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

г. Пермь
1976

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР

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

УТВЕРЖДЕНА
Заместителем Министра
угольной промышленности СССР
К. П. Фединовым
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

г. Кемерово
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 электросталеплавильных печах и вагранках машиностроительных и рудоремонтных заводов угольной промышленности.

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

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

Временная методика разработана сотрудниками НИИОСуголь 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.Финягиным.

Замечания и предложения по данной методике следует направлять в институт "НИИОСуголь" 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.

I. 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.

I.I. Количество дымовых газов ($V_г$), выбрасываемых котельной в атмосферу при сжигании I кг топлива, определяется по известной формуле:

$$V_г = V_г^0 + (\alpha - 1) \cdot V_0 \ \text{нм}^3/\text{кг} , \qquad (I)$$

где α – избыток воздуха в топке;

V_0 – теоретически необходимый объём воздуха для сжигания I кг топлива при α = I, $\text{нм}^3/\text{кг}$;

$V_г^0$ – объём дымовых газов при α = I, $\text{нм}^3/\text{кг}$.

Величина α определяется по табл. I, V_0 и $V_г^0$ – приложение I.

I.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:

$$G_{\text{пыль}}^{\text{ун}} = 0{,}01 \cdot B \cdot a_{\text{ун}} \cdot \left(A^р + q_4 \frac{Q_н^р}{7800} \right) \text{кг/ч} , \qquad (2)$$

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			Антрациты марок АК, АС, АМ			Каменные угли				Бурые угли				
	$A_{пр}$ = 6,5%*	$A_{пр}$ = 9% $W_{пр}$ = 10÷13%*	Сортированные с $A_{пр}$ = 6÷9% $W_{пр}$ = 13%	При сжигании с шуруящей планкой	Марок Д, Г с $A_{пр}$ = 1,5÷4%	Марок СС, Тс $A_{пр}$ = 1,5÷3%	При сжигании с шуруящей плоской		Торф кусковой $W_р$ = 40% $A_{пр}$ = 2,6%	Древесные отходы с $W_р$ = 50%	Донецкий антрацит АМ и АС с $A_{пр}$ = 2%	Типа кузнецких Д и Г $A_{пр}$ = 1,4%	Типа донецких Д и Г с $A_{пр}$ = 3,2%*	Типа кузнецких 2СС с $A_{пр}$ = 1,7%*	Типа Ирша-бородинского с $W_{пр}$ = 8,8% $A_{пр}$ = 4,2%**	Типа артемовского с $W_{пр}$ = 7,4% $A_{пр}$ = 4,2%*.	Типа веселовского с $W_{пр}$ = 8,4% $A_{пр}$ = 6,5%*	Типа харанорского $W_{пр}$=13,6% $A_{пр}$ = 2,9%*
Коэффициент избытка воздуха в топке - α***	I,35 / I,45	I,40 / I,55	I,3	I,3	I,4	I,35	I,35	I,3-I,35	I,4	I,4	I,6-I,7	I,4-I,5	I,4-I,5	I,4-I,5	I,4-I,5	I,4-I,5	I,4-I,5	I,4-I,5
Доля золы топлива в уносе - $a_{ун}$, доли ед.	0,2I / 0,I9	0,I8	0,20	0,I8	0,2I	0,I9	0,2I	0,32-0,55	-	-	0,I0	0,I6-0,07	0,I3 / 0,06	0,I5 / 0,07	0,22 / 0,095	0,I5 / 0,07	0,I25 / 0,095	0,I5 / 0,07
Потеря тепла от химической неполноты горения - q_3, %	2,0 / 2,5	3,5 / 4,0	2,0	0,5	5	3	2	2	2	2	0,5-I,0	0,5-I,0	0,5-I,0	0,5-I,0	0,5-I,0	0,5-I,0	0,5-I,0	0,5-I,0
Суммарная потеря тепла от механической неполноты горения - q_4, % ****	9,2 / 7,7	9,3 / 7,6	7,I	4,5-5,5	5,3	6,0-6,5	7,0	6,5-9,3	2	2	I3,5 / I0	5,5/3,0	6,5/4,5	II / 5,0	6 / 3,0	5,5 / 4,0	8,0 / 6,5	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 перетал-кивающ. решетками
			Каменные угли		Бурые угли		Каменные угли				Бурые угли								
	Рубленная щепа W_p = 40-50%	Дробленные 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 2СС с $A_{пр}$ = 1,7% *	Типа ирша-бородинского 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 подмосковного с $W_{пр}$ = 12,8% $A_{пр}$ = 8,9% *	Донецкий антрацит АС, АМ $A_{пр}$ = 2% *	Торф кусковой W_p = 40-50% $A_{пр}$ = 3%	Эстонские сланцы с $W_{пр}$ = 5% $A_{пр}$ = 21%
Коэффициент избытка воздуха в топке - α***	I,2	I,3	I,3-I,4	I,3-I,4	I,3-I,4	I,3-I,4	I,3-I,4	I,3-I,4	I,3-I,4	I,3-I,4	I,3-I,4	I,3-I,4	I,3-I,4	I,3-I,4	I,3-I,4	I,3-I,4	I,5-I,6	I,3	I,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, %	I,0	I,0	0,5-I,0	0,5-I,0	0,5-I,0	0,5-I,0	0,5-I,0	0,5-I,0	0,5-I,0	0,5 I,0	0,5-I,0	0,5 I,0	0,5 I,0	0,5-I,0	0,5-I,0	0,5	I,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	II / 5	6 / 3	5,5 / 4	7,5 / 6	7 / 4	7 / 5,5	I3,5 / I0	2	3

Примечания:

*) Цифры в знаменателе относятся к топкам с золовым помещением, в числителе - без золового помещения

**) Сжигание каменных углей с легкоплавкой золой в топках с пневматическими забрасывателями и цепной решеткой прямого хода не рекомендуется

***) Меньшие значения для котлов паропроизводительностью меньше I0 т/ч

****) 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 бурых и каменных углей даны для рядового топлива с содержанием пылевых частиц 2,5%.

$a_{ун}$ – доля золы топлива, уносимая газами, в долях ед.;

$A^{р}$ – зольность на рабочую массу топлива, %;

q_4 – потеря тепла с механическим недожогом, %;

$Q^{р}_{н}$ – 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 ($G^{б}_{пыль}$) определяется по формуле:

$$G^{б}_{пыль} = G^{ун}_{пыль} \cdot \left(\frac{100-\eta}{100}\right) \text{кг/час}, \qquad (3)$$

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:

$$G_{SO_2} = 0{,}019 \cdot S^{р} \cdot B \quad \text{кг/ч}, \qquad (4)$$

где $S^{р}$ – 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 I0%).

I.4. Количество окислов азота, образующихся при сжигании

топлива, приближенно рассчитывается по формуле*:

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

где: К – коэффициент, характеризующий зависимость объёма продуктов горения от вида топлива, имеющий для углей различных марок следующие значения:

- антрациты – К = I,I5;
- тощие угли – К = I,I7;
- газовые и длиннопламенные угли – К = I,I9;
- бурые угли – К = I,08+0,89 $\frac{W^р}{100}$ (здесь $W^р$ – влажность рабочей массы топлива, %);

C_{NOx} – максимальная объемная концентрация NO_x 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.

I.5. Весовое количество окиси углерода (G_{CO}), выбрасываемого в атмосферу котельными установками, рассчитывается по формуле:

$$G_{CO} = 0,0I25 \cdot C_{CO} \cdot V_Г \cdot B, \text{ кг/ч}, \qquad (6)$$

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

$$C_{CO} = 0,I6 \cdot q_3 , \qquad (7)$$

для механизированных топочных устройств:

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

---

* Расчет выбросов окислов азота ведется в пересчете на NO_2.

где q_3 – потеря тепла от химической неполноты сгорания топлива (%) определяется по табл. I.

I.6. Концентрация вредных веществ в отходящих газах (К) определяется по формуле:

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

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 П (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.I. Расчет количества выбросов пыли, сернистого ангидрида, окислов азота, окиси углерода, образующихся в процессе сжигания угля в топках сушильных установок, производится согласно п.п. I.2-I.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 – $\Delta R_{i\,исх}$, %;

$G_{исх}$ – количество угля, поступающего в сушилку, т/ч;

W – количество испаренной влаги, т/ч;

$\eta_{фрi}$ – фракционные к.п.д. пылеулавливающих аппаратов, %.

2.3. Ситовый состав угля, поступающего на сушку, определяется гранулометрическим 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:

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

где $G_{сух}$ – количество высушенного угля, т/ч;

$G_{исх}$ – количество угля, поступающего в сушилку, т/ч;

W – количество испаренной влаги, т/ч.

2.5. Выброс пыли в атмосферу определяется по формуле:

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

где $G^{в}_{пыль}$ – выброс пыли в атмосферу, т/ч;

$G_{сух}$ – производительность сушилки по сухому продукту, т/ч;

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

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

$$\eta_{сист} = 1 - (1 - \eta_{I})(1 - \eta_{II})(1 - \eta_{III}) \qquad (12) .$$

Таблица 2

Средний ситовый состав угля, поступающего на сушку, %

Бассейн	Размер фракции, мм									
	+2,0	-2,0 +I,0	-I,0 +0,5	-0,5 +0,25	-0,25 +0,I2	-0,I2 +0,06	-0,06 +0,03	-0,03 +0,0I5	-0,0I5 +0,005	-0,005 +0,000
Кузнецкий, Σ_{0-1} = 40,5%	48,5	I0,6	II,6	6,7	6,9	5,9	4,I	3,3	I,5	0,9
Карагандинский, Σ_{0-1} = 50,0%	27,6	22,4	7,2	5,6	4,5	5,8	4,5	I6,I	5,4	0,9
Донецкий, Σ_{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-I мм в исходном сырье.

Таблица 3

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

Разгрузочные аппараты	Размер фракций, мм										Гидравлическое сопротивление, мм вод.ст.
	+ 2	-2 +I	-I +0,5	-0,5 +0,25	-0,25 +0,I2	-0,I2 +0,06	-0,06 +0,03	-0,03 +0,0I5	-0,0I5 +0,005	-0,005 +0,000	
Циклон Ø 3300 мм	I00	99,6	98,I	96,0	90,0	77,0	50,0	24,0	I2,8	4,6	70
Гравитационный сепаратор	I00	98,5	95,I	90,5	82,7	57,4	27,7	I4,7	7,7	3,I	45
Циклон Ø 2350 мм	-	-	-	-	-	I00	97,3	93,I	84,6	74,0	80

Таблица 4

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

Влажность сухого угля, %	Размер фракций, мм										Гидравлическое сопротивление, мм вод. ст.
	+2	- 2 + I	-I +0,5	-0,5 +0,25	-0,25 +0,I2	-0,I2 +0,06	-0,06 +0,03	-0,03 +0,0I5	-0,0I5 +0,005	-0,005 +0,000	
6,0	I00	99,95	99,0	98,4	93,3	80,6	80,6	63,2	38,0	8,0	I5-20
7,0	I00	I00	99,8	98,9	94,5	89,0	82,7	67,0	45,2	I5,0	"
8,0	I00	I00	99,9	99,0	96,0	90,8	84,I	69,3	5I,6	22,2	"
8,5	I00	I00	I00	99,2	96,3	9I,5	85,0	70,0	53,5	25,0	"
9,0	I00	I00	I00	99,8	97,6	93,2	86,0	72,5	53,2	29,5	"
I0,5	I00	I00	I00	I00	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 элементах, м/с	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		
БПР	100	100	97,7	86,4	68,7	42,0	4,3	85
ШБЦ	100	100	99,4	98,2	93,3	67,8	4,3	150
Циклоны НИИОГАЗа	Принимать по данным "Руководящих указаний по проектированию, 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,I2	-0,I2 +0,06	-0,06 +0,03	-0,03 +0,0I5	-0,0I5 +0,005	-0,005 +0,000	
МПР	I00	I00	99,9	99,4	97,9	85,9	I50
МП-ВТИ, в том числе:							
прутковая решетка S = 2,5d d = I2 мм;	I00	99,7	95,6	89,4	8I,5	63,5	50
прутковая решетка S = 2 d d = I2 мм;	I00	I00	94,7	88,8	8I,3	65,5	60
Скрубберы, при скорости в плане, м/с							
3,5	I00	95,2	89,4	79,7	62,8	32,0	30
4,0	I00	96,4	90,8	82,0	70,5	47,5	30
4,2	I00	96,5	90,9	84,4	72,3	52,5	30
4,5	I00	96,9	82,I	86,3	78,3	60,5	40
4,8	I00	97,4	92,7	88,0	8I,2	66,5	40
ЦС-ВТИ	Принимать по данным для скрубберов МП-ВТИ при высоте аппарата H = 4Д, где Д - диаметр скруббера						

где $\eta_{сист}$ - 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 ($G'_{ун}$)

$$\eta_{I} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\Delta R_{i\,исх} \cdot \eta_{I\,фр.i}}{100} \ \% \ , \qquad (13)$$

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

$$G'_{ун} = G_{сух} \cdot (1 - \eta_{I}) \ т/ч \ , \qquad (14)$$

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

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

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

$$\Delta R'_{i\,ун} = \Delta R_{i\,исх} \cdot \frac{100 - \eta_{I\,фр.i}}{100 - \eta_{I}} \ \% \ , \qquad (15)$$

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

$\Delta R_{i\,исх}$ - 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 ($G''_{ун}$):

$$\eta_{II} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\Delta R'_{iун} \cdot \eta_{IIфр.i}}{100} \%, \qquad (16)$$

где $\Delta R'_{iун}$, $\eta_{IIфр.i}$ – содержание и процент улавливания каждой фракции в аппарате второй ступени очистки газов, %.

$$G''_{ун} = G'_{ун} \cdot (1 - \eta_{II}) \ т/ч, \qquad (17)$$

где $G''_{ун}$ – количество пыли, выносимое из второй ступени очистки, т/ч.

Содержание пыли определенных фракций в классе 0–1 мм, выносимой из пылеуловителя второй ступени очистки газов, рассчитывается по формуле:

$$\Delta R''_{iун} = \Delta R'_{iун} \cdot \frac{100 - \eta_{IIфр.i}}{100 - \eta_{II}} \%, \qquad (18)$$

где $\Delta R''_{iун}$ – содержание данной фракции в уносе из аппаратов второй ступени очистки газов, %;

$\Delta R'_{iун}$ – 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 ($G^{III}_{ун}$):

$$\eta_{III} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\Delta R''_{iун} \cdot \eta_{IIIфр.i}}{100} \% \qquad (19)$$

где $\Delta R''_{iун}$, $\eta_{\text{III}фр\,i}$ – содержание и процент улавливания каждой фракции в аппарате третьей ступени очистки газов, %.

$$G^{III}_{ун} = G_{атм} = G''_{ун}\left(1-\eta_{\text{III}}\right) \text{ т/ч}, \qquad (20)$$

где $G^{III}_{ун}$ или $G_{атм}$ – 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 г атмосферу сушильным отделением за год:

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

где $G_{год}$ – годовой выброс пыли, т/год;

$G_{атм}$ – 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-

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

3.I. 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:

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

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

τ – время плавки, ч.

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

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

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

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

где k – концентрация вредности в отходящих газах, кг/м^3, (табл. 7, 8);

V – объем отходящих газов, м^3/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

Производительность, т/ч	Диаметр вагранки, мм	Выбросы газов, V м³/ч	Пыль			Окись углерода			Сернистый ангидрид		
			K* г/м³	G_1^* кг/ч	G_2^* кг на I т	K г/м³	G_1 кг/ч	G_2 кг на I т	K г/м³	G_1 кг/ч	G_2 кг на I т
2	600	2000-2600	20 / I3	36-44 / 24-28	I8-22 / I2-I4	I50-200	370-480	I80-220	I,I-I,5	2,6-3,4	I,3-I,7
3	700	2800-3600	20 / I3	54-66 / 36-42	I8-22 / I2-I4	I50-200	520-670	I80-220	I,I-I,4	3,6-4,6	I,2-I,5
4	800	3600-4600	20 / I3	72-88 / 48-56	I8-22 / I2-I4	I50-200	670-870	I80-220	I,I-I,4	4,6-5,9	I,2-I,5
5	900	4500-5800	20 / I3	90-II0 / 60-70	I8-22 / I2-I4	I50-200	840-I080	I80-220	I,I-I,4	5,9-7,5	I,2-I,5
7	II00	6900-8600	20 / I3	I26-I40 / 89-9I	I8-20 / I2-I3	I50-200	I300-I600	I80-220	I,2-I,4	9,7-II.I	I,4-I,6
I0	I300	9600-I2000	20 / I3	I80-200 / I20-I30	I8-20 / I2-I3	I50-200	I800-2200	I80-220	I,I-I,4	I2,4-I5,4	I,2-I,5
I5	I500	I2800-I6000	20 / I3	240-270 / I60-I80	I6-I8 / II-I2	I50-200	2400-3000	I80-220	I,I-I,4	I6,5-20,6	I,I-I,4
20	I800	I8000-28000	20 / I3	340-400 / 200-260	I7-20 / I0-I3	I50-200	3400-4350	I80-220	I,I-I,6	23,2-36,0	I,I-I,8
25	2I00	24000-30000	20	450-500 / 280-340	I8-20 / 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 колошниковых 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 трансформатора, ква	Количество технологических газов V $м^3/ч$	Удельный выброс пыли G_2, кг/I т металла	Концентрация пыли в газах К, $г/м^3$
до 5	7,0	3000	700	9,4	27
I0	II,5	5000	II00	8,8	22
20	25,0	7000	2200	8,I	I8
40	45,0	I5000	3900	7,0	I4
I00	II0,0	25000	7800	6,6	I5

Таблица 9

Содержание вредных газообразных веществ
в технологических газах, выбрасываемых из электросталеплавильных печей

Вредные вещества	Средняя концентрация К, $г/м^3$	Удельные выбросы G_2 кг на I т металла
Окислы углерода	I3,5	I,35
Окислы азота	0,55	0,27
Сернистый ангидрид	0,005	0,002
Цианиды	0,060	0,028
Фториды	0,00I	0,0006

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

$$G^{в} = G^{ун} \cdot \left(\frac{100 - \eta}{100} \right) \text{ кг}, \qquad (25)$$

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.I. Расчет ПДВ в случае одиночного источника нагретых выбросов производится по формуле:

$$\text{ПДВ} = \frac{\text{ПДК} \cdot H^2 \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n} \quad \text{г/с}, \qquad (26)$$

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, с$^{2/3}$. мг.град$^{I/3}$/г;

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

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

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

ΔT – разница между температурой, выбрасываемой газовоздушной смеси $T_г$ и температурой окружающего атмосферного воздуха $T_б$, град.;

V_1 – объём газовоздушной смеси, $м^3/с$, определяемый по формуле:

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

где D – диаметр устья источника выброса, м;

W_0 – средняя скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса, м/с.

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

$$ПДВ = \frac{ПДК}{\mathcal{Y} \cdot A \cdot F \cdot m \cdot n}, \qquad (28)$$

где $\mathcal{Y} = \frac{1}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}$, $с^{I/3}/м^3 \cdot град^{I/3}$ – величина, которая определяется по графикам, приведенным на рис. I.

4.3. Коэффициент А, $с^{2/3} \cdot мг \cdot град^{I/3}/г$, 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 40^0 с.ш.) 240;

для Казахстана, Нижнего Поволжья, Кавказа, Молдавии, Сибири, Дальнего Востока и остальных районов Средней Азии 200;

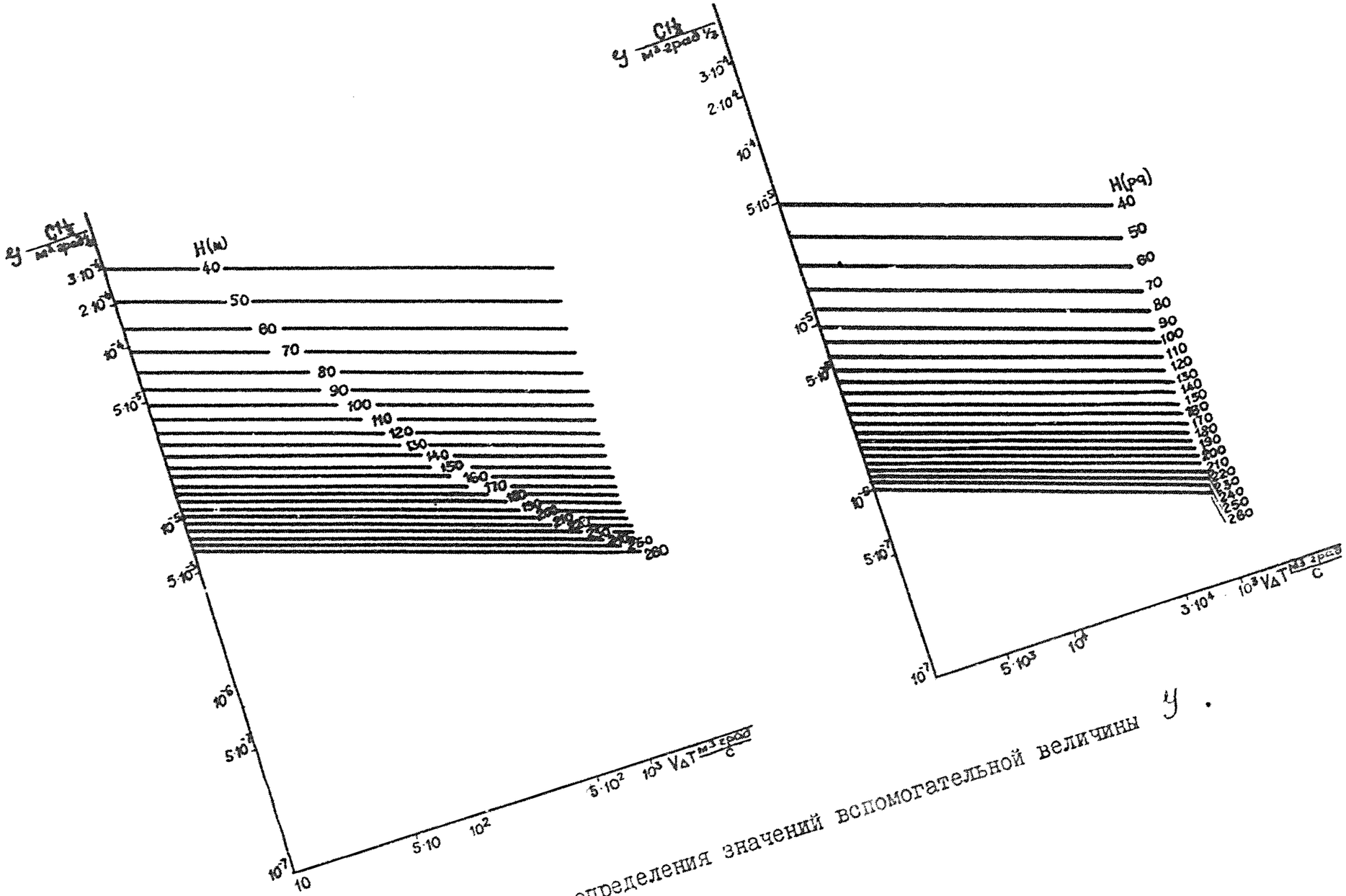

Рис. I. Графики для определения значений вспомогательной величины y.

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

для Центральной части Европейской территории СССР 120.

4.4. Величину ΔT, °С следует определять, принимая температуру окружающего атмосферного воздуха $T_в$ равной средней температуре наружного воздуха в 13 час. наиболее жаркого месяца года по главе СНИП "Строительная климатология и геофизика", а температуру выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси Тг - по действующим для данного производства технологическим нормативам.

Примечание: 1. При определении величины Тг 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 Тв 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, золы 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.

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

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

Примечание: для упрощения расчетов параметр f определяется по формуле:

$$f = 6 \cdot V_1^2 \quad м/с^2 \cdot ГРАД, \qquad (31)$$

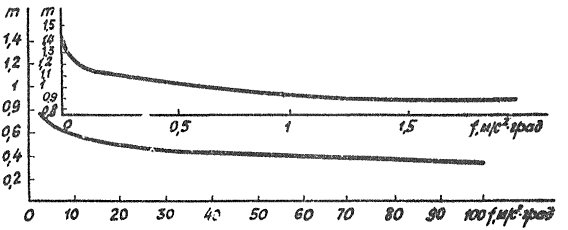

Рис. 2. График для определения значений безразмерного коэффициента m

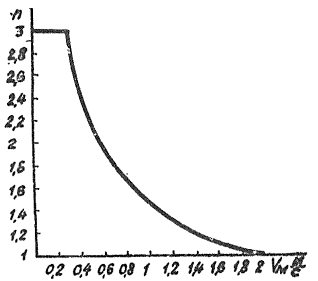

Рис. 3. График для определения значений безразмерного коэффициента n

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

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

4.7. Величина безразмерного коэффициента n определяется по значению параметра $V_м$

$$V_м = 0{,}65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} \quad м/с, \qquad (32)$$

при $V_м \leq 0{,}3$ $\quad n = 3$

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

при $V_м > 2$ $\quad n = 1$

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

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

$$ПДВ = \frac{8 \cdot ПДК \cdot H \cdot \sqrt[3]{H \cdot V_1}}{A \cdot F \cdot n \cdot D} \qquad (33)$$

4.9. При определении ПДВ для каждого конкретного источника необходимо учитывать фоновое загрязнение атмосферы и суммацию действия 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:

$$\frac{C_I}{(ПДК)_I} + \frac{C_2}{(ПДК)_2} + \ldots\ldots + \frac{C}{(ПДК)} \leq I,$$

где C_I, $(ПДК)_I$; C_2, $(ПДК)_2$; ..... C_n, $(ПДК)_n$ – концентрации выбрасываемых вредных ингредиентов в приземном слое атмосферы и их максимально разовое ПДК.

Пример расчета ПДВ для одиночного источника (котельной) приведен в приложении П (пример 7).

Таблица I0

Значения параметра δ

Высота трубы H, м	Диаметр устья, Д, м	Параметр δ, $м^{-5}$ град.$^{-1}$	Высота трубы, H, м	Диаметр устья Д, м	Параметр δ, $м^{-5}$. $град^{-1}$
20	0,75	$4,2 \times 10^{-2}$		2,4	$3,4 \times 10^{-4}$
	0,8	$3,5 \times 10^{-2}$		3,0	$1,7 \times 10^{-4}$
	0,9	$2,4 \times 10^{-2}$	50	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	$1,8 \times 10^{-2}$		3,0	$1,5 \times 10^{-4}$
	1,05	$1,1 \times 10^{-2}$	60	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	$8,3 \times 10^{-3}$		2,4	$2,0 \times 10^{-4}$
	1,2	$5,6 \times 10^{-3}$	80	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	$2,3 \times 10^{-3}$		4,8	$1,2 \times 10^{-5}$
	1,8	$1,4 \times 10^{-3}$		6,0	$6,0 \times 10^{-6}$
	2,1	$8,2 \times 10^{-4}$	100	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	$5,0 \times 10^{-4}$			

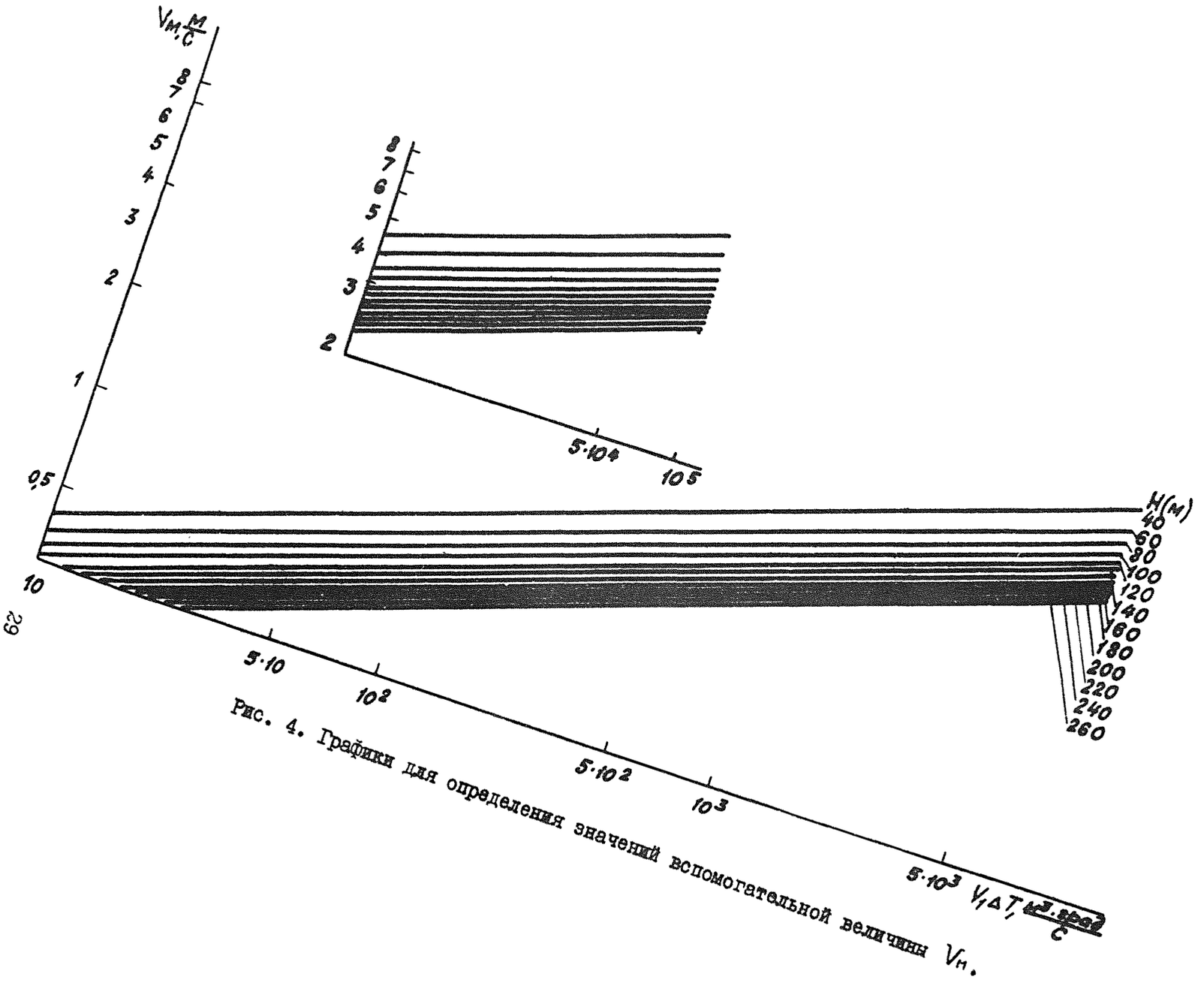

Рис. 4. Графики для определения значений вспомогательной величины $V_м$.

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение I

Расчетные характеристики твердых топлив

Бассейн	Западная Украина		Львов-Волынский		Днепропетровский				Подмосковный		Донецкий					
Месторождение	Коломыйское	Ильницкое	Волынское	Межреченское	Семёновское, Александровское, Юрковское		Христофоровское	Коростышевское	В целом по бассейну	Черепетьуголь						
Марка, класс	БІР	БІР	ГР	ЖР	БІР	БІР многозольный	БІР	БІР	Б2Р,К О, М	Б2Р,К, О, М	ДР,О, М	ГР	ЖР	ТР	АСШ	ПАР
Рабочая масса,%																
A^p	24	24,8	I6,2	I9,7	I2,2	I7,0	7,I	II,I	2I,4	26,5	I7	I8,4	I9,4	I7,2	I9,0	I6,2
S^p	3,6	0,4	2,8	3,I	I,9	I,7	I,8	I,9	2,8	2,I	3,0	3,2	2,8	2,5	I,5	2,I
Объем воздуха при α = I, V_0, $м^3/кг$	3,94	I,96	6,07	6,55	2,32	2,09	2,59	2,43	3,I4	2,77	5,52	6,26	6,65	7,I0	6,43	7,I5
Объем дымовых газов при α=I, $V_г^в$, $м^3/кг$	4,5I	2,7I	6,55	7,00	3,20	2,92	3,53	3,3I	3,8I	3,42	6,06	6,74	7,07	7,48	6,72	7,40
$Q_н^p$ ккал/кг	3860	I750	5530	5980	I780	I590	2020	I820	2670	23I0	5030	5660	6070	6390	5790	6430

Продолжение приложен. I

Бассейны	Кавказ		Башкирская ССР	Печорский		Урал					Узбекская ССР	Казахская ССР				Киргизская ССР
Месторождение	Ткварчельское	Ткибульское	Бабаевское	Воркутинское	Интинское	Кизеловское	Челябинское	Егоршинское	Волчанское	Веселовское и Богословское	Ангренское	Карагандинское	Экибастузское	Куучекинское	Ленгерское	-
Марка, класс	Ж, промпродукт	Г	БІР	Ж, Р, О, К	Д, Р, К, М	Г, Р, К, М	БЗ, Р, М, С	ПАР	БЗ,Р	БЗР	Б2Р, М С	К, Р	СС, Р	СС, Р	БЗ, Р	Д, Р, К, ОМС
Рабочая масса, %																
A^p	35,0	27,0	7,0	I6,5	25,4	25,7	28,4	2I,I	30,2	27,2	I3,I	24,4	35,9	34,9	II,4	I7,9
S^p	I,3	I,3	0,5	0,8	2,6	6,2	I,2	0,5	0,2	0,2	I,3	0,7	I,0	0,6	0,8	I,7
Объем воздуха при α = I, V_0, $м^3/кг$	4,48	4,7I	2,65	6,82	4,88	5,82	3,78	6,57	3,06	3,I5	3,8I	6,08	4,55	4,85	4,42	5,67
Объём дымовых газов при α = I, V_r^o, $м^3/кг$	4,92	5,22	3,58	7,28	5,35	6,24	4,30	6,92	3,6I	3,72	4,47	6,50	4,95	5,24	5,07	6,I7
$Q_н^p$ ккал/кг	4000	4280	2090	62I0	4370	5200	3470	5820	2670	2680	3320	5470	4I20	4370	3850	5I40

Бассейн	Киргизская ССР			Таджикская ССР		Кузнецкий										Канско-Ачинский
												Разрезы				
Месторождение	Таш-Кумыр	Сулюкта	Кизыл-Кия	Шураб-I	Шураб-2							Грамотеинский, Колмогорский, Байдаевский	Кедровский, им. Вахрушева, Киселевский, Новосергиевский, Бочатский	Томь-Усинский	Краснобродский, Красногорский, Листвянский	Ирша-Бородинское
						Подземный способ добычи						Открытый способ добычи				
Марка, класс	Д, Р	БЗ, ОМСШ	БЗ, ОМСШ	Б2, К, ОМСШ	БЗР	Д, Р, К, М, С	Г, Р, С	Ж, Р	ICC, Р	2CC, Р, С	Т, Р, К, О, Н, С	Окисленные Г. Р	Окисленные ICC, 2CC, Р	Окисленные 2CC, Р	Окисленные Т, Р	Открытый способ добычи
Рабочая масса,%																
A^p	I3,7	I3,3	I0,4	9,2	I4,I	8,5	II	I4	I3	II,3	I6,8	9,5	II,3	I8,9	I2,8	6
S^p	0,9	0,5	I,2	I,0	I,2	0,2	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,2
Объём воздуха при α = I, V_0, $м^3/кг$	5,6I	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
Объём дымовых газов при α = I, $V_г^o$, $м^3/кг$	6,I3	5,37	5,2I	5,I0	5,22	7,07	7,47	6,I4	7,34	7,78	7,28	6,57	7,I6	6,29	6,90	4,98
$Q_н^p$, ккал/кг	5090	4270	4040	3870	4I20	5930	6280	59I0	6280	6680	62I0	5450	6090	5300	5800	3740

Продолжение приложен. I

Бассейн	Канско-Ачинский							Минусинское	Иркутский			Читинская область				
Месторождение	Назаровское	Абанское	Березовское	Итатское	Барангатское	Боготольское	Норильское, Кафканское	Черногорское	Черемховское, Забитуйское	Азейское	Мугунское	Букачачинское		Черновское	Харанорское	Татауровское
	Открытый способ добычи															
Марка, класс	Б2, Р	Б2, Р	Б2, Р	БI, Р	БI, Р	Б2, Р	СС, Р	Д, Р	Д,Р,М	БЗ, Р	БЗ, Р	Д, Р	Г, Р	Б2, Р	БI,Р	Б2, Р
Рабочая масса,%																
A^P	7,3	8	4,7	6,8	4,4	6,7	26,9	II,6	22,9	II,3	I4,8	I0,I	9,2	7,5	8,6	I0
S^P	0,4	0,4	0,2	0,4	0,2	0,5	0,5	0,5	I,0	0,4	0,9	0,6	0,6	0,5	0,3	0,2
Объем воздуха при α = I, V_o, $м^3/кг$	3,62	4,03	4,26	3,53	4,06	3,3I	5,99	5,89	5,2I	4,7I	4,78	6,23	7,0I	4,36	3,48	4,0
Объем дымовых газов при α =I, $V_г^o$ $м^3/кг$	4,39	4,77	5,0I	4,33	4,84	4,I3	6,36	6,45	5,7I	5,36	5,43	6,8I	7,54	5,09	4,24	4,7
$Q_н^p$ ккал/кг	3II0	3520	3740	3060	3540	2820	54I0	5330	4730	4240	4I90	5640	6380	3830	2980	3550

Бассейн	Бурятская АССР			Тувинская АССР	Магаданская область				Якутская АССР			Хабаровский край			Приморский край	
Месторождение	Баянгольское	Гусиноозерское	Хольбольджинское	Элегестинское	Нижнеаркагалинское	Верхнеаркагалинское	Анадырское	Джебарикилах	Сангарское	Чульмаканское	Нерюнгринское	Угольное	Райчихинское		Липовецкое	Подгородненское
Марка, класс	Д, Р	БЗ, Р	БЗ, Р	Ж, Р	Д, Р	Д, Р	Д, Р	Д, Р	Д, Р	Ж, Р	СС, Р	Г, Р	Б2, Р, К, О, М, С	Б1, Р окисленные	Д, К, О, М, С	Т, Р
Рабочая масса, %																
A^p	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
S^p	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 α = I, V_o, $м^3/кг$	4,83	4,69	4,30	-	6,27	4,90	5,36	6,08	6,52	6,36	7,02	5,28	3,75	3,48	5,32	4,91
Объём дымовых газов при α = I, $V_г^o$, $м^3/кг$	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
$Q_к^p$ ккал/кг	4310	4200	3840	7070	5630	4420	4820	5500	5930	5740	6370	4830	3210	2270	5000	4390

Продолжение приложен. I

Бассейн	Приморский край								Сахалин			Сланцы				Торф		Древесина
Месторождение	Сучанское			Углорский								Эстонские		Ленинградские	Куйбышевские, Кашпирские	Фрезерный	Кусковой	
				Артемовское	Таврическое	Бикинское	Реттиховское	Чихезское				шахты	разрезы					
Марка, класс	Г,Р	Ж, Р	Т,Р	БЗ,Р, О,М,С	БЗ,О М,С	БЗ,Р	БІ,Р, К, О, М, С	БІ, Р	Д, Р	К,О,Г, Р,М,С	БЗ,Р							
Рабочая масса, %: A^p	26,9	I9,8	20,8	I8,5	24,2	29,7	9,7	8,9	I7,6	I0	II,5	40+ +I4,4	4I,2+ +I8,4	44,2+ +I6,4	49,7+ +9,5	6,3	7	0,6
S^p	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,2	0,4	0,5	0,3	I,6	I,4	I,7	3,4	0,I	0,I	-
Объём воздуха при α = I V_o, $м^3/кг$	5,68	6,42	6,4I	4,I2	4,75	2,64	3,I3	3,36	5,8[illegible]	6,94	4,93	3,89	2,49	2,5I	I,65	2,38	3,0I	I,36
Объём дымовых газов при α = I, V_r^o, $м^3/кг$	6,09	6,85	6,77	4,76	5,28	3,35	3,95	4,I7	6,3[illegible]	7,5I	5,58	3,37	2,94	2,94	3,07	3,30	3,87	2,I6
$Q_н^p$ ккал/кг	5200	5870	5I90	3560	4270	2I60	2550	2920	5280	6320	4480	36I0	2230	2230	I390	I940	22I0	2440

Приложение II

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-I0	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	I,5	
	в) температура уходящих газов - Тг	град.	205	
	г) температура атмосферного воздуха - Тв	град.	25	
3.	Пылегазоочистное оборудование:			
	а) блоки циклонов НИИОГАЗ типа ЦН-I5 (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	

I	2	3	4	5
5.	Расчетные характеристики топлива:			
	а) Зольность – A^p	%	I7	По прил. I
	б) Содержание серы – S^p	%	3	–"–
	в) Теплота сгорания топлива – $Q^p_н$	ккал/кг	5030	–"–
	г) Теоретически необходимый объём воздуха при сжигании топлива, при $\alpha = I$, V_o	м³/кг	5,52	–"–
	д) Объём дымовых газов при $\alpha = I$, $V^o_г$	м³/кг	6,06	–"–
6.	Расчетные характеристики топок:			
	а) Коэффициент избытка воздуха в топке – α		I,4	
	б) Доля золы топлива в уносе – $a_{ун}$	доли ед.	0,I7	–"–
	в) Потеря тепла с механическим недожогом – q_4	%	6,0	–"–
	г) Потеря тепла от химической неполноты горения – q_3	%	I,0	–"–

II. Расчет количества вредных выбросов

7.	Количество отходящих дымовых газов при сжигании I кг угля			См. п. I.I
	$V_г = V^o_г + (\alpha - 1) \cdot V_o =$			
	$= 6,06 + (I,4-I) \cdot 5,52$	м³/кг	8,3	
8.	Количество уносимой пыли			См. п. I.2
	$G^{ун}_{пыль} = 0,0I \cdot B \cdot a_{ун}(A^p + q_4 \frac{Q^p_н}{7800})$			
	$= 0,0I \cdot 5500 \cdot 0,I7 \cdot (I7+6,0 \frac{5030}{7800})$	кг/ч	I94,7	

I	2	3	4	5
9.	Количество пыли, выбрасываемой в атмосферу			См. п. I.2
	$G_{пыль} = G_{ун}\frac{(100-\eta)}{100} = \frac{194,7(100-70)}{100}$	кг/ч	58,4	
I0.	Выброс сернистого ангидрида			См. п. I.3
	$G_{SO_2} = 0,0I9 \cdot B \cdot S^p =$			
	$= 0,0I9 \cdot 5500 \cdot 3$	кг/ч	3I4	
II.	Выброс окислов азота			См. п. I.4
	а) $K = I,I9$; $C_{NO_x} = 0,05$ $N = 80$			
	б) $G_{NO_2} = 20,5 \cdot K \cdot C_{NO_x} \cdot Q_н^p \cdot B \cdot N \cdot 10^{-8}$			
	$= 20,5 \cdot I,I9 \cdot 0,05 \cdot 5030 \times$ $\times 5500 \cdot 80 \cdot I0^{-8}$	кг/ч	26,7	
I2.	Выброс окиси углерода			См. п. I.5
	а) $C_{CO} = 0,I6 \cdot q_3 = 0,I6 \cdot 5$	% об	0,8	
	б) $C_{CO} = 0,0I25 \cdot C_{CO} \cdot V_г \cdot B =$			
	$= 0,0I25 \cdot 0,8 \cdot 8,3 \cdot 5500$	кг/ч	456	

3. Расчет предельно допустимых выбросов вредных веществ

I3.	Коэффициент A		I60	См. п. 4.3
I4.	Коэффициент F			См. п. 4.5
	а) для пыли		3	
	б) для газов		I	
I5.	Разность температур ΔT			См. п. 4.4
	$\Delta T = T_г - T_в = 205-25$	град.	I80	

I	2	3	4	5
I6.	Определение параметра ϑ			
	а) по формуле			См. п. 4.2
	$\vartheta = \frac{1}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}$ где			
	$V_1 = \frac{V_r \cdot B}{3600} = \frac{8,3 \cdot 5500}{3600}$	$м^3/с$	I2,7	
	$\vartheta = \frac{1}{(30)^2 \cdot \sqrt[3]{12,7 \cdot 180}}$	$с^{I/3}/м^3$	$8,5 \cdot I0^{-5}$	
	б) по графику в зависимости от произведения			См. рис. I
	$V_1 \cdot \Delta T = I2,7 \cdot I80 = 2280$	$с^{I/3}/м^3$	$8,5 \cdot I0^{-5}$	
I7.	Определение коэффициента			
	а) параметр δ	$м^{-5} град^{I}$	$2,9 \cdot I0^{-3}$	См. табл. 3
	б) параметр f			
	$f = \delta \cdot V^2 = 2,9 \cdot I0^{-3} \cdot (I2,7)^2$	$м/с^2 град.$	0,47	
	в) коэффициент m		0,95	См. рис. 2
I8.	Определение коэффициента - n			
	а) параметр $V_M = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} =$			
	$= 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{2280}{30}}$	м/с	2,7	См. п. 4.7
	б) коэффициент n		I	См. рис. 4
I9.	Значение предельно допустимых концентраций	$мг/м^3$		Согласно СН245-7I
	а) ПДК пыль	-"-	0,5	
	б) ПДК $_{SO_2}$	-"-	0,5	
	в) ПДК $_{NO_2}$	-"-	0,085	
	г) ПДК $_{CO}$	-"-	3,0	

I	2	3	4	5

20. Определение предельно допустимых выбросов вредных веществ

См. п. 4.2

$$ПДВ = \frac{ПДК}{\vartheta \cdot A \cdot F \cdot m \cdot n}$$

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

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

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

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

Пример 2. Расчет выбросов пыли сушильными установками обогатительной фабрики.

I. Исходные данные:

I. сушильное отделение обогатительной фабрики имеет 3 трубы - сушилки ∅ 1100 мм. Каждая труба-сушилка имеет двухступенчатую очистку: I ступень - циклон ∅ 3000 мм, II ступень - ЦС-ВТИ.

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

+ 2	-2	-1	-0,5	-0,25	-0,12	-0,06	-0,03	-0,015	-0,005
	+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 - 71 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)

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

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

$$\eta_I = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\Delta R_{iисх} \cdot \eta_{Iфрi}}{100} =$$

$$= \frac{53,4 \times 100}{100} + \frac{14,5 \times 99,6}{100} + \frac{11,9 \times 98,1}{100} + \frac{10,3 \times 96,0}{100} + \frac{4,6 \times 90,0}{100} +$$

$$+ \frac{1,9 \times 77,0}{100} + \frac{1,1 \times 50,0}{100} + \frac{1,3 \times 24,0}{100} + \frac{0,7 \times 12,8}{100} + \frac{0,3 \times 4,6}{100} =$$

$$= 0,96 = 96\%.$$

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

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

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

$$\Delta R'_{iун} = \Delta R_{iисх} \cdot \frac{100 - \eta_{Iфрi}}{100 - \eta_I} \ \%;$$

$$\Delta R'_{1ун} = \Delta R_{1\,исх} \cdot \frac{100 - \eta_{Iфр1}}{100 - \eta_I} = 53,4 \ \frac{100 - 100}{100 - 96} = 0 \ (\%);$$

$$\Delta R'_{2ун} = \Delta R_{2исх} \cdot \frac{100 - \eta_{Iфр2}}{100 - \eta_I} = 14,5 \ \frac{100 - 99,6}{100 - 96} = 1,5 \ (\%);$$

$$\Delta R'_{3ун} = \Delta R_{3исх} \cdot \frac{100 - \eta_{Iфр3}}{100 - \eta_I} = 11,9 \ \frac{100 - 98,1}{100 - 96} = 5,7 \ (\%);$$

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

$$\Delta R'_{5ун} = \Delta R_{5исх} \cdot \frac{100-\eta_{I фр5}}{100-\eta_I} = 4{,}6 \frac{100-90{,}0}{100-96} = 11{,}5\ (\%);$$

$$\Delta R'_{6ун} = \Delta R_{6исх} \cdot \frac{100-\eta_{I фр6}}{100-\eta_I} = 1{,}9 \frac{100-77{,}0}{100-96} = 10{,}9\ (\%);$$

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

$$\Delta R'_{8ун} = \Delta R_{8исх} \cdot \frac{100-\eta_{I фр8}}{100-\eta_I} = 1{,}3 \frac{100-24{,}0}{100-96} = 24{,}7\ (\%);$$

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

$$\Delta R'_{10ун} = \Delta R_{10исх} \cdot \frac{100-\eta_{I фр10}}{100-\eta_I} = 0{,}3 \frac{100-4{,}6}{100-96} = 7{,}2\ (\%).$$

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

$$\eta_{II} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\Delta R'_{i,ун} \cdot \eta_{II фр.i}}{100} =$$

$$= \frac{0 \times 100}{100} + \frac{1{,}5 \times 100}{100} + \frac{5{,}7 \times 100}{100} + \frac{10{,}3 \times 100}{100} + \frac{11{,}5 \times 100}{100} +$$

$$+ \frac{10{,}9 \times 99{,}7}{100} + \frac{13{,}8 \times 95{,}6}{100} + \frac{24{,}7 \times 89{,}4}{100} + \frac{15{,}3 \times 81{,}5}{100} + \frac{7{,}2 \times 63{,}5}{100} =$$

$$= 0{,}923 = 92{,}3\ (\%).$$

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

$$G^{II}_{ун} = C^{б}_{пыль} = G'_{ун} \cdot (1 - \eta_{II}) =$$

$$= 2{,}56 \times (1-0{,}92) = 0{,}2048\ (т/ч).$$

I0. Рассчитывается общий к.п.д. двух ступеней системы пылеочистки по формуле (I2)

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

$$= I-(I-0,96)x(I-0,92) = 0,9968 = 99,68\ (\%).$$

II. Выброс пыли в атмосферу с одной сушильной установки рассчитывается по формуле (II):

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

I2. Выброс пыли в атмосферу от сушильного отделения обогатительной фабрики, имеющей 3 трубы-сушилки, составит:

$$0,2048 \times 3 = 0,6I44\ (т/ч)\ или\ 6I4,4\ кг/ч.$$

Пример 3. Расчёт выбросов пыли от вагранок заводов по ремонту 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 пылегазоочистки за часовую продолжительность работы рассчитывается по формуле (24)

$$G^{ун}_{пыль} = K \cdot V = I3 \cdot 5000 = 65000\ г/ч = 65\ кг/ч.$$

Величины K и V определяются по данным таблицы 7 (для пыли они соответственно равны: K = I3 г/м^3; V = 5000 м^3/ч).

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

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

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

I. 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 топки. Л., "Энергия", 1968.

6. Равич М.Б. Топливо и эффективность его использования. М., "Наука", 1971.

7. Дуговской 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 углеобогатительных 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

I. 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 I8

4. Определение предельно допустимых выбросов вредных веществ от основных источников загрязнения атмосферы 22

Приложение I. Расчетные характеристики твердых топлив 3I

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 предприятиях угольной промышленности

Редактор Е.Л.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

gost.e-ecolog.ru