



АНАЛИЗ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ  
ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Авторы: к.т.н., ст.н.с Петров Е.Т.

к.т.н. Круглов А.А.

Факультет энергетики и экотехнологий

III International Scientific Conference  
"Sustainable and Efficient Use of Energy, Water and Natural Resources"  
April 19-24, 2021

St. Petersburg, 2021

Повышение требований по экологии, по энергетической эффективности промышленных объектов, необходимость снижения мощности сбросных тепловых потоков требуют разработки методов их утилизации.

Одним из эффективных методов утилизации сбросных тепловых потоков является использование тепловых насосов, где в качестве рабочего вещества используется диоксид углерода. При этом появляется возможность не только улучшить массо-габаритные характеристики насосов, повысить эффективность, но и упростить процессы формирования методов сбора, подготовки к утилизации теплоты потоков различного потенциала.

Формирование системы утилизации теплоты базируется на:

- применении диоксида углерода в транскритическом диапазоне давлений;
- использовании турбокомпрессорных агрегатов с комбинированным способом регулирования;
- использовании насосно-циркуляционных схем, которые позволяют объединить в общую разветвленную систему как потребители тепловой энергии различного уровня, так и источники тепла;
- разработке эффективного теплообменного оборудования;
- разработке алгоритмов оптимального управления.



# Цикл теплового насоса в p-h диаграмме

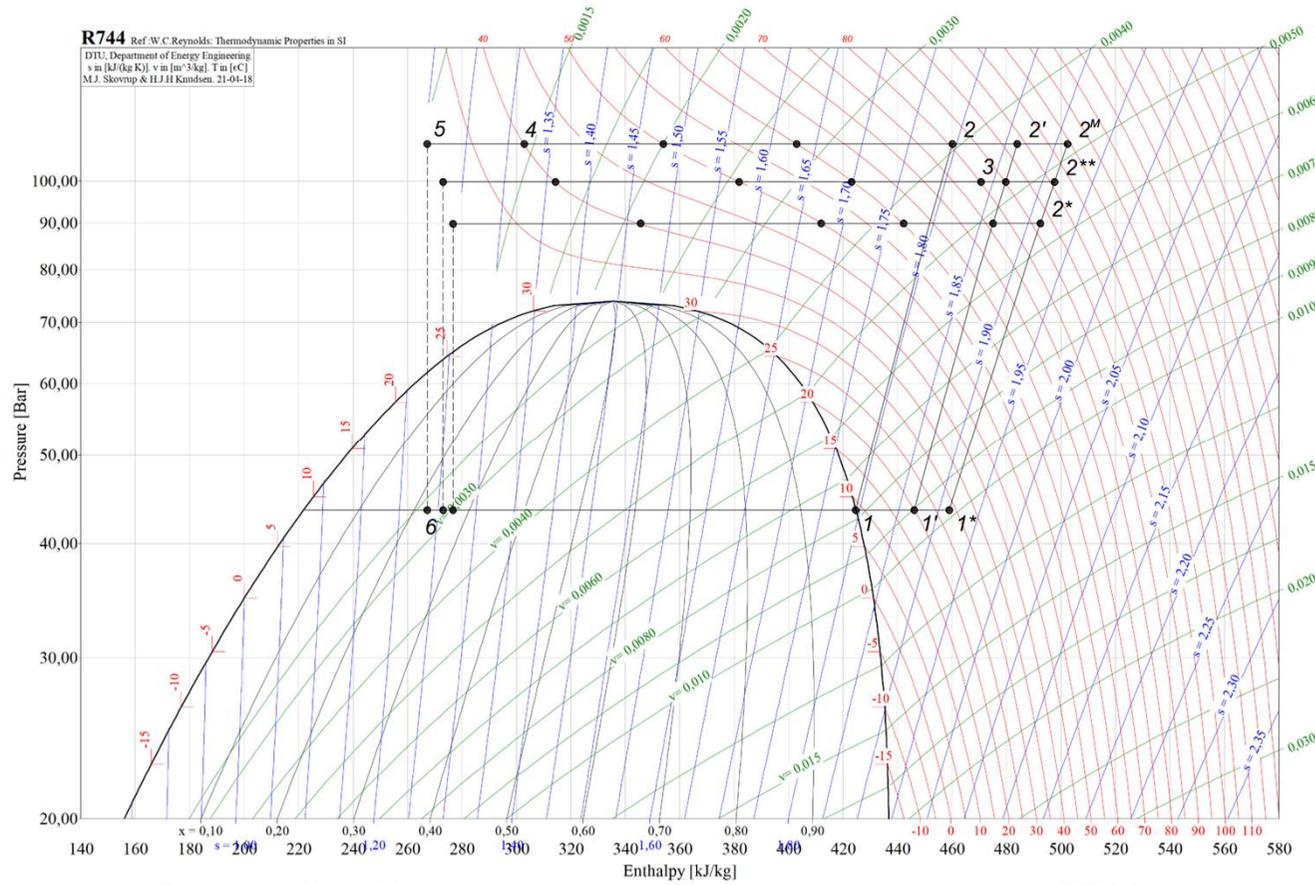


Рисунок 2 – Цикл теплового насоса в p-h диаграмме R744

## Схема теплового насоса

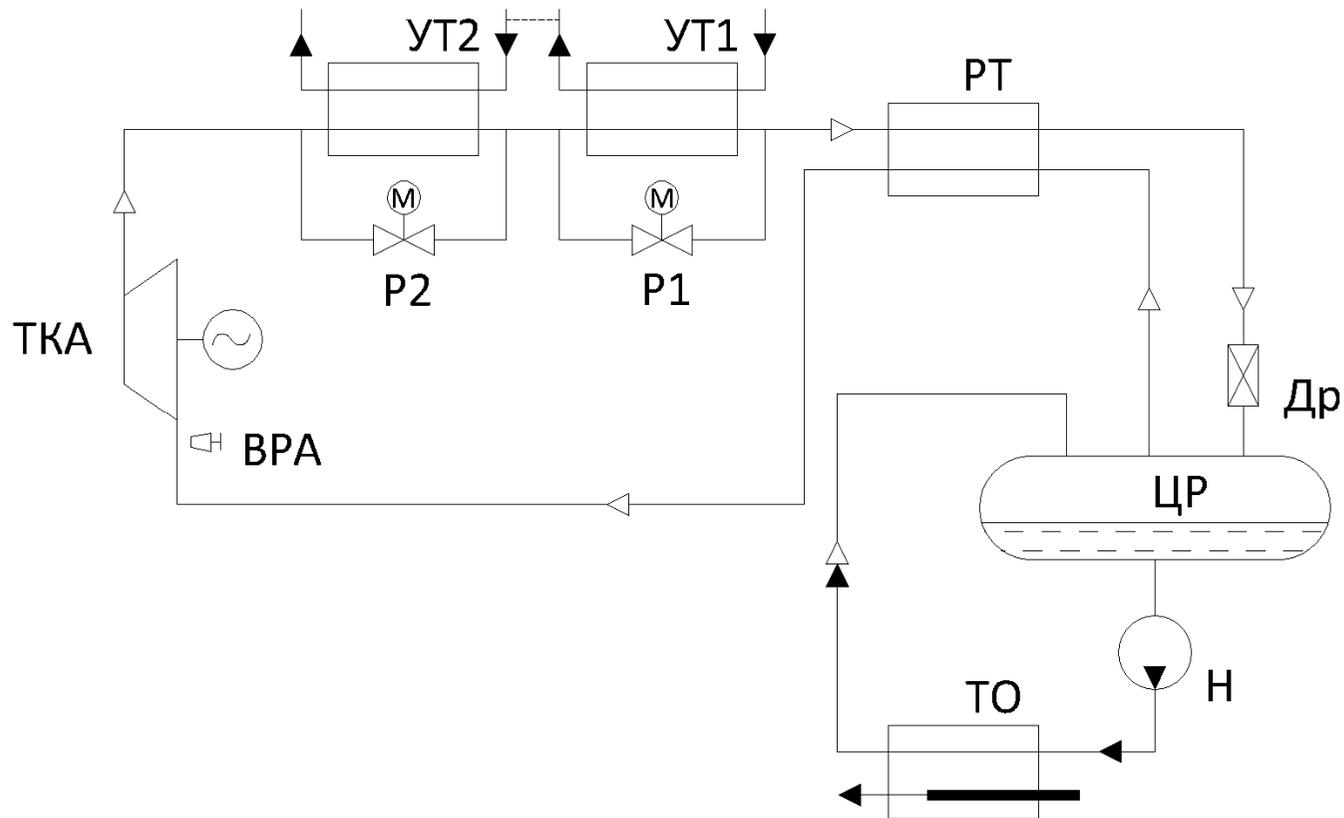


Рисунок 3 – Схема теплового насоса на CO<sub>2</sub> (R744)

# Теплообменник для утилизации теплоты сточных вод

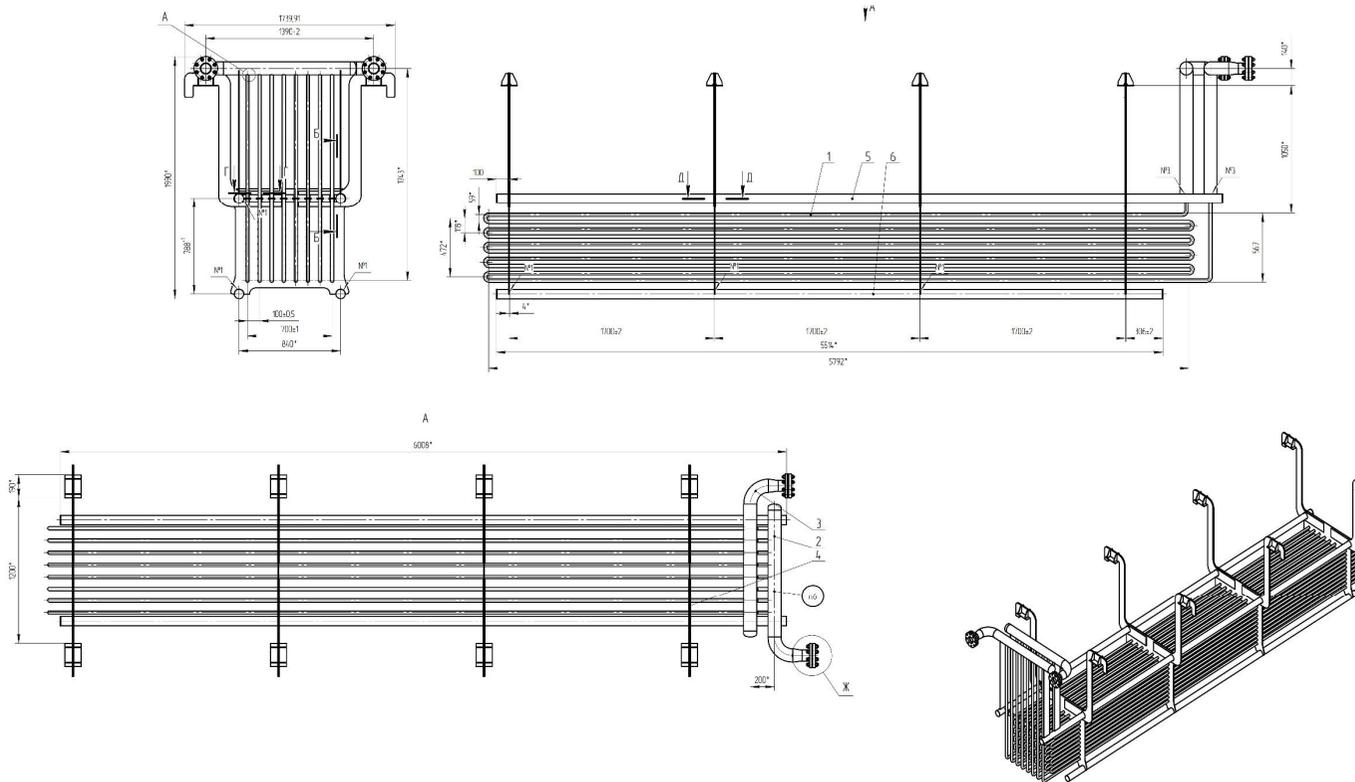


Рисунок 4 – Теплообменник для утилизации теплоты сточных вод

## Заключение

---

1. Использование холодильных транскритических циклов на  $\text{CO}_2$  позволяет минимизировать массогабаритные и эксплуатационные показатели системы. Средства регулирования компрессоров обеспечивают высокий уровень к.п.д.
2. Насосно-циркуляционные контуры с кратностью циркуляции  $n=3..4$  обеспечивают как равномерность распределения хладагента по трубам, так и высокую эффективность теплообмена.
3. Разработана конструкция теплообменника, позволяющая обеспечивать эффективность утилизации тепла за счет периодической очистки теплообменной поверхности.
4. Согласование характеристик всех элементов системы низкопотенциального теплоснабжения в процессе эксплуатации осуществляется за счет изменения параметров холодильного цикла и производительности центробежного компрессора (частотное регулирование + ВРА).

**Спасибо за внимание!**

Петров Евгений Тимофеевич

e-mail: [etpetrov@itmo.ru](mailto:etpetrov@itmo.ru)

IT'sMO *re than a*  
UNIVERSITY