

УДК 62-5

**ЗАВИСИМОСТЬ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ
ТОПКИ ТРЕХХОДОВЫХ ЖАРОТРУБНЫХ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ
ОТ ИХ МОЩНОСТИ**
**DEPENDENCE OF THE AERODYNAMIC RESISTANCE OF THE
FURNACE OF THREE-WAY HEAT-TUBE HOT WATER BOILERS ON
THEIR POWER**

П.Д. Кагочкин

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

pte@bntu.by

P. Kagochkin

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

***Аннотация:** В данном исследовании рассмотрена зависимость аэродинамического сопротивления топки жаротрубного котла от его мощности при сжигании природного газа.*

***Abstract:** This study examines the dependence of the aerodynamic resistance of the furnace of a fire-tube boiler on its power when burning natural gas.*

***Ключевые слова:** аэродинамическое сопротивление, топка, котел, мощность.*

***Keywords:** aerodynamic resistance, firebox, boiler, power.*

Введение

Аэродинамическое сопротивление топки является одной из паспортных характеристик котла. От его значения зависит прежде всего требуемое давление воздуха, подаваемого в топку вентилятором дутьевой горелки для сжигания топлива так, чтобы избыточное давление продуктов сгорания на выходе в дымовую трубу было как можно меньше, в идеале – близкое к нулю. В результате величина сопротивления, помимо основного параметра – требуемой мощности, определяет выбор оптимального горелочного устройства. Эта величина фактически показывает потери давления дымовых газов в топке в зависимости от её геометрии, развитости теплообменных поверхностей, шероховатости материала, качества сварных и прочих соединений, аэродинамических характеристик топки и её отдельных элементов, т.е. совершенства топочного пространства с точки зрения газодинамики.

Основная часть

Потери давления происходят из-за трения потоков дымовых газов о внешние поверхности топки, при этом, чем более развитое турбулентное течение у локальных местных сопротивлений поверхностей элементов топки и их сочленений, тем бóльшие будут потери давления. Однако, диссипация кинетической энергии во многом происходит также за счёт трения отдельных микропотоков внутри топки в результате процессов окисления топлива и последующего «выталкивания» дымовых газов по газовому тракту. Такой

механизм, несомненно, имеет основное влияние на суммарное значение аэродинамического сопротивления для реверсивных топок, как правило, двухходовых котлов. При этом вероятность распада молекул воздуха N_2 и O_2 на атомы с последующим синтезом в молекулы NO и полным окислением до NO_2 (растворимых в воде) значительно увеличивается [1]. Вследствие этого применение котлов с реверсивными топками приводит к превышению лимитирующих значений норм выбросов загрязняющих веществ. Таким образом, в настоящее время в Республике Беларусь в основном применяются трёхходовые котлы, потери давления в топках которых – незначительны. Тем не менее, зависимость аэродинамического сопротивления топки котлов от их мощности представляет собой характеристику, определяющую качество устройства топочного пространства.

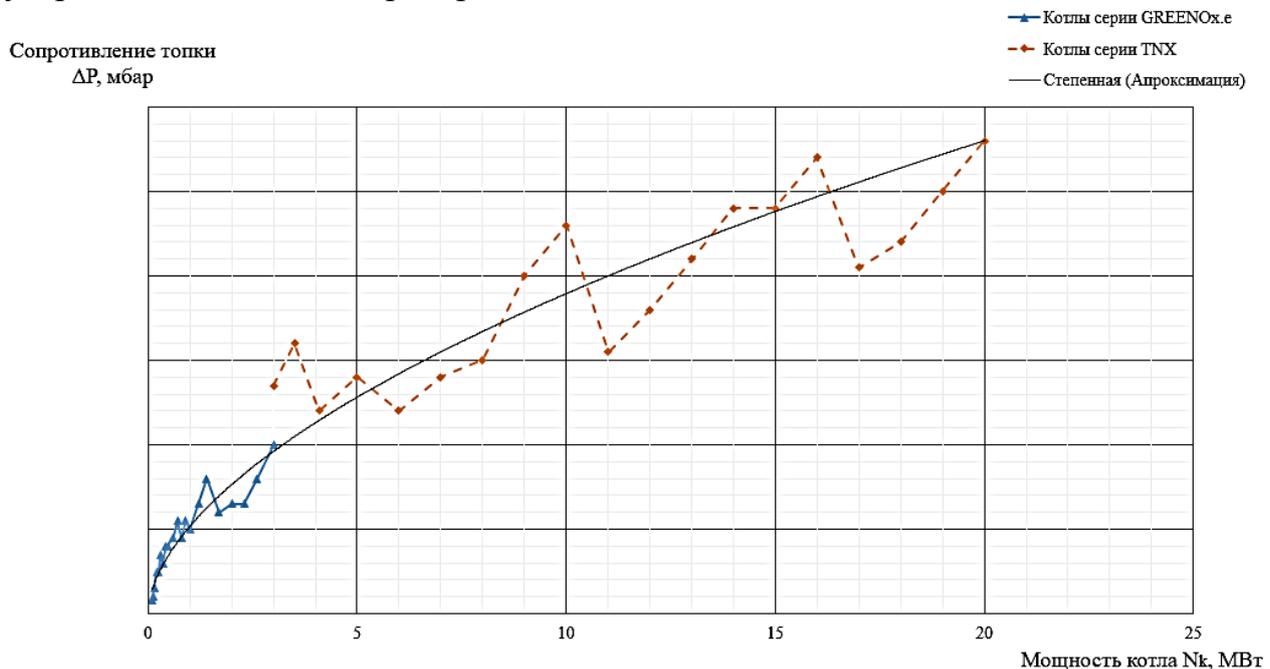


Рисунок 1 – Зависимость аэродинамического сопротивления топки котлов от их мощности.

На рис. 1 представлен пример указанной зависимости для жаротрубных трехходовых водогрейных котлов ICI-Caldiae (Италия) двух серий. В результате исследования более 20 серий подобных котлов различных производителей [2-4] была определена зависимость типа:

$$\Delta P = a \cdot N_K^x, \quad (1)$$

В частности, для указанных серий котлов предложенная зависимость (1) приняла следующую формулу аппроксимации:

$$\Delta P = 5,1741 \cdot N_K^{0,5637}, \quad (2)$$

Заключение

Полученная формула (2) позволяет определить минимальное давление воздуха, подаваемого на горение, в зависимости от мощности котла и, как следствие, минимальную мощность вентилятора. Следует отметить, что

повышенное аэродинамическое сопротивление топки котла генерирует дополнительные турбулентные потоки у поверхностей теплообмена, что влияет на кинетику молекул, участвующих в процессе окисления и, как результат, увеличивает вероятность образования окислов азота. Изучение предполагаемой зависимости позволит унифицировать полученную в данном исследовании формулу (2) в том числе и с точки зрения оптимизации характеристик топки в соответствии с требуемыми нормами загрязняющих веществ [5].

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. Пестрак, А.В. Объемная нагрузка и сопротивление топки двухходовых жаротрубных водогрейных котлов ICI CALDAIE серии REX / А. В. Пестрак, А. А. Перехрест; науч. рук. Ю. П. Ярмольчик // Актуальные проблемы энергетики [Электронный ресурс]: материалы 75-й научно-технической конференции студентов и аспирантов: секция Теплоэнергетика / сост. Т. Е. Жуковская. – Минск : БНТУ, 2019. – С. 147-149.
3. Драенков, И.С. Объемная нагрузка и сопротивление топки двухходовых жаротрубных водогрейных котлов VISSMANN серии VITOPLEX 100 тип PV1 / И. С. Драенков ; науч. рук. Ю. П. Ярмольчик // Актуальные проблемы энергетики [Электронный ресурс] : материалы 75-й научно-технической конференции студентов и аспирантов: секция Теплоэнергетика / сост. Т. Е. Жуковская. – Минск : БНТУ, 2019. – С. 165-167.
4. Акулич, А.В. Объемная тепловая нагрузка топки двухходового и трехходового жаротрубного котла / А. В. Акулич ; науч. рук. Ю. П. Ярмольчик // Актуальные проблемы энергетики [Электронный ресурс] : материалы 75-й научно-технической конференции студентов и аспирантов: секция Теплоэнергетика / сост. Т.Е. Жуковская. – Минск : БНТУ, 2019. – С. 168-169.
5. Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности: ЭкоНиП 17.01.06-001-2017. Минск: Минприроды, 2017. 139 с.