

Нет автора

Журнал Холодильная техника 1967 года №12

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621.3
ББК 31.352
Н57

Н57 **Нет автора**
Журнал Холодильная техника 1967 года №12 / Нет автора – М.: Книга по Требованию, 2021. – 63 с.

ISBN 978-5-458-64619-2

ISBN 978-5-458-64619-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Эта страница оригинала содержит исключительно социалистическую пропаганду, которая на сегодняшний день не представляет никакой научно-практической ценности

Эта страница оригинала содержит исключительно социалистическую пропаганду, которая на сегодняшний день не представляет никакой научно-практической ценности

Эта страница оригинала содержит исключительно социалистическую пропаганду, которая на сегодняшний день не представляет никакой научно-практической ценности

Новые герметичные компрессоры для кондиционеров

Б. Д. РЕДКОЗУБ

621.57.041

Применение фреона-22 позволяет значительно улучшить показатели герметичных компрессоров, применяемых в системах кондиционирования воздуха [1].

В последние годы за рубежом герметичные компрессоры с применением фреона-22 практически вытеснили компрессоры, работающие

на фреоне-12, и составили в 1963 г. 97% всей номенклатуры высокотемпературных компрессоров, выпускаемых фирмой «Текумсе» (США) [2, 3].

В 1965 г. закончена разработка и проведены испытания ряда отечественных герметичных поршневых компрессоров для работы на фреоне-22 типа ФГП [4].

Основные характеристики компрессоров указаны в табл. 1. Для сравнения приведены ха-

Таблица 1

Характеристика	Компрессоры				
	ФГП-2,2	ФГП-4,5	ФГП-9	ФГП-14	CL41ZA17
Тип компрессора	Фреоновый герметичный поршневой непрямоточный с вертикальным расположением вала				
Количество цилиндров, шт.	1	2	4	4	2
Диаметр цилиндра, мм	42		50		46,8
Ход поршня, мм	26		30		27
Взаимное расположение цилиндров	—	Опозитное	Крестообразное		Рядное
Сухой вес G , кг	27	32	50	70	48
Габаритные размеры, мм:					
длина	248	278	298	318	267
ширина	248	278	298	318	227
высота	273	308	360	398	414
Смазочное масло	ХФ-12				—
Электродвигатель	Трехфазный асинхронный				
Синхронная скорость вращения, об/мин	1500				3000
Номинальная холодопроизводительность Q_0 , ккал/ч	2270	4360	8500	14 100	10 600
Номинальная электрическая удельная холодопроизводительность $K_э$, ккал/(квт·ч)	2840	3000	3100	2960	2630
Удельная металлоемкость, кг/1000 ккал·ч	12,2	7,1	5,9	5	4,5
Удельный габаритный объем, $м^3 \cdot 10^{-3}/1000$ ккал·ч	74	55	38	29	24

рактеристики одного из последних компрессоров фирмы «Текумсе» CL41ZA17 с синхронной скоростью вращения 3000 об/мин при частоте 50 гц. Испытания всех компрессоров проводились по общей методике в соответствии с действующим стандартом [4].

Номинальная холодопроизводительность, потребляемая мощность и электрическая удельная холодопроизводительность определены в соответствии с ГОСТом 9666—61 при температуре кипения 5°C, конденсации 40°C, всасывания около 15°C и переохлаждения 35°C.

Как видно из табл. 1, диапазон холодопроизводительностей разработанных компрессоров 2200—14 000 ккал/ч.

Увеличение холодопроизводительности от 2200 до 9000 ккал/ч достигается удвоением числа цилиндров при сохранении неизменными хода поршня и диаметра цилиндров. Это позволило унифицировать ряд основных деталей компрессоров ФГП-2,2, ФГП-4,5 и ФГП-9: поршни, втулки цилиндров, всасывающие и нагнетательные клапаны и др.

Компрессоры (рис. 1) выполнены в сварном кожухе с запрессованным корпусом и вынесенной буферной емкостью [5].

Всасываемый пар поступает в верхнюю часть кожуха, проходит через отверстие в роторе и зазор между ротором и статором, охлаждая встроенный электродвигатель и масло, и через всасывающие трубки поступает в цилиндры.

Валы всех компрессоров имеют одну эксцентриковую шейку. Это стало возможным благодаря оппозитному расположению цилиндров в двухцилиндровом компрессоре ФГП-4,5 и крестообразному — в четырехцилиндровых компрессорах ФГП-9 и ФГП-14 [6].

Применение вильчатых шатунов (рис. 2) в четырехцилиндровых компрессорах позволило значительно уменьшить их высоту и практически полностью уравновесить инерционные усилия противовесами (моменты сил инерции из-за малой высоты шатунов незначительны).

Разработанные компрессоры имеют синхронную скорость вращения 1500 об/мин. По весовым, объемным и энергетическим показателям они не уступают аналогичным отечественным и зарубежным образцам с такой же скоростью вращения [7].

Сравнение характеристик компрессоров ФГП-9 и ФГП-14 с характеристиками близкого к ним по холодопроизводительности компрессора фирмы «Текумсе» показало, что их весовые и объемные показатели несколько хуже, чем компрессора CL41ZA17.

Электрическая удельная холодопроизводительность $K_э$ разработанных компрессоров на 11—15% выше, чем у CL41ZA17.

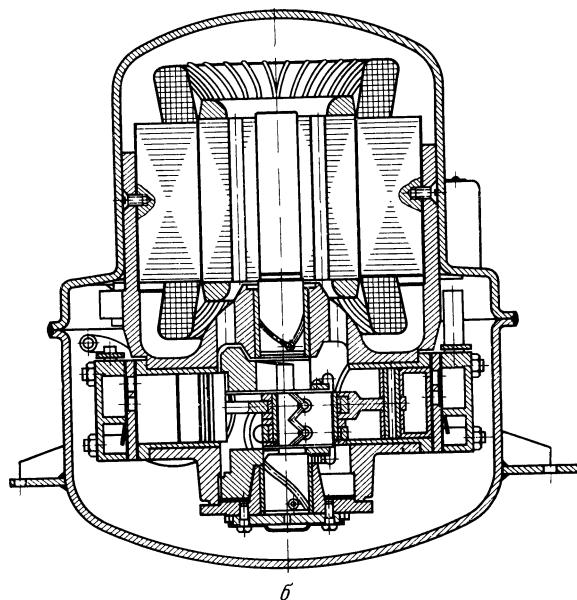
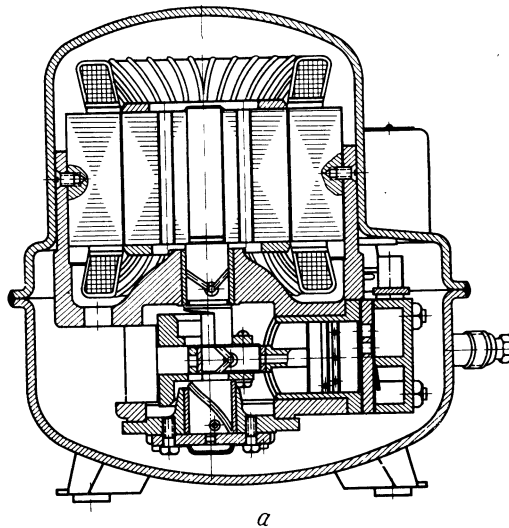


Рис. 1. Герметичные компрессоры ФГП-2,2 (а) и ФГП-14 (б).

Следует отметить также, что на самом тяжелом температурном режиме ($t_0 = -10^\circ\text{C}$, $t_k = 50^\circ\text{C}$) температура электродвигателя и масла в компрессоре CL41ZA17 достигала 120°C . Очевидно, в этом компрессоре по сравнению с отечественными применен электродвигатель с изоляцией более высокого класса и масло, стабильное при более высоких температурах, что наряду с повышением скорости вращения позволило улучшить весовые и объемные показатели.

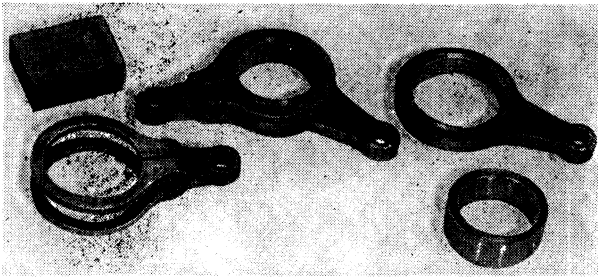


Рис. 2. Вильчатый шатун (в сборе и детали).

В литературе [7] отмечается, что герметичные компрессоры с 3000 об/мин на 15—20% дешевле компрессоров с 1500 об/мин.

Установлено, что наиболее трудоемки в изготовлении четырехцилиндровые компрессоры. Поэтому большого экономического эффекта следует ожидать от замены четырехцилиндровых компрессоров 1500 об/мин двухцилиндровыми с 3000 об/мин.

Параллельно с компрессорами разрабатывались встраиваемые трехфазные асинхронные электродвигатели с синхронной скоростью вращения 1500 об/мин, номинальной мощностью 0,6—4,0 квт.

Габаритные размеры и основные характеристики электродвигателей при равномерной нагрузке электромагнитным тормозом приведены в табл. 2.

На рис. 3 представлены характеристики компрессора ФГП-2,2.

Характер изменения холодопроизводительности Q_0 , потребляемой мощности $N_э$, электрической удельной холодопроизводительности $K_э$

и температуры обмоток электродвигателя $t_{дв}$ остальных компрессоров примерно такой же, как у ФГП-2,2.

На рис. 3 приведена средняя температура обмоток электродвигателя, которая определялась методом сопротивлений.

Удельная холодопроизводительность разработанных компрессоров на номинальном режиме находится в пределах, установленных ГОСТом 9666—61. Значения $K_э$ получены сравнительно высокие.

Температура обмоток электродвигателя и масла на всех режимах не превышали допустимого значения 105°C (ГОСТ 10612—63).

Максимальная температура обмоток электродвигателя, замеренная термометрами, установленными в нижних лобовых частях электродвигателя, превышает среднюю на 8—15°C.

Самые высокие температуры обмоток электродвигателей зафиксированы в компрессоре ФГП-2,2.

С увеличением номинальной холодопроизводительности компрессоров температура обмоток электродвигателя уменьшалась, но температура масла на режиме $t_0 = -10^\circ\text{C}$, $t_k = 50^\circ\text{C}$ достигала 90—100°C. Очевидно, это объясняется принятой системой охлаждения, а также тем, что с ростом номинальной холодопроизводительности компрессоров количество тепла, отдаваемое маслу, увеличивается значительно быстрее, чем омываемая маслом поверхность нижней части кожуха.

Согласно ГОСТу 10613—63 компрессоры типа ФГП должны работать в течение 1 ч при $t_0 = 10^\circ\text{C}$ и $t_k = 60^\circ\text{C}$. Все разработанные компрессоры устойчиво работали на этом режиме. Температуры обмоток электродвигателя и мас-

Таблица 2

Характеристика	Номинальная мощность электродвигателя, квт			
	0,6	1,1	2,2	4,0
Габаритные размеры пакета статора $D \times H$, мм	162 × 75	162 × 84	182 × 100	210 × 115
Напряжение, в		380 или 220		
Номинальный коэффициент полезного действия $\eta_{дв}$	0,79	0,81	0,82	0,84
Номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi$	0,81	0,83	0,80	0,82
Отношение пускового момента к номинальному $\frac{M_{п}}{M_{ном}}$	3,5	2,3	2,3	2,2
Отношение максимального момента к номинальному $\frac{M_{max}}{M_{ном}}$	3,0	2,3	2,3	2,3

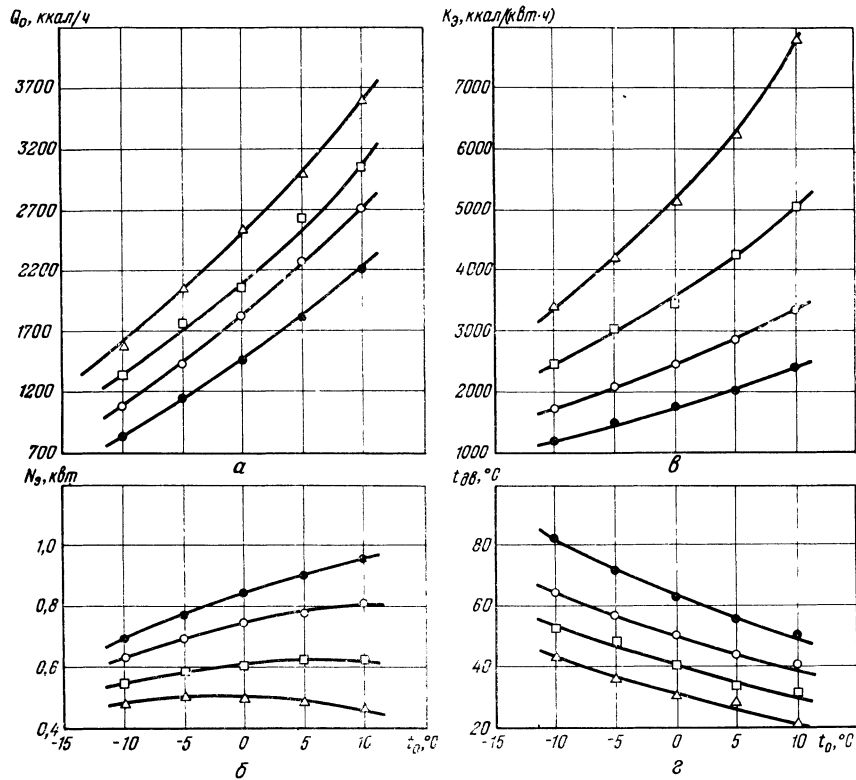


Рис. 3. Характеристики компрессора ФГП-2,2:
 Δ — $t_k=20^\circ\text{C}$; \square — $t_k=30^\circ\text{C}$; \circ — $t_k=40^\circ\text{C}$; \bullet — $t_k=50^\circ\text{C}$.

ла, измеренные после 3—4 ч работы при $t_o = -10^\circ\text{C}$ и $t_k = 60^\circ\text{C}$, оказались ниже, чем при $t_o = -10^\circ\text{C}$, $t_k = 50^\circ\text{C}$. Эффективная мощность компрессоров превышала номинальную ($t_o = 5^\circ\text{C}$, $t_k = 40^\circ\text{C}$) на 35—40%.

Осциллографированием потребляемого электродвигателем тока при пуске на режиме $t_o = -10^\circ\text{C}$, $t_k = 50^\circ\text{C}$ с пониженным напряжением (85% от номинального) установлено, что время разгона составляет десятые доли секунды. Допускаемое время разгона для агрегатов малой и средней мощности 3—5 сек [8].

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что для компрессоров типа ФГП не требуется применения электродвигателей с повышенными пусковым и опрокидывающим моментами.

В результате исследований, проведенных Якобсоном [9], установлено, что теплообмен с окружающей средой оказывает существенное влияние на основные показатели герметичного компрессора.

При испытаниях разработанных компрессоров было определено количество тепла, отдаваемое компрессорами в окружающую среду. Температура воздуха в помещении в процессе испытаний была 22—25°C.

В табл. 3 указано количество тепла, отдаваемое в окружающую среду, — абсолютное ($Q_{o,c}$, ккал/ч) и приходящееся на 1 кг холодильного агента ($q_{o,c}$ ккал/кг) на режимах $t_o = 5^\circ\text{C}$, $t_k = 40^\circ\text{C}$ (I режим) и $t_o = -10^\circ\text{C}$, $t_k = 50^\circ\text{C}$ (II режим).

Значение $q_{o,c}$ определялось по формуле [8]:

$$q_{o,c} = \frac{Q_{o,c}}{G_a},$$

где G_a — весовая производительность компрессора, кг/ч.

Таблица 3

Компрессор	Режим			
	I		II	
	$Q_{o,c}$	$q_{o,c}$	$Q_{o,c}$	$q_{o,c}$
ФГП-2,2	140	2,7	350	19,6
ФГП-4,5	230	2,1	450	10,2
ФГП-9	400	1,9	600	7,7
ФГП-14	500	1,5	830	7,7

Как видно из табл. 3, значение $q_{o,c}$ существенно зависит не только от режима, но и от

номинальной холодопроизводительности компрессора.

Во II режиме, наиболее тяжелом для компрессоров ФГП, величина $Q_{o,c}$ значительно возрастает по сравнению с I режимом.

Представляет интерес разработка модификаций компрессоров с однофазными электродвигателями.

Автором испытан одноцилиндровый компрессор ФГП-2,2 с однофазным асинхронным конденсаторным электродвигателем ДГ-0,55 (номинальная мощность 0,55 кВт) завода «Эльфа». Для сравнения в этом же компрессоре был испытан трехфазный электродвигатель мощностью 0,6 кВт.

Оба электродвигателя имели синхронную скорость вращения 1500 об/мин и одинаковые размеры пакета статора (см. табл. 2). Характеристики компрессора с этими электродвигателями (потребляемая мощность N_e и электрическая удельная холодопроизводительность K_d в зависимости от температур кипения и конденсации) представлены на рис. 4.

Из графика видно, что у компрессора с однофазным электродвигателем на номинальном режиме ($t_o=5^\circ\text{C}$, $t_k=40^\circ\text{C}$) электрическая

удельная холодопроизводительность уменьшилась на 13%.

Температура обмоток однофазного электродвигателя оказалась выше, чем трехфазного, и на режимах $t_o=-10^\circ\text{C}$, $t_k=50^\circ\text{C}$ и $t_o=10^\circ\text{C}$, $t_k=60^\circ\text{C}$ превысила допустимое значение (105°C).

В табл. 4 приведены характеристики электродвигателей однофазного ДГ-0,55 и трехфазного при испытании в компрессоре на номинальном режиме и при равномерной нагрузке электромагнитным тормозом (при той же мощности на валу).

Из табл. 4 видно, что характеристики трехфазного электродвигателя в компрессоре (потребляемый ток, к.п.д.) приближаются к соответствующим характеристикам при равномерной нагрузке. Те же характеристики для электродвигателя ДГ-0,55 значительно различаются. Это связано с особенностями работы герметичного одноцилиндрового компрессора.

Известно, что одноцилиндровые компрессоры отличаются значительной неравномерностью изменения нагрузки на валу в течение оборота.

Так как в герметичном компрессоре маховиком служит ротор встроенного электродвигателя, конструктивно не удается достигнуть рекомендуемой степени неравномерности вращения $\delta = \frac{1}{80}$ [10] (обычно у компрессора ФГП-2,2 $\delta = \frac{1}{10}$).

Поэтому вращающий момент встроенного электродвигателя не остается постоянным в течение оборота, изменяясь в довольно широких пределах. Соответственно изменяются все характеристики электродвигателя. При этом среднему значению вращающего момента (мощности на валу) при работе в компрессоре соответствуют средние к.п.д. электродвигателя, потребляемый ток и $\cos \phi$, которые могут

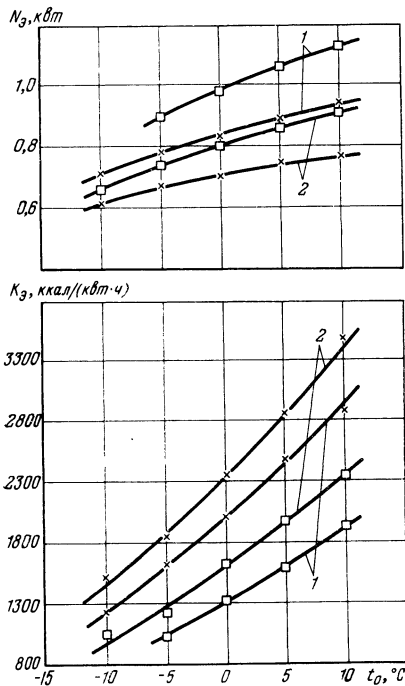


Рис. 4. Характеристики компрессора ФГП-2,2 при испытании с электродвигателями:
1 — однофазным; 2 — трехфазным;
х — $t_k=40^\circ\text{C}$; □ — $t_k=50^\circ\text{C}$.

Таблица 4

Характеристика	Электродвигатели			
	однофазный		трехфазный	
	равномерная нагрузка	работа в компрессоре	равномерная нагрузка	работа в компрессоре
Мощность на валу N_e , кВт	0,6	0,6	0,575	0,575
Ток (действующее значение) I , а	4,3	5,8	2,4	2,75
Скольжение S , %	2,9	3,1	7,4	7,7
К. п. д. $\eta_{дв}$, %	77	68	80	78

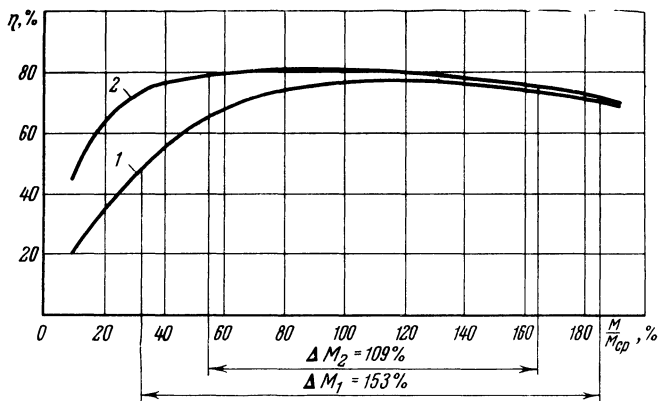


Рис. 5. К.п.д. электродвигателей при равномерной нагрузке:
1 — однофазного; 2 — трехфазного.

стличаться от полученных в случае равномерной нагрузки при той же мощности на валу.

Нетрудно установить, что средние значения к.п.д. потребляемого тока и $\cos \phi$, получаемые в компрессоре, зависят как от характера нагрузки на валу, так и от характеристик электродвигателей при равномерной нагрузке.

На рис. 5 приведен к.п.д. при равномерной нагрузке электродвигателей ДГ-0,55 и трехфазного в зависимости от $\frac{M}{M_{cp}}$ (где M — текущее значение вращающего момента, M_{cp} — среднее значение вращающего момента на номинальном режиме, ΔM_1 и ΔM_2 — пульсация вращающего момента на номинальном режиме встроенных электродвигателей ДГ-0,55 и трехфазного) [11].

Из рис. 5 видно, что пульсация вращающего момента трехфазного электродвигателя значительно меньше, чем однофазного.

Максимум кривой к.п.д. трехфазного электродвигателя смещен в сторону меньших нагрузок, в то время как к.п.д. однофазного электродвигателя при снижении нагрузок быстро уменьшается.

Поэтому средний к.п.д. данного трехфазного электродвигателя в отличие от однофазного при работе в компрессоре мало отличается от к.п.д. при равномерной нагрузке.

Снижение пульсации вращающего момента трехфазного электродвигателя было достигнуто за счет увеличения номинального скольжения нагрузки уменьшился, но сохранился довольно высоким $\eta_{дв} = 0,80$ (см. табл. 4). К.п.д. однофазного электродвигателя при равномерной нагрузке и $S_{ном} = 2,9\%$ ниже, чем у трехфазного ($\eta_{дв} = 0,77$), и с увеличением скольжения еще понизится.

Поэтому для герметичных компрессоров ФГП требуется разработка специальных однофазных электродвигателей, рассчитанных с учетом особенностей их работы, изложенных выше.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якобсон В. Б. Испытание герметичных компрессоров на фреоне-12 и фреоне-22. «Холодильная техника», 1960, № 3.
2. Гоголин А. А., Барулин Н. Я. Кондиционирование воздуха. Госторгиздат, 1963.
3. Якобсон В. Б. Малые холодильные компрессоры (обзор зарубежной техники) М., НИИмаш, 1967.
4. ГОСТ 9666—61, 10612—63, 10613—63. Компрессоры поршневые герметичные фреоновые малой холодопроизводительности. Основные параметры. Технические требования. Методы испытаний.
5. Мельниченко Л. Г., Крицкий Е. Д., Редкозуб Б. Д., Глывко Ю. В. Исследование различных систем охлаждения герметичных компрессоров. «Холодильная техника», 1964, № 3.
6. Редкозуб Б. Д. Влияние изменения нагрузки на характеристики герметичного двухцилиндрового компрессора. «Холодильная техника», 1966, № 8.
7. Якобсон В. Б. Основные показатели качества малых холодильных компрессоров. «Холодильная техника», 1966, № 10.
8. Холодильная техника. Энциклопедический справочник. Т. 1. Госторгиздат, 1960.
9. Якобсон В. Б. Теплообмен холодильных компрессоров с окружающей средой. «Холодильная техника», 1965, № 5.
10. Френкель М. И. Поршневые компрессоры. Машгиз, 1962.
11. Редкозуб Б. Д., Артемюк Б. Т. К вопросу о выборе встроенного электродвигателя герметичного компрессора. «Холодильная техника», 1965, № 2.



Автоматический завод по производству пищевого трубчатого льда на Московском холодильнике № 9

Г. П. ПОПОВ, И. Ф. ЯЦУНОВ
ВНИИХолодмаш,

В. И. БАТРАКОВ, И. П. ШНАЙДЕРМАН
Московский холодильник № 9

621.584.2—52

На Московском холодильнике № 9 в конце 1966 г. были завершены пусконаладочные испытания головного образца автоматического завода ЗТЛ-10 по выпуску пищевого трубчатого льда. Межведомственная комиссия приняла завод для опытной эксплуатации.

Пуск льдозавода был завершающим этапом многолетнего сотрудничества коллективов ВНИИХолодмаша и Московского холодильника № 9 по разработке и доведению до промышленного образца установки ЗТЛ-10.

Производительность льдозавода 10 т пищевого трубчатого льда в сутки. Весь технологический процесс автоматизирован. Применена система непосредственного испарения холодильного агента. Лед оттаивается горячими парами аммиака.

Лед образуется в трех кожухотрубных льдогенераторах вертикального типа на внутренней поверхности теплообменных труб. Каждый льдогенератор (высота 2000 мм, диаметр обечайки 600 мм) содержит 53 теплообменные трубки внутренним диаметром 51 мм.

Непрерывность работы льдозавода достигается последовательной работой всех трех льдогенераторов со смещением по времени на $\frac{1}{3}$ цикла.

Завод ЗТЛ-10 смонтирован в специальном здании, спроектированном Гипрохолодом на территории Московского холодильника № 9. Оборудование изготовлено по чертежам ВНИИХолодмаша (ЦКБХМ) Тамбовским заводом «Комсомолец».

Здание льдозавода двухэтажное, кирпичное, с железобетонными перекрытиями.

Пол первого этажа на уровне автомобильной платформы, что позволяет осуществлять механизированную погрузку льда непосредственно в автомашину.

На первом этаже здания расположены (рис. 1) машинное и сортировочное отделения. В сортировочном отделении смонтированы пристенные аммиачные оребренные батареи. Температура поддерживается $-5 \div -7^\circ\text{C}$.

На втором этаже помещается льдогенераторное отделение, соединенное с машинным залом металлической двухмаршевой лестни-

цей. Имеется также запасный выход на крышу сортировочного отделения.

Помещение машинного и льдогенераторного отделений оборудованы рабочей и аварийной вентиляцией и аварийным освещением.

Принципиальная схема получения льда приведена на рис. 2.

Цикл замораживания. Пары аммиака, сжимаемые компрессором 1, через маслоотделитель 2 подаются в конденсатор 3. Жидкий аммиак через открытый соленоидный вентиль 4 сливается в линейный ресивер 5, откуда через соленоидный вентиль 6, поплавковый регулирующий вентиль 7 и верхний ресивер 8 поступает в нижнюю часть межтрубного пространства льдогенератора 9.

Из верхней части льдогенератора 9 пары аммиака через открытый соленоидный вентиль 10 и отделитель жидкости 11 отсасываются компрессором. Жидкий аммиак из отделителя жидкости через обратный клапан 12 сливается в дренажный ресивер 13. При этом соленоидный вентиль 14 открыт, а 15, 16, 17 закрыты.

В машинном отделении установлены два ресивера с таким расчетом, что один из них (5) находится под высоким давлением и выполняет функции линейного (слив аммиака из конденсатора и питание льдогенераторов через регулируемую станцию), а другой (13) — под низким давлением и служит дренажным (слив жидкого аммиака из отделителя жидкости). В случае переполнения дренажного ресивера поступает импульс от полупроводникового регулятора уровня 18 и функции ресиверов меняются. Такое решение позволило осуществить гарантированный слив жидкого аммиака из отделителя жидкости и исключить случаи влажного хода компрессора.

Переключение ресиверов 5 и 13 осуществляется системой соленоидных вентиляей 4, 6, 14, 15, 16, 17.

Цикл оттаивания. Горячие пары аммиака, минуя конденсатор, через соленоидный вентиль 19 подаются в верхнюю часть межтрубного пространства льдогенератора и вытесняют жидкий аммиак в верхний ресивер 8.

В результате оттаивания трубок горячими па-