

УДК: 697.341

*Юлов В.К.,
студент 2 курса магистратуры
факультет «Теплоэнергетика и теплотехника»
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
Россия г. Волжский
Научный руководитель: Куц Л.Р.
к.т.н. доцент кафедры «Энергетика»*

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕПЛООБМЕНА В ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРЕ УСТАНОВЛЕННОГО НА БАЗЕ MICROGRID

***Аннотация:** В статье рассматривается анализ оптимизации теплообмена в теплоутилизаторе газотурбинной установки. Рассмотрены зависимости коэффициентов теплоотдачи от скорости движения теплоносителей и определяющих размеров поверхности теплообмена. Поставлена задача поиска соотношения между средними скоростями теплоносителей, при котором коэффициент теплопередачи достигает максимума.*

***Ключевые слова:** Газотурбинные установки, теплоутилизатор, MicroGrid, теплообменное оборудование, задача математического моделирования, автономная энергосистема.*

***Abstract:** The article deals with the analysis of heat exchange optimization in the heat exchanger of a gas turbine plant. The dependences of the heat transfer coefficients on the velocity of heat carriers and the determining dimensions of the heat exchange surface are considered. The problem of finding the ratio between the average velocities of heat carriers, at which the heat transfer coefficient reaches a maximum, is set.*

Key words: Gas turbine plants, heat exchanger, MicroGrid, heat exchange equipment, mathematical modeling problem, autonomous power system.

Каждая система MicroGrid предполагающая не только централизованное электроснабжение, но и централизованное теплоснабжение состоит из следующих элементов: источников теплоты, теплообменников (подогревателей), тепловой сети и насосных станций, тепловых пунктов и местных систем – отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Рассмотрим теплообменник использующий в качестве греющей среды высокотемпературные уходящие газы ГТУ.

Исходя из того, что стоимость теплообменного оборудования, при его установке, зависит от размеров утилизатора и определяется стоимостью удельной поверхности нагрева, необходимо осуществлять его выбор таким образом, чтобы свести затраты к минимуму. Помимо этого теплообменный аппарат, должен удовлетворять требованиям эксплуатации:

полностью утилизировать тепло, поступающее от ГТУ (до температуры газов на входе в дымовую трубу 383 К);

осуществлять нагрев сетевой воды от температуры в трубопроводе обратной воды, до температуры воды в прямом трубопроводе;

иметь минимальное гидравлическое сопротивление по газовому тракту.

Исходя из вышеизложенного, необходимо разработать порядок расчета, позволяющий осуществлять выбор теплоутилизирующего устройства для газотурбинных установок с учетом всех вышеописанных условий.

Размеры и гидравлическое сопротивление теплообменного аппарата при передаче заданного количества тепла зависят как от абсолютных значений средних скоростей, так и от их соотношения. При заданном гидравлическом сопротивлении его размеры становятся минимальными только при определенном соотношении между средними скоростями потоков.

Примем за основной показатель, подлежащий оптимизации, поверхность теплообмена, поскольку она наиболее полно отражает связь между эффективностью теплообмена (коэффициентом теплопередачи) и гидродинамическим сопротивлением.

С целью определения оптимальных теплотехнических показателей утилизатора ГТА в первую очередь необходимо установить связь между тепловыми и гидрогазодинамическими факторами, характеризующими процесс передачи тепла.

В общем случае установившегося турбулентного движения теплоносителей в трубах и каналах уравнение теплообмена имеет вид:

$$Nu = c_0 * Pr^k * Re^n$$

или в развернутом виде,

$$\frac{\alpha d_3}{\lambda} = c_0 \left(\frac{\nu}{a}\right)^k \left(\frac{\omega d_3}{\nu}\right)^n$$

где c_0 - коэффициент пропорциональности; ν - коэффициент кинематической вязкости; a , X , a - коэффициенты температуропроводности, теплопроводности и теплоотдачи; d_3 - определяющий размер (эквивалентный диаметр), k , n - числовые коэффициенты.

Из зависимости следует, что при заданных температурах на входе и выходе из теплоутилизатора по газовому и водяному тракту, коэффициенты теплоотдачи зависят только от скорости движения теплоносителей и определяющих размеров поверхности теплообмена.

В общем случае развитого турбулентного движения теплоносителей для различных поверхностей нагрева, коэффициент сопротивления технически гладких трубок и каналов определяется :

$$\xi = \frac{A}{Re^m}$$

где A и Re^m - коэффициенты, зависящие от выбранного режима движения теплоносителей.

Рассмотрим, с учетом изложенного, задачу по определению минимальной поверхности нагрева соответствующей заданным температурам на входе и выходе из утилизатора, а также его суммарном гидравлическом сопротивлении $\sigma_{ст}$. При этом условия коэффициент теплопередачи в утилизаторе будет зависеть от соотношения между коэффициентом теплоотдачи на его высоко и низкотемпературных сторонах. Последнее, в условиях данной задачи, зависят от соответствующих чисел Рейнольдса, или, от средних скоростей потоков.

Таким образом, данная задача приводится к определению такого соотношения между средними скоростями теплоносителей, при котором коэффициент теплопередачи достигает максимума (минимум поверхности теплообмена). В связи с этим основным показателем, подлежащим непосредственной оптимизации, будет отношение средних скоростей потоков

$$\delta\omega = \frac{\omega_n}{\omega_r}$$
, где ω_n – скорость нагреваемой воды, ω_r – скорость продуктов сгорания.

Использованные источники:

1. Паровые и газовые турбины: Учебник для вузов/ Под ред. А.Г. Костюка, В. В. Фролова. М.: Энергоатомиздат, 2001. 352 с
2. Беляев, С.А. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС / С.А. Беляев, В.В. Литвак, С.С. Солод. – Томск: Изд-во НТЛ, 2008. – 218 с.