

Практическая работа №3.

Экономическая оценка ущерба от загрязнения атмосферного воздуха

Котлоагрегаты котельных работают на различных видах топлива, и выбросы загрязняющих веществ зависят как от количества и вида топлива, так и от вида теплоагрегата. Учитываемыми загрязняющими веществами, выделяющимися при сгорании топлива, являются: твердые частицы (зола), оксид углерода, оксиды азота, оксиды серы, пятиокись ванадия.

Выброс твердых частиц (золы) в дымовых газах котельных определяется по формуле:

$$M_{ТВ} = q_T \cdot m \cdot f \cdot (1 - L_T)$$

где q_T – зольность топлива, %;

m – количество израсходованного топлива за год, т;

f – безразмерный коэффициент, зависящий от типа топки и топлива; для котельных, работающих на мазуте, принять $f = 0,01$; на угле $f = 0,0023$;

Таблица 1.

Характеристики топлив.

Вид топлива	q_T , %	S^r , %	Q_1^r , МДж/кг
Мазут:			
Малосернистый	0,1	0,5	40,3
Сернистый	0,1	1,9	39,85
Высокосернистый	0,1	4,1	38,89
Уголь:			
Черемховский	27	1	17,93
Азейский	14,2	0,4	16,96
Канско-Ачинский	6,7	0,2	15,54
Бурятский	16,9	0,7	16,88
Минусинский	17,2	0,5	20,16

L_T – эффективность золоуловителей; при использовании циклона для очистки отходящих газов котельной $L_T = 0,8$.

Выброс оксида углерода рассчитывается по формуле:

$$M_{CO} = C_{CO} \cdot m \cdot (1 - 0,01 \cdot q_1) \cdot 10^{-3}$$

где q_1 – потери теплоты вследствие механической неполноты сгорания топлива %; для мазута $q_1 = 0,5$, для угля $q_1 = 5,5$;

C_{CO} – выход окиси углерода при сжигании топлива, кг/т:

$$C_{CO} = q_2 \cdot R \cdot Q_1^r$$

где q_2 – потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания, %; для котельных предприятий железнодорожного транспорта принимается $q_2 = 0,5$;

R – коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания: $R = 1$ для твердого топлива; $R = 0,5$ для газа; $R = 0,65$ для мазута;

Q_1^r – низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг (табл. 1).

Выброс оксидов азота, т/год, определяется по формуле:

$$M_{NO_2} = m \cdot Q_1^r \cdot K_{NO_2} (1 - \beta) \cdot 10^{-3}$$

где K_{NO_2} – параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж тепла, кг/ГДж для различных видов топлива в зависимости от производительности котлоагрегата; для мазута $K_{NO_2} = 0,11$; для угля $K_{NO_2} = 0,23$;

β – коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов оксида азота в результате применения технических решений. Для котлов производительностью до 30 т/час $\beta = 0$.

Выброс оксидов серы, т/год, определяется только для твердого и жидкого топлива по формуле:

$$M_{so_2} = 0,02 \cdot m \cdot S^r \cdot (1 - \eta'_{so_2}) \cdot (1 - \eta''_{so_2})$$

где S^r – содержание серы в топливе, % (табл. 1);

η'_{so_2} – доля оксидов серы, связываемых летучей золой топлива. Для углей Канско-Ачинского бассейна принимается равной 0,2, экибастузских – 0,02, прочих углей – 0,1; мазута – 0,2;

η''_{so_2} – доля оксидов серы, улавливаемая в золоуловителе. Для сухих золоуловителей принимается равной 0.

Расчет выбросов пятиоксида ванадия, поступающей в атмосферу с дымовыми газами при сжигании жидкого топлива, выполняется по формуле:

$$M_{V_2O_5} = C_{V_2O_5} \cdot B' \cdot (1 - \eta_{oc}) \cdot (1 - \eta_T) \cdot 10^{-3}$$

где B' – количество израсходованного мазута за год, т;

$C_{V_2O_5}$ – содержание пятиоксида ванадия в жидком топливе, г/т; (при отсутствии результатов анализа топлива для мазута с $S^r > 0,4$ % определяют по формуле представленной ниже;

η_{oc} – коэффициент оседания пятиоксида ванадия на поверхности нагрева котлов: 0,07 – для котлов с промежуточными паронагревателями, очистка поверхностей нагрева которых производится в остановленном состоянии; 0,05 – для котлов без промежуточных паронагревателей при тех же условиях очистки (принять при расчетах); 0 – для остальных случаев;

η_T – доля твердых частиц в продуктах сгорания жидкого топлива, улавливаемых в устройствах для очистки газов мазутных котлов (оценивается по средним показателям работы улавливающих устройств за год). В практической работе принимается $\eta_T = 0,85$.

Содержание пятиоксида ванадия в жидком топливе ориентировочно определяют по формуле:

$$C_{V_2O_5} = 95,4 \cdot S^r - 31,6 \quad (1.7)$$

Для каждого источника загрязнения воздушной среды устанавливаются нормативы предельно-допустимых выбросов (ПДВ) загрязняющих веществ в атмосферу. ПДВ устанавливаются с учетом ПДК загрязняющих веществ, уровня их фоновых концентраций, гидрологических, гидрохимических, климатологических, геофизических характеристик территорий и природных объектов. Сущность внедрения ПДВ – ограничение разовых выбросов.

Предельно-допустимый выброс (ПДВ) – масса загрязняющих веществ, выброшенная в воздушный бассейн в единицу времени, которая не создает в приземном пространстве уровень загрязнения выше, чем ПДК.

Платежи предприятия за нормативный выброс загрязняющих веществ в атмосферу, тыс. руб./год, определяются зависимостью

$$\Pi_n = \sum_{i=1}^n H_{norm} \cdot m_{\phi i} \cdot \mathcal{E}_z \cdot I \text{ при } m_{\phi} \leq m_{ПДВ}, \quad (1.8)$$

где H_{norm} – норматив платы за выброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества в пределах установленных нормативов выбросов (ПДВ), руб./т

$m_{\phi i}$ – фактическая масса выброса i -го загрязняющего вещества, т/год;

$m_{ПДВ}$ – масса предельно-допустимого выброса i -го загрязняющего вещества, т/год.

\mathcal{E}_z – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости для атмосферы; для Республики Татарстан $K_{э.атм} = 1,9$;

I – коэффициент индексации (устанавливается Федеральным законом о бюджете на конкретный год), и принимается в 2014 году к нормативам платы установленным в 2003 году **$I=2,05$** и **$1,79$** к нормативам платы установленным в 2005 году.

При отсутствии у предприятия установленных нормативов (лимитов), вся масса загрязняющих веществ считается сверхлимитной.

Плата за сверхлимитный выброс загрязняющих веществ определяется путем умножения соответствующей ставки платы i -го загрязняющего вещества в пределах установленных лимитов на разницу между фактическим и нормативным выбросом i -го загрязняющего вещества и умноженным на пятикратный повышающий коэффициент:

$$\Pi_{св\ лим} = 5 \cdot \sum_{i=1}^n H_{lim} \cdot (m_{\phi} - m_{ni}) \cdot \mathcal{E}_z \cdot I \text{ при } m_{\phi} > m_{ni}. \quad (1.9)$$

где H_{lim} – норматив платы за выброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества в пределах установленных лимитов, руб.

Суммарные платежи предприятия за выброс загрязняющих веществ определяются по формуле

$$\Pi = \Pi_n + \Pi_{св\ лим} \quad (1.10)$$

В практической работе требуется определить массы выбросов загрязняющих веществ в зависимости от вида и количества израсходованного топлива (M_i), плату за год от загрязнения атмосферы каждым из загрязняющих веществ (Π_i) и суммарные значения этих величин (M , Π). Результаты расчетов сводятся в таблицу 2.

Исходные данные к практической работе приведены в таблице 3.

Таблица 2
Индивидуальная таблица расчетов ущербов от
загрязнения атмосферы

	Загрязняющие вещества	M_i , т/год	$H_{\text{норм}}$, руб./т	H_{lim} , руб./т	Π_n , тыс.руб./год	$\Pi_{\text{св lim}}$, тыс.руб./год	Π_i , тыс.руб./год
1	Зола углей (2005г.)		103	515			
2	Оксид углерода СО (2003г.)		0,6	3			
3	Оксиды азота NO _x (2003г.)		52	260			
4	Оксиды серы SO _x (2005г.)		21	105			
5	Пятиокись ванадия (V ₂ O ₅)		1025	5125			
	Итого	Σ			Σ	Σ	Σ

Таблица 3.

Исходные данные по вариантам

№ вар.	Вид топлива	Расход топлива, т/год
1	уголь Азейский	10000
2	мазут высокосернистый	2400
3	уголь Черемховский	12000
4	мазут сернистый	2700
5	уголь Канско-Ачинский	15000
6	мазут малосернистый	3000
7	уголь Бурятский	13000
8	уголь Минусинский	12500
9	уголь Черемховский	16000
10	уголь Азейский	20000