

ПРИМЕНЕНИЕ АБХМ THERMAX В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.А. ФРОЛКИН, М.И. КРАСНОВ, ООО «Энергия Холода», г. Санкт-Петербург

До недавнего времени существенной проблемой, препятствовавшей широкому распространению абсорбционных холодильных машин (АБХМ) в пищевой промышленности, была их неспособность получать температуры ниже +5 °С. В 2001 г. инженерами компании Thermax (Индия) это препятствие было устранено, и с тех пор активно расширяется сфера применения АБХМ в области пищевых производств.

В настоящее время серийные абсорбционные машины способны охлаждать жидкость до температуры –5 °С, которая достигается благодаря добавлению раствора бромида лития в воду,

кипящую в испарителе АБХМ. Полученная жидкость не замерзает и сохраняет способность к кипению с понижением температуры.

Концентрацией раствора бромида лития управляет специальный модуль, ядро которого составляет контроллер. Это позволяет с высокой точностью поддерживать необходимые параметры раствора, исключая кристаллизацию.

В статье рассматриваются примеры успешного применения в мировой практике низкотемпературных бромистолитиевых абсорбционных холодильных машин на предприятиях пищевой промышленности.

Применение АБХМ на молочном заводе компании Nestle

Характеристики оборудования

Тип chillера	АБХМ (Br Li)
Модель	Thermax SD 50B THU
Холодопроизводительность, кВт	750
Температура хладоносителя на входе/выходе, °С	+4/0
Температура охлаждающей воды на входе/выходе, °С	32/36,3
Источник тепла	Водяной пар давлением 10 кг/см ²

Как показано на схеме (рис. 1), АБХМ Thermax охлаждает хладоноситель с 4 °С на входе до 0 °С на

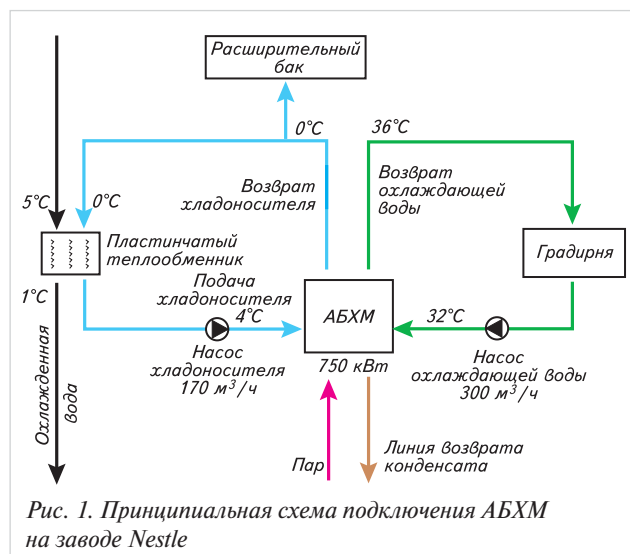


Рис. 1. Принципиальная схема подключения АБХМ на заводе Nestle

выходе. Хладоносителем служит 10%-ный раствор пропиленгликоля в воде. Пар в АБХМ подается из котельной, на угольном топливе; давление пара на входе снижается с 17,5 до 10 кг/см².

Для предотвращения попадания аммиака из аммиачных компрессионных холодильных установок в охлаждающую воду для АБХМ была предусмотрена отдельная градирня кроме общей градирни.

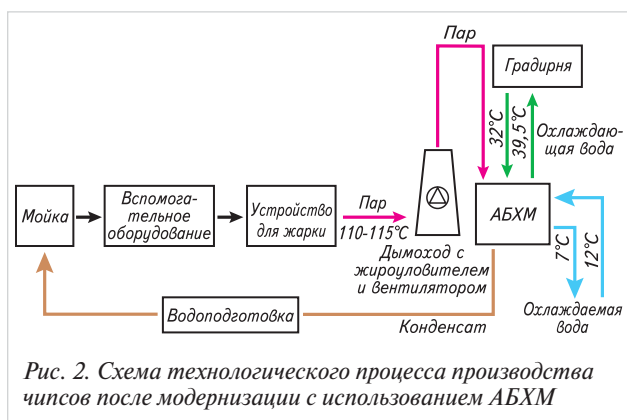
Из-за возможности утечки аммиака из компрессионной машины в помещение, где установлена АБХМ, трубы абсорбера и конденсатора АБХМ изготовлены из специальной стали 316L.

Применение АБХМ для кондиционирования воздуха в помещениях предприятия по производству чипсов

Характеристики оборудования

Тип chillера	АБХМ (Br Li)
Холодопроизводительность, кВт	1750
Температура охлаждаемой воды на входе/выходе, °С	12/7
Источник тепла	Водяной пар (0,5 бар)
Экономия электроэнергии, МВт·ч/год	2900

Компания PepsiCo – международный лидер по производству продуктов и напитков, выпускающий более 22 торговых марок. До установки АБХМ при обжаривании для чипсов картофеля содержащаяся в нем вода (75 %) превращалась в пар низкого давления (0,5 бар) с температурой 100...115 °С, выбрасывался в атмосферу с помощью дымососа в вытяжной трубе. После модернизации производства этот пар стал



использоваться АБХМ Thermax, вырабатывающей охлажденную воду для системы кондиционирования воздуха производственных помещений (рис. 2).

АБХМ была специально доработана на заводе-изготовителе для применения при таком низком давлении. Мощность производственной линии чипсов составляет около 3 т/ч.

Конденсат из АБХМ с температурой 60°C после разбавления холодной водой используется для мытья сырого картофеля, что обеспечивает значительную экономию электроэнергии на нагрев воды для мойки.

Жируловитель в дымоходе предотвращает унос масла, на котором жарится картофель, вместе с паром. Но даже после тщательной очистки пар содержит 30 ppm масла. Для обеспечения работы АБХМ при неполной нагрузке в дымоходе установлен двухходовой клапан с пневматическим приводом.

Применение АБХМ при производстве пива для охлаждения пивного сусла и нагрева воды для мытья бутылок

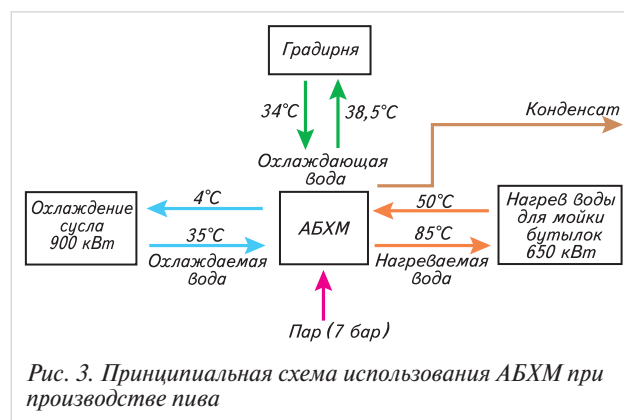
Характеристики оборудования

Тип чиллера	АБХМ
Холодопроизводительность, кВт	880
Мощность нагрева, кВт	650
Источник тепла	Водяной пар (7 бар)
Температура охлаждаемой воды на входе/выходе, °C	35/4
Температура нагреваемой горячей воды на входе/выходе, °C	50/85
Экономия электроэнергии, МВт·ч/год	1360
Сокращение расхода пара, %	40

Группа United Breweries (сокращенно UB) – индийский концерн, которому принадлежит более 40% рынка пива Индии, владеет 79 ликеро-водочными заводами по всему миру. Лидирующая марка пива Kingfisher признана в 52 странах мира и входит в число 10 динамично развивающихся марок Великобритании.

Чиллер-нагреватель Thermax холодопроизводительностью 880 кВт установлен на производственной площадке United Breweries в г. Ченнай.

Охлаждение до требуемой температуры сусла способствует растворению кислорода перед внесением дрожжей, что улучшает процесс брожения.



Чиллер-нагреватель Thermax вырабатывает воду с температурой до 4°C для охлаждения сусла, а отведенное при этом тепло (650 кВт) используется для нагрева воды до температуры 85°C (рис. 3.) для мытья бутылок в машине, где ранее применялась вода, нагреваемая продувочным паром. Благодаря этому расход пара сократился на 40%.

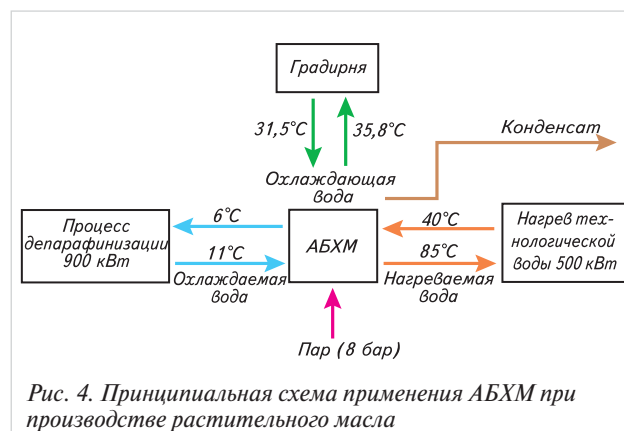
Применение АБХМ при производстве растительных масел для охлаждения в процессе депарафинизации

Характеристики оборудования

Тип чиллера	АБХМ
Холодопроизводительность, кВт	1010
Мощность нагрева, кВт	500
Источник тепла	Водяной пар (8 бар)
Температура охлаждаемой воды на входе/выходе, °C	11/6
Температура нагреваемой горячей воды на входе/выходе, °C	40/85
Экономия электроэнергии, МВт·ч/год	1784
Экономия пара, т/год	2400

Чиллер-нагреватель Thermax, установленный на заводе по производству пищевых растительных масел Kaleesuwari, служит как для охлаждения воды, так и для одновременного нагрева подпиточной воды котельной (рис. 4).

Охлажденная до 6°C вода циркулирует в резервуаре, где происходит депарафинизация масла с выделением восковых кристаллов, что улучшает прозрачность масла (рис. 5).



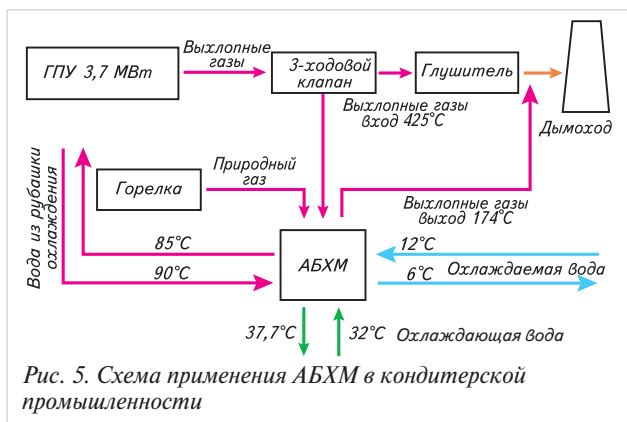


Рис. 5. Схема применения АБХМ в кондитерской промышленности

Если бы заказчик использовал парокомпрессионный чиллер вместо АБХМ, то годовое потребление электроэнергии предприятия возросло бы на 1784 МВт·ч. АБХМ Thermax вырабатывает горячую воду с температурой до 85°C, которая предварительно нагревает воду для котельной, что помогает снизить расход пара для нагрева подпиточной воды на 298 кг/ч.

Применение АБХМ в кондитерской промышленности для охлаждения в производственных процессах и для кондиционирования воздуха

Характеристики оборудования

Тип чиллера	АБХМ (BrLi)
Холодопроизводительность, кВт	2320
Источник тепла	Выхлопные газы, горячая вода из рубашки охлаждения двигателя, сжигание природного газа
Температура охлаждаемой воды на входе/выходе, °С	12/16

Особенность проекта – использование бросового тепла от выхлопных газов газопоршневой установки (ГПУ), выливающегося в значительную экономию эксплуатационных расходов.

Одной из частых проблем для промышленных производств является дефицит электроэнергии. Для решения этой проблемы компания Cadbury создала собственную электростанцию на базе ГПУ фирмы Rolls Royce мощностью 3,7 МВт.

С увеличением объема производства продукции на заводе Cadbury возникла дополнительная потребность в охлаждении. АБХМ Thermax холодопроизводительностью 2320 кВт предназначена для охлаждения до 6 °С воды, используемой затем в технологических процессах и кондиционировании воздуха в помещениях (рис. 5). Абсорбционный чиллер работает на нескольких источниках энергии: на выхлопных газах, горячей воде из рубашек охлаждения двигателей ГПУ и дополнительно на сжигании природного газа.

До того, как компания Thermax предложила заводу Cadbury концепцию утилизации выхлопных газов от ГПУ с помощью АБХМ, происходил их выброс в атмосферу.

Гибридные установки холодоснабжения

Основной идеей таких решений является одновременное использование двух типов холодильных машин: абсорбционной и парокомпрессионной для сокращения себестоимости выработки холода за счет снижения температуры конденсации (рис. 6). Такая система работоспособна как при непосредственном охлаждении, так и с промежуточным охлаждением до температуры ниже –5°C.

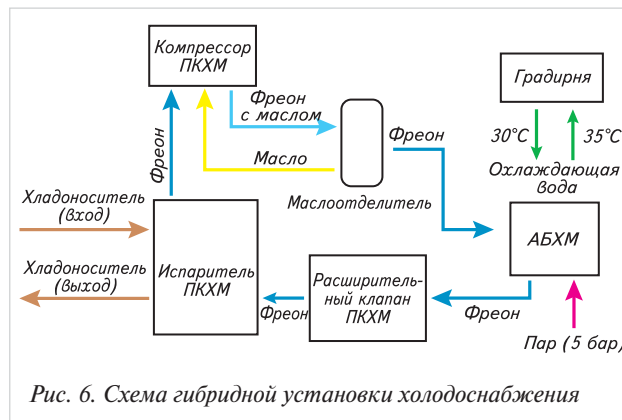


Рис. 6. Схема гибридной установки холодоснабжения

Гибридная установка практически состоит из двух частей.

Парокомпрессионная холодильная машина (ПКХМ):

- парокомпрессионный рабочий цикл;
- высокий COP;
- высокое электропотребление;
- возможность выработки низкотемпературного холода;
- хладагент – фреон или аммиак.

Абсорбционная холодильная машина (АБХМ):

- абсорбционный рабочий цикл;
- низкий COP;
- использование тепловой энергии;
- нет возможности выработки низкотемпературного холода;
- хладагент – деминерализованная вода.

Принцип работы

Теплопоступления от потребителя приводят к кипению хладагента в испарителе ПКХМ, затем его пары поступают в компрессор ПКХМ, где сжимаются до давления конденсации, после чего направляются в испаритель АБХМ, выполняющий функцию конденсатора ПКХМ, и конденсируются в нем.

В процессе конденсации хладагент отдает свою теплоту для кипения деминерализованной воды в испарителе АБХМ под давлением, близким к вакууму при $t = 3...4^{\circ}\text{C}$. Пары воды поглощаются раствором бромида лития в абсорбере АБХМ с понижением его концентрации, отдавая теплоту воде, которая, в свою очередь, охлаждается в градирне. В генераторе АБХМ при подводе тепловой энергии (пар, горячая вода, дымовые газы, сжигание природного газа) происходит кипение слабого раствора

Показатели	ПКХМ		Гибридная установка	
	Электрическая мощность, кВт	Холодопроизводительность, тепловая мощность, кВт	Электрическая мощность, кВт	Холодопроизводительность, тепловая мощность, кВт
Компрессор ПКХМ	770	1000	312	1000
Воздушный конденсатор и маслоохладитель	50	1770	–	–
АБХМ	–	–	5	1312
Градирия для АБХМ	–	–	7,5	2032
Подвод тепла к генератору АБХМ, кВт	–	–	–	720
Насос АБХМ–градирия	–	–	30	–
Общее потребление электроэнергии, кВт	820	–	354,5	–
Общее потребление тепловой мощности, кВт	–	–	–	720

бромиды лития, подаваемого из абсорбера. Образовавшийся водяной пар конденсируется в конденсаторе АБХМ и возвращается в испаритель АБХМ. В то же время жидкий фреон после конденсатора проходит через терморегулирующий вентиль (ТРВ) и направляется в испаритель ПКХМ. Затем цикл повторяется.

В таблице приведено сравнение энергопотребления ПКХМ и гибридной установки холодопроизводительностью 1000 кВт.

Такая система эффективна в случае необходимости получения низкотемпературного хладоносителя благодаря повышению холодильного коэффициента ПКХМ.

Применение гибридных установок холодоснабжения на базе АБХМ и ПКХМ экономически оправдано в случае дефицита электроэнергии на объекте, а также при наличии бросового или дешевого источника тепловой энергии.