

Технічні науки

УДК 536.24:621.184.5

Фиалко Наталия Михайловна

*доктор технических наук, профессор,
член корреспондент НАН Украины, заведующий отделом
Отдел теплофизики энергоэффективных теплотехнологий
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Fialko Natalia

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of NAS of Ukraine, Department Head
Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

Навродская Раиса Александровна

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
ведущий научный сотрудник отдела
Отдел теплофизики энергоэффективных теплотехнологий
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Navrodska Raisa

*Candidate of Technical Sciences (PhD),
Senior Scientific Researcher, Leading Researcher
Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

Гнедаш Георгий Александрович

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Отдел теплофизики энергоэффективных теплотехнологий
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Gnedash Georgii

*Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher
Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

Шевчук Светлана Ивановна

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Отдел теплофизики энергоэффективных теплотехнологий
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Shevchuk Svitlana

*Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher
Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

Дашковская Ирина Леонидовна

*младший научный сотрудник
Отдел теплофизики энергоэффективных теплотехнологий
Институт технической теплофизики НАН Украины*

Dashkovska Iryna

*Junior Researcher
Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies
Institute of Engineering Thermophysics of
National Academy of Sciences of Ukraine*

**ОСУШЕНИЕ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК В
КОНДЕНСАЦИОННЫХ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРАХ
DRYING EXHAUST-GASES OF BOILER PLANTS IN
CONDENSATION HEAT-RECOVERY EXCHANGERS**

Аннотация. Изложены результаты исследований тепловлажностного состояния дымовых газов котельных установок при использовании современных теплоутилизационных технологий с глубоким охлаждением газов. Применение данных технологий рассматривается как мероприятие по осушению дымовых газов после теплоутилизации благодаря уменьшению их абсолютной влажности и точки росы.

Ключевые слова: газопотребляющие котлы, глубокое охлаждение отходящих газов, абсолютная влажность, точка росы.

Summary. The results of studies of the moisture state of exhaust-gases of boiler plants using modern heat-recovery technologies with deep cooling of exhaust-gases are presented. The use of these technologies is considered as an arrangement corresponding to the dehydration of exhaust-gases after heat-recovery through a decrease in their absolute humidity and dew point temperature.

Key words: gas-fired boilers, deep exhaust-gas cooling, absolute humidity, dew point.

Одной из проблем, сдерживающей широкое использование систем глубокой теплоутилизации дымовых газов котлов, является выпадение конденсата в их газоотводящем тракте, приводящее к значительному сокращению ресурса тракта, в частности дымовых труб [1]. Однако, при правильном проектировании данных систем их применение способствует улучшению тепловлажностного режима указанных трактов [2-6].

В работе изложены результаты исследований по осушению дымовых газов котельных установок с конденсационными теплоутилизаторами при производстве тепловой энергии для различных нужд.

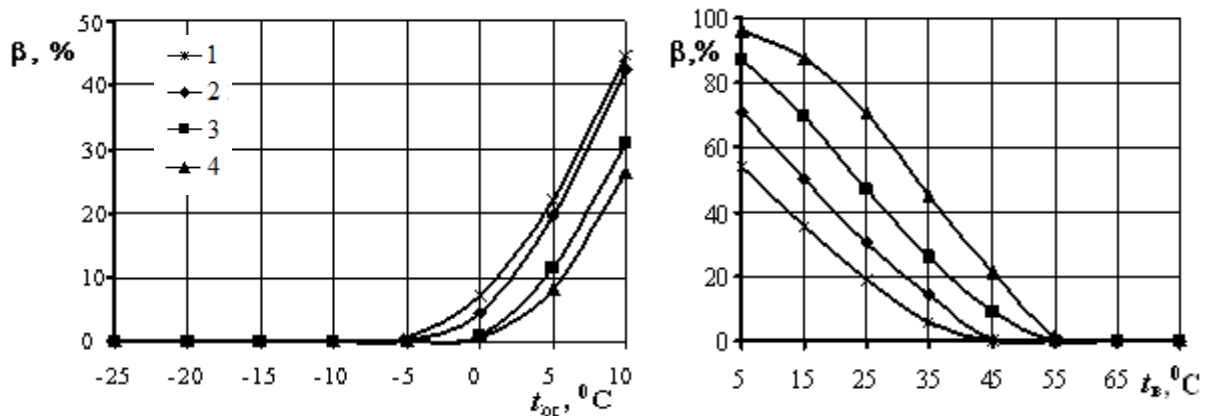
Для определения уровня осушения дымовых газов проведены расчетные исследования, состоящие в установлении зависимости от

режимных параметров котлов относительной величины β , которая характеризует степень обезвоживания дымовых газов в теплоутилизаторе:

$$\beta = \frac{X_{\text{к}} X_{\text{ту}}}{X_{\text{к}}} 100, \%$$

где $X_{\text{к}}$ та $X_{\text{ту}}$ – влагосодержание дымовых газов на выходе из котла и теплоутилизатора соответственно.

На рис. 1а приведены данные исследований, касающиеся изменения коэффициента β в теплоутилизаторах для нагревания обратной воды в зависимости от температуры окружающей среды t_{oc} при разных значениях относительной нагрузки отопительного котла $Q_{\text{к}}/Q_{\text{н}}$.



а) $1 - \alpha = 1,1; 2 - 1,2; 3 - 1,4; 4 - 1,6.$

б) $1 - Q_{\text{к}}/Q_{\text{н}} = 100\%; 2 - 75\%; 3 - 50\%; 4 - 25\%$

Рис. 1. Зависимость коэффициента β от:

а) температуры окружающей среды t_{oc} при разных значениях избытка воздуха α ; б) начальной температуры нагреваемой воды $t_{\text{в}}$ для $\alpha = 1,2$ при разных относительных нагрузках промышленного котла $Q_{\text{к}}/Q_{\text{н}}$.

Источник: данные авторов

Как видно из рис.1 а, при номинальной нагрузке котла, отвечающей низким значениям температуры окружающей среды t_{oc} и температуре обратной воды $t_{\text{об}} = 70^{\circ}\text{C}$, теплоутилизатор работает без глубокого охлаждения дымовых газов. При повышении t_{oc} происходит уменьшение расхода, температуры отходящих газов котла и обратной воды $t_{\text{об}}$. В

условиях $t_{об} < 50 \text{ }^\circ\text{C}$, то есть ниже точки росы водяного пара, реализуется его частичная конденсация, благодаря чему осушаются дымовые газы. При этом уровень β может достигать 75 %.

В случае использования утилизированной теплоты (рис. 1б) для технологических нужд и горячего водоснабжения уровень уменьшения абсолютной влажности дымовых газов существенно повышается из-за снижения температуры нагреваемой воды ($t_b < t_{об}$). При $t_b < 5 \text{ }^\circ\text{C}$ обезвоживание газов может достигать значения $\beta = 90 \text{ } \%$.

Таким образом, применение теплоутилизационных технологий может рассматриваться как мероприятие по уменьшению абсолютной влажности дымовых газов и снижению точки росы, то есть их осушению.

Однако, уменьшение абсолютной влажности дымовых газов после теплоутилизатора не исключает конденсатообразования в дымовой трубе, поскольку относительная влажность этих газов составляет 100%. Дальнейшая тепловлажностная обработка дымовых газов осуществляется путем применения тепловых методов предотвращения конденсатообразования в газоотводящих трактах [4; 7; 8].

Литература

1. Варнашов, В.В., Киселев, А.А., & Гребнов, В.С. (2016). Расчетные исследования режимов работы кирпичных дымовых труб в условиях эксплуатации. Вестник Ивановского государственного энергетического университета, (1) DOI: 10.17588/2072-2672.2016.1.018-026
2. Фіалко Н.М., Пресіч Г.О., Гнедаш Г.О., Шевчук С.І., & Дашковська І.Л. (2018) Підвищення ефективності комплексних теплоутилізаційних систем для підігрівання та зволоження дуттьового повітря газоспоживальних котлоагрегатів. Промислова теплотехніка, 40(3), 38-45. <https://doi.org/10.31472/ihe.3.2018.06>

3. Фиалко, Н.М., Навродская, Р.А., Гнедаш, Г.А., Пресич, Г.А., Степанова, А.И., & Шевчук, С.И. (2014). Повышение эффективности котельных установок коммунальной теплоэнергетики путем комбинированного использования теплоты отходящих газов. *Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология*, (15). С. 126-129.
4. Долинский, А.А., Фиалко, Н.М., Навродская, Р.А., & Гнедаш, Г.А. (2014). Основные принципы создания теплоутилизационных технологий для котельных малой теплоэнергетики. *Промышленная теплотехника*, 36(4). С. 27-34.
5. Навродська, Р.О. (2015). Підвищення ефективності теплоутилізаційних технологій для котельних установок комунальної теплоенергетики. *Науковий вісник НЛТУ України*, 25(9). С. 225–229.
6. Ильина Е.В., Баскаков А.П. (2004) Основные факторы, определяющие эффективность глубокого охлаждения продуктов сгорания в газифицированных котельных. *Промышленная энергетика*, 4, 46–49.
7. Навродська, Р.О. (2015). Запобігання конденсатоутворенню у димових трубах за зниження теплового навантаження котелень. *Науковий вісник НЛТУ України*, 25(9). С. 307-312.
8. Фиалко, Н.М., Навродская, Р.А., Шевчук, С.И., Пресич, Г.А., Гнедаш, Г.А., & Глушак, О.Ю. (2014). Тепловые методы защиты газоотводящих трактов котельных установок с глубоким охлаждением дымовых газов. *Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии*, (2). С. 13-17.