

Нет автора

Журнал Холодильная техника 1966 года №2

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621.3
ББК 31.352
Н57

Н57 **Нет автора**
Журнал Холодильная техника 1966 года №2 / Нет автора – М.: Книга по Требованию, 2021. – 62 с.

ISBN 978-5-458-64597-3

ISBN 978-5-458-64597-3

© 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.

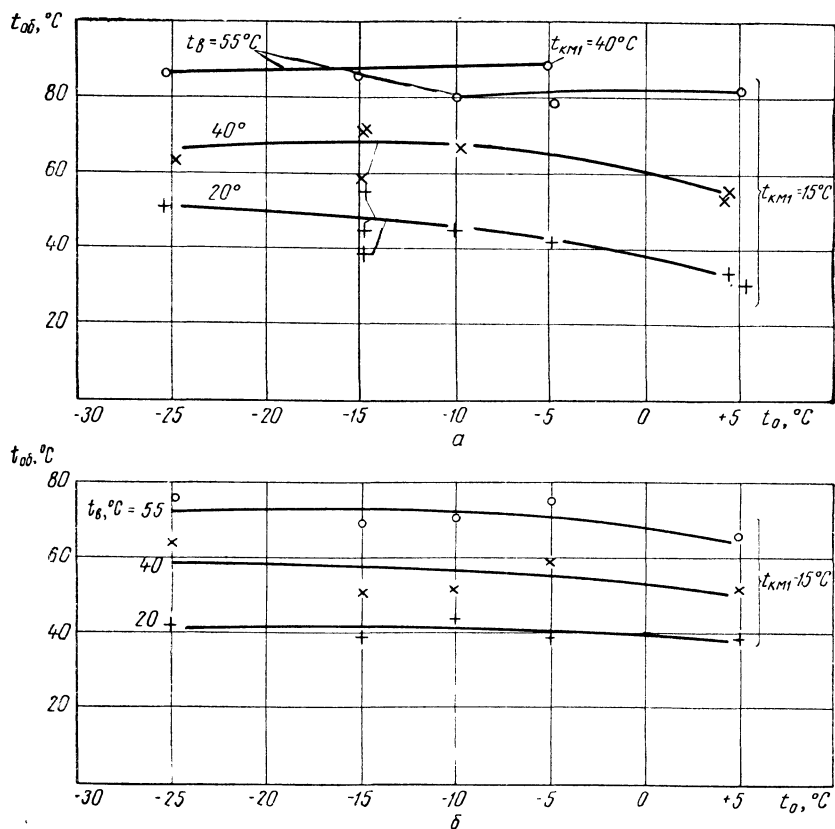


Рис. 1. Температура обмотки встроенных двигателей герметичных компрессоров:
а — ФГ 0,7~3 в агрегате ВС 0,7~3;
б — ФГ 0,45~3 в агрегате ВС 0,45~3.

но с интенсивным охлаждением кожуха компрессора воздухом, идущим от конденсатора [6]. Следовательно, эти агрегаты могут успешно применяться в странах с сухим тропическим климатом.

Давление фреона-22 при $t_k = 60 \div 65^\circ\text{C}$ составляет 25—30 атa, т. е. значительно выше допустимого для герметичных компрессоров по ГОСТу 9666—61. Поэтому герметичные компрессоры ФГН и ФГП и агрегаты ВН и В22П, работающие на фреоне-22, для тропических условий непригодны.

Определены зависимости холодопроизводительности (рис. 2), потребляемой мощности и температуры конденсации агрегатов ВС 0,45~3 и ВС 0,7~3 от температуры окружающего воздуха в пределах от 20 до 55°C .

Найденные из опытов основные технические характеристики унифицированных агрегатов ВС 0,7~3 и ВС 0,45~3 — холодопроизводительность и потребляемая мощность — представлены в безразмерном виде. Несмотря на значительные различия между этими агрегатами (неодинаковые число цилиндров и ход поршня компрессоров, число труб и секций конденсаторов, диаметры вентиляторов), отношения холодопроизводительности и потребляемой мощности к соответствующим величинам

нам при температуре воздуха 20°C мало различаются.

На основании этих опытов установлены коэффициенты для определения холодопроизводительности агрегатов в тропических условиях (табл. 2).

Таблица 2

Агрегат ВС-Т				Агрегат ВП-Т			
температура кипения, $^\circ\text{C}$	температура воздуха, $^\circ\text{C}$			температура кипения, $^\circ\text{C}$	температура воздуха, $^\circ\text{C}$		
	20	45	55		30	45	55
—10; —15	1,0	0,665	0,581	+5; —5	1,0	0,795	0,657
—25	1,0	0,626	0,478				

Потребляемая мощность при температуре кипения -25°C почти не зависит от температуры окружающего воздуха, при -15°C возрастает в среднем на 0,4%, при -10°C на 0,6% на каждый градус повышения температуры окружающего воздуха (рис. 3).

Температура конденсации повышается примерно на $0,9^\circ\text{C}$ при росте температуры воздуха на 1°C (рис. 4).

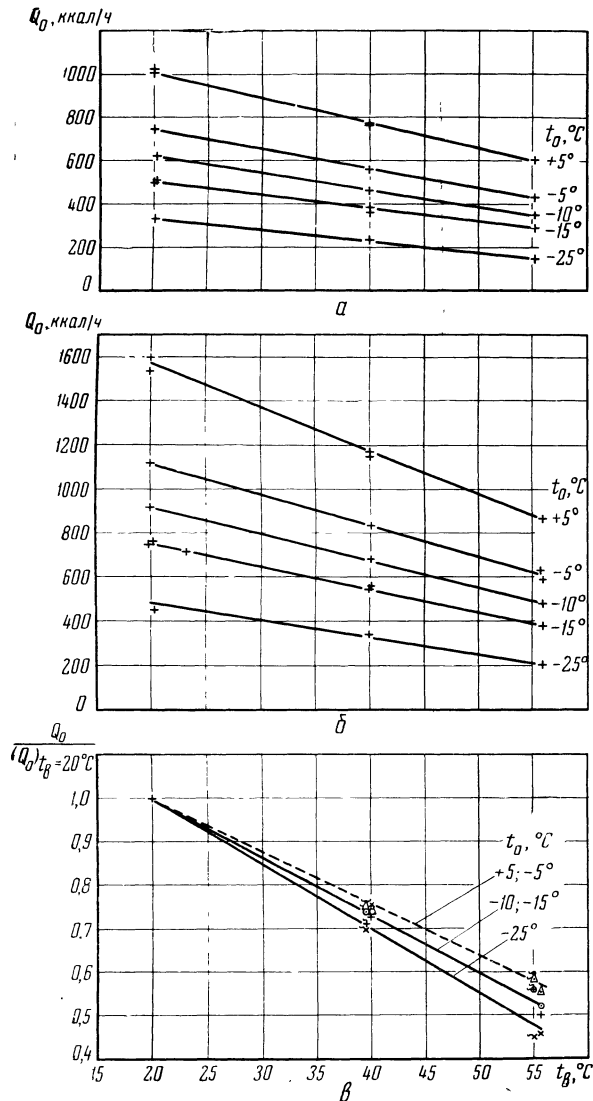


Рис. 2. Зависимость холодопроизводительности герметичных агрегатов от температуры воздуха: а — ВС 0,45~3; б — ВС 0,7~3; в — относительная холодопроизводительность агрегатов ВС.

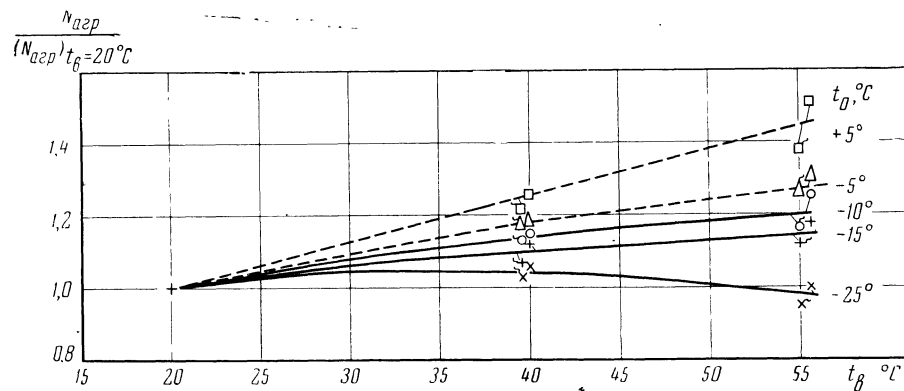


Рис. 3. Зависимость потребляемой мощности агрегатов ВС от температуры воздуха.

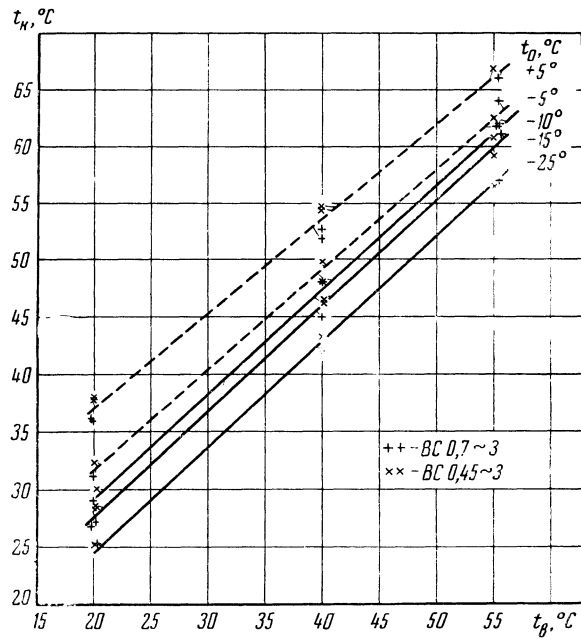


Рис. 4. Зависимость температуры конденсации агрегатов ВС от температуры воздуха.

В странах с влажным тропическим климатом максимальная температура воздуха 45°C , т. е. ниже, чем в странах с сухим тропическим климатом. Влажность воздуха на работу герметичных компрессоров и агрегатов с воздушным охлаждением практически не влияет, поэтому для влажного климата могут быть использованы те же агрегаты, что и для сухого тропического климата. В обозначение этих агрегатов входит буква Т: среднетемпературные агрегаты с воздушным охлаждением обозначаются ВС-Т, плюсовые агрегаты — ВП-Т.

Герметичные холодильные агрегаты для стран с сухим и влажным тропическим климатом должны работать в температурных условиях, указанных в табл. 3.

Герметичные агрегаты ВС-Т и ВП-Т для тропических условий не должны отличаться по своей конструкции от агрегатов ВС и ВП (ГОСТ 9834—61): не требуется изменения компрессоров, конденсаторов, холодильного

Таблица 3

Исполнение агрегатов	Температуры, °C					
	кипения		всасывания		окружающего воздуха	
	от	до	от	до	от	до
ВС-Т . . .	-28	-10	-15	+45	+5	+55
ВП-Т . . .	-10	+10	0	+45	+5	+55

агента. Это упрощает организацию серийного производства новых агрегатов, ускоряет их освоение и снижает стоимость.

Изменяются лишь требования к окраске, отделке и материалам наружных деталей. Комплектующие изделия, в том числе автоматические приборы, электродвигатели и электроаппаратура (кроме встроенных электродвигателей), должны быть в тропическом исполнении.

В остальном агрегаты ВС-Т и ВП-Т изготавливаются по чертежам и техническим условиям на агрегаты ВС и ВП.

Агрегаты в тропическом исполнении целесообразно обозначать так же, как агрегаты в обычном исполнении, имеющие те же геометрические размеры, с добавлением буквы Т. Например, агрегат ВС 0,7Т — агрегат холодопроизводительностью 700 ккал/ч при температуре кипения -15°C и воздуха 20°C , предназначенный для работы в странах с тропическим климатом. При этом холодопроизводительность в условиях сухого или влажного климата следует определять с помощью переводных коэффициентов или данных табл. 5, приведенных в этой статье.

При разработке новых герметичных агрегатов в программу типовых испытаний необходимо включить испытания при $t_{\text{в}}=55^{\circ}\text{C}$, учитывая модификации этих агрегатов для тропических условий.

В южных районах Советского Союза температура воздуха не превышает 40°C , т. е. не выходит за пределы, в которых должны работать герметичные агрегаты по ГОСТу 9834—61. Однако торговое холодильное оборудование с этими агрегатами в южных районах, часто работает неудовлетворительно. Объясняется это тем, что максимальная расчетная температура для отечественного оборудования принята 32°C , что соответствует температурным условиям большей части страны. Для южных районов (Азербайджанская, Армянская, Грузинская, Киргизская, Узбекская, Туркменская и Таджикская союзные республики) рас-

четная температура близка к 40°C . При этом тепловые нагрузки оборудования возрастают, а холодопроизводительность агрегатов падает. Поэтому номинальная холодопроизводительность агрегатов для оборудования, поставляемого в южные районы, должна быть примерно в 1,5 раза больше, чем для обычного торгового холодильного оборудования.

В связи с этим следует изготавливать специальные модификации торгового холодильного оборудования для южных районов, включив в их обозначение букву Ю. Это оборудование комплектуется обычными герметичными агрегатами по ГОСТу 9834—61, но при проектировании необходимо учитывать уменьшение их холодопроизводительности, т. е. устанавливать агрегаты и испарители большей производительности.

Типовые испытания торгового холодильного оборудования для южных районов должны проводиться при температуре воздуха 40°C .

На основании опытов были найдены переводные коэффициенты для определения холодопроизводительности унифицированных агрегатов в южных районах Советского Союза (табл. 4).

Таблица 4

Агрегат ВС			Агрегат ВП		
температура кипения, °C	температура воздуха, °C		температура кипения, °C	температура воздуха, °C	
	20	40		30	40
-10; -15 -25	1,0 1,0	0,732 0,700	+5; -5	1,0	0,861

Таблица 5

Наименование агрегата	Холодопроизводительность (в ккал/ч) при температуре воздуха у входа в конденсатор, °C			
	20	40	45	55
ВС 0,28; ВС 0,28Т	280	200	190	150
ВС 0,35; ВС 0,35Т	350	260	230	190
ВС 0,45; ВС 0,45Т	450	330	300	240
ВС 0,55; ВС 0,55Т	550	400	370	290
ВС 0,7; ВС 0,7Т	700	510	470	370
ВС 0,9; ВС 0,9Т	900	660	600	480
ВС 1,1; ВС 1,1Т	1100	800	730	580
ВС 1,4; ВС 1,4Т	1400	1020	930	740
ВС 1,8; ВС 1,8Т	1800	1320	1200	960
ВС 2,2; ВС 2,2Т	2200	1610	1460	1170
ВС 2,8; ВС 2,8Т	2800	2050	1860	1490

В табл. 5 указана холодопроизводительность агрегатов ВС и ВС-Т при их работе в условиях южных районов страны ($t_b=40^\circ\text{C}$), влажного (45°C) и сухого (55°C) тропического климатов.

Холодопроизводительность указана при следующих условиях:

температура кипения для агрегатов ВС и ВС-Т равна -15°C , а для ВП и ВП-Т составляет 5°C , температура всасывания для всех агрегатов 15°C .

Этими данными следует пользоваться при проектировании холодильного оборудования для южных районов Советского Союза и стран с тропическим климатом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Общие технические условия на изготовление машин, приборов и оборудования, поставляемых в страны с тропическим климатом. Стандартгиз, 1962.
2. Холодильная техника. Энциклопедический справочник. Т. I. Госторгиздат, 1962.
3. Стандарты на герметичные компрессоры: ГОСТ 9666—61, ГОСТ 10612—63, ГОСТ 10613—63.
4. Яковсон В. Б. Герметичные фреоновые компрессоры. «Холодильная техника», 1961, № 5.
5. Зеликовский И. М., Яковсон В. Б. Новые герметичные компрессоры и агрегаты. «Холодильная техника», 1966, № 1.
6. Яковсон В. Б. Теплообмен холодильных компрессоров с окружающей средой. «Холодильная техника», 1965, № 5.

УДК 621.512

ВЛИЯНИЕ ЗАЗОРА ПОРШЕНЬ—ЦИЛИНДР НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕРМЕТИЧНОГО КОМПРЕССОРА

И. А. ЭЛЬКИН — Харьковское опытно-конструкторское бюро

Величина зазора между поршнем и цилиндром слабо влияет на характеристики открытых компрессоров малой холодопроизводительности с поршневыми кольцами.

В 1955 г. в холодильной лаборатории Харьковского завода торгового машиностроения (ХЗТМ) было определено влияние зазора поршень — цилиндр на холодопроизводительность компрессора 2ФВ 4/4,5*. При исправных поршневых кольцах увеличение зазора с 0,05 до 0,5 мм уменьшает холодопроизводительность компрессора всего на 10%.

Влияние износа трущихся деталей на работу отечественных герметичных компрессоров в литературе не освещалось.

Поршень герметичного компрессора не имеет колец, поэтому основные параметры компрессора — холодопроизводительность Q_0 ккал/ч, коэффициент подачи λ , потребляемая мощность N_z , а также температура обмотки электродвигателя — в большой степени за-

висят от зазора между поршнем и цилиндром. В ГОСТе 10612—63 установлены максимальные размеры этих зазоров для герметичных компрессоров.

Для того чтобы определить влияние изменения зазора в паре поршень—цилиндр на характеристики герметичного компрессора ФГ 0,7~3, в лаборатории холодильных машин Харьковского опытно-конструкторского бюро (ХОКБ) были проведены испытания.

Испытания на износ пары трения поршень — цилиндр показали, что в первые 1000 ч работы зазор увеличился на 4—7 мк, за последующие 2000 ч только на 2—3 мк (всего на 6—10 мк), что незначительно изменяет характеристики компрессора.

Затем был испытан один и тот же компрессор с несколькими поршнями различных размеров, в связи с чем зазоры между поршнем и цилиндром в пяти сериях опытов были следующими: 18—25, 30—40, 50—60, 70—80 и 100—120 мк.

Испытания проводились по методике, соответствующей ГОСТу 10613—63, при темпера-

* См. Элькин И. А., Жученко В. А. Износостойчивость компрессоров фреоновых холодильных машин типа ФАК. «Холодильная техника», 1955, № 1.

турах конденсации 30 и 50°C, кипения —25, —15, —5, и 5°C; всасывания 15°C и температуре окружающей среды 30°C.

При испытании компрессора на стандартном режиме ($t_0 = -15^\circ\text{C}$, $t_k = 30^\circ\text{C}$, $t_{\text{вс}} = 15^\circ\text{C}$) получены следующие результаты.

Холодопроизводительность компрессора при зазоре 18 мк была несколько выше номинальной. При увеличении зазора на 60—70% она понизилась до 650 ккал/ч (нижний допустимый предел). При увеличении зазора в три раза холодопроизводительность снизилась на 30% от номинальной.

Для получения более полных результатов были проведены опыты при зазоре, увеличенном до 110—120 мк. С увеличением зазора от 25 до 110 мк коэффициент подачи резко уменьшился (рис. 1).

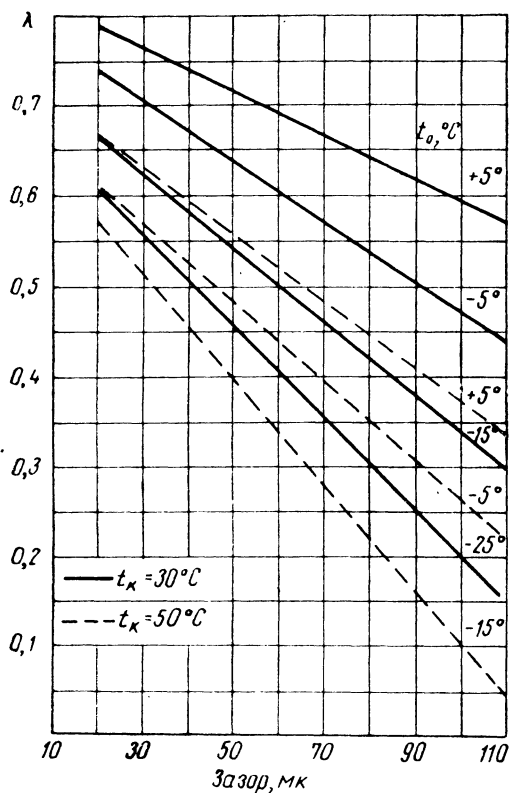


Рис. 1. Зависимость коэффициента подачи компрессора от зазора поршень-цилиндр.

Мощность, потребляемая компрессором, при номинальном режиме работы уменьшилась с 0,34 до 0,31 кВт, при этом холо-

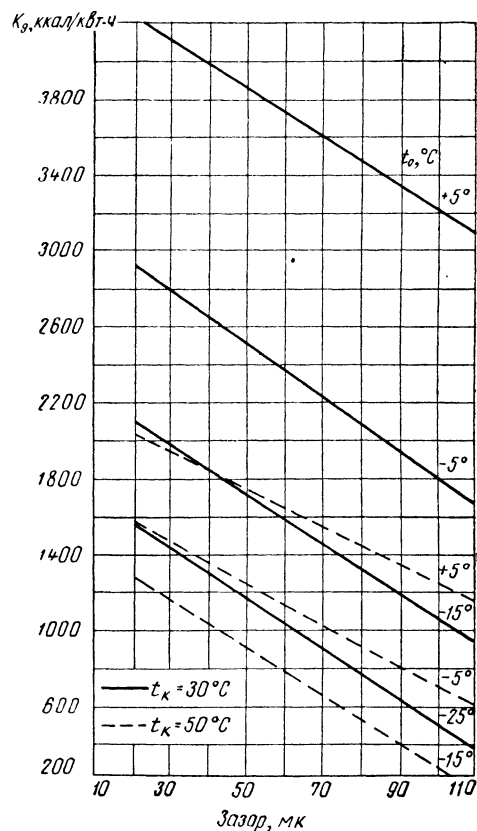


Рис. 2. Зависимость удельной холодопроизводительности от зазора поршень-цилиндр.

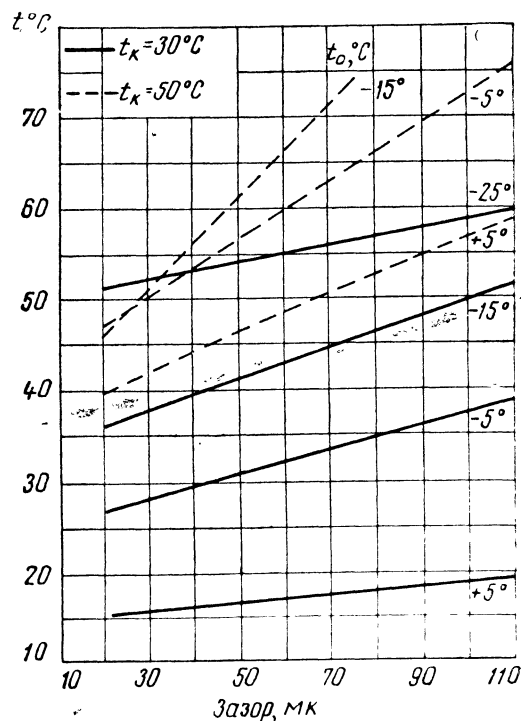


Рис. 3. Зависимость перегрева обмотки электродвигателя от зазора поршень-цилиндр.

допроизводительность понизилась до 370 ккал/ч, а удельная холодопроизводительность (рис. 2) с 1930 до 930 ккал/квт·ч.

Увеличение зазора на 10 мк приводит к уменьшению удельной холодопроизводительности на 140 ккал/квт·ч. Одновременное повышение температуры обмоток электродвигателя (рис. 3) происходит в основном из-за уменьшения количества циркулирующего холодильного агента и частично за счет попадания в кожух компрессора горячих газов. Поэтому при зазоре более 50 мк температура обмотки электро-

двигателя на некоторых режимах оказывается выше допустимой.

Таким образом, увеличение зазора с 18 до 30—35 мк приводит к потере холодопроизводительности компрессора в пределах, указанных в ГОСТе 9666—61, а его последующее увеличение — к недопустимому снижению холодопроизводительности и повышению температуры обмотки.

Необходимо продолжить работы по повышению износоустойчивости пар трения.

УДК 621.57.041:621.822.

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗНОСА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ ГЕРМЕТИЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Доц. Л. Г. МЕЛЬНИЧЕНКО, канд. техн. наук П. Ф. ТРУСОВ, Е. Д. КРИЦКИЙ

Развитие холодильного компрессоростроения в Советском Союзе за последние годы характеризуется быстрым ростом производства герметичных компрессоров различного назначения. Моторесурс этих машин должен обеспечивать надежную работу в течение 10 и более лет без ремонта и смены масла в условиях циклического процесса и резко меняющихся нагрузок [1, 2].

Трение и износ происходят при скоростях скольжения 1—3 м/сек, скорости вращения 1450 об/мин и расчетных нормальных давлениях около 50 кг/см². Условия работы подшипниковых узлов в режимах граничного и рубежного граничного трения тяжелые [3]. В некоторых случаях наблюдается их интенсивный износ, сопровождаемый схватыванием.

Подшипниковые узлы находятся в среде паров фреона-22, инертного в обезвоженном состоянии почти ко всем металлам. Однако в присутствии воды образуются соединения типа соляной кислоты. Для смазки применяются нафтеновые либо парафиновые минеральные масла [2], вязкость которых зависит от температуры [1, 2, 4]. В данном исследовании применялось масло ХФ-12.

Под влиянием высокой температуры в холодильном компрессоре могут произойти полимеризация, реакции разложения и окисления. В результате появляются осадки (смола, асфальт, частицы кокса).

В картере машины образуется масло-фреоновый раствор, свойства которого определяются концентрацией, температурой и давлением [2].

Мощность трения и износ компрессора зависят от вязкости масло-фреонового раствора [2]. При температуре картера 50°C и выше можно пренебречь снижением вязкости от растворения фреона.

На судах машины работают в условиях качки, вибрации и т. д. Все это следует учитывать при определении надежности узлов трения герметичных холодильных компрессоров.

Надежность и долговечность машин определяются конструктивно-технологическими, производственными и эксплуатационными факторами и прежде всего износоустойчивостью узлов [5—11].

Износоустойчивость деталей машин зависит не только от исходных свойств материалов, но и от изменения поверхностных слоев в результате трения и изнашивания. Поэтому нельзя использовать результаты опытов, проведенных на других объектах [5—11], для узлов трения герметичных холодильных компрессоров, работающих в совершенно особых условиях.

Это привело к необходимости создания специальных стендов для выполнения комплексных исследований износа пар трения в условиях, соответствующих эксплуатационным. Такие стенды были созданы группой инженеров под руководством авторов.

Экспериментальный стенд

Цель исследования — дать рекомендации по проектированию, технологии и эксплуатации узлов трения герметичных холодильных компрессоров либо других видов оборудования.

Схема стенда представлена на рис. 1. Все основные узлы (рис. 1, *а*) смонтированы на общем сварном каркасе 1.

Механизм для исследования трения и износа (рис. 1, *б*) обеспечивает создание заданных режимов трения, износа и схватывания поверхностей вращающегося съемного образца-вала 19 и прижатого к нему нагружающим устройством 25 неподвижного съемного образца-вкладыша 22.

Привод вала 18 с образцом-валом 19 осуществляется либо электродвигателем 17, в случае исследований на фреоне, либо электродвигателем 15 при работе в среде воздуха.

Обоймы 21 с образцами-вкладышами 22 закрепляются в нишах кронштейнов 20 способом, обеспечивающим самоустановку их по окружности образца-вала.

В каждой из двух полок кронштейна 20 крепится пластина 24 с тензодатчиками. Одна пластина воспринимает нормальную нагрузку, другая — силу трения. Сигналы от тензодатчиков при деформации пластин 24 передаются через усилитель 14 на автоматические самопишущие потенциометры 13.

Нормальная нагрузка на узел трения осуществляется нагружающим устройством 25 через детали 28, 27, 26, 23, 24, 20 и 21. Штырь 26 перемещается пружиной 27. Пружина сжимается при осевом движении упорной гайки 28 от вращения винта нагружающего устройства 25 через редуктор электродвигателя 29. Сила трения, возникающая в процессе трения деталей 19 и 22, воспринимается пластиной 24 при упоре ее в кронштейн 33. Герметичность корпуса достигается обжатием фланца струбцинами 32.

Для обеспечения заданных параметров газовый тракт стенда включен в газовое кольцо. Нагнетаемые компрессором 3 пары холодильного агента через теплообменник 4 и регулирующий вентиль 7, обеспечивающие поддержание заданных параметров, поступают в корпус 2 механизма трения и износа. Затем через второй теплообменник 4 пары холодильного агента снова поступают в компрессор 3.

Подготовка образцов

Обеспечение 100%-ного контакта рабочих поверхностей образцов достигается изготовлением кольцевых образцов шейки вала по вто-

рому классу точности с чистотой $\nabla 10$; расточкой образцов-вкладышей по контуру образца-вала до чистоты $\nabla 9$; приработкой каждой пары образцов.

Приработка осуществляется на том же экспериментальном стенде в среде воздуха.

Для компенсации всех конструктивных, монтажных и технологических погрешностей системы в сборе производится «доводка» геометрии рабочей плоскости образца специальной шарошкой, установленной вместо образца-вала 19 (см. рис. 1) и имеющей диаметр, равный диаметру шатунной шейки.

Процесс приработки образца-вкладыша с образцом-валом происходит при ступенчатом увеличении нормальной нагрузки на образец. Нагрузки увеличивают после стабилизации силы трения.

Указанным способом нагрузка доводится до предельных значений.

Основные критерии окончания приработки образцов: 100%-ная номинальная площадь контакта (определяется визуально по характеру микрорельефа поверхности образцов), стабилизация силы трения по времени и стабилизация микрорельефа поверхности трения образцов (определяется профилографом). Примеры профилограмм представлены на рис. 2.

Поверхность образцов очищают от загрязнений путем промывки последовательно в ваннах с авиационным бензином Б-70, с ацетоном и этиловым спиртом.

Перед испытанием на схватывание и изнашивание образцы взвешивают на аналитических весах. Кроме того, на них наносят искусственные базы прибором микротвердости ПМТ-3.

Исследование схватывания

Схватывание выбранных материалов исследовано при граничном трении на воздухе и в среде фреона-22 с маслом ХФ-12 при температуре его 50—70°C и давлении фреона около 5 кгс/см², соответствующих наиболее тяжелым условиям эксплуатации [12].

В случае граничного трения линейное увеличение нормального давления вызывает линейное или близкое к нему увеличение силы трения при постоянной скорости скольжения вплоть до наступления схватывания.

Наступление схватывания обычно сопровождается скачкообразным увеличением силы трения вследствие нарушения микрорельефа рабочих поверхностей. Однако оценка начала схватывания по нарушению микрорельефа затруднительна при скорости скольжения около 3 м/сек.

Нагрузка, соответствующая началу схватывания $F_{сх}$, определяется по диаграммам $P_H f(\tau)$ и $F_{тр} f(\tau)$, где $F_{тр}$ — сила трения, τ — время (рис. 3).

Лучше всего сопротивляются схватыванию те материалы, которые имеют наибольшее значение $F_{сх}$.

Исследование изнашивания

Цель исследования — определение относительной износоустойчивости материалов, имеющих высокую сопротивляемость схватыванию, а также способности этих материалов вызывать износ сопряженного тела.

Исследование проводится на той же установке и в тех же условиях, что и исследование схватывания. Величина нормальных давлений

при этом выбирается близкой к давлению схватывания. Процесс изнашивания осуществляется при постоянных величинах P_H и $F_{тр}$.

Время изнашивания образцов, а также метод определения износа выбирают в зависимости от интенсивности изнашивания. При большой интенсивности изнашивания за установленное время износ образцов-вкладышей находят путем их взвешивания на аналитических весах с точностью до 10^{-4} г. При малой интенсивности изнашивания применяют метод искусственных баз с использованием микротвердомера ПМТ-3.

Износ кольцевых образцов определяется методом искусственных баз с применением профилографа ВЭИ-120000, обеспечивающего точность измерения $\pm 0,1$ мк.

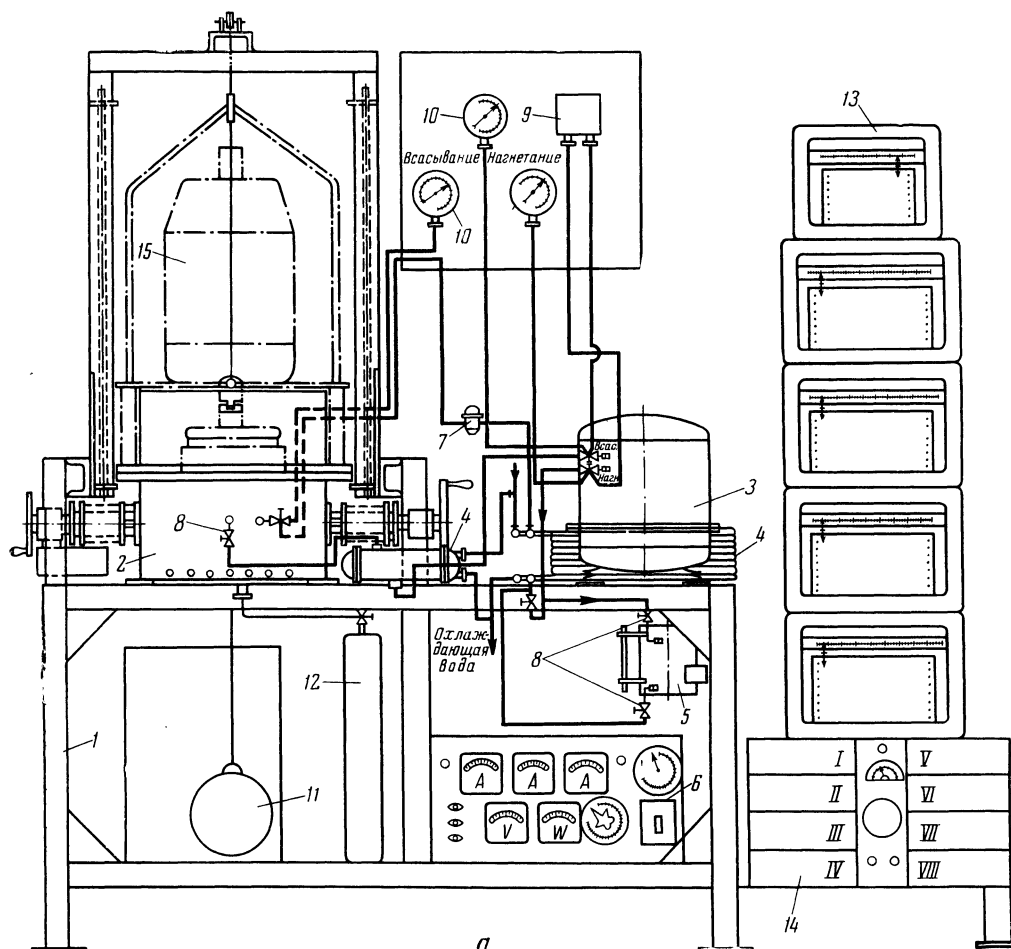


Рис. 1. Схема стенда для исследования износа пар трения фреоновых герметичных компрессоров.

а — основные узлы стенда:

- 1 — каркас; 2 — корпус механизма для исследования трения и износа; 3 — фреоновый компрессор; 4 — теплообменники; 5 — ресивер; 6 — электрощит; 7 — регулирующий вентиль; 8 — запорный вентиль; 9 — реле давления; 10 — манометр; 11 — противовес; 12 — резервная емкость для масла; 13 — потенциометры; 14 — усилитель; 15 — электродвигатель постоянного тока;

На описанных стендах авторами были выполнены исследования схватывания и износа различных материалов с целью обоснованного выбора наиболее износостойчивых материалов для работы в условиях подшипниковых узлов фреоновых герметичных холодильных компрессоров.

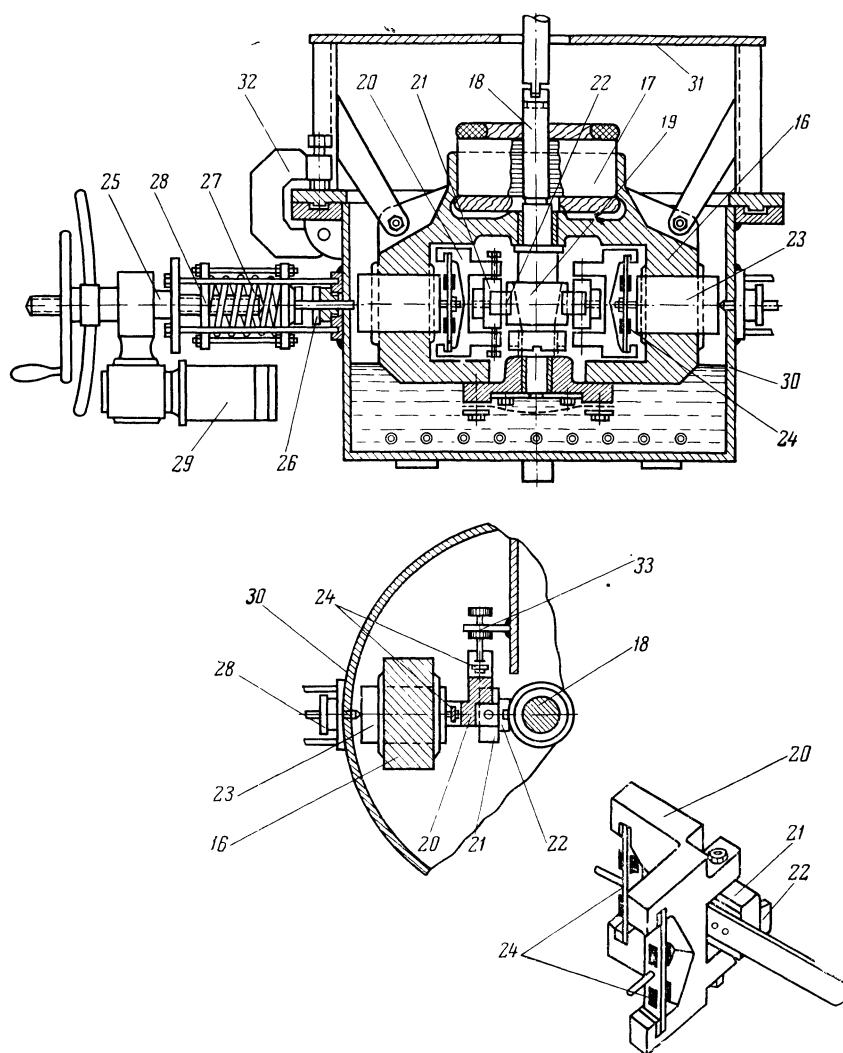
Испытываемые подшипниковые материалы отбирали из числа выпускаемых отечественной промышленностью.

Были исследованы следующие материалы: бронзографит (1% графита), бронза

БрОФ-10-1, бронзографит завода «Электроугли», изготовленный по ФМ0054237 (2,4—4% графита), бронза БрСуН-7-2, бронзографит, содержащий 4% графита, алюминийграфит (3% графита), бронза БрОЦС-6-6-6.

Согласно работам [7, 13, 14], указанные материалы наиболее износостойчивые. Особый интерес представляло исследование бронзографитов с точки зрения влияния смазывающих свойств чешуек графита на износ в заданных условиях работы.

Схватывание этих материалов исследовали



б — механизм для исследования трения и износа:

16 — корпус компрессора; 17 — электродвигатель переменного тока; 18 — вал; 19 — съемный образец-вал; 20 — кронштейн с пластинами и тензодатчиками; 21 — обойма; 22 — съемный образец-вкладыш; 23 — направляющий поршень; 24 — пластина с тензодатчиками; 25 — нагружающее устройство; 26 — штырь; 27 — пружина; 28 — упорная гайка; 29 — электродвигатель постоянного тока с понижающим редуктором; 30 — нижняя половина герметичного корпуса; 31 — съемные стойки с фланцем и опорной плитой; 32 — трубки для уплотнения фланцев; 33 — кронштейн.

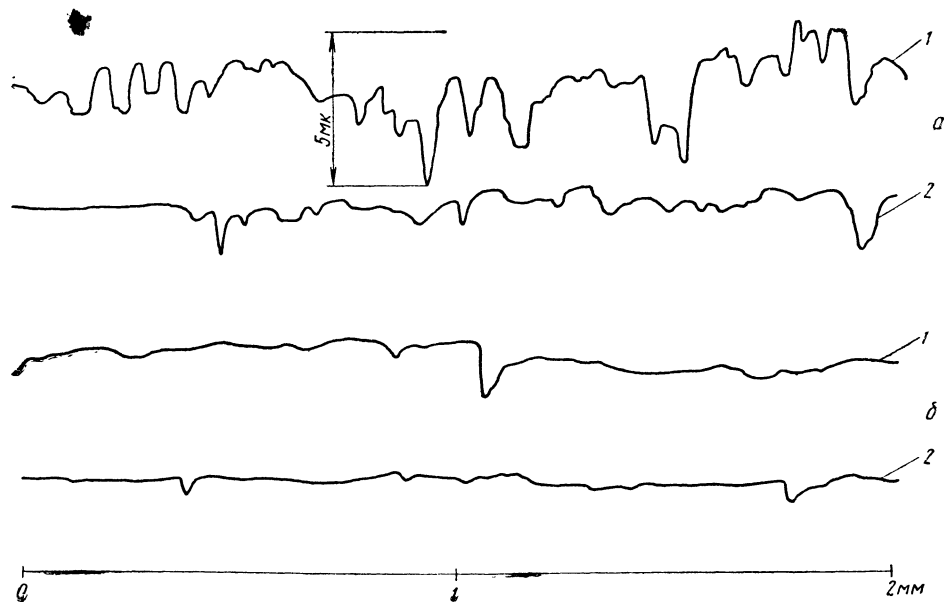


Рис. 2. Профилотграммы стабилизации микрорельефа поверхностей образца-вала и образца-вкладыша в процессе приработки:
 а — поверхность образца-вала до приработки (1) и после приработки (2);
 б — поверхность образца-вкладыша до приработки (1) и после приработки (2).

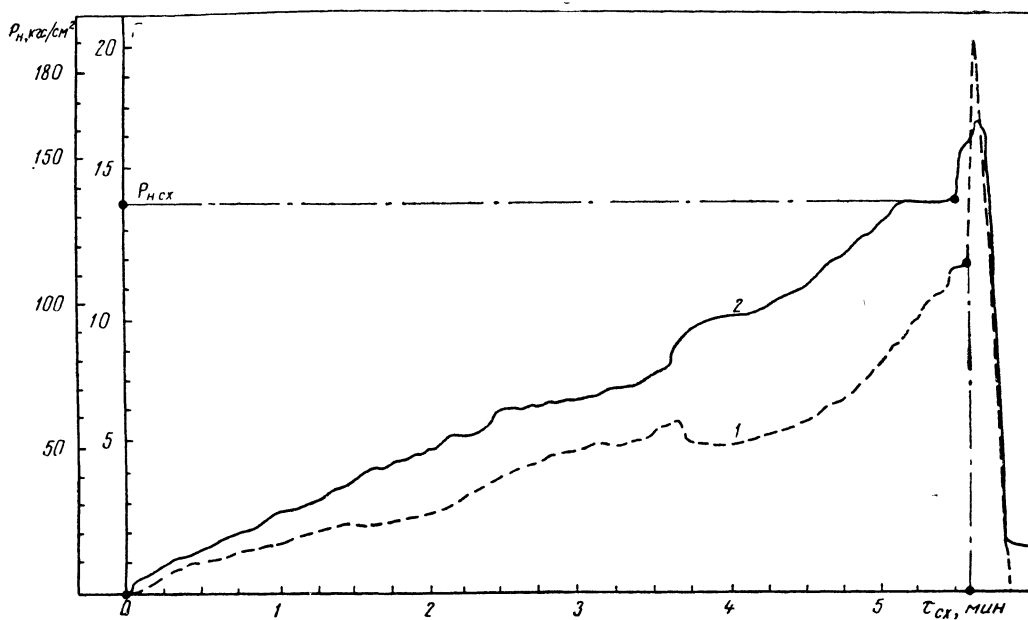


Рис. 3. Силы трения (1) и нормальные нагрузки (2) при схватывании. ($F_{тр}$, кгс/см²).

в паре со сталью 18ХНВА в режиме граничного трения в среде воздуха, либо фреона-22 с маслом ХФ-12.

При анализе диаграмм изменения нормаль-

ных нагрузок и сил трения (рис. 4 и 5) было установлено следующее.

Нагрузка схватывания $P_{н.сх}$ для различных материалов неодинакова. Схватывание всех