

Технические науки

УДК 536.24:184.5

**Фиалко Наталья Михайловна**

*доктор технических наук, профессор, заведующая отделом,*

*член корреспондент НАН Украины,*

*Заслуженный деятель науки и техники Украины*

*Отдел теплофизики энергоэффективных теплотехнологий*

*Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Fialko Nataliia**

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Department Head,*

*Corresponding Member of NAS of Ukraine,*

*Honored Worker of Science and Technology of Ukraine*

*The Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies*

*Institute of Engineering Thermophysics of*

*National Academy of Sciences of Ukraine*

**Пресич Георгий Александрович**

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник,*

*старший научный сотрудник отдела*

*Отдел теплофизики энергоэффективных теплотехнологий*

*Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Presich Georgii**

*Candidate of Technical Sciences (PhD),*

*Senior Scientific Researcher, Senior Researcher*

*The 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*

*The 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 отдела*

*Отдел теплофизики энергоэффективных теплотехнологий*

*Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Gnedash Georgii**

*Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher*

*The 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 отдела*

*Отдел теплофизики энергоэффективных теплотехнологий*

*Институт технической теплофизики НАН Украины*

**Shevchuk Svitlana**

*Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher*

*The Department of Thermophysics of Energy Efficient Heat Technologies*

*Institute of Engineering Thermophysics of*

*National Academy of Sciences of Ukraine*

## СОКРАЩЕНИЕ РАСХОДОВ ПОДПИТОЧНОЙ ВОДЫ В КОМБИНИРОВАННЫХ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ АГРЕГАТАХ DECREASING CONSUMPTION OF MAKE-UP WATER AT COMPLEX HEAT-RECOVERY UNITS

***Аннотация.** Предложено энергосберегающее техническое решение комбинированного теплоутилизационного агрегата, предназначенного для подогрева и увлажнения дутьевого воздуха газопотребляющих котельных установок. Приведено принципиальную схему этого агрегата с новым конструктивным оформлением элементов, которая обеспечивает компенсацию соответствующего количества выпаренной в дутьевой воздух воды, с применением в водном циркуляционном контуре агрегата слоя пористого гранулята для нейтрализации образующегося конденсата.*

***Ключевые слова:** котлоагрегат, уходящие дымовые газы, дутьевой воздух, конденсационный режим, нейтрализующий гранулят.*

***Summary.** The energy-saving technical solution of a complex heat-recovery unit designed for heating and humidifying the combustion air of gas-fired boiler plants has been proposed. The schematic circuit of this unit with a new design of elements is given, which provides compensation for the corresponding amount of water evaporated into the combustion air, using a layer of porous granulate in the water circulation line of the unit to neutralize the resulting condensate.*

***Key words:** boiler, exhaust-gases, combustion air, condensation mode, neutralizing granulate.*

Тепловая и экологическая эффективность газопотребляющих котельных установок с теплоутилизационными системами в значительной степени зависит от рациональности конструктивного оформления

применяемого оборудования для утилизации теплоты отходящих дымовых газов котлоагрегатов.

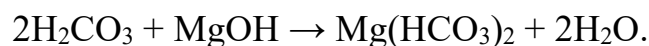
Институтом технической теплофизики НАН Украины (ИТТФ) разработаны комбинированные теплоутилизационные агрегаты, предназначенные для подогрева и увлажнения дутьевого воздуха котлов [1]. Анализ тепловых расчетов и эксплуатационных испытаний таких внедренных агрегатов показал повышенные эксплуатационные расходы, обусловленные необходимостью компенсировать потерю воды, испаряемой в процессе увлажнения дутьевого воздуха, из водяного циркуляционного контура агрегата. При практически достигаемом уровне испарения 0,07...0,08 кг/м<sup>3</sup> воды в 1 м<sup>3</sup> воздуха потребность в подпитке этого контура составляет 155...170 кг/ч, т.е. 3,7...4,1 т в сутки на 1 МВт тепловой мощности котлоагрегата.

В процессе эксплуатации в зависимости от температуры наружного воздуха и нагрузки котла в теплоутилизационном агрегате при охлаждении дымовых газов происходит конденсация содержащегося в них водяного пара, с высвобождением скрытой теплоты парообразования. Диоксид углерода CO<sub>2</sub> из дымовых газов, попадая в водяной конденсат, приводит к образованию в нем угольной кислоты H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> с показателем уровня кислотности конденсата pH = 3,8...5,3. Чтобы предотвратить коррозию агрегата, в существующих теплоутилизационных системах водяной конденсат с таким уровнем кислотности выводится из теплоутилизационного агрегата. Для этого в конструкции известных комбинированных теплоутилизационных агрегатов обычно предусматривают наличие в их корпусе двух технологических патрубков: для отвода водяного конденсата в канализационную систему котельной через нейтрализатор и для подключения подпиточного трубопровода от внешнего источника воды, то есть предусматривается дополнительный

расход компенсационного количества воды для подпитки водяного циркуляционного контура.

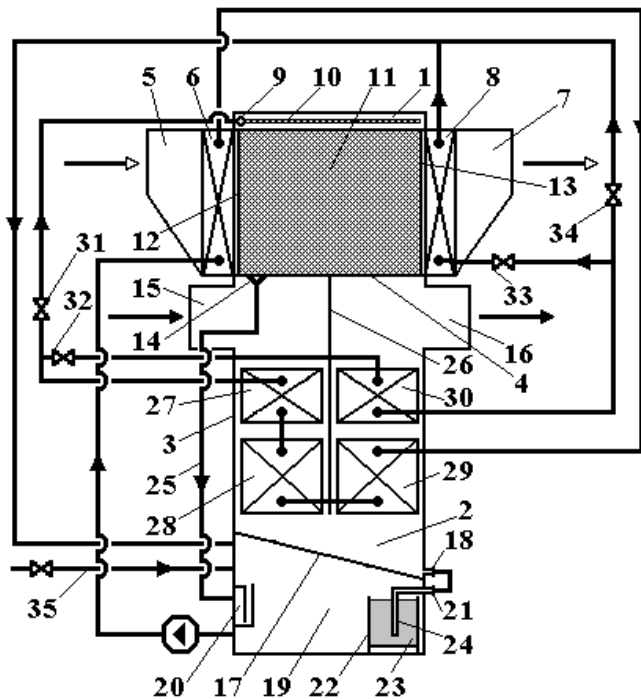
В ИТТФ разработано новое техническое решение [2], которое обеспечивает автономную компенсацию объема выпаренной в дутьевой воздух воды при размещении слоя пористого нейтрализующего гранулята в водном циркуляционном контуре агрегата и с подключением патрубка отвода конденсата к патрубку подачи конденсата в нижнюю часть емкости с гранулятом.

При работе агрегата указанный гранулят, который является смесью оксида магния MgO и гидроксида магния MgOH, взаимодействует с содержащейся в конденсате угольной кислотой H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, с образованием гидрокарбоната магния Mg (HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и нейтральной воды H<sub>2</sub>O:



Принципиальная схема такого решения приведена на рисунке 1. Теплоутилизатор состоит из двух камер, расположенных в вертикальном корпусе и разделенных между собой дренажным устройством, подсоединенным к поддону с перегородкой. В верхней камере размещены разбрызгивающее устройство, теплообменная насадка и теплообменники с патрубками входа и выхода дутьевого воздуха. Нижняя камера содержит три теплообменника, размещенных последовательно по направлению движения дымовых газов. Между теплообменниками и поддоном размещена сплошная косая перегородка, сверху над ней в корпусе установлен патрубок отвода конденсата, а снизу размещен поддон с патрубком подвода конденсата. К поддону подключен подпитывающий трубопровод, а в самом поддоне установлена открытая емкость со слоем нейтрализующего гранулята и с конденсатоподающим патрубком. В водяном циркуляционном контуре поддон последовательно через теплообменник в патрубке входа дутьевого воздуха, третий, второй и

первый теплообменник соединен с разбрызгивающим устройством, а первый теплообменник последовательно через газоподогреватель и теплообменник в патрубке выхода дутьевого воздуха соединен с поддоном.



**Рис. 1. Принципиальная тепловая схема  
поверхностно-контактного  
теплоутилизационного агрегата**

1, 2 – верхняя и нижняя камеры;  
3 – корпус; 4 – перегородка;  
5 – патрубок входа дутьевого воздуха; 6 – теплообменник;  
7 – патрубок выхода дутьевого воздуха; 8 – теплообменник; 9 – коллектор; 10 – оросительные трубки; 11 – контактная тепломасообменная насадка; 12, 13 – ограничительные решетки; 14 – дренажное устройство; 15 – патрубок входа дымовых газов; 16 – патрубок выхода дымовых газов; 17 – наклонная перегородка; 18 – патрубок отвода конденсата; 19 – поддон; 20 – гидравлический затвор; 21 – патрубок подвода конденсата; 22 – ёмкость; 23 – слой пористого нейтрализующего гранулята; 24 – конденсатоподающий патрубок; 25 – трубопровод; 26 – вертикальная перегородка; 27, 28, 29 – первый, второй и третий водяной теплообменник; 30 – газоподогреватель; 31, 32, 33 и 34 – вентили; 35 – подпиточный трубопровод.

## Литература

1. Фіалко Н.М. Удосконалення комплексної системи утилізації теплоти відхідних газів котлоагрегатів для підігрівання і зволоження дутьового повітря / Н.М. Фіалко, Г.О. Пресіч, Р.О. Навродська, Г.О. Гнедаш // Пром. теплотехніка. 2011. Т. 33. №5. С. 88-95.
2. Патент України на винахід № 120128, МПК F28С 3/06. Теплоутилізатор / Пресіч Г.О., Фіалко Н.М., Навродська Р.О., Гнедаш Г.О., 2019. Бюл. №19.