

УДК 536.242.2

Э. Г. БРАГУТА, д-р. техн. наук, профессор

А. В. ШЕРСТЮК, аспирант

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

МОДЕРНИЗАЦИЯ АММИАЧНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ И ПРОДЛЕНИЯ РЕСУРСА ЭКСПЛУАТАЦИИ

Представлены результаты модернизации аммиачной холодильной установки Нововодолажского молокозавода.

Представлені результати модернізації аміачної холодильної установки Нововодолажського молокозаводу.

Введение

Как известно [1], дальнейшее расширение использования в промышленности аммиачных холодильных машин целесообразно по целому ряду показателей.

После преодоления озонового кризиса конца XX века потепление климата, по-видимому, станет основной глобальной экологической проблемой XXI века, порожденной деятельностью человека [2]. Значительная часть созданных за последнее десятилетие альтернативных хладагентов решением Киотского протокола, принятого в 1997 году, наряду с CO_2 , являющегося основным виновником глобального потепления, были отнесены к категории «парниковых газов». Так, один килограмм R134a обладает таким же эффектом глобального потепления, как и 1300 килограммов CO_2 , хотя современные оценки показывают, что доля влияния выбросов фреонов на изменение климата в обозримом будущем составит не более 2 % от общего воздействия на него со стороны всех остальных парниковых газов. Это активизировало усилия по поиску других хладагентов, которые не вносили бы вклада в глобальное потепление при попадании в атмосферу.

Производители хладагентов не скрывают [3], что новые, продвигаемые сегодня на рынок хладагенты играют роль переходных, им на смену придут другие, возможно чуть лучше, но никто не гарантирует, что они надолго задержатся в холодильной промышленности. Когда международным сообществом будут осознаны эти проблемы, можно ожидать сильного давления на промышленность с целью сокращения выбросов парниковых газов. В связи с этим интерес специалистов привлекают возможности более широкого применения универсальных природных веществ, таких как аммиак, углеводороды, диоксид углерода и т. д.

Применение природных рабочих хладагентов должно решать не только экологические проблемы, но и повышать уровень энергоэффективности холодильных машин и тепловых насосов. Особого внимания требует расширение применения аммиака.

Энергетические показатели аммиачных холодильных машин и установок высоки: с энергетической точки зрения альтернативы аммиаку нет. Кроме того, аммиак обладает характерным запахом, который позволяет органолептически почти мгновенно определять его утечку. Аммиак легче воздуха и при утечке поднимается в воздух, уменьшая опасность отравления. Аммиак не текуч в той степени, которая свойственна другим хладагентам, а учитывая тот фактор, что стоимость аммиака низкая, затраты на первоначальную заправку и следующие дозаправки относительно низкие. Отрицательные свойства аммиака проявляются только при большом его количестве (несколько тонн) в системе и при условиях, когда могут создаваться критические концентрации. В традиционной насосно-циркуляционной системе заправка аммиака составляет около 3 кг на 1 кВт холода.

Сегодня это достаточно легко решается путем перевода крупных холодильных объектов на аммиачные установки, содержащие минимальное количество аммиака и оснащенные аммиачной холодильной техникой современными высоконадежными средствами автоматизации.

Это привело к расширению области применения аммиака у нас в стране и за рубежом, в частности, к его использованию в промышленных системах кондиционирования и

холодоснабжения.

Вместе с тем, большинство отечественных аммиачных холодильных установок (АХУ) морально и физически устарели и нуждаются, в существенной реконструкции, полный объем которой требует значительных затрат и доступен лишь крупным компаниям и корпорациям.

Основная часть

В тех случаях, когда инвестируемые средства ограничены, производят частичную реконструкцию аппаратной части холодильной установки, что позволяет значительно улучшить характеристики всей системы, и является относительно малозатратным решением.

Так, одним из способов модернизации ХУ является замена испарительного оборудования. Этот способ позволяет увеличить производительность компрессоров при практически том же энергопотреблении за счет повышения температуры кипения, также уменьшит аммиакоемкость системы, что обеспечит более безопасную эксплуатацию системы.

Такой способ модернизации рассмотрим на примере Нововодолажского молокозавода. На данном предприятии была установлена АХУ на базе 2-х испарительно-конденсаторных агрегатов марки МКТ-110 и одного испарительно-конденсаторного агрегата марки МКТ-220, которые работают на охлаждение рассола. В состав испарительно-конденсаторного агрегата входит компрессор, кожухотрубный испаритель и кожухотрубный конденсатор. Схема всей системы представлена на рис. 1, а ее параметры сведены в табл. 1.

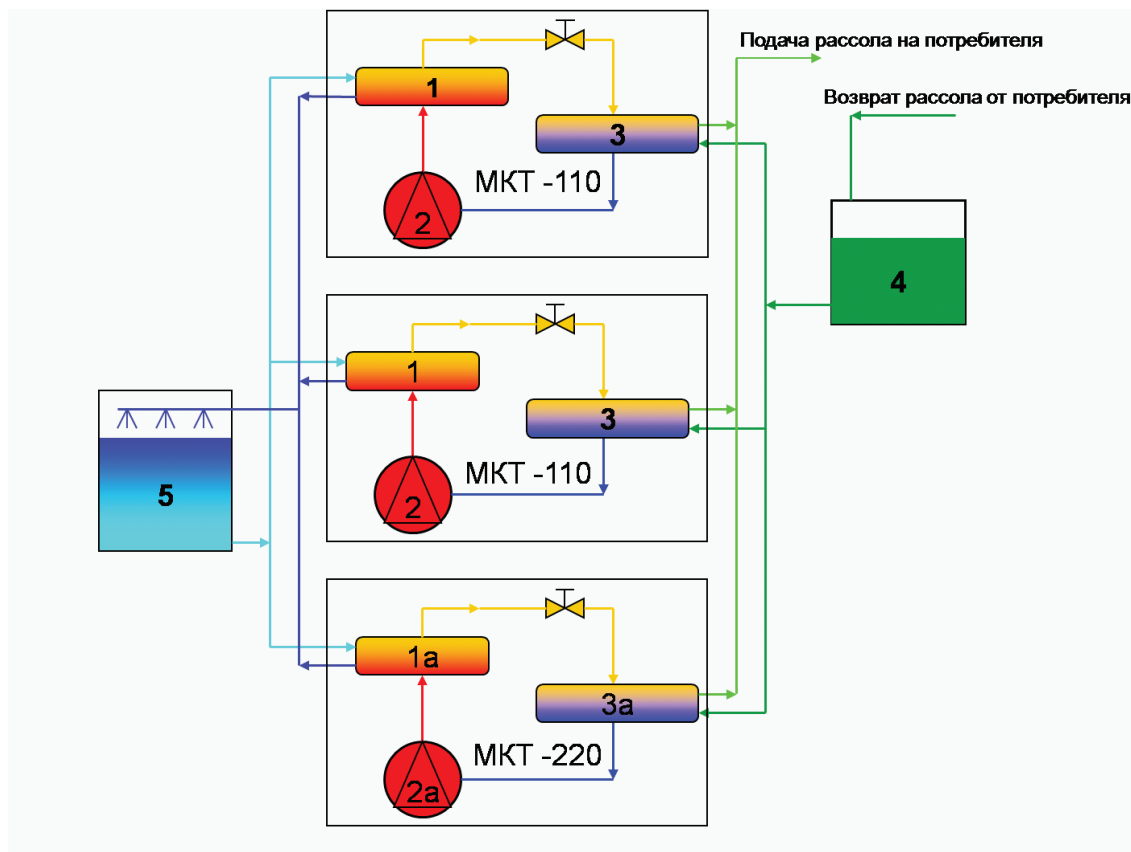


Рис. 1. Схема аммиачной холодильной системы до реконструкции
 1 – кожухотрубный конденсатор марки К40; 1а – кожухотрубный конденсатор марки К60; 2 – компрессор П – 110; 2а – компрессор П – 220; 3 – кожухотрубный испаритель марки И60; 3а – кожухотрубный испаритель марки И90; 4 – бак рассола; 5 – градирня

Таблица 1

Параметры системы	
Производительность	496 кВт
Хладагент	Аммиак
Тип охлаждения	косвенное
Хладоноситель	рассол
Температура кипения	- 12 °С
Температура конденсации	30 °С
Температура рассола	- 6 °С
Количество аммиака в системе	950 кг

Пары аммиака сжимаются в компрессоре и подаются в кожухотрубный конденсатор, в котором горячие пары охлаждаются водой и конденсируются. Далее жидкий аммиак дросселируется и поступает в кожухотрубный испаритель, а обратная вода подается в градирню на охлаждение. В кожухотрубном испарителе хладагент кипит при температуре -12 °С и охлаждает рассол до -6 °С. Пары аммиака отсасываются компрессором и цикл повторяется. Рассол после охлаждения подается к потребителю.

Было установлено, что для потребителя достаточно подавать хладоноситель с температурой 2 °С. Поэтому в данной системе рассол работает как аккумулятор холода. При пиковых нагрузках он нагревается до 2 °С, отдавая накопленный холод, а в период низких нагрузок опять охлаждается до -6 °С, аккумулируя холод.

Недостатками этой системы являлись необоснованно низкая температура кипения, что повлекло за собой увеличенное энергопотребление, а также использование рассола, имеющего очень высокую коррозионную активность. Кроме этого в агрегатированных машинах были установлены кожухотрубные испарители, которые характеризуются большой аммиакоемкостью.

Поэтому модернизация была направлена на устранение этих недостатков. Для этого были демонтированы все кожухотрубные испарители и установлен один пластинчатый теплообменник затопленного типа производительностью 502 кВт, а рассольную часть заменили на систему «лед-вода». Это позволило повысить температуру кипения до -1 °С, а низкая коррозионная активность воды позволит увеличить срок эксплуатации теплообменного оборудования, трубопроводов и трубопроводной арматуры. Благодаря малому внутреннему объему пластинчатого теплообменника содержания аммиака в системе снизилась до 110 кг. Схема модернизированной системы представлена на рис. 2.

В модернизированной схеме вместо трех постоянно действовавших компрессоров, агрегатированных собственными испарителями и конденсаторами, в режим постоянной работы были включены лишь два компрессора, а третий – переведен в резерв. При повышении температуры кипения удельный объем всасываемых паров хладагента увеличивается, что в свою очередь увеличивает потребляемую мощность на валу компрессора. Поэтому при таком схемном решении (рис. 2) для сохранения работоспособности компрессоров мощность электроприводов постоянно действующих компрессоров была увеличена.

Помимо этого с той же целью покрытия пиковых нагрузок по холодопроизводительности кожухотрубные конденсаторы всех трех агрегатов (включая резервный) были объединены для работы в параллельной схеме. Это позволило обеспечить требуемый уровень передачи количества теплоты при пиковых нагрузках, обусловленный повышением температуры кипения хладагента.

Проведенный поверочный расчет процессов теплопередачи в кожухотрубном конденсаторе марки К40 с поверхностью 40 м² (в составе агрегата МКТ-110) и в конденсаторе К60 с поверхностью 60 м² (в составе агрегата МКТ-220) показал, что при изменившихся

параметрах цикла совместная работа объединенных трех конденсаторов позволяет обеспечивать холодопроизводительность до 735 кВт.

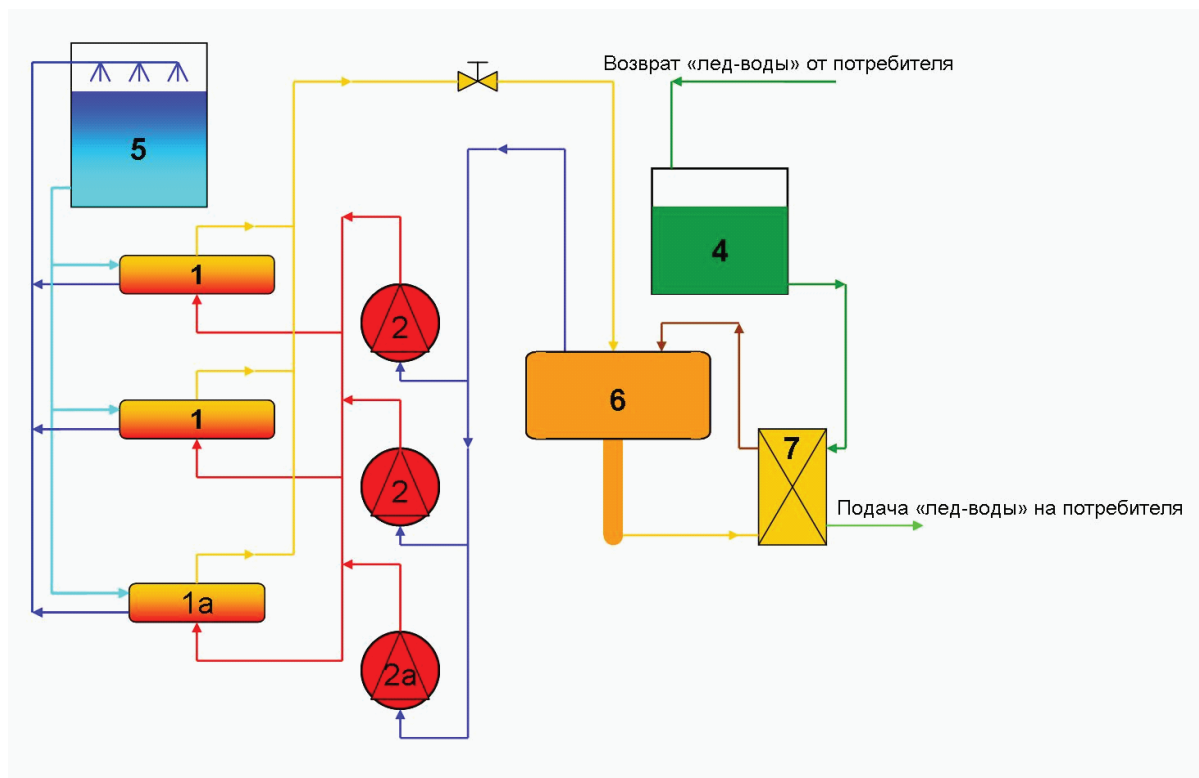


Рис. 2. Схема аммиачной холодильной системы после реконструкции:

- 1 – кожухотрубный конденсатор марки К40; 1а – кожухотрубный конденсатор марки К60;
 2 – компрессор П – 110; 2а – компрессор П – 220; 4 – бак оборотной «лед-воды»;
 5 – градирня; 6 – напородержатель; 7 – пластинчатый теплообменник

Анализ статистики холодопотребления Нововодолажского завода показывает, что указанный уровень теплосъема не только обеспечивает покрытие пиковых нагрузок в летний период, но и создает определенный резерв.

В табл. 2 даны итоги сравнения эффективности бывшей и модернизированной схем холодильного комплекса.

Таблица 2

Сравнение параметров бывшей и модернизированной схем холодильного комплекса

Характеристика	Бывшая система	Новая система	Изменения
Температура кипения, С	-12	- 1	11
Холодопроизводительность, кВт	496	781	285
Потребляемая мощность привода компрессора, кВт	131	108	23
Количество аммиака в системе, кг	950	110	840

Кроме того, перевод одного из компрессоров в резерв, естественно, обеспечило продление общего ресурса работоспособности всего комплекса оборудования холодильной станции.

Выводы

1. На примере одного из действующих предприятий пищевой промышленности, использующим холодильную технику, показана существенная необходимость в обосновании

целесообразного уровня температуры кипения хладагента в испарителе, непосредственно определяющего возможность реализации энергосберегающих решений.

2. Изменение схемных и режимных характеристик работы холодильных агрегатов, взаимодействующих в общем комплексе, позволяет, как показано в приведенном примере модернизации, не только обеспечить экономию электроэнергии, но и продлевать ресурс работы устаревшего оборудования за счет обеспечения возможности вывода одного (или нескольких) компрессоров в резерв при сохранении требуемой общей холодопроизводительности комплекса.

3. Замена существующих кожухотрубных испарителей современными пластинчатыми теплообменниками позволяет значительно уменьшить вероятность возникновения критических концентраций при аварийных ситуациях.

Список литературы

1. Братута Э. Г., Шерстюк В. Г. Основные аспекты комплексного подхода к расширению применения аммиака в холодильной промышленности // Интегрированные технологии и энергосбережение. – 2004. – № 4. – С. 67–70.

2. Маляренко В. А., Варламов Г. Б., Любчик Г. Н. и др. Энергетические установки и окружающая среда. – Харьков: ХГАГХ, 2002. – 398 с.

3. Калинь И. М., Васютин В. А., Пустовалов С. Б. Условия эффективного применения диоксида углерода в качестве рабочего вещества тепловых насосов // Холодильная техника.- 2003. – № 7. – С. 8–12.

MODERNIZATION OF AMMONIA COOLING MACHINE FOR THE PURPOSE OF INCREASING EFFICIENCY AND OVERHAUL – PERIOD RENEWAL OF OPERATING

E. G. BRATUTA, D-r Sci. Tech., Pf.
A. V. SHERSTYUK, The graduate student

The modernization's results of ammonia cooling installation of Kiev milk factory are represented.

Поступила в редакцию 18.11.2009