

Министерство угольной промышленности СССР
Всесоюзный научно-исследовательский
и проектно-конструкторский институт
охраны окружающей природной среды в угольной
промышленности (НИИОСуголь)

ВРЕМЕННАЯ МЕТОДИКА

по расчету количества вредных веществ,
выбрасываемых в атмосферу при сжигании топлива,
сушке угля и плавке металла на предприятиях
угольной промышленности

С. Пермь
1976

Министерство угольной промышленности СССР
государственный научно-исследовательский и проектно-конструкторский
институт охраны окружающей природной среды в угольной промыш-
ленности (НИИОСуголь)

УТВЕРЖДЕНА
Заместителем Министра
угольной промышленности СССР

В. П. Федановым
25 марта 1976 г.

ВРЕМЕННАЯ МЕТОДИКА

по расчету количества вредных веществ,
выбрасываемых в атмосферу при сжигании
топлива, сушке угля и плавке металла
на предприятиях угольной промышленности

С. Пермь
1976

Временная методика разработана в дополнение и развитие действующих нормативных документов и предназначена для инженерно-технического персонала промышленных предприятий для ориентировочных расчетов количества вредных выбросов в атмосферу при сжигании топлива в промышленных и коммунально-бытовых котельных, сушке угля на обогатительных фабриках, плавке металла в электроплавильных печах и вагранках машиностроительных и рудоремонтных заводов угольной промышленности.

Методика разработана институтом "НИИСУголь" при участии институтов ИГИ, ИОТТ Минуглепрома СССР.

При разработке методики использовались материалы работ, выполненных в институтах ЦКТИ, ВТИ им. Ф.Э.Дзержинского Минэнерго СССР, ВНИИчерметэнергоочистки Минчермета СССР, Главной геофизической обсерваторией им. А.И.Воейкова Главгидрометслужбы СССР, а также нормативные документы Минуглепрома СССР.

Временная методика разработана сотрудниками НИИСУголь А.А.Новоселовым (руководитель), В.Д.Наумовым, Л.М.Обуховой, Э.А.Кулаковым, ИОТТ - В.В.Бобриковым, В.А.Филипповым, ИГИ - И.Х.Володарским, А.П.Фигнягиным.

Замечания и предложения по данной методике следует направлять в институт "НИИСУголь" по адресу: г.Пермь, ул.Н.Островского, 60.

В В Е Д Е Н И Е

Предприятия угольной промышленности СССР наряду с другими отраслями народного хозяйства оказывают определенное влияние на состояние окружающей воздушной среды.

Основными источниками организованных выбросов вредных веществ в атмосферу на предприятиях угольной промышленности являются:

промышленные и коммунально-бытовые котельные, ТЭЦ;
сушильные установки обогатительных фабрик;
вагранки, электросталеплавильные печи машиностроительных и рудоремонтных заводов..

В настоящее время на предприятиях угольной промышленности проведение учета количества вредных выбросов в атмосферу затруднено из-за отсутствия соответствующих служб и оборудования для производства замеров вредных выбросов.

Это, в свою очередь, не позволяет осуществлять рациональное текущее и перспективное планирование мероприятий по охране воздушного бассейна в районах расположения предприятий угольной промышленности.

В связи с этим возникла необходимость разработать методику по расчету количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу предприятиями угольной промышленности.

Настоящая временная методика предназначена для инженерно-технического персонала промышленных предприятий для ориентировочных расчетов количества вредных выбросов в атмосферу при сжигании топлива в промышленных и коммунально-бытовых котельных, сушке угля на обогатительных фабриках, плавке металла в электросталеплавильных печах и вагранках машиностроительных и рудоремонтных заводов.

Временная методика разработана в дополнение и развитие действующих нормативных документов и является обобщением имеющихся материалов по вопросам расчета количества организованных выбросов в атмосферу от основных источников загрязнения окружающей воздушной среды на предприятиях угольной промышленности.

1. Расчет количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу при сжигании топлива в котельных

При сжигании топлива в топках котельных установок в атмосферу выбрасывается значительное количество вредных веществ. Основными ингредиентами в выбросах котельных являются пыль, сернистый ангидрид, окислы азота и окись углерода.

Количество вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу при сжигании топлива, определяется маркой сжигаемого угля (зольностью, содержанием серы и азота), типом топочного устройства и наличием пылеулавливающей аппаратуры.

1.1. Количество дымовых газов (V_{Γ}), выбрасываемых котельной в атмосферу при сжигании 1 кг топлива, определяется по известной формуле:

$$V_{\Gamma} = V_{\Gamma}^0 + (\alpha - 1) \cdot V_0 \text{ м}^3/\text{кг}, \quad (1)$$

где α - избыток воздуха в топке;

V_0 - теоретически необходимый объем воздуха для сжигания 1 кг топлива при $\alpha = 1$, $\text{м}^3/\text{кг}$;

V_{Γ}^0 - объем дымовых газов при $\alpha = 1$, $\text{м}^3/\text{кг}$.

Величина α определяется по табл. 1, V_0 и V_{Γ}^0 - приложение 1.

1.2. Количество пыли, выбрасываемой котельными установками, определяется, в основном, зольностью топлива и характером сжигания.

Расчет количества пыли ($G_{\text{пыль}}^{\text{ун}}$), уносимой отходящими газами,* производится по формуле:

$$G_{\text{пыль}}^{\text{ун}} = 0,01 \cdot B \cdot a_{\text{ун}} \cdot (A^P + q_4 \frac{Q_H^P}{7800}) \text{ кг/ч}, \quad (2)$$

где B - средний часовой расход топлива, кг/ч;

* Здесь и далее следует разграничивать понятия количество вредного вещества, уносимого из агрегата в систему пылегазоочистки, и количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, т.е. выброс после очистки

Таблица I

Расчетные характеристики топок
со слоевым сжиганием топлива

| Характеристика | Топки с ручным забросом на неподвижные горизонтальные колосники | | | | | | | | Шахтные топки с наклонной и неподв. решеткой | | Топки с механическими забрасывателями и неподвижной решеткой | | | | | | | |
|---|---|---|---|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---|--|--|---|---|--|---|---|---|--|
| | Бурые угли | | | | Каменные угли | | | | Торф кусковой W _p = 40% A _{np} = 2,6% | Древесные отходы с W _p = 50% | Каменные угли | | | | Бурые угли | | | |
| | A _{np} = 6,5%* | A _{np} = 9% W _{np} = 10-13%* | Сортированные с A _{np} = 6-9% W _{np} = 13% | При сжигании с шуршащей планкой | Марок Д, Г с A _{np} = 1,5-4% | Марок СС, Тс A _{np} = 1,5-3% | При сжигании с шуршащей планкой | Антрацит марок АК, АС, АМ | | | Донецкий антрацит АМ и АС с A _{np} = 2% | Типа Кузнецких Д и Г A _{np} = 1,4% | Типа донецких Д и Г с A _{np} = 3,2%* | Типа Кузнецких 20С с A _{np} = 1,7%* | Типа Ирша-бординского с W _{np} = 8,8% A _{np} = 4,2%* | Типа артемовского с W _{np} = 7,4% A _{np} = 4,2%* | Типа веселовского с W _{np} = 8,4%* A _{np} = 6,5% | Типа харанорского W _{np} = 13,6% A _{np} = 2,9%* |
| Коэффициент избытка воздуха в топке - α ^{***} | $\frac{1,35}{1,45}$ | $\frac{1,40}{1,55}$ | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,35 | 1,35 | $\frac{1,3}{-1,35}$ | 1,4 | 1,4 | $\frac{1,6}{1,7}$ | 1,4-1,5 | 1,4-1,5 | $\frac{1,4}{1,5}$ | 1,4-1,5 | 1,4-1,5 | 1,4-1,5 | $\frac{1,4}{1,5}$ |
| Доля золь топлива в уносе - С _{ун} , доли ед. | $\frac{0,21}{0,19}$ | 0,18 | 0,20 | 0,18 | 0,21 | 0,19 | 0,21 | $\frac{0,32}{0,55}$ | - | - | 0,10 | 0,16-0,07 | $\frac{0,13}{0,06}$ | $\frac{0,13}{0,07}$ | $\frac{0,22}{0,095}$ | $\frac{0,15}{0,07}$ | $\frac{0,125}{0,095}$ | $\frac{0,15}{0,07}$ |
| Потеря тепла от химической неполноты горения - Q ₃ , % | $\frac{2,0}{2,5}$ | $\frac{3,5}{4,0}$ | 2,0 | 0,5 | 5 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 |
| Суммарная потеря тепла от механической неполноты горения - Q ₄ , % | $\frac{9,2}{7,7}$ | $\frac{9,3}{7,6}$ | 7,1 | $\frac{4,5}{5,5}$ | 5,3 | $\frac{6,0}{6,5}$ | 7,0 | $\frac{6,5}{9,3}$ | 2 | 2 | $\frac{13,5}{10}$ | 5,5/3,0 | 6,5/4,5 | $\frac{11}{5,0}$ | $\frac{6}{3,0}$ | $\frac{5,5}{4,0}$ | $\frac{8,0}{6,5}$ | $\frac{7,5}{5,0}$ |

| Характеристика | Топки скоростного горения | | Топки с пневматическими забрасывателями и цепной решеткой прямого хода** | | | | Топки с механическими забрасывателями и цепной решеткой обратного хода | | | | | | | | | | Топки с цепной решеткой | Шахтно-цепные топки | Топки с наклонно-перетактивными решетками |
|----------------|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|---|--|---|-------------------------|---------------------|---|
| | | | Каменные угли | | Бурные угли | | Каменные угли | | | | | Бурные угли | | | | | | | |
| | Русленая шепка $W_p = 40-50\%$ | Дробленые отходы и опилки $W_p = 40-50\%$ | Типа кузнецких Д и Г С $A_{пр} = 1,4\%*$ | Типа донецких Д и Г С $A_{пр} = 3,2\%*$ | Типа артемовского $W_{пр} = 7,4\%$ $A_{пр} = 4,2\%*$ | Типа веселовского С $W_{пр} = 8,4\%$ $A_{пр} = 6,5\%*$ | Типа кузнецких Д и Г С $A_{пр} = 1,4\%*$ | Типа донецких Д и Г С $A_{пр} = 3,2\%*$ | Типа сучанского С $A_{пр} = 5,7\%*$ | Типа кузнецкого ЗС С $A_{пр} = 1,7\%*$ | Типа ирша-борлинского с $W_{пр} = 8,8\%$ $A_{пр} = 4,6\%*$ | Типа артемовского С $W_{пр} = 7,4\%$ $A_{пр} = 4,2\%*$ | Типа веселовского С $W_{пр} = 8,4\%$ $A_{пр} = 6,5\%*$ | Типа харанорского С $W_{пр} = 13,6\%$ $A_{пр} = 2,9\%*$ | Типа полмосковного С $W_{пр} = 12,8\%$ $A_{пр} = 8,9\%*$ | Донецкий антрацит АС, АМ $A_{пр} = 2\%*$ | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----------|------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|---------|-----|-----|
| Коэффициент избытка воздуха в топке - α^{***} | 1,2 | 1,3 | 1,3-1,4 | 1,3-1,4 | 1,3-1,4 | 1,3-1,4 | 1,3-1,4 | 1,3-1,4 | 1,3-1,4 | 1,3-1,4 | 1,3-1,4 | 1,3-1,4 | 1,3-1,4 | 1,3-1,4 | 1,3-1,4 | 1,5-1,6 | 1,3 | 1,4 |
| Доля золы топлива в уносе - $a_{ун}$, доли ед. | - | - | 0,20/0,09 | 0,17/0,075 | 0,19/0,085 | 0,15/0,07 | 0,20/0,09 | 0,17/0,075 | 0,11/0,05 | 0,20/0,09 | 0,27/0,12 | 0,19/0,085 | 0,15/0,17 | 0,19/0,085 | 0,11/0,05 | 0,10 | - | - |
| Потеря тепла от химической неполноты горения - q_3 , % | 1,0 | 1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5-1,0 | 0,5 | 1,0 | 3 |
| Суммарная потеря тепла от механической неполноты горения - q_4 , %**** | 2 | 2 | 5,5/3,0 | 6,0/3,5 | 5,5/4 | 7,5/6,0 | 5,5/3 | 6/3,5 | 7,5/5,5 | 11/5 | 6/3 | 5,5/4 | 7,5/6 | 7/4 | 7/5,5 | 13,5/10 | 2 | 3 |

- Примечания:
- ж) Цифры в знаменателе относятся к топкам с золовым помещением, в числителе - без золового помещения
 - жж) Сжигание каменных углей с легкоплавкой золой в топках с пневматическими забрасывателями и цепной решеткой прямого хода не рекомендуется
 - жжж) Меньшие значения для котлов паропроизводительность меньше 10 т/ч
 - жжжж) Потеря с уносом изменяется прямо пропорционально содержанию в топливе пылевых частиц размером 0-0,09 мм. При отсутствии возврата уноса и острого дутья потеря с уносом увеличивается в 3 раза. В таблице значения потерь с уносом при сжигании бурных и каменных углей даны для рядового топлива с содержанием пылевых частиц 2,5%.

$Q_{\text{зп}}$ - доля золы топлива, уносимая газами, в долях ед.;

A^p - зольность на рабочую массу топлива, %;

Q_4 - потеря тепла с механическим недожогом, %;

Q_H^p - теплота сгорания топлива, ккал/кг.

Расчетные характеристики твердых топлив и топок со слоевым сжиганием топлива принимаются по справочным данным.

Характеристики различных марок угля представлены в приложении I, топочных устройств - в табл. I.

Примечание: для расчета среднего часового расхода топлива - В-необходимо годовой расход его отнести к количеству рабочих часов котельной за год.

Для установок, оснащенных золоулавливающими устройствами, количество выбрасываемой в атмосферу пыли ($G_{\text{пыль}}$) определяется по формуле:

$$G_{\text{пыль}}^6 = G_{\text{пыль}}^{\text{зп}} \cdot \left(\frac{100 - \eta}{100} \right) \text{ кг/час,} \quad (3)$$

где η - к.п.д. пылеулавливающей системы, %, принимается по паспортным данным.

I.3. Выбросы сернистого ангидрида зависят от содержания "горючей" серы в топливе. Проведенные рядом организаций исследования позволяют принять коэффициент перехода серы топлива в SO_2 равным 0,95 .

Весовое количество сернистого ангидрида (G_{SO_2}), выбрасываемого при сжигании топлива, рассчитывается по формуле:

$$G_{\text{SO}_2} = 0,019 \cdot S^p \cdot B \text{ кг/ч,} \quad (4)$$

где S^p - содержание серы в рабочем топливе, %.

Серосодержание различных марок угля приведено в приложении I.

Примечание: при расчете выбросов в атмосферу сернистого ангидрида следует учитывать, что в мокрых пылеуловителях происходит частичная нейтрализация SO_2 (до 10%).

I.4. Количество окислов азота, образующихся при сжигании

топлива, приближенно рассчитывается по формуле*:

$$G_{NOx} = 20,5 \cdot K \cdot C_{NOx} \cdot Q_H^P \cdot B \cdot N \cdot 10^{-6}, \text{ кг/ч,}$$

где: K - коэффициент, характеризующий зависимость объема продуктов горения от вида топлива, имеющий для углей различных марок следующие значения:

- антрациты - $K = 1,15$;
- тощие угли - $K = 1,17$;
- газовые и длиннопламенные угли - $K = 1,19$;
- бурые угли - $K = 1,08 + 0,89 \frac{W^P}{100}$ (здесь W^P - влажность рабочей массы топлива, %);

C_{NOx} - максимальная объемная концентрация NOx при номинальных нагрузках котлоагрегатов, имеющая следующие значения:

- камерные топки мощных энергетических котлов на твердом топливе - $0,07-0,08\%$ об;
- слоевые топки промышленных котлов - $0,05-0,06\%$ об;
- камерные топки с мазутными и газомазутными горелками - $0,045-0,05\%$ об;

N - нагрузка котлоагрегата в % от номинальной.

1.5. Весовое количество окиси углерода (G_{CO}), выброшенное в атмосферу котельными установками, рассчитывается по формуле:

$$G_{CO} = 0,0125 \cdot C_{CO} \cdot V_f \cdot B, \text{ кг/ч,} \quad (6)$$

где C_{CO} - концентрация окиси углерода в объемных процентах на 1 кг топлива определяется следующим образом: для топок с ручной решеткой

$$C_{CO} = 0,16 \cdot q_3, \quad (7)$$

для механизированных топочных устройств:

$$C_{CO} = 0,2 \cdot q_3, \quad (8)$$

* Расчет выбросов окислов азота ведется в пересчете на NO_2 .

где Q_3 - потеря тепла от химической неполноты сгорания топлива (%) определяется по табл. I.

1.6. Концентрация вредных веществ в отходящих газах (K) определяется по формуле:

$$K = \frac{G \cdot 1000}{V_r \cdot B} \quad \text{г/нм}^3, \quad (9)$$

где G - массовый выброс вредного вещества (пыль, сернистый ангидрид и т.д.), кг/ч.

Пример расчёта количества вредных выбросов в атмосферу при сжигании топлива представлен в приложении II (пример I).

2. Расчет количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу сушильными установками обогатительных фабрик

При сушке угля на обогатительных фабриках сушильными установками в атмосферу выбрасываются вредные вещества, которые образуются как при сжигании топлива в топках, так и непосредственно в процессе сушки угля. Основными ингредиентами в выбросах сушильных агрегатов являются пыль (выделяемая в процессе сушки, а также с топочными газами), сернистый ангидрид, окислы азота и окись углерода (выделяемые при сжигании топлива).

2.1. Расчет количества выбросов пыли, сернистого ангидрида, окислов азота, окиси углерода, образующихся в процессе сжигания угля в топках сушильных установок, производится согласно п.п. 1.2-1.5. Концентрация вредных веществ в отходящих газах сушильных установок рассчитывается по фактической производительности дымососов. Количество пыли, выделяемой в процессе сушки угля, определяется по приведенной ниже методике.

2.2. Количество пыли, образующейся в процессе сушки угля, определяется степенью измельченности угля, поступающего на сушку, его влажностью, типом сушилки.

Исходными данными для расчета выбросов пыли являются:

- ситовый состав угля, поступающего на сушку, с указанием процентного содержания фракций в классе 0-I мм - $\Delta R_{i, \text{исх}}, \%$;

$G_{\text{исх}}$ - количество угля, поступающего в сушилку, т/ч;

W - количество испаренной влаги, т/ч;

$\eta_{\text{фрп}}$ - фракционные к.п.д. пылеулавливающих аппаратов, %.

2.3. Ситовый состав угля, поступающего на сушку, определяется гравиметрическим методом. Если на фабрике отсутствуют данные по содержанию фракций в классе 0-I мм, для ориентировочных расчетов можно использовать данные, приведенные в табл. 2.

Фракционные к.п.д. пылеуловителей приведены в табл. 3-6.

2.4. По количеству угля, поступающего в сушилку, и количеству испаренной влаги определяется количество высушенного угля, т.е. производительность сушильной установки по сухому продукту:

$$G_{\text{сух}} = G_{\text{исх}} - W \quad \text{т/ч}, \quad (10)$$

где $G_{\text{сух}}$ - количество высушенного угля, т/ч;

$G_{\text{исх}}$ - количество угля, поступающего в сушилку, т/ч;

W - количество испаренной влаги, т/ч.

2.5. Выброс пыли в атмосферу определяется по формуле:

$$G_{\text{пыль}}^{\text{в}} = G_{\text{сух}} (1 - \eta_{\text{сист}}) \quad \text{т/ч}, \quad (11)$$

где $G_{\text{пыль}}^{\text{в}}$ - выброс пыли в атмосферу, т/ч;

$G_{\text{сух}}$ - производительность сушилки по сухому продукту, т/ч;

$\eta_{\text{сист}}$ - к.п.д. системы пылеулавливания, в долях ед.

2.6. К.п.д. системы пылеулавливания, имеющей три ступени очистки, определяется по формуле:

$$\eta_{\text{сист}} = 1 - (1 - \eta_{\text{I}})(1 - \eta_{\text{II}})(1 - \eta_{\text{III}}) \quad (12)$$

Таблица 2

Средний ситовый состав угля, поступающего на сушку, %

| Бассейн | Размер фракции, мм | | | | | | | | | |
|---|--------------------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|
| | +2,0 | -2,0 +1,0 | -1,0 +0,5 | -0,5 +0,25 | -0,25 +0,12 | -0,12 +0,06 | -0,06 +0,03 | -0,03 +0,015 | -0,015 +0,005 | -0,005 +0,000 |
| Кузнецкий, $\Sigma_{0-1} = 40,5\%$ | 48,5 | 10,6 | 11,6 | 6,7 | 6,9 | 5,9 | 4,1 | 3,3 | 1,5 | 0,9 |
| Карагандин- ский, $\Sigma_{0-1} = 50,0\%$ | 27,6 | 22,4 | 7,2 | 5,6 | 4,5 | 5,8 | 4,5 | 16,1 | 5,4 | 0,9 |
| Донецкий, $\Sigma_{0-1} = 27,5\%$ | 65,2 | 7,3 | 3,6 | 2,4 | 2,9 | 5,6 | 7,6 | 4,6 | 0,6 | 0,2 |

Примечание: Σ_{0-1} - процент содержания фракций класса 0-1 мм в исходном сырье.

Таблица 3

Фракционные к.п.д. разгрузочных аппаратов
труб-сушилок, %

| Разгрузочные аппараты | Размер фракций, мм | | | | | | | | | | Гидравли- ческое сопротив- ление, мм вод.ст. |
|------------------------------------|--------------------|----------|------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|--|
| | + 2 | -2 +1 | -1 +0,5 | -0,5 +0,25 | -0,25 +0,12 | -0,12 +0,06 | -0,06 +0,03 | -0,03 +0,015 | -0,015 +0,005 | -0,005 +0,000 | |
| Циклон Ø 3300 мм | 100 | 99,6 | 98,1 | 96,0 | 90,0 | 77,0 | 50,0 | 24,0 | 12,8 | 4,6 | 70 |
| Гравитацион- ный сепара- тор | 100 | 98,5 | 95,1 | 90,5 | 82,7 | 57,4 | 27,7 | 14,7 | 7,7 | 3,1 | 45 |
| Циклон Ø 2350 мм | - | - | - | - | - | 100 | 97,3 | 93,1 | 84,6 | 74,0 | 80 |

Таблица 4

Фракционные к.п.д. разгрузочных камер барабанных сушилок, %

| Влажность сухого угля, % | Размер фракций, мм | | | | | | | | | | Гидравличес- кое сопротив- ление, мм вод. ст. |
|--------------------------------|--------------------|------------|------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|--|
| | +2 | - 2 + 1 | -1 +0,5 | -0,5 +0,25 | -0,25 +0,12 | -0,12 +0,06 | -0,06 +0,03 | -0,03 +0,015 | -0,015 +0,005 | -0,005 +0,000 | |
| 6,0 | 100 | 99,95 | 99,0 | 98,4 | 93,3 | 80,6 | 80,6 | 63,2 | 38,0 | 8,0 | 15-20 |
| 7,0 | 100 | 100 | 99,8 | 98,9 | 94,5 | 89,0 | 82,7 | 67,0 | 45,2 | 15,0 | " |
| 8,0 | 100 | 100 | 99,9 | 99,0 | 96,0 | 90,8 | 84,1 | 69,3 | 51,6 | 22,2 | " |
| 8,5 | 100 | 100 | 100 | 99,2 | 96,3 | 91,5 | 85,0 | 70,0 | 53,5 | 25,0 | " |
| 9,0 | 100 | 100 | 100 | 99,8 | 97,6 | 93,2 | 86,0 | 72,5 | 53,2 | 29,5 | " |
| 10,5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99,5 | 97,0 | 89,5 | 77,0 | 69,0 | 40,0 | " |

Таблица 5

**Фракционные к.п.д. пылеуловителей технологической
очистки газов, %**

| Пылеуловители | Размер фракций, мм | | | | | | Скорость газа в эле- ментах, м/с | Гидравли- ческое сопротив- ление, мм вод. ст. |
|---------------------|---|----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|---|---|
| | -0,25 +0,12 | -0,12 +0,06 | -0,06 +0,03 | -0,03 +0,015 | -0,015 +0,005 | -0,005 +0,000 | | |
| БПР | 100 | 100 | 97,7 | 86,4 | 68,7 | 42,0 | 4,3 | 85 |
| ПБЦ | 100 | 100 | 99,4 | 98,2 | 93,3 | 67,8 | 4,3 | 150 |
| Циклоны НИИОГАЗа | Принимать по данным "Руководящих указаний по проектирова- нию, изготовлению, монтажу и эксплуатации циклонов НИИОГАЗа", 1971 г. (Ярославль) | | | | | | | |

Таблица 6

Фракционные к.п.д. пылеуловителей санитарной очистки газов, %

| Аппаратура | Размер фракций, мм | | | | | | Гидравлическое сопротивление, мм. вод. ст. |
|---|--|----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|--|
| | -0,25 +0,12 | -0,12 +0,06 | -0,06 +0,03 | -0,03 +0,015 | -0,015 +0,005 | -0,005 +0,000 | |
| МПР | 100 | 100 | 99,9 | 99,4 | 97,9 | 85,9 | 150 |
| МП-ВТИ, в том числе: | | | | | | | |
| прутковая решетка S = 2,5d d = 12 мм; | 100 | 99,7 | 95,6 | 89,4 | 81,5 | 63,5 | 50 |
| прутковая решетка S = 2 d d = 12 мм; | 100 | 100 | 94,7 | 88,8 | 81,3 | 65,5 | 60 |
| Скрубберы, при скорости в плане, м/с | | | | | | | |
| 3,5 | 100 | 95,2 | 89,4 | 79,7 | 62,8 | 32,0 | 30 |
| 4,0 | 100 | 96,4 | 90,8 | 82,0 | 70,5 | 47,5 | 30 |
| 4,2 | 100 | 96,5 | 90,9 | 84,4 | 72,3 | 52,5 | 30 |
| 4,5 | 100 | 96,9 | 82,1 | 86,3 | 78,3 | 60,5 | 40 |
| 4,8 | 100 | 97,4 | 92,7 | 88,0 | 81,2 | 66,5 | 40 |
| ЦС-ВТИ | Принимать по данным для скрубберов МП-ВТИ при высоте аппарата H = 4Д, где Д - диаметр скруббера | | | | | | |

где $\eta_{\text{сист}}$ - общий к.п.д. пылеулавливающей системы;

$\eta_I, \eta_{II}, \eta_{III}$ - к.п.д. I-й, 2-й, 3-й ступеней системы пылеулавливания, доли ед.

Примечание: если система пылеулавливания имеет две ступени очистки, то η_{III} принимается равным 0.

2.7. По ситовому составу угля, поступающего на сушку, и фракционным к.п.д. рассчитывается эффективность работы аппарата, установленного в качестве разгрузочного устройства, (η_I) и количественный вынос пыли во вторую ступень ($G'_{\text{чн}}$)

$$\eta_I = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\Delta R_{i\text{исх}} \cdot \eta_{i\text{фр}}}{100} \% , \quad (13)$$

где $\Delta R_{i\text{исх}}$, $\eta_{i\text{фр}}$ - содержание и процент улавливания каждой фракции в разгрузочном устройстве, %

$$G'_{\text{чн}} = G_{\text{сyx}} \cdot (1 - \eta_I) \text{ т/ч} , \quad (14)$$

где $G'_{\text{чн}}$ - количество пыли, выносимое из первой ступени очистки, т/ч;

$G_{\text{сyx}}$ - количество угля, поступающего в I-ую ступень очистки, т/ч.

Дисперсный состав пыли, выносимой из разгрузочного устройства, определяется по формуле:

$$\Delta R'_{i\text{чн}} = \Delta R_{i\text{исх}} \cdot \frac{100 - \eta_{i\text{фр}}}{100 - \eta_I} \% , \quad (15)$$

где $\Delta R'_{i\text{чн}}$ - содержание данной фракции в уносе из разгрузочного устройства, %;

$\Delta R_{i\text{исх}}$ - содержание данной фракции в угле, поступающем на сушку, %.

2.8. По дисперсному составу угольной пыли, выносимой из разгрузочного устройства, и фракционным к.п.д. аппарата, выбранного для второй ступени очистки, рассчитывается эффективность работы последнего (η_{II}) и количественный вынос пыли в пылеуловитель санитарной очистки газов ($G_{\text{ын}}^{\text{II}}$):

$$\eta_{II} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\Delta R_{i\text{ын}}^I \cdot \eta_{II\text{фр.}i}}{100} \% , \quad (16)$$

где $\Delta R_{i\text{ын}}^I, \eta_{II\text{фр.}i}$ - содержание и процент улавливания каждой фракции в аппарате второй ступени очистки газов, %.

$$G_{\text{ын}}^{\text{II}} = G_{\text{ын}}^I \cdot (1 - \eta_{II}) \text{ т/ч} , \quad (17)$$

где $G_{\text{ын}}^{\text{II}}$ - количество пыли, выносимое из второй ступени очистки, т/ч.

Содержание пыли определенных фракций в классе 0-I мм, выносимой из пылеуловителя второй ступени очистки газов, рассчитывается по формуле:

$$\Delta R_{i\text{ын}}^{\text{II}} = \Delta R_{i\text{ын}}^I \cdot \frac{100 - \eta_{II\text{фр.}i}}{100 - \eta_{II}} \% , \quad (18)$$

где $\Delta R_{i\text{ын}}^{\text{II}}$ - содержание данной фракции в уносе из аппаратов второй ступени очистки газов, %;

$\Delta R_{i\text{ын}}^I$ - содержание данной фракции в уносе из разгрузочного устройства, %.

2.9. По дисперсному составу угольной пыли, выносимой из аппарата второй ступени очистки газов, и фракционным к.п.д. аппарата, выбранного для третьей ступени очистки, рассчитывается эффективность работы этого аппарата (η_{III}) и количественный вынос пыли в атмосферу ($G_{\text{ын}}^{\text{III}}$):

$$\eta_{III} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\Delta R_{i\text{ын}}^{\text{II}} \cdot \eta_{III\text{фр.}i}}{100} \% \quad (19)$$

где $\Delta R_{i_{\text{ун}}}''$, $\eta_{\text{ш}}''$ - содержание и процент улавливания каждой фракции в аппарате третьей ступени очистки газов, %.

$$G_{\text{ун}}'' = G_{\text{атм}} = G_{\text{ун}}'' (1 - \eta_{\text{ш}}'') \tau / \text{ч}, \quad (20)$$

где $G_{\text{ун}}''$ или $G_{\text{атм}}$ - выброс пыли из третьей ступени очистки в атмосферу, т/ч.

2.10. По величине выброса пыли в атмосферу и количеству часов работы агрегата в год можно рассчитать выброс пыли в атмосферу сушильным отделением за год:

$$G_{\text{год}} = G_{\text{атм}} \cdot \tau \quad \text{т/год}, \quad (21)$$

где $G_{\text{год}}$ - годовой выброс пыли, т/год;

$G_{\text{атм}}$ - часовой выброс пыли, т/ч;

τ - количество часов работы агрегата, ч/год.

Пример расчета выбросов пыли в атмосферу из сушильной установки обогатительной фабрики приведен в приложении II (пример 2).

3. Расчет количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу вагранками и электросталеплавильными печами

В силу технологических особенностей вагранки и электросталеплавильные печи являются определенными источниками загрязнения атмосферы. Основными вредными ингредиентами в выбросах этих производств являются пыль, окись углерода и сернистый ангидрид.

Количество и состав вредных выбросов при плавке чугуна в вагранке зависит от производительности вагранки, расхода топлива, свойств топлива и шихты, режима плавки, давления дутья и других факторов.

Выход технологических газов и пыли из электросталепла-

вредных печей зависит от состава и свойств шихты, расхода электродов, недопала извести, способа и интенсивности подачи кислорода и, главное, от подсоса большого количества воздуха.

3.1. В данной работе приводятся три способа расчета выноса вредных веществ из вагранок и электросталеплавильных печей. Расчет выброса вредных веществ можно производить любым из приведенных способов. При этом следует использовать удельные величины выноса вредных веществ из плавильных агрегатов, приведенные в табл. 7, 8, 9. Удельные величины образования вредностей даны по литературным источникам.

3.2. Количество вредных веществ, выносимых отходящими газами из вагранок и электросталеплавильных печей, рассчитывается по одной из следующих трех формул:

$$G^{CH} = G_1 \cdot \tau \quad \text{кг}, \quad (22)$$

где G_1 - количество вредных веществ, выносимых из вагранки, кг/ч., (табл. 7);

τ - время плавки, ч.

$$G^{CH} = G_2 \cdot M \quad \text{кг}, \quad (23)$$

где G_2 - количество уносимой вредности на 1 т выплавленного чугуна (стали), кг (табл. 7, 8);

M - количество выплавленного чугуна (стали) за одну плавку, т.

$$G^{CH} = k \cdot V \quad \text{кг/ч}, \quad (24)$$

где k - концентрация вредности в отходящих газах, кг/м³, (табл. 7, 8);

V - объем отходящих газов, м³/ч (табл. 7, 8).

3.3. Выброс вредных веществ в атмосферу от вагранок и электросталеплавильных печей определяется эффективностью технологической и санитарной очистки отходящих газов. Количество

Таблица 7

Интенсивность выбросов газа и пыли из вагранок

| Произ- води- тель- ность, т/ч | Диаметр вагранки, мм | Выбросы газов, $V \text{ м}^3/\text{ч}$ | Пыль | | | Оксид углерода | | | Средний углерод | | |
|---|----------------------------|---|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|---------------------|-----------------------|---------------|---------------------|
| | | | K^* г/м ³ | G_1^* кг/ч | G_2^* кг на т | K г/м ³ | G_1 кг/ч | G_2 кг на т | K г/м ³ | G_1 кг/ч | G_2 кг на т |
| 2 | 600 | 2000-2600 | <u>20</u> I3 | <u>36-44</u> 24-28 | <u>I8-22</u> I2-I4 | I50-200 | 370-480 | I80-220 | I, I-I, 5 | 2,6-3,4 | I, 3-I, 7 |
| 3 | 700 | 2800-3600 | <u>20</u> I3 | <u>54-66</u> 36-42 | <u>I8-22</u> I2-I4 | I50-200 | 520-670 | I80-220 | I, I-I, 4 | 3,6-4,6 | I, 2-I, 5 |
| 4 | 800 | 3600-4600 | <u>20</u> I3 | <u>72-88</u> 48-56 | <u>I8-22</u> I2-I4 | I50-200 | 670-870 | I80-220 | I, I-I, 4 | 4,6-5,9 | I, 2-I, 5 |
| 5 | 900 | 4500-5800 | <u>20</u> I3 | <u>90-110</u> 60-70 | <u>I8-22</u> I2-I4 | I50-200 | 840-1080 | I80-220 | I, I-I, 4 | 5,9-7,5 | I, 2-I, 5 |
| 7 | 1100 | 6900-8600 | <u>20</u> I3 | <u>I26-140</u> 89-91 | <u>I8-20</u> I2-I3 | I50-200 | I300-1600 | I80-220 | I, 2-I, 4 | 9,7-II, I | I, 4-I, 6 |
| 10 | 1300 | 9600-12000 | <u>20</u> I3 | <u>I80-200</u> I20-I30 | <u>I8-20</u> I2-I3 | I50-200 | I800-2200 | I80-220 | I, I-I, 4 | I2,4-I5,4 | I, 2-I, 5 |
| 15 | 1500 | 12800-16000 | <u>20</u> I3 | <u>240-270</u> 160-180 | <u>I6-18</u> II-I2 | I50-200 | 2400-3000 | I80-220 | I, I-I, 4 | I6,5-20,6 | I, I-I, 4 |
| 20 | 1800 | 18000-28000 | <u>20</u> I3 | <u>340-400</u> 200-260 | <u>I7-20</u> I0-I3 | I50-200 | 3400-4350 | I80-220 | I, I-I, 6 | 23,2-36,0 | I, I-I, 8 |
| 25 | 2100 | 24000-30000 | <u>20</u> | <u>450-500</u> 280-340 | <u>I8-20</u> II-I3 | I50-200 | 4500-5600 | I80-220 | I, I-I, 4 | 30,9-38,6 | I, 2-I, 5 |

*) В числителе приведено количество пыли в колонниевых газах до искрогасителя, в знаменателе - после искрогасителя.

Таблица 8

Интенсивность выбросов газа и пыли
из дуговых электросталеплавильных печей

| Ёмкость печи, т | Масса садки, т | Мощность трансфор- матора, кВа | Количество техноло- гических газов V м ³ /ч | Удельный выброс пыли G_2 , кг/т металла | Концентрация пыли в газах К, г/м ³ |
|-----------------------|----------------------|---|--|--|---|
| до 5 | 7,0 | 3000 | 700 | 9,4 | 27 |
| 10 | 11,5 | 5000 | 1100 | 8,8 | 22 |
| 20 | 25,0 | 7000 | 2200 | 8,1 | 18 |
| 40 | 45,0 | 15000 | 3900 | 7,0 | 14 |
| 100 | 110,0 | 25000 | 7800 | 6,6 | 15 |

Таблица 9

Содержание вредных газообразных веществ
в технологических газах, выбрасываемых из электросталеплавиль-
ных печей

| Вредные вещества | Средняя концентрация К, г/м ³ | Удельные выбросы G_2 кг на 1 т металла |
|--------------------|---|---|
| Оксиды углерода | 13,5 | 1,35 |
| Оксиды азота | 0,55 | 0,27 |
| Сернистый ангидрид | 0,005 | 0,002 |
| Цианиды | 0,060 | 0,028 |
| Фториды | 0,001 | 0,0006 |

вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу после систем пылегазоочистки, рассчитывается по формуле:

$$G^6 = G^{\text{эп}} \left(\frac{100 - \eta}{100} \right) \text{ кг}, \quad (25)$$

где η - к.п.д. пылеулавливающей установки, %, принимается по паспортным данным.

Примеры расчета выбросов вредных веществ в атмосферу от вагранки и электросталеплавильной печи приведены в приложении П (пример 3, 4).

4. Определение предельно допустимых выбросов вредных веществ от основных источников загрязнения атмосферы

Расчет предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу (ПДВ), при которых обеспечивается не превышающая ПДК концентрация их в приземном слое воздуха, для источников организованных выбросов (через трубы) производится согласно "Указаний по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий СН 369-74".

4.1. Расчет ПДВ в случае одиночного источника кагерных выбросов производится по формуле:

$$\text{ПДВ} = \frac{\text{ПДК} \cdot H^2 \sqrt{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n} \text{ г/с}, \quad (26)$$

где ПДК - максимальная предельно допустимая концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе, мг/м^3 ;

A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия вертикального и горизонтального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе, $\text{с}^{2/3} \cdot \text{мг.град}^{1/3/\text{г}}$;

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

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

H - высота источника выброса (трубы) над уровнем земли, м;

ΔT - разница между температурой, выбрасываемой газовой смеси $T_{г}$ и температурой окружающего атмосферного воздуха $T_{\text{в}}$, град.;

V_1 - объём газовой смеси, м³/с, определяемый по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi D^2 \cdot W_0}{4}, \quad (27)$$

где D - диаметр устья источника выброса, м;

W_0 - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, м/с.

4.2. Для упрощения определения величины ПДВ формула (26) приводится к следующему виду:

$$\text{ПДВ} = \frac{\text{ПДК}}{\mathcal{U} \cdot A \cdot F \cdot m \cdot n}, \quad (28)$$

где $\mathcal{U} = \frac{1}{H^2 \cdot \sqrt{V_1 \cdot \Delta T}}$, с^{1/3}/м³ · град^{1/3} - величина, которая определяется по графикам, приведенным на рис. I.

4.3. Коэффициент A , с^{2/3}/мг · град^{1/3}/г, должен приниматься для неблагоприятных метеорологических условий, при которых концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе от источника выброса достигают максимального значения:

- для субтропической зоны Средней Азии (лежащей южнее 40° с.ш.) 240;
- для Казахстана, Нижнего Поволжья, Кавказа, Молдавии, Сибири, Дальнего Востока и остальных районов Средней Азии 200;

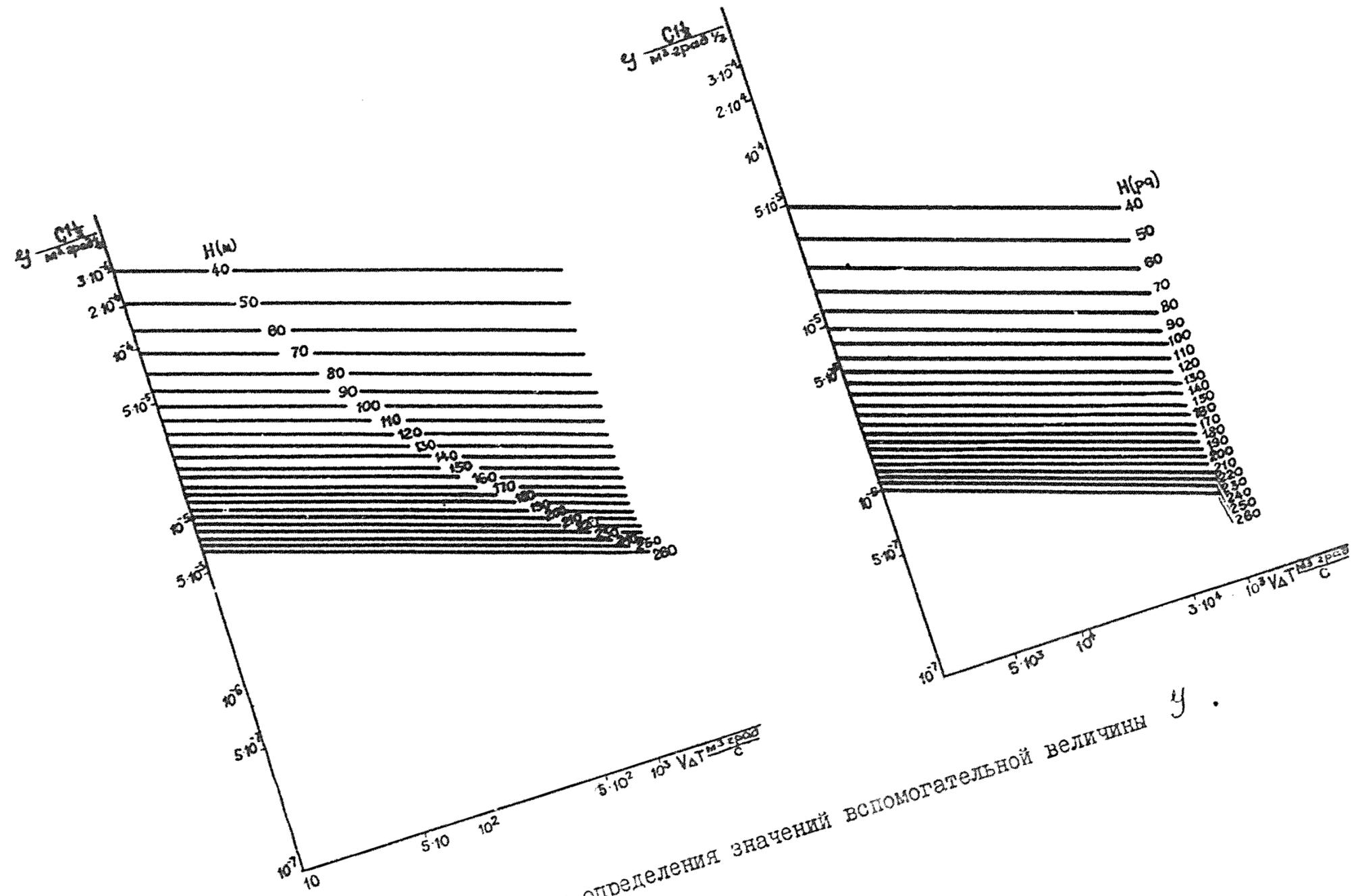


Рис. I. Графики для определения значений вспомогательной величины y .

для Севера и Северо-Запада Европейской территории СССР, Среднего Поволжья, Урала и Украины 160;
 для Центральной части Европейской территории СССР 120.

4.4. Величину $\Delta T, ^\circ C$ следует определять, принимая температуру окружающего атмосферного воздуха T_b равной средней температуре наружного воздуха в 13 час. наиболее жаркого месяца года по главе СНИП "Строительная климатология и геофизика", а температуру выбрасываемой в атмосферу газозоодушнoй смеси T_g - по действующим для данного производства технологическим нормативам.

Примечание: 1. При определении величины T_g должны учитываться подсос воздуха и охлаждение выбросов в случае применения мокрой пыле- и газоочистки.

2. Для котельных, работающих по отопительному графику, допускается при расчетах принимать значения T_b равными средним температурам воздуха самого холодного месяца, для которого характерны наибольшие выбросы вредных веществ по главе СНИП "Строительная климатология и геофизика".

4.5. Величины безразмерного коэффициента F должны приниматься:

а) для газообразных вредных веществ (сернистого газа, окиси углерода и т.п.) и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, зола и т.п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) - 1;

б) для пыли и сажи (кроме указанных в 4.5 "а"), если средний эксплуатационный коэффициент очистки равен: не менее 90% - 2, от 75 до 90% - 2,5, менее 75% - 3.

4.6. Величина безразмерного коэффициента m определяется по формуле (29) или по графику, приведенному на рис. 2.

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \quad (29)$$

где $f = 10^3 \frac{W_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} \quad \text{м/с}^2 \text{ град.} \quad (30)$

Примечание: для упрощения расчетов параметр f определяется по формуле:

$$f = 6 \cdot V_1^2 \quad \text{м/с}^2 \cdot \text{град.}, \quad (31)$$

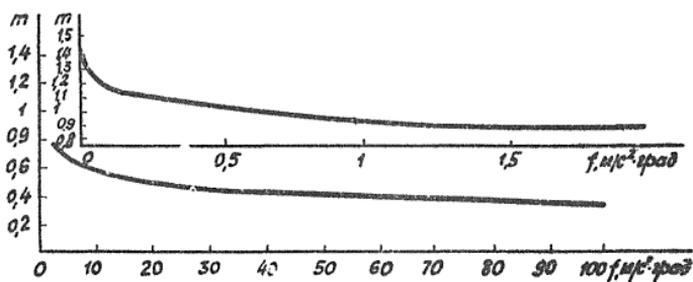


Рис. 2. График для определения значений безразмерного коэффициента η

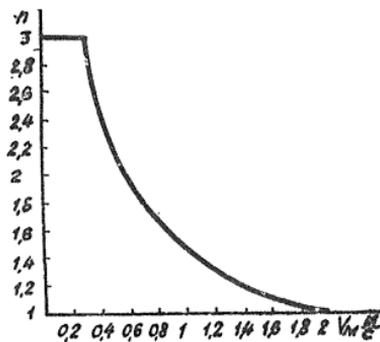


Рис. 3. График для определения значений безразмерного коэффициента η

где $\beta = \frac{1,62 \cdot 10^3}{H^2 \cdot D^3 \Delta T} \text{ м}^{-5} \cdot \text{град}^{-1}$,

Значения величины β определяются по табл. 10 в зависимости от высоты трубы и диаметра её выходного устья.

4.7. Величина безразмерного коэффициента n определяется по значению параметра V_M

$$V_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V \cdot \Delta T}{H}} \text{ м/с}, \quad (32)$$

при $V_M \leq 0,3$ $n=3$

при $0,3 < V_M \leq 2$ $n=3 - \sqrt{(V_M - 0,3)(4,36 - V_M)}$;

при $V_M > 2$ $n=1$

Величины коэффициента n и параметра V_M могут быть определены по графикам на рис. 3 и 4.

4.8. Предельно допустимый холодный выброс вредного вещества в атмосферу ЦДВ из одиночного источника, при котором обеспечиваются не превышающие ПДК концентрации вредных веществ в приземном слое воздуха, должен определяться по формуле:

$$\text{ЦДВ} = \frac{8 \cdot \text{ПДК} \cdot H \cdot \sqrt[3]{H \cdot V_t}}{A \cdot F \cdot n \cdot D} \quad (33)$$

4.9. При определении ЦДВ для каждого конкретного источника необходимо учитывать фоновое загрязнение атмосферы и суммарное действие вредных веществ.

Сумма расчетной и фоновой концентрации для каждого вредного вещества не должна превышать ПДК.

Если в атмосферу выбрасывается n ингредиентов со взаимно суммирующимся вредным действием, то необходимо, чтобы в любой точке соблюдалось условие:

$$\frac{C_1}{(\text{ПДК})_1} + \frac{C_2}{(\text{ПДК})_2} + \dots + \frac{C_n}{(\text{ПДК})_n} \leq 1,$$

где $C_1, (\text{ПДК})_1; C_2, (\text{ПДК})_2; \dots; C_n, (\text{ПДК})_n$ -

концентрации выбрасываемых вредных ингредиентов в приземном слое атмосферы и их максимально разовое ПДК.

Пример расчета ПДВ для одиночного источника (котельной) приведен в приложении II (пример Т).

Таблица 10

Значения параметра β

| Высота трубы Н, М | Диаметр устья, Д, М | Параметр β , м ⁻⁵ град. ⁻¹ | Высота трубы, Н, М | Диаметр устья Д, М | Параметр β , м ⁻⁵ град. ⁻¹ |
|----------------------------|------------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|---|
| 20 | 0,75 | $4,2 \times 10^{-2}$ | 50 | 2,4 | $3,4 \times 10^{-4}$ |
| | 0,8 | $3,5 \times 10^{-2}$ | | 3,0 | $1,7 \times 10^{-4}$ |
| | 0,9 | $2,4 \times 10^{-2}$ | | 1,5 | $1,2 \times 10^{-3}$ |
| | 1,0 | $1,7 \times 10^{-2}$ | | 1,8 | $6,8 \times 10^{-4}$ |
| | 1,2 | $1,0 \times 10^{-2}$ | | 2,1 | $4,3 \times 10^{-4}$ |
| | 1,5 | $5,3 \times 10^{-3}$ | | 2,4 | $2,8 \times 10^{-4}$ |
| 25 | 0,9 | $1,8 \times 10^{-2}$ | 60 | 3,0 | $1,5 \times 10^{-4}$ |
| | 1,05 | $1,1 \times 10^{-2}$ | | 1,5 | $8,7 \times 10^{-4}$ |
| | 1,2 | $0,7 \times 10^{-2}$ | | 1,8 | $4,8 \times 10^{-4}$ |
| | 1,5 | $3,5 \times 10^{-3}$ | | 2,1 | $3,0 \times 10^{-4}$ |
| 30 | 1,05 | $8,3 \times 10^{-3}$ | 80 | 2,4 | $2,0 \times 10^{-4}$ |
| | 1,2 | $5,6 \times 10^{-3}$ | | 3,0 | $1,0 \times 10^{-4}$ |
| | 1,5 | $2,9 \times 10^{-3}$ | | 3,0 | $5,6 \times 10^{-5}$ |
| | 1,8 | $1,7 \times 10^{-3}$ | | 3,6 | $3,1 \times 10^{-5}$ |
| | 2,1 | $1,0 \times 10^{-3}$ | | 4,2 | $1,9 \times 10^{-5}$ |
| 35 | 1,5 | $2,3 \times 10^{-3}$ | 100 | 4,8 | $1,2 \times 10^{-5}$ |
| | 1,8 | $1,4 \times 10^{-3}$ | | 6,0 | $6,0 \times 10^{-6}$ |
| | 2,1 | $8,2 \times 10^{-4}$ | | 3,0 | $4,0 \times 10^{-5}$ |
| 40 | 1,2 | $3,4 \times 10^{-3}$ | | 3,6 | $2,0 \times 10^{-5}$ |
| | 1,5 | $1,8 \times 10^{-3}$ | | 4,2 | $1,3 \times 10^{-5}$ |
| | 1,8 | $1,0 \times 10^{-3}$ | | 4,8 | $1,0 \times 10^{-5}$ |
| | 2,1 | $6,5 \times 10^{-4}$ | | 6,0 | $5,3 \times 10^{-6}$ |
| | 2,4 | $4,2 \times 10^{-4}$ | | 7,2 | $3,3 \times 10^{-6}$ |
| | 3,0 | $2,1 \times 10^{-4}$ | | 8,4 | $2,0 \times 10^{-6}$ |
| 45 | 1,2 | $2,7 \times 10^{-3}$ | | | |
| | 1,5 | $1,4 \times 10^{-3}$ | | | |
| | 1,8 | $8,2 \times 10^{-4}$ | | | |
| | 2,1 | $5,0 \times 10^{-4}$ | | | |

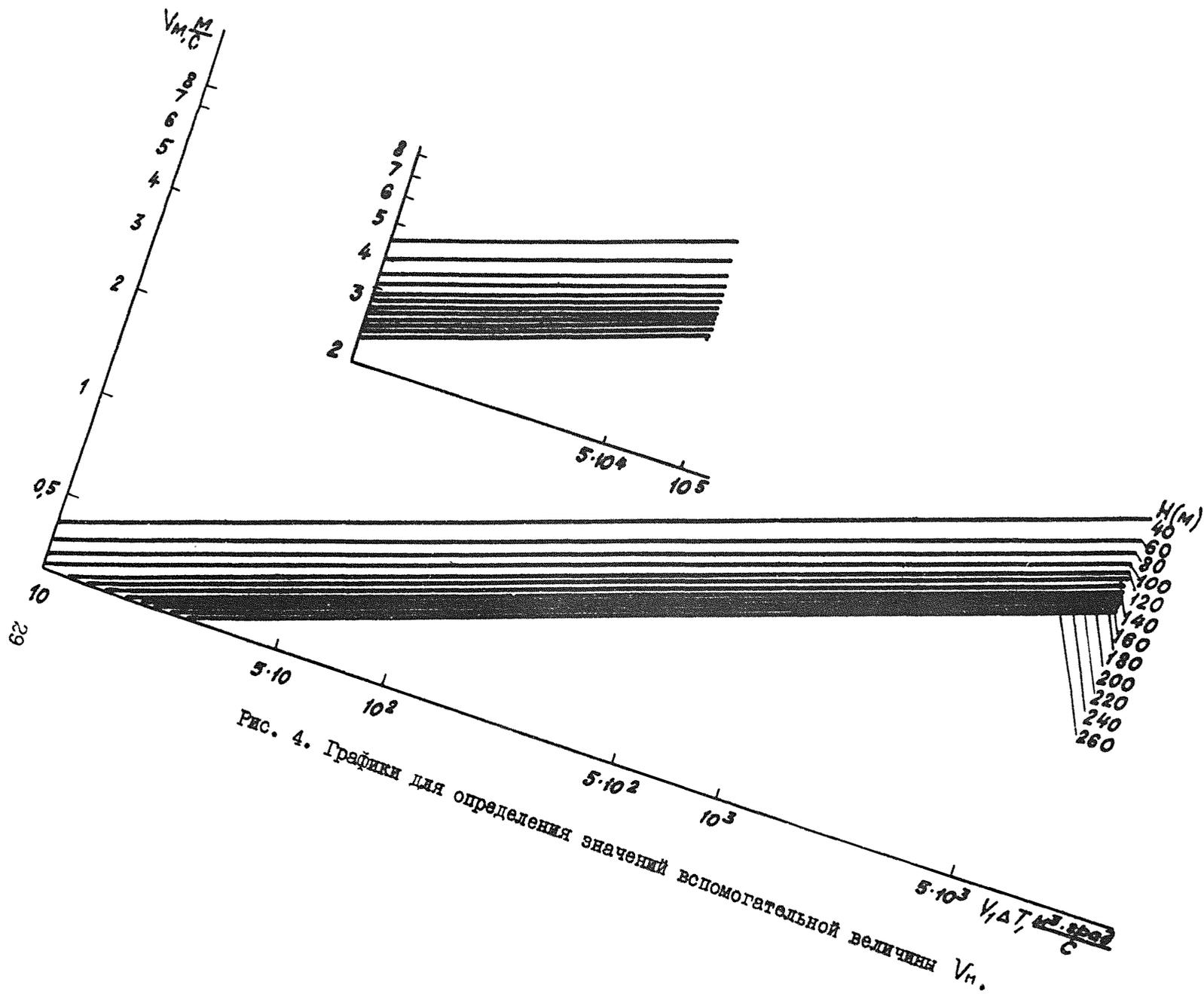


Рис. 4. Графики для определения значений вспомогательной величины V_n .

ПРИЛОЖЕНИЯ

Расчетные характеристики твердых топлив

| Бассейн | Западная Украина | | Львов-Волынский | | Днепропетровский | | | Подмосковный | | Д о н е ц к и й | | | | | | |
|--|------------------|------------|-----------------|---------------|---|----------------------|-------------------|-----------------|----------------------|-----------------|------------|------|------|------|------|------|
| | Коломый-ское | Ильниц-кое | Волын-ское | Межре-ченское | Семёновское, Александровское, Орковское | | Христо-форов-ское | Коросты-шевское | В целом по бас-сейну | Чере-печь-уголь | | | | | | |
| Марка, класс | Б1Р | Б1Р | ГР | КР | Б1Р | Б1Р много-зольный | Б1Р | Б1Р | Б2Р,К 0, М | Б2Р,К, 0, М | ДР,0, М | ГР | КР | ТР | АСШ | ПАР |
| Рабочая масса, % | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A^P | 24 | 24,8 | 16,2 | 19,7 | 12,2 | 17,0 | 7,1 | 11,1 | 21,4 | 26,5 | 17 | 18,4 | 19,4 | 17,2 | 19,0 | 16,2 |
| S^P | 3,6 | 0,4 | 2,8 | 3,1 | 1,9 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,8 | 2,1 | 3,0 | 3,2 | 2,8 | 2,5 | 1,5 | 2,1 |
| Объем воздуха при $\alpha = 1$, V_0 , м ³ /кг | 3,94 | 1,96 | 6,07 | 6,55 | 2,32 | 2,09 | 2,59 | 2,43 | 3,14 | 2,77 | 5,52 | 6,26 | 6,65 | 7,10 | 6,43 | 7,15 |
| Объем дымовых газов при $\alpha = 1$, V_g^d , м ³ /кг | 4,51 | 2,71 | 6,55 | 7,00 | 3,20 | 2,92 | 3,53 | 3,31 | 3,81 | 3,42 | 6,06 | 6,74 | 7,07 | 7,48 | 6,72 | 7,40 |
| Q_n^p ккал/кг | 3860 | 1750 | 5530 | 5930 | 1780 | 1590 | 2020 | 1820 | 2670 | 2310 | 5030 | 5660 | 6070 | 6390 | 5790 | 6430 |

Продолжение приложен. I

| Бассейны | Кавказ | | Башкир- ская ССР | Печорский | | Урал | | | | | Узбек- ская ССР | Казахская ССР | | | Киргиз- ская ССР | |
|--|-----------------------------|------------------|---------------------|------------------------|----------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|---|--------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|-----------------|
| | Тквар- чель- ское | Ткибуль- ское | Бабаев- ское | Ворку- тин- ское | Интин- ское | Кизелов- ское | Челя- бин- ское | Егор- шин- ское | Волчан- ское | Веселов- ское и Бого- словское | Ангрен- ское | Кара- гандин- ское | Экибас- туз- ское | Куу- Чекин- ское | Лен- гер- ское | - |
| Марка, класс | Э, пром- про- дукт | Г | Б1Р | Э, Р, О, К | Д, Р, К, М | Г, Р, К, М | БЗ, Р, М, С | ПАР | БЗ,Р | БЗР | БЗР, М С | К, Р | СС, Р | СС, Р | БЗ, Р | Д, Р, К, ОМС |
| Рабочая масса, % | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A ^P | 35,0 | 27,0 | 7,0 | 16,5 | 25,4 | 25,7 | 28,4 | 21,1 | 30,2 | 27,2 | 13,1 | 24,4 | 35,9 | 34,9 | 11,4 | 17,9 |
| S ^P | 1,3 | 1,3 | 0,5 | 0,8 | 2,6 | 6,2 | 1,2 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 1,3 | 0,7 | 1,0 | 0,6 | 0,8 | 1,7 |
| Объем воздуха при $\alpha = 1, V_0, \text{ м}^3/\text{кг}$ | 4,48 | 4,71 | 2,65 | 6,82 | 4,88 | 5,82 | 3,78 | 6,57 | 3,06 | 3,15 | 3,81 | 6,08 | 4,55 | 4,85 | 4,42 | 5,67 |
| Объем димовых га- зов при $\alpha = 1,$ $V_r^0, \text{ м}^3/\text{кг}$ | 4,92 | 5,22 | 3,58 | 7,28 | 5,35 | 6,24 | 4,30 | 6,92 | 3,61 | 3,72 | 4,47 | 6,50 | 4,95 | 5,24 | 5,07 | 6,17 |
| Q _н ^P ккал/кг | 4000 | 4280 | 2090 | 6210 | 4370 | 5200 | 3470 | 5820 | 2670 | 2680 | 3320 | 5470 | 4120 | 4370 | 3850 | 5140 |

Продолжение приложен. I

| Бассейн | Киргизская ССР | | | Таджикская ССР | | Кузнецкий | | | | | | | | | | Канско-Ачинский | |
|---|----------------|----------|-----------|----------------|---------|-------------------------|---------|--------|-----------|------------------|------------------|------------------------|-------------|--------|------------------------|------------------------|--|
| | Таш-Кумыр | Сулак-та | Кызыл-Кия | Щураб-1 | Щураб-2 | Подземный способ добычи | | | | | | Открытый способ добычи | | | | Ирша-Бородинский | |
| Г, Р, К, М, С | | | | | | Г, Р, С | Г, Р | ИСС, Р | ЗСС, Р, С | Т, Р, К, О, М, С | Г, Р | ИСС, ЗСС, Р | ЗСС, Р | Т, Р | Открытый способ добычи | | |
| Месторождение | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Марка, класс | Д, Р | БЗ, ОМСШ | БЗ, ОМСШ | БЗ, К, ОМСШ | БЗР | Д, Р, К, М, С | Г, Р, С | Г, Р | ИСС, Р | ЗСС, Р, С | Т, Р, К, О, М, С | Г, Р | ИСС, ЗСС, Р | ЗСС, Р | Т, Р | Открытый способ добычи | |
| Рабочая масса, % | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A ^p | 13,7 | 13,3 | 10,4 | 9,2 | 14,1 | 8,5 | 11 | 14 | 13 | 11,3 | 16,8 | 9,5 | 11,3 | 18,9 | 12,8 | 6 | |
| S ^p | 0,9 | 0,5 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 0,2 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | |
| Объем воздуха при α = 1, V ₀ ⁰ , м ³ /кг | 5,61 | 4,79 | 4,58 | 4,47 | 4,63 | 6,49 | 6,93 | 5,77 | 6,86 | 7,32 | 6,37 | 6,00 | 6,68 | 5,86 | 6,44 | 4,24 | |
| Объем дымовых газов при α = 1, V _r ⁰ , м ³ /кг | 6,13 | 5,37 | 5,21 | 5,10 | 5,22 | 7,07 | 7,47 | 6,14 | 7,34 | 7,78 | 7,28 | 6,57 | 7,16 | 6,29 | 6,90 | 4,98 | |
| Q _н ⁰ , ккал/кг | 5090 | 4270 | 4040 | 3870 | 4120 | 5930 | 6280 | 5910 | 6280 | 6680 | 6210 | 5450 | 6090 | 5300 | 5800 | 3740 | |

| Бассейн | Канско-Ачинский | | | | | | | Манусинское | Иркутский | | | Читинская область | | | | | |
|--|------------------------|----------|-------------|----------|--------------|--------------|------------------------|-------------|--------------|---------------------------|----------|-------------------|---------------|------------|-------------|--------------|--|
| | Назаровское | Абанское | Березовское | Итатское | Барангатское | Боготольское | Норильское, Капканское | | Черногорское | Черемховское, Забитуйское | Азейское | Мугунское | Букачачинское | Черновское | Харанорское | Татауровское | |
| Месторождение | Открытый способ добычи | | | | | | | Д, Р | Д, Р, М | БЗ, Р | БЗ, Р | Д, Р | Г, Р | БЗ, Р | БІ, Р | БЗ, Р | |
| Марка, класс | БЗ, Р | БЗ, Р | БЗ, Р | БІ, Р | БІ, Р | БЗ, Р | СС, Р | | | | | | | | | | |
| Рабочая масса, % | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А ^Р | 7,3 | 8 | 4,7 | 6,8 | 4,4 | 6,7 | 26,9 | 11,6 | 22,9 | 11,3 | 14,8 | 10,1 | 9,2 | 7,5 | 8,6 | 10 | |
| С ^Р | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 0,4 | 0,9 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | |
| Объем воздуха при $\alpha = 1$, V_0 , м ³ /кг | 3,62 | 4,03 | 4,26 | 3,53 | 4,06 | 3,31 | 5,99 | 5,89 | 5,21 | 4,71 | 4,78 | 6,23 | 7,01 | 4,36 | 3,48 | 4,03 | |
| Объем дымовых газов при $\alpha = 1$, V_r^0 м ³ /кг | 4,39 | 4,77 | 5,01 | 4,33 | 4,84 | 4,13 | 6,36 | 6,45 | 5,71 | 5,36 | 5,43 | 6,81 | 7,54 | 5,09 | 4,24 | 4,73 | |
| Q_H^0 ккал/кг | 3110 | 3520 | 3740 | 3060 | 3540 | 2820 | 5410 | 5330 | 4730 | 4240 | 4190 | 5640 | 6380 | 3830 | 2980 | 3550 | |

Продолжение приложен. I

| Бассейн | Бурятская АССР | | | Тувин- ская АССР | Магаданская область | | | | Якутская АССР | | | Хабаровский край | | Приморский край | | |
|--|------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|------------------|-------------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|
| | Баян- голь- ское | Гусино- озер- ское | Холь- боль- дин- ское | Элевес- тинское | Нижне- Аркага- линское | Верхне- Аркага- линское | Ана- дыр- ское | Джеба- рики- лая | Сангар- ское | Чуль- макан- ское | Нерюн- гинское | Угаль- ское | Райчихинское | | Липовец- ское | Подго- роднен- ское |
| Марка, класс | Д, Р | БЗ, Р | БЗ, Р | Ж, Р | Д, Р | Д, Р | Д, Р | Д, Р | Д, Р | Б, Р | СС, Р | Г, Р | БЗ, Р, К, О, М, С | БІ, Р окислен- ные. | Д, К, О, М, С | Т, Р |
| Рабочая масса, % | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А ^Р | 15,4 | 13,1 | 11,8 | 8,5 | 8,6 | 13,0 | 12,4 | 11,1 | 11,7 | 23,9 | 10,3 | 29,9 | 6,6 | 7,9 | 26,8 | 40,3 |
| С ^Р | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 |
| Объем воздуха при $\alpha = 1$, V_0 , м ³ /кг | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4,83 | 4,69 | 4,30 | - | 6,27 | 4,90 | 5,36 | 6,03 | 6,52 | 6,36 | 7,02 | 5,28 | 3,75 | 3,48 | 5,32 | 4,91 |
| Объем дымовых газов при $\alpha = 1$, V_0^o , м ³ /кг | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5,45 | 5,33 | 4,97 | - | 6,86 | 5,51 | 5,99 | 6,64 | 7,09 | 6,80 | 7,47 | 5,72 | 4,49 | 4,24 | 5,77 | 5,21 |
| Q_n^p ккал/кг | 4310 | 4200 | 3840 | 7070 | 5630 | 4420 | 4820 | 5500 | 5930 | 5740 | 6370 | 4830 | 3210 | 2270 | 5000 | 4390 |

| Бассейн | Приморский край | | | | | | | | Сахалин | | | Сланцы | | | Торф | | Древесина | | |
|--|-----------------|-----------|------|----------------|-------------|--------------|-------------------|--------------|---------|------------------|-------|--------------|----------------|----------------|--------------------------|-----------|-----------|----------|---------|
| | Месторождение | Сучанское | | | Угловский | | | | | | | Остонские | | Ленинградские | Куйбышевские, Кашпирские | Брезерный | | Кусковой | |
| | | | | | Артемовское | Тавричанское | Бикинское | Реттиховское | | | | Чихезское | шахты | | | | | | разрезы |
| Марка, класс | Г, Р | Х, Р | Т, Р | БЗ, Р, О, М, С | БЗ, О, М, С | БЗ, Р | БГ, Р, К, О, М, С | БГ, Р | Л, Р | К, О, Г, Р, М, С | БЗ, Р | | | | | | | | |
| Рабочая масса, %: А ^Р | 26,9 | 19,8 | 20,8 | 18,5 | 24,2 | 29,7 | 9,7 | 8,9 | 17,6 | 10 | 11,5 | 40+ +14,4 | 41,2+ +18,4 | 44,2+ +16,4 | 49,7+ +9,5 | 6,3 | 7 | 0,6 | |
| S ^Р | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,5 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,3 | 1,6 | 1,4 | 1,7 | 3,4 | 0,1 | 0,1 | - | |
| Объем воздуха при α = 1 V _о , м ³ /кг | 5,68 | 6,42 | 6,41 | 4,12 | 4,75 | 2,64 | 3,13 | 3,36 | 5,60 | 6,94 | 4,93 | 3,29 | 2,49 | 2,51 | 1,65 | 2,38 | 3,01 | 1,36 | |
| Объем дымовых газов при α = 1, V _г ^о , м ³ /кг | 6,09 | 6,85 | 6,77 | 4,76 | 5,28 | 3,35 | 3,95 | 4,17 | 6,30 | 7,57 | 5,58 | 3,37 | 2,94 | 2,94 | 2,07 | 3,30 | 3,07 | 2,16 | |
| Q _н ^Р , ккал/кг | 5200 | 5870 | 5190 | 3560 | 4270 | 2160 | 2550 | 2920 | 5280 | 6320 | 4480 | 2610 | 2230 | 2230 | 1330 | 1940 | 2210 | 2440 | |

Приложение П

Пример I. Расчет количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу при сжигании топлива в котельной, и определение предельно допустимых выбросов (ПДВ)

Форма I

| № № п/п | Наименование, обозначение, формула и расчет | Размерность | Величина | Примечание |
|---------|---|-------------|----------|------------|
| I | 2 | 3 | 4 | 5 |

I. Исходные данные

- I. Тип и количество котлов и топок:
 - а) котлы типа ДКВР-10 шт. 3
 - б) топки с пневматическими забрасывателями и цепной решеткой прямого хода. шт. 3
2. Характеристика трубы, температура уходящих газов:
 - а) высота трубы - Н м 30
 - б) диаметр устья трубы - Д м 1,5
 - в) температура уходящих газов - T_r град. 205
 - г) температура атмосферного воздуха - T_v град. 25
3. Пылегазоочистное оборудование:
 - а) блоки циклонов НИИОГАЗ типа ЦН-15 (на каждом котлоагрегате) шт. 3
 - б) Эффективность улавливания пыли % 70
4. Топливо:
 - а) донецкий каменный уголь марки ДР
 - б) расход топлива - В кг/ч 5500

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
|---|---|---|---|---|

5. Расчетные характеристики топлива:

| | | | |
|---|--------------------|------|------------|
| а) Зольность - A^p | % | 17 | По прил. I |
| б) Содержание серы - S^p | % | 3 | -"- |
| в) Теплота сгорания топлива - Q_H^p | ккал/кг | 5030 | -"- |
| г) Теоретически необходимый объем воздуха при сжигании топлива, при $\alpha = 1, V_0$ | м ³ /кг | 5,52 | -"- |
| д) Объем дымовых газов при $\alpha = 1, V_r^p$ | м ³ /кг | 6,06 | -"- |

6. Расчетные характеристики топок:

| | | | |
|---|----------|------|-----|
| а) Коэффициент избытка воздуха в топке - α | | 1,4 | |
| б) Доля золы топлива в уносе - $\alpha_{ун}$ | доли ед. | 0,17 | -"- |
| в) Потеря тепла с механическим недожогом - q_4 | % | 6,0 | -"- |
| г) Потеря тепла от химической неполноты горения - q_3 | % | 1,0 | -"- |

II. Расчет количества вредных выбросов

7. Количество отходящих дымовых газов при сжигании 1 кг угля

См. п. I.1

$$V_r = V_r^0 + (\alpha - 1) \cdot V_0 =$$

$$= 6,06 + (1,4 - 1) \cdot 5,52 \quad \text{м}^3/\text{кг} \quad 8,3$$

8. Количество уносимой пыли

См. п. I.2

$$G_{\text{пыль}}^{\text{ун}} = 0,01 \cdot B \cdot \alpha_{\text{ун}} (A^p + q_4 \frac{Q_H^p}{7800})$$

$$= 0,01 \cdot 5500 \cdot 0,17 \cdot (17 + 6,0 \frac{5030}{7800}) \quad \text{кг/ч} \quad 194,7$$

| I | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|-------|------|------------|
| 9. Количество пыли, выбро- ваемой в атмосферу | | | | См. п. I.2 |
| | $G_{\text{пыль}} = G_{\text{мн}} \frac{(100-\eta)}{100} = \frac{194,7(100-70)}{100} \text{ кг/ч}$ | | 58,4 | |
| 10. Выброс сернистого ангидрида | | | | См. п. I.3 |
| | $G_{\text{SO}_2} = 0,019 \cdot B \cdot S^P =$ $= 0,019 \cdot 5500 \cdot 3$ | кг/ч | 314 | |
| 11. Выброс оксидов азота | | | | См. п. I.4 |
| а) $K = 1,19;$ $G_{\text{NO}_x} = 0,05$ $N = 80$ | | | | |
| б) $G_{\text{NO}_2} = 20,5 \cdot K \cdot C_{\text{NO}_x} \cdot Q_{\text{н}}^P \cdot B \cdot N \cdot 10^{-8}$ $= 20,5 \cdot 1,19 \cdot 0,05 \cdot 5030 \times$ $\times 5500 \cdot 80 \cdot 10^{-8}$ | | кг/ч | 26,7 | |
| 12. Выброс окиси углерода | | | | См. п. I.5 |
| а) $C_{\text{CO}} = 0,16 \cdot q_3 = 0,16 \cdot 5$ | | % об | 0,8 | |
| б) $G_{\text{CO}} = 0,0125 \cdot C_{\text{CO}} \cdot V_{\text{г}} \cdot B =$ $= 0,0125 \cdot 0,8 \cdot 8,3 \cdot 5500$ | | кг/ч | 456 | |
| 3. Расчет предельно допустимых выбросов вредных веществ | | | | |
| 13. Коэффициент А | | 160 | | См. п. 4.3 |
| 14. Коэффициент F | | | | См. п. 4.5 |
| а) для пыли | | | 3 | |
| б) для газов | | | I | |
| 15. Разность температур ΔT | | | | См. п. 4.4 |
| $\Delta T = T_{\text{г}} - T_{\text{в}} = 205 - 25$ | | град. | 180 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|------------------------------------|---------------------|-------------------|
| 16. Определение параметра y | | | | |
| а) | по формуле | | | См. п. 4.2 |
| | $y = \frac{1}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad \text{где}$ | | | |
| | $V_1 = \frac{V_r \cdot B}{3600} = \frac{8,3 \cdot 5500}{3600}$ | м ³ /с | 12,7 | |
| | $y = \frac{1}{(30)^2 \cdot \sqrt[3]{12,7 \cdot 180}}$ | с ^{1/3} /м ³ | $8,5 \cdot 10^{-5}$ | |
| б) | по графику в зависимости от произведения | | | См. рис. 1 |
| | $V_1 \cdot \Delta T = 12,7 \cdot 180 = 2280$ | с ^{1/3} /м ³ | $8,5 \cdot 10^{-5}$ | |
| 17. Определение коэффициента | | | | |
| а) | параметр β | м ⁻⁵ град ⁻¹ | $2,9 \cdot 10^{-3}$ | См. табл. 3 |
| б) | параметр f | | | |
| | $f = \beta \cdot V^2 = 2,9 \cdot 10^{-3} \cdot (12,7)^2$ | м/с ² град. | 0,47 | |
| в) | коэффициент m | | 0,95 | См. рис. 2 |
| 18. Определение коэффициента - η | | | | |
| а) | параметр $V_M = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}$ | | | |
| | $= 0,65 \sqrt[3]{\frac{2280}{30}}$ | м/с | 2,7 | См. п. 4.7 |
| б) | коэффициент η | | 1 | См. рис. 4 |
| 19. Значение предельно допустимых концентраций | | | | |
| | | мг/м ³ | | Согласно СН245-71 |
| а) | ПДК пыли | -"- | 0,5 | |
| б) | ПДК SO ₂ | -"- | 0,5 | |
| в) | ПДК NO ₂ | -"- | 0,085 | |
| г) | ПДК CO | -"- | 3,0 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|

20. Определение предельно допустимых выбросов вредных веществ

См. п. 4.2

$$ПДВ = \frac{ПДк}{\rho \cdot A \cdot F \cdot m \cdot n}$$

а) $ПДВ_{ПЫЛЬ} = \frac{0,5}{8,5 \cdot 10^{-5} \cdot 160 \cdot 3 \cdot 0,95 \cdot 1} \text{ г/с}$ 13

б) $ПДВ_{SO_2} = \frac{0,5}{8,5 \cdot 10^{-5} \cdot 160 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1} \text{ г/с}$ 39

в) $ПДВ_{NO_2} = \frac{0,085}{8,5 \cdot 10^{-5} \cdot 160 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1} \text{ -"}$ 8,5

г) $ПДВ_{CO} = \frac{3}{8,5 \cdot 10^{-5} \cdot 160 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1} \text{ -"}$ 232

Пример 2. Расчет выбросов пыли сушильными установками обогатительной фабрики.

1. Исходные данные:

1. Сушильное отделение обогатительной фабрики имеет 3 трубы - сушилки \varnothing 1100 мм. Каждая труба-сушилка имеет двухступенчатую очистку: I ступень - циклон \varnothing 3000 мм, II ступень - ИС-ВТИ.

2. Ситовый состав угля, поступающего на сушку, определен гранулометрическим методом и представлен в таблице:

| | | | | | | | | | |
|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | -2 | -1 | -0,5 | -0,25 | -0,12 | -0,06 | -0,03 | -0,015 | -0,005 |
| + 2 | +1 | +0,5 | +0,25 | +0,12 | +0,06 | +0,03 | +0,015 | +0,005 | +0,000 |
| | 53,4 | 14,5 | 11,9 | 10,3 | 4,6 | 1,9 | 1,1 | 1,3 | 0,7 |
| | | | | | | | | | 0,3 |

3. Количество угля, поступающего на одну сушильную установку - 7 т/ч, количество испаренной влаги - 7 т/ч.

II. Расчет выбросов пыли сушильными установками.

4. Производительность сушильной установки по сухому продукту определяется с использованием формулы (10)

$$G_{\text{сух}} = G_{\text{исх}} - W = 71 - 7 = 64 \text{ (т/ч)}$$

5. Рассчитывается эффективность работы разгрузочного устройства по формуле (13), (фракционные к.п.д. циклона принимаются по данным таблицы 3).

$$\begin{aligned} \eta_I &= \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\Delta R_{\text{исх}} \cdot \eta_{\text{фр}i}}{100} \\ &= \frac{53,4 \times 100}{100} + \frac{14,5 \times 99,6}{100} + \frac{11,9 \times 98,1}{100} + \frac{10,3 \times 96,0}{100} + \frac{4,6 \times 90,0}{100} + \\ &+ \frac{1,9 \times 77,0}{100} + \frac{1,1 \times 50,0}{100} + \frac{1,3 \times 24,0}{100} + \frac{0,7 \times 12,8}{100} + \frac{0,3 \times 4,6}{100} = \\ &= 0,96 = 96\%. \end{aligned}$$

6. Количественный вынос пыли во вторую ступень очистки газов определяется по формуле (14):

$$G_{\text{вын}} = G_{\text{сух}} \cdot (1 - \eta_I) = 64 \times (1 - 0,96) = 2,56 \text{ (т/ч)}.$$

7. Рассчитывается дисперсионный состав пыли, выносимой из разгрузочного устройства по формуле (15):

$$\begin{aligned} \Delta R'_{i\text{вын}} &= \Delta R_{i\text{исх}} \cdot \frac{100 - \eta_{\text{фр}i}}{100 - \eta_I} \% ; \\ \Delta R'_{1\text{вын}} &= \Delta R_{1\text{исх}} \cdot \frac{100 - \eta_{\text{фр}1}}{100 - \eta_I} = 53,4 \cdot \frac{100 - 100}{100 - 96} = 0 \text{ (}\% \text{)} ; \\ \Delta R'_{2\text{вын}} &= \Delta R_{2\text{исх}} \cdot \frac{100 - \eta_{\text{фр}2}}{100 - \eta_I} = 14,5 \cdot \frac{100 - 99,6}{100 - 96} = 1,5 \text{ (}\% \text{)} ; \\ \Delta R'_{3\text{вын}} &= \Delta R_{3\text{исх}} \cdot \frac{100 - \eta_{\text{фр}3}}{100 - \eta_I} = 11,9 \cdot \frac{100 - 98,1}{100 - 96} = 5,7 \text{ (}\% \text{)} ; \end{aligned}$$

$$\Delta R'_{4\text{ун}} = \Delta R_{4\text{исх}} \cdot \frac{100 - \eta_{\text{IIФФР.4}}}{100 - \eta_{\text{I}}} = 10,3 \frac{100 - 96,0}{100 - 96} = 10,3 (\%);$$

$$\Delta R'_{5\text{ун}} = \Delta R_{5\text{исх}} \cdot \frac{100 - \eta_{\text{IIФФР.5}}}{100 - \eta_{\text{I}}} = 4,6 \frac{100 - 90,0}{100 - 96} = 11,5 (\%);$$

$$\Delta R'_{6\text{ун}} = \Delta R_{6\text{исх}} \cdot \frac{100 - \eta_{\text{IIФФР.6}}}{100 - \eta_{\text{I}}} = 1,9 \frac{100 - 77,0}{100 - 96} = 10,9 (\%);$$

$$\Delta R'_{7\text{ун}} = \Delta R_{7\text{исх}} \cdot \frac{100 - \eta_{\text{IIФФР.7}}}{100 - \eta_{\text{I}}} = 1,1 \frac{100 - 50,5}{100 - 96} = 13,8 (\%);$$

$$\Delta R'_{8\text{ун}} = \Delta R_{8\text{исх}} \cdot \frac{100 - \eta_{\text{IIФФР.8}}}{100 - \eta_{\text{I}}} = 1,3 \frac{100 - 24,0}{100 - 96} = 24,7 (\%);$$

$$\Delta R'_{9\text{ун}} = \Delta R_{9\text{исх}} \cdot \frac{100 - \eta_{\text{IIФФР.9}}}{100 - \eta_{\text{I}}} = 0,7 \frac{100 - 12,8}{100 - 96} = 15,3 (\%);$$

$$\Delta R'_{10\text{ун}} = \Delta R_{10\text{исх}} \cdot \frac{100 - \eta_{\text{IIФФР.10}}}{100 - \eta_{\text{I}}} = 0,3 \frac{100 - 4,6}{100 - 96} = 7,2 (\%).$$

8. Эффективность работы аппарата II ступени очистки рассчитывается по формуле (16), фракционные к.п.д. аппарата принимаются по данным таблицы 6.

$$\begin{aligned} \eta_{\text{II}} &= \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\Delta R'_{i\text{ун}} \cdot \eta_{\text{IIФФР.}i}}{100} = \\ &= \frac{0 \times 100}{100} + \frac{1,5 \times 100}{100} + \frac{5,7 \times 100}{100} + \frac{10,3 \times 100}{100} + \frac{11,5 \times 100}{100} + \\ &+ \frac{10,9 \times 99,7}{100} + \frac{13,8 \times 95,6}{100} + \frac{24,7 \times 89,4}{100} + \frac{15,3 \times 81,5}{100} + \frac{7,2 \times 63,5}{100} = \\ &= 0,923 = 92,3 (\%). \end{aligned}$$

9. Определяется количественный вынос пыли из второй ступени очистки с использованием формулы (17),

$$\begin{aligned} G_{\text{ун}}^{\text{н}} &= G^{\text{б}}_{\text{пыль}} = G_{\text{ун}}' (1 - \eta_{\text{II}}) = \\ &= 2,56 \times (1 - 0,92) = 0,2048 (\text{т/ч}). \end{aligned}$$

10. Рассчитывается общий к.п.д. двух ступеней системы пылеочистки по формуле (12)

$$\eta_{\text{сист.}} = 1 - (1 - \eta_{\text{I}})(1 - \eta_{\text{II}}) =$$

$$= 1 - (1 - 0,96) \times (1 - 0,92) = 0,9968 = 99,68 (\%).$$

11. Выброс пыли в атмосферу с одной сушильной установ-
ки рассчитывается по формуле (11):

$$G_{\text{пыль}}^{\text{в}} = G_{\text{сух}}(1 - \eta_{\text{сист.}}) = 64 \times (1 - 0,9968) = 0,2048 \text{ (т/ч)}.$$

12. Выброс пыли в атмосферу от сушильного отделения обо-
гатительной фабрики, имеющей 3 трубы-сушилки, составит:

$$0,2048 \times 3 = 0,6144 \text{ (т/ч) или } 614,4 \text{ кг/ч}.$$

Пример 3. Расчёт выбросов пыли от вагранок заводов по ре-
монту горношахтного оборудования.

I. Исходные данные:

Вагранка производительностью - 5 т,
эффективность очистки отходящих газов от пыли - 90%.

II. Расчёт выбросов пыли в атмосферу от вагранки.

I. Количество пыли, уносимой из вагранки в систему пыле-
газоочистки за часовую продолжительность работы рассчиты-
вается по формуле (24)

$$G_{\text{пыль}}^{\text{ун}} = K \cdot V = 13 \cdot 5000 = 65000 \text{ г/ч} = 65 \text{ кг/ч}.$$

Величины K и V определяются по данным таблицы 7
(для пыли они соответственно равны: $K = 13 \text{ г/м}^3$;
 $V = 5000 \text{ м}^3/\text{ч}$).

2. Количество пыли, выбрасываемой в атмосферу за один час
работы вагранки с учетом очистки отходящих газов, рассчиты-
вается по формуле (25)

$$G_{\text{пыль}}^{\text{в}} = G_{\text{пыль}}^{\text{ун}} \frac{100 - \eta}{100} = 65 \frac{(100 - 90)}{100} = 6,5 \text{ кг/ч}$$

Рекомендуемый список литературы по вопросу расчета вредных выбросов в атмосферу от промышленных предприятий

1. Андоньев С.М., Филиппов О.В. Пылегазовые выбросы предприятий черной металлургии. М., "Металлургия", 1973.
2. Роддатис К.Ф., Соколовский Я.Б. Справочник по котельным установкам малой производительности. М., "Энергия", 1975.
3. Тепловой расчет котельных агрегатов. Л., "Энергия", вып.34, 1975.
4. Татищев С.В. Топочные устройства промышленных котельных. М., Госэнергоиздат, 1956.
5. Нечаев Е.В., Лубнин А.Ф. Механические точки. Л., "Энергия", 1968.
6. Равич М.Б. Топливо и эффективность его использования. М., "Наука", 1971.
7. Луговской С.Н., Андрианов И.С. Очистка газов, отходящих от вагранок и электросталеплавильных печей, М., "Машиностроение", 1972.
8. Указания по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. СН 369-74, М., "Стройиздат", 1975.
9. Временная инструкция по нормированию расхода топлива и тепловой энергии в угольной промышленности, М., 1970.
10. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СН 245-71. М., "Стройиздат", 1972.
11. Временное руководство по применению средств борьбы с пылью на углеобогажительных фабриках и сортировках шахт. М., "Недра", 1971.
12. Бобриков В.В., Филиппов В.А. Защита воздушного бассейна от загрязнения промышленными газами. М., ЦНИЭИУголь, 1975.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 3 |
| 1. Расчет количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу при сжигании топлива в котельных | 4 |
| 2. Расчет количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу сушильными установками обогатительных фабрик | 9 |
| 3. Расчет количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу вагранками и электросталеплавильными печами | 18 |
| 4. Определение предельно допустимых выбросов вредных веществ от основных источников загрязнения атмосферы | 22 |
| Приложение I. Расчетные характеристики твердых топлив | 31 |
| Приложение II. Примеры расчёта | 37 |
| Рекомендуемый список литературы по вопросу расчёта вредных выбросов в атмосферу от промышленных предприятий | 45 |

Временная методика по расчету количества вредных
веществ, выбрасываемых в атмосферу при сжигании
топлива, сушке угля и плавке металла на предприя-
тиях угольной промышленности

Редактор Е. Д. Рождественская

К печати 12.05.76 г. Формат бум. 60x90 1/16 Объем 3 п.л.
ЛБ 72873 Тираж 300 экз. Цена 23 коп. Зак. 654

Типография ПВВКУ