

МЕТОДИКА
расчета выбросов загрязняющих веществ
при сжигании водоугольного топлива

1990 г.

РАЗРАБОТАНА	Институтом горючих ископаемых НПО "Гидротрубопровод"
ИСПОЛНИТЕЛИ	А.И.Финягин, И.Х.Володарский, Г.А.Филиппов Г.Н. Десягин, С.Т.Евдокимова
СОГЛАСОВАНА	Нач.управления Минприроды СССР тов.Довбенко

Методика предназначена для расчёта выбросов в атмосферу твёрдых частиц, монооксида углерода, оксидов серы и азота при сжигании водоугольного топлива (ВУТ) в топках паровых котлов паропроизводительностью до 30 т/ч и водогрейных котлов теплопроизводительностью до 30 МВт. Данная методика является дополнением "Методических указаний по расчёту выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч", утверждённых Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды 5.06.65 г.

1. Расчёт выбросов твёрдых частиц летучей золы и недогоревшего топлива (т/год, г/с), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами котлоагрегата при сжигании водоугольного топлива, выполняется по формуле

$$M_{ТВ} = 0,01 \cdot B \cdot (a_{ун} \cdot A^r + q_4^{yn} \cdot \frac{Q_i^r}{32,68}) (1 - \eta_3), \quad (1)$$

где B - расход водоугольного топлива, т/год, г/с;

$a_{ун}$ - доля золы топлива в уносе;

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

q_4^{yn} - потери тепла с уносом от механической неполноты сгорания топлива, %;

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

η_3 - доля твёрдых частиц, улавливаемых в золоуловителях.

Значения A^r , $a_{ун}$, q_4^{yn} , η_3 принимаются по фактическим средним эксплуатационным показателям; при отсутствии этих данных A^r определяется по характеристикам сжигаемого топлива, $a_{ун}$ принимается равной 0,95, а $q_4^{yn} = 0,7\%$, η_3 определяется по техническим данным применяемых золоуловителей.

2. Расчёт выбросов оксидов серы в пересчёте на SO_2 (т/год, г/с), поступающих в атмосферу с продуктами сгорания водоугольного топлива, выполняется по формуле

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2}), \quad (2)$$

где B - расход водоугольного топлива, т/год, г/с;

S^r - содержание серы в топливе на рабочую массу, %;

η'_{SO_2} - доля оксидов серы, связываемая летучей золой топлива;

принимается в зависимости от мольного отношения

$$Ca^{экв}/S = 5,71 \cdot 10^{-3} \cdot A^r / S^r (CaO + 1,39MgO),$$

где CaO , MgO - содержание оксидов кальция и магния в золе водоугольного топлива, % масс.;

$Ca^{экв}/S$	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
η'_{SO_2}	0,10	0,18	0,36	0,55	0,69	0,80

η'_{SO_2} - доля оксидов серы, улавливаемых за котлоагрегатом;

для сухих золоуловителей принимается равной нуле, для мокрых золоуловителей - в зависимости от щёлочности орошающей воды; при наличии сероулавливающих установок - в соответствии с их техническими характеристиками.

3. Расчёт выбросов монооксида углерода (т/год, г/с) выполняется по формуле

$$M_{CO} = 0,001 \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{co} \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right), \quad (3)$$

где B - расход юдоугольного топлива, т/год, г/с;
 Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;
 $K_{co} = 0,985q_3$ - количество монооксида углерода, отнесённого к низшей теплоте сгорания топлива, кг/ГДж;
 q_3 - потери тепла от химической неполноты горения, %;
 q_4 - потери тепла от механической неполноты горения топлива.

При отсутствии эксплуатационных данных принимается $q_4 \approx 0,7\%$; для $\alpha \geq 1,05$ $q_3 = 0$, а при $\alpha < 1,05$ $q_3 \approx 0,15\%$.

4. Расчёт выбросов оксидов азота в пересчёте NO_2 (т/год, г/с) выполняется по формуле

$$M_{NO_2} = 0,001 \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{NOx}^o \cdot \beta_1 (1 - \varepsilon_1 r) \varepsilon_2 \left(1 - \frac{q_4}{100}\right), \quad (4)$$

где B - расход водоугольного топлива, т/год, г/с;
 Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;
 K_{NOx}^o - параметр, характеризующий количество оксидов азота, отнесённое к низшей теплоте сгорания топлива при $\alpha = 1,2$, кг/ГДж;
 β_1 - коэффициент, учитывающий влияние коэффициента избытка воздуха в конце топки на выход оксидов азота;
 r - коэффициент рециркуляции дымовых газов, %;
 ε_1 - коэффициент, характеризующий эффективность воздействия рециркулирующих газов в зависимости от условий их подачи в топку;
 ε_2 - коэффициент, характеризующий снижение выброса оксидов азота при подаче части воздуха помимо основных горелок (двухступенчатое сжигание);
 q_4 - потери тепла от механической неполноты горения, %.

Параметр K_{NOx}^o , определяется по графику рис.1 в зависимости от номинальной мощности топки котлоагрегата. Номинальная тепловая мощность топки вычисляется как

$$Q = \frac{Q_b}{\eta}, \quad \text{кВт},$$

или
$$Q = 0,278 \frac{D \cdot \Delta i}{\eta}, \quad \text{кВт},$$

где Q_b - номинальная теплопроизводительность котлоагрегата, кВт;
 D - номинальная паропроизводительность котлоагрегата, т/ч;
 Δi - разность энтальпий вырабатываемого котлом пара и питательной воды, кДж/кг;
 η - кпд котлоагрегата, брутто.

Значение коэффициента β_1 в зависимости от α принимается:

α	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
β_1	0,87	0,93	1,00	1,07	1,13	1,20

Значения коэффициента ε_1 при номинальной нагрузке и $r \leq 30\%$ принимаются:

при вводе газа рециркуляции по наружному каналу горелок - 0,020

при вводе газа рециркуляции в воздушное дутьё - 0,025

В зависимости от доли воздуха, подаваемого в топку помимо основных горелок - δ , % значения ε_2 принимаются:

δ , %	5	10	15	20
ε_2	0,88	0,76	0,67	0,60

При нагрузке котла, отличающейся от номинальной, значение следует умножить на $\left(\frac{Q_\phi}{Q}\right)^{0,25}$ или на $\left(\frac{D_\phi}{D}\right)^{0,25}$, где Q_ϕ и D_ϕ - фактическое тепло и паропроизводительности котлоагрегата.

5. Расчёт удельных выбросов и концентраций загрязняющих веществ в дымовых газах.

5.1. Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу рассчитываются по формуле

$$n_i = \frac{M_i \cdot 10^3}{B \cdot Q_i^r}, \text{ кг/ГДж(Г/МДж), (5)}$$

где M_i - массовый выброс загрязняющего вещества, г/с, определяемый по формулам (1-4);

β - расход топлива, г/с;

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг.

5.2. Концентрации загрязняющих веществ в продуктах сгорания в устье дымовой трубы вычисляются по формулам

$$\mu_i = \frac{M_i \cdot 10^6}{B \cdot V_r}, \text{ мг/м}^3, \quad (6)$$

$$\mu_i = \frac{M_i \cdot 10^6}{B \cdot V_{cr}}, \text{ мг/м}^3, \quad (7)$$

где M_i и B - массовый выброс и расход топлива, г/с;

V_r , V_{cr} - объёмы влажных и сухих продуктов сгорания водоугольного топлива при нормальных условиях, м³/кг, вычисляемые по элементному составу рабочей зольности и влажности водоугольного топлива при коэффициенте избытка воздуха за котлоагрегатом (α_{yx}). Могут быть также определены по формулам

$$V_r = \alpha_{yx} \cdot v_r \cdot Q_i^r, \text{ м}^3/\text{кг} \quad (8)$$

$$V_{cr} = \alpha_{yx} \cdot v_{cr} \cdot Q_i^r, \text{ м}^3/\text{кг} \quad (9)$$

где v_r, v_{cr} - удельные объёмы продуктов сгорания водоугольного топлива при нормальных условиях при $\alpha_{yx}=1$, м³/МДж; некоторые их значения приведены в приложении;

Q_i^r - низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг.

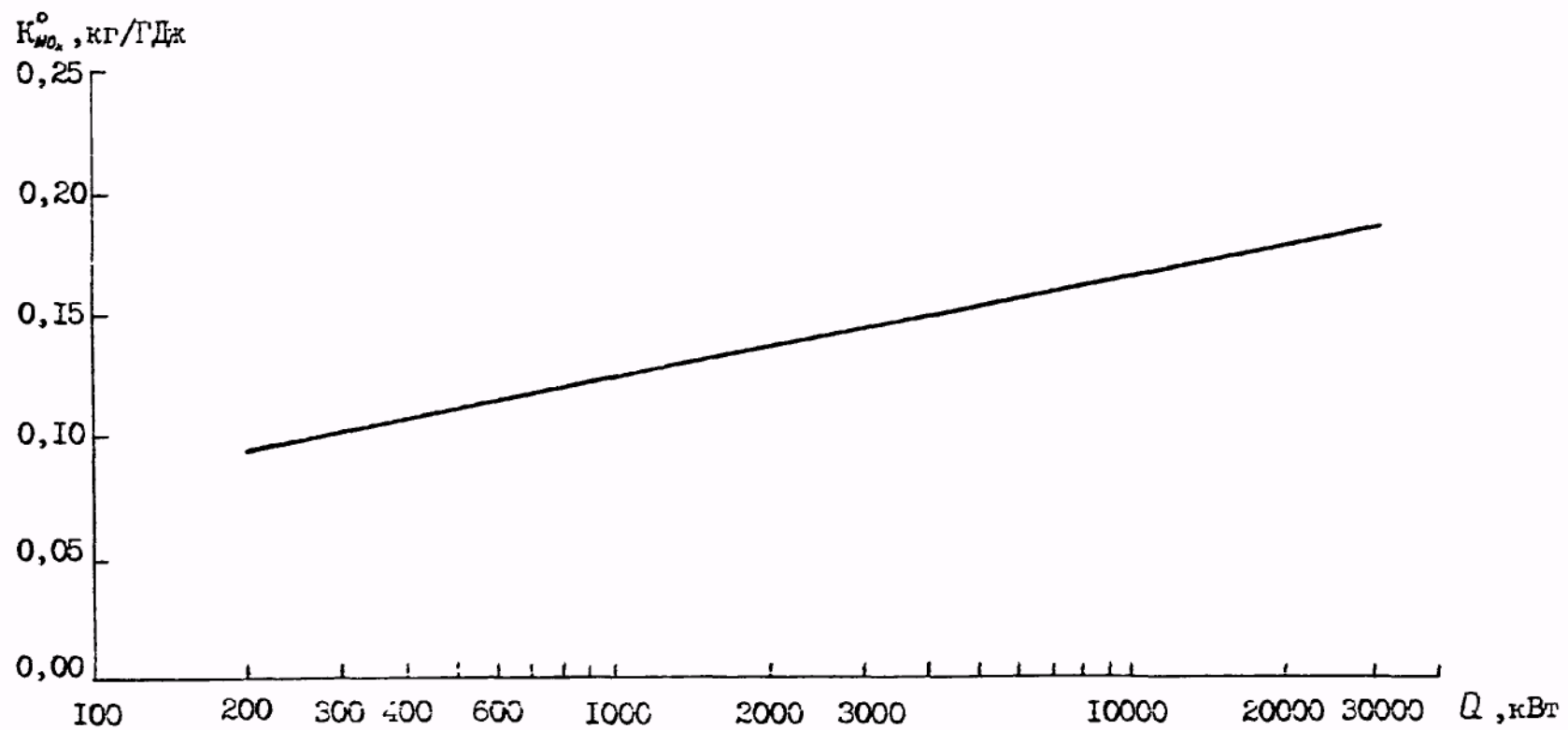


Рис. 1. Зависимость $K_{NO_x}^o$ от тепловой мощности топки котлоагрегата.