

**Липецкий государственный технический университет**  
**Физико-технологический факультет**  
**Кафедра промышленной теплоэнергетики**

## **Тепломассообменные процессы в АБХМ**

Выполнил студент  
группы М-ТЭ-18-1  
Корвяков А. С.

Абсорбционная холодильная машина — пароконденсационная холодильная установка. Круговой процесс абсорбционных машин осуществляется рабочей смесью веществ (растворов), состоящей из двух компонентов.

Эти вещества имеют разные температуры кипения при том же давлении. Один компонент является холодильным агентом, другой – поглотителем (абсорбентом).

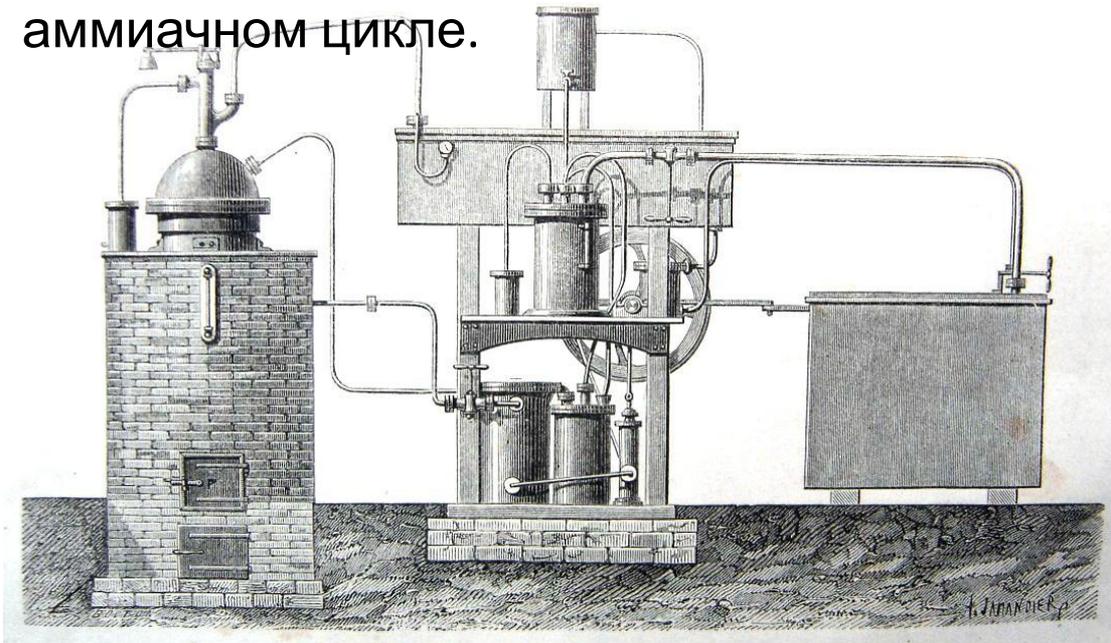


Абсорбционная  
холодильная машина  
на 14МВт

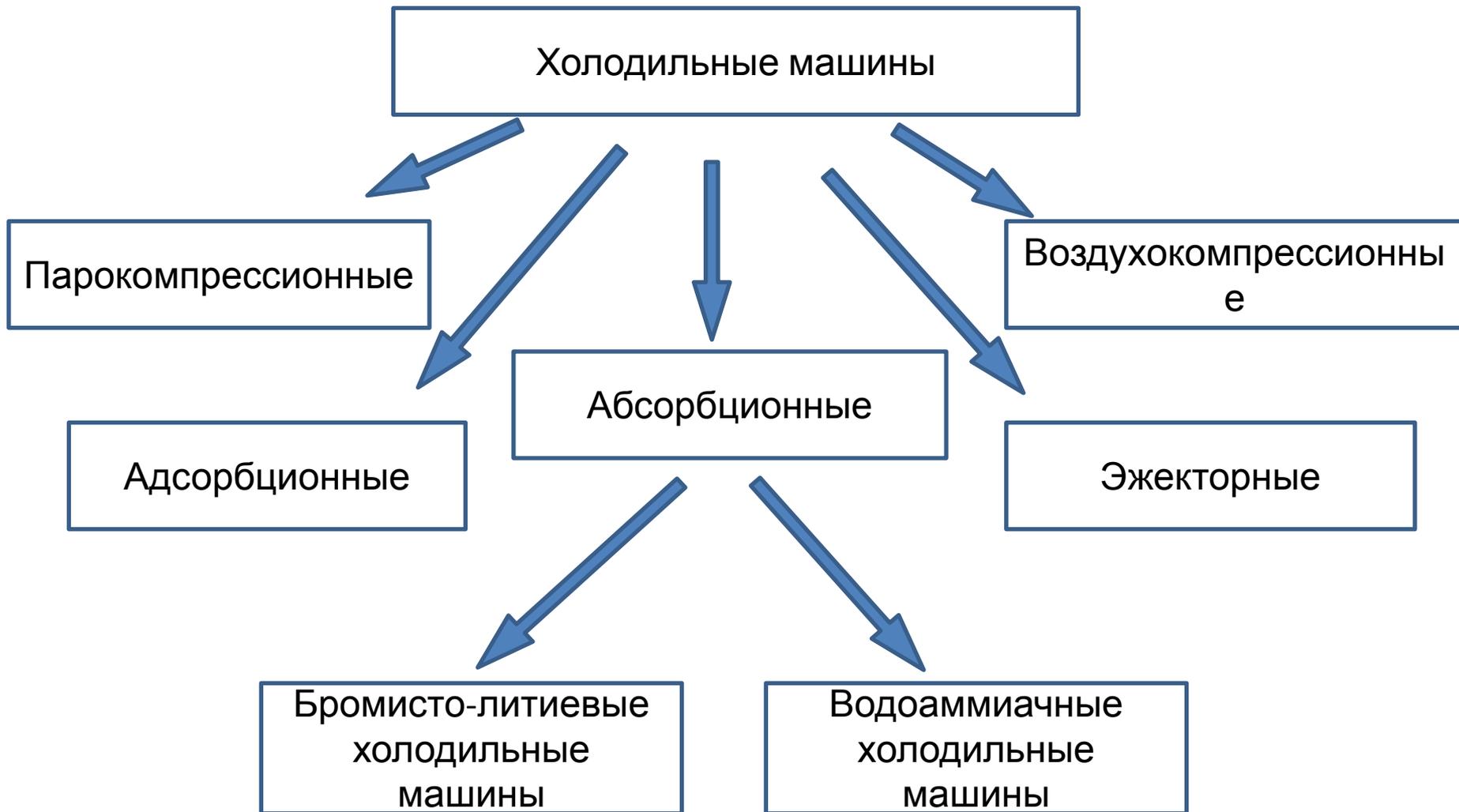
Первые абсорбционные холодильные машины, разработанные в XIX веке, использовали в качестве абсорбента серную кислоту.

Французский инженер Фердинанд Филипп Карре в 1850 году изобрёл абсорбционную холодильную машину, работавшую на смеси воды и концентрированной серной кислоты.

Усовершенствованная модель этой машины была запатентована им во Франции в 1859 году, а через несколько лет он представил холодильную машину, работающую на аммиачном цикле.



Абсорбционная  
холодильная  
машина Ф. Карре



Абсорбент - бромид лития  
(LiBr)  
Хладагент — вода

Абсорбент - вода  
Хладагент — аммиак (NH<sub>3</sub>)

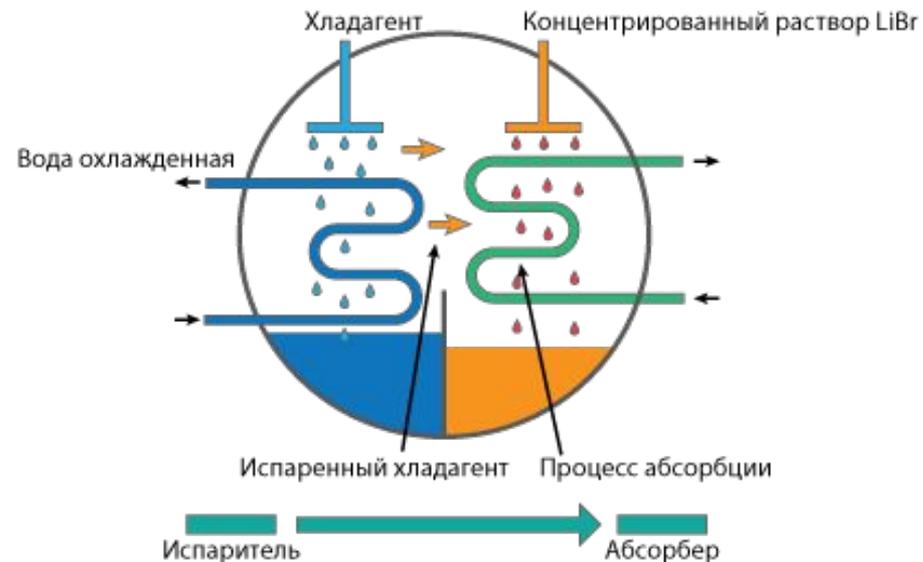
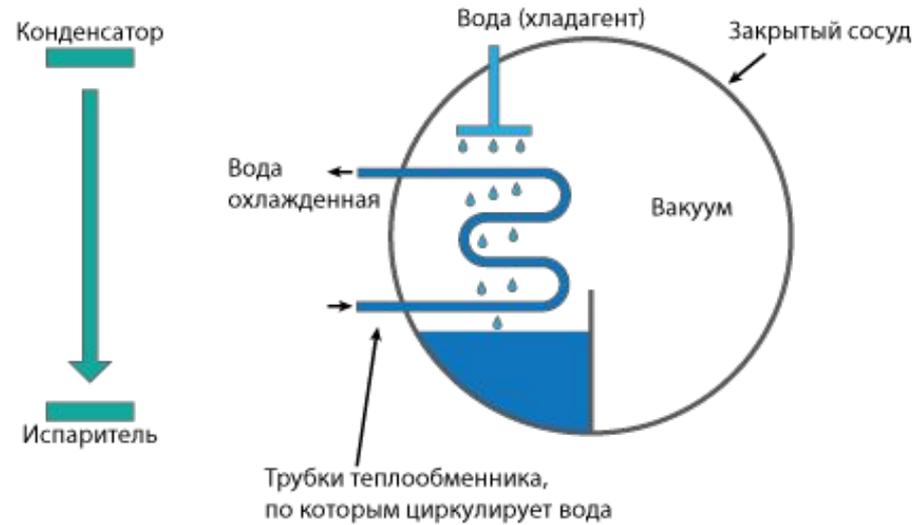
# Принцип работы АБХМ

## Охлаждение воды

Вода-хладагент поступает в левую часть камеры — «Испаритель». Внутри, в условиях глубокого вакуума, происходит процесс кипения хладагента, который отводит тепло из охлаждаемой воды, циркулирующей по трубкам теплообменника.

## Абсорбция

Капли концентрированного раствора бромида лития подаются в правую часть камеры («абсорбер»), где абсорбируют пары воды-хладагента. Для того, чтобы не допустить повышения температуры бромида лития и потери его абсорбирующих свойств, необходима охлаждающая вода, которая стабилизирует его температуру.

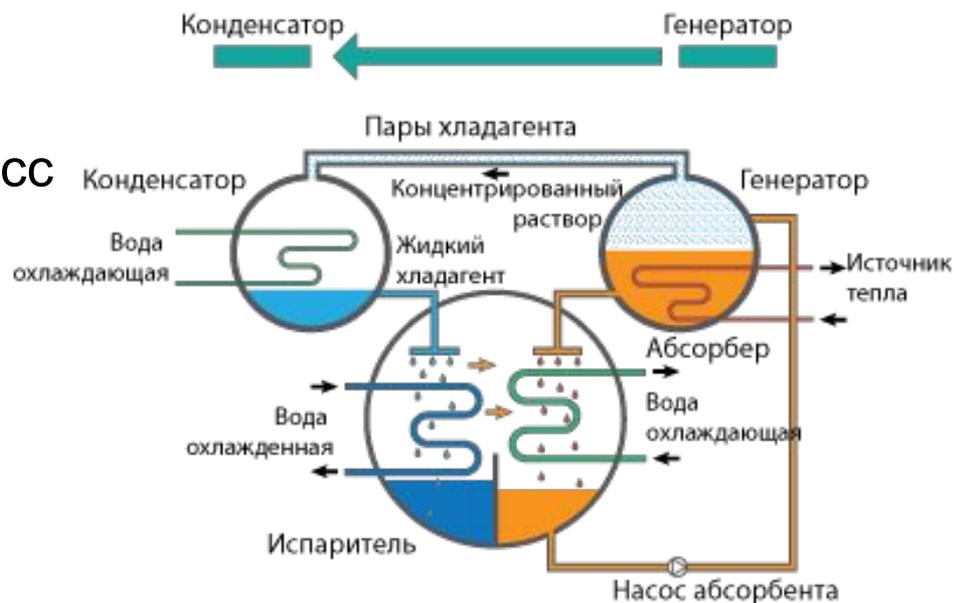
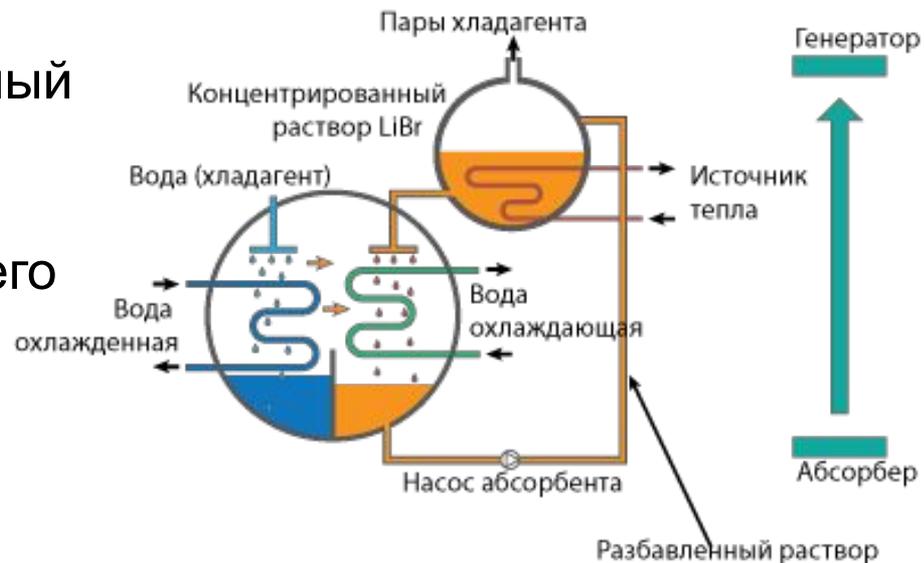


## Нагрев абсорбента

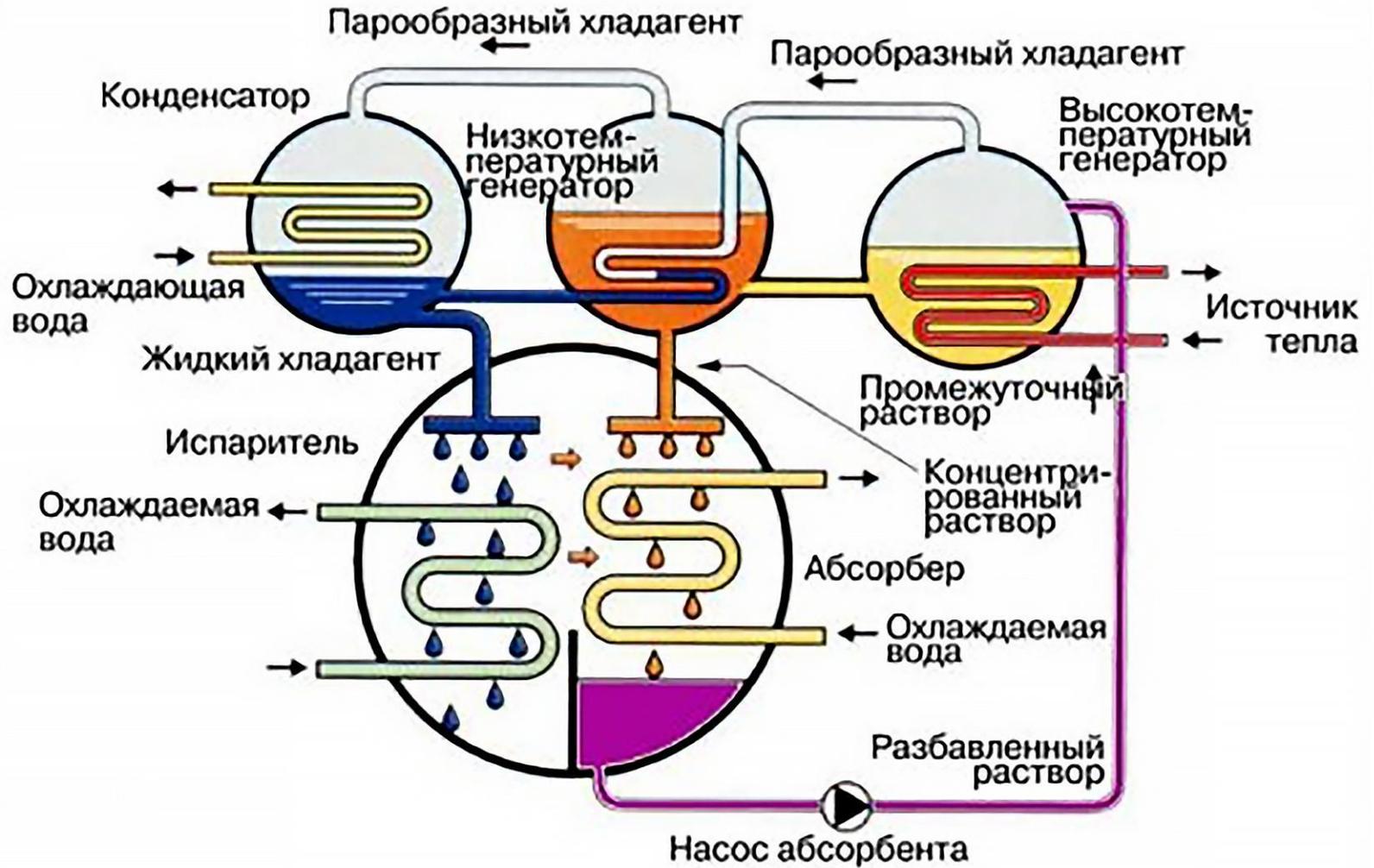
Раствор бромида лития, полученный после абсорбции, направляется в генератор при помощи насоса. Там под воздействием тепла из него выкипает часть воды. Это восстанавливает изначальную концентрацию бромида лития в растворе, что нужно для поддержания его абсорбирующих свойств.

## Конденсация хладагента

В конденсаторе происходит процесс конденсации пара хладагента, образовавшегося при кипении раствора в генераторе. Далее, эта вода-хладагент вновь попадает в «испаритель» (левую часть камеры) и цикл повторяется заново.



# Двухконтурная АБХМ



# Классификация АБХМ

## По источнику тепла :

- АБХМ нагрева горячей водой, (от 75°С.и выше);
- АБХМ парового нагрева, (75-200°С.);
- АБХМ нагрева уходящими газами, (250-600°С.);

## По варианту нагрева:

- прямого нагрева (источником теплоты может быть газ или другое топливо, сжигаемое непосредственно в установке);
- непрямого нагрева (используется теплоноситель, посредством которого теплота переносится от источника.).

## По количеству контуров:

- одноконтурные;
- двухконтурные;
- трёхконтурные.

# Эффективность АБХМ

Эффективность АБМХ характеризуется холодильным коэффициентом, определяемым как отношение холодопроизводительности установки к затратам тепловой энергии.

## СТАНДАРТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

Холодильная машина	Холодильный коэффициент	Коэффициент потерь энергии при выработке и транспортировке	Холодильный коэффициент с учётом потерь
Компрессорная с электроприводом	2,0–6,1	0,27	0,54–1,65
Абсорбционная	0,65–1,2	0,91	0,59–1,1

Одноконтурные АБХМ характеризуются величинами холодильного коэффициента, равными 0,6–0,8 (при максимально возможном 1,0).

Двухконтурные АБХМ характеризуются величинами холодильного коэффициента, равными примерно 1,0 при максимально возможном 2,0.

Прототипы трёхконтурных АБХМ характеризуются величинами холодильного коэффициента от 1,4 до 1,6.

# СРАВНЕНИЕ АБХМ, С КОМПРЕССОРНЫМИ ХОЛОДИЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

## Преимущества АБХМ

- Сокращение эксплуатационных расходов за счёт снижения потребления относительно дорогостоящей электроэнергии.
- Выравнивание пиковых нагрузок на систему электроснабжения.
- Более полное использование топливных ресурсов
- Увеличение рентабельности за счёт утилизации сбросной тепловой энергии.
- Экологическая безопасность за счёт отказа от использования хладагентов на основе хлорфторуглерода и гидрохлорфторуглерода.
- Пониженный шум при работе оборудования, отсутствие вибраций.
- Отсутствие высокого давления в системе.
- Отсутствие массивных движущихся частей.

## Недостатки АБХМ

- Высокие капитальные затраты.
- Более низкий холодильный коэффициент (при учёте потерь энергии при выработке и транспортировке данный коэффициент сравним со значением для компрессорных охладителей).
  - Низкая эффективность одноконтурных АБХМ при отсутствии легкодоступной сбросной тепловой энергии.
- Увеличенное водопотребление системой.
- Большой вес установки.

# Одноконтурная АБХМ

