

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКУПЕРАТОРОВ С ПАРОДИНАМИЧЕСКИМИ ТЕРМОСИФОНАМИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ОТ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК

**А. В. Родин, А. В. Шаповалов**

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

Научный руководитель А. В. Шаповалов, канд. техн. наук, доцент

**Целью исследования** является установление возможности использования рекуператоров на основе пародинамических термосифонов для утилизации тепла от компрессорных установок.

**Задачи исследования:** разработка конструкций рекуператоров с эффективными двухфазными теплопередающими элементами – пародинамическими термосифонами.

Сжатие воздуха в компрессоре сопровождается выделением тепла. В каждой установке по производству сжатого воздуха нужно обеспечивать охлаждение, надежно отводящее нужное количество избыточного тепла.

Согласно законам технической термодинамики сжатие газа сопровождается повышением его температуры. Конечную температуру можно определить согласно соотношению из технической термодинамики:

$$T_{\text{кон}} = T_{\text{нач}} n^{\frac{k-1}{k}}, \quad (1)$$

где  $T_{\text{нач}}$  и  $T_{\text{кон}}$  – начальная и конечная температура газа, соответственно;  $n$  – степень повышения давления газа;  $k$  – показатель адиабаты сжимаемого газа.

Показатель адиабаты  $k$  зависит от рода газа. Для оценочных расчетов его принимают постоянным на всем интервале температур, для инженерных расчетов необходимо принимать во внимание изменение показателя  $k$  в зависимости от изменения температуры.

По различным оценкам [1] количество отведенного тепла в единицу времени, которое отводится от сжимаемого газа в процессе сжатия и его подготовки перед подачей потребителю, может достигать до 90 % от мощности привода компрессора. Избыточное тепло можно полезно утилизировать для целей подогрева горячей воды либо воздуха на нужды отопления помещений и производственных цехов. В настоящее время данное тепло от многих установок просто сбрасывается в атмосферу и полезно не используется.

Количество тепла, которое отводится от сжатого газа теплообменными аппаратами, можно оценить по следующей зависимости:

$$Q = G \cdot \Delta h, \quad (2)$$

где  $Q$  – тепловая нагрузка на теплообменник [кВт];  $G$  – массовый расход сжатого воздуха [кг/с];  $\Delta h$  – разница энтальпии сжатого воздуха на входе и на выходе из теплообменника [кДж/кг].

Температура газа после сжатия в ступени компрессора может находиться в широких пределах и достигать 210 °С и выше. Количество тепла, отводимого от компрессорной установки, находится в диапазоне от 60 до 90 % от подводимой электрической энергии [2].

Примерная схема утилизации тепла от компрессоров представлена на рис. 1. В системе воздушного охлаждения с промежуточным теплоносителем сжатый воздух охлаждается в промежуточном и конечном теплообменниках.

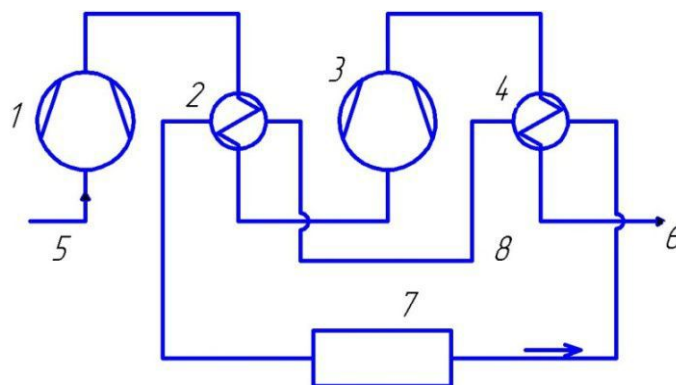
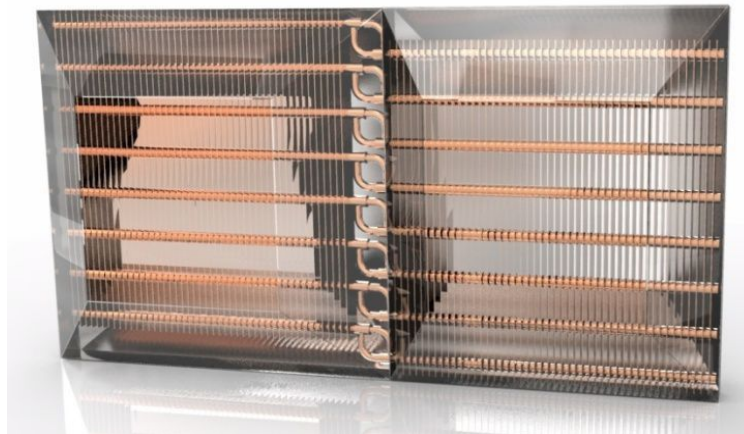


Рис. 1. Схема утилизации тепла от компрессоров:

1 – первая ступень сжатия; 2 – промежуточный охладитель между первой и второй ступенью; 3 – вторая ступень сжатия; 4 – конечный охладитель; 5 – вход воздуха в первую ступень; 6 – подача воздуха потребителю; 7 – потребитель утилизированного тепла; 8 – контур промежуточного теплоносителя

В качестве промежуточного и конечного теплообменников могут выступать теплообменники на основе пародинамических термосифонов. Конструкция эффективных теплопередающих элементов разработана и запатентована на кафедре «Про-

мышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого». Проводятся исследования по изучению эффективности теплообмена внутри пародинамических термосифонов и проектированию теплообменных аппаратов на их основе. Схема такого теплообменника представлена на рис. 2.



*Рис. 2.* Рекуператор на основе пародинамического термосифона

### **Заключение**

В работе представлена конструкция рекуператора на основе пародинамического термосифона и схема возможного применения для утилизации тепла от компрессорных установок

### **Литература**

1. Сакун, И. А. Винтовые компрессоры / И. А. Сакун. – Л. : Машиностроение, 1970. – 400 с.
2. Денисов-Винский, Н. Д. Тепло компрессорных установок / Н. Д. Денисов-Винский // Мега-Паскаль. – 2011. – № 2. – С. 8–16.