

УДК 62-5

**ЗАВИСИМОСТЬ ДИАМЕТРА ПЛАМЕНИ ПРИ СЖИГАНИИ
ПРИРОДНОГО ГАЗА В ТОПКАХ ТРЕХХОДОВЫХ ЖАРОТРУБНЫХ
ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ ОТ ИХ МОЩНОСТИ
THE DEPENDENCE OF THE FLAME DIAMETER DURING THE
COMBUSTION OF NATURAL GAS IN THE FURNACES OF THREE-WAY
HEAT-TUBE HOT WATER BOILERS ON THEIR CAPACITY**

А.С. Шенец

Научный руководитель – Ю.П. Ярмольчик, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

pte@bntu.by

A. Shenets

Supervisor – Yu. Yarmolchick, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** В данном исследовании рассмотрена зависимость диаметра пламени и топки от мощности жаротрубного трехходового котла при сжигании природного газа.*

***Abstract:** This study examines the dependence of the diameter of the flame and furnace on the power of a fire-tube three-pass boiler when burning natural gas.*

***Ключевые слова:** диаметр, топка, факел, мощность.*

***Keywords:** diameter, firebox, torch, power.*

Введение

Как и длина, максимальный диаметр пламени при сжигании газообразного топлива определяет геометрию топки котла. Излишний диаметр топки, очевидно, ведёт не только к дополнительному расходу металла и увеличивает стоимость котельного агрегата, но и понижению теплового потока на теплообменную поверхность. Диаметр топки меньший диаметра пламени, очевидно, приведет к пережогу теплообменной поверхности и к повышенной тепловой нагрузке. Таким образом, определение диаметра пламени в самой широкой части факела при данной мощности котла предопределяет минимальный диаметр топки котла.

Основная часть

Несмотря на развитое турбулентное течение ($Re \sim 8000-10000$) реальной газо-воздушной смеси на выходе из пламенной трубы дутьевой горелки, именно диаметр пламенной трубы во многом определяет диаметр генерируемого факела (рис. 1). Однако, на геометрию факела и на его диаметр, в частности, влияют внешние фактора, обусловленные центробежными и гравитационными силами, локальными реверсивными потоками от местных сопротивлений (особенно при гофрированных топках с переменным диаметром), трением как внутри потока, так и у теплообменных поверхностей.



Рисунок 1 – Образование факела в пламенной трубе горелки на выходе из смесительного устройства.

Целью настоящего исследования было определение максимального диаметра пламени для трехходовых жаротрубных водогрейных котлов средней мощности ($N_k=100-20\,000$ кВт) при сжигании природного газа стандартными дутьевыми (с подаваемым принудительно воздухом на горение) горелками с внутренним смесительным устройством.

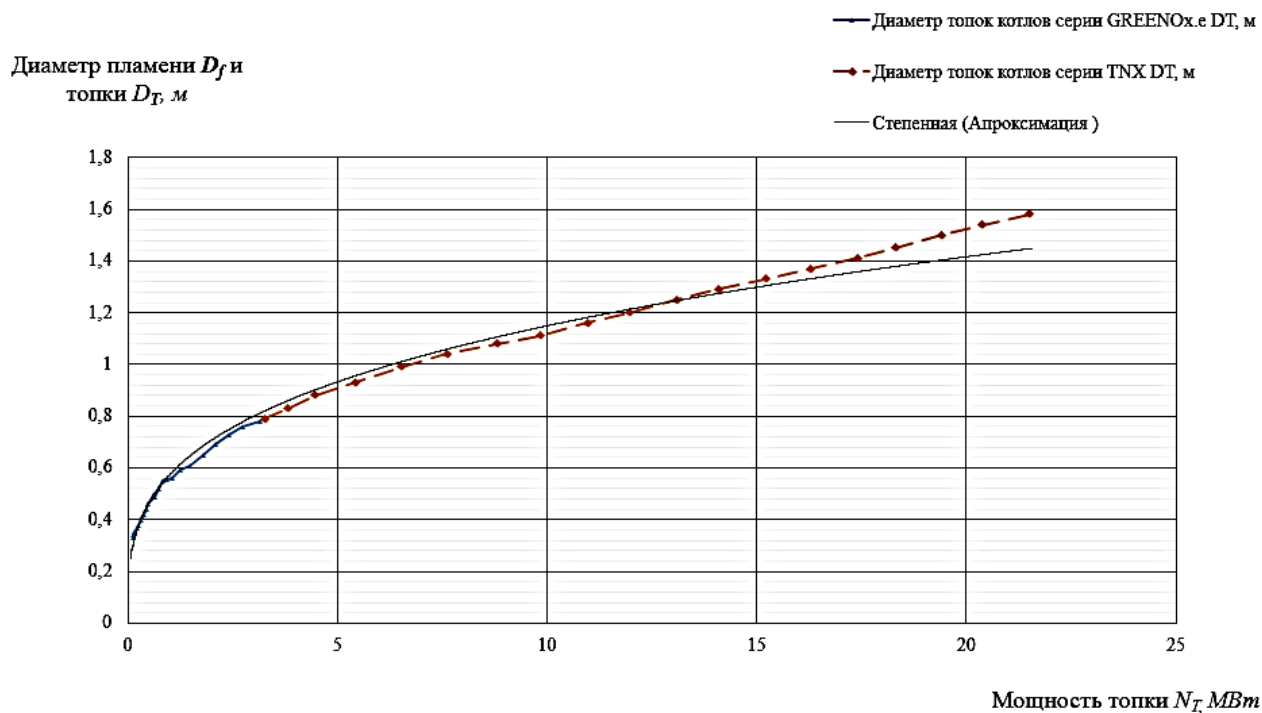


Рисунок 2 – Диаметр пламени дутьевой горелки в зависимости от мощности топки

На рис. 2 представлен пример указанной зависимости для жаротрубных трехходовых водогрейных котлов ICI-Caldaie (Италия) двух серий. В результате исследования была определена зависимость типа:

$$D_f = a \cdot N_T^x, \quad (1)$$

где D_f – максимальный диаметр пламени, м;

N_T – мощность топки, МВт.

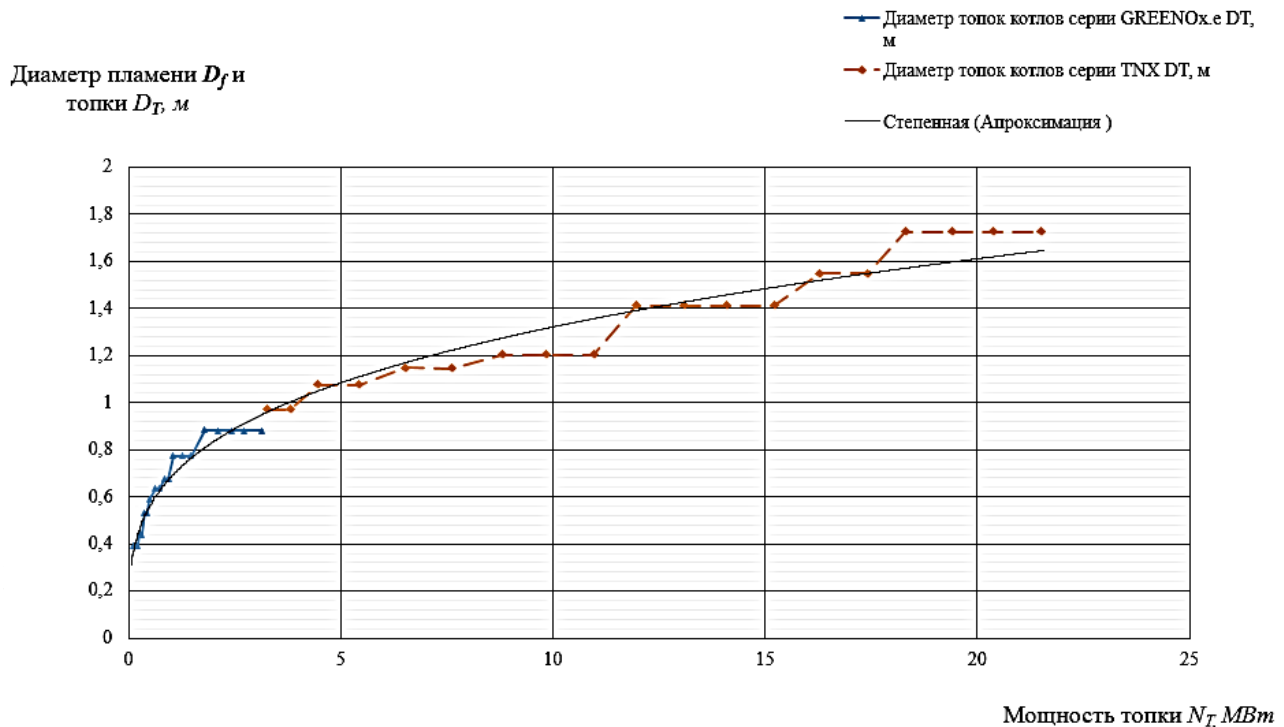
В частности, для указанных серий котлов предложенная зависимость (1)

п

р

и

Очевидно, что диаметр топки должен превышать максимальный диаметр пламени так, чтобы избежать непосредственного контакта с поверхностями теплообмена котла. На рис. 3 представлена зависимость диаметров топок тех же выбранных для исследования серий котлов от мощности их топок.



у

Рисунок 3 – Диаметр топок котлов в зависимости от мощности.

а

Для указанных серий котлов предложенная зависимость (1) для минимальных диаметров топок приняла следующую формулу аппроксимации:

р

о

При сравнении отношений формул (2) и (3) с некоторым запасом (1- 3%) можно утверждать, что для исследованного типа котлов с вентиляторными горелками с внутренним смесительным устройством с подаваемым принудительно воздухом, диаметр топок котлов для выбранного диапазона мощностей должен составлять $\sim +10\%$ к максимальному диаметру пламени.

а

Заключение

ц

и

и

:

T

0

,

2

Полученная формула (3) позволяет определить минимальный диаметр трехходовых жаротрубных водогрейных котельных агрегатов при сжигании природного газа вентиляторными горелками с внутренним смесительным устройством с подаваемым принудительно воздухом. Следует отметить, что малый диаметр топки котла не только понижает его надежность и срок службы, но и генерирует дополнительные реверсивные потоки у теплообменной поверхности и, кроме того, увеличивает объемную тепловую нагрузку топки, что повышает вероятность образования окислов азота [1]. Изучение предполагаемой зависимости позволит унифицировать полученную в данном исследовании формулу (3) в том числе и с точки зрения оптимизации характеристик топки в соответствии с требуемыми нормами загрязняющих веществ [2].

Литература

1. Yarmolchick, Yu. P. Formation Mechanisms and Methods for Calculating Pollutant Emissions from Natural Gas Combustion Depending on the Burner Emission Class / Yu. P. Yarmolchick // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2019. – № 6. – С. 565-582.
2. Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности: ЭкоНиП 17.01.06-001-2017. Минск: Минприроды, 2017. 139 с.