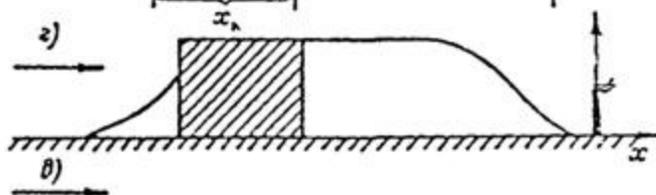
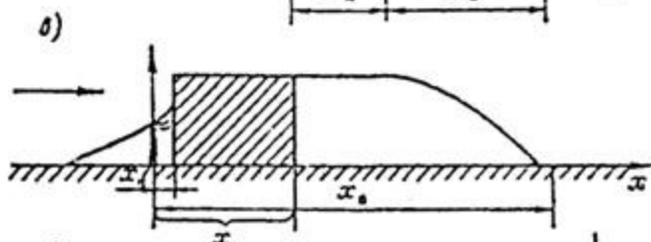
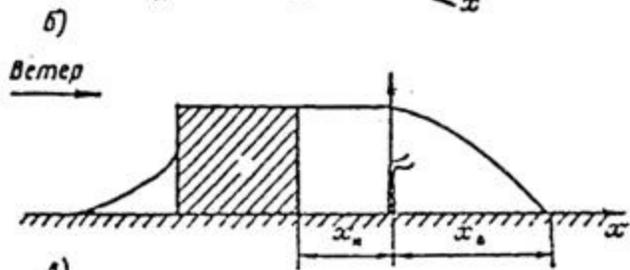
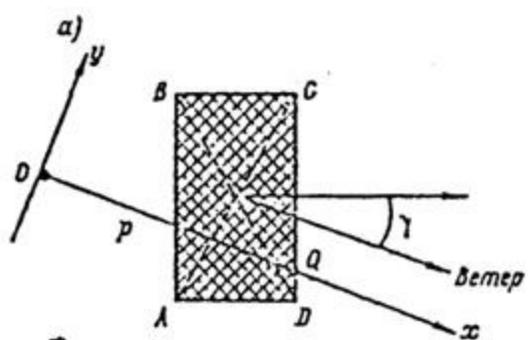


Рисунок 12

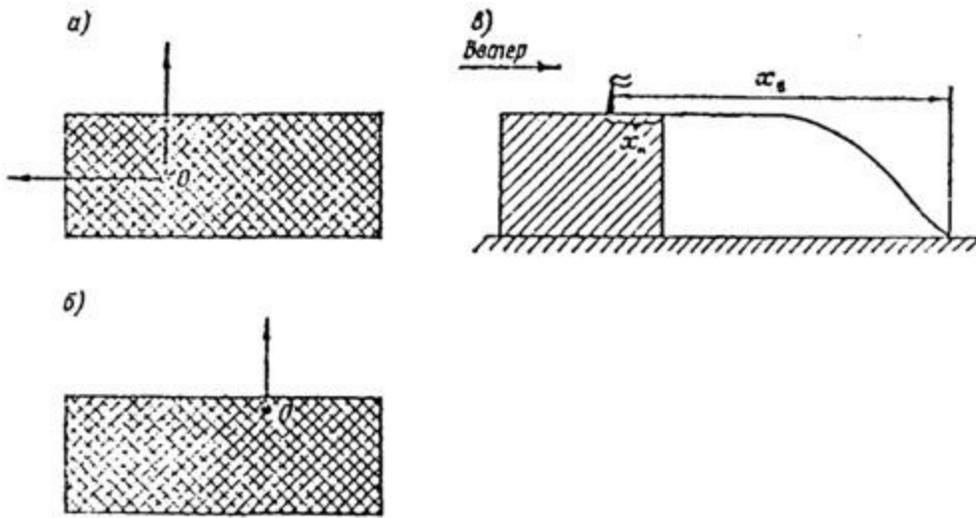


Рисунок 13

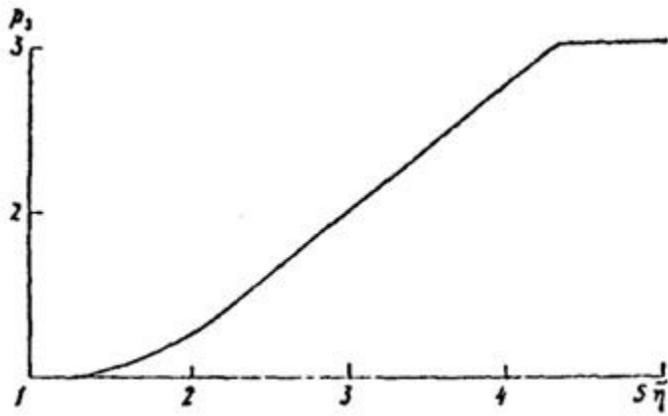


Рисунок 14

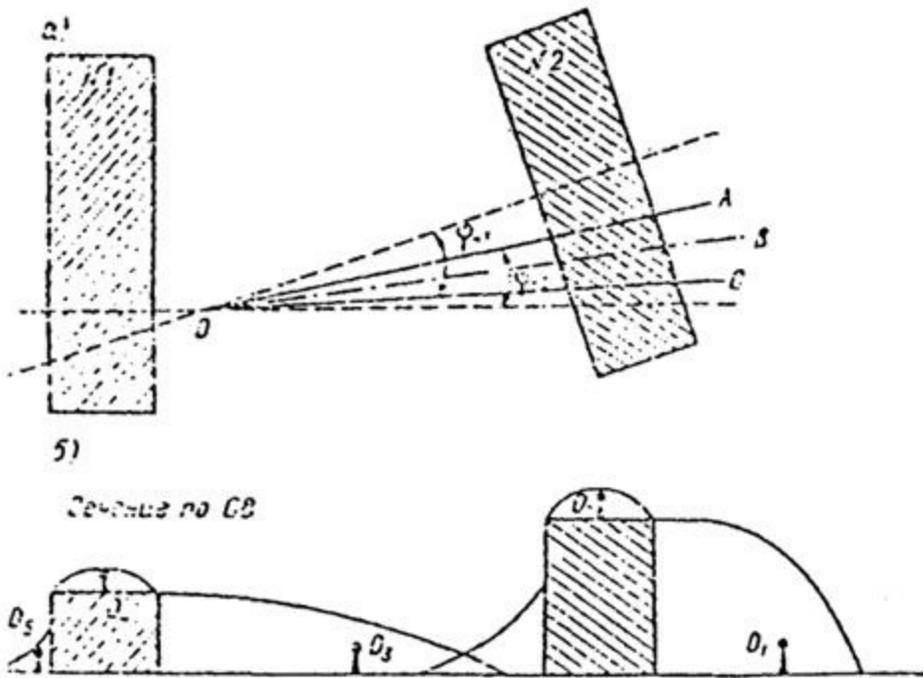


Рисунок 15

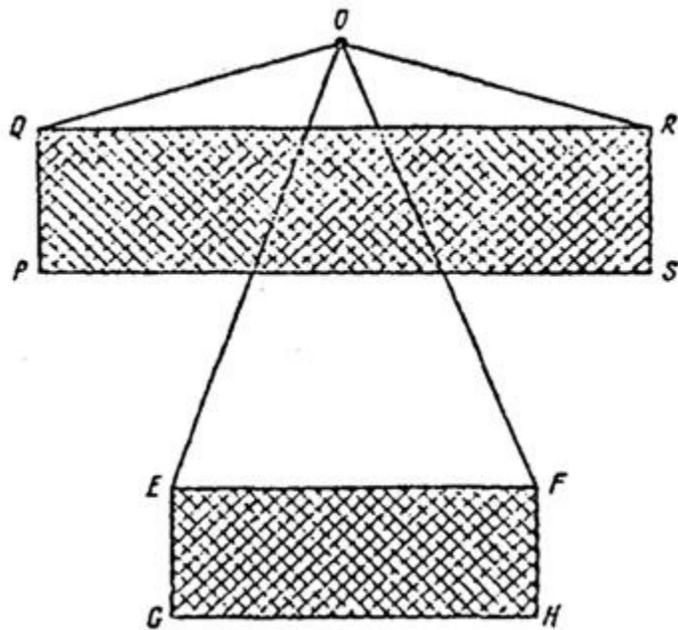


Рисунок 16

Ветер

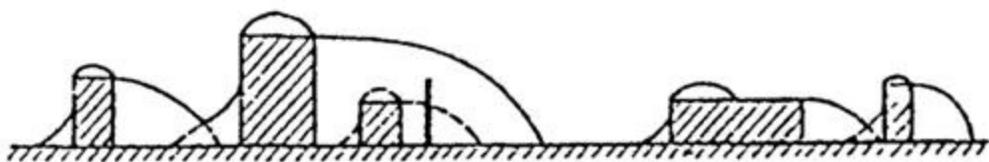


Рисунок 17

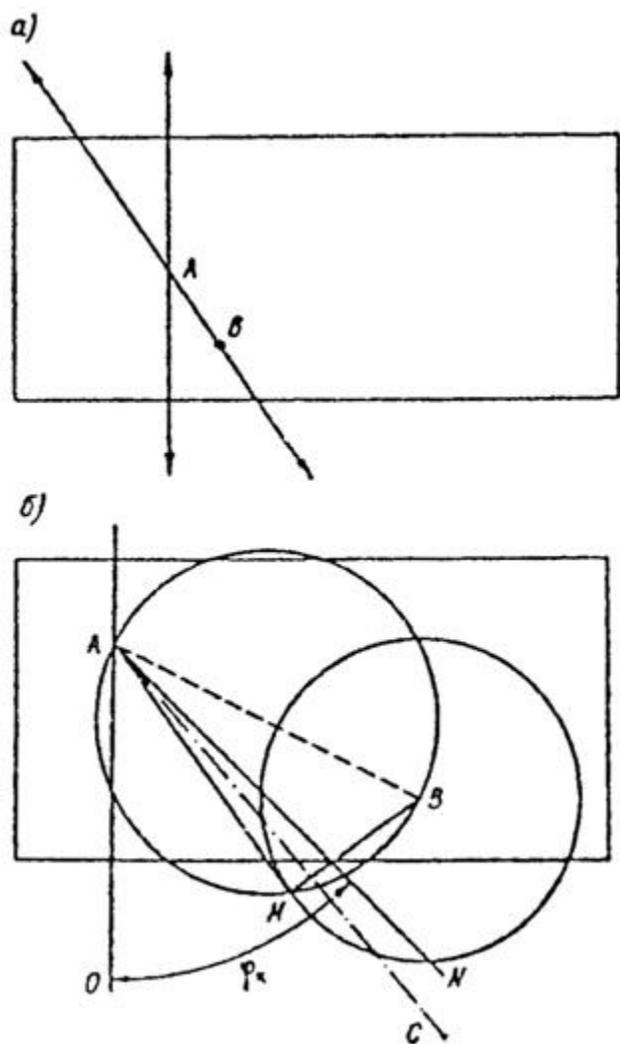


Рисунок 18

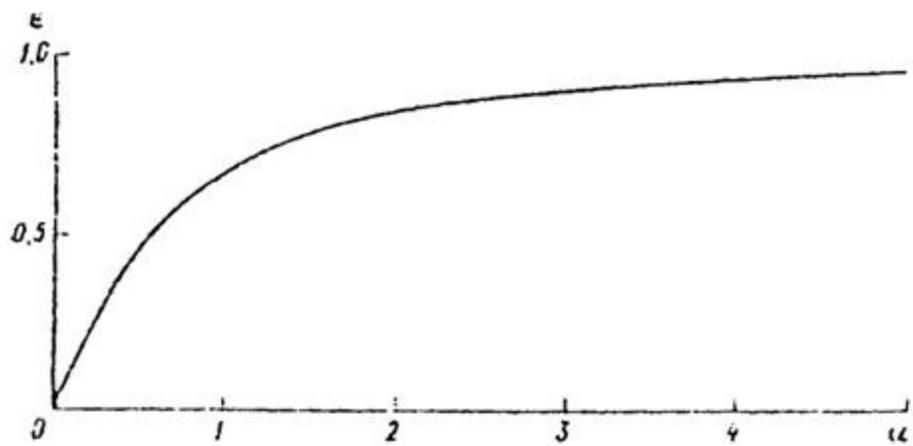


Рисунок 19

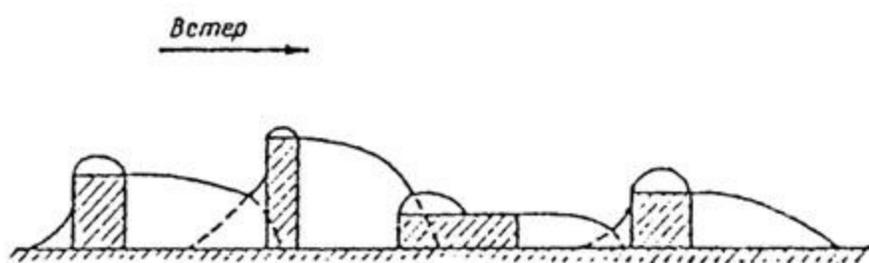


Рисунок 20

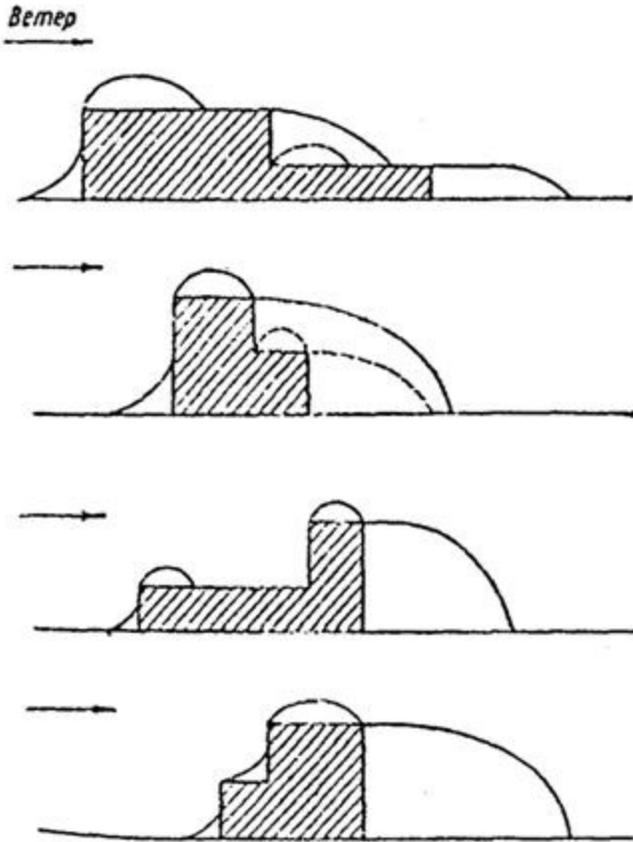


Рисунок 21

**Примеры расчета концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе в районе источников их выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях**

Пример 1. Котельная (ровная открытая местность, Павлодарская область).

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
1	Число дымовых труб, N	шт.	1
2	Высота дымовых труб, Н	м	35
3	Диаметр устья трубы, D	м	1,4
4	Скорость выхода газовоздушной смеси, $\omega$	м/с	7
5	Температура газовоздушной смеси, $T_{\Gamma}$	°C	125

6	Температура окружающего воздуха, $T_B$	$^{\circ}\text{C}$	25
7	Выброс двуокиси серы, $M_{\text{SO}_2}$	г/с	12
8	Выброс золы, $M_3$	г/с	2,6
9	Выброс окислов азота (в пересчете на двуокись азота), $M_{\text{NO}_2}$	г/с	0,2
10	Коэффициенты в формуле 2.1		
	$A$	-	200
	$\eta$	-	1
11	Максимальные разовые предельно допустимые концентрации (ПДК):		
	двуокиси серы	мг/м <sup>3</sup>	0,5
	золы	мг/м <sup>3</sup>	0,5
	окислов азота	мг/м <sup>3</sup>	0,085
12	Объем газовой смеси (по формуле (2.2)):		
	$V_1 = \frac{\pi \cdot 1,4^2}{4} \cdot 7$	м <sup>3</sup> /с	10,8
13	Перегрев газовой смеси, $\Delta T$ :		
	$\Delta T = T_{\Gamma} - T_B = 125 - 25$	$^{\circ}\text{C}$	100
14	Параметр $f$ (по формуле (2.3)):		
	$f = 1000 \frac{7^2 \cdot 1,4}{35^2 \cdot 100}$	-	0,56
15	Параметр $v_M$ (по формуле (2.4)):		
	$v_M = 0,65 \sqrt[3]{\frac{10,8 \cdot 100}{35}}$	м/с	2,04
16	Параметр $v'_M$ (по формуле (2.5)):		
	$v'_M = \frac{1,3 \cdot 7 \cdot 1,4}{35}$	-	0,36
17	Параметр $f_c$ (по формуле (2.6)):		

	$f_e = 800(0,36)^3$	-	37,32
18	Параметр m (по формуле (2.7a) или рисунок 2.1)	-	0,98
19	Параметр n (по формуле (2.8a) или рисунок 2.2)	-	1
20	Опасная скорость ветра $u_m$ (по формуле (2.16в)):		
	$u_m = 2,04 \left[ 1 + 0,12 \sqrt{0,56} \right]$ м/с		2,2
21	Параметр d (по формуле (2.14в)):		
	$d = 7 \sqrt{2,04} \left[ 1 + 0,28 \sqrt[3]{0,56} \right]$		12,3
Расчет концентрации двуокиси серы			
22	Максимальная концентрация $SO_2$ (по формуле (2.1)):		
	$c_m^{SO_2} = \frac{200 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 1}{35^2 \sqrt[3]{10,8 \cdot 100}}$ мг/м <sup>3</sup>		0,19
23	Расстояние $x_m^{SO_2}$ (по формуле (2.13)):		
	$x_m^{SO_2} = 12,3 \cdot 35$ м		430
24	Коэффициент $s_1$ для расстояния x (по формулам (2.23a), (2.23б) или по рисунку 2.4):		
	x = 50 м, $x/x_m = 0,116$	-	0,069
	x = 100 м, $x/x_m = 0,256$	-	0,232
	x = 200 м, $x/x_m = 0,465$	-	0,633
	x = 400 м, $x/x_m = 0,93$	-	1
	x = 1000 м, $x/x_m = 2,32$	-	0,664
	x = 3000 м, $x/x_m = 6,97$	-	0,154
25	Концентрация $c^{SO_2}$ на расстоянии x по формуле (2.22)		
	x = 50 м, $c = 0,19 \cdot 0,069$ мг/м <sup>3</sup>		0,01
	x = 100 м, $c = 0,19 \cdot 0,232$ мг/м <sup>3</sup>		0,04
	x = 200 м, $c = 0,19 \cdot 0,633$ мг/м <sup>3</sup>		0,12
	x = 400 м, $c = 0,19 \cdot 1$ мг/м <sup>3</sup>		0,19
	x = 1000 м, $c = 0,19 \cdot 0,664$ мг/м <sup>3</sup>		0,13

	$x = 3000 \text{ м, } c = 0,19 \cdot 0,154$	$\text{мг/м}^3$	0,03
Расчет концентрации окислов азота			
	Расчет $c^{\text{NO}_2}$ производится аналогично расчету $c^{\text{SO}_2}$ .		
26	Концентрации $c^{\text{NO}_2}$ и $c^{\text{SO}_2}$ связаны соотношением:		
	$c^{\text{NO}_2} = c^{\text{SO}_2} \frac{M^{\text{NO}_2}}{M^{\text{SO}_2}} = 0,017 c^{\text{SO}_2}$		
Расчет концентрации золы			
27	Золоочистка отсутствует. Коэффициент F (согласно пункту 11)	-	3
	Максимальная концентрация золы по формуле (2.1.) или по соотношению:		
	$c_{\text{ж}}^z = c_{\text{ж}}^{\text{SO}_2} \frac{M_z}{M^{\text{SO}_2}} F = \frac{0,19 \cdot 2,6 \cdot 3}{12} \text{ мг/м}^3$		0,12
28	Расстояние $x_{\text{ж}}^3$ по формуле (2.13) или по соотношению:		
	$x_{\text{ж}}^z = x_{\text{ж}}^{\text{SO}_2} \frac{5 - F}{4} = 430 \cdot \frac{5 - 3}{4}$		215
29	Коэффициент $s_1$ для расстояний $x$ (по формулам (2.23а) - (2.23г) или рисунки 2.7 и 2.8).		
	$x = 50 \text{ м, } x/x_{\text{ж}} = 0,233$	-	0,232
	$x = 100 \text{ м, } x/x_{\text{ж}} = 0,465$	-	0,633
	$x = 200 \text{ м, } x/x_{\text{ж}} = 0,93$	-	1,0
	$x = 400 \text{ м, } x/x_{\text{ж}} = 1,86$	-	0,78
	$x = 1000 \text{ м, } x/x_{\text{ж}} = 4,05$	-	0,296
	$x = 3000 \text{ м, } x/x_{\text{ж}} = 13,9$	-	0,028
30	Концентрация золы $c^3$ на расстоянии $x$ (по формуле (2.22)):		
	$x = 50 \text{ м, } c = 0,12 \cdot 0,23$	$\text{мг/м}^3$	0,03
	$x = 100 \text{ м, } c = 0,12 \cdot 0,632$	$\text{мг/м}^3$	0,08
	$x = 200 \text{ м, } c = 0,12 \cdot 0,99$	$\text{мг/м}^3$	0,12
	$x = 400 \text{ м, } c = 0,12 \cdot 0,78$	$\text{мг/м}^3$	0,09

	$x = 1000 \text{ м}, c = 0,12 \cdot 0,296$	мг/м <sup>3</sup>	0,04
	$x = 3000 \text{ м}, c = 0,12 \cdot 0,028$	мг/м <sup>3</sup>	0,003

Пример 2. Промышленная котельная с теми же параметрами выброса и при тех же условиях, что в примере 1. Котельная расположена на промплощадке, ее труба размещается непосредственно вблизи здания у середины его длинной стороны.

Согласно расчетам в примере 1 для двуокиси серы:  $c_M^{SO_2} = 0,19 \text{ мг/м}^3$ ,  $x_M^{SO_2} = 430 \text{ м}$ ,  $u_M = 2,2 \text{ м/с}$ ; для золы  $c_M^3 = 0,12 \text{ мг/м}^3$ ,  $x_M^3 = 215 \text{ м}$ ,  $u_M = 2,2 \text{ м/с}$ .

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
1	Высота здания $H_3$	м	26
2	Ширина здания L'III (по пункту 4 Приложения 4)	м	30
3	Длина здания $L'$ $\vartheta$ (по пункту 4 Приложения 4)	м	60
4	Опасное направление ветра - перпендикулярно длинной стороне здания, от здания к источнику (по пункту 9 Приложения 4)	-	-
5	При опасном направлении ветра:		
	длина здания вдоль направления ветра $L$ $\vartheta$ (по пункту 5 Приложения 4)	м	30
	ширина здания поперек направления ветра $L_{III}$ (по пункту 5 Приложения 4)	м	60
6	Длина $L^* = H_3$ (по формуле (3) Приложения 4)	м	26
7	Протяженность подветренной тени (по формуле (2) Приложения 4)	м	104
8	Высота ветровой тени в точке размещения источника $H_B = H_3$ (по		26

	формуле (2) Приложения 4)	м	
9	Отношение $\frac{H}{H_g} = \frac{35}{26}$	-	1,35
10	Опасная скорость ветра при наличии здания $\hat{u} = u_{ж}$ (по пункту 9 Приложения 4)	м/с	2,2
11	Коэффициент $r_3 = 1$ (по пункту 9 Приложения 4)	-	1
12	Коэффициент $p_3 = 1$ (по пункту 9 Приложения 4)	-	1
13	Коэффициент $\hat{r}$ (по формуле (9) Приложения 4)	-	6,14
14	Отношение $f_2 = \frac{60}{30}$ (по формуле (17) Приложения 4)	-	2
15	Угол $\varphi_k$ (по формуле (16б) Приложения 4)		42
16	Аргумент $f_3 = 42 \cdot \sqrt{2,2}$ (по формуле (19) Приложения 4)	-	62,3
17	Коэффициент $\zeta_m$ (по формуле (18) Приложения 4)	-	0,645
18	Коэффициент $s_1$ для расстояния $x = x_m$ (по формуле (21) Приложения 4)	-	1
Расчет максимальной концентрации двуокиси серы			
19	Аргумент $f_1 = \frac{104 \cdot \sqrt{6,14}}{1,1 \cdot 1 \cdot 430}$ (по формуле (13) Приложения 4 при $x_{ж}^{SO_2}$ )		0,544

	= 430 м)	-	
20	Коэффициент $s$ (по формуле (12а) Приложения 4)	-	0,322
21	Коэффициент $s_1 = 1 \cdot 6,14 \cdot 0,322$ (по формуле (7) Приложения 4)	-	1,98
22	Коэффициент $\hat{\eta}_ж = 0,645 \cdot 1,98 + (1 - 0,645) \cdot 1$ (по формуле (6) Приложения 4)	-	1,63
23	Максимальная концентрация $c_{ж}^{SO_2} = 0,19 \cdot 1,63$ (по формуле (5) Приложения 4)	мг/м <sup>3</sup>	0,31
Расчет осевой концентрации двуокиси серы на различных расстояниях			
24	Коэффициент $\zeta = \frac{\zeta}{\zeta}$ (по пункту 13 Приложения 4 при $u = \hat{u}_ж$ )	-	0,645
25	Коэффициент $s_2$ на оси факела (по формуле (2.27))	-	1
26	Коэффициент $\bar{s}_2$ (по формуле (37) Приложения 4)	-	1
27	Величина $L'$ (по формуле (35) Приложения 4)	м	430
28	Коэффициент $s_1$ для расстояния $x$ (по пункту 13 Приложения 4 и формулам (2.23а), (2.23б))		
	$x = 50$ м, $x/x_M = 0,116$	-	0,068
	$x = 100$ м, $x/x_M = 0,232$	-	0,232
	$x = 200$ м, $x/x_M = 0,465$	-	0,633

	$x = 400 \text{ м}, x/x_M = 0,930$	-	0,999
	$x = 1000 \text{ м}, x/x_M = 2,32$	-	0,664
29	Коэффициент $s^*$ для расстояния $x$ (по формуле (36) Приложения 4)		
	$x = 200 \text{ м},$ $s^* = \frac{2(200 - 104)}{1 \cdot 430 + 200 - 2 \cdot 104}$	-	0,454
	$x = 400 \text{ м},$ $s^* = \frac{2(400 - 104)}{1 \cdot 430 + 400 - 2 \cdot 104}$	-	0,951
30	Коэффициент $s'$ для расстояния $x$ (по формуле (34) Приложения 4)		
	$x = 50 \text{ м},$ $s' = 1,98 \cdot 1$	-	1,98
	$x = 100 \text{ м},$ $s' = 1,98 \cdot 1$	-	1,98
	$x = 200 \text{ м},$ $s' = 1,98 \cdot 1 \cdot (1 - 0,454) + 1 \cdot 1 \cdot 0,454$		1,54
	$x = 400 \text{ м},$ $s' = 1,98 \cdot 1 \cdot (1 - 0,951) + 1 \cdot 1 \cdot 0,951$		1,05
	$x = 1000 \text{ м},$ $s' = 0,664 \cdot 1$	-	0,664
31	Коэффициент $\hat{\eta}$ для расстояния $x$ (по формуле (32) Приложения 4)		
	$x = 50 \text{ м},$ $\hat{\eta} = (1 - 0,645) \cdot 0,068 \cdot 1 + 0,745 \cdot 1,98$		1,30
	$x = 100 \text{ м},$ $\hat{\eta} = (1 - 0,645) \cdot 0,232 \cdot 1 + 0,645 \cdot 1,98$		1,36
	$x = 200 \text{ м},$ $\hat{\eta} = (1 - 0,645) \cdot 0,633 \cdot 1 + 0,645 \cdot 1,51$		1,22
	$x = 400 \text{ м},$ $\hat{\eta} = (1 - 0,645) \cdot 0,999 \cdot 1 + 0,645 \cdot 1,05$		1,03
	$x = 1000 \text{ м},$ $\hat{\eta} = (1 - 0,645) \cdot 0,664 \cdot 1 + 0,645 \cdot 0,664$		0,664
	Концентрация $\bar{\epsilon}$		

32	на расстоянии $x$ (по формуле (31) Приложения 4)		
	$x = 50$ м, $\zeta = 0,19 \cdot 1 \cdot 1,30$	мг/м <sup>3</sup>	0,24
	$x = 100$ м, $\zeta = 0,19 \cdot 1 \cdot 1,36$	мг/м <sup>3</sup>	0,25
	$x = 200$ м, $\zeta = 0,19 \cdot 1 \cdot 1,22$	мг/м <sup>3</sup>	0,23
	$x = 400$ м, $\zeta = 0,19 \cdot 1 \cdot 1,03$	мг/м <sup>3</sup>	0,19
	$x = 1000$ м, $\zeta = 0,19 \cdot 1 \cdot 0,664$	мг/м <sup>3</sup>	0,13
Расчет максимальных концентраций золы			
33	Аргумент $f_1 = \frac{104 \cdot \sqrt{6,14}}{1,1 \cdot 1 \cdot 215}$ (по формуле (13) Приложения 4 при $x_{*}^3 = 215$ м)	-	1,09
34	Коэффициент $s$ (по формуле (126) Приложения 4)	-	0,63
35	Коэффициент $s_1 = 1 \cdot 6,14 \cdot 0,626$ (по формуле (7) Приложения 4)	-	3,84
36	Коэффициент $\hat{\eta}_{*} = 0,645 \cdot 3,84 + (1 - 0,645) \cdot 1$ (по формуле (6) Приложения 4)	-	2,83
37	Максимальная концентрация $c_m^3 = 0,12 \cdot 2,83$ (по формуле (5) Приложения 4)	мг/м <sup>3</sup>	0,34
Расчет осевой концентрации золы на различных расстояниях			
38	Коэффициент $\zeta$ $\zeta$ м (как и для двуокиси серы)	-	0,645
39	Коэффициент $s_2$ на оси факела (как и для двуокиси серы)	-	1

40	Коэффициент $\bar{\alpha}_2$ (как и для двуокиси серы)	-	1
41	Величина $L'$ $= 104 + 5 \cdot 23$ (по формуле (35) Приложения 4)	м	234
42	Коэффициент $s_1$ для расстояния $x$ (по пункту 13 Приложения 4 и формулам (2.23а), (2.23б))		
	$x = 50$ м, $x/x_M = 0,232$	-	0,232
	$x = 100$ м, $x/x_M = 0,465$	-	0,633
	$x = 200$ м, $x/x_M = 0,93$	-	0,999
	$x = 400$ м, $x/x_M = 1,86$	-	0,779
	$x = 1000$ м, $x/x_M = 4,65$	-	0,296
43	Коэффициент $s^*$ для расстояния $x$ (по формуле (36) Приложения 4)		
	$x = 200$ м, $s^* = \frac{200 - 104}{2 \cdot 26 + 0,6 \cdot (200 - 104)}$	-	0,876
44	Коэффициент $s'$ для расстояния $x$ (по формуле (34) Приложения 4)		
	$x = 50$ м, $s' = 3,84 \cdot 1$	-	3,84
	$x = 100$ м, $s' = 3,84 \cdot 1$	-	3,84
	$x = 200$ м, $s' = 3,84 \cdot 1 \cdot (1 - 0,876) + 0,979 \cdot 1 \cdot 0,876$		1,33
	$x = 400$ м, $s' = 0,779 \cdot 1$	-	0,779
	$x = 1000$ м, $s' = 0,296 \cdot 1$	-	0,296
45	Коэффициент $\hat{\eta}$		

	для расстояния $x$ (по формуле (32) Приложения 4)		
	$x = 50$ м, $\hat{r} = (1 - 0,645) \cdot 0,232 \cdot 1 + 0,645 \cdot 3,84$		2,56
	$x = 100$ м, $\hat{r} = (1 - 0,645) \cdot 0,633 \cdot 1 + 0,645 \cdot 3,84$		2,70
	$x = 200$ м, $\hat{r} = (1 - 0,645) \cdot 0,999 \cdot 1 + 0,645 \cdot 1,33$		1,21
	$x = 400$ м, $\hat{r} = (1 - 0,645) \cdot 0,779 \cdot 1 + 0,645 \cdot 0,779$		0,779
	$x = 1000$ м, $\hat{r} = (1 - 0,645) \cdot 0,296 \cdot 1 + 0,645 \cdot 0,296$		0,296
46	Концентрация $\tilde{c}$ на расстоянии $x$ (по формуле (31) Приложения 4)		
	$x = 50$ м, $\tilde{c} = 0,12 \cdot 1 \cdot 2,56$	мг/м <sup>3</sup>	0,31
	$x = 100$ м, $\tilde{c} = 0,12 \cdot 1 \cdot 2,70$	мг/м <sup>3</sup>	0,32
	$x = 200$ м, $\tilde{c} = 0,12 \cdot 1 \cdot 1,21$	мг/м <sup>3</sup>	0,15
	$x = 400$ м, $\tilde{c} = 0,12 \cdot 1 \cdot 0,779$	мг/м <sup>3</sup>	0,09
	$x = 1000$ м, $\tilde{c} = 0,12 \cdot 1 \cdot 0,296$	мг/м <sup>3</sup>	0,04

Пример 3. Котельная с теми же параметрами и при тех же условиях, что в примере 2, Расчет распределения концентрации на оси факела при скорости  $u = 2,2$  м/с и направлении ветра, составляющем угол

$\gamma$

$= 45^\circ$  с опасным направлением.

Согласно расчетам в примере 1 для двуокиси серы:

$c_M^{SO_2}$

$= 0,18$  мг/м<sup>3</sup>,

$X_M^{SO_2}$

$= 430$  м,  $u_M = 2,2$  м/с; для золы  $c_M^3 = 0,12$  мг/м<sup>3</sup>,

$X_M^3$

$= 215$  м,  $u_M = 2,2$  м/с.

--	--	--	--

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
1 - 16	В строках 1 - 16 приводятся значения, совпадающие со значениями в строках 1 - 16 примера 2.		
17	Аргумент $t_3 = (42 + 15) \cdot \sqrt{2,2}$		129
18	Коэффициент $\xi'$ (по пунктам 13, 10 и формуле (18) Приложения 4)		0,943
19	Аргумент $t_3 =  42 - 45  \cdot \sqrt{2,2}$	-	4,4
20	Коэффициент $\xi''$ (по пунктам 13, 10 и формуле (18) Приложения 4)	-	0,051
21	Коэффициент $\xi$ (по пунктам 13 и формуле (26) Приложения 4)		
	$\xi$ = 0,5(0,943 - 0,051)	-	0,446
<b>Расчет осевой концентрации двуокиси серы на различных расстояниях</b>			
22	Коэффициент $\hat{r}$ для расстояния x (по формуле (32) Приложения 4) с использованием значений коэффициентов согласно строкам 25 - 30 примера 2)		
	x = 50 м, $\hat{r} = (1 - 0,446) \cdot 0,068 \cdot 1 + 0,446 \cdot 1 \cdot 98$		0,921
	x = 100 м, $\hat{r} = (1 - 0,446) \cdot 0,232 \cdot 1 + 0,446 \cdot 1,98$		1,01
	x = 200 м, $\hat{r} = (1 - 0,446) \cdot 0,633 \cdot 1 + 0,446 \cdot 1,53$		1,03
	x = 400 м, $\hat{r} = (1 - 0,446) \cdot 0,999 \cdot 1 + 0,446 \cdot 1,05$		1,02
	x = 1000 м, $\hat{r} = (1 - 0,446) \cdot 0,664 \cdot 1 + 0,446 \cdot 0,664$		0,664

23	Концентрация $\hat{c}$ на расстоянии $\hat{x}$ (по формуле (31) Приложения 4)		
	$x = 50$ м, $\hat{c} = 0,19 \cdot 1 \cdot 0,921$	мг/м <sup>3</sup>	0,18
	$x = 100$ м, $\hat{c} = 0,19 \cdot 1 \cdot 1,01$	мг/м <sup>3</sup>	0,19
	$x = 200$ м, $\hat{c} = 0,19 \cdot 1 \cdot 1,03$	мг/м <sup>3</sup>	0,20
	$x = 400$ м, $\hat{c} = 0,19 \cdot 1 \cdot 1,02$	мг/м <sup>3</sup>	0,19
	$x = 1000$ м, $\hat{c} = 0,19 \cdot 1 \cdot 0,664$	мг/м <sup>3</sup>	0,13
Расчет осевой концентрации пыли на различных расстояниях			
24	Коэффициенты $\hat{f}$ на расстояниях $x$ (по формуле (32) Приложения 4) с использованием значений коэффициентов согласно строкам 42 - 44 примера 2)		
	$x = 50$ м, $\hat{f} = (1 - 0,446) \cdot 0,232 \cdot 1 + 0,446 \cdot 3,84$		1,84
	$x = 100$ м, $\hat{f} = (1 - 0,446) \cdot 0,633 \cdot 1 + 0,446 \cdot 3,84$		2,06
	$x = 200$ м, $\hat{f} = (1 - 0,446) \cdot 0,999 \cdot 1 + 0,446 \cdot 1,33$		1,15
	$x = 400$ м, $\hat{f} = (1 - 0,446) \cdot 0,779 \cdot 1 + 0,446 \cdot 0,779$		0,779
	$x = 1000$ м, $\hat{f} = (1 - 0,446) \cdot 0,296 \cdot 1 + 0,446 \cdot 0,296$		0,296
25	Концентрация $\hat{c}$ на расстояниях $\hat{x}$ (по формуле (31) Приложения 4)		
	$x = 50$ м, $\hat{c}$		0,22

	$= 0,12 \cdot 1 \cdot 1,84$	мг/м <sup>3</sup>	
	x = 100 м, $\hat{c}$ $= 0,12 \cdot 1 \cdot 2,06$	мг/м <sup>3</sup>	0,25
	x = 200 м, $\hat{c}$ $= 0,12 \cdot 1 \cdot 1,15$	мг/м <sup>3</sup>	0,14
	x = 400 м, $\hat{c}$ $= 0,12 \cdot 1 \cdot 0,779$	мг/м <sup>3</sup>	0,093
	x = 1000 м, $\hat{c}$ $= 0,12 \cdot 1 \cdot 0,296$	мг/м <sup>3</sup>	0,036

Пример 4. Котельная с теми же параметрами и при тех же условиях, что в примере 1, расположенная в ложбине. Ветер направлен поперек ложбины.

Согласно расчетам в примере 1 (для ровного места) для двуокиси серы:

$$c_{\text{ж}}^0 = 0,19 \text{ мг/м}^3,$$

$$x_{\text{ж}}^0 = 430 \text{ м; для золы}$$

$$c_{\text{ж}}^0 = 0,12 \text{ мг/м}^3,$$

$$x_{\text{ж}}^0 = 215 \text{ м.}$$

№ п/п	Характеристики, обозначения, расчет	Единица	Значение
1	Глубина ложбины, $h_0$	м	70
2	Полуширина основания ложбины, $a_0$	м	600
3	Расстояние от середины ложбины до источника, $x_0$	м	200
4	Параметр $n_1 = \frac{35}{70}$ (по пункту 19)	-	0,5
5	Параметр $n_2 = \frac{600}{70}$ (по пункту 19)	-	9
6	Отношение $\frac{ x_0 }{a_0} = \frac{200}{600}$	-	0,03

7	Функция $\varphi_1( x_0 /a_0)$ (по рисунку 18)	-	0,8
8	Коэффициент $\eta$ m (по таблице 18)	-	2,0
9	Коэффициент $\eta$ = 1 + 0,82 · (2 - 1) (по формуле (4.1))	-	1,8
10	Коэффициент d (по пункту 20)		
	$d = 7 \cdot \sqrt{2,04} \times \left[ 1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{0,56} \right] \frac{1,1}{\sqrt{1,8 + 0,2}}$		9,57
Расчет концентрации двуокиси серы			
11	Максимальная концентрация (по формуле (2.1)) или по соотношению $c_{ж} = c_{ж}^{(0)} \times \eta = 0,19 \cdot 1,8$	мг/м <sup>3</sup>	0,34
12	Расстояние $x_M = 9,57 \cdot 35$ (по формуле (2.13))	м	335
13	Правая часть формулы (4.2)		
	$6,2 x_{ж} \sqrt{\eta - 1} = 6,2 \cdot 430 \cdot \sqrt{0,8}$		2400
14	Коэффициент $s_1$ для расстояния x по пункту 20		
	x = 50 м, x/x <sub>M</sub> = 0,149	-	0,108
	x = 100 м, x/x <sub>M</sub> = 0,298	-	0,345
	x = 200 м, x/x <sub>M</sub> = 0,597	-	0,817
	x = 400 м, x/x <sub>M</sub> = 1,19	-	0,954
	x = 1000 м, x/x <sub>M</sub> = 2,98	-	0,524
	x = 3000 м, (смотрите пример 1)	-	0,154
15	Концентрация c для расстояния x (по формуле (2.22))		
	x = 50 м, c = 0,34 · 0,108	мг/м <sup>3</sup>	0,04
	x = 100 м, c = 0,34 · 0,345	мг/м <sup>3</sup>	0,12
	x = 200 м, c = 0,34 · 0,817	мг/м <sup>3</sup>	0,27
	x = 400 м, c = 0,34 · 0,954	мг/м <sup>3</sup>	0,32

	$x = 1000 \text{ м, } c = 0,34 \cdot 0,524$	мг/м <sup>3</sup>	0,18
	$x = 3000 \text{ м, (смотрите пример 1)}$	мг/м <sup>3</sup>	0,03
Расчет концентрации пыли			
16	Максимальная концентрация (по формуле (2.1)) или по соотношению $c_{\text{ж}} = c_{\text{ж}}^{(0)} \times \eta = 0,12 \cdot 1,8$	мг/м <sup>3</sup>	0,22
17	Расстояние $x_{\text{м}} = \frac{5-3}{4} \cdot 9,57 \cdot 35$ (по формуле (2.13))	м	168
18	Величина (по формуле (4.2))		
	$6,2 \cdot \sqrt{\eta-1} \cdot x_{\text{ж}} = 6,2 \cdot \sqrt{0,8} \cdot 215$		1200
19	Коэффициент $s_1$ для расстояния $x$ (по пункту 20 и рисунок 2.4)		
	$x = 50 \text{ м, } x/x_{\text{м}} = 0,298$	-	0,345
	$x = 100 \text{ м, } x/x_{\text{м}} = 0,595$	-	0,815
	$x = 200 \text{ м, } x/x_{\text{м}} = 1,19$	-	0,954
	$x = 400 \text{ м, } x/x_{\text{м}} = 2,38$	-	0,651
	$x = 1000 \text{ м, } x/x_{\text{м}} = 5,95$	-	0,202
	$x = 3000 \text{ м, (смотрите пример 1)}$	-	0,028
	Концентрация $c$ для расстояния $x$ (по формуле (2.22))		
	$x = 50 \text{ м, } c = 0,22 \cdot 0,345$	мг/м <sup>3</sup>	0,08
	$x = 100 \text{ м, } c = 0,22 \cdot 0,815$	мг/м <sup>3</sup>	0,18
	$x = 200 \text{ м, } c = 0,22 \cdot 0,954$	мг/м <sup>3</sup>	0,21
	$x = 400 \text{ м, } c = 0,22 \cdot 0,651$	мг/м <sup>3</sup>	0,14
	$x = 1000 \text{ м, } c = 0,22 \cdot 0,202$	мг/м <sup>3</sup>	0,01
	$x = 3000 \text{ м, (смотрите пример 1)}$	мг/м <sup>3</sup>	0,003

## **Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при некоторых технологических процессах в металлургическом производстве**

### **1. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при некоторых технологических процессах коксохимического производства**

1. Настоящая методика предназначена для определения выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ от оборудования коксохимического производства.

Устанавливает порядок расчета выбросов при некоторых процессах коксопроизводства расчетным методом на основе удельных показателей выбросов и расчетных формул.

Распространяется на источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от выбросов вредных веществ, образующихся при горении коксового газа, выделяющихся через неплотности дверей камер коксования, стояков и загрузочных люков, при загрузке шихты в печные камеры, при тушении кокса.

2. Настоящий документ:

разработан с целью создания единой методологической основы по определению выбросов загрязняющих веществ при коксохимическом производстве;

применяется предприятиями и территориальными управлениями по охране окружающей среды, специализированными организациями, проводящими работы по нормированию выбросов и контролю за соблюдением установленных нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ).

Полученные по настоящему документу результаты используются в качестве исходных данных при учете и нормировании выбросов на действующих предприятиях и объектах, а также при разработке предпроектной и проектной документации на новое строительство.

Предлагаемая методика не охватывает всех производственных процессов коксохимическом производстве.

#### **1. Расчет объема дымовых газов, образующихся при горении коксового газа**

3. Объемы продуктов горения газа в коксовых печах, гаражах размораживания, трубчатых печах смолоперегонного цеха, пекококсовых печах рассчитываются, исходя из расхода и состава очищенного коксового газа, температуры дымовых газов в устье дымовой трубы.

4. Объем продуктов горения при рабочих условиях равен:

$$V = \frac{(273+t) \cdot V_0}{273} \text{ м}^3/\text{с}$$

где  $t$  - температура дымовых газов в устье дымовой трубы.

Расчетный объем продуктов горения  $V_0$  определяется по формуле:

$$V_0 = V_{\text{пг}} \cdot Q \text{ м}^3/\text{с}$$

где  $Q$  - расход отопительного газа,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$V_{\text{пг}}$  - удельный объем продуктов горения при фактическом коэффициенте избытка воздуха. Определяется по формуле:

$$V_{\text{пг}} = (3\text{CH}_4 + 5\text{CmHn} + 2\text{H}_2\text{S} + \text{CO}_2 + \text{N}_2 + \text{CO} + \text{H}_2 + 2,41) / 100 + (4,83 \cdot \alpha - 1) \text{O}_2 \text{Т, м}^3/\text{м}^3$$

где

$\alpha$  - коэффициент избытка воздуха;

2,41 - влажность газа при температуре  $20^\circ\text{C}$  в условиях насыщения;

4,83 - поправочный коэффициент на влажность воздуха;

$\text{O}_2\text{T}$  - теоретически потребное количество кислорода для горения:

$$\text{O}_2\text{T} = (0,5(\text{CO} + \text{H}_2) + 2\text{CH}_4 + 3,5\text{CmHn} + 1,5\text{H}_2\text{S} - \text{O}_2) / 100$$

где  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CmHn}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{O}_2$  - содержание в газе %об.

5. Концентрация диоксида серы рассчитана исходя из условия полного окисления сероводорода, содержащегося в коксовом газе до  $\text{SO}_2$ :

$$C_{\text{so}_2} = C_{\text{H}_2\text{s}} \cdot (M_{\text{so}_2} / M_{\text{H}_2\text{s}}) / V_{\text{пг}}$$

где  $C_{\text{H}_2\text{s}}$  - концентрация  $\text{H}_2\text{S}$  в коксовом газе;

$M_{\text{so}_2}$ ,  $M_{\text{H}_2\text{s}}$  - молярные массы  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ .

## 2. Расчет выбросов вредных веществ, выделяющихся через неплотности дверей камер коксования, стояков и загрузочных люков

6. Величины выбросов вредных веществ, выделяющихся через неплотности дверей камер коксования, стояков и загрузочных люков рассчитываются на основании сочетания прямых измерений, выполненных на батареях-аналогах и экспертной оценки интенсивности газовыделения источников на обследуемых батареях с последующими расчетами выбросов.

7. Валовой выброс  $i$ -го компонента через неплотности дверей определяются

$$G_i = k_B(1 + S_1/S_2) \cdot g_{i0}$$

$\sum_{m=1}^N P_m$   
, т/год

$$g_i = G_i / t, \text{ г/с}$$

где  $S_1$  - периметр планирного лючка, м;

S2 - периметр двери, м;

gio – общий выброс i-го вредного вещества, в расчете на 1 балл для одной двери (люка, стояка), рассчитывается по результатам прямых измерений, г/с;

$$\sum_{m=1}^N P_m$$
$$=$$
$$\sum_{m=1}^L P_m^B$$
$$+$$
$$\sum_{m=1}^N P_m^H$$

где

$P_m^B$

- экспертная оценка в баллах видимого газовыделения, определяется по методике;

$P_m^H$

- оценка бездымного (невидимого) газовыделения, определяется по результатам прямых измерений;

N - общее число источников данного типа;

L - число источников данного типа с видимым газовыделением;

t = 31,536 - коэффициент перевода т/год в г/с.

При расчете выбросов из люков и стояков множитель (1+S1/S2) не учитывается.

### **3. Расчет выбросов вредных веществ, выделяющихся при загрузке шихты в камеры коксования и при выдаче кокса.**

8. Определение выбросов при загрузке шихты в печные камеры производят с учетом фактической эффективности (Кб) устройств для эвакуации газов загрузки в газосборники (пароинжекция).

9. Определение выбросов при выдаче готового кокса из печных камер производят с учетом фактической эффективности (Котс) устройств эвакуации газов выдачи на установку обеспыливания (УБВК).

10. Валовой выброс i-го вредного вещества при загрузке (выдаче) печей на одной коксовой батарее определяют

$$G_i = k_1 \cdot q_i \cdot \Pi(1-K).10^{-6}, \text{ т/год}$$

$$g_i = G_i \cdot 10^6 / (t \cdot 3600), \text{ г/с}$$

где k1 - коэффициент, учитывающий состав шихты и коксового газа на данной батарее, задается отраслевым институтом;

$q_i$  - удельный выброс  $i$ -го вредного вещества, г/т кокса (таблицы 1, 2), согласно приложению к настоящей Методике;

$\Pi$  - производство кокса на данной батарее, т/год;

$K$  - коэффициент эффективности природоохранных мероприятий:

$K = K_b$  при расчете выбросов загрузки или

$K = K_{отс}$  при расчете выбросов выдачи

$t$  - время работы батареи с учетом циклических остановок, час/год

#### **4. Расчет выбросов вредных веществ, выделяющихся при тушении кокса через башни тушения и на коксовых рампах**

11. Валовый выброс при мокром тушении кокса определяются по формуле:

$$G_i = q_i * \Pi * 10^{-6}, \text{ т/год}$$

где  $q_i$  - удельный выброс загрязняющего вещества, г/т кокса (таблица 3), согласно приложению к настоящей Методике;

$\Pi$  - производство кокса.

#### **2. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от оборудования доменного и конвертерного производства**

12. Настоящая методика предназначена для определения выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ от оборудования доменного и конвертерного производства.

Устанавливает порядок расчета выбросов при некоторых процессах доменного и конвертерного производства расчетным методом на основе удельных показателей выбросов.

Распространяется на источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от выбросов вредных веществ, образующихся при загрузке и выгрузке скипов, выделяющихся через фонари зданий разливочных машин, при утечке газопроводов доменного газа, при переработке шлака на гидрожелобных установках - при доменном производстве, при сливе чугуна из чугуновоза в миксер, при сливе чугуна из миксера, при завалке скрапа, при заливке чугуна, при сливе стали и шлака - при конвертерном производстве.

13. Настоящий документ:

разработан с целью создания единой методологической основы по определению выбросов загрязняющих веществ при коксохимическом производстве;

применяется предприятиями и территориальными управлениями по охране окружающей среды, специализированными организациями, проводящими работы по нормированию выбросов и контролю за соблюдением установленных нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ).

Полученные по настоящему документу результаты используются в качестве исходных данных при учете и нормировании выбросов на действующих предприятиях и объектах, а также при разработке предпроектной и проектной документации на новое строительство.

Предлагаемая методика не охватывает всех производственных процессов в доменном и конверторном производстве. Следует рекомендовать провести корректировку действующего документа в целях включения в него новых производств.

### **1. Расчет выбросов вредных веществ, образующихся при доменном производстве**

14. Валовый выброс на некоторых этапах производства чугуна определяются по формуле:

$$G_i = q_i * П * 10^{-3}, \text{ т/год}$$

где;  $q_i$  - удельный выброс загрязняющего вещества, кг/т чугуна (таблица 4), согласно приложению к настоящей Методике;

П - производство чугуна (т).

### **2. Расчет выбросов вредных веществ, образующихся при конвертерном производстве**

15. Валовый выброс на некоторых этапах производства чугуна определяются по формуле:

$$G_i = q_i * П * 10^{-3}, \text{ т/год}$$

где;  $q_i$  - удельный выброс загрязняющего вещества, кг/т чугуна (таблица 5), согласно приложению к настоящей Методике;

П - производство чугуна (т).

## **Таблицы удельных выбросов вредных веществ**

Таблица 1 - Удельные выбросы вредных веществ, при загрузке печей:

Вредное вещество	Удельный выброс, г/т
Аммиак	54
Азота двуокись	88
Бенз(а)пирен	0,011
Бензол	76
Нафталин	8
Пыль уг.	170

Сероводород	16
Серы диоксид	26
Углерода оксид	46
Фенол	1
Цианистый водород	3

Таблица 2 - Удельные выбросы вредных веществ, при выдаче печей:

Вредное вещество	Удельный выброс, г/т
Аммиак	8
Азота двуокись	0,45
Бенз(а)пирен	0,0098
Бензол	1
Нафталин	5
Пыль кокс.	450
Сероводород	2
Серы диоксид	20
Углерода оксид	10
Фенол	0,5
Цианистый водород	1

Таблица 3 - Величины удельных выбросов вредных веществ, при мокром тушении кокса:

Наименование вещества	Тушильная башня	Коксовая рампа
	q <sub>i</sub> , г/т	q <sub>i</sub> , г/т
Аммиак	50	5
Пыль коксовая	50	-
Сероводород	5	0,5
Фенол	1	0,1
Цианистый водород	2	0,2

Таблица 4 - Удельные выбросы загрязняющих веществ, при доменном производстве :

Процесс	Загрязняющее вещество	Удельные выбросы	Единицы измерения	Поправочный коэффициент**
Загрузка скипа доменных печей	Пыль неорганическая, SiO <sub>2</sub> ) менее 20%	( 0,05 -0,24	кг/т чугуна	0,4
Выгрузка скипа доменных печей	Пыль неорганическая, SiO <sub>2</sub> ) менее 20%	( 120	г/ Vэф, м <sup>3</sup> /с*	0,4
		0,02		

Фонарь здания разливочной машины	Железо II, III) оксиды Углерода оксид	0,03	г/м <sup>3</sup>	0,4
Утечки газопроводов доменного газа	Углерода оксид	0,38 - 0,5	кг/т чугуна	-
Переработка доменного шлака на гидрожелобных установках	Углерода оксид	0,02	кг/ т шлака	-

\* Vэф, м<sup>3</sup>/с - объем газов, отходящих от воронки;

\*\* Поправочный коэффициент учитывает, что 60% пылевых выбросов осаждаются  
вблизи источника

Таблица 5 - Удельные выбросы загрязняющих веществ, при конвертерном  
производстве:

Процесс	Загрязняющее вещество	Удельные выбросы	Единицы измерения	Поправочный коэффициент*
Слив чугуна в миксерный ковш	Железо II, III) оксиды Углерода оксид	0,134	кг/т чугуна	-
		0,1834		
Слив чугуна из миксера	Железо II, III) оксиды Углерода оксид	0,304	кг/т чугуна	-
		0,1216		
Завалка скрапа	Железо II, III) оксиды	0,18	кг/т стали	0,4
Заливка чугуна	Железо (II, III) оксиды Серы диоксид Углерода оксид	0,28	кг/т стали	0,4
		0,0011		
		0,35		
Слив стали	Железо (II, III) оксиды	0,1	кг/ т стали	0,4
Слив шлака	Пыль неорганическая, (SiO <sub>2</sub> ) менее 20%	0,1	кг/ т шлака	0,4

\* Поправочный коэффициент учитывает, что 60% пылевых выбросов осаждаются  
вблизи источника