

# Современный уровень разработок и производства бытовых абсорбционных холодильных приборов

**А.С. Титлов, канд. техн. наук, доцент, ст.науч.сотр.,  
Одесская национальная академия пищевых технологий (ОНАПТ)**

*Показаны преимущества и недостатки бытовых абсорбционных холодильных приборов в сравнении с компрессионными аналогами. Представлены ведущие фирмы-производители и основные направления разработок.*

## Введение

Бытовые абсорбционные холодильные приборы (АХП) пользуются популярностью у потребителей благодаря широкому диапазону рабочих температур – от  $-24... -18^{\circ}\text{C}$  до  $12^{\circ}\text{C}$ , что позволяет осуществлять длительное хранение разнообразных пищевых продуктов.

Рабочее тело АХП – водоаммиачный раствор (ВАР) с добавкой инертного газа (водорода, гелия либо их смеси) является экологически безопасным, т.е. имеет нулевые значения озоноразрушающего потенциала и потенциала «парникового» эффекта.

АХП имеют ряд уникальных качеств:

а) бесшумность, высокая надежность и длительный ресурс работы, отсутствие вибрации, магнитных и электрических полей при эксплуатации;

б) возможность использования в одном аппарате нескольких различных источников энергии – как электрических, так и неэлектрических;

в) возможность работы с некачественными источниками электрической энергии при напряжении в сети до 160 В.

К их достоинствам также относят минимальную стоимость по сравнению с существующими типами бытового холодильного оборудования.



*Научный руководитель лаборатории бытовых холодильных приборов ОНАПТ Александр Сергеевич Титлов*

В условиях отсутствия или нестабильности электрических источников энергии альтернативы АХП, работающим с горелочными устройствами на жидком или газообразном топливе, не существует.

## Анализ современного уровня разработок и производства АХП

Основными разработчиками и производителями бытовой абсорбционной холодильной техники за рубежом являются европейские

фирмы: Electrolux (Швеция), имеющая филиалы Dometic в США, Великобритании, Дании, Франции, Германии, Швейцарии, Люксембурге; Sibir (Швейцария); Elektrosuisse S.r.l. (Италия).

Производством бытовой абсорбционной холодильной техники в Европе заняты фирмы Camping Gas International, Europroh, Armines (Франция); Bulka-Lehel (Германия); Baumatic (Великобритания); Norder, Minilux/Versal, Taver (Испания); Minifrio (Португалия); Tefcold (Дания); Brist (Болгария); Ram Dis



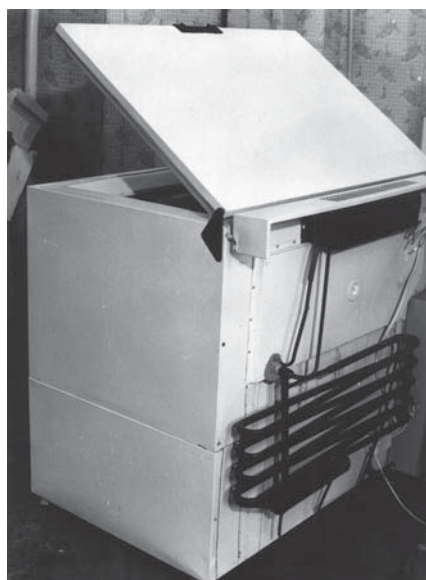
Ticaret A.S., Beko Ltd, Faik Minbar Sogutma Sanavi ve Ticaret A.S., (Турция) и международная корпорация EEC Thetford.

В США АХП выпускают фирмы Norcold, Bizzard, Ez-Freeze Propane Gas Refrigerators, Diamond Propane Gas Refrigerators, Servel, Dandy, Miller Diamond Deluxe, Crystal Cold, SI Solar Co, Danby refrigerators, Equator Comet, Silent Cellars.

На рынки Северной и Южной Америки и Австралии поставляют бытовые абсорбционные холодильники и морозильники фирмы AMF – Atlantic Mini-Fridge Co. Ltd (Канада-США-Австралия) и Zero Appliances (ЮАР), Consul SA (Бразилия), на рынок Юго-Восточной Азии – Yuyao Hengyang Electric Appliane Co. Ltd, Hangzhou East Electric Appliane Co. Ltd, Linko Gas Refrigerator Manufacturing Co., G.V. Manufacturing Co. Ltd, Shandong Green Electric Equipment Co. Ltd, Thermal Energy Sci Tech Dev Co., Dadongnan Electric Appliance Co., Beijing Solar Energy Research (Китай) и Sanyo (Япония).

В России специализированные производства развернуты на заводах холодильников в Москве (модель «Иней» АШ-120), Санкт-Петербурге (модель «Ладога» АБ-40) и в Великих Луках (модель «Морозко» АШ-40).

В Украине ведущим разработчи-



**Абсорбционный морозильник типа «ларь» АА-100**

ком и производителем бытовой абсорбционной холодильной техники является Васильковский завод холодильников (ВЗХ), выпускающий модели абсорбционных однокамерных холодильников с низкотемпературным отделением (НТО) «Кристалл» АШ-155 и «Киев» АШ-160, мини-холодильники «Киев-20» АШ-35, в том числе, и мини-бары и тумбы «под дерево», а также транспортные мини-холодильники «Киев» АА-36.

Анализ современного рынка бытовых абсорбционных холодильников, содержащий 205 моделей различного назначения, показал, что модели с полезным объемом свыше 100 дм<sup>3</sup> составляют 48 %, а их доля в общем объеме производстве – около 70 %.

Основными производителями крупных бытовых абсорбционных холодильников и морозильников являются фирмы США. В частности, Bizzard производит модель с полезным объемом 424 дм<sup>3</sup>, Norcold – 268 и 340 дм<sup>3</sup>, Ez-Freeze Propane Gas Refrigerators – 325 и 412 дм<sup>3</sup>, Diamond Propane Gas Refrigerators – 223, 265, 319 и 370 дм<sup>3</sup>, Miller Diamond Deluxe – 368 и 423 дм<sup>3</sup>, Crystal Cold – 423, 480, 508 и 593 дм<sup>3</sup>, SI Solar Co. – 367, 407 и 440 дм<sup>3</sup>.

Абсорбционные холодильники и морозильники с повышенным объемом входят в ассортимент и ведущих европейских производителей – Sibir, S-210, RC-230; Electrolux, RA 1302, RGE 400; Electrosuisse, CF-240), а также выпускаются фирмами Taver (2302) и Zero Appliances (CF250D).

Современные модели бытовых АХП имеют три исполнения:

а) для работы в стационарных условиях от электрической сети переменного тока с напряжением 220/110 В;

б) для работы в транспортных условиях от электрической сети постоянного тока с напряжением 24/12 В;

в) универсальные модели, допускающие использование электрических и неэлектрических источников энергии (керосин либо сжиженный пропан-бутан).

В холодильниках и морозильниках большой емкости, как правило, предусматривается возможность использования как электрической энергии, так и сжиженного газа либо керосина.

Для моделей универсального исполнения зарубежные производители предлагают горелочные устройства RM2807-11 и RM-100 (Dometic и Norcold), S27/2W1 (Sibir), CB 505 154 (Junkers) и T25 (Sourdillon).

Ежегодно на мировой рынок поступает свыше 1,3 млн бытовых АХП, причем большая часть с комбинированным энергопотреблением.

В их числе:

а) транспортные типа «ларь» емкостью 21...50 дм<sup>3</sup> и температурой в камере от 0 до 5 °С;

б) мини-бары и мини-холодильники типа «шкаф» общей емкостью 23...90 дм<sup>3</sup> в стационарном и встроенном исполнении, в том числе, и с НТО объемом 5...15 дм<sup>3</sup> с режимами холодильного хранения (\*\*);

в) однокамерные холодильники с НТО общей емкостью 100...170 дм<sup>3</sup> (НТО объемом 6...16 дм<sup>3</sup> с режимами холодильного хранения (\*\*)) и объемом 5...15 дм<sup>3</sup> с режимами холодильного хранения (\*\*);

г) двухкамерные холодильники общей емкостью 170...424 дм<sup>3</sup> (объем морозильной камеры с режимами холодильного хранения (\*\*\*) 22...124 дм<sup>3</sup>);

д) морозильники типа «ларь» с режимами холодильного хранения (\*\*)) и (\*\*\*) и с полезным объемом 155...282 дм<sup>3</sup>.

Европейские производители ориентированы на выпуск моделей повышенной комфортности (мини-бары «под дерево» и встроенные в мебель, холодильники для прицепов-дач, холодильники-сумки), которые не являются единственным холодильным прибором в семье и предназначены для среднего класса населения.

В последнее время необычное применение абсорбционным холодильникам нашли виноделы Испании. Так как при работе абсорбционных холодильных агрегатов (АХА) абсолютно отсутствует вибрация,





**Абсорбционный мини-бар с корпусом «под дерево» типа «Киев-20» АШ-40, разработанный группой А.С.Титлова**

абсорбционные холодильники с повышенной емкостью успешно используются ими для хранения элитных сортов вина с целью предотвращения помутнения (модели 2302 и 2002 «FRIGORIFICO» фирмы Taver).

Каждая фирма-производитель стремится улучшить дизайн конструкции, повысить надежность, ресурс работы, безопасность и ремонтпригодность бытовых абсорбционных холодильников и морозильников.

Так, надежность их современных конструкций достигнута за счет перехода на прямоточную схему работы испарителя, в которой испарение аммиака в среду инертного газа проходит в режиме прямотока.

Это исключает блокировку проходного сечения испарителя, иногда имеющую место в противоточных схемах.

Ремонтпригодность конструкции АХП обеспечивается навесным АХА, что позволяет также значительно упростить и технологию изготовления и снизить себестоимость продукции.

Особое внимание производители обращают на энергетическую эффективность, так как этот фактор оказывает большое влияние на выбор той или иной модели бытового холодильного прибора в современном мире.

В лучших образцах абсорбционных холодильников и морозильников (модели фирмы Sibir, Швейцария) соизмеримый с компрессионными аналогами уровень энергопотребления достигнут путем многочисленных изменений в базовой конструкции. Значительное энергосбережение (до 50 % по сравнению с серийной моделью) было обеспечено посредством неразъемной конструкции шкафа и АХА и применения в схеме генераторного узла АХА трехпоточного теплообменника.

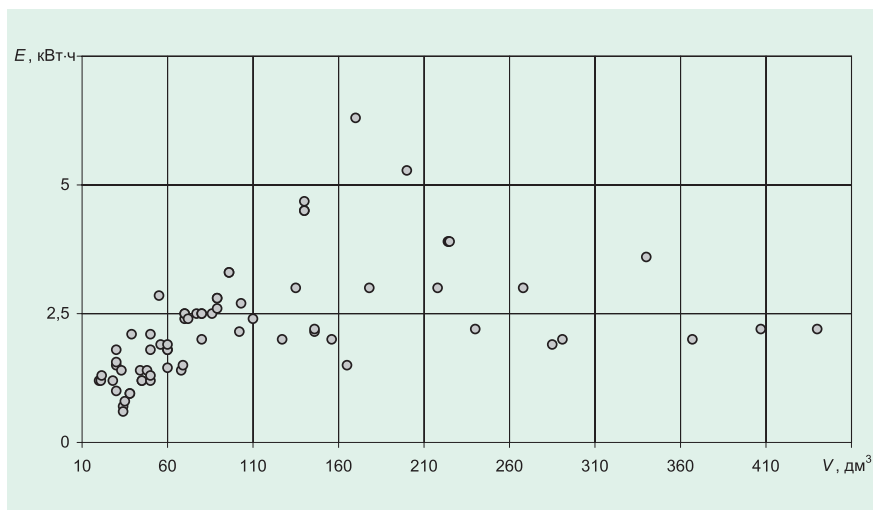
Вместе с тем, энергосберегающие модели абсорбционных холодильников и морозильников фирмы Sibir являются неремонтпригодными и сложными в изготовлении. Их производство предполагает вы-

сокую квалификацию персонала и наличие особых технологических возможностей, что приводит к росту себестоимости продукции.

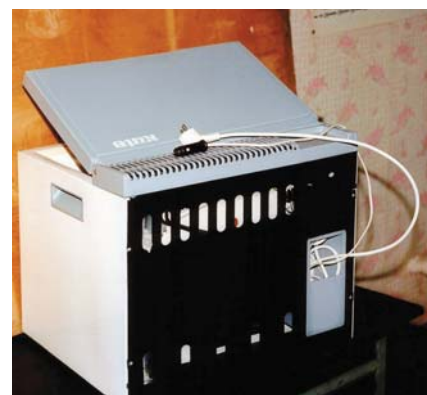
Оригинальное направление в энергосбережении развивается в Сибирской аэрокосмической академии им. М.Ф. Решетнева и Тресте «Сибхиммонтаж» (Российская Федерация). Предложен целый спектр моделей АХА, которые называют «абсорбционными аппаратами с верхней схемой». В них разработчики предлагают расположить зону подвода тепла в верхней части АХА на уровне конденсатора, полагая, что в этом случае снизится расход энергии на подачу ВАР на уровень входа абсорбера. Недостатком подобных разработок является повышенная сложность конструкции. В настоящее время «абсорбционные аппараты с верхней схемой» в опытных или серийных конструкциях не реализованы и обсуждать их потенциальные возможности затруднительно.

Базовой моделью ВЗХ является съемный АХА с U-образным ректификатором, разработанный опытным путем для модели «Кристалл-408» АШ-155. Такой АХА используется в различных модификациях холодильного оборудования ВЗХ без должных теоретических и экспериментальных оптимизационных исследований, что во многом предопределяет повышенный уровень энергопотребления при эксплуатации.

На рис.1-4 приведены абсолютные и удельные (отнесенные к еди-

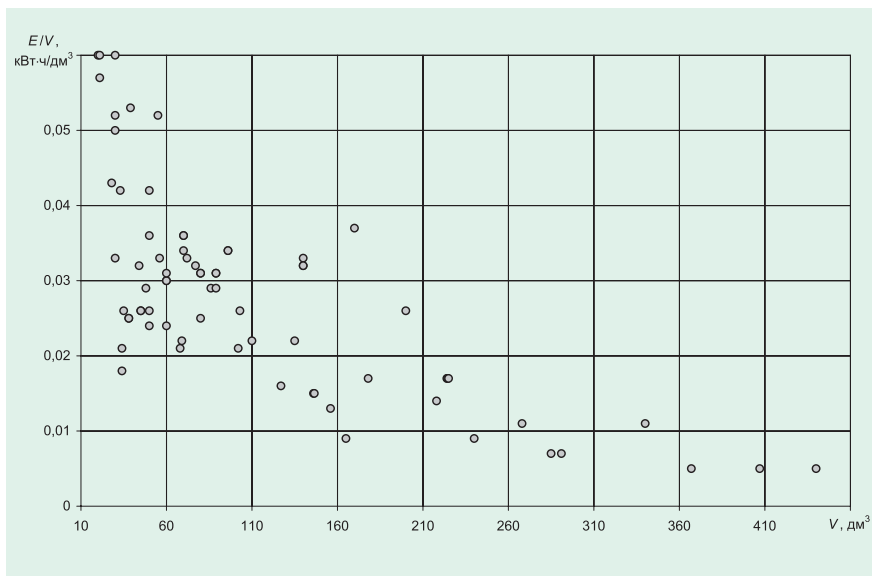


**Рис. 1. Суточное энергопотребление (E) бытовых одно- и двухкамерных абсорбционных холодильников, работающих на электроэнергии**

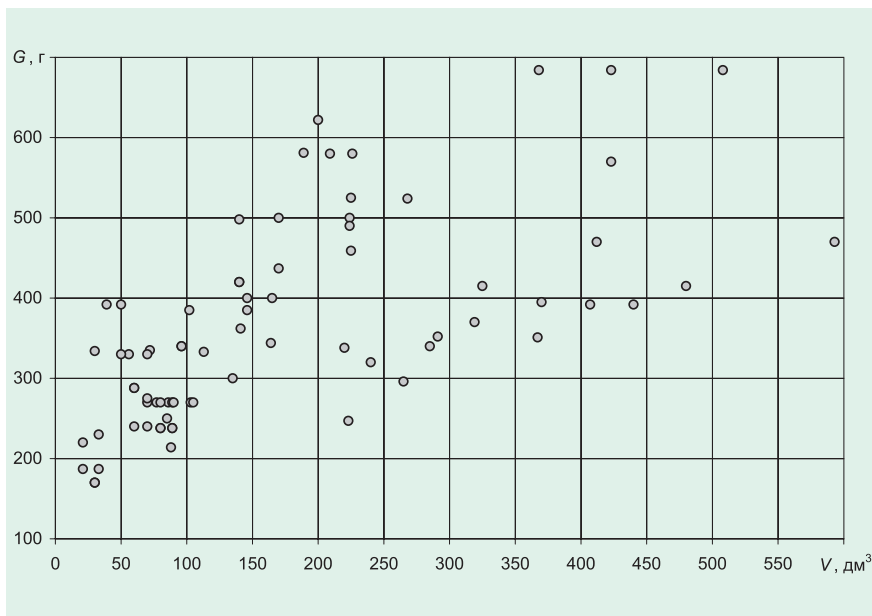


**Транспортный абсорбционный холодильник «Киев» АЛ-35 (вид сзади)**





**Рис. 2. Удельное объемное ( $E/V$ ) суточное энергопотребление бытовых одно- и двухкамерных абсорбционных холодильников, работающих на электроэнергии**



**Рис. 3. Суточное потребление сжиженного газа ( $G$ ) бытовыми одно- и двухкамерными абсорбционными холодильниками**

нице полезного объема) энергетические характеристики бытовых одно- и двухкамерных абсорбционных холодильников, работающих на электрической энергии и на сжиженном газе (пропане) при различных значениях суммарного объема холодильных камер ( $V$ ).

Анализ этих характеристик показывает, что с уменьшением полезного объема удельная энергетическая эффективность снижается в 3-5 раз как при работе на электрической энергии, так и на сжиженном газе.

Такая ситуация наряду с влиянием масштабного фактора объясняется недостаточной проработкой вопросов энергосбережения в мелких моделях абсорбционных холодильников, которые применяются преимущественно на транспорте или в качестве мини-баров и мини-холодильников.

Как показывает анализ, имеются существенные различия в энергетической эффективности абсорбционных и компрессионных аналогов, работающих на электрической энергии.

В классе одно- и двухкамерных моделей с полезным объемом от 100 до 350  $\text{дм}^3$  преимущество по энергопотреблению компрессионных аналогов достигает 200-600 %, а морозильников – 400-900 %. Это связано с повышенными эксергетическими потерями в абсорбционном безнасосном холодильном цикле по сравнению с парокомпрессионным циклом.

В классе одно- и двухкамерных холодильников с объемом свыше 350  $\text{дм}^3$  уровни удельного энергопотребления абсорбционных и компрессионных аналогов соизмеримы. В этом случае ощутимым становится влияние энергосберегающих технических решений на характеристики абсорбционных моделей, а также некоторое преимущество абсорбционно-диффузионного холодильного цикла при двухуровневом охлаждении (за счет переменной температуры диффузионного испарителя) (рис. 5, а). В то же время, переменная температура испарителя АХА не позволяет энергетически эффективно, по сравнению с компрессионными аналогами, обеспечивать работу специализированных низкотемпературных камер, в частности, морозильников (рис. 5, б).

Таким образом, актуальной является задача снижения энергопотребления в бытовых АХП. Ее решение позволит им успешно конкурировать с компрессионными аналогами и занять достойное место на рынке бытовой холодильной техники.

В первую очередь, это относится к моделям холодильников и морозильников среднего и повышенного объема (100...450  $\text{дм}^3$ ), обладающих широкими функциональными возможностями и высоким потенциальным спросом на рынке бытовой холодильной техники.

Проблема энергосбережения в последнее время имеет и экологический аспект – повышенное энергопотребление вносит неблагоприятный вклад в формирование «парникового» эффекта в атмосфере Земли (косвенная составляющая критерия TEWI).



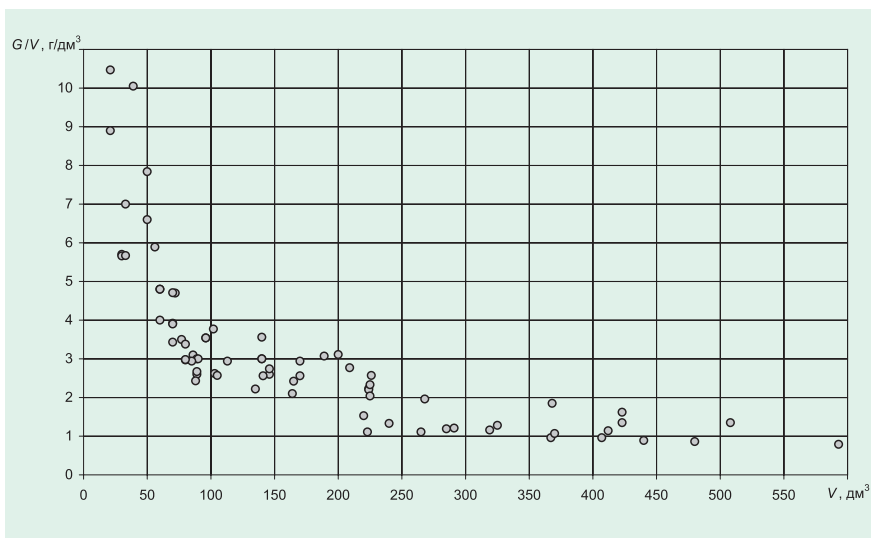


Рис. 4. Удельное объемное ( $G/V$ ) суточное потребление сжиженного газа бытовыми одно- и двухкамерными абсорбционными холодильниками

### Анализ путей снижения энергопотребления в бытовых абсорбционных холодильных приборах

Исходя из общефизических представлений, решать проблемы энергосбережения при эксплуатации бытовых абсорбционных холодильников и морозильников можно посредством:

а) использования естественного низкотемпературного потенциала

наружного воздуха в холодное время года для холодильного хранения продуктов и для отвода бросового тепла холодильного цикла;

б) оптимизации цикла, схем, конструкций АХА и охлаждаемых камер, а также режимов их работы.

В первом случае бытовой АХП, находящийся в помещении, может иметь тепловую связь с наружным воздухом, например, при помощи диодных испарительно-конденсационных систем, установленных в

стенке здания с некоторым углом наклона к горизонту. Это предложение может найти применение в северных регионах, где 7...8 месяцев в году температура наружного воздуха значительно ниже  $0^{\circ}\text{C}$ .

Использовать естественный холод для хранения пищевых продуктов в настоящее время предлагают разработчики так называемой «системы ХОЛТ» (по оригинальной терминологии разработчиков – «холодильник – теплицейник»), с выносом всего холодильника или его части в окружающую среду.

Следует отметить, что терминология в этом направлении разработок еще не сложилась и имеют место и другие названия, например, разработчики абсорбционной холодильной техники из НПО прикладной механики (Железногорск, Российская Федерация) применяют термин «сезонный холодильник».

Системы «ХОЛТ» комплектуются пароконденсационными холодильными аппаратами либо термоэлектрическими батареями. Для исключения перемораживания продуктов и предотвращения загустения масла в компрессоре используются специальные нагревательные элементы и система терморегулирования. Аппараты предлагают размещать в

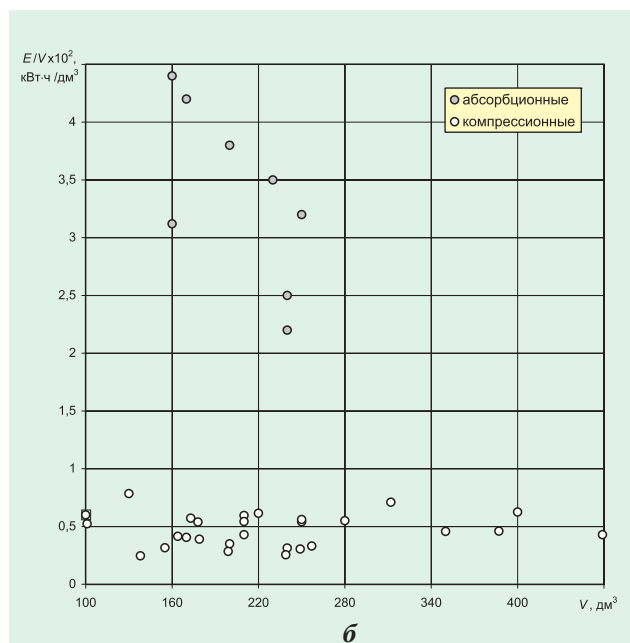
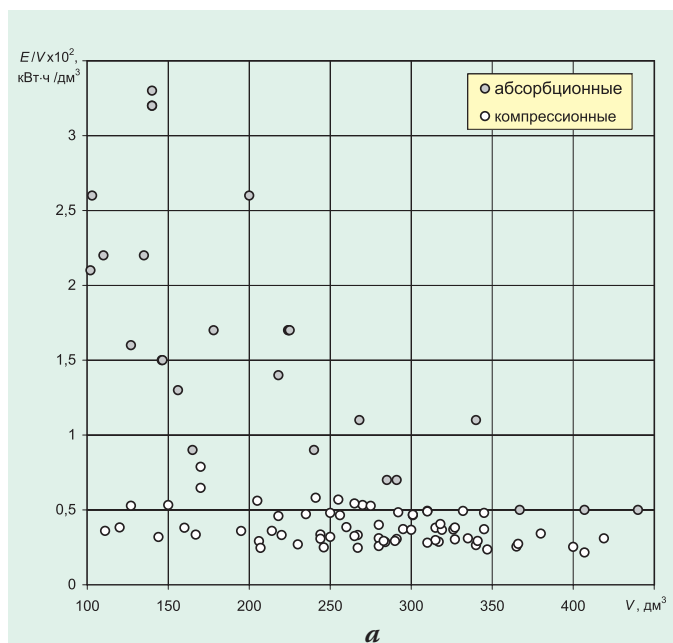


Рис. 5. Удельное объемное суточное энергопотребление ( $E/V$ ) бытовых компрессионных и абсорбционных одно- и двухкамерных холодильников (а) и морозильников (б), работающих на электроэнергии, при различных значениях суммарного объема холодильных камер ( $V$ )



оконных проемах так, чтобы одна из стенок холодильной камеры выходила в окружающую среду. Утверждается, что системы «ХОЛТ» позволяют снизить годовые энергозатраты при эксплуатации холодильного прибора на 50...66 %.

Более приспособлен для работы в составе «сезонного холодильника» АХА. Во-первых, отсутствуют проблемы загустения масла в компрессоре в нерабочий период, а, во-вторых, появляется возможность значительно повысить энергетическую эффективность безнасосного теплоиспользующего цикла за счет снижения общего давления в системе и дополнительного переохлаждения потоков жидкого аммиака на входе испарителя и слабого ВАР на входе абсорбера.

Необходимо отметить, что в настоящее время уже имеются разработки по способам управления АХА в случаях, когда теплорассеи-

вающие элементы и генераторный узел расположены за пределами отапливаемых помещений, т.е. находятся при температуре наружного воздуха, в том числе и по способам запуска АХА при температуре воздуха ниже минус 10 °С.

Из нетрадиционных направлений известны разработки Московского энергетического института (МЭИ), в которых используется эффект снижения температуры при дросселировании сжиженного пропана, поступающего в горелочное устройство бытового абсорбционного холодильника.

Разработчики МЭИ приводят результаты испытаний бытового однокамерного абсорбционного холодильника «Elektro Suisse SRL Tipo V 85 GAC» производства фирмы Valentini (Италия) с полезным объемом НТО 4 дм<sup>3</sup>, холодильной камеры (ХК) – 78 дм<sup>3</sup>. Предложенный способ позволил существенно

повысить суммарную холодильную мощность и снизить температуру в ХК от плюс 7 °С до минус 9 °С, а в НТО – с минус 12,9 °С до минус 18 °С. К недостаткам сами разработчики относят увеличенный до 25 % расход сжиженного газа.

Приведенные выше способы работы абсорбционных холодильников и морозильников носят частный характер и не привлекают внимание ведущих производителей.

Перспективным представляется также и расширение функциональных возможностей бытовых АХП при неизменном энергопотреблении. Это направление позволяет использовать холодильник в качестве универсального бытового прибора. Такой универсальный прибор является комбинированным и обеспечивает как охлаждение продуктов, так и их нагрев за счет утилизации бросового тепла холодильного цикла.

Продолжение следует



## ПРОДАЖА КОМПЛЕКТУЮЩИХ ДЛЯ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

	<b>КОМПРЕССОРЫ</b>	
	<b>ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ</b>	
	<b>МЕДНЫЙ ТРУБОПРОВОД, ФИТИНГИ, ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ</b>	
	<b>АВТОМАТИКА</b>	
	<b>ФРЕОНЫ, МАСЛА</b>	
	<b>ПРИПОЙ</b>	



















000 "ПТФ "КРИОТЕК" тел./факс: (495) 554-9347, 554-4048
www.kriotek.ru
e-mail: info3@kriotek.ru

