

Черников В.В.,
*старший преподаватель кафедры «Теплоэнергетика на
железнодорожном транспорте»*
Ростовский государственный университет путей сообщения
Россия, г. Ростов-на-Дону

Романова С.А.,
студент
3 курс, факультет «Энергетический»
Ростовский государственный университет путей сообщения
Россия, г. Ростов-на-Дону

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛОВ

***Аннотация:** В статье рассматривается методика теплового расчета жаротрубных котлов. Оценивается значение температуры теплоносителя возле поверхностей нагрева при ее определении различными способами.*

***Ключевые слова:** жаротрубный котел, тепловой расчет, температура теплоносителя.*

***Annotation:** The article deals with the method of thermal calculation of heat-tube boilers. The value of the coolant temperature near the heating surfaces is estimated when it is determined in various ways.*

***Key words:** fire-tube boiler, thermal calculation, the temperature of the coolant.*

Развитие современной промышленности и сельского хозяйства предполагает инновационные подходы, в том числе и в области энергообеспечения. Все чаще для создания автономных систем теплоснабжения применяются жаротрубные котлы небольшой мощности. Они обладают высоким КПД, хорошей ремонтпригодностью, возможностью полностью

автоматизировать процесс регулирования параметров горения при переменных нагрузках.

При этом расчет основных характеристик жаротрубных котлов, в том числе определение температур теплоносителей, площади теплопередающих поверхностей нагрева, расхода топлива, воздуха и продуктов сгорания, по нормативному методу [1] приводит к значительным погрешностям. Это связано с небольшими объемами топки, наличием высокой степени турбулизации потока за счет его разворота в газоходах, а также использования различного рода турбулизаторов в конвективных пучках.

С учетом этого в РГУПС была разработана методика теплового расчета жаротрубных котельных агрегатов с применением такого программного продукта, как Microsoft Excel [2]. Данная методика сокращает время на выполнение расчета и при этом дает более точные результаты, нежели нормативный метод.

Методика позволяет исследовать влияние температуры теплоносителя около каждой из поверхностей нагрева на теплообмен в котле, оценить влияние диаметра жаровой трубы на теплообмен, определить значение мощности по поверхностям нагрева в зависимости от изменения нагрузки котла, что немаловажно при проектировании новых и оптимизации уже существующих жаротрубных котлов.

Тем не менее, методика РГУПС имеет сложности, в части определения температуры теплоносителя возле поверхностей нагрева. Особенностью жаротрубных котлов является неупорядоченное движение воды, поэтому расчет теплообмена со стороны воды для отдельных поверхностей нагрева слишком сложный и объемный.

С целью упрощения методики расчет теплообмена со стороны воды можно провести для всего котла. Проверим, насколько будет велика погрешность получаемых результатов при таком упрощении на примере расчета трехходового жаротрубного котла.

Теплоноситель возвращается из теплосети с температурой 70 °С, в котле он догревается до температуры 115 °С. Очевидно, что этот перепад температур равномерно распределяется между всеми поверхностями нагрева. Большая часть теплоты отдается в жаровой трубе, несколько меньшая часть - в «горячем» пучке, оставшаяся часть – в «холодном» пучке. Исходя из этого, можно предположить, что теплоноситель будет нагреваться пропорционально теплоте, отданной в каждой из поверхностей нагрева.

В общем случае компоновка трехходового жаротрубного котла выглядит следующим образом:

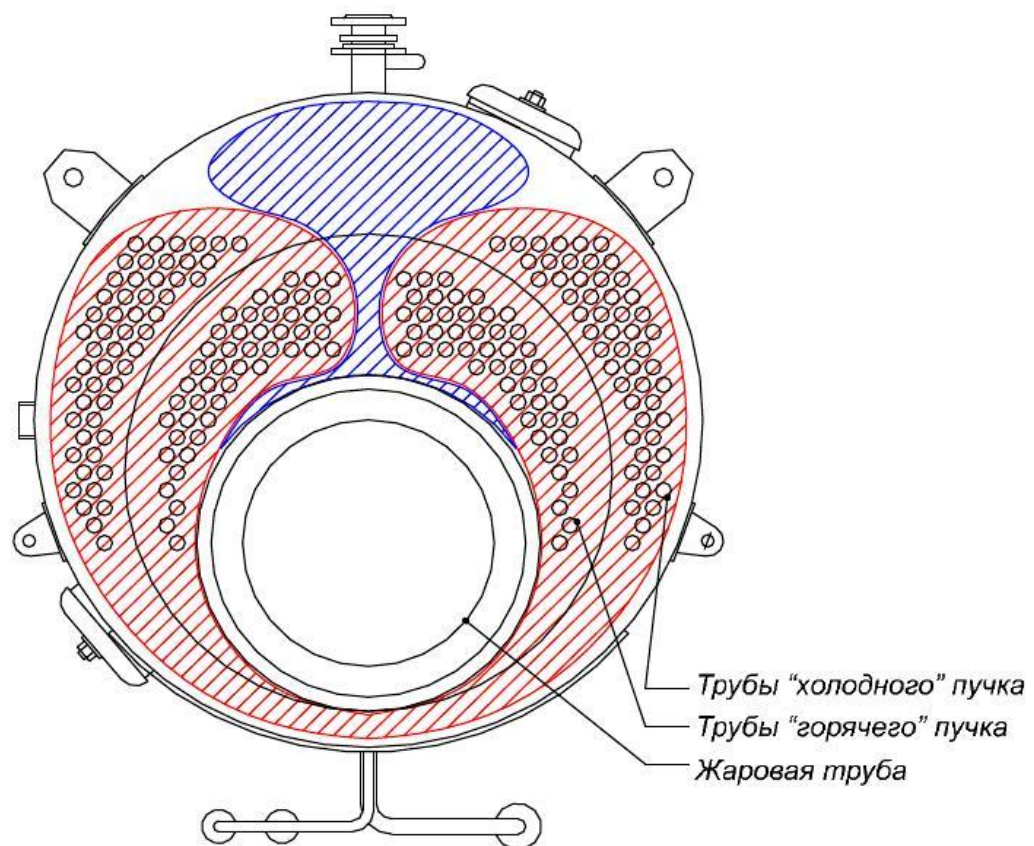


Рисунок 1. Компоновка трехходового жаротрубного котла

Произведен расчет трех вариантов:

Вариант 1. Температура теплоносителя около всех поверхностей нагрева равна средней арифметической температуре на входе в котел и на выходе из него:

$$t_{жст}^{мн} = t_{сп}^{мн} = t_{хп}^{мн} = \frac{t_1 + t_2}{2} \quad (1)$$

Вариант 2. Температура теплоносителя около поверхностей нагрева принимается с учетом количества теплоты, отдаваемого поверхностью:

$$t_{жст}^{mn} = t_1 + \frac{(t_2 - t_1) \cdot \eta_{жст}}{100} \quad (2)$$

$$t_{зн}^{mn} = t_1 + \frac{(t_2 - t_1) \cdot \eta_{жст}}{100} + \frac{(t_2 - t_1) \cdot \eta_{зн}}{100} \quad (3)$$

$$t_{хн}^{mn} = t_1 + \frac{(t_2 - t_1) \cdot \eta_{жст}}{100} + \frac{(t_2 - t_1) \cdot \eta_{зн}}{100} + \frac{(t_2 - t_1) \cdot \eta_{хн}}{100} \quad (4)$$

Вариант 3. Температура теплоносителя около поверхностей нагрева принимается средней с учетом количества теплоты, отдаваемого поверхностью:

$$t_{жст}^{mn} = t_1 + \frac{(t_2 - t_1) \cdot \eta_{жст}}{2 \cdot 100} \quad (5)$$

$$t_{зн}^{mn} = t_1 + \frac{(t_2 - t_1) \cdot \eta_{жст}}{100} + \frac{(t_2 - t_1) \cdot \eta_{зн}}{2 \cdot 100} \quad (6)$$

$$t_{хн}^{mn} = t_1 + \frac{(t_2 - t_1) \cdot \eta_{жст}}{100} + \frac{(t_2 - t_1) \cdot \eta_{зн}}{100} + \frac{(t_2 - t_1) \cdot \eta_{хн}}{2 \cdot 100} \quad (7)$$

В формулах 1 – 7 приняты следующие условные обозначения:

t_1 - температура теплоносителя на входе в котел, °C;

t_2 - температура теплоносителя на выходе из котла, °C;

$t_{жст}^{mn}$ - температура теплоносителя в области жаровой трубы, °C;

$\eta_{жст}$ - доля теплоты, отдающаяся в жаровой трубе, %;

$t_{зн}^{mn}$ - температура теплоносителя в области «горячего» пучка, °C;

$\eta_{зн}$ - доля теплоты, отдающаяся в «горячем» пучке, %;

$t_{хн}^{mn}$ - температура теплоносителя в области «холодного» пучка, °C;

$\eta_{хн}$ - доля теплоты, отдающаяся в «холодном» пучке, %.

Результаты расчетов показаны на рис. 2 – 4 в зависимости от диаметра жаровой трубы.

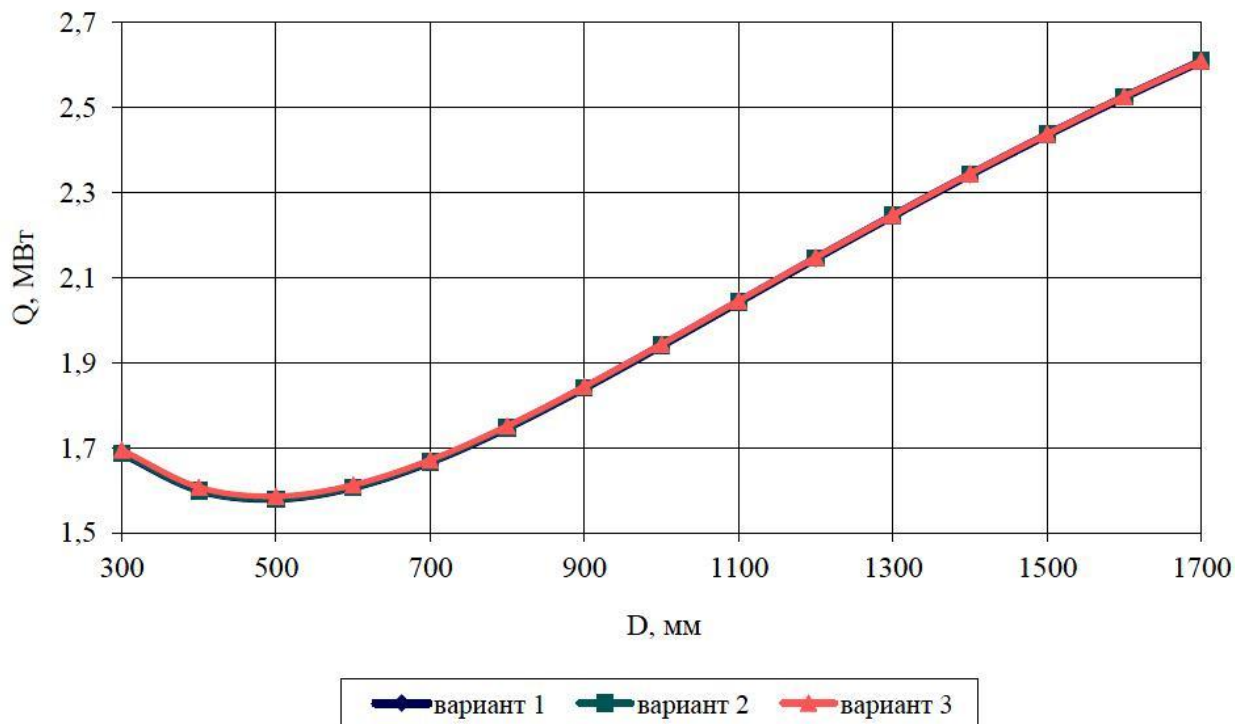


Рисунок 2. Количество теплоты, передаваемое в жаровой трубе в зависимости от ее диаметра

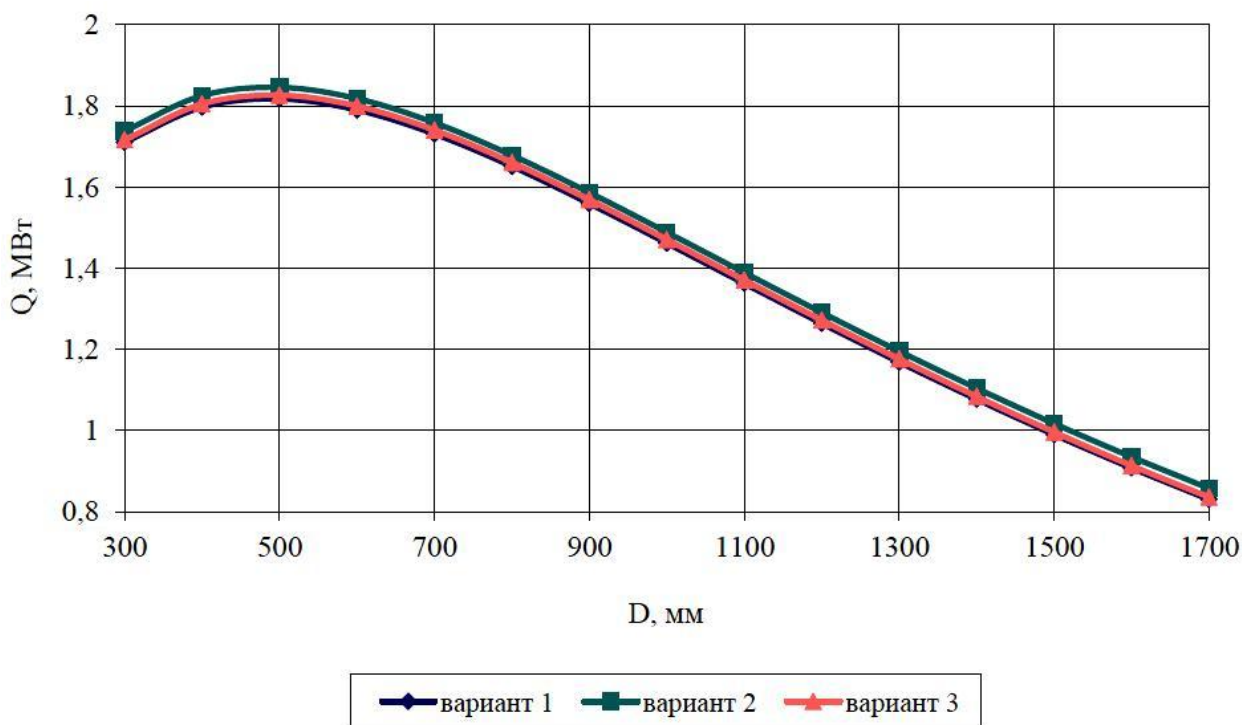


Рисунок 3. Количество теплоты, передаваемое в «горячем» пучке в зависимости от диаметра жаровой трубы

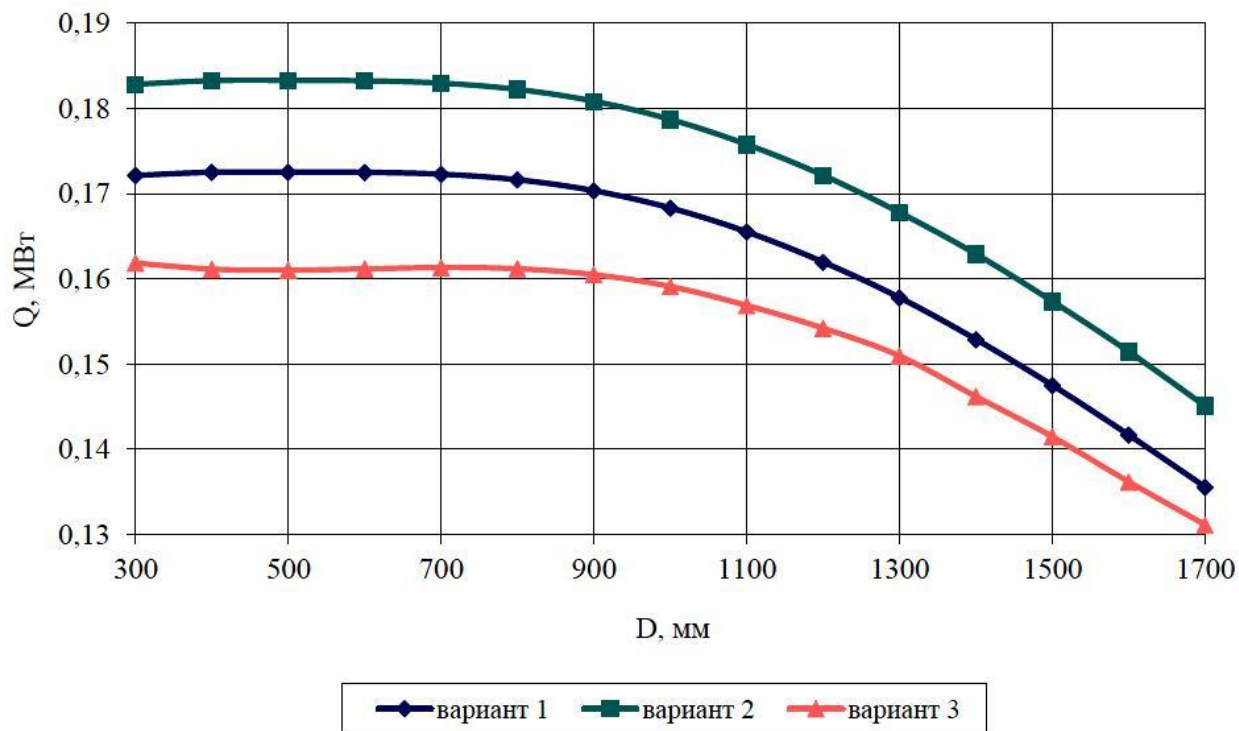


Рисунок 4. Количество теплоты, передаваемое в «холодном» пучке в зависимости от диаметра жаровой трубы

Как видно из рисунков 2 - 4, различие в результатах расчета трех разных вариантов невелико, следовательно, можно пользоваться самым простым из них, то есть вариантом 1.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Тепловой расчет котлов (НМ), издание 3-е переработанное и дополнение, НПО ЦКТИ, СПб, 1998. 256 с. с ил.
2. Черников В.В., Карпов В.В. Методика теплового расчета жаротрубных котельных агрегатов железнодорожного транспорта: статья в журнале (научная статья). Вестник Ростовского Государственного Университета Путей Сообщения №4, Ростов-н/Д: РГУПС, ООО «Экоэнерго», 2004. – 115 с.