

## ***АБСОРБЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ***

На сегодняшний день разработаны и успешно внедряются:

- **абсорбционные бромисто-литиевые холодильные машины (АБХМ)** единичной мощностью по холодопроизводительности от **174 кВт** до **23260 кВт** для получения холодной воды температурой 5 - 7 °С для систем кондиционирования воздуха и охлаждения в технологических процессах.
- **абсорбционные бромисто-литиевые тепловые насосы (АБТН)** единичной тепловой мощностью от **282 кВт** до **56000 кВт**, применяемые для утилизации теплоты температурой 15-50 °С в системах автономного электроснабжения, централизованного теплоснабжения, для нагрева и охлаждения технологических сред температурой 60-90 °С в энергетике и промышленности, а также в качестве эффективной замены пиковым котлам при необходимости увеличить теплофикационную мощность ТЭЦ.

Современные абсорбционные установки отличаются компактными габаритами, большей энергоэффективностью, высокой степенью автоматизации и простотой в эксплуатации и обслуживании. АБХМ/АБТН не требуют капитальных ремонтов на протяжении всего срока службы оборудования, который достигает до 30 лет.



## ***АБСОРБЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ***

Основным преимуществом абсорбционных установок в сравнении с парокомпрессионными является ***малое потребление электроэнергии, до 5-10 кВт***, например, для получения 1 МВт захлажденной воды, АБХМ будет потреблять только 4,9 кВт, когда фреоновый чиллер потребляет порядка 250-300 кВт.

Абсорбционные установки также имеют много и других преимуществ:

- *использование более дешевой энергии (тепловой) для привода по сравнению с дорогой электроэнергией;*
- *используют экологически безвредный хладагент – воду;*
- *имеют малый срок окупаемости по сравнению с парокомпрессионными установками, которые и вовсе не имеют срок окупаемости;*
- *срок службы до 30 лет;*
- *меньший шум и вибрация;*
- *меньшие затраты на техническое обслуживание;*
- *проще в эксплуатации, имеют автоматическую систему управления.*

## ***АБСОРБЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ***

Для работы АБХМ/АБТН требуется три потока:

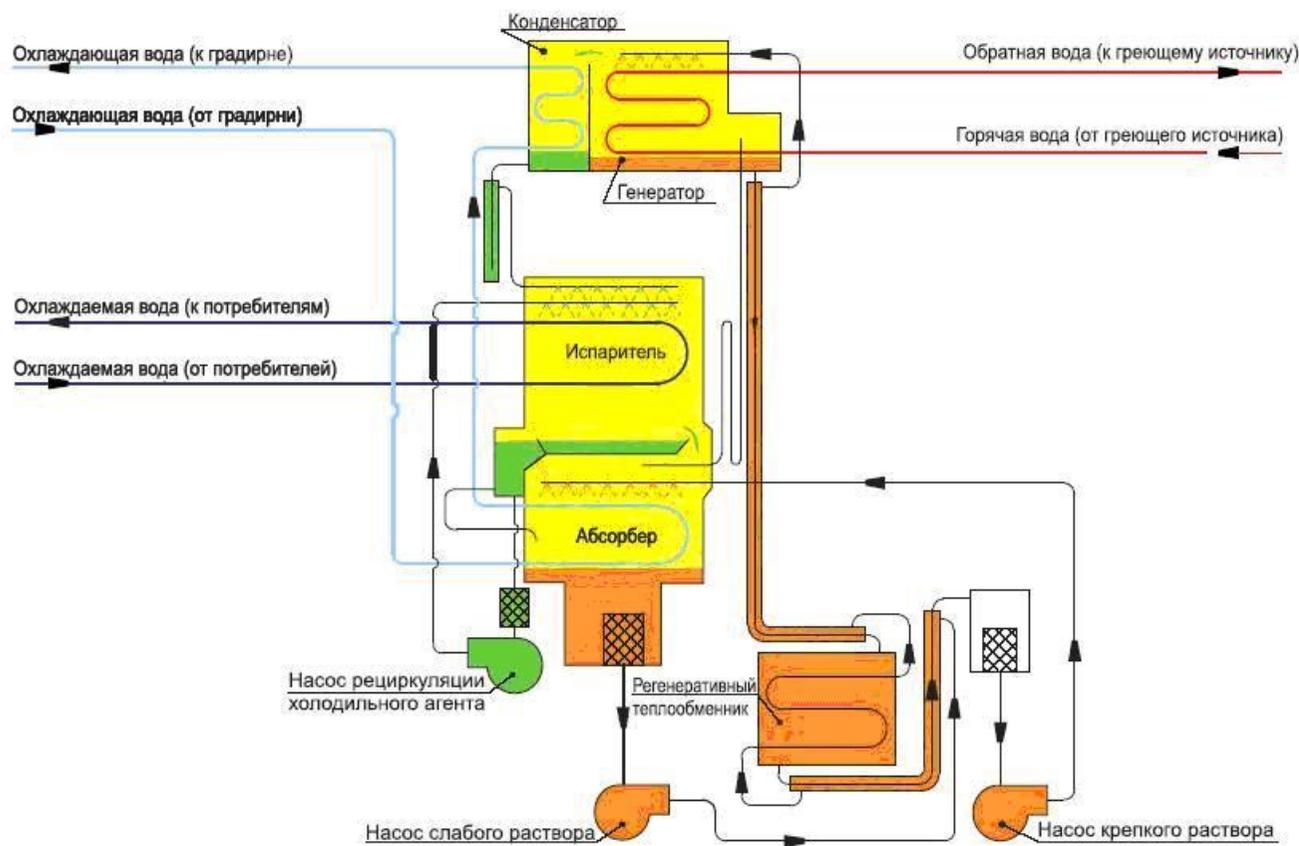
- ***греющий источник***, в качестве которого может быть использована:
  - горячая вода температурой более 85 °С,
  - пар давлением больше 0,1 МПа,
  - выхлопные газы температурой более 230 °С,
  - природный газ;
- ***охлажденная/охлаждаемая вода***: для АБХМ вода будет иметь режим температуры 7/12 °С, для АБТН – 30/40 °С, однако данные температуры могут быть и другие;
- ***охлаждающая*** (для АБХМ, стандартный режим температуры 28/33 °С) ***или нагреваемая вода*** (для АБТН, стандартный режим температуры 50/80 °С);

**АБХМ/АБТН состоит из теплообменников** (генератор, конденсатор, испаритель, абсорбер), в которых с одной стороны циркулирует раствор LiBr или вода (или пары воды) под вакуумом, с другой стороны циркулирует охлажденная (охлаждаемая) вода, охлаждающая вода и греющий источник, в данном случае горячая вода.

## АБСОРБЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. АБХМ

### Принцип работы АБХМ:

Подводимый греющий источник – горячая вода нагревает водный раствор LiBr в генераторе и генерирует из раствора пары воды, которые в свою очередь нагревают охлаждающую воду в конденсаторе холодильной машины и конденсируются до чистой воды. Полученная чистая вода далее поступает в испаритель (в состоянии высокого вакуума) и распыляется над медными трубами в испарителе, забирая теплоту от охлажденной воды, охлаждая ее до 7 °С.



Нагретая охлаждающая вода в конденсаторе в свою очередь поступает в градирню для сброса полученной теплоты, полученной в АБХМ. Пары воды из испарителя поступают в абсорбер, где поглощаются (абсорбируются) концентрированным раствором, поступающим из генератора. Полученный разбавленный раствор перекачивается обратно в генератор для подогрева, образуя цикл.

## ***АБСОРБЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. АБХМ***

Основные общие характеристики абсорбционной холодильной машины

- На горячей воде (модели BDH, BH);
- На паре (BDS, BS);
- На выхлопных газах (BDE, BE).

**Технологические характеристики АБХМ**

Вид теплоносителя	Горячая вода		Пар		Выхлопные газы	
	BDH	BH	BDS	BS	BDE	BE
Серия АБХМ	BDH	BH	BDS	BS	BDE	BE
Параметр	Температура, °С		Давление, МПа		Температура, °С	
Значение	80–120	140–200	≤ 0,2	0,3–0,9	230–350	≤ 400
Давление пара на входе, МПа	—	—	0,1	0,4	—	—
Температура конденсата, °С	—	—	95	95	—	—
Температура горячей воды на входе/выходе, °С	98/88	180/165	—	—	—	—
Температура выхлопных газов на входе/выходе, °С	—	—	—	—	300/130	500/160
Температура охлаждаемой воды входе/выходе, °С	7/14					
Температура охлаждающей воды на входе/выходе, °С	30/37					
Минимальная температура охлаждаемой воды на входе/выходе, °С	10/5					
Предел регулирования расхода охлаждаемой воды, %	50–120					
Предельно допустимое давление для охлаждаемой и охлаждающей воды, МПа	0,8					
Пределы регулирования нагрузки, %	5–115					
Номинальный холодильный коэффициент (COP)	0,75	1,41	0,75	1,5	0,79	1,41
Электропитание	3x380 В; 50 Гц					
Требования к машинному залу:						
- температура, °С	5–43					
- влажность, %	≤ 85					
Срок службы, лет	25					

## ***АБСОРБЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. АБХМ***

### ***Примеры использования АБХМ на предприятиях Республики Беларусь:***

- Охлаждение литейных машин. Захоложенная вода используется для охлаждения технологической воды, которая отводит тепло от литейных машин. Абсорбционная холодильная машина может использовать в качестве греющего источника поток сетевой воды внутреннего контура когенерационного комплекса или пар из котла-утилизатора КГУ.
- Для обеспечения температурного режима работы оборудования в помещениях подстанций щитов управления в цеху на металлургическом заводе. Греющим источником абсорбционных холодильных машин может служить горячая вода нагретая паром от котлов с котельной.
- Для кондиционирования производственных цехов по выпуску деликатесной красной рыбы и мороженого. Греющим источником для абсорбционной холодильной машины может служить горячая вода от КГУ.
- Для поддержания необходимого температурного режима в цехах завода по производству химических удобрений. Греющим источником горячей воды для большей эффективности предприятия может служить горячая вода и пар от КГУ.
- Для кондиционирования торгового центра, греющим источником АБХМ также может служить горячая вода от ГПА.
- Для технологических нужд на нефтеперерабатывающих предприятиях, греющим источником холодильной машины также может служить горячая вода с рубашки охлаждения газопоршневого двигателя.

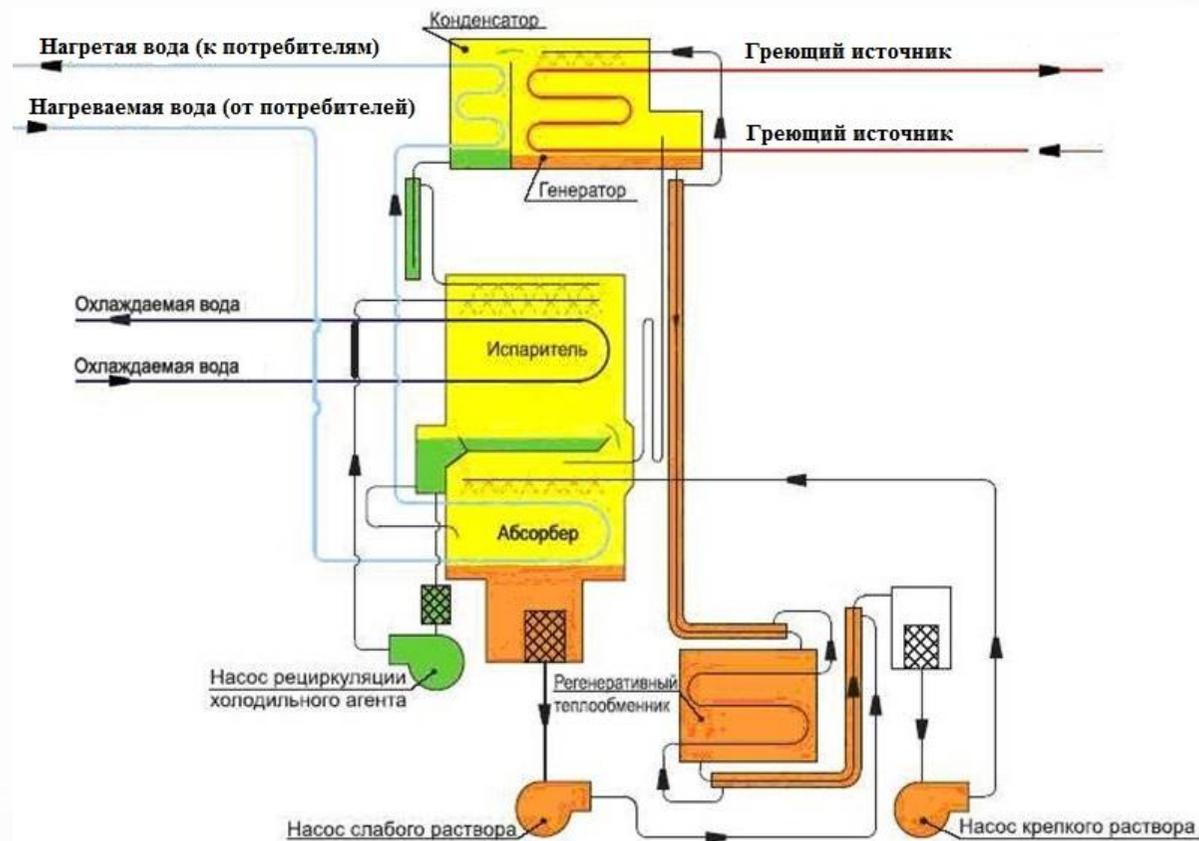
## АБСОРБИЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. АБТН

Конструктивно АБХМ и АБТН полностью идентичны, различие в оборудовании – это использование потоков воды различного потенциала (различной температуры).

### Принцип работы АБТН:

Подводимый греющий источник нагревает водный раствор LiBr в генераторе и генерирует из раствора пары воды, которые в свою очередь нагревают горячую воду до 80-85 °С в конденсаторе теплового насоса и конденсируются до чистой воды. Вода поступает в испаритель (в состоянии высокого вакуума) и распыляется над медными трубами в испарителе, забирая теплоту от низкопотенциального (низкотемпературного) источника.

Пары воды из испарителя поступают в абсорбер, где поглощаются (абсорбируются) концентрированным раствором, поступающим из генератора. Полученный неконцентрированный раствор перекачивается обратно в генератор для подогрева, образуя цикл.



## АБСОРБЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. АБТН

Использование абсорбционных тепловых насосов на предприятиях позволяет экономить им до 40 % топлива на нагрев горячей воды для нужд ГВС и отопления, за счет утилизации низкопотенциальной теплоты (НПТ), которая попросту выбрасывается в окружающую среду ввиду не возможности использования. Ниже на принципиальной схеме показан пример необходимых потоков для получения на выходе АБТН 100% горячей воды. НПТ и высокопотенциальная теплота (ВПТ) являются входящими потоками.

*Для получения 100 % горячей воды температурой до 90 °С для привода АБТН необходимо затратить только 60 % греющего источника (ВПТ).*



## ***АБСОРБЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. АБТН***

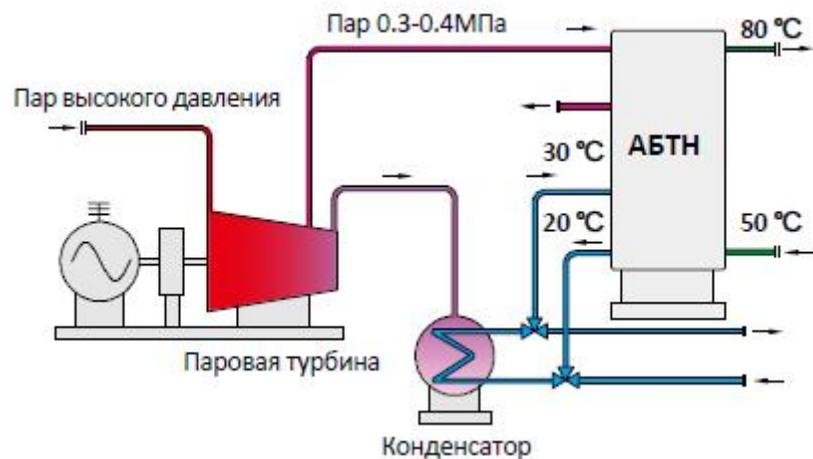
Основные технические характеристики АБТН на паре (серия BDS)

Модель	Мощность	Греющая вода		Низкотемпературный источник		Расход пара	Потребляемая электрическая мощность	Транспортный вес	Габариты (В×Ш×Д)
		м³/ч	кПа	м³/ч	кПа				
BDS	кВт	м³/ч	кПа	м³/ч	кПа	кг/ч	кВт	тонн	мм
20	282	8	50	10	50	250	1,7	3,5	2255×1060×2720
30	424	12	50	15	50	379	1,7	4,5	2255×1080×3580
50	706	20	50	25	50	632	1,7	6,5	2255×1140×4660
75	1059	30	50	37,5	50	946	3,3	8,5	2500×1280×5160
100	1412	40	50	50	50	1263	3,5	10,5	2500×1300×5160
125	1765	51	50	62,5	50	1580	3,5	12,5	2500×1350×6260
150	2118	61	60	75	60	1897	3,5	14	3100×1350×6260
200	2824	81	60	100	60	2527	6,4	20	3180×1830×6260
250	3531	101	70	125	70	3163	6,4	23,5	3180×1900×7360
300	4273	121	70	150	70	3852	6,4	28	3345×2100×7420
400	5649	162	70	200	70	5059	10,2	32	3600×2100×7450
500	7061	202	80	250	80	6325	12,3	40	3600×2100×9400
600	8473	243	80	300	80	7593	12,3	44	3730×2290×9575
800	11298	324	80	400	80	10 121	19,4	46	4100×2300×9600
1000	14122	405	80	500	80	12 657	19,4	53	4100×2300×11580
1200	16947	486	90	600	80	15 188	24,6	45 <sup>1</sup>	Уточняется при заказе
1600	22595	648	90	800	80	20 240	38,8	47 <sup>1</sup>	
2000	28244	810	90	1000	80	25 315	38,8	54 <sup>1</sup>	
2400	33893	971	90	1200	80	30 374	49,2	45 <sup>1</sup>	
3200	45191	1295	90	1600	80	40 481	77,6	47 <sup>1</sup>	
4000	56489	1619	90	2000	80	50 631	77,6	54 <sup>1</sup>	

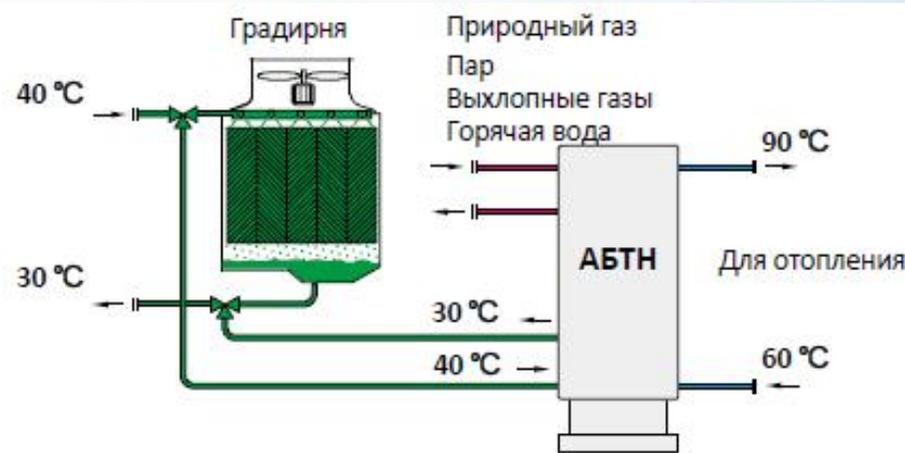
<sup>1</sup>Вес одной части

## ***АБСОРБИЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. АБТН***

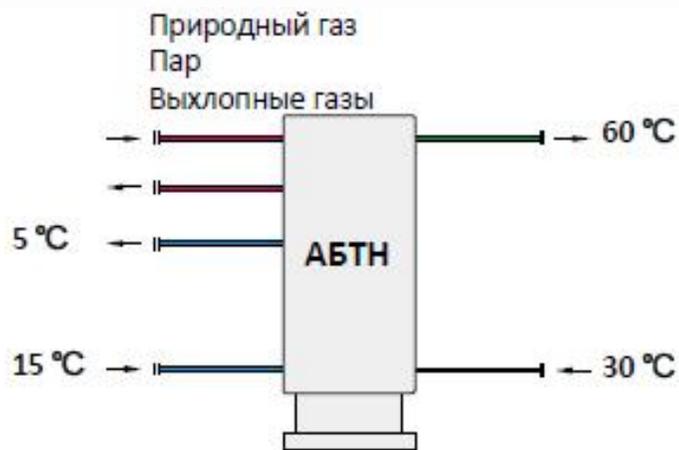
Некоторые варианты применения АБТН.



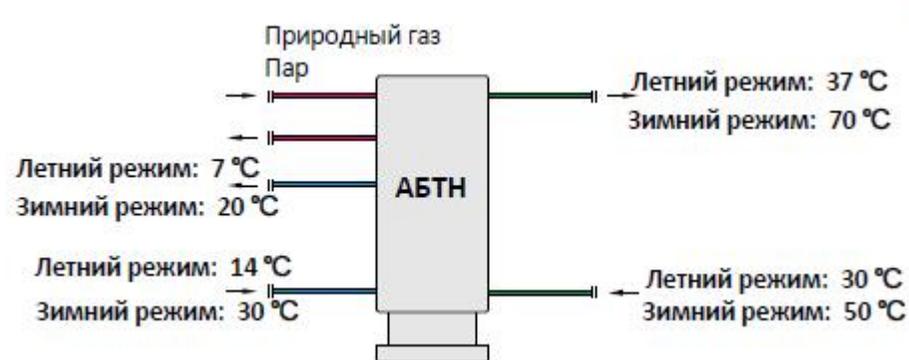
*Подключение АБТН к конденсатору турбины*



*Подключение АБТН к градирне*



*Использование одновременно в качестве АБТН и АБХМ*



*Использование по двойному назначению: зимой в качестве АБТН, летом в качестве АБХМ*