

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ДВУХФАЗНЫХ ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩИХ СИСТЕМ

Н. М. Кидун, П. А. Адаменко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель А. В. Шаповалов

Утилизация тепла с помощью тепловых труб и термосифонов представляет определенный интерес. Некоторые иностранные компании начали представлять свои теплообменники с использованием замкнутых двухфазных теплопередающих устройств. Одной из таких компаний является итальянская компания Cominter, которая производит фреоновые рекуперативные теплообменники (RCD) – аппараты, разделенные на две части, через одну из которых осуществляется вход воздуха, через другую – выход [1].

В теплообменниках, изготовленных на базе термосифонов, достигается передача высокого теплового потока и эффективная теплопроводность, так как скрытая теплота парообразования велика, и даже при малой разности температур между концами теплообменного аппарата он может передавать значительное количество теплоты. Не-

смотря на простоту идеи, исполнение теплообменников может быть крайне разнообразным и зависит от способов применения, используемых сред и т. д.

При определенных условиях теплообменный аппарат на основе термосифонов можно использовать вместо кожухотрубчатых и пластинчатых теплообменников, так как они обладают следующими преимуществами:

- 1) высокий коэффициент теплоотдачи с внутренней поверхности термосифона (за счет фазового перехода теплоносителя в термосифоне) и высокий коэффициент теплопередачи от испарителя к конденсатору термосифона;
- 2) способность быстро выходить на рабочий режим;
- 3) термосифон способен работать при малом градиенте температур;
- 4) быстрый перенос энергии в термосифоне.

На Гомельской ТЭЦ-1 филиала «Гомельские тепловые сети» РУП «Гомельэнерго» установлена газотурбинная установка Н-25 производства Mitsubishi Hitachi Power Systems. Рассмотрим применение теплообменного аппарата на основе термосифона в качестве маслоохладителя газотурбинной установки.

Смазочное масло в турбоагрегатах используется для смазки подшипников турбин, агрегатов, подшипников редуктора и боковых подшипников. Некоторое количество смазочного масла передается в систему управления и управляющее устройство.

Так, температура слива масла с подшипников турбины составляет 60–70 °С, а температура слива масла из редуктора составляет 75–80 °С, что позволяет использовать в качестве теплоносителя не только фреон, но и дистиллированную воду при создании достаточного уровня разрежения при заправке.

В качестве охлаждающей среды можно использовать 50%-й раствор вода-этиленгликоля, который затем подается на «сухие» вентиляторные градирни для охлаждения. Добавление этиленгликоля в охлаждающую среду позволяет избежать возникновения ледяных пробок в зимнее время в наружных циркуляционных трубопроводах контура охлаждения турбины. А принимая во внимание, что использование вентиляторных градирен позволяет создать замкнутую систему без атмосферного доступа, то при добавлении ингибиторов коррозии при первичной заправке системы это позволит значительно снизить коррозионную активность и продлить срок службы оборудования.

Возможная схема маслоохладителя газовой турбины приведена на рис. 1.

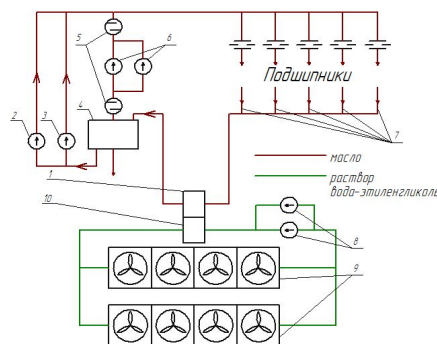


Рис. 1. Схема маслоохладителя газовой турбины на основе термосифонов:

- 1 – конденсатор теплообменного аппарата на основе термосифонов;
- 2 – вспомогательный масляный насос; 3 – аварийный масляный насос;
- 4 – маслобак газовой турбины; 5 – масляные фильтры; 6 – масляные насосы;
- 7 – сливы масла с подшипников газовой турбины и из редуктора; 8 – насосы контуров градирен ГТУ; 9 – градирни контура ГТУ; 10 – испаритель теплообменного аппарата на основе термосифонов

Теплообменные аппараты на основе термосифонов можно использовать в качестве воздухоохлаждателя газотурбинной установки. При снижении температуры воздуха, поступающего на всас компрессора ГТУ, снижается плотность воздуха и затрачивается меньше энергии на сжатие. Так как ГТУ имеет одновальное исполнение, т. е. компрессор и генератор ГТУ установлены на одном валу, повышается выработка электроэнергии генератором. При повышении температуры воздуха на всасывании в ГТУ вырабатываемая электрическая мощность снижается, а объем потребления газа повышается.

Существуют различные технические схемы охлаждения воздуха, поступающего в газовую турбину, одной из которых является применение теплообменных аппаратов на основе термосифонов.

Применение классических кожухотрубчатых или пластинчатых теплообменников неэффективно, так как температурный напор невысок.

Для решения проблемы снижения вырабатываемой ГТУ электрической мощности при повышенных температурах наружного воздуха предлагается установить теплообменник, который служит для охлаждения приточного воздуха на входе в ГТУ до $+15-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Известно, что обычно ГТУ работают с постоянным расходом воздуха, соответственно при повышении его температуры, снижается его плотность и, следовательно, снижается мощность ГТУ. Снижение температуры подаваемого в турбину воздуха с 40 до $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ предотвращает снижение мощности ГТУ на 30% , которое произойдет при подаче воздуха на всасывание турбины с высокой температурой.

Схема применения воздухоохлаждателя ГТУ представлена на рис. 2.

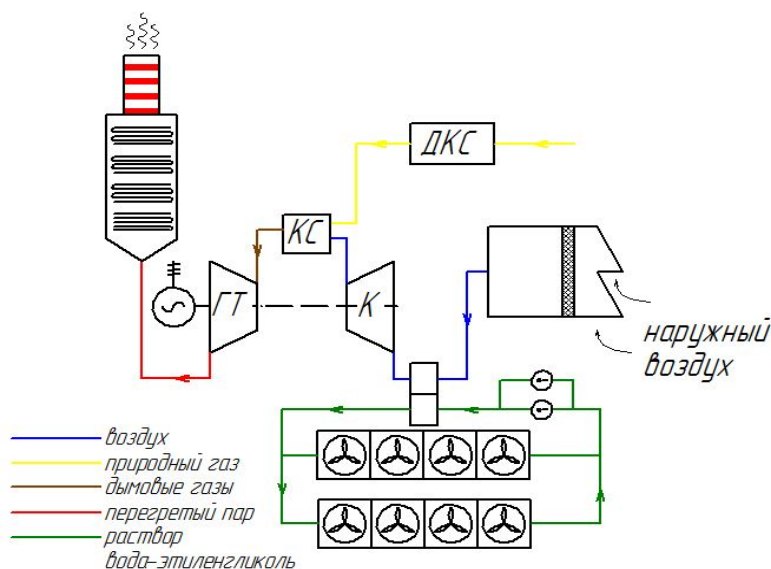


Рис. 2. Схема воздухоохлаждателя ГТУ

Наружный воздух поступает на компрессор газотурбинной установки через комплексную воздухоочистительную установку (КВОУ), в которой установлен блок входных фильтров. После КВОУ воздух подается на испаритель теплообменного аппарата на основе термосифонов, в котором за счет испарения фреона внутри труб термосифона снижает свою температуру. Охлажденный воздух поступает на всас компрессора ГТУ, где происходит сжатие воздуха перед подачей его в камеру сгора-

ния. При предварительном охлаждении воздуха на процесс сжатие затрачивается меньшее количество энергии, и так как компрессор находится на одном валу с газотурбинной установкой, увеличивается КПД газотурбинной установки и увеличивается отпущенная электроэнергия в сеть.



Рис. 3. Изменение электрической и тепловой мощности газовой турбины в зависимости от температуры воздуха на входе

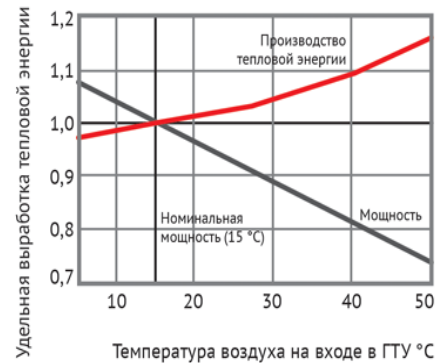


Рис. 4. Пример зависимости мощности ГТУ от температуры наружного воздуха

Необходимо учитывать, что любое дополнительное сопротивление на входе воздуха в ГТУ негативно сказывается на основных показателях работы ГТУ. При охлаждении воздуха на теплообменнике при определенных условиях может образовываться конденсат, для предотвращения уноса конденсата в турбину необходимо предусмотреть каплеуловитель.

Литература

1. Безродный, М. К. Процессы переноса в двухфазных термосифонных системах. Теория и практика / М. К. Безродный, И. Л. Пиоро, Т. О. Костюк. – Киев : Факт, 2005. – 704 с.
2. Cominter. – Режим доступа: <http://www.comintersrl.com>. – Дата доступа: 21.03.2019.