

## ТЕПЛООБМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА В ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВКАХ

*Холикулов Ш.П.*

*Toshkent davlat texnika universiteti magistranti*

**Аннотация.** Теплообменные устройства играют важную роль в газотурбинных установках обеспечивая эффективный перенос тепла между различными средами. Данная аннотация обобщает информацию из нескольких источников включая книгу "Рекуперативные теплообменные аппараты" и техническое описание Turbec Spa T100. Первое источников представляет собой книгу опубликованную в 1962 году содержащую основы теплообмена и описание рекуперативных теплообменных аппаратов. Книга описывает принципы работы аппаратов и их применение в различных технических системах. Второй источник представлен техническим описанием Turbec Spa T100 возможно конкретного теплообменного устройства разработанного данной компанией. Техническое описание представляет собой информацию о характеристиках принципе работы и применении устройства.

Данная аннотация представляет краткое описание теплообменных устройств в газотурбинных установках на основе нескольких источников. Она может быть полезна для специалистов занимающихся проектированием и эксплуатацией газотурбинных установок а также для студентов и исследователей интересующихся данной темой.

**Annotation.** Heat exchange devices play an important role in gas turbine plants by providing efficient heat transfer between different media. This abstract summarizes information from several sources including the book "Recuperative Heat Exchangers" and the technical description of the Turbec Spa T100. The first source is a book published in 1962 containing the basics of heat transfer and a description of recuperative heat exchangers. The book describes the principles of operation of the devices and their application in various technical systems. The second source is presented by a technical description of the Turbec Spa T100, a possibly specific heat exchange device developed by this company. The technical description provides information about the characteristics, operating principle and application of the device.

This abstract provides a brief description of heat exchange devices in gas turbine plants based on several sources. It may be useful for specialists involved in the design and operation of gas turbine plants, as well as for students and researchers interested in this topic.

**Ключевые слова:** теплообмен, теплообменные устройства, газотурбинные, установки теплообменники регенераторы эффективность конструкция производительность.

В условиях физического и морального старения основного генерирующего оборудования, ухудшения его технико-экономических показателей, плохого инвестиционного климата, обострения топливного дефицита необходим поиск решений, оптимальных по соотношению затрат и результатов, дающих быстрый эффект. В настоящее время ведется активное внедрение более ресурсоемких методов выработки электроэнергии, основным из которых предлагается использование газотурбинных установок (ГТУ). Создание на базе ГТУ электростанций позволяет решить проблему дефицита электрической энергии отдельных регионов, обеспечить бесперебойное энергоснабжение жилищно-коммунального сектора и промышленных предприятий.

Основными преимуществами ГТУ являются:

- малые выбросы вредных веществ в атмосферу;
- малые вибрации и уровни шума;
- компактные размеры;
- значительный экономический эффект (экономия на ЛЭП и т.п.) [4].

Газотурбинные установки имеют единичную электрическую мощность от 20 кВт до нескольких десятков МВт. Электрический КПД современных газотурбинных установок составляет 25–33%. Для повышения КПД установок в конструкции применяются теплообменные устройства (теплообменники), которые позволяют существенно повысить эффективность использования топлива и увеличивают КПД установок до 60–80% [2, 3].

Соотношение производимой электрической энергии и тепловой энергии у ГТУ составляет  $\sim 1:2$ , т.е. газотурбинная установка с электрической мощностью 10 МВт способна выдать до 20 МВт тепловой энергии.

По принципу действия теплообменники подразделяют на три вида:

- рекуперативные;
- регенеративные;
- смешительные.

В рекуперативных теплообменниках теплоносители омывают стенку с двух сторон и обмениваются при этом теплотой. Процесс теплообмена протекает непрерывно и имеет обычно стационарный характер. Стенка, которая омывается с обеих сторон теплоносителями, называется рабочей поверхностью теплообменника. Рекуперативные теплообменники подразделяют в зависимости от направления движения теплоносителей. Если теплоносители движутся параллельно в одинаковом направлении, теплообменник называют прямоточным, а при противоположном направлении движения – противоточным. В теплообменнике с перекрестным током теплоносители движутся во взаимно перпендикулярных направлениях, при этом возможен однократный и многократный перекрестный ток.

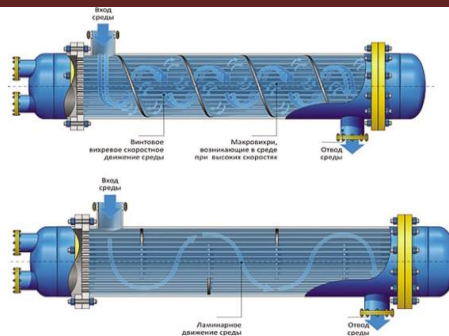


Рис. 1. Кожухотрубный теплообменник [5]

В регенеративном теплообменнике одна и та же поверхность поочередно омывается то горячим, то холодным теплоносителем. При соприкосновении с горячим теплоносителем стенка аккумулирует теплоту, а затем отдает ее холодному теплоносителю. Для удовлетворительной работы теплообменника его рабочие стенки должны обладать значительной теплоемкостью. Характерная особенность регенеративного теплообменника нестационарный режим теплообмена. Чтобы процесс теплообмена протекал непрерывно при одинаковой продолжительности периода нагрева и охлаждения, такой теплообменник должен иметь две параллельно работающие секции. Внутренняя полость теплообменника заполняется насадкой, которая делается из кирпича, металла или другого материала.

В смешивательных теплообменниках процесс теплообмена сопровождается перемешиванием теплоносителей, т.е. они непосредственно соприкасаются друг с другом. Поэтому смешивательные теплообменники называются также контактными. Процесс теплообмена в таком аппарате имеет стационарный характер и сопровождается испарением жидкости. Смешивательный теплообменник целесообразно использовать для таких теплоносителей, которые легко разделить после теплообменного аппарата. Например, такой парой теплоносителей является вода и воздух. Из трех рассмотренных выше видов теплообменников наиболее широкое и разностороннее применение находят рекуперативные теплообменники [1].

По конструкции теплообменник может быть:

- объемным;
- пластинчатым;
- скоростным (также называют кожухотрубным);
- спиральным.

В объемном теплообменнике одна среда сосредоточена в баке большого объема, вторая – протекает через змеевик.

В кожухотрубных теплообменниках [5] (рис. 1) среды движутся с достаточно большой скоростью для увеличения коэффициента теплоотдачи. Сам теплообменник представляет собой один большой кожух (трубу), в ко-

тором находится много мелких трубочек. Одна среда в нем движется в межтрубном пространстве, другая – внутри трубочек. Обычно в трубочках находится более «грязная» среда, так как их легче чистить.

Современные пластинчатые теплообменники [5] (рис. 2) состоят из набора пластин. Среда в них движется между пластинами. Такие теплообменники просты в изготовлении (штампованные пластины с прокладками между ними складываются в пакет пластин), легко модифицируются, характеризуются хорошей эффективностью.



Рис. 2. Пластинчатый теплообменник [5]

Для нагрева и охлаждения высоковязких жидкостей чаще используют спиральные теплообменники – два спиральных канала, навитых из рулонного материала вокруг центральной разделительной перегородки (керна), по которым движутся среды. Теплообменники характеризуются рядом показателей: особенностями конструкции, габаритами, массой, удобством обслуживания, условиями теплообмена, КПД, гидродинамическим совершенством, долговечностью, эстетикой, тепловой производительностью, температурными условиями процесса, физико-химическими свойствами теплоносителей, стабильностью процесса и др.

Такие требования к рекуперативным теплообменным аппаратам, как технологичность изготовления, эффективность достижения благоприятных тепловых и гидравлических режимов, эксплуатационные качества, компактность и металлоемкость приближенно оценены для некоторых типов рекуперативных теплообменных аппаратов в таблице 1 [5]. Наиболее широкое применение в ГТУ получили пластинчатые теплообменники [4, 5]. Использование теплообменников в конструктивных схемах газотурбинных установок позволяет значительно снизить расход топлива и, как следствие, увеличить полную эффективность установок и снизить объемы вредных выбросов, что позволяет значительно снизить расходы на запуск электростанций и ускорить их окупаемость.

Таблица 1. Требования к рекуперативным теплообменным аппаратам

Тип теплообменного аппарата		Возможность Изготовления		Эффективность				Удобство обслуживания				Компактность и металлоемкость	
		Из стали, цветных металлов и пластмасс	Из чугуна и хрупких материалов	Высокие скорости в трубах и каналах	Высокие скорости снаружи труб и каналов	Возможность противотока	Многоходовость	Чистка внутри	Чистка снаружи	Частичная замена поверхности	Ремонт	Поверхность на единицу объема	Масса на единицу поверхности
Трубочатые	Кожухотрубчатые	5	1	5	3	4	4	5	3	3	3	18-40	35-80
	Секционные	5	3	3	5	4	1	5	3	2	3	4-15	35-80
Пластинчатые	Гладкие листы	5	3	5	5	5	1	2	2	1	4	10-60	5-20
	Волнистые листы	5	1	5	5	3	3	3	3	3	3	300-600	5-10

### Литература

1. П.А. Антикайн, М.С. Аронович, А.М. Бакластов. Рекуперативные теплообменные аппараты. М.-Л. – Госэнергоиздат, 1962. – 230 с.
2. Turbec Spa T100 – Техническое описание.
3. Elliott TA 100 R CHP – Техническое описание.
4. Газотурбинные установки и газопоршневые электростанции, микротурбинные установки, микротурбины, когенераторные установки [Электронный ресурс]/ 2005–2010. – Режим доступа: <http://manbw.ru/>, свободный.
5. Портал теплообменного оборудования [Электронный ресурс]/ 2009–2010. – Режим доступа: <http://www.teploobmenka.ru/>, свободный.