

**Российские абсорбционные
бромистолитиевые преобразователи
теплоты нового поколения –
практика и перспективы применения**

Докладчик: Горшков В.Г.

**ООО «ОКБ Теплосибмаш», Институт теплофизики СО РАН,
Главный специалист.**

Назначение АБПТ

Абсорбционные бромистолитиевые преобразователи теплоты предназначены для охлаждения до 6-15⁰С (АБХМ) и нагрева до 60-95⁰С (АБТН) воды

Охлажденная вода (среда),
6-15⁰С

Нагретая вода (среда),
60-95⁰С

**Абсорбционные
бромистолитиевые
холодильные машины
(АБХМ)**

**Абсорбционные
бромистолитиевые
тепловые насосы
(АБТН)**

в окр.
среду

Теплота сжигания
топлива или тепловая
энергия конденсации
водяного пара или
горячая вода

Теплота сжигания топлива
или тепловая энергия
конденсации водяного
пара с давлением не ниже
0,4 МПа (абс.)

Возобновляемая теплота
термальных вод либо
техногенная сбросная теплота
t = 25 – 50⁰С

АБТН на газовом топливе - перспективный вид энергосберегающей техники для теплоснабжения гражданских и промышленных объектов



Экономия на **40-53%**

потребления газового топлива

При наличии дешевых низкопотенциальных источников тепла с температурой 25°C- 40°C (сбросное тепло систем охлаждения, сточных вод, термальная вода и т.д.)



Возможна круглогодичная выработка воды с температурой 60°C для горячего водоснабжения и сезонная выработка горячей воды до 80°C для отопления (зимний период), и холодной воды с температурой 7°C -10°C для комфортного кондиционирования (летний период)

Тепловой коэффициент АБТН

одноступенчатые

до 1,7

двухступенчатые

до 2,2

Доля дешевой низкопотенциальной теплоты, утилизируемой в АБТН для выработки полезной теплоты

одноступенчатые

~ 40%

двухступенчатые

~ 53%

Производство АБПТ в мире

ОСНОВНЫЕ ФИРМЫ-ПРОИЗВОДИТЕЛИ

Sanyo

Hitachi

Ebara

York

Carrier

Tran

Broad

Shuang-liang

Century

LS AIR

Thermofrigo

Thermax

ЯПОНИЯ

США

КИТАЙ

Ю. КОРЕЯ

ИТАЛИЯ

ИНДИЯ

Ежегодное
производство
до 10 000 ед.

Таким образом, абсорбционные преобразователи теплоты (АБХМ, АБТН) – высокоэффективное энергосберегающее оборудование для тепло-хладоснабжения различных объектов коммунального хозяйства и промышленности, которые могут быть использованы как технические средства для утилизации вторичных энергоресурсов.

Наибольшего успеха в развитии АБТН добилась Япония. В 1979 году в Японии была принята национальная программа под названием «Лунный свет».

Уже в 1988 году на предприятиях Японии работало более 30 крупных абсорбционных бромистолитиевых теплонасосных установок.

Ряд крупных АБТН (тепловой мощностью от 5 до 25 МВт) японского производства еще в 90 г. 20 века было построено в Европе.

Еще в 2001 г. Генеральный директорат по энергетике Еврокомиссии в рамках программы по энергосбережению, в качестве лучшей практики, опубликовал рекомендации по внедрению в коммунальном хозяйстве и использованию в системах тригенерации абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин (European Commission Directorate-General for Energy Save II Programme. 47 12 75-d-sw-03). Работы по созданию и внедрению АБПТ включены в национальные программы по энергосбережению многих европейских стран.

Министерство энергетики США по программе повышения эффективности наиболее энергоёмких технологий, как решение, обеспечивающее высокий экономический эффект и быструю окупаемость капитальных вложений, пропагандирует замену электроприводных ХМ , во всех случаях, когда имеются источники теплоты, на абсорбционные преобразователи теплоты. (Industrial Technologies Program Energy Efficiency and Renewable Energy U.S. Department of Energy. DOE/GO-102001-1277// DOE/GO-102006-2259).

Институт теплофизики
СО РАН
г. Новосибирск


Санкт-Петербургский
государственный
университет
низкотемпературных и
пищевых технологий

ООО
«ОКБ Теплосибмаш»
г. Новосибирск




АБПТ нового поколения


научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы



исследования
термодинамических и
теплофизических свойств
растворов бромистого
лития в широком
диапазоне температур



теоретические и
экспериментальные
исследования
процессов тепло- и
массообмена в
аппаратах АБТТ



экспериментальные
исследования
коррозионной стойкости
различных материалов
в растворах бромистого
лития

В период с 2000 по 2011 г.г.
Институтом теплофизики СО РАН
совместно с
ООО «ОКБ Теплосибмаш»
разработано

35 моделей АБХМ

одноступенчатые:

греющая среда

АБХМ-П(В) ⇒ пар с давлением 0,15 МПа
⇒ горячая вода $t = 105^{\circ}\text{C}-115^{\circ}\text{C}$

АБХМ-Вн ⇒ горячая вода $t = 85^{\circ}\text{C}-95^{\circ}\text{C}$

двухступенчатые:

греющая среда

АБХМ-Т ⇒ газовое (жидкое) топливо

АБХМ2-П ⇒ пар с давлением 0,6-0,8 МПа

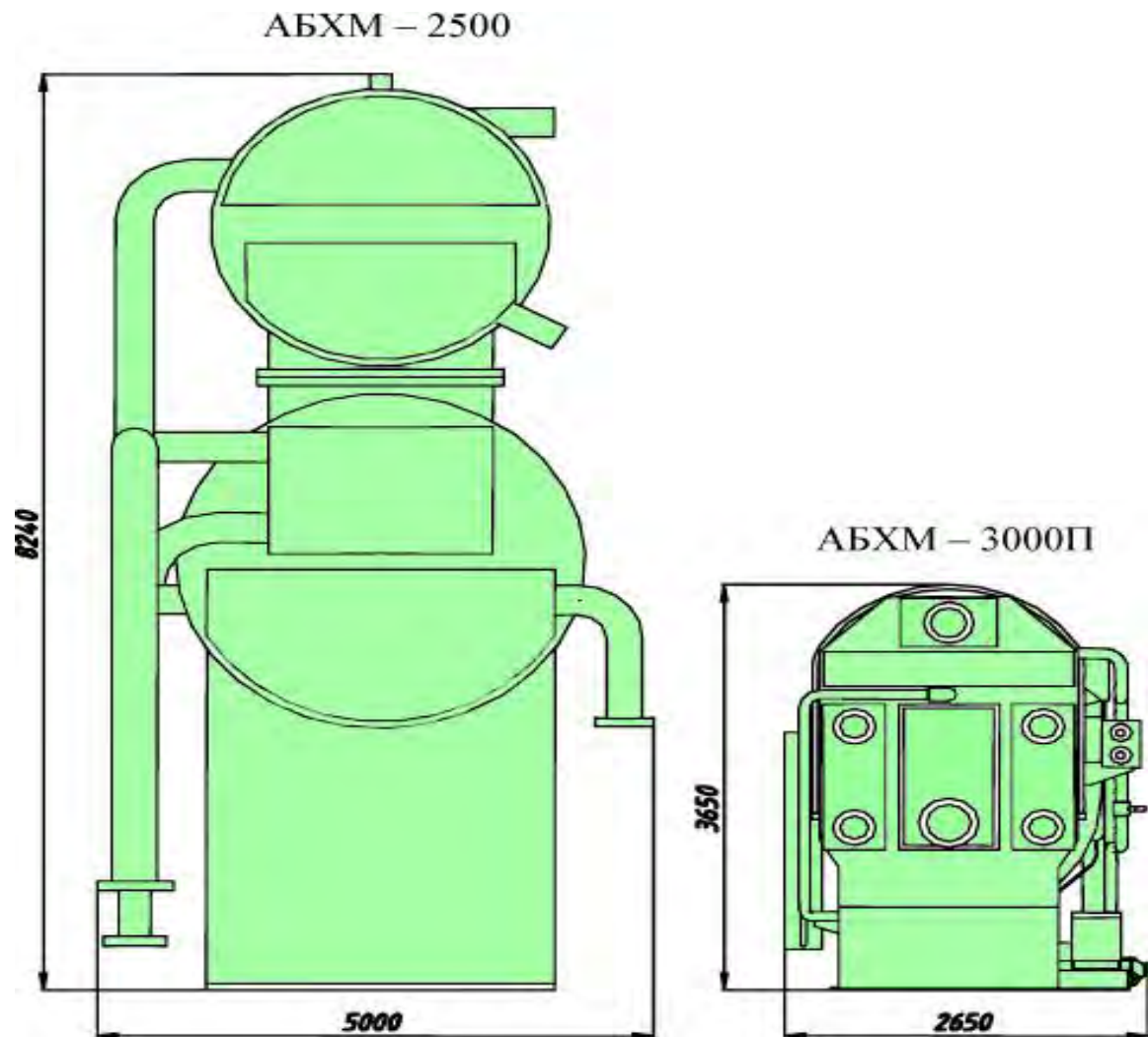
14 моделей понижающих АБТН нового поколения

греющая среда

АБТН-Т ⇒ газовое топливо

АБТН-П ⇒ водяной пар (с давлением
выше 0,4 МПа)

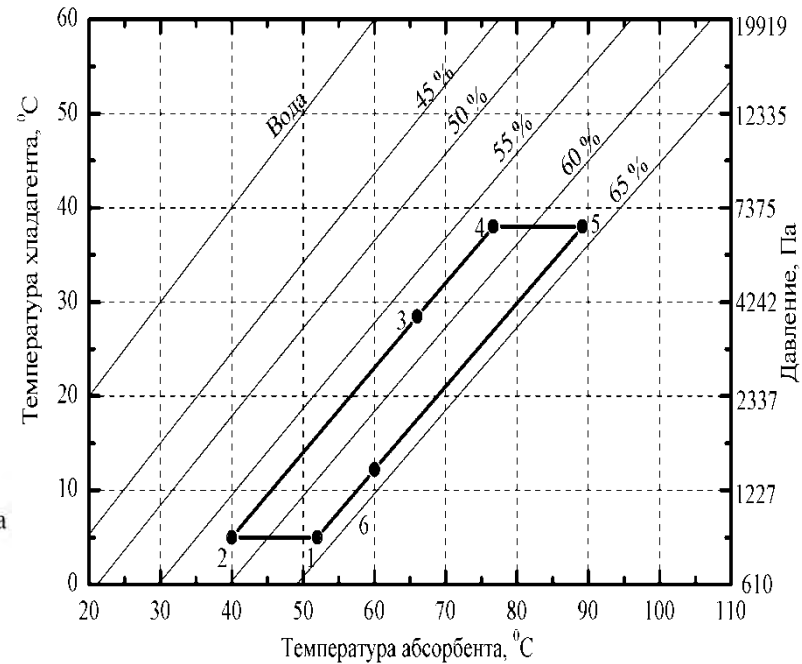
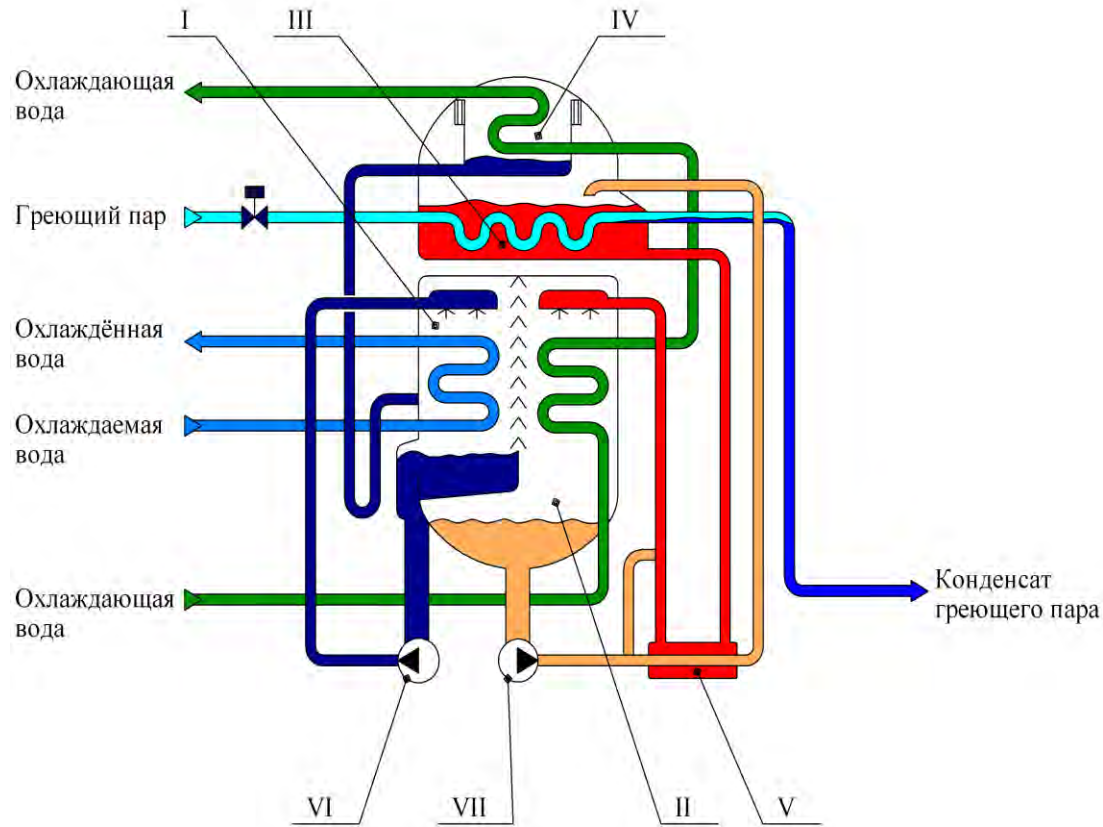
Сравнительные размеры АБХМ-2500 первого поколения и АБХМ-3000 нового поколения одинаковой холодильной мощности (3 МВт)



Общий сухой вес,
объем заправки
абсорбента в АБХМ
нового поколения
в **3 раза меньше**

Срок службы
в **3,5 раза выше**
(25 лет и 7 лет).

Принципиальная схема одноступенчатой абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины и процессы на P-t-ξ диаграмме водного раствора бромистого лития



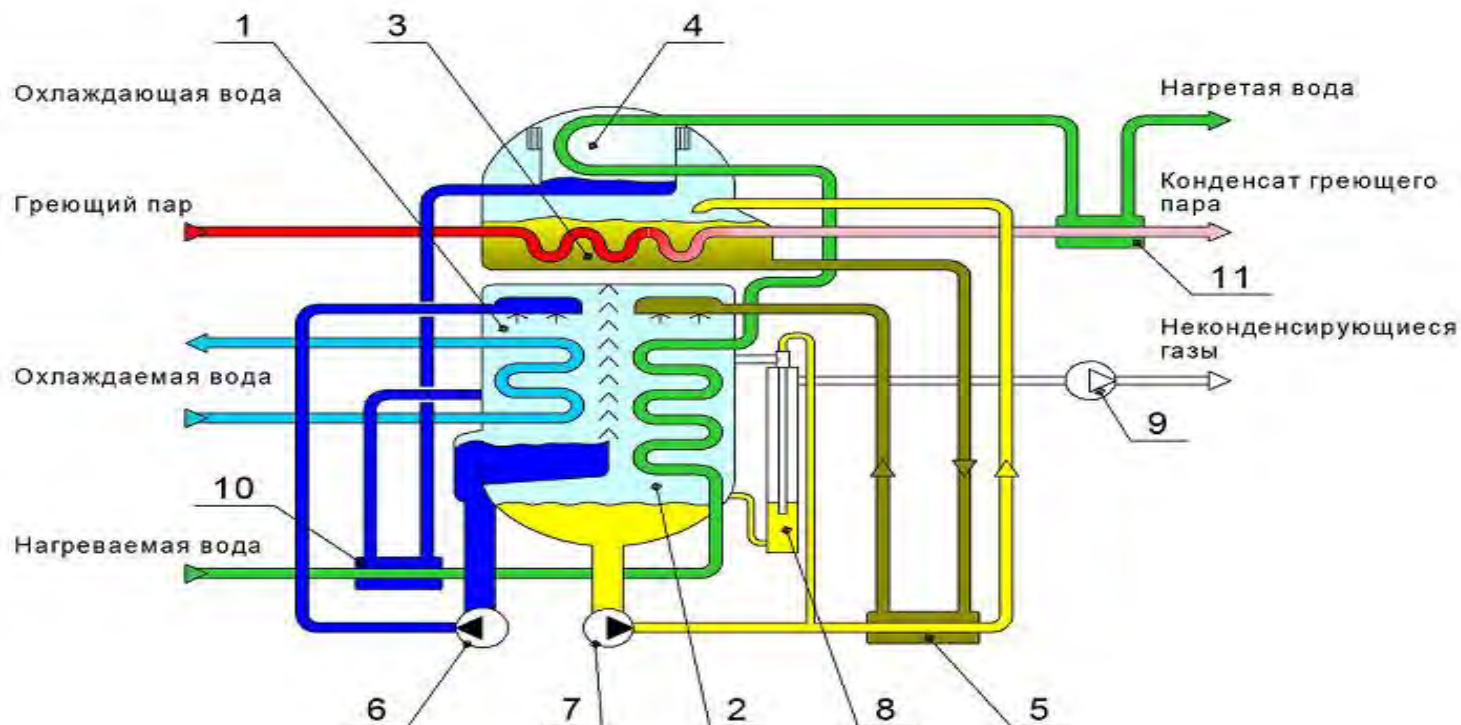
Условные обозначения:

I	испаритель
II	абсорбер
III	генератор
IV	конденсатор
V	рекуперативный теплообменник
VI	насос хладагента
VII	насос растворный

Условные обозначения:

1	начало абсорбции
2	выход слабого раствора из абсорбера
3	выход слабого раствора из теплообменника
4	начало кипения слабого раствора в генераторе
5	выход крепкого раствора из генератора
6	выход крепкого раствора из теплообменника

Принципиальная схема понижающего абсорбционного бромистолитиевого теплового насоса с паровым обогревом



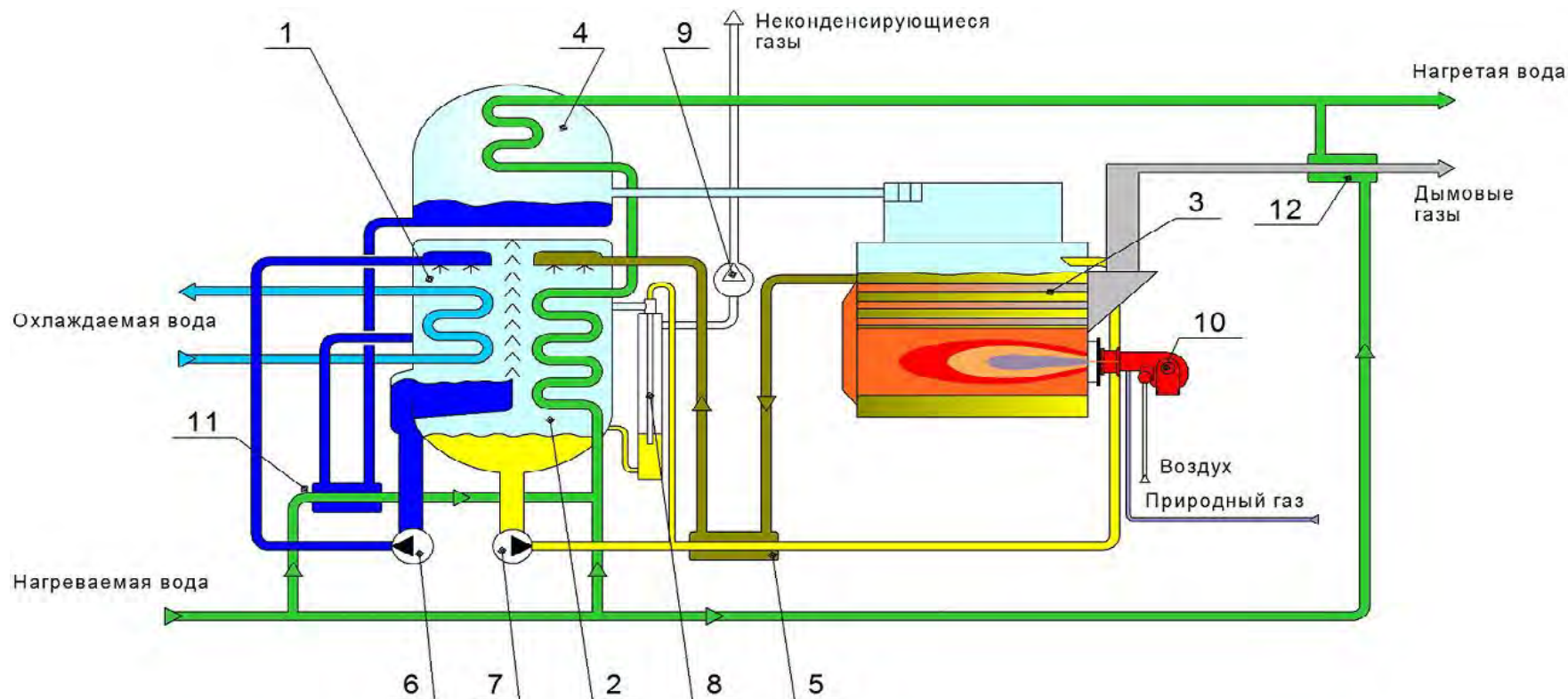
- 1 - испаритель
- 2 - абсорбер
- 3 - генератор
- 4 - конденсатор
- 5 - теплообменник
растворный
- 6 - насос хладагента

- 7 - насос растворный
- 8 - газоотделитель
- 9 - насос вакуумный
- 10 - охладитель конденсата
хладагента
- 11 - охладитель конденсата
греющего пара

- хладагент (вода)
- хладагент (пар)
- крепкий раствор LiBr
- слабый раствор LiBr

- охлаждаемая вода
- нагреваемая вода
- греющий пар
- неконденсирующиеся газы

Принципиальная схема понижающего абсорбционного бромистолитиевого теплового насоса с огневым обогревом



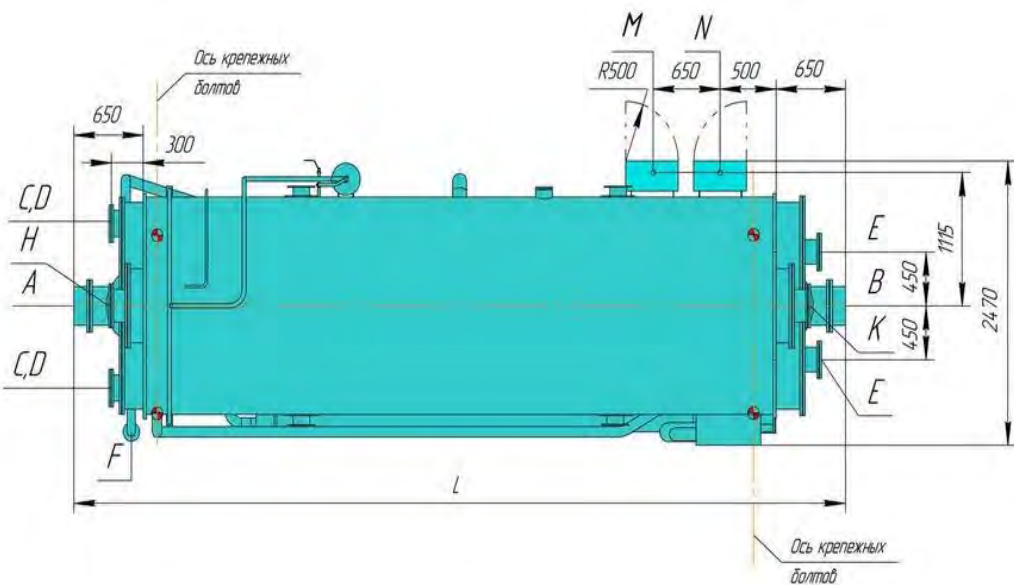
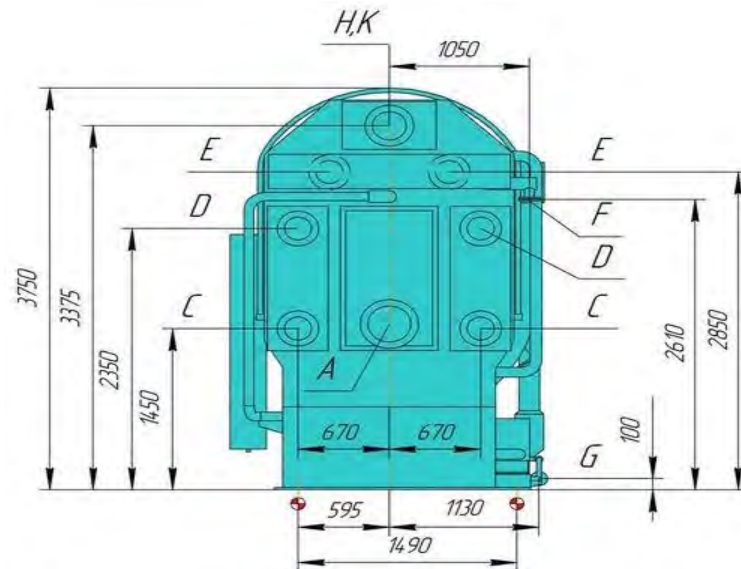
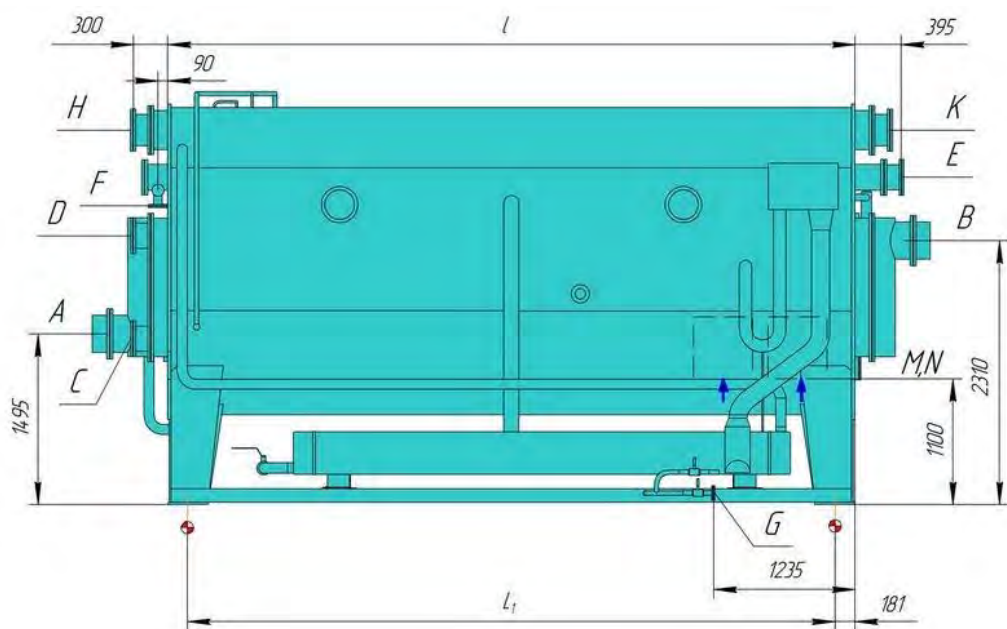
- 1 - испаритель
- 2 - абсорбер
- 3 - генератор
- 4 - конденсатор
- 5 - теплообменник
растворный
- 6 - насос хладагента

- 7 - насос растворный
- 8 - газоотделитель
- 9 - насос вакуумный
- 10 - горелка газовая
- 11 - охладитель конденсата
- 12 - теплоутилизатор дымовых
газов

- хладагент (вода)
- хладагент (пар)
- крепкий раствор LiBr
- слабый раствор LiBr

- охлаждаемая вода
- нагреваемая вода
- природный газ
- неконденсирующиеся
газы

Абсорбционные бромистолитиевые тепловые насосы с паровым обогревом АБТН-3000П-10, АБТН-4000П-10

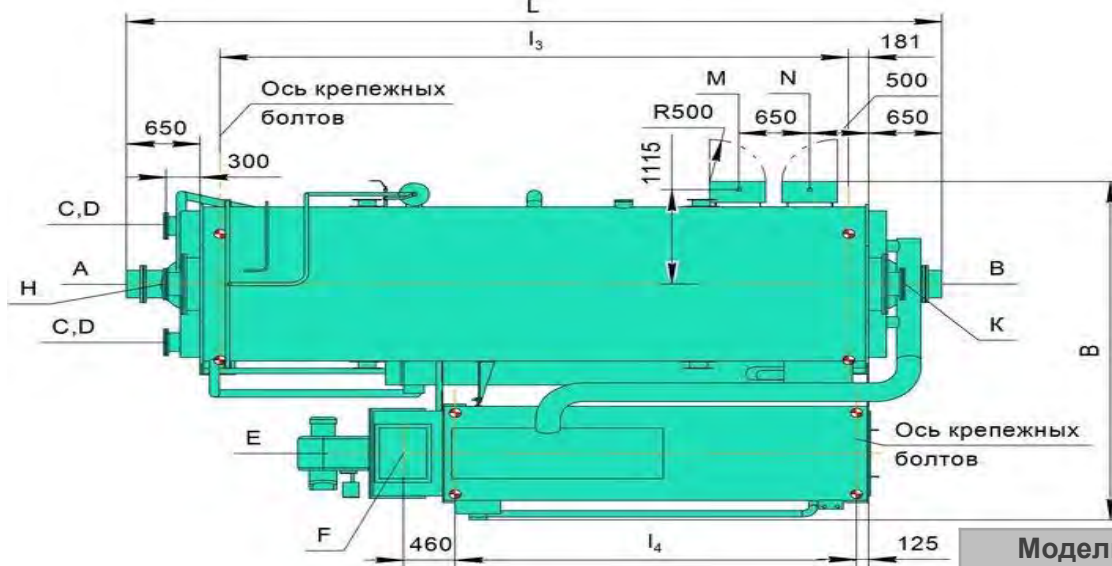
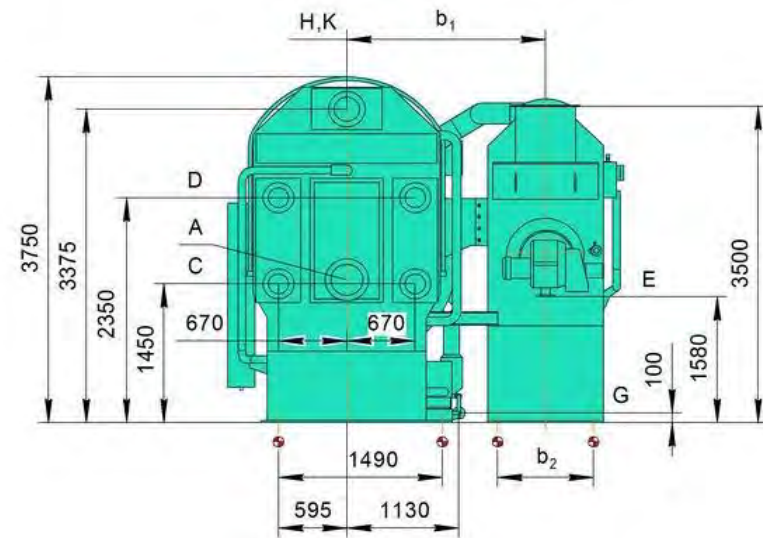
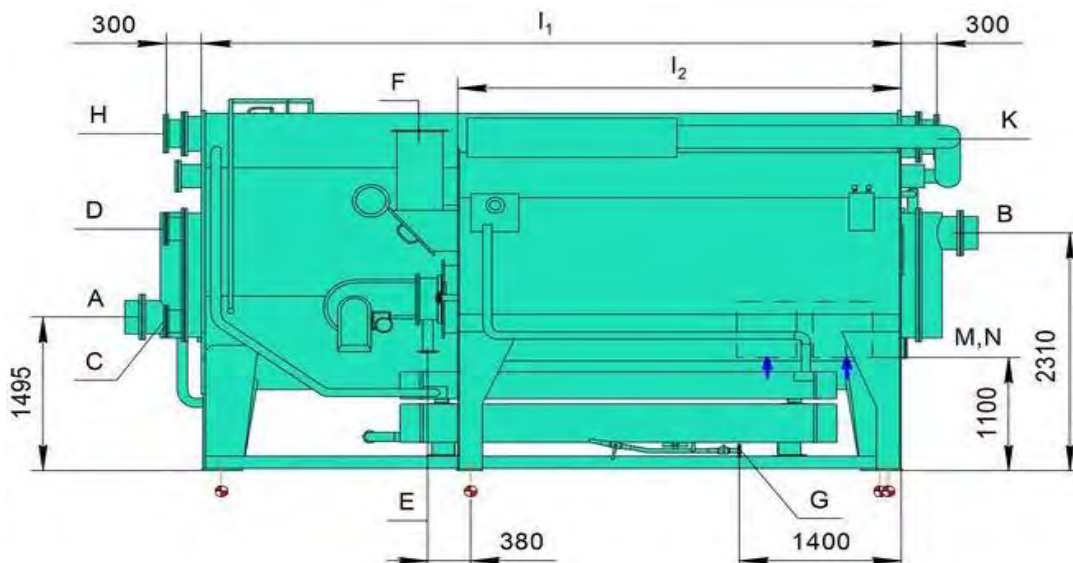


Условные обозначения:

A	вход охлаждаемой воды
B	выход охлажденной воды
C	вход охлаждающей воды в абсорбер
D	выход охлаждающей воды из абсорбера
E	вход греющего пара
F	выход конденсата
G	заправка и слив раствора
H	вход охлаждающей воды в конденсатор
K	выход охлаждающей воды из конденсатора
M	подключение к щиту КИПиА
N	подвод электропитания

Модель	l	L	L ₁
АБТН-3000П-10	6 000	7 300	5 630
АБТН-4000П-10	8 000	9 300	7 630

Абсорбционные бромистолитиевые тепловые насосы с огневым обогревом АБТН-3000Т-10, АБТН-4000Т-10

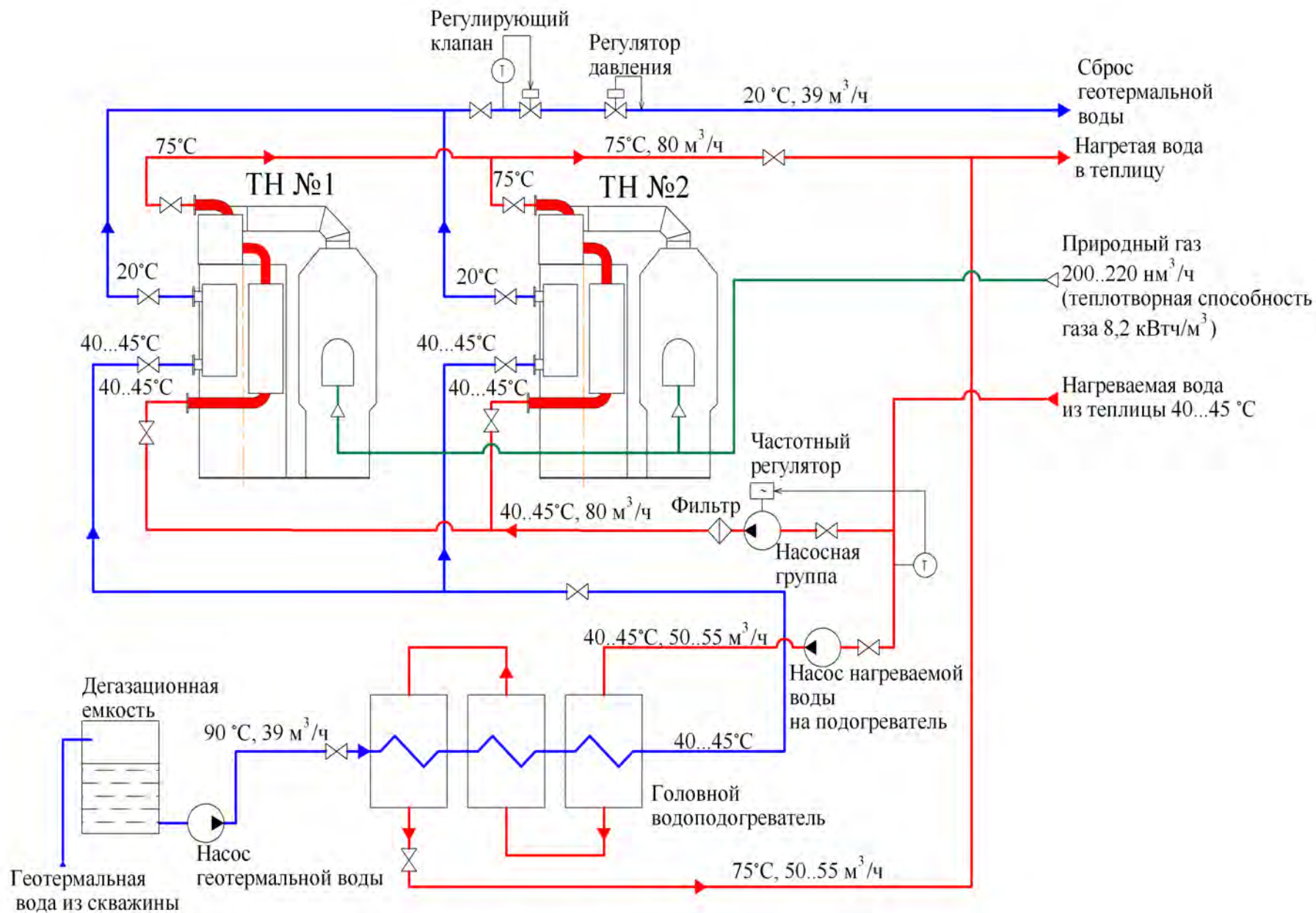


Условные обозначения:

A	вход охлаждаемой воды
B	выход охлажденной воды
C	вход охлаждающей воды в абсорбер
D	выход охлаждающей воды из абсорбера
E	Подвод природного газа
F	выход дымовых газов
G	заправка и слив раствора
H	вход охлаждающей воды в конденсатор
K	выход охлаждающей воды из конденсатора
M	подключение к щиту КИПиА
N	подвод электропитания

Модель	I_1	I_2	I_3	I_4	L	b_1	b_2	B
АБТН-3000Т-10	6 000	3 800	5 630	3 550	7 300	2 000	960	4 100
АБТН-4000Т-10	8 000	4 200	7 630	3 950	9 300	2 100	1 060	4 300

Принципиальная схема теплоснабжения тепличного комплекса ООО «Юг-Агро» в станице Ярославская (Краснодарский край)



**АБТН-600Т тепловой мощностью по 1 750 кВт (2 шт.)
в тепличном комплексе ООО «Юг-Агро»
(ст. Ярославская, Краснодарский край)**



Области применения АБПТ

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ



НЕФТЕХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ



АТОМНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ



ТЕПЛИЧНОЕ ХОЗЯЙСТВО



ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ТЭК

ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДАНИЕ



АПК

Автономные



ЖКУХ

ТОРГОВЫЙ ЦЕНТР

СИСТЕМА ЭНЕРГОИСТОЧНИКИ ТРИГЕНЕРАЦИИ

Типовая схема тригенерации с использованием абсорбционного чиллера на сбросной горячей воде серии TSA-LE



ГОРОДСКОЙ КВАРТАЛ



КОТТЕДЖНЫЙ ПОСЁЛОК



введенные ранее или вводимые в эксплуатацию в 2013 г.

Наименование объекта	Мощность, кВт		Тип машин	Режим работы	Год ввода в эксплуатацию
	Холодильная	Тепловая			
ОАО «Уфхимпром», г.Уфа. Холодильная установка для охлаждения технологических сред в производстве дифенилпропанола.	4500	-	АБХМ2-1500П- 2шт. АБХМ-1500П- 1шт.	Непрерывный, круглогодичный	2002г. 2004г.
ОАО «Тулачермет», г. Тула. Холодильная установка для охлаждения электролита в производстве хрома высокой чистоты.	3500	-	АБХМ-1500П- 2шт.	Непрерывный, круглогодичный	2004г.
ООО «Сельхозпроминвест», Краснодарский край, ст. Ярославская. Теплонасосная установка для отопления тепличного комплекса	-	3450	АБТН-600Т – 2шт.	Непрерывный, сезонный	2005г.
ОАО «Казаньоргсинтез»,г. Казань Холодильная установка для охлаждения в производстве полиэтилена высокого давления.	1750	-	АБХМ-1500П	Непрерывный, круглогодичный	2007г.
ОАО «Томскнефтехим», г. Томск. Холодильная установка для охлаждения в производстве полиэтилена.	3000	-	АБХМ-3000П.	Непрерывный, круглогодичный	2007г.
ООО «Сельхозпроминвест», Краснодарский край, ст. Ярославская. Холодильная установка в системе тригенерации для охлаждения технологических растворов и кондиционирования мащзала.	1000	-	АБХМ-1000Вн	Непрерывный, сезонный	2008г.

введенные ранее или вводимые в эксплуатацию в 2013 г.

Наименование объекта	Мощность, кВт		Тип машин	Режим работы	Год ввода в эксплуатацию
	Холодильная	Тепловая			
ФКП «Анозит» Новосибирская обл, г. Куйбышев. Холодильная установка для охлаждения технологического оборудования синтеза продукта.	3000	-	АБХМ-3000П	Непрерывный сезонный	2008г.
ЗАО «РусьСпецСтрой М», г. Москва. Холодильная установка для кондиционирования помещений.	2500	-	АБХМ-3000В	Сезонный	2009г.
Калининская АЭС г. Удомля, Тверская область. Холодильная установка для системы кондиционирования воздуха и охлаждения технологического оборудования четвёртого энергблока.	6000	-	АБХМ2-3000П - 2 шт.	Непрерывный сезонный	Май 2013г.
ООО «Карачинский источник», Новосибирская область, п. Карачи Холодильная установка для охлаждения минеральной воды перед ее сатурацией.	3000	-	АБХМ-1500Тс – 2 шт.	Непрерывный, круглогодичный	2010г.
КООАО «Азот», г. Кемерово Холодильная машина для охлаждения воды и других жидких сред в технологическом процессе производства капролактама.	2100	-	АБХМ-2000П	Непрерывный, круглогодичный	2012
ОАО «Невинномысский Азот» Холодильная машина для охлаждения 20% водного раствора метанола.	1500	-	АБХМ-1500П	Непрерывный, круглогодичный	Введен в 2013
Астраханская ТЭЦ 2. Охлаждение энергооборудования с утилизацией теплоты.	2200	5500	АБХМ-2000П	Круглогодичный	2013

Холодильная машина АБХМ-1000Вн в системе тригенерации
на объекте ООО «Юг-Агро» (ст. Ярославская, Краснодарский край)



21 АБХМ-1500Т с огневым обогревом, холодильной мощностью по 1500 кВт (2 шт.) на Карачинском заводе минеральных вод (пос. Карачи, Новосибирская обл.)



Абсорбционные бромистолитиевые тепловые насосы (понижающие)

Тепловые насосы, тип	Тепловая мощность/ утилизируемая теплота, кВт	Расход тепла: пара, кг/ч; природного газа, нм ³ /ч	Расход воды, нагреваемой/ охлаждаемой, м ³ /ч	Установленная электр. мощность , кВт	Габариты: длина- ширина- высота, м	Масса сухая, т
Тепловые насосы с паровым обогревом						
АБТН-400П	1 030/400	956	30/69	2,5	3,7-1,65-3,02	5,7
АБТН-600П	1 700/660	1 576	49/114	3,5	4,7-1,65-3,02	7,7
АБТН-1000П	2 960/1 150	2 750	85/200	4,5	4,8-1,93-3,14	10,7
АБТН-1500П	4 500/1 750	4 180	130/301	5,1	4,9-2,22-3,36	15,7
АБТН-2000П	5 660/2 200	5 255	162/378	6,1	6,0-2,22-3,36	16,5
АБТН-3000П	7 720/3 000	7 165	222/516	8,6	7,3-2,47-3,75	23,2
АБТН-4000П	10 290/4 000	9 554	295/688	12,7	9,3-2,47-3,75	30,9
Тепловые насосы с огневым обогревом						
АБТН-400Т	1 020/400	63,5	29/69	4,7	3,7-2,73-2,9	6,8
АБТН-600Т	1 685/660	105	45/114	5,8	4,7-2,73-2,9	10,2
АБТН-1000Т	2 930/1 150	182	79/200	6,8	4,85-3,1-2,9	13,3
АБТН-1500Т	4 460/1 750	277	120/301	10,7	4,9-3,25-3,0	20,9
АБТН-2000Т	5 605/2 200	348	151/378	11,5	6,0-3,6-3,15	22,0
АБТН-3000Т	7 645/3 000	475	206/516	20,5	7,3-4,1-3,3	30,2
АБТН-4000Т	10 200/4 000	633	275/688	25,2	9,3-4,3-3,3	38,0

Характеристики установленных АБПТ

ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА
СООТВЕТСТВУЮТ МИРОВОМУ УРОВНЮ

автоматическая система управления и контроля

локальный контроллер позволяет регистрировать и архивировать рабочие параметры

**вывод показателей в диспетчерский пункт
(параметров работы машин)**

**возможность задавать параметры и управлять
работой машин из диспетчерского пункта**

функции системы автоматики

регулирование тепловой мощности в диапазоне 20-110%

защита оборудования во внештатных ситуациях

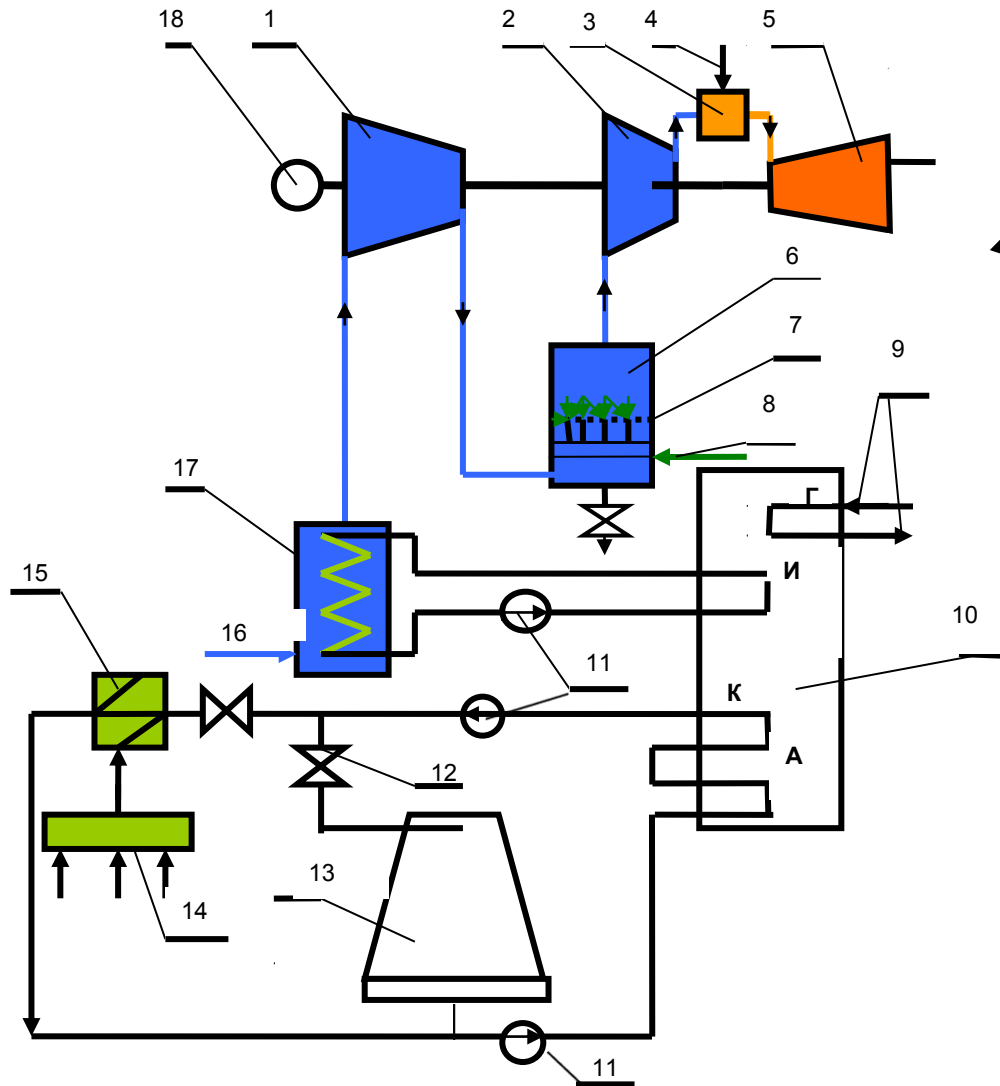
диагностика режимов работы и состояния оборудования

измерение и регистрация значений технологических параметров

передача данных о работе машины в режиме online в систему мониторинга разработчика и дистанционного управления работой (по запросу заказчика)

- ▶ Теплообменные трубы в аппаратах машин выполняются из нержавеющей стали
- ▶ Материал корпуса – качественная углеродистая сталь
- ▶ Комплектующие изделия лучших производителей России и признанных в мире торговых марок

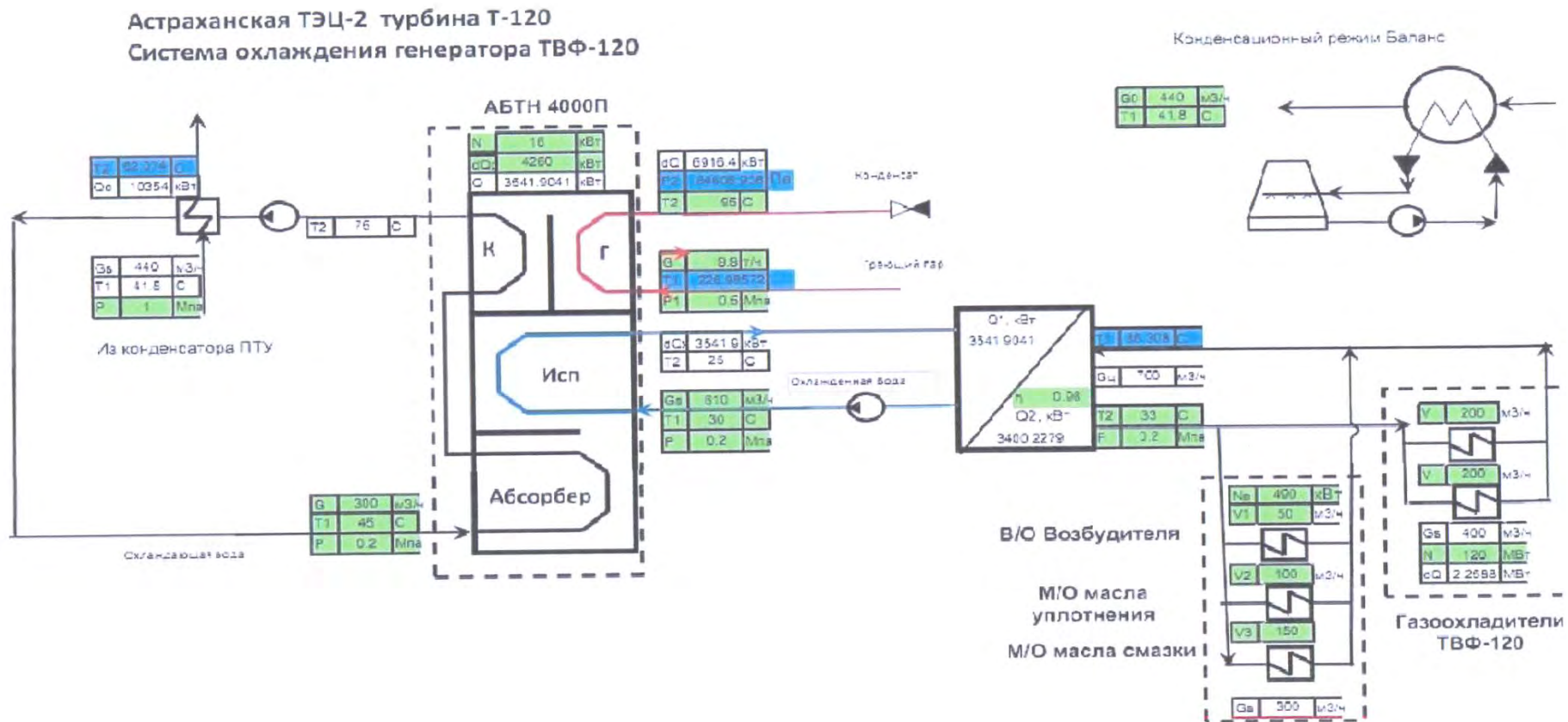




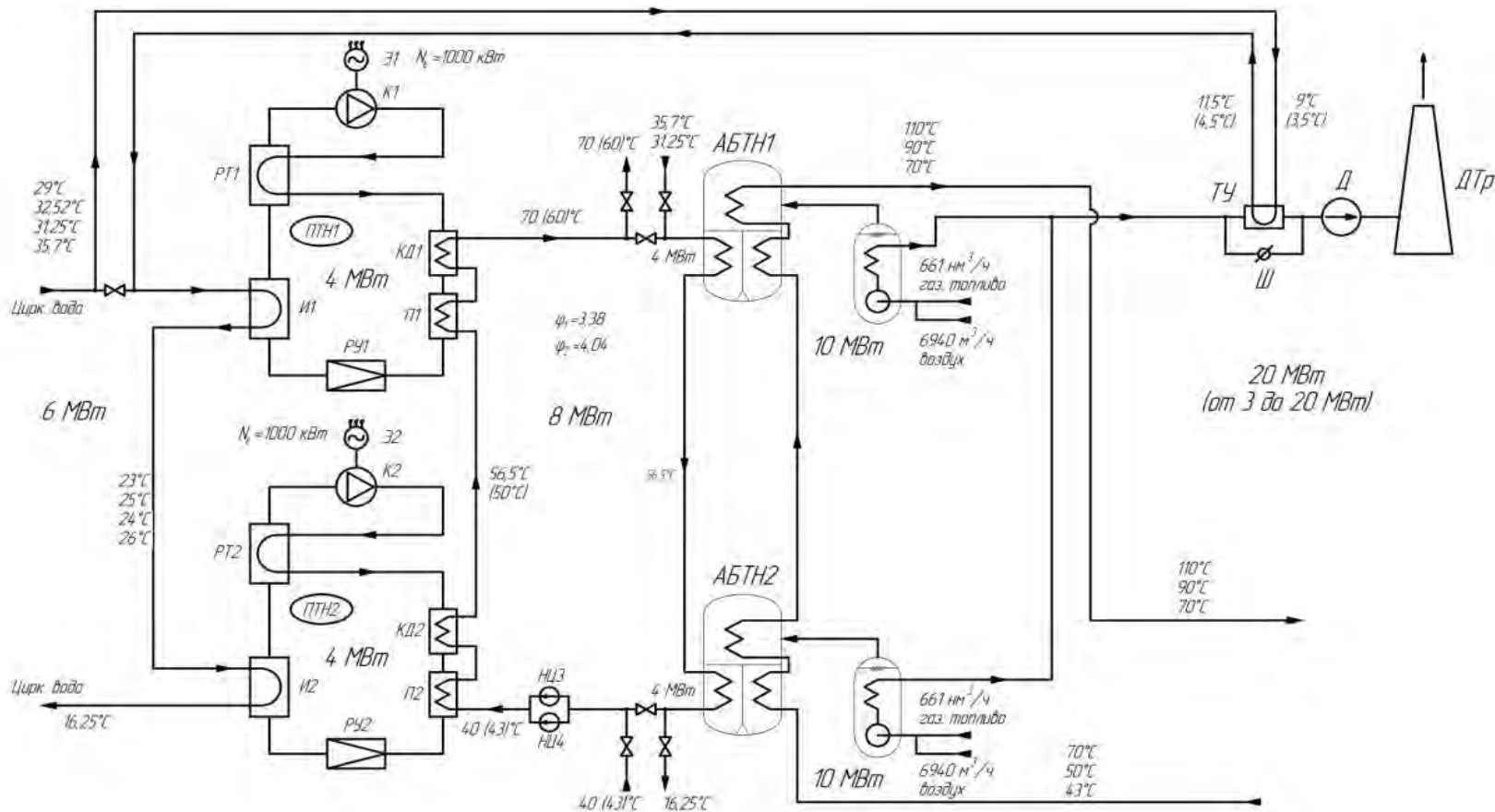
Условные обозначения:

А	абсорбер
К	конденсатор
И	испаритель
Г	генератор
1	компрессор низкого давления
2	компрессор высокого давления
3	камера сгорания
4	подвод газа к камере сгорания
5	газовая турбина
6	охладитель воздуха контактный
7	форсунки
8	подвод воды
9	греющая вода от КУ
10	АБХМ
11	циркуляционные насосы
12	запорный клапан
13	градирня
14	нагреваемая вода
15	теплообменник
16	охлаждаемый воздух
17	охладитель воздуха
18	электрогенератор

Принципиальная схема искусственного охлаждения элементов турбогенератора с помощью АБХМ-2000П с одновременной утилизацией отводимой теплоты



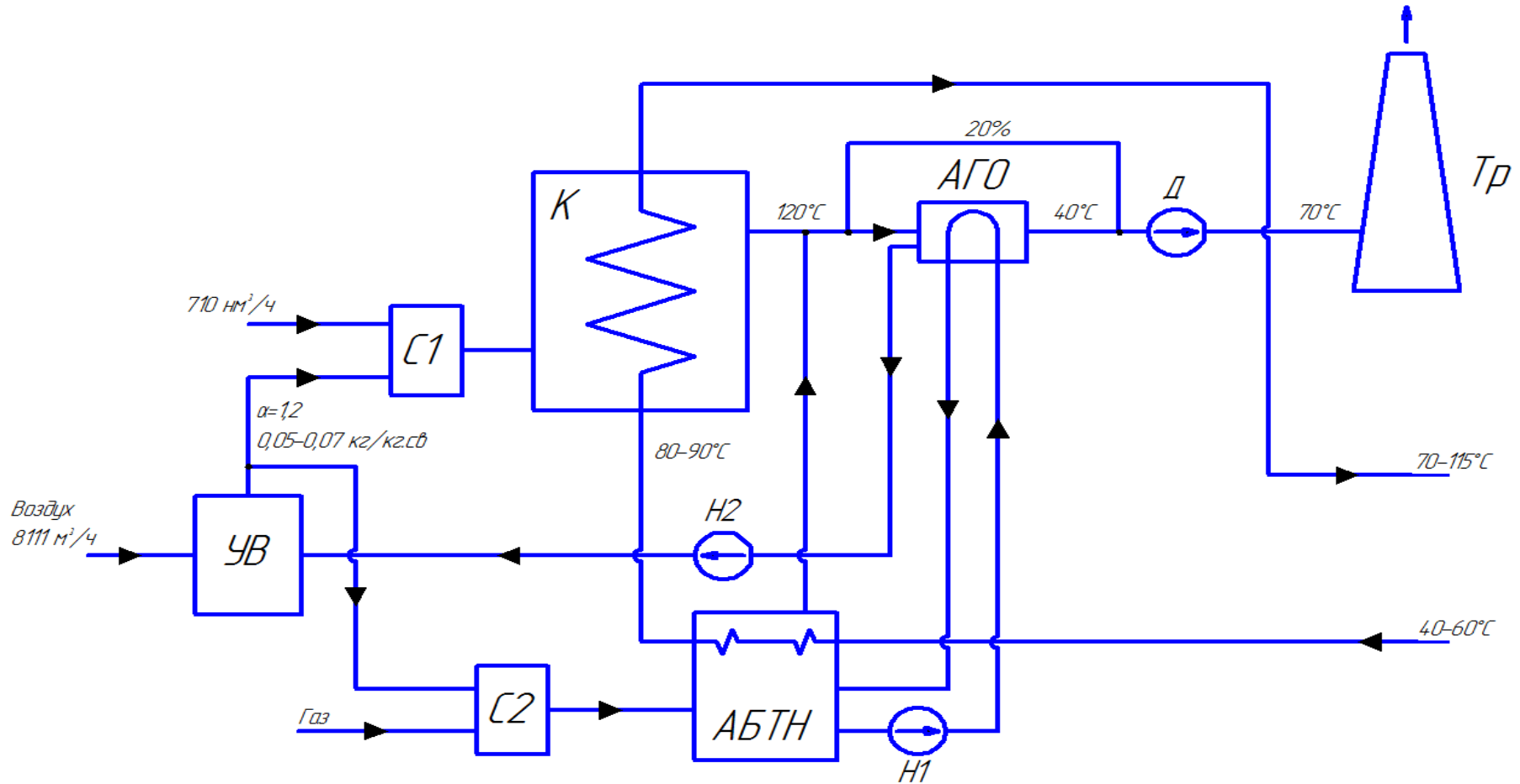
Принципиальная схема теплонасосного модуля для утилизации низкотемпературной теплоты циркуляционной воды ПГУ



Условные обозначения:

ПТН1, ПТН2	парокомпрессорные тепловые насосы	НЦ1-НЦ4	насосы циркуляционные
К1.31, К2.32	компрессоры с приводами	АБТН-1, АБТН-2	абсорбционные бромистолитиевые тепловые насосы
И1, И2	испарители	ТУ	теплообменник для глубокой утилизации продуктов сжигания
РТ1, РТ2	регенеративные теплообменники	Ш	шибер
КД1, КД2	конденсаторы	Д	дымосос
П1, П2	переохладители	ДТр	дымовая труба
РУ1, РУ2	регулирующие устройства		

Принципиальная схема котельной установки с глубокой утилизацией теплоты сжигания топлива с помощью АБТН



Условные обозначения:

К	котел ДЕ-10/14 ГМ	С1	смеситель котла
АГО	аппарат глубокого охлаждения продуктов сжигания	С2	смеситель газ-воздух АБТН
Тр	труба дымовая	Д	дымосос
УВ	увлажнитель воздуха	Н1	циркуляционный насос хладоносителя
АБТН	абсорбционный бромистолитиевый тепловой насос	Н2	насос конденсатный

Перспективы развития АБТТ

СПРОС БУДЕТ РАСТИ

Основные
факторы роста

высокие потребительские качества

Экологическая чистота

Минимальное потребление дорогостоящей электроэнергии

Низкий уровень шума при работе

Длительный срок службы (25-30 лет)

Исключение возможности попадания рабочего вещества и абсорбента во внешние теплоносители (все процессы протекают под вакуумом)

Отсутствие динамических нагрузок – возможность расположения на любом этаже здания

Отсутствие влияния на озоновый слой атмосферы и значительно меньшее влияние на создание парникового эффекта по сравнению с парокомпрессорными хладоновыми машинами (рабочее вещество - вода, абсорбент-водный раствор соли бромид лития (нетоксичный, пожаровзрывобезопасный))

высокие цены на электрическую энергию

Япония, Ю.Корея - доля АБТТ составляет 70%,

Китай, Канада – 50%,

США, Германия, Испания, Франция – 30%

Россия – около 2% и растет с каждым годом

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!