

Абсорбционные тепловые насосы в энергетике и промышленности

Романюк Владимир Никанорович, докт. техн.
наук, проф. БНТУ, РУП «БЕЛТЭИ»

+375 (29) 7711699; (44) 7459630

e-mail: rvn_bntu@mail.ru

План доклада

1. Часть 1

Краткое пояснение абсорбционных машин и принципиальное их отличие от компрессионных машин

2. Часть 2

Применение абсорбционных машин

$Q_{\text{утилиз}} + W_{\text{привод}} = Q_{\text{полезн}}$. Для передачи теплоты $Q_{\text{утилиз}}$ от холодной системы к более горячей системе $Q_{\text{полезн}}$ требуются затраты энергии. На привод $W_{\text{привод}}$ в компрессионных машинах потребляется дорогая энергия механическая $L_{\text{привода}}$, в абсорбционных – дешевая тепловая $Q_{\text{привода}}$, т.е. они являются теплоиспользующими установками. **В этом определяющее отличие абсорбционных установок от компрессионных**

Для холодильной машины

$t_{\text{ги}} = t_{\text{окружающей среды}}$,

для теплового насоса

$t_{\text{хи}} = t_{\text{окружающей среды}}$ –

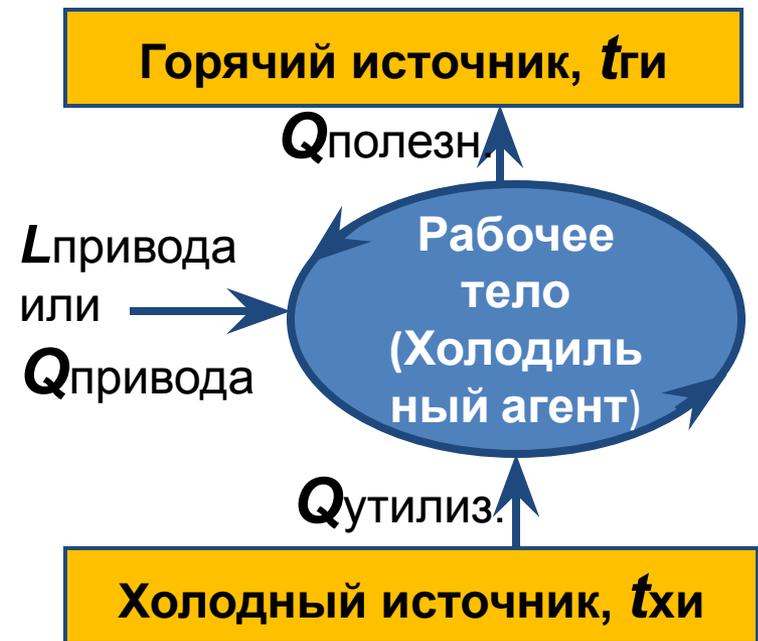
отопительный насос,

$t_{\text{хи}} > t_{\text{окружающей среды}}$ –

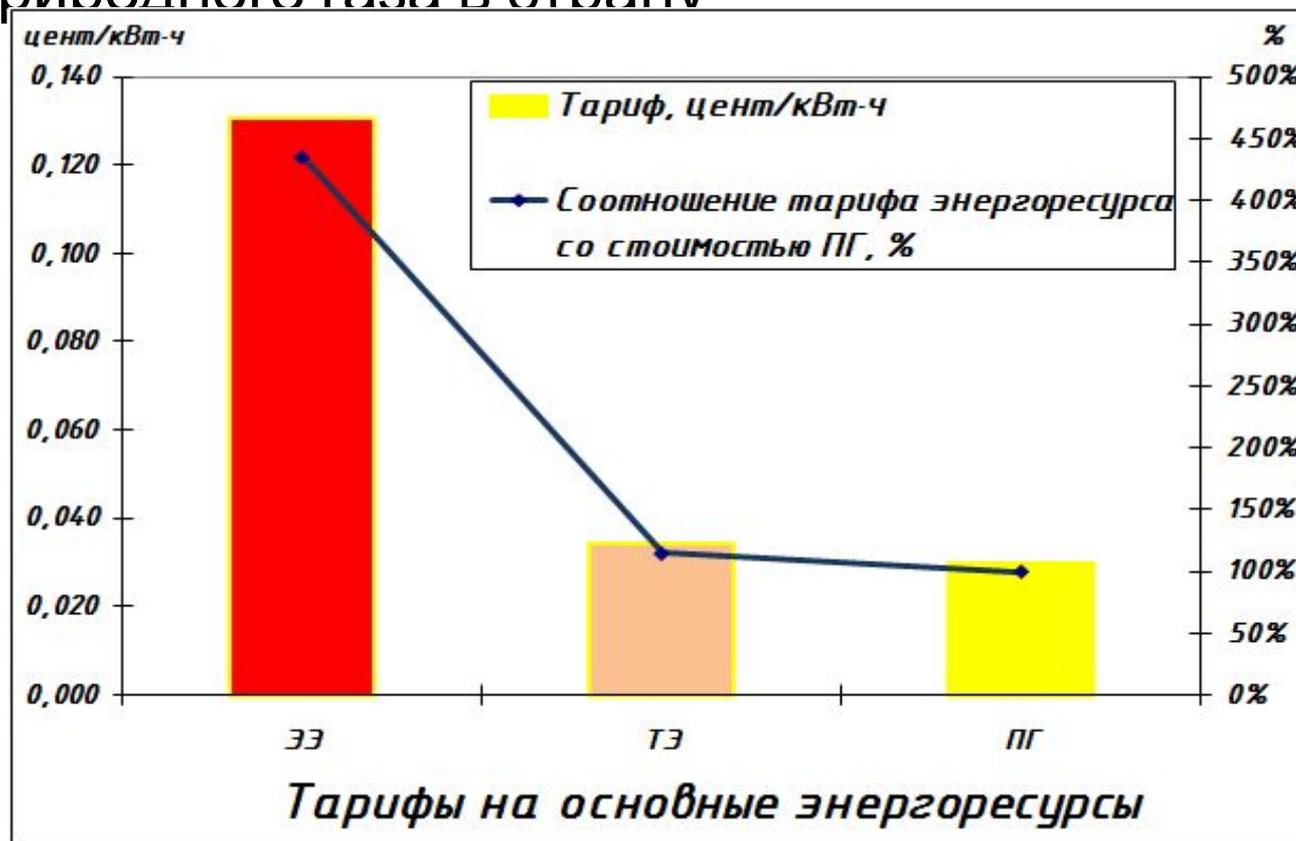
утилизационный насос.

$L_{\text{привода}}$ – компрессионная машина,

$Q_{\text{привода}}$ – абсорбционная машина.



И меньшая энергетическая эффективность, и на 20 % большая стоимость АБТН по отношению к ПКТН финансово перекрывается разницей в стоимости ЭЭ, ТЭ и ПГ, а также сроком эксплуатации. Та же ситуация имеет место и по отношению к топливу, импортируемому для генерации указанных энергоресурсов, поскольку ЭЭ генерируется на КЭС и использование АБТН обеспечивает снижение импорта природного газа в страну

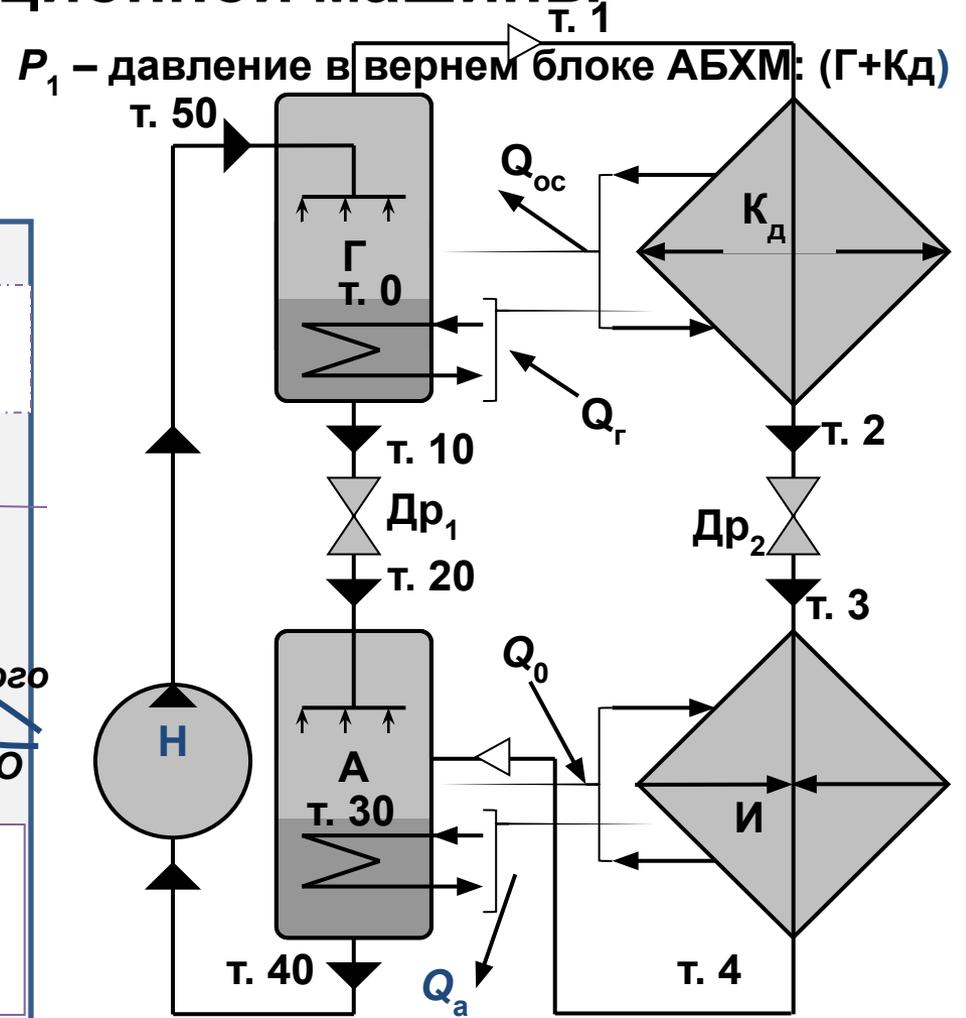
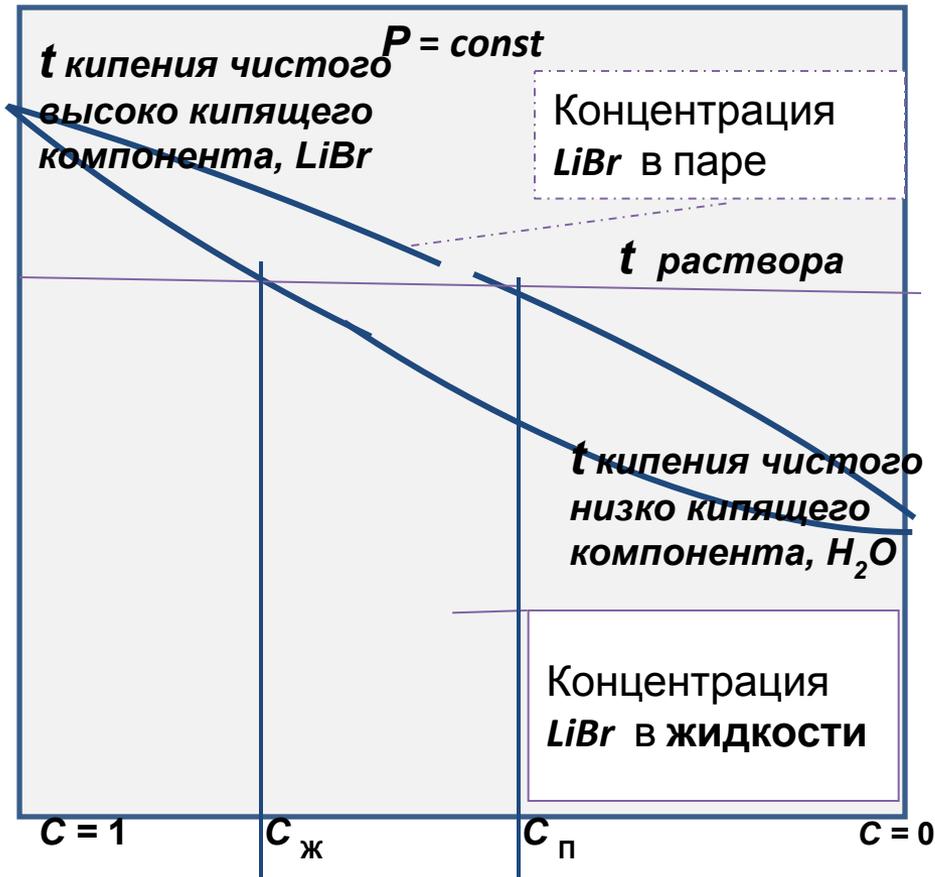


АБТН
потребляет
ТЭ или ПГ

ПКТН
потребляет
ЭЭ

Простейшая принципиальная схема абсорбционной машины

при давлении 0,8 кПа
температура кипения
воды равна 4 °С



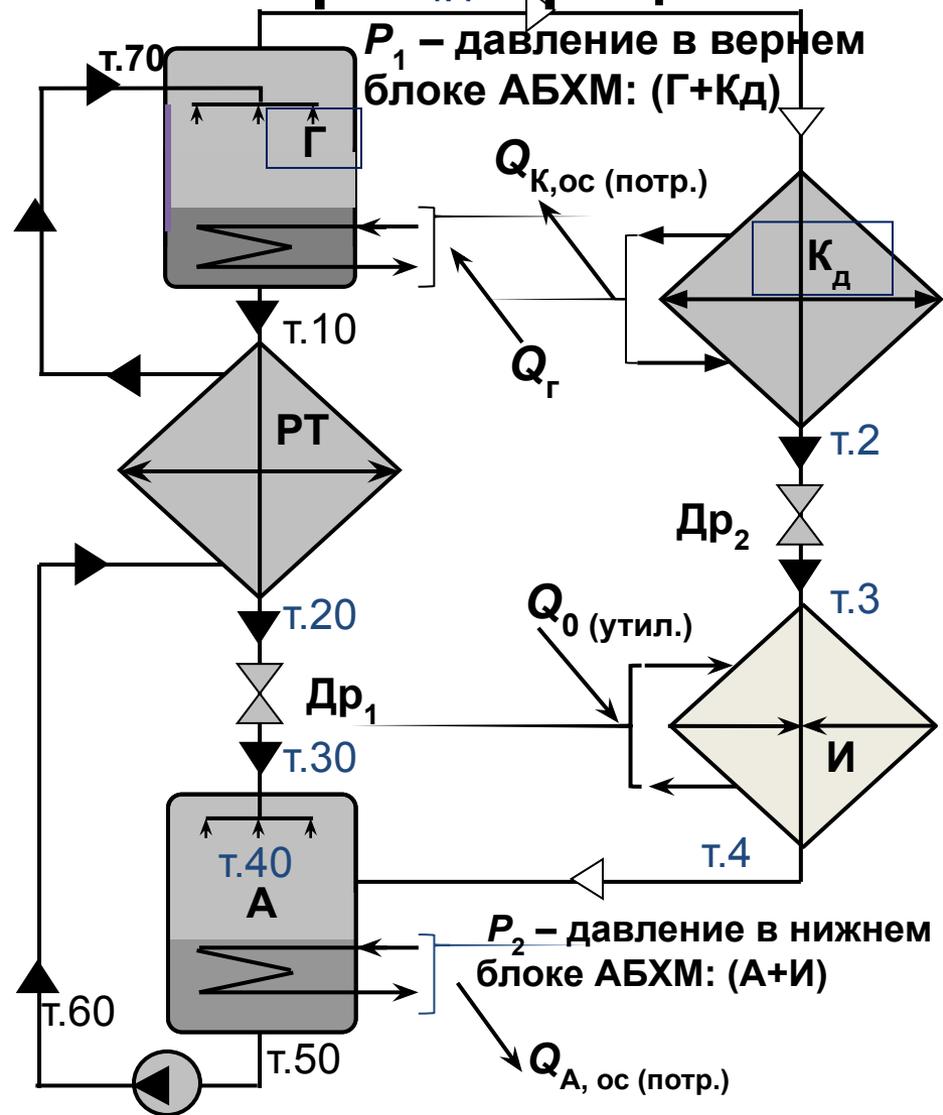
Простейшая принципиальная схема абсорбционной машины с регенерацией

Г – генератор (кипятильник);
 Кд – конденсатор; И – испаритель;
 А – абсорбер; РТ – регенеративный теплообменник; Др – дроссель;
 Н – насос.

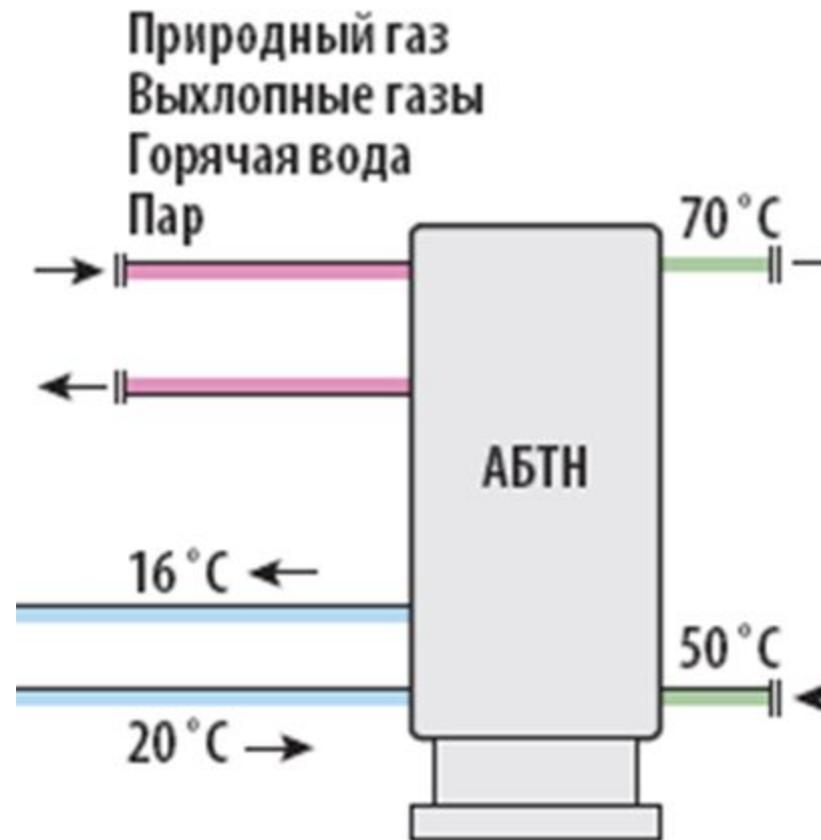
Q_g – теплота, подводимая к раствору в генераторе от греющего теплоносителя;

Q_0 – теплота, отводимая в испарителе от потока захлажденной воды в АБХМ или утилизируемого источника в АБТН;

$Q_{A,OC}$, Q_K – теплота, подводимая к потоку обратной воды в АБХН (ОС) или сетевой воды в АБТН (потребителю) соответственно в абсорбере и конденсаторе



Все перечисленные теплообменники конструктивно составляют один аппарат, получивший название «чиллер», к которому требуется подвести лишь трубопроводы перечисленных потоков



Эффективность АБТН оценивается отопительным коэффициентом (он же энергетический КПД)

$$\mu = Q_{\text{пол.}} / Q_{\text{прив.}}, \quad 1 < \mu < \infty$$

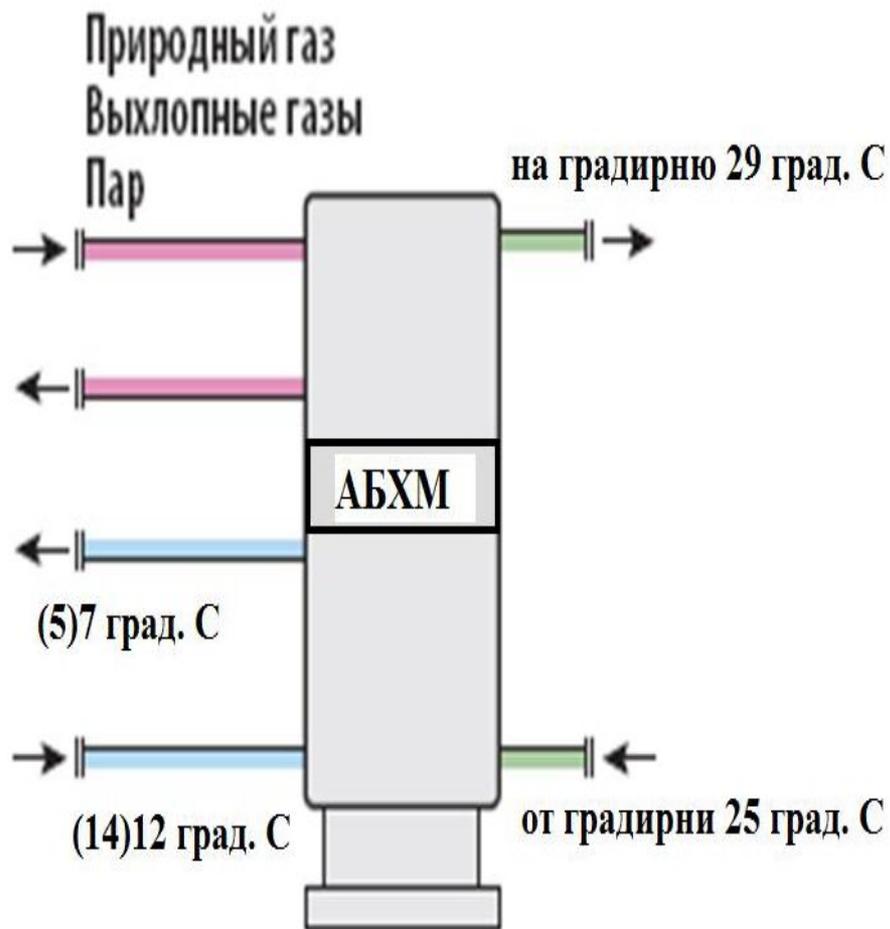
$$Q_{\text{пол.}} = Q_{\text{прив.}} + Q_{\text{утилиз.}}$$

При $\mu = 1,72$, например, имеет место:

$$Q_{\text{пол.}} = 100 \%, \quad Q_{\text{утилиз.}} = 40 \%,$$

$$Q_{\text{затрат}} = 60 \%$$

Абсорбционные тепловой насос и холодильная машины (последняя известна в Беларуси) идентичны и, что важно: при необходимости, взаимозаменяемы



Эффективность абсорбционной холодильной машины (АБХМ)

оценивается холодильным коэффициентом (он же энергетический КПД)

$$\varepsilon = Q_0 / Q_{\text{прив.}}, \quad 0 < \varepsilon < \infty$$

$$Q_{\text{ос.}} = Q_{\text{прив.}} + Q_0$$

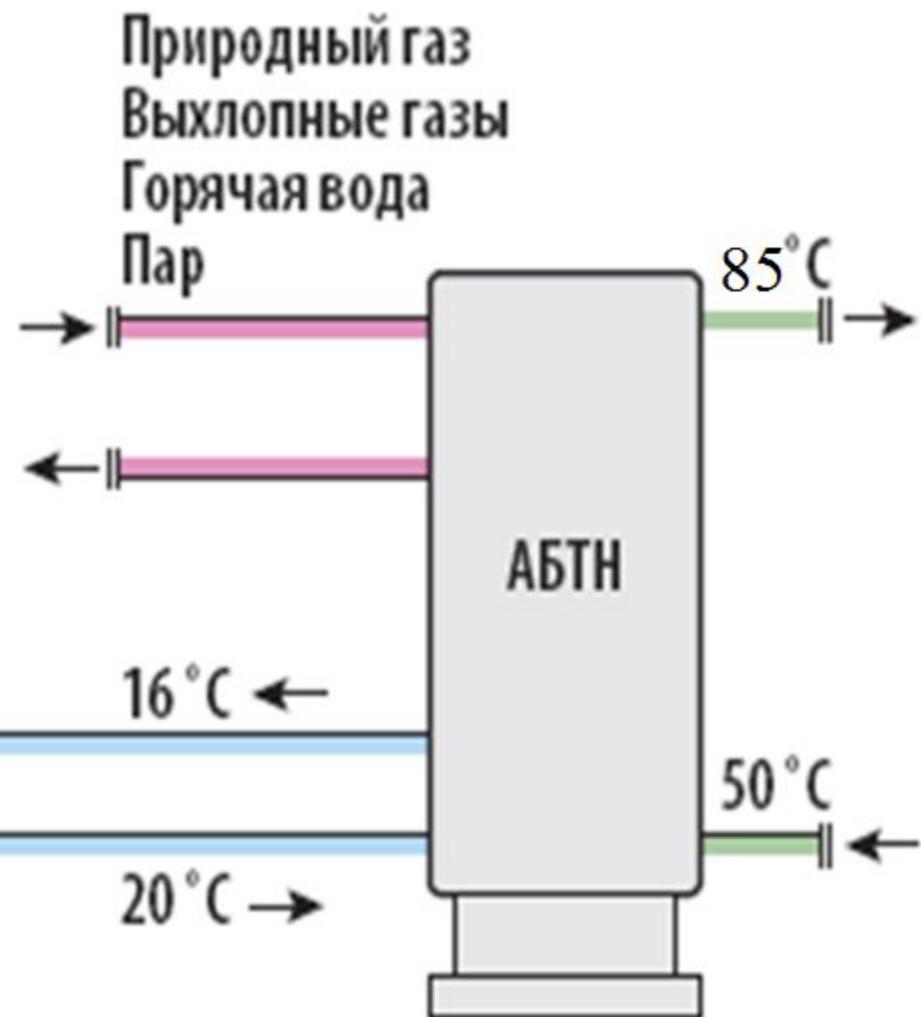
При $\varepsilon = 0,72$, например, имеет место:

$$Q_{\text{ос.}} = 100 \%, \quad Q_0 = 40 \%,$$

$$Q_{\text{прив.}} = 60 \%. \quad \mu = \varepsilon + 1$$

Примеры применения АБТН и АБХМ в промышленности

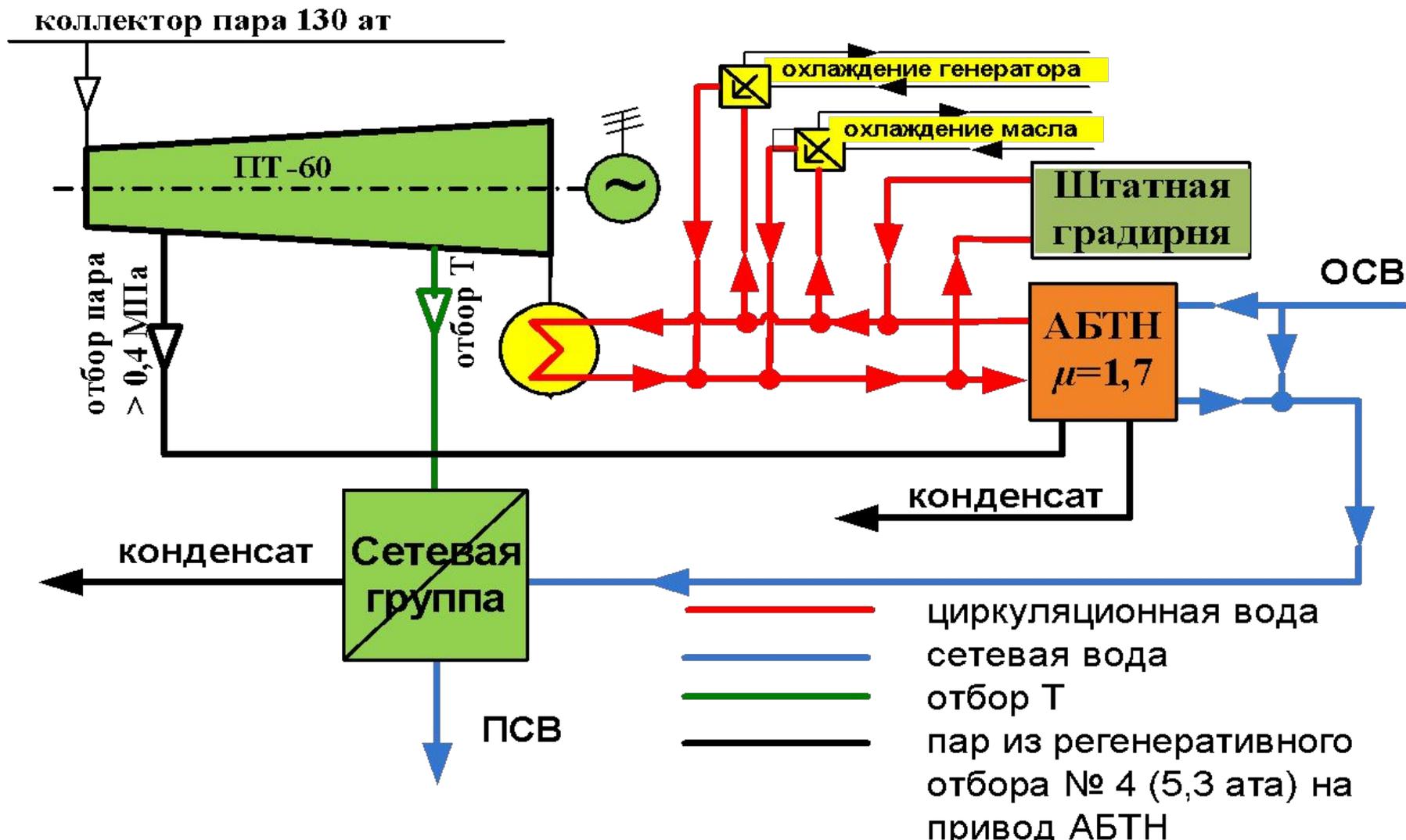
Переход к использованию АБТН



**Возможности
использования
АБТН в
промышленности
РБ существенно
больше тех, что
имеют место для
АБХМ. Прежде
всего, это
утилизация
промышленных
отходов:**

АБТН В ТЕПЛОВОЙ СХЕМЕ ТУРБОГЕНЕРАТОРА ПТ-60

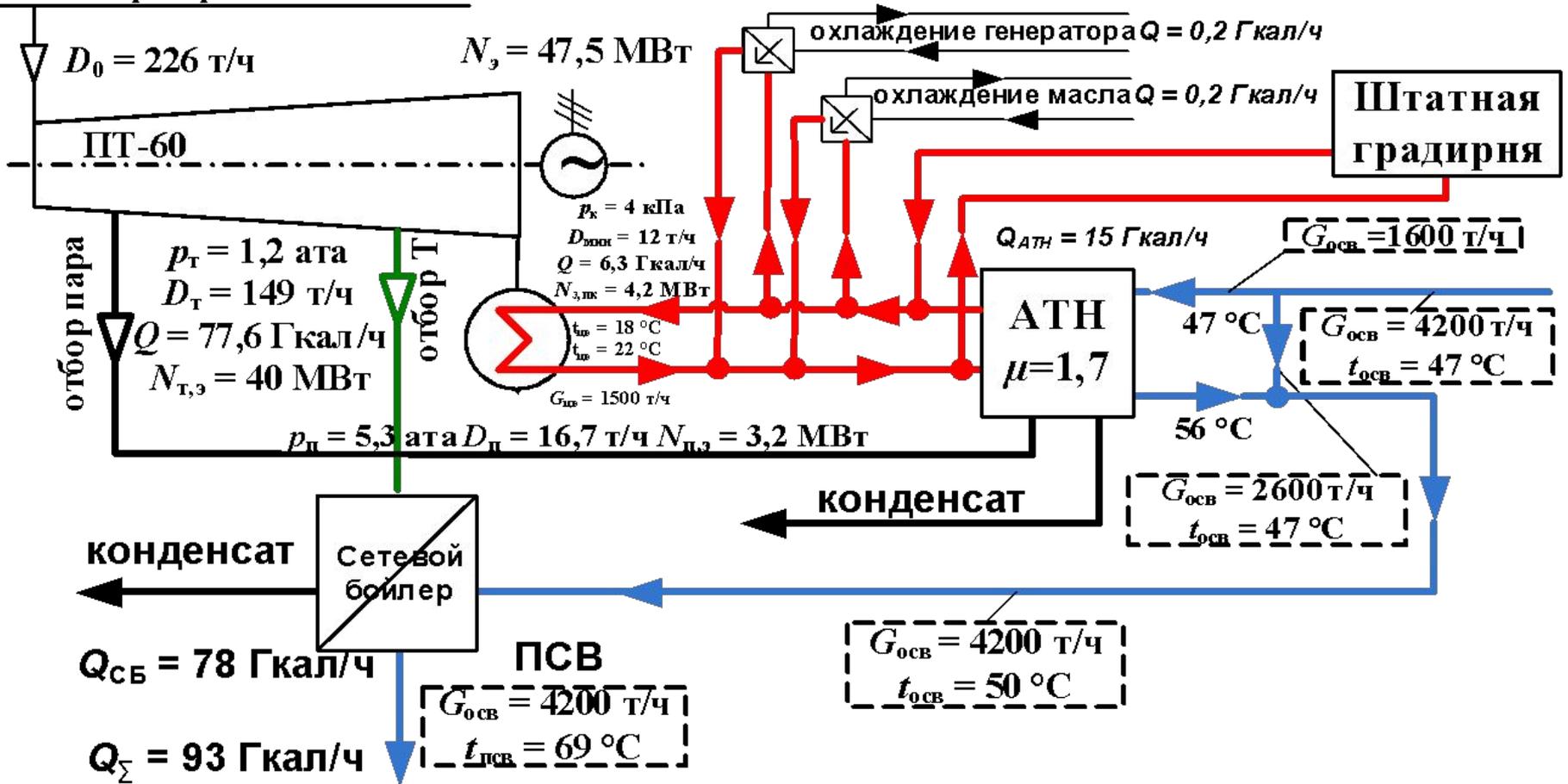
Экономия условного топлива для ТЭЦ 12 тыс. т/год,
системная экономия – 5,5 тыс. т/год,
возврат инвестиций до 2-3 лет



РЕЖИМЫ РАБОТЫ на примере СТЭЦ (средний режим отопительного периода

$\tau_{\text{НОМ}} = 3,9$ тыс. час, $B_T = 2,1$ т у. т./год)

коллектор пара 130 ат



Энергетическая эффективность мероприятий

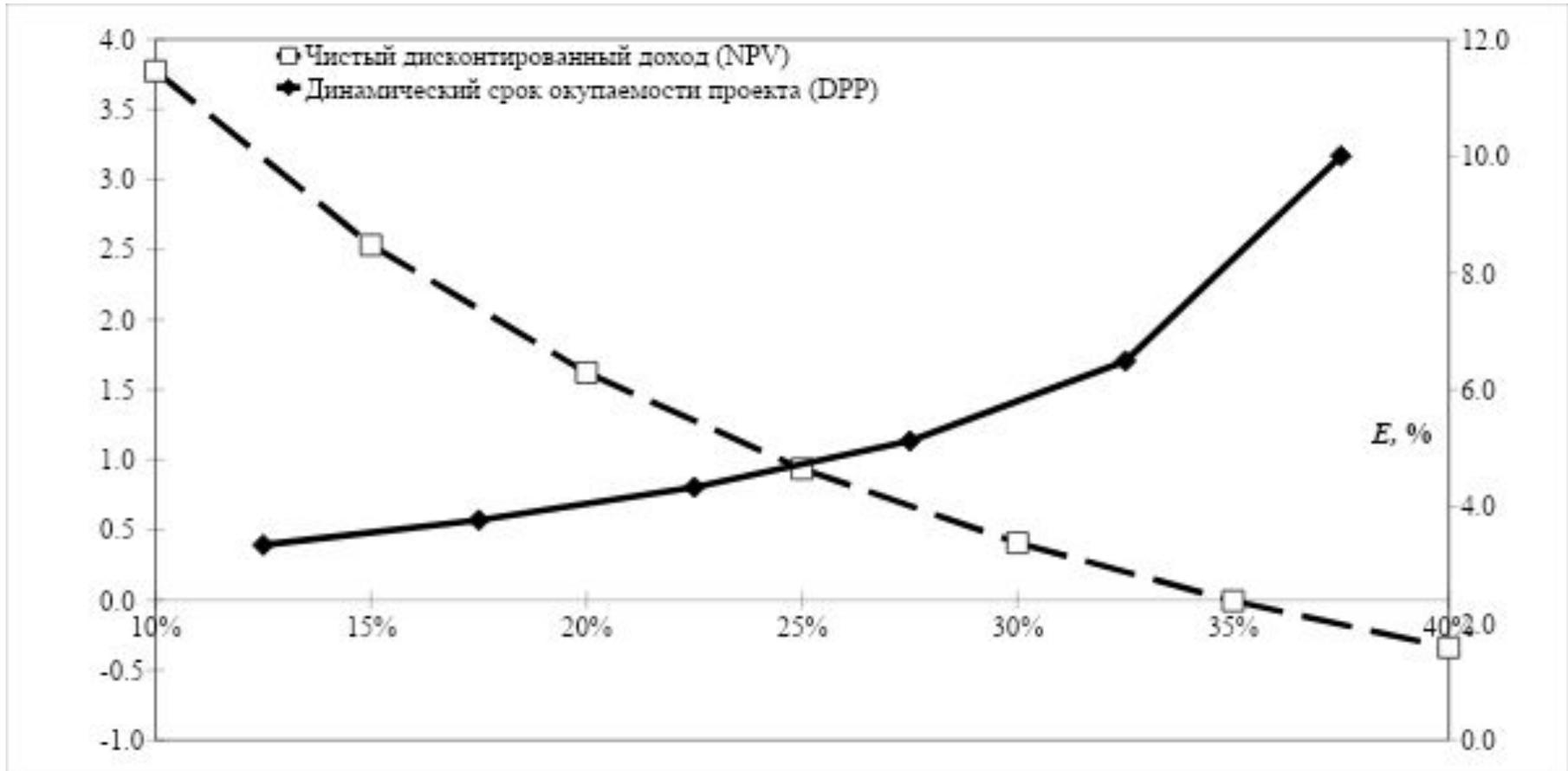
АБТН: утилизирует теплоту охлаждения циркуляционной воды.

Установка АБТН на примере СТЭЦ, НТЭЦ, БТЭЦ-2, ГТЭЦ-2 (всего 10 ТЭЦ целесообразно привлечь) на потоке циркуляционной воды охлаждения конденсатора, генератора, масла блокирует рассеяние ТЭ. Использование АБТН изменяет генерацию электроэнергии на потоке пара в конденсатор: получается поток вместо УРТ 420 г/кВт*ч имеет место 133 г/кВт*ч. Экономия на ТЭЦ для ПТ-60 до 12 тыс. т у. т., для ОЭС – 5,5 тыс. т у. т. в год. При стоимости тонны у. т. до \$240, эквивалентно 1,3 млн *USD* в год. При стоимости для ПТ-60 установки АБТН до 2-2,4 млн *USD* окупаемость проекта не превышает 3 лет. Последнее зависит от замещающей мощности, но есть еще одна важная составляющая.

Энергетическая эффективность мероприятий

Интегральное изменение генерации ЭЭ для всех ТЭЦ ОЭС страны оценивается до **45 МВт** в межотопительный период и до **120 МВт** – в отопительный, что важно для системы, в том числе, и в части регулирования мощности в новых условиях перевода на квази парогазовую технологию ТЭЦ. Особенно с вводом АЭС, тогда за счет АБТН на ТЭЦ блокируется генерация ЭЭ на ТЭЦ с УРТ 420 г/кВт*ч и облегчается загрузка АЭС. Снижение импорта ПГ до 120 тыс. т у. т.

Энергетическая эффективность мероприятий



Влияние ставки дисконтирования на экономические показатели при оценке по системной экономии природного газа

Оценка эффекта перехода к АБТН

- 1. Выше приведенный пример использует реальную ситуацию на ОАО «Мозырсоль». АБТН только на отопительной нагрузке, т.е. 5 тыс. часов в году, и при этом простой срок возврата инвестиций составляет до 3,5 лет.**
- 2. Потенциал энергосбережения 18 Гкал/ч велик и может быть реализован только при подключении нагрузки города. Для этого есть технически все необходимое.**
- 3. Примеров подобных предприятий достаточно и АБТН изменяет всю систему теплоснабжения, снижает нагрузку на ТЭЦ и генерацию ЭЭ, в результате без электрокотлов, на порядок выгоднее загружает АЭС в совокупности с подобными инновационными решениями.**

Общий вид абсорбционной установки



Общий вид абсорбционной установки



Спасибо за внимание

Романюк Владимир Никанорович,

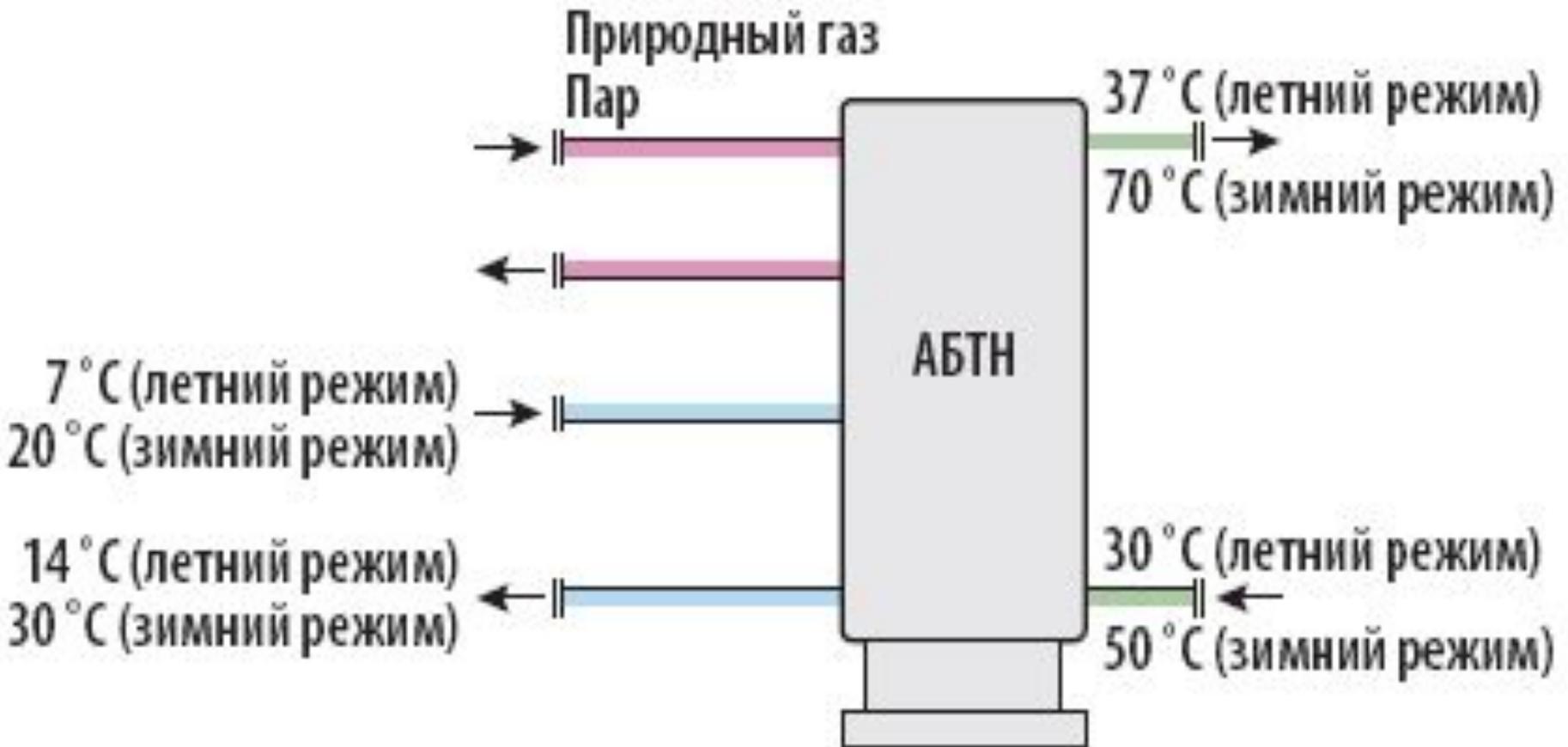
+375 (29) 7711699; (44) 7459630

e-mail: rvn_bntu@mail.ru

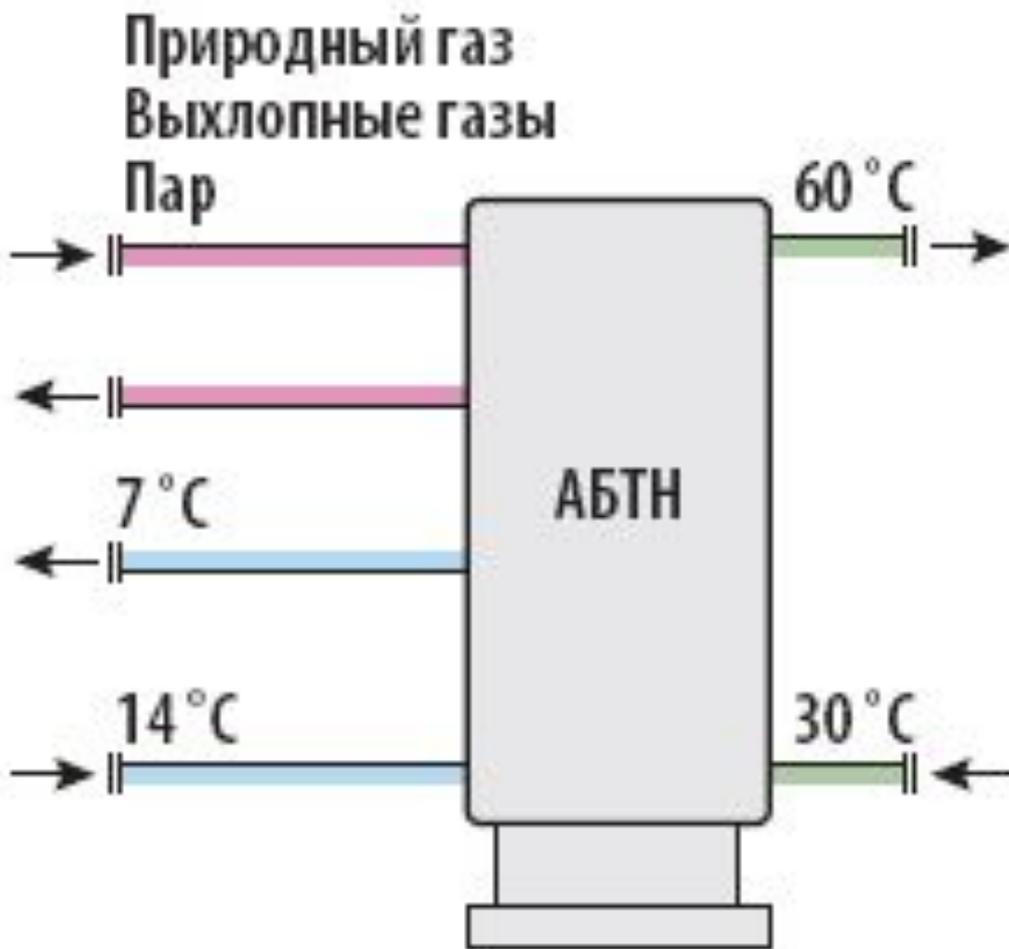


Общий вид абсорбцион ной установки

ПРИМЕНЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ. Использование **ОДНОГО И ТОГО** абсорбционного чиллера летом для систем кондиционирования или охлаждения оборудования в качестве АБХМ, зимой для утилизации выбросов и отопления в роли АБТН) с затратами меньшими на 40 %.

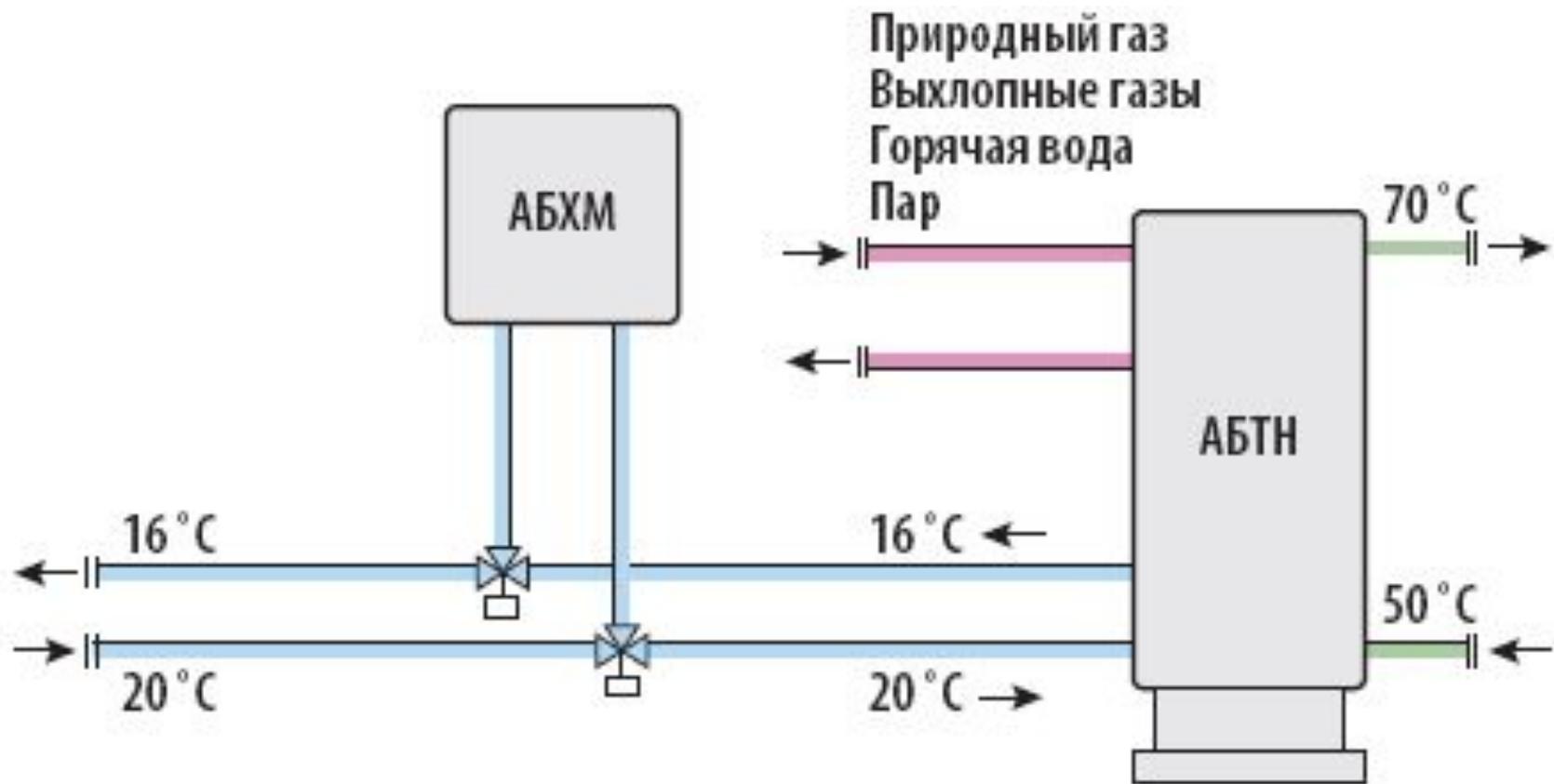


ПРИМЕНЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ. Как и в предыдущем варианте, использование **ОДНОВРЕМЕННО** абсорбционного чиллера для получения воды 7/12 °С (АБХМ) и для нагрева сетевой воды или технологической воды (АБТН), затраты снижаются до 100 %, поскольку единый привод на две задачи и утилизация выбросов.

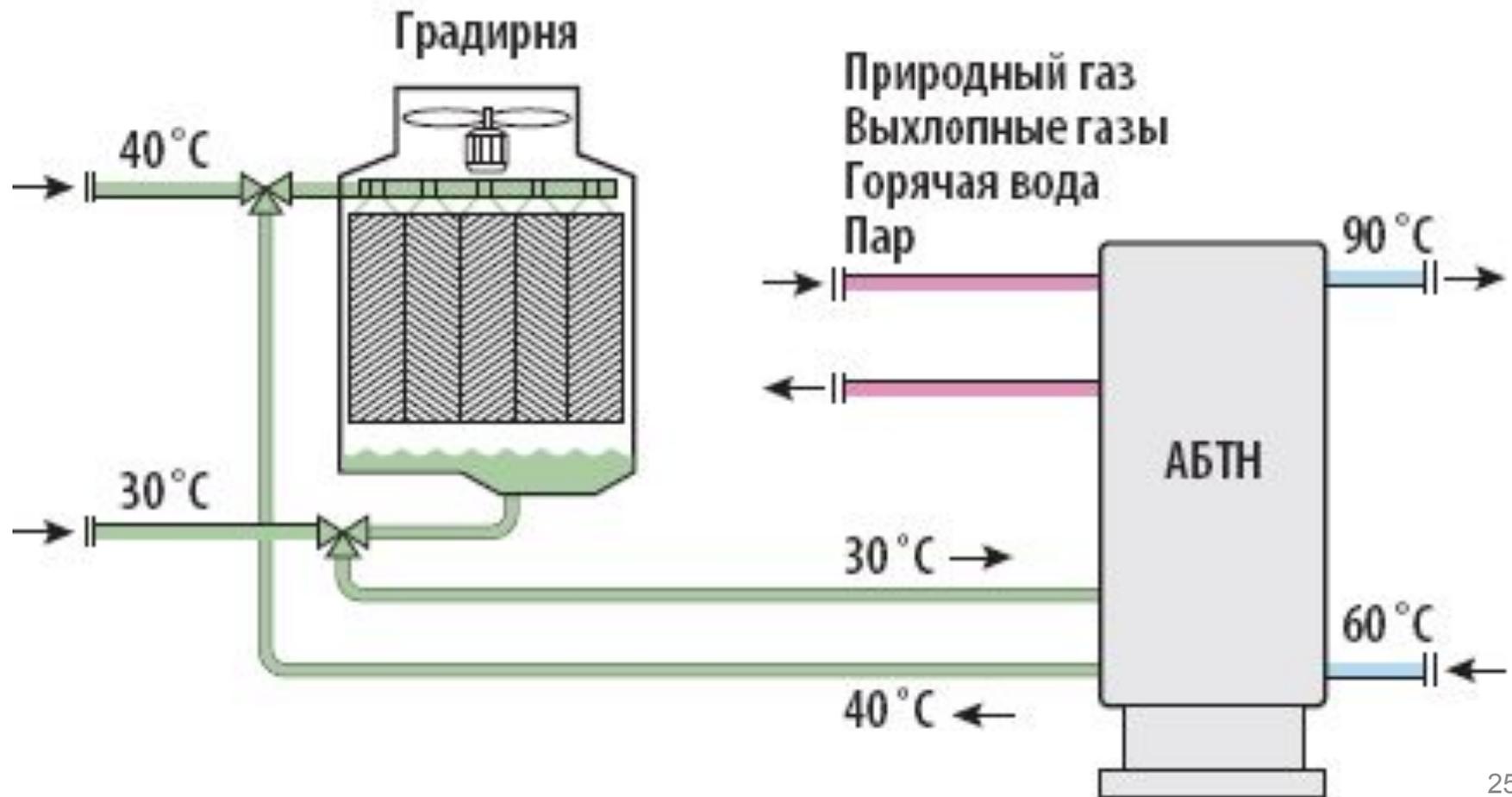


Применимо на предприятиях легкой промышленности, где требуется технологическое кондиционирование и возможен предварительный нагрев технологической воды. Это ОАО, «Полесье», «Гронитекс», «БПХО» и др.

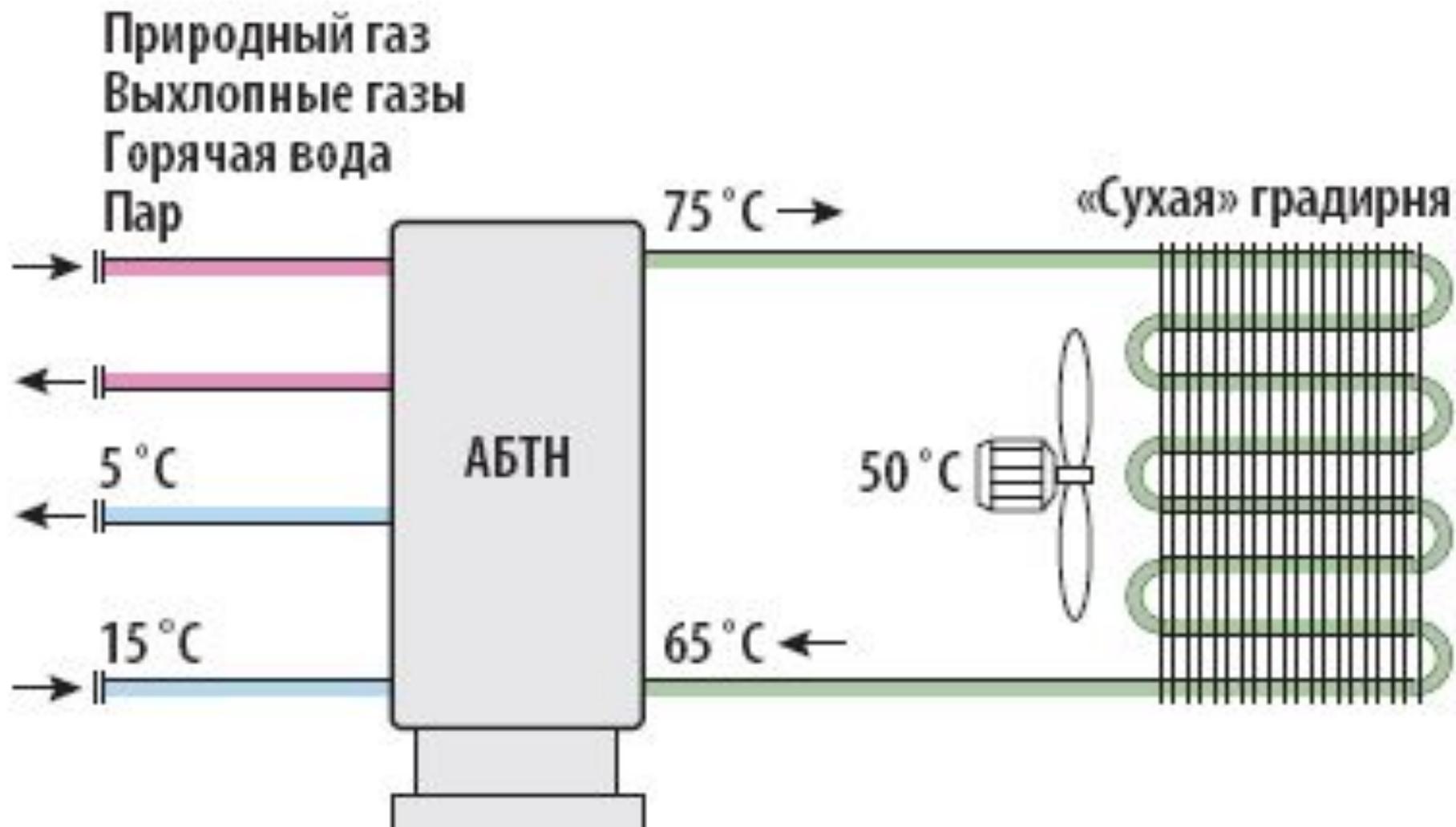
ПРИМЕНЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ. Использование ОДНОВРЕМЕННО абсорбционного чиллера для охлаждения (АБХМ) и для нагрева сетевой воды (АБТН), затраты снижаются до 100 %, поскольку единый привод на две задачи и утилизация выбросов. АБХМ устанавливается для ликвидации дисбаланса потребления и производства тепловых потоков. Это, например охлаждение литьевых машин на ОАО «Могилевэлектродвигатель», ОАО «Алютех» в Минске и многие др.



ПРИМЕНЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ. Использование теплоты, сбрасываемой с окружающую среду градирнями. Например, на площадке Борисовского завода медпрепаратов можно утилизировать поток теплоты 5 Гкал/ч и получить в итоге 10 Гкал/ч по цене (топливу), как за 6 Гкал/ч. Это хватит на всю площадку и избытки можно и нужно найти компромисс с котельной района. В этом, прежде всего, состоит основная задача Департамента на сегодня.



ПРИМЕНЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ. Если необходимо охлаждение ниже температуры окружающей среды и, при этом, недопустимо использование испарительных градирен (нет зон отчуждения), как альтернативный вариант, возможно использование АБТН в комплекте с «сухой» градирней.



ПРИМЕНЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ. Спиртовые заводы, сахарные заводы, производство соли (ОАО «Мозырьсоль»), газопереработка попутного нефтяного газа (БГПЗ РУП «ПО «Белоруснефть») и пр. Снижение потребления тепловой энергии на разделение сырьевого потока порядка зависит от ряда факторов, в первом приближении составляет 50 %.

