

## ТЕПЛОГЕНЕРАТОР МОЩНОСТЬЮ 100 кВт ДЛЯ СЖИГАНИЯ СОЛОМЫ

Винницкий национальный технический университет

### Аннотация

В работе разработана конструкция водогрейного котла мощностью 100 кВт, проанализированы показатели работы котла на частичной нагрузке, исследовано влияние интенсификаторов теплообмена на температуру уходящих газов.

**Ключевые слова:** водогрейный котел, солома, сжигание, интенсификация теплообмена, температура точки росы.

### Abstract

In this work of design boiler power of 100 kW, the performance of the boiler at part load are analyzed, studied the effect of temperature on the heat exchange intensifiers flue gas.

**Keywords:** boiler, straw burning, intensification of heat transfer, the dew point temperature.

Молдова импортирует ежегодно 2,5 – 3,2 млн. тонн ископаемых видов топлива (уголь, нефть, природный газ). В 2013 году стоимость импорта энергоносителей достигла 23% от общего объема импорта. Электроэнергетический и теплоэнергетический сектора используют 43% от общего потребления газа в Молдове [1].

Зависимость государства от импортированных энергоносителей составляет 98%. Согласно Энергетической стратегии Молдовы [2] до 2020 года планировалось получать до 20% всей потребляемой в Республике энергии из альтернативных источников. Ежегодно на полях Молдовы собирается в 1,5 млн. тонн соломы зерновых культур. Но для производства тепловой энергии солома практически не используется. Обзор рынка отопительного оборудования показал, что котлов отечественного производства на нем практически нет. Поэтому разработка такого оборудования является необходимой. В связи с вышесказанным, тема работы является **актуальной**.

**Цель работы** – разработка водогрейного котла мощностью 100 кВт для сжигания соломы, исследование характеристик работы котла на частичных нагрузках.

На рисунке 1 показан разработанный водогрейный котел [3]. В таблице 1 приведены технические характеристики водогрейного котла. На базе данной конструкции ведется разработка котла мощностью 500 кВт.

Таблица 1 – Технические характеристики котла

Технические характеристики	Значение
Мощность номинальная, кВт	100
Размеры котла:	
Высота, мм	1830
Ширина, мм	1237
Длина, мм	1100
Объем топки котла, м <sup>3</sup>	0,76
Загрузка топлива, кг/час	29,2
Необходимая высота дымовой трубы, м	15
Температурный график воды, °С	90/70
Проектный КПД котла, %	82
Масса котла без воды, кг	805

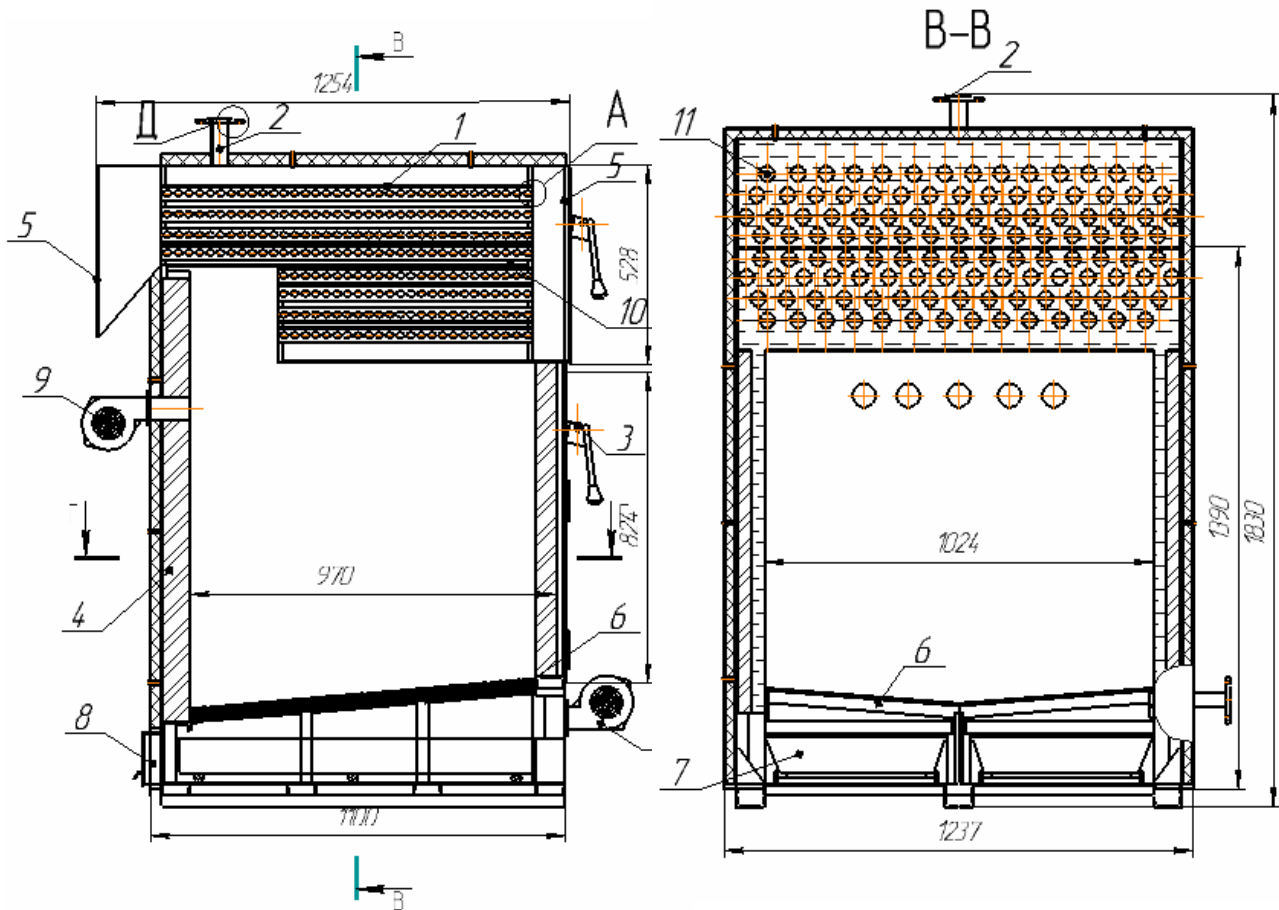


Рисунок 1 – Водогрейный котел

Для исследования характеристик разработанного котла в MSExcel реализована математическая модель, разработанная авторами [4]. Произведен расчет котла при сжигании соломы на различных нагрузках. Исследовано влияние интенсификаторов теплообмена в виде скрученной ленты на температуру уходящих газов. Зависимости для расчета интенсифицированного теплообмена приведены в [5]. Результаты расчетов показаны на рисунке 2.

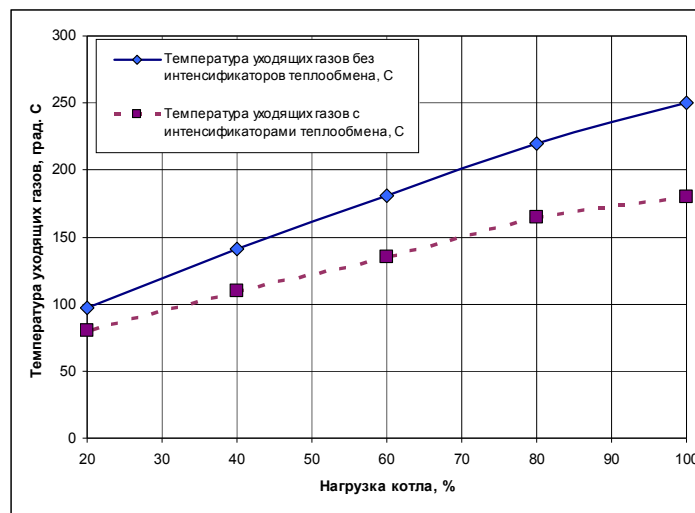


Рисунок 2 – Исследование влияния интенсификации теплообмена на температуру уходящих газов при различных нагрузках котла

С помощью интенсификаторов можно снизить температуру уходящих газов на 20 – 70 °С.

В работе исследовано влияние нагрузки котла на температуру стенки газотрубного теплообменника при сжигании в котле соломы, древесины, угля. Все расчеты проведены для котла с интенсификацией теплообмена. Состав топлив взят из справочных материалов. Нами также определена температура точки росы. Обзор литературных источников показал, что информации по определению температуры точки росы при сжигании биотоплив нет. Поэтому нами взята методика расчетов для твердых ископаемых видов топлив [6]. Результаты наведены на рисунке 3.

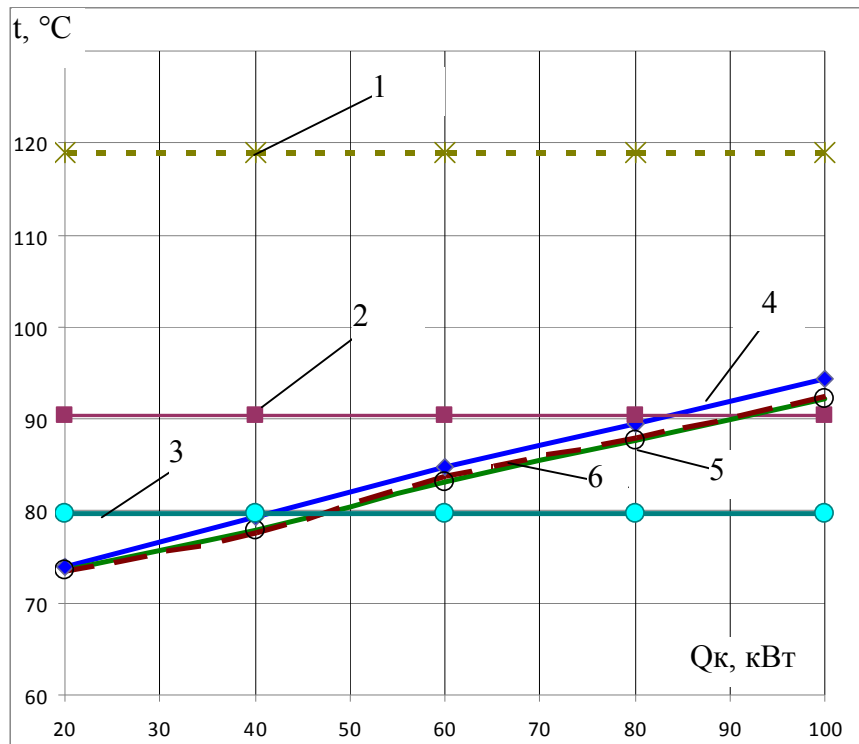


Рисунок 3 – Влияние нагрузки котла на температуру стенки теплообменника на частичных нагрузках: 1 - температура точки росы при сжигании угля; 2 - температура точки росы при сжигании соломы; 3 - температура точки росы при сжигании древесины; 4 - температура стенки газотрубного теплообменника при сжигании соломы; 5 - температура стенки газотрубного теплообменника при сжигании угля; 6 - температура стенки газотрубного теплообменника при сжигании древесины.

Как показали расчеты, при нагрузке 80 – 100 % средняя температура стенки выше температуры точки росы, что исключает конденсацию оксидов серы в теплообменнике. Сжигание угля в таком котле нежелательно, поскольку на всем диапазоне изменения нагрузки температура точки росы выше температуры стенки теплообменника. Для древесины диапазон надежной работы составляет 50 – 100 % от номинальной нагрузки (100 кВт). Это объясняется тем, что в составе древесины взятой для расчетов нет серы. В соломе за разными данными сера присутствует в количестве до 0,2 % [7].

### ВЫВОДЫ

В связи с отсутствием в Молдове собственных энергетических ресурсов, использование соломы для производства тепловой энергии является весьма перспективным. В работе разработана конструкция водогрейного котла для сжигания соломы мощностью 100 кВт. На базе этой конструкции ведется разработка котла мощностью 500 кВт. Произведен расчет котла на различных нагрузках. Исследовано влияние интенсификаторов теплообмена на температуру уходящих газов из котла. Показано, что с помощью интенсификаторов можно снизить температуру уходящих газов на 20 – 70 °С. Исследовано также влияние нагрузки котла на температуру точки росы и температуру стенки газотрубного теплообменника при сжигании в котле соломы, угля, древесины. Показано, что при нагрузке 80 – 100 % температура стенки выше температуры точки росы, что исключает конденсацию оксидов серы в теплообменнике. Сжигание

угля в таком котле нежелательно, поскольку на всем диапазоне изменения нагрузки температура точки росы выше температуры стенки теплообменника.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт компании "Молдагротехника" [Электронный ресурс] [www.moldagrotehnica.md/files/4r02ky7c2v30.rar?PHPSESSID](http://www.moldagrotehnica.md/files/4r02ky7c2v30.rar?PHPSESSID).
2. Постановление № 102 от 05.02.2013 об Энергетической стратегии Республики Молдова до 2030 года [Электронный ресурс] <http://lex.justice.md/ru/346670/>.
3. Пат. 102615 України, МПК7 F24H1/00. Водогрійний котел / Боднар Л. А., Степанов Д. В., Робак М. Г.; заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № 201504315; опубл.10.11.2015, Бюл. №21.
4. Степанов Д. В. Енергетична та екологічна ефективність водогрійних котлів малої потужності. Монографія / Д. В. Степанов, Л. А. Боднар. – Вінниця: ВНТУ, 2011 – 151
5. Боднар Л. А. Ефективні методи інтенсифікації теплообміну в круглих каналах / Л. А. Боднар, Д. В. Степанов // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – № 3 – С. 73 – 78.
6. Безгрешнов А. Н. Расчет паровых котлов в примерах и задачах. Учебное пособие для вузов / Безгрешнов А. Н. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 240 с.
7. Перспективы использования отходов сельского хозяйства для производства энергии в Украине. Аналитическая Записка БАУ №7 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.uabio.org/img/files/docs/Position-paper-uabio-7-ru.pdf>

**Боднар Лилия Анатольевна**, к.т.н., доцент кафедры теплоэнергетики ВНТУ. e-mail: [Vodnar06@ukr.net](mailto:Vodnar06@ukr.net)

**Головко Анна Александровна**, студентка группы ТЕ-13, факультет строительства, теплоэнергетики и газоснабжения, Винницкий национальный технический университет, Молдова.

**Bodnar Lilia**, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [Vodnar06@ukr.net](mailto:Vodnar06@ukr.net).

**Golovko Anna** – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Moldova.