

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОАНАЛИЗАТОРА КГА-8С

В.П. Зверьков В.Ф. Кузищин В.Н. Рожков

Постановка задачи

- При выработке тепловой энергии водогрейными котлами важной задачей является сведение к минимуму тепловых потерь, сопровождающих процесс сжигания топлива (природного газа), а также снижение выбросов вредных веществ в атмосферу с учетом допустимых значений, устанавливаемых нормативными документами.
- Актуальной является задача объективной оценки экономического эффекта от использования газоанализатора КГА-8С в автоматизированных системах управления водогрейными котлами

Газоанализатор КГА-8С

- Предназначен для постоянного автоматического экологического контроля теплоэнергетических установок. Непрерывно измеряет содержание окислов углерода CO , азота NO_x и кислорода O_2 в отходящих газах. По заказу дополнительно измерение H_2 . По этим параметрам микропроцессор автоматически регулирует процесс горения. Измеренные данные передаются в ПЭВМ или управляющий контроллер по стандартному интерфейсу.
- Комплектующие – Philips, Analog Devices, Microchip, TRACO, CityTech, Sche, Data Vision , ABB, Cisco Systems, Завод им. Масленникова, HP, Sens, Schmakoff & K . Сборку производит корпорация “Энергия”.

Сертификат Госреестра № 17247-98. Диплом за качество выставки “ВДНХ-Экспо” от 01.08.1999 г.

Технические характеристики.

Измеряемые параметры	Диапазон	Погрешность
O ₂	0-25 об.%	± 0,2 об.%
CO	0-200 ppm	±20 ppm
	200-2000 ppm	±10 %отн.
NO _x	0-100 ppm	±5 ppm
	100-1000 ppm	±5% отн.
*SO ₂	0-400 ppm	±40 ppm
	400-4000 ppm	±10% отн.
Температура газа	0-600 °C	±0,4% отн.
*Температура воздуха на входе в топку	-30 - +100° C	±1°С
Вычисляемые параметры:		
CO ₂	0-20 об.%	
Коэффициент избытка воздуха	0-∞	
Интерфейсы	Цифровая сеть RS485 4 программируемых токовых выхода	
Вода , воздух	Не требуется – 20 mA	
Питание	220 В	
Потр. мощность	15 ВА	
Масса	11 кг	
Цена	56 тыс.руб.	

* - по заказу

ЗАО “ЭкоМон” - рег. МРП № 273.573 от 22.02.1993.

Адрес : 129226 г. Москва, ул. Сельскохозяйственная, д. 12-а. Тел. (095) 181-2019, 181-8622

Ф. (095) 187-1818 Почта : moneco-company@mtu-net.ru

- Источником экономического эффекта от оптимизации процесса горения является более точное поддержание заданной концентрации кислорода в уходящих газах в соответствии с оптимальным режимом, задаваемым режимной картой котла, с ограничением на содержание окиси углерода путем коррекции соотношения «топливо-воздух» на основе информации от газоанализатора

Оценка эффективности

- Оценка эффективности использования газоанализатора базируется на сравнении затрат на выработку тепла водогрейным котлом с учетом платы за выбросы вредных веществ в окружающую среду для *базового* варианта (без использования информации от газоанализатора в системе регулирования процесса горения) и *нового* варианта (с использованием информации от газоанализатора в системе регулирования процесса горения).
- Сопоставление *базового* и *нового* вариантов осуществляется на основе относительного изменения расхода топлива в сравниваемых вариантах.
- Основными режимными показателями при этом являются число включенных горелок и температуры газа и дутьевого воздуха.

При определении экономического эффекта от использования газоанализатора оцениваются две составляющие изменения годовых эксплуатационных расходов (издержек) $\Delta И$:

$$\Delta И = \Delta И_{\text{ТП}} + \Delta И_{\text{ВВ}},$$

где $\Delta И_{\text{ТП}}$ — изменение издержек от тепловых потерь (топливная составляющая) за счет оптимизации процесса горения на основе использования сигналов по содержанию O_2 и CO в уходящих газах;

$\Delta И_{\text{ВВ}}$ — изменение платы за котловые выбросы вредных веществ в окружающую среду (экологическая составляющая), руб./год.

Оценка топливной составляющей издержек

- При сопоставлении *базового* и *нового* вариантов в методике учитываются изменение тепловых потерь с уходящими газами Q_2 и от химической неполноты сгорания топлива Q_3 .
- Топливный эквивалент ΔB_k изменения потерь тепла за каждый за k -ый час работы котла вычисляется по формуле

$$\Delta B_k = (Q_2 + Q_3)_k \cdot B / Q_{\text{н}}^{\text{р}}, \text{ м}^3/\text{час},$$

- Потери тепла с уходящими газами Q_2 на единицу объема топлива определяются по формулам :

$$Q_2 = J_{\text{ух}} - J_{\text{дв}} = [J_{\text{ух.0}} + (\alpha_{\text{ух}} - 1) J_{\text{дв.0}}]_{T_{\text{ух}}} - [\alpha_{\text{ух}} J_{\text{дв.0}}]_{T_{\text{дв}}},$$

где $J_{\text{ух.0}}$ и $J_{\text{дв.0}}$ – энтальпия уходящих газов и дутьевого воздуха при $\alpha_{\text{ух}} = 1$;

- Индексы «Тух» и «Тдв» указывают температуру для параметров.

- Потери тепла от химической неполноты сгорания топлива Q_3 при работе котельного агрегата рассчитываются на основании данных полного газового анализа продуктов сгорания с помощью газоанализатора по формуле:

$$Q_3 = V_{yx} (30,2 \text{ CO} + 25,8 \text{ H}_2 + 85,5 \text{ CH}_4) \cdot 10^{-4},$$

ккал/м³,

- Величина объема сухих уходящих газов V_{yx} (на единицу объема топлива) зависит от значения коэффициента избытка воздуха α_{yx} в уходящих газах и определяется формулой:

$$V_{yx} = V_{yx}^0 + (\alpha_{yx} - 1) \cdot V_{дв}^0$$

Определение *относительных* потерь ТОПЛИВА

Количество тепла, выработанного за k -ый час работы котла вычисляется по формуле

- $Q_k = G_{\text{св}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot C_{\text{в}} \cdot (t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}) \cdot 10^{-6}$, Гкал/ч,
- Значение $G_{\text{св}}$ определяется по данным прибора расходомера $G_{\text{пр}}$ и пересчитывается по формуле
 - $G_{\text{св}} = G_{\text{пр}} \cdot \sqrt{\rho_{\text{в,р}} / \rho_{\text{в,ф}}}$,
- где $\rho_{\text{в,ф}}$ и $\rho_{\text{в,р}}$ - соответственно, фактическая и расчетная плотность воды (из данных расчетного листа для диафрагмы), кг/м³.

- *Относительные* потери топлива δB_6 для базового варианта и δB_n для нового варианта рассчитываются по приведенным ниже однотипным формулам по данным за каждые сутки на единицу количества выработанного тепла

$$\frac{\sum_{k=1}^N \Delta B_k}{Q_{\text{сут}}}$$

- В качестве $Q_{\text{сут}}$ подставляется суммарное количество тепла, выработанного за сутки работы котла для *базового* и *нового* вариантов, определяемое суммированием часовых значений.
- Аналогично определяется суммарный расход топлива за сутки $B_{\text{сут}}$ для *базового* и *нового* вариантов

- Сопоставление *базового* и *нового* вариантов производится путем вычисления разности δV *относительных потерь* топлива $\delta V_{\text{б}}$ и $\delta V_{\text{н}}$ по формуле:

$$\delta V = \delta V_{\text{б}} - \delta V_{\text{н}}, \text{ м}^3/\text{Гкал.}$$

- Определяется абсолютное значение расхода топлива за сутки между *базовым* и *новым* вариантами, приведенное к фактическому количеству отпущенного тепла в *базовом* варианте по формуле

- $\Delta V_{\text{сут}} = \delta V \cdot Q_{\text{сут,б}}, \text{ м}^3/\text{сут.}$

Суточное изменение издержек от тепловых потерь $\Delta I_{\text{тп,сут}}$, обусловленных перерасходом топлива за сутки $\Delta V_{\text{сут}}$, вычисляется по формуле

$$\Delta I_{\text{тп,сут}} = \Delta V_{\text{сут}} \cdot \text{Ц}_{\text{г}}, \text{ руб. / сутки,}$$

где $\text{Ц}_{\text{г}}$ – цена единицы объема газа, руб/ м³.

- Расчет годового изменения издержек от тепловых потерь $\Delta I_{\text{тп}}^{\text{год}}$ осуществляется путем суммирования вычисленных изменений суточных издержек $\Delta I_{\text{тп,сут}}$ за каждые сутки в течение года.
- При наличии данных лишь за определенные сутки можно оценить *ожидаемое* годовое изменение издержек от тепловых потерь $\Delta I_{\text{тп}}^{\text{год}}$ по формуле

$$\Delta I_{\text{тп}}^{\text{год}} = \Delta I_{\text{тп,сут}} \cdot M, \text{ руб. / год,}$$

где M —число суток работы котла в течение года, сут/год.

Оценка экологической составляющей издержек

- Во-первых, использование информации от газоанализатора КГА-8С для оптимизации процесса горения (*новый* вариант) дает возможность обеспечить более точное отслеживание режимной карты котла и получить фактический уровень выбросов вредных веществ, меньший по сравнению с *базовым* вариантом.
- Во-вторых, даже применение газоанализатора только в информационном режиме (для экологического мониторинга) без использования его информации для оптимизации процесса горения дает возможность перейти к плате за выбросы вредных веществ по фактическим значениям вместо платы за выбросы по нормативным (расчетным) значениям, определяемой по нормативным документам для каждого предприятия в зависимости от количества сжигаемого газа и типа котла.

- Плата за выбросы вредных веществ в атмосферу за отчетный интервал времени T может быть представлена в виде

$$I_{\text{вв}} = C_{\text{CO}} \cdot M_{\text{CO}} + C_{\text{NO}} \cdot M_{\text{NO}},$$

где C_{CO} , C_{NO} – соответственно, плата за тонну выбросов окиси углерода CO и оксидов азота NO_x , руб/т;

M_{CO} , M_{NO} – массовые (количественные) выбросы окиси углерода CO и оксидов азота NO_x за отчетный интервал времени

Однако, в связи с незначительностью размера платы за выбросы по сравнению с издержками от тепловых потерь, при сопоставлении платы за выбросы вредных веществ между *базовым* и *новым* вариантами можно использовать упрощенный способ, состоящий в приведении платы за выбросы к одному количеству выработанного тепла (для *базового* варианта) путем введения поправочного коэффициента

$$K_{\Pi} = Q_{\text{б}} / Q_{\text{н}},$$

- С учетом поправочного коэффициента K_{Π} приведенное значение платы за выбросы вредных веществ для *нового варианта* $I_{\text{вв,н}}^{\text{пр}}$ составляет:

$$I_{\text{вв,н}}^{\text{пр}} = I_{\text{вв,н}} \cdot K_{\Pi}.$$

Часовые показатели массовых выбросов
вычисляются по следующим формулам:

$$M_{\text{NO}_k} = \text{NO}_k \cdot V_{\text{г}} \cdot \rho_{\text{NO}} \cdot B_k \cdot 10^{-6}, \text{ кг/час,}$$

где NO_k – усредненные за k -ый час показания
газоанализатора для компоненты NO, ppm;

$$M_{\text{CO}_k} = \text{CO}_k \cdot V_{\text{г}} \cdot \rho_{\text{CO}} \cdot B_k \cdot 10^{-6}, \text{ кг/час,}$$

где CO_k – усредненные за k -ый час показания
газоанализатора для компоненты CO, ppm;

B_k – расход газа за k -ый час работы котла, м³ /ч;

- **Суммарные показатели** массовых выбросов
за период времени T вычисляются
суммированием часовых показателей за число
часов работы котла в отчетный период времени

Пример оценки эффективности использования газоанализатора КГА-8С по данным работы котла КВ-ГМ-69,8-150 №3 РТС «Нагатино».

- Специально для оценки эффективности применения КГА-8С произведена суточная запись параметров котла для двух вариантов:
- 1) для *базового* варианта (без использования информации от газоанализатора в системе регулирования экономичности процесса горения); данные за 02.04.2002 г.
- 2) для *нового* варианта (с использованием информации от газоанализатора в системе регулирования экономичности процесса горения); данные за 28.03.2002 г.

- Потери тепла выраженные в топливном эквиваленте (при заданном Q_H^p): $\Delta B_6 = 4759,48 \text{ м}^3/\text{час}$. $\Delta B_H = 3227,44 \text{ м}^3/\text{час}$.

- Суммарное количество выработанного тепла за сутки $Q_{\text{сут}}$:
 $Q_{\text{сут},6} = 870,67 \text{ Гкал/сут}$; $Q_{\text{сут},H} = 732,05 \text{ Гкал/сут}$.

- Относительные потери топлива $\delta B_{q',\text{сут}}$ за сутки, отнесенные к единице количества выработанного тепла:

$$\delta B_{q',\text{сут}}^6 = 5,4664 \text{ м}^3/\text{Гкал}; \quad \delta B_{q',\text{сут}}^H = 4,4088 \text{ м}^3/\text{Гкал}.$$

$$\text{Суммарные расходы топлива за сутки } B_{\text{сут},6}, B_{\text{сут},H}$$

$$B_{\text{сут},6}^{\Phi} = 116000,30 \text{ м}^3/\text{сут}; \quad B_{\text{сут},H}^{\Phi} = 96733,79 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Разность между относительными потерями топлива за сутки между базовым и новым вариантом

$$\delta B = \delta B_6 - \delta B_H = 5,4664 - 4,4088 = 1,0576 \text{ м}^3/\text{Гкал}.$$

Абсолютное значение потери топлива за сутки, приведенное к количеству отпущенного тепла в базовом варианте

$$\Delta B_{\text{сут}} = \delta B \cdot Q_{\text{сут},6} = 1,0576 \cdot 870,67 = 920,82 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

- Суточное изменение издержек от тепловых потерь, ($C_{\Gamma} = 493,42 \text{ руб. за } 1000 \text{ нм}^3$): $\Delta I_{\text{тп},\text{сут}} = 454,35 \text{ руб/сут}$.

Ожидаемое годовое изменение издержек от тепловых потерь при работе котла в течение года 250 суток:

- $\Delta I_{\text{тп}}^{\text{год}} = \Delta I_{\text{тп}} \cdot M = 454,35 \cdot 250 = 113587,5 \text{ руб/год}$,

- Суточные показатели массовых выбросов $M_{NO_{сут,б}}$ и $M_{CO_{сут,б}}$ для базового варианта и нового вариантов:
 - $M_{NO_{сут,б}} = 249,53 \text{ кг/сут.}$ $M_{NO_{к,н}} = 192,53 \text{ кг/сут.}$
 - $M_{CO_{сут,б}} = 2,50 \text{ кг/сут.}$ $M_{CO_{сут,н}} = 0,58 \text{ кг/сут.}$
- Если условно принять время работа котла в году $T_p = 250$ суток, то суммарные выбросы за год при указанных показателях для базового и нового вариантов составят:
 - $M_{NO_{год,б}} = 62382,5 \text{ кг} = 62,38 \text{ т/год};$ $M_{CO_{год,б}} = 625 \text{ кг} = 0,63 \text{ т/год.}$
 - $M_{NO_{год,н}} = 48132,5 \text{ кг} = 48,13 \text{ т/год};$ $M_{CO_{год,н}} = 145 \text{ кг} = 0,15 \text{ т/год.}$
- Полученные массовые выбросы оксидов азота меньше предельно допустимых выбросов, установленных для котлов КВ-ГМ-69,8. При работе котла в пределах ПДВ плата за выбросы за указанный период по фактическим выбросам в атмосферу (оксидов азота NO_x и окиси углерода CO) за отчетный интервал времени T (год) определится в следующем размере:
 - для базового варианта $I_{вв,б} = 59,27 \text{ руб/год};$
 - для нового варианта $I_{вв,н} = 42,72 \text{ руб/год.}$

- Поправочный коэффициент для приведения платы за выбросы вредных веществ к одному количеству выработанного тепла

- $K_{\Pi} = Q_{\text{б}} / Q_{\text{н}} = 1,189.$

- С учетом поправочного коэффициента K_{Π} приведенное значение платы за выбросы вредных веществ для *нового варианта* $I_{\text{вв,н}}^{\text{пр}}$ по формуле (10):

$$I_{\text{вв,н}}^{\text{пр}} = 50,81 \text{ руб/год.}$$

Разность годовых затрат в виде изменения платы за выбросы вредных веществ в атмосферу между базовым вариантом и новым вариантом по формуле (11):

$$\Delta I_{\text{вв}} = 8,46 \text{ руб/год.}$$

- Годовое изменение (экономия) затрат на один котел КВ-ГМ-69,8 с использованием газоанализатора КГА-8С от оптимизации процесса горения с учетом платы за выбросы вредных веществ в атмосферу по формуле (1):

$$\Delta I^{\text{год}} = \Delta I_{\text{тп}}^{\text{год}} + \Delta I_{\text{вв}} = 113587,5 + 8,46 = 113596 \text{ руб./год.}$$

[illegible]

Мой компьютер

Сетевое окружение

WinZip

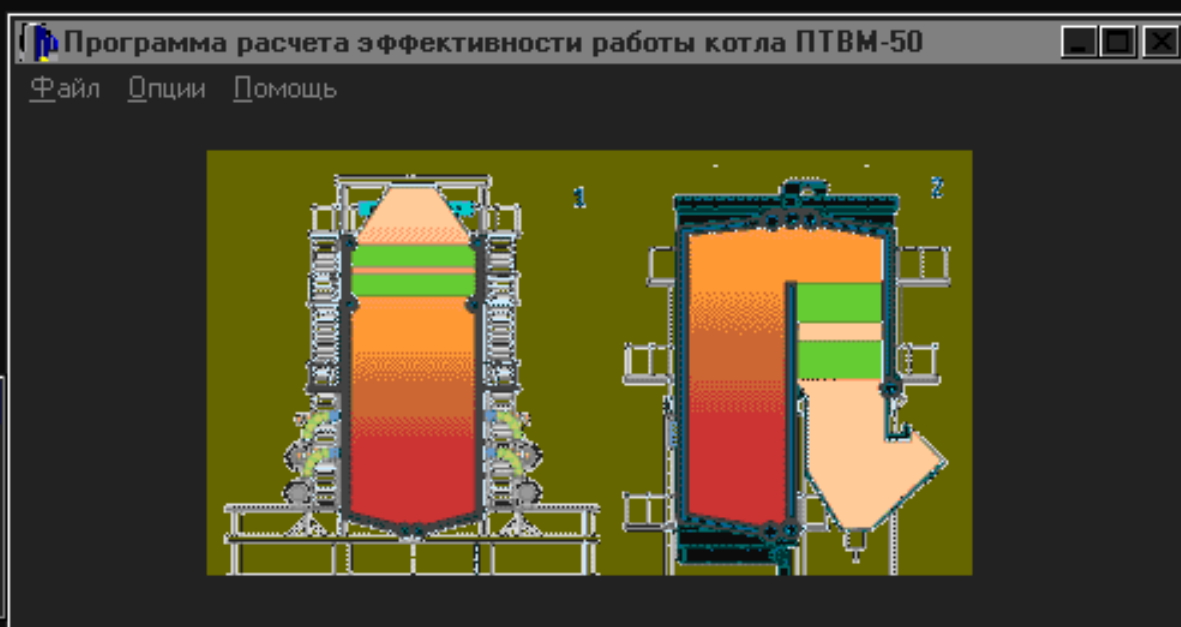
Internet Explorer

Соединение Интернет

Outlook Express

Microsoft Outlook

Мои документы



Work

Экономия топлива!

OK

Ввод данных из суточной ведомости

Часы	1	$V_{пр}$	3150	$\text{м}^3/\text{ч}$	O_2	2,20000	%	Q^{Φ}	25,385	Гкал/ч
Число горелок	6	V_v	920	$\text{м}^3/\text{ч}$	NO_x	0	ppm	B_k	3471,980	$\text{м}^3/\text{ч}$
$t_{дв}$	1,70000	t_1	61	$^{\circ}\text{C}$	CO	2,79999	ppm	ΔB_k^{Φ}	149,963	$\text{м}^3/\text{ч}$
t_{Φ}	4,80000	t_2	89	$^{\circ}\text{C}$				M_{NO_x}	0,000	кг
P_d	0,16799	$t_{ух}$	123	$^{\circ}\text{C}$				M_{CO}	0,109	кг

Записать

Загрузить

Подсчет

