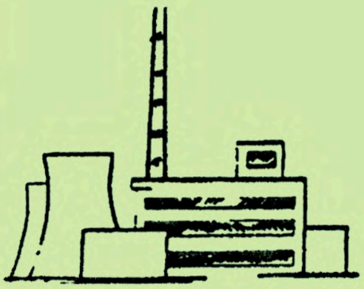
Министерство энергетики
Российской Федерации

Российское акционерное общество
энергетики и электрификации
«ЕЭС России»

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В АТМОСФЕРУ ПАРОВЫМИ КОТЛАМИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ



СО 153-34.02.316–2003
(РД 153-34.1-02.316–2003)

ОАО «ВТИ»
Москва 2007

gost.e-ecolog.ru

Министерство энергетики
Российской Федерации

Российское акционерное общество
энергетики и электрификации
«ЕЭС России»

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В АТМОСФЕРУ ПАРОВЫМИ КОТЛАМИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

СО 153-34.02.316–2003

(РД 153-34.1-02.316–2003)

ОАО «ВТИ»
Москва 2007

Разработано Открытым акционерным обществом «Всероссийский теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ»)

Исполнитель *С. Н. АНИЧКОВ* (ОАО «ВТИ»)

Утверждено Министерством энергетики Российской Федерации приказом № 286 от 30.06.2003

Министр энергетики *И. Х. Юсуфов*

Срок первой проверки настоящего СО – 2009 г., периодичность проверки – один раз в 5 лет.

Ключевые слова: бенз(а)пирен, оксиды азота, твердые частицы, выброс вредных веществ, котлы, топочная камера, топливо.

© ОАО «ВТИ», 2007

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В АТМОСФЕРУ ПАРОВЫМИ КОТЛАМИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	СО 153-34. 02.316–2003 (РД 153-34.1-02.316–2003) Введено взамен РД 153-34.1-02.316–99

Дата введения 2003–07–01

Настоящая методика устанавливает правила расчета выбросов бенз(а)пирена с дымовыми газами котлов паропроизводительностью свыше 30 т/ч при факельном сжигании жидкого, газообразного и твердого топлив, а также смеси указанных топлив.

Методика дает возможность рассчитывать как удельный выброс бенз(а)пирена, так и валовый.

Методика предназначена для расчета выбросов бенз(а)пирена при проведении инвентаризации выбросов, при оценке воздействия тепловых электростанций на окружающую природную среду и в научно-исследовательских целях.

Издание официальное

Настоящий руководящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения ОАО РАО «ЕЭС России» или ОАО «ВТИ»

1 РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В УХОДЯЩИХ ГАЗАХ КОТЛОВ ПРИ СЖИГАНИИ МАЗУТА И ПРИРОДНОГО ГАЗА

1.1 Концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах котлов при сжигании мазута $c_м$ (мкг/м^3), приведенная к избытку воздуха в газах $\alpha = 1,4$, рассчитывается по формуле:

$$c_м = q_{лг}^{-0,53}(0,232 + 0,606 \cdot 10^{-3} \cdot q_v)\ K_\alpha \cdot K_г \cdot K_д \cdot K_{ст} \cdot K_{вл} \cdot K_{оч} \ . \quad (1)$$

1.2 Концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах котлов при сжигании природного газа $c_г$ (мкг/м^3), приведенная к избытку воздуха в дымовых газах $\alpha = 1,4$, рассчитывается по формуле:

$$c_г = q_{лг}^{-1,26}(0,0536 + 0,163 \cdot 10^{-3} \cdot q_v)\ K_\alpha \cdot K_г \cdot K_д \cdot K_{ст} \cdot K_{вл} \ . \quad (2)$$

В формулах (1) и (2):

$q_{лг}$ – теплонапряжение поверхности зоны активного горения, МВт/м^2,

$$q_{лг} = \frac{Q_i^r \cdot B}{2(a_т + b_т) \cdot z_{яр} \cdot h_{яр} + 1,5 a_т \cdot b_т} \ ; \quad (3)$$

q_v – теплонапряжение топочного объема, кВт/м^3 (является проектной величиной, определяется из технической документации на котел);

K_α – коэффициент, учитывающий влияние коэффициента избытка воздуха в дымовых газах на выходе из топки $\alpha_т''$ (принимается по таблице 1, при $\alpha_т'' > 1,08$ в формулах (1) и (2) $K_\alpha = 0,135$);

Таблица 1

$\alpha_т''$	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08
K_α	0,779	0,606	0,472	0,368	0,286	0,223	0,174	0,135

$K_г$ – коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции,

$$K_г = 1 + d \cdot r; \quad (4)$$

$K_д$ – коэффициент, учитывающий нагрузку котла,

$$K_д = (2 - Д_ф/Д_н)^{2,4}; \quad (5)$$

$K_{ст}$ – коэффициент, учитывающий ступенчатое сжигание топлива,

$$K_{ст} = 1 + b \cdot \delta; \quad (6)$$

$K_{вл}$ – коэффициент, учитывающий подачу влаги,

$$K_{вл} = \exp(-\lambda \cdot g); \quad (7)$$

$K_{оч}$ – коэффициент, учитывающий увеличение выброса бенз(а)пирена при очистке конвективных поверхностей нагрева на ходу котла (принимается по таблице 2).

Таблица 2 – Значения $K_{оч}$

Период между очистками, ч	При дробевой очистке конвективных поверхностей нагрева	При обдувке регенеративных воздухоподогревателей
12–24	1,2	1,1
40–48	1,5	1,25
72	2,0	1,5

В формулах (3) – (7):

Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг (МДж/м^3);

B – расход топлива на котел, кг/с (м^3/с) (при наличии в топке двухсветного экрана B принимается на одну ячейку);

$z_{яр}$ – число ярусов горелок ;

$h_{яр}$ – расстояние по высоте между осями соседних горелок, м (для топок с однорядным расположением горелок единичной мощностью от 30 до 60 МВт произведение $z_{яр} \cdot h_{яр} = 3$ м);

$a_т$ – ширина топки (в свету), м (при наличии двухсветного экрана – ширина одной ячейки);

$b_т$ – глубина топки (в свету), м;

d – коэффициент, характеризующий влияние рециркуляции дымовых газов на выброс бенз(а)пирена:

- при вводе в под топочной камеры d = 1;
- при вводе в воздух или отдельный канал горелки d = 4;
- при вводе в шлицы (сопла) напротив горелок d = 2;
- при вводе в шлицы под горелками d = 2,7;

r – степень (доля) рециркуляции дымовых газов.

При содержании CO в уходящих газах котла менее 20 мг/м^3 (при $\alpha = 1{,}4$) и $r < 0{,}2$ принимать в формулах (1) и (2) значение $K_r = 1{,}2$.

При содержании CO в уходящих газах котла более 20 мг/м^3 (при $\alpha = 1{,}4$) расчет K_r проводить по формуле (4) независимо от степени рециркуляции r;

$Д_ф$ – фактическая паропроизводительность (нагрузка) котла, кг/с;

$Д_н$ – номинальная паропроизводительность котла, кг/с;

b – коэффициент, учитывающий воздействие воздуха, подаваемого во вторую ступень горения:

- при отключении половины горелок верхнего яруса по топливу b = –1 (для мазута) и b = –0,2 (для газа);
- для схемы, реализующей ступенчатое сжигание по «вертикали», b = 7;
- для схемы, реализующей ступенчатое сжигание по «горизонтали», b = –2,7;

δ – доля воздуха, подаваемая во вторую ступень горения.

При содержании CO в уходящих газах котла менее 20 мг/м^3 (при α = 1,4) для схемы, реализующей ступенчатое сжигание по «вертикали» и δ < 0,25 принимать в формулах (1) и (2) значение $K_{ст}$ = 1,25. Во всех остальных случаях $K_{ст}$ рассчитывается по формуле (6).

При совместном применении рециркуляции дымовых газов (r < 0,2), ступенчатого сжигания по «вертикали» (δ < 0,25) и содержании CO в уходящих газах котла менее 20 мг/м^3 (при α = 1,4) принимать в формулах (1) и (2) $K_r \cdot K_{ст}$ = 1,25;

λ – коэффициент, учитывающий воздействие влаги при вводе ее:
- в пристенную зону топки и при зональном впрыске λ = 15;
- в дутьевой воздух λ = 2;

g – водотопливное отношение при подаче влаги в зону горения.

2 РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ БЕНЗ(А)ПИРЕНА ПРИ СЖИГАНИИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах котлов за золоуловителями при факельном сжигании углей $c_т$ (мкг/м^3), приведенная к избытку воздуха в газах α = 1,4, рассчитывается по формуле:

$$c_т = \frac{A \cdot Q^r}{e^{1,5\alpha_т''}} \cdot K_д \cdot K_{зу}\ , \qquad (8)$$

где A – коэффициент, характеризующий конструкцию нижней части топки:
- при жидком шлакоудалении A = 0,378,
- при твердом шлакоудалении A = 0,521;

Q^r – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

$\alpha_т''$ – коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки;

$K_д$ – коэффициент, учитывающий нагрузку котла,

$$K_д = (Д_ф/Д_н)^{1,1}; \qquad (9)$$

$K_{зу}$ – коэффициент, учитывающий степень улавливания бенз(а)пирена золоуловителями,

$$K_{зу} = 1 - \eta_{зу} \cdot Z/100. \quad (10)$$

В формулах (9) и (10):

$Д_ф$ – фактическая нагрузка котла, кг/с;

$Д_н$ – номинальная нагрузка котла, кг/с;

$\eta_{зу}$ – КПД золоуловителя (по золе), %;

Z – коэффициент, учитывающий снижение улавливающей способности бенз(а)пирена золоуловителями:

- для сухих аппаратов Z = 0,7;
- для мокрых аппаратов Z = 0,8.

3 РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ БЕНЗ(А)ПИРЕНА

3.1 Масса выброса бенз(а)пирена $M_{БП}$ (г/с) рассчитывается по формуле:

$$M_{БП} = B \cdot V_{сг} \cdot c_{БП} \cdot 10^{-6}, \quad (11)^*$$

где B – расход топлива, кг/с ($м^3$/с);

$V_{сг}$ – объем сухих дымовых газов при α = 1,4, $м^3$/кг ($м^3/м^3$);

$c_{БП}$ – концентрация бенз(а)пирена в сухом дымовом газе (мкг/$м^3$), приведенная к α = 1,4, определяется по формулам (1), (2), (8) в зависимости от вида сжигаемого топлива.

3.2 При совместном сжигании различных топлив концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах (мкг/$м^3$), приведенная к α =1,4, определяется по формуле:

$$c_{БП}^{см} = q_1 (c_{БП})_1 + q_2 (c_{БП})_2 + ... + q_i (c_{БП})_i, \quad (12)$$

где $q_1, q_2, \ldots q_i$ – доля тепловыделения в топке каждого из видов топлив,

$$q_i = Q_i^r \cdot B_i / Q_т, \quad (13)$$

Q_i^r – низшая теплота сгорания указанных топлив, МДж/кг (МДж/$м^3$);

B_i – расход каждого из видов топлива, кг/с ($м^3$/с);

$Q_т$ – суммарное тепловыделение в топке, МВт;

$(c_{БП})_1, (c_{БП})_2, \ldots (c_{БП})_i$ – концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах, формируемая каждым из видов топлив, определяется по формулам (1), (2), (8), мкг/$м^3$.

Тогда $V_{i\,сг} = V_{iг}^0 + 0{,}984\ (\alpha - 1) \cdot V_i^0 - V_{i\,H_2O}^0$, (14)

где $V_{iг}^0$, V_i^0, $V_{i\,H_2O}^0$ – соответственно, объем дымовых газов, воздуха и водяных паров при стехиометрическом сжи-

гании 1 кг ($м^3$) топлив, $м^3/кг$ ($м^3/м^3$). Если в топку или горячий воздух вводится дополнительно влага, она также должна учитываться.

3.3 При совместном сжигании различных топлив масса выброса бенз(а)пирена $М_{БП}$ (г/с) рассчитывается по формуле:

$$М_{БП} = \sum B_i \cdot V_{i\,сг} \cdot c_{БП}^{см} \cdot 10^{-6}. \qquad (15)^*$$

Примечание – По формулам (11)* и (15)* могут рассчитываться и валовые выбросы бенз(а)пирена, т/год.

gost.e-ecolog.ru