

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ПАРОГЕНЕРАТОРА

Коровенко О.Ю., Димитрова Ж.В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Проведено дослідження димових газів у парогенераторі, який спалює тверді побутові відходи за допомогою програмного комплексу Fluent. Після аналізу результатів розрахунку визначена оптимальна конструкція газового тракту парогенератора.

Парогенератор на 35 т/час, использующий в качестве топлива твердые бытовые отходы, установлен для выработки перегретого пара с параметрами $T_{\text{пер}} = 445 \text{ }^\circ\text{C}$; $P_{\text{пер}} = 4 \text{ МПа}$ для питания ЧВД турбины совместно с парогазовой установкой. Тепловой расчет произведен вручную по методу указанному в книге [1]. Цель исследования – улучшить аэродинамические показатели топки и газохода парогенератора. Исследование будет проводиться в программе Fluent [3], специализированной для задач гидрогазодинамики.

При создании расчетной схемы парогенератора были использованы следующие допущения:

- Аэродинамическая модель представлена в виде плоского потока.
- Начальная температура и скорость потока приняты из теплового расчета.
- Поток принят как смесь воздуха и углекислого газа.
- Зеркало горения топки представляет собой излучающую плоскость.
- Тепловосприятости стен топки и конвективных поверхностей нагрева будут определяться программой при расчете.
- Из-за того, что трубы фестона в расчетной плоской модели перекрывают поток газов, фестон исключен из расчета.
- Пароперегреватель и экономайзер представлены только трубами в поперечном сечении.
- Воздухоподогреватель представлен вертикальными участками труб.

В соответствии с допущениями изобразим расчетную схему парогенератора с указанием параметров потока газов, которая представлена на рис. 1.

Импортируем из программы Auto CAD двухмерный чертеж парогенератора в программу для создания расчетных сеток Gambit v. 2.4.6. Добавляем в схему участки труб пароперегревателя и конвективных поверхностей нагрева.

По чертежу были построены расчетная триангуляционная сетка. Для нее применена Realizable k-ε модель турбулентности [2], уравнение энергии [2], модель лучистого теплообмена Rosseland [2], граничные условия:

- на входе $V_y = 1.5 \text{ м/с}$; $T = 1206 \text{ К}$ ($933 \text{ }^\circ\text{C}$); $D_y = 1 \text{ м}$
- на выходе $D_y = 0.5 \text{ м}$

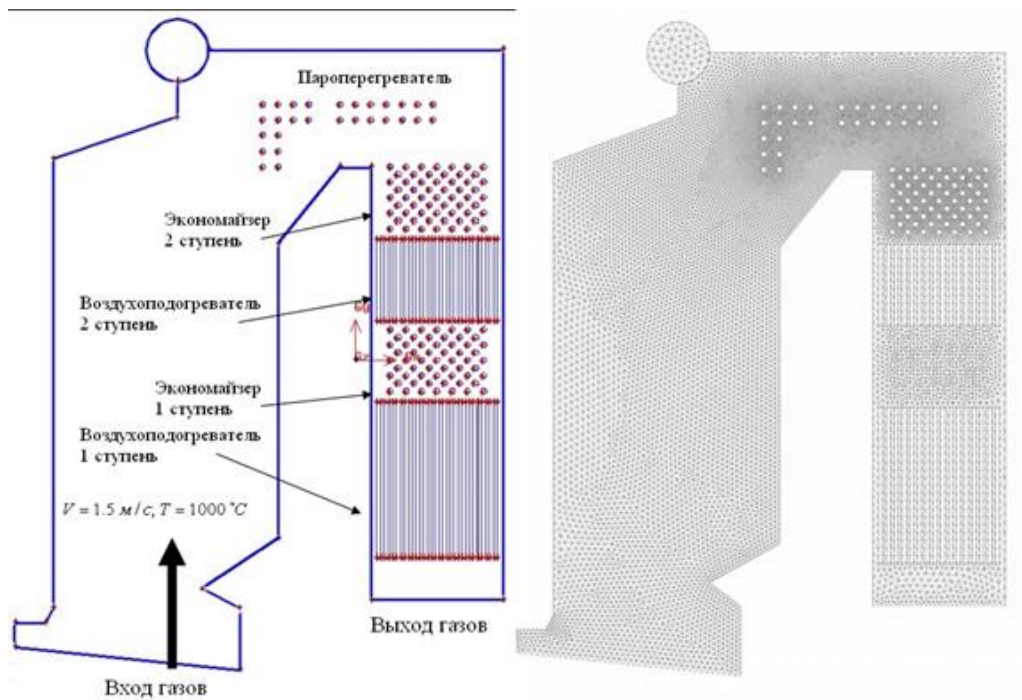


Рис. 1. Модель парогенератора для аэродинамического расчета и расчетная сетка

На рис. 2 изображено распределение линий течения дымовых газов по газовому тракту парогенератора с входящей скоростью потока 1,5 м/с. Линиям течения задано изменение цвета числа Рейнольдса. На входящем потоке $Re=250$ что соответствует ламинарному течению газов. Отчетливо видны два вихря и две зоны отрыва.

На рис. 3 показано распределение температур по газовому тракту парогенератора. Температура на выходе из газохода составляет 160°C , и это соответствует данным полученным при расчете по нормативному методу. В зонах отрыва потока и в местах образования вихрей происходит интенсивное понижение температуры почти в два раза.

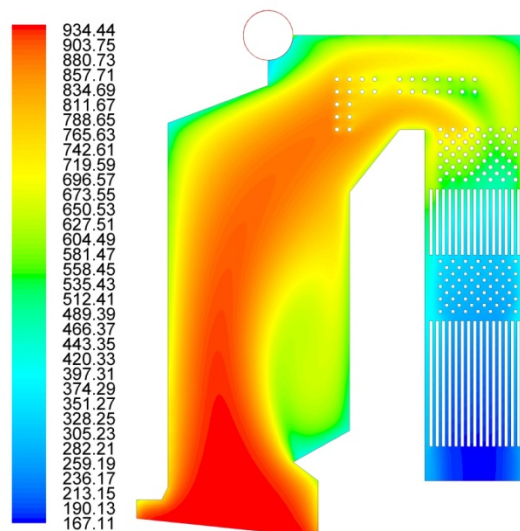


Рис. 2. Температурное поле дымовых газов в тракте

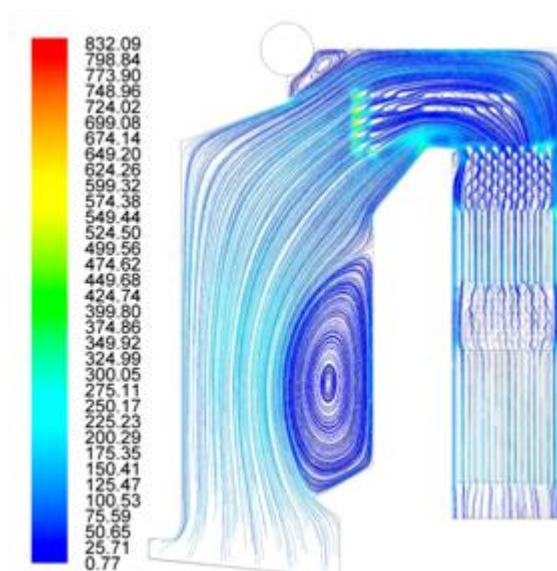


Рис. 3. Линии течения дымовых газов

При ближайшем рассмотрении схемы визуализации температурного поля и траекторий частиц выявлено:

- Перегородка, созданная из экранных труб над топочным устройством, способствует появлению ламинарного вихря при $Re=75$
- Пространство между фестом и барабаном в месте поворота потолочных экранных труб также образует вихрь при $Re=50$.
- При прохождении газов $Re=300$ по внутреннему радиусу колена газохода образуется зона отрыва потока.
- При прохождении потока газов $Re=175$ по внешнему радиусу газохода также образуется зона отрыва.

С целью улучшения движения потока газов предлагается внести следующие изменения:

- Убрать перегородку из экранных труб над топочным устройством.
- Потолочные экранные трубы сделать без изгиба, напрямую к барабану.
- Выполнить закругление внешнего и внутреннего изгиба колена газохода в соответствии с радиусом, образуемым границей отрыва потока.

По модифицированному чертежу были построены расчетная триангуляционная сетка. Для нее применена Realizable k- ϵ модель турбулентности [2], уравнение энергии [2], модель лучистого теплообмена Rosseland [2], граничные условия:

- на входе $V_{\text{г}} = 1.5 \text{ м/с}; T = 1206 \text{ К} (933 \text{ }^\circ\text{C}); D_{\text{г}} = 1 \text{ м}$

- на выходе $D_{\text{г}} = 0.5 \text{ м}$

На рис. 4 изображено температурное поле газового тракта оптимизированной модели парогенератора. За счет отсутствия вихря произошел сдвиг градиента температур, в результате чего температура дымовых газов на выходе из парогенератора составляет 219°C . Это позволяет добавить дополнительную конвективную поверхность нагрева.

На рис. 5 изображены линии течения дымовых газов в оптимизированной модели парогенератора. Скорость газов на входе составляет $1,5 \text{ м/с}$. Максимальное число $Re=1717$ а минимальное $Re=51$.

Вывод

В результате исследования была произведена оптимизация течения газов в газовом тракте парогенератора с учетом возникновения вихрей и зон отрыва. В результате температура дымовых газов на выходе из парогенератора повысилась в 1.5 раза. Это позволяет добавить дополнительную конвективную поверхность нагрева.

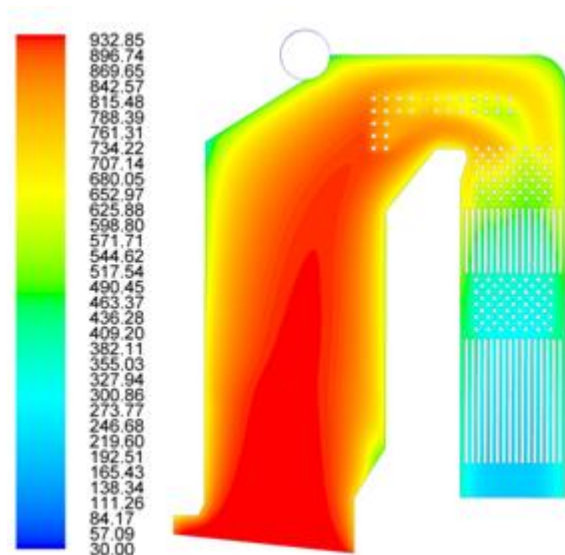


Рис. 4 . Температурное поле дымовых газов оптимизированной модели парогенератора

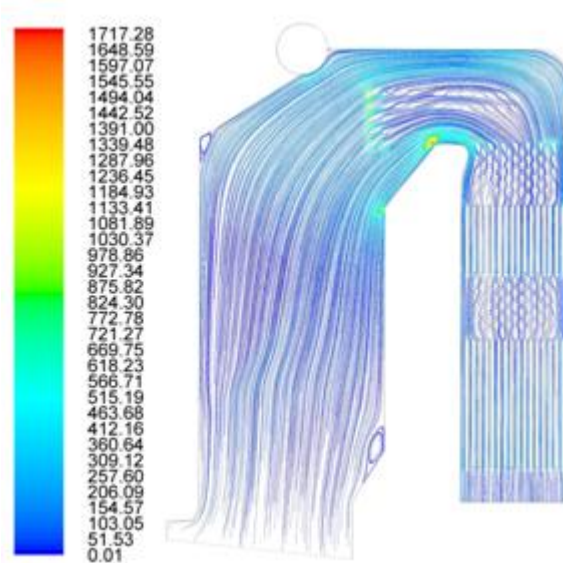


Рис. 5. Линии течения дымовых газов оптимизированной модели парогенератора

SUMMARY

Research of motion of smoke gases is carried out a steam generator burning a firm household waste by means of program complex Fluent. After the analysis of results of calculation the optimum design of a gas channel of a steam and gas generator is determined.

Литература

1. Под. ред. Частухина В. И. Тепловой расчет промышленных парогенераторов. - Киев. «ВИЦА ШКОЛА», 1985. - 157 с.
2. 2. ANSYS Fluent 12.0 Theory Guide.- ANSYS Inc., 2009.- 816 p. (Part 4, pages 118-130).
3. ANSYS Fluent 12.0 Tutorial Guide.- ANSYS Inc., 2009.- 912 p.