

Нет автора

Журнал Холодильная техника 1962 года №2

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621.3
ББК 31.352
Н57

Н57 **Нет автора**
Журнал Холодильная техника 1962 года №2 / Нет автора – М.: Книга по Требованию, 2021. – 78 с.

ISBN 978-5-458-64575-1

ISBN 978-5-458-64575-1

© 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.

При конструировании бескрейцкопфного двухступенчатого компрессора в одном корпусе возникли трудности, связанные с обеспечением надежной системы смазки цилиндра. При поддержании в картере давления всасывания ступени н. д. цилиндр ступени в. д. смазывается недостаточно, так как масло смывается с его поверхности паром аммиака, перетекающим, вследствие разности между промежуточным и низким давлениями, из всасывающей полости цилиндра ступени в. д. в картер. Если давление в картере равно промежуточному или близко к нему, то через цилиндры ступени н. д. уносится большое количество масла.

Практика показала, что любое давление в картере, значительно отличающееся от давления всасывания ступени н. д., приводит к недопустимо большому уносу масла через цилиндры этой ступени. При этом, если поршень имеет обычные маслосъемные кольца, цилиндр ступени в. д. смазывается недостаточно, что ускоряет его износ.

На основании данных, полученных при проведении серии экспериментальных работ, была разработана такая система смазки, которая позволила при поддержании в картере давления, примерно равного давлению всасывания ступени н. д., обеспечить надежную смазку цилиндра в. д.

Для этого всасывающую полость цилиндров ступени н. д. соединили с картером открытой трубкой. Сечение трубки должно обеспечить перетекание в полость этих цилиндров из картера всего количества пара, поступающего в картер из всасывающей полости цилиндра ступени в. д. Величина дроссельных потерь, т. е. превышение давления в картере над давлением всасывания в цилиндрах ступени н. д., должна быть в пределах $0,02—0,04 \text{ кг/см}^2$.

Кроме того, в нижней части поршня цилиндра ступени в. д. установили вместо маслосъемных уплотнительные кольца, что позволило уменьшить перетекание пара в картер из всасывающей полости этого цилиндра и задерживать масло на его стенках.

Испытания большого числа компрессоров ДАУ-80 на заводском стенде, а также длительная эксплуатационная проверка показали, что такая система смазки обеспечивает надежную работу машины. Общий унос масла из компрессора не превышает $80—160 \text{ г/час}$. Кроме того, отпала необходимость в периодическом спуске масла из нагнетательных полостей в картер. При этом обязательно хорошее уплотнение между гильзой и расточкой под гильзу в блоке картера, тщательное выполнение и при-

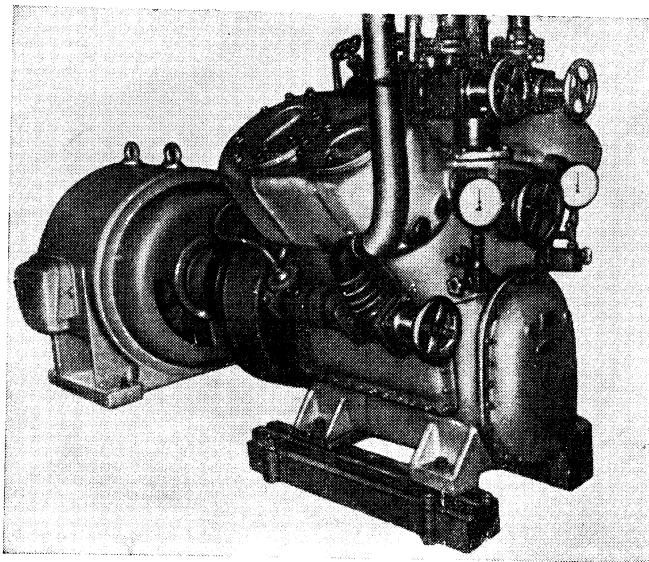


Рис. 1. Компрессор ДАУ-80 с электродвигателем и муфтой.

работка уплотнительных колец и отсутствие неплотностей в уравнильной трубке, соединяющей всасывающую полость цилиндров ступени н. д. с картером.

Глубокий картер и высокий уровень масла в нем гарантируют постоянное погружение масляного насоса в масло даже при значительном крене и дифференте судна. Температура масла находится в допустимых пределах и при плавании судна в тропических широтах.

Привод. Привод компрессора осуществляется от специального электродвигателя А-112-8/12 через эластичную муфту. Электродвигатель трехфазный, переменного тока, напряжением $220/380 \text{ в}$ спроектирован специально для компрессора ДАУ-80 заводом им. Владимира Ильича. Электродвигатель двухскоростной: при 720 об/мин имеет мощность 75 кВт , при 480 об/мин — 55 кВт . Изменением числа оборотов электродвигателя достигается двухпозиционное регулирование холодопроизводительности компрессора.

Конструкция электродвигателя соответствует требованиям правил Морского Регистра для судовых электродвигателей.

Компрессор ДАУ-80 снабжен реле давления РДА в ступени в. д. и РДА-2 в ступени н. д.

Испытания компрессора ДАУ-80

При испытании компрессора ДАУ-80 в заводской лаборатории проверяли работоспособность всех элементов компрессора и определяли его основные тепловые характеристики в стационарных условиях.

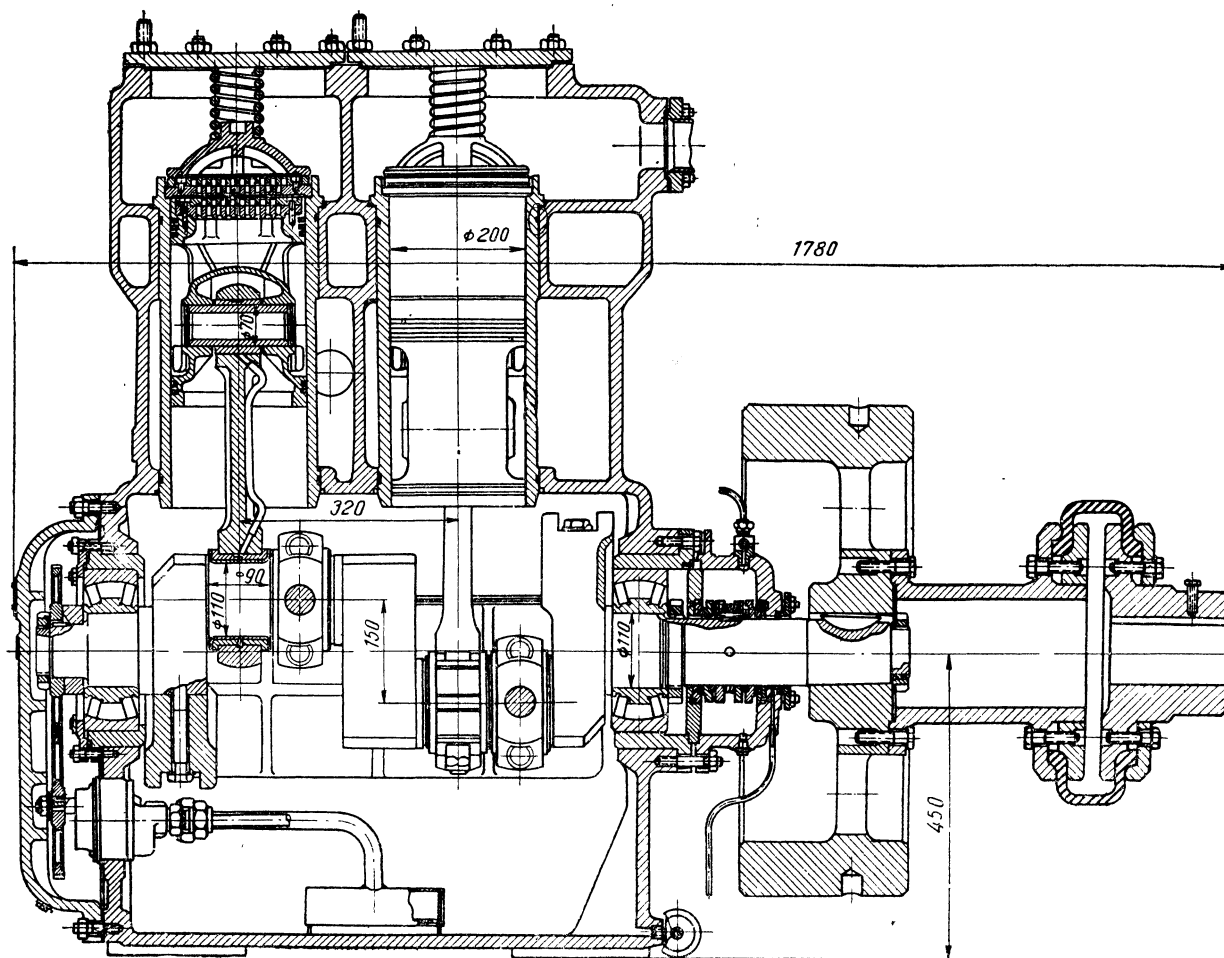


Рис. 2. Компрессор ДАУ-80. Продольный разрез.

Для этой цели в заводской лаборатории был сооружен стенд по схеме аммиачного двухступенчатого парового кольца. Схема кольца показана на рис. 3.

Пар аммиака из цилиндра ступени в. д. компрессора поступает через маслоотделитель 9 в охладитель-конденсатор 2, в котором частично конденсируется. Паро-жидкостная смесь из охладителя-конденсатора направляется в ресивер 4. Из верхней полости ресивера через дроссельный вентиль пар аммиака поступает в вертикальный газоохладитель 7: одна часть— в нижнюю полость, под уровень жидкого аммиака, поддерживаемый путем подачи в нее жидкости из нижней полости ресивера через регулирующий вентиль; другая часть— в верхнюю полость.

Установлено, что схема, в которой в охладителе предусмотрен барботаж пара через жид-

кость и подогрев его при выходе из газоохладителя, позволяет осуществить охлаждение до требуемой температуры большого объема пара и устойчивый перегрев его. Кроме того, удается избежать попадания жидкости в трубопроводы и буферную емкость 5 и, благодаря этому, получить надежные показания мерной диафрагмы.

В опытах число оборотов компрессора было принято 720 и 480 в минуту. Данные, представленные ниже, относятся к максимальному числу оборотов.

Вследствие большой протяженности неизолированного всасывающего трубопровода перегрев пара аммиака перед всасывающим патрубком ступени н. д. компрессора был в пределах 25—35°.

На рис. 4 дан график зависимости, при указанном перегреве, коэффициента подачи сту-

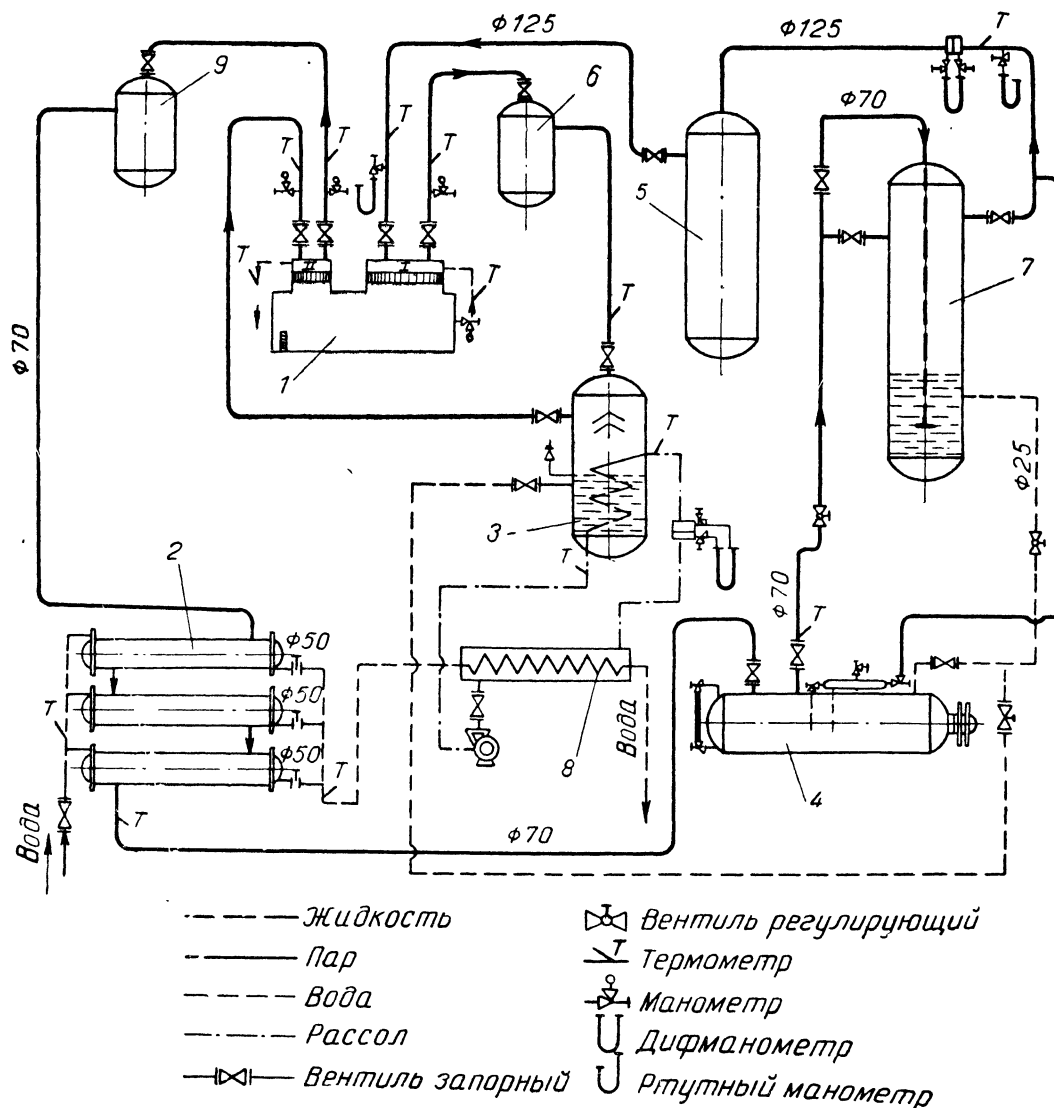


Рис. 3. Схема парового кольца для испытания компрессора ДАУ-80:
 1 — компрессор, 2 — охладитель-конденсатор, 3 — промежуточный сосуд, 4 — ресивер,
 5 — буферная емкость, 6 — маслоотделитель ступени н. д., 7 — газоохладитель,
 8 — теплообменник, 9 — маслоотделитель ступени в. д.

пеи н. д. компрессора ДАУ-80 от отношения давлений нагнетания и всасывания.

Коэффициент подачи определяли по весовому количеству аммиака, протекающему через диафрагму.

Наибольшее число опытов проведено при температуре конденсации 30 и 35° и отношении давлений в ступени н. д. компрессора от 3,4 до 4, что соответствует рабочему диапазону температур кипения от —25 до —45°. В ряде опытов при постоянной температуре кипения —40° изменялось отношение давлений в ступени н. д. компрессора.

Во время испытаний компрессора одновременно экспериментально отработывали конструкцию полосовых самодействующих клапанов. Был спроектирован, изготовлен и проверен ряд опытных конструкций клапанов с пластинами неодинаковой длины и толщины, из стали 70С2ХА, IX18Н9Т (с различной термообработкой), У8А и У10А. Проверяли также различные варианты розеток клапанов.

В результате этих работ были приняты пластины из стальной ленты (У10А) длиной 112, толщиной 1 мм.

После освоения Ленинградским сталепро-

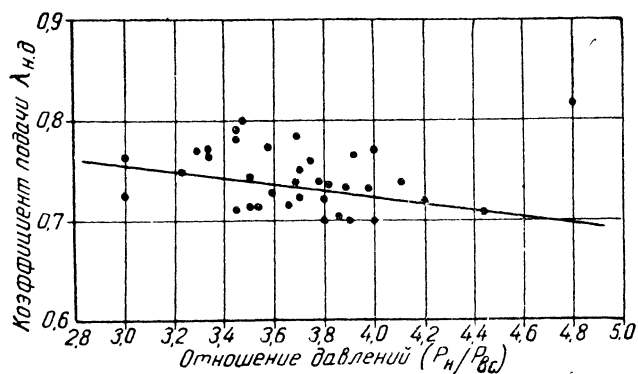


Рис. 4. Зависимость коэффициента подачи ступени н. д. компрессора ДАУ-80 от отношения давлений всасывания и нагнетания.

катным заводом технологии изготовления такой ленты с максимальной желобчатостью в пределах 0,02—0,03 мм стало возможным получение быстрой и хорошей приработки клапанных пластин без шлифовки рабочей поверхности, что еще больше повысило их долговечность.

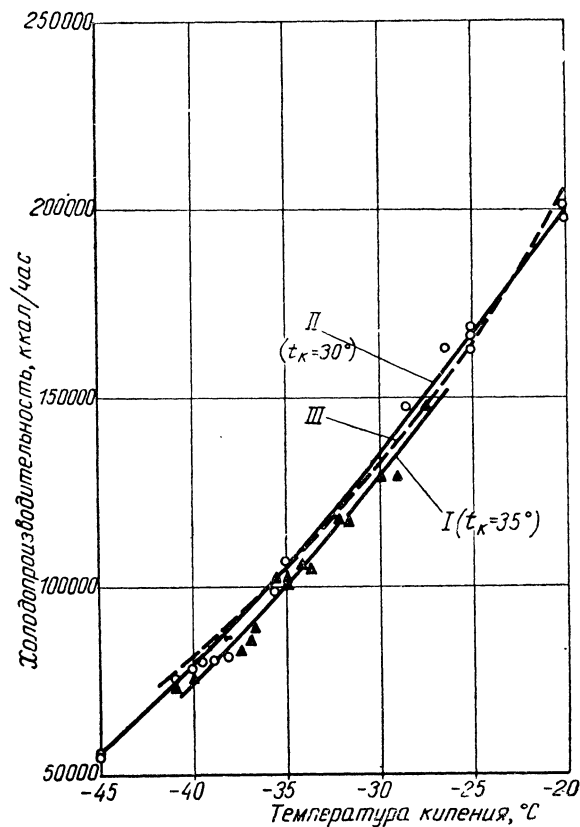


Рис. 5. Зависимость холодопроизводительности компрессора ДАУ-80 от температуры кипения.

Исследование большого числа компрессоров в широком диапазоне отношений давлений при установке различных диафрагм, а также неодинаковой толщине и размерах клапанных пластин и степени их приработки показало, что полученная зависимость $\lambda = f(P_n/P_{вс.})$ н. д. является достаточно точной характеристикой компрессора ДАУ-80.

На рис. 5 приведен график зависимости холодопроизводительности компрессора ДАУ-80 от температуры кипения.

Вследствие высоких значений перегрева пара аммиака при всасывании в ступень н. д. ($25\text{—}35^\circ$) и отклонений от расчетных значений промежуточного давления и перегрева пара после промежуточного сосуда, по кривым I и II можно определить значения холодопроизводительности только для рабочих условий. Кри-

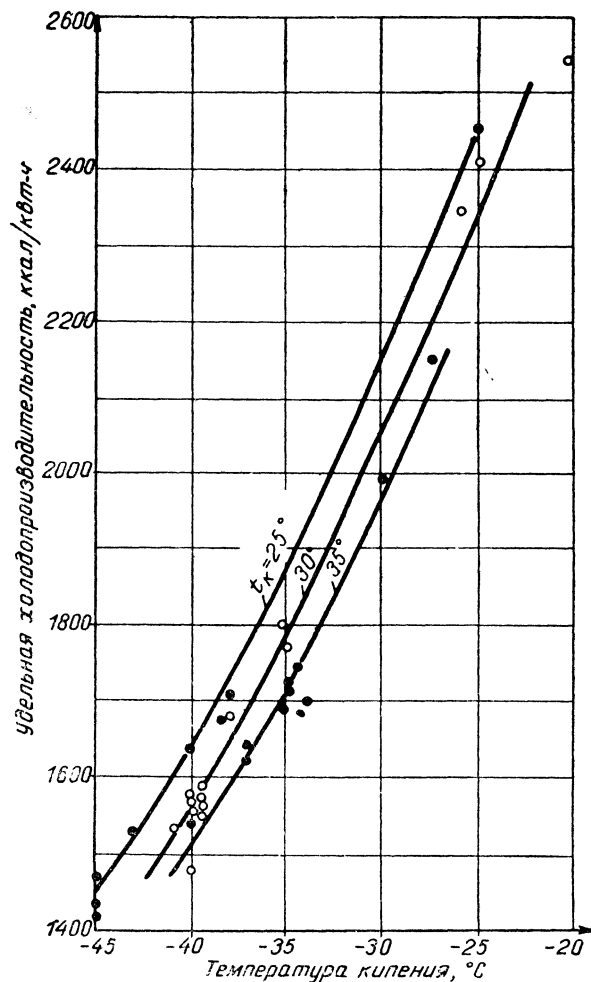


Рис. 6. Зависимость удельной холодопроизводительности компрессора ДАУ-80 от температур кипения и конденсации.

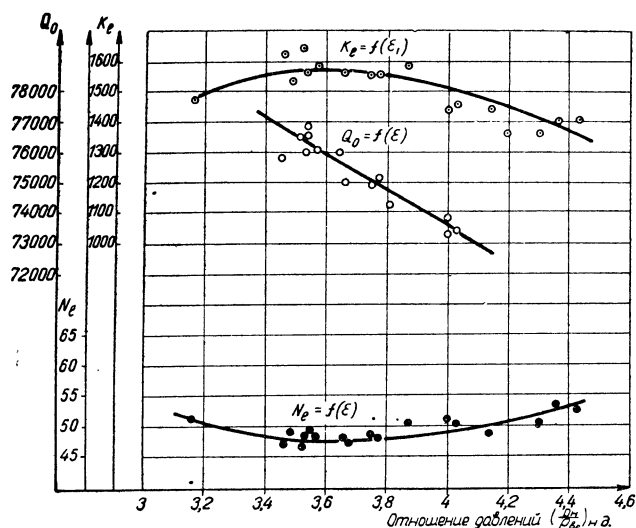


Рис. 7. Зависимость удельной холодопроизводительности K_e , эффективной мощности N_e и холодопроизводительности Q_0 компрессора ДАУ-80 от отношения давлений в ступени н. д. компрессора.

вая III построена для расчетных условий работы компрессора в холодильной установке ($t_k = 35^\circ$), выполненной по схеме с полным промежуточным охлаждением пара аммиака и переохлаждением жидкости в змеевиковом промежуточном сосуде.

При пересчете учитывали действительный коэффициент подачи, определяемый по графику (рис. 4) для расчетных значений отношения давлений в ступени н. д. компрессора. Перегрев пара аммиака при всасывании в ступень н. д. принимали равным $10-12^\circ$.

Графики, представленные на рис. 6 и 7, характеризуют работу компрессора ДАУ-80 в рабочих условиях при перегреве пара на линии всасывания в ступень н. д. $25-35^\circ$.

При сравнении опытные значения хорошо совпали с расчетными.

Применение пластин толщиной 1 мм несколько увеличило дроссельные потери в клапанах, однако значения основных тепловых характеристик компрессора остались близкими к расчетным.

В процессе заводских и эксплуатационных испытаний компрессора в его конструкцию внесен ряд улучшений. Усовершенствована и технология изготовления отдельных деталей и узлов, что значительно повысило эксплуатационную надежность компрессора. Роликовые подшипники с чугунными сепараторами заменены подшипниками с латунными сепараторами. Изменена технология изготовления резинового элемента муфты, улучшено качество сборки шатунных подшипников, повышены точность и класс обработки некоторых основных деталей.

Эксплуатационные испытания компрессора ДАУ-80 на БМРТ «Изумруд» при плавании в южных широтах Атлантического океана показали удовлетворительные результаты и соответствие технической характеристики машины спецификационной характеристике холодильной установки, обеспечивающей замораживание 30 т рыбы в сутки.

В настоящее время на судах рыбопромыслового флота эксплуатируется уже более 120 компрессоров ДАУ-80.

Тепловые характеристики и конструкция этого компрессора позволяют рекомендовать его для применения не только на судах, но и в стационарных условиях вместо двухступенчатой холодильной установки АДС-150, состоящей из двух компрессоров.

Опыт создания отечественного аммиачного двухступенчатого бескрейцкопфного компрессора в одном корпусе используется заводом «Компрессор» в направлении дальнейшего развития конструкции компрессоров этого типа.

Новые приборы для измерения и регулирования влажности воздуха в охлаждаемых помещениях

Инж. Е. М. АГАРЕВ, канд. техн. наук И. А. ПАВЛОВА — Всесоюзный научно-исследовательский институт холодильной промышленности, инж. В. С. МАЦКИН — ПКИ Пищепром

При разработке схем автоматизации холодильных установок следует учитывать, что неблагоприятный влажностный режим холодильной обработки и хранения вызывает большие потери веса продукта и ухудшение его качества. Эти потери настолько велики, что даже ча-

стичное решение проблемы автоматического поддержания требуемой относительной влажности воздуха в камерах холодильников может дать большой экономический эффект.

Многие из известных методов измерения относительной влажности воздуха при отрица-

тельных температурах либо не обеспечивают достаточной точности, либо весьма трудоемки и не поддаются автоматизации.

Большое распространение в настоящее время получил психрометрический метод. Однако с помощью этого метода одна и та же точность определения относительной влажности может быть получена лишь при соответствующем повышении точности измерения температуры с ее понижением.

Так, например, в случае необходимости определения относительной влажности воздуха с точностью до 1% температуру в интервале от -5 до -10° следует измерять с точностью $0,04-0,03^\circ$. Совершенно очевидно, что измерить температуру с такой точностью в производственных условиях невозможно.

Показания волосных гигрометров при низких температурах в сильной степени зависят от условий, в которых они находились до использования. Кроме того, гигрометры имеют большую петлю гистерезиса и ряд других недостатков.

Электрические гигрометры с хлор-литиевым покрытием характеризуются нестабильностью характеристик во времени.

В связи с этим во многих странах разрабатываются новые методы измерения влажности воздуха при низких температурах. В ряде стран (Англия, Франция, Швейцария и др.) выпускаются приборы, в которых вместо волоса в качестве чувствительного элемента применяют животные пленки, являющиеся более совершенными индикаторами влажности.

Отечественная промышленность пока еще не выпускает приборов для измерения и регулирования влажности воздуха, отвечающих требованиям автоматизированных холодильников.

Сотрудники Одесского проектно-конструкторского института пищевой промышленности и Всесоюзного научно-исследовательского института холодильной промышленности создали ряд приборов для дистанционного измерения и регулирования относительной влажности воздуха в охлаждаемых помещениях.

В качестве чувствительного элемента в этих приборах используется влагоприемник, разработанный в Научно-исследовательском институте гидрометеорологического приборостроения (НИИГМП). Влагоприемник представляет собой мембрану из органической пленки, натянутую на кольцевую оправу и имеющую жесткий центр.

Прогиб мембраны (перемещение ее жестко-

го центра) — функция относительной влажности воздуха.

Для измерения величины прогиба мембраны в одном из разработанных приборов — с датчиком ДВИП — выбран индукционный способ. За основу принята мостовая дифференциально-трансформаторная компенсационная схема измерения. Это позволило создать относительно простое бесконтактное устройство, взрывобезопасное, с высокой степенью надежности и

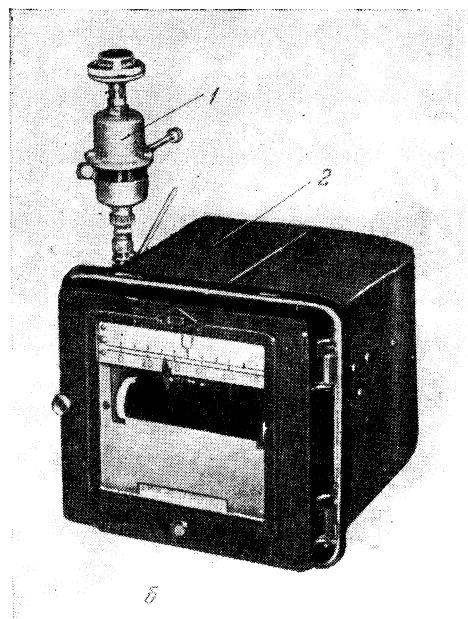
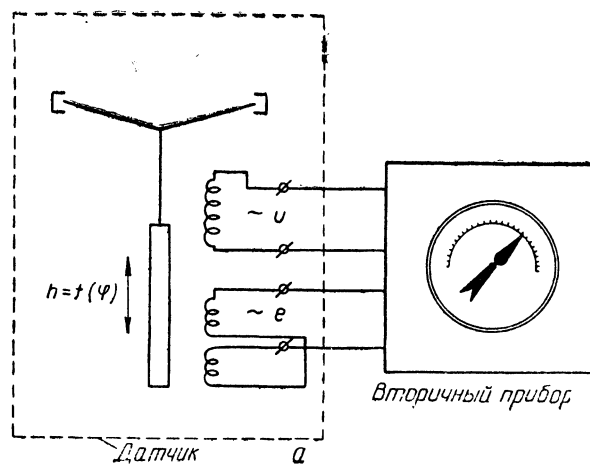


Рис. 1. Принципиальная схема *a* присоединения датчика ДВИП к вторичному прибору ДСП-1 и общий вид *b* прибора: 1 — датчик, 2 — вторичный прибор.

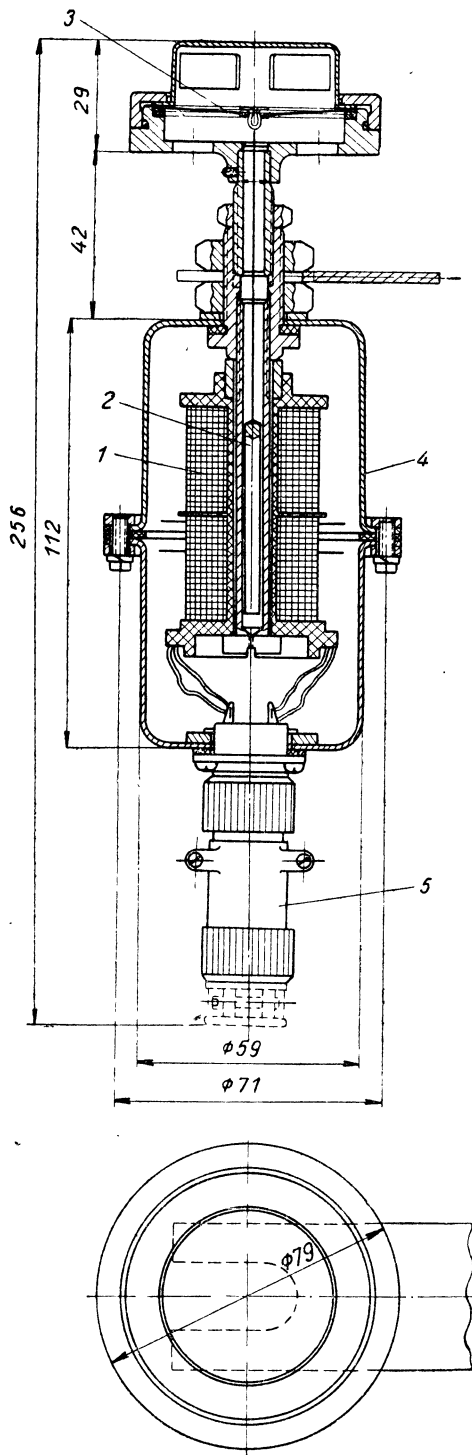


Рис. 2. Устройство датчика:
1 — индукционная катушка,
2 — сердечник, 3 — мембрана,
4 — корпус, 5 — штепсельный
разъем.

работе, питающееся от сети переменного тока частотой 50 гц.

Датчик работает в комплекте с серийно выпускаемым электронным дифференциально-трансформаторным прибором типа ДСР-I — вторичным прибором — для измерения, записи и регулирования влажности (с нужным видом регулятора).

Принципиальная схема присоединения датчика ДВИП к вторичному прибору приведена на рис. 1, а, общий вид — на рис. 1, б.

Датчик (рис. 2) представляет собой индукционную катушку 1, внутри которой перемещается сердечник 2, свободно подвешенный к центру мембраны 3. Катушка заключена в герметичный корпус 4; соединительный кабель выведен через штепсельный разъем 5.

Основные технические данные прибора ДСР-I и датчика

Диаметр мембраны в сборе, мм . . .	45
Диапазон измеряемого параметра, % . . .	50—100
Интервал температур, °С	—30 ÷ +35
Точность измерения по шкале вторичного прибора, %	±5

На рис. 3, а и б даны схема и общий вид прибора РВП для измерения и регулирования влажности воздуха непосредственно в камерах.

Принцип работы измерительной части прибора основан на механической передаче деформации пленки на стрелку.

При использовании прибора в качестве регулятора применяется фотореле, состоящее из двух фотосопротивлений R_1 и R_2 (типа ФСК-5), двух осветителей L_1 и L_2 , флажка F и двух выходных электромагнитных реле постоянного тока P_1 и P_2 . Флажок прикреплен к стрелке прибора.

Для сглаживания пульсаций в реле P_1 и P_2 включены конденсаторы C_1 и C_2 .

Диоды D_1 и D_2 , а также сопротивления R_3 и R_4 позволяют осуществить питание прибора от сети переменного тока.

Основные технические данные прибора РВП

Пределы шкалы регулирования, % . . .	60—100
Дифференциал, %	2—40
Интервал температур, °С	—30 ÷ +35
Цена деления шкалы, %	1
Точность настройки, %	±2
Регулирование	позиционное

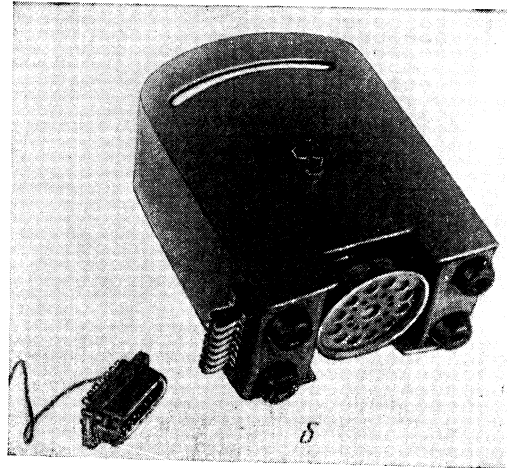
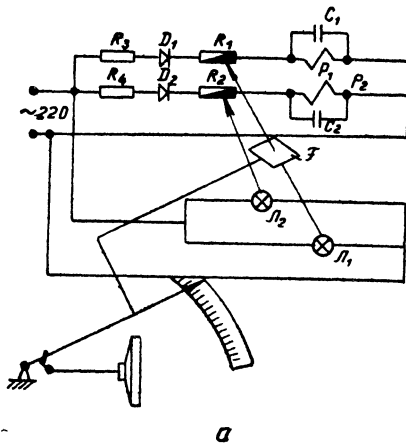


Рис. 3. Схема а и общий вид б пленочного регулятора влажности (РВП).

Схема и общий вид прибора ПИВ для дистанционного измерения влажности воздуха представлены на рис. 4, а и б.

Датчик прибора состоит из описанного выше чувствительного элемента и фотоэлектрического преобразователя.

При помощи преобразователя деформация мембраны передается в виде электрического сигнала в измерительную часть схемы.

Фотоэлектрический преобразователь состоит из лампочки и фотосопротивления. Измерительная схема прибора — неравновесный мост. Два плеча моста R_1 и R_2 представляют собой дифференциальное фотосопротивление ФСД-7.

В качестве двух других плеч использованы сопротивления R_3 и R_4 .

Плечи R_1 и R_2 находятся в корпусе датчика, а R_3 и R_4 — измерителя.

Питание схемы осуществляется от сухих элементов. Напряжение в схеме регулируется сопротивлениями R_5 , R_6 и R_7 .

В качестве измерителя применен микроамперметр (μA) М-24.

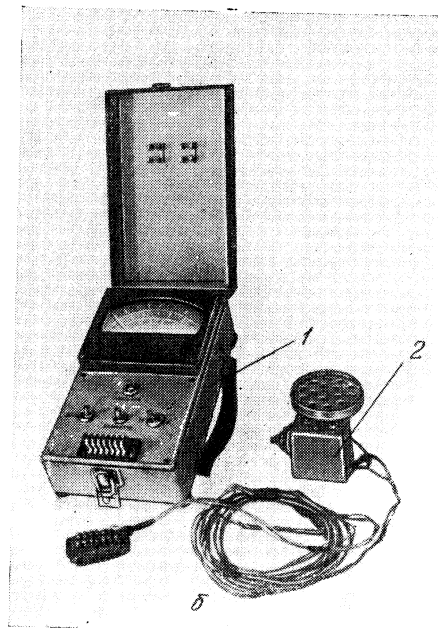
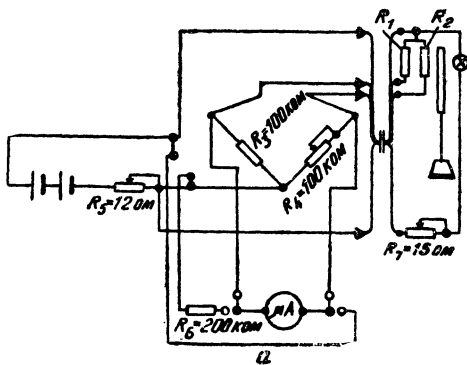


Рис. 4. Схема а и общий вид б пленочного измерителя влажности (ПИВ):
1 — измеритель, 2 — датчик.

Основные технические данные прибора ПИВ

Диапазон измеряемого параметра, %	60—100
Интервал температур, °C	—30 ÷ +35
Цена деления шкалы, %	1
Точность измерения, %	±4

Испытания описанных приборов в лабораторных и производственных условиях при температуре от —5 до +20° показали надежность их в работе и стабильность характеристик во времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Н. Кедров, М. С. Стернзат, Метеорологические приборы, Гидрометеиздат, 1953.
2. Н. С. Варженевский, Пленочные датчики влажности, 5-й сборник трудов НИИГМП, Гидрометеиздат, 1957.
3. Н. С. Варженевский, Пленочный гигрометр, 6-й сборник трудов НИИГМП, Гидрометеиздат, 1958.
4. А. М. Туричин, Электрические измерения неэлектрических величин, Госэнергоиздат, 1954.

Холодильная камера с динамической изоляцией

Канд. техн. наук Н. Н. КОШКИН — Ленинградский филиал Научно-исследовательского института химического машиностроения

Динамической называется такая изоляция, в которой навстречу идущему снаружи тепловому потоку медленно движется охлажденный воздух, воспринимающий значительную часть поступающего тепла.

Вопросу теплообмена в пористых материалах посвящено много работ, однако теплообмен в динамической изоляции изучен еще недостаточно.

На основе исследования теплообмена в непрерывной тепловой решетке нами получена система дифференциальных уравнений [1], в результате решения которой выведена формула для определения толщины изоляционного слоя

$$\delta = \frac{\Omega}{c_p g_b} \ln \frac{t_n - t'_0}{t_b - t'_0},$$

где: Ω — динамическая теплопроводность изоляции, ккал/м час град;

g_b — весовая скорость движения воздуха через изоляцию, кг/м² час;

t_n, t_b, t'_0 — температура, соответственно, на наружной (теплой) и внутренней (холодной) стороне изоляции, а также температура воздуха, подаваемого в камеру, °C.

Величина динамической теплопроводности была определена при лабораторных испыта-

ниях некоторых изоляционных материалов, причем для пористых материалов различной структуры — сыпучих, твердых и волокнистых — она оказалась меньше величины обычной (статической) теплопроводности (рис. 1).

Для практической проверки результатов работы на территории Ленинградского хладокомбината была построена небольшая холодильная камера с динамической изоляцией (рис. 2).

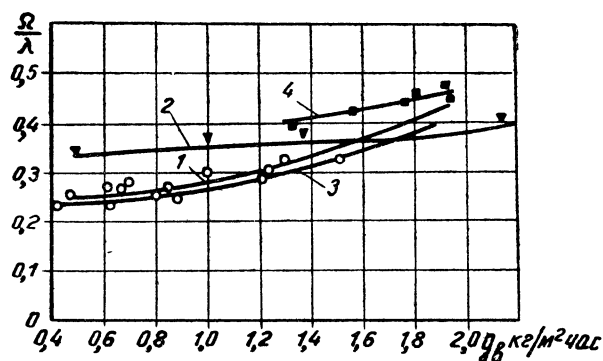


Рис. 1. Значения отношения динамической теплопроводности Ω к статической λ для различных пористых изоляционных материалов:
1 — древесные опилки ($\lambda = 0,09$ ккал/м час град),
2 — мипора ($\lambda = 0,045$), 3 — торфокрошка ($\lambda = 0,0585$), 4 — шлаковата ($\lambda = 0,065$).

Изоляционная конструкция разработана Ленинградским филиалом Гипропищепрома, а работы по строительству выполнены сотрудниками Ленинградского хладокомбината и треста Тепломонтаж 70.

Как показал опыт проектирования и строительства, динамическая изоляция не усложняет конструкции, при этом значительно сокращается расход битума.

В качестве изоляции были использованы обычные, смоченные по контуру расплавленным гудроном торфоплиты, которые вставляли в ячейки реечного каркаса. Между несущей (наружной) стеной и изоляцией предусмотрена воздушная прослойка — продух.

При изоляции торфоплитами часть стен, потолка и пола, прилегающая к каркасу, оказалась практически воздухонепроницаемой, что несколько ухудшило изоляционные свойства конструкции, в результате чего величина средней приведенной динамической теплопроводности торфоплит превысила опытные значения.

Ниже приводятся значения динамической теплопроводности торфоплит в ограждениях опытной холодильной камеры:

$g_b, \text{кг/м}^2 \text{ час}$	0,64	0,8	1,2	2,2
$\Omega, \text{ккал/м час град}$	0,0321	0,0314	0,0345	0,035

После испытаний изоляции из торфоплит холодильная камера была дополнительно изолирована пенобетоном.

Плиты пенобетона склеивали по контуру тонким слоем цемента. Поэтому динамическая теплопроводность пенобетона в конструкции почти не отличалась от теплопроводности, полученной при лабораторных испытаниях.

Для соблюдения санитарно-гигиенических условий и достижения равномерного распределения воздуха при движении его через изоляцию стены камеры должны быть оштукатурены. Высоким качеством отличается штукатурка, составленная из азбозурина с примесью сухого цемента (10—15% по весу). После разведения смеси водой такую штукатурку накладывают на изоляцию обычным способом (по проволоочной сетке).

Для охлаждения опытной камеры был применен фреоновый холодильный агрегат АК-2ФВ-8/4 со сниженным числом оборотов компрессора. Температура в камере автоматически поддерживалась постоянной.

При динамической изоляции воздух должен охлаждаться в воздухоохладителе примерно

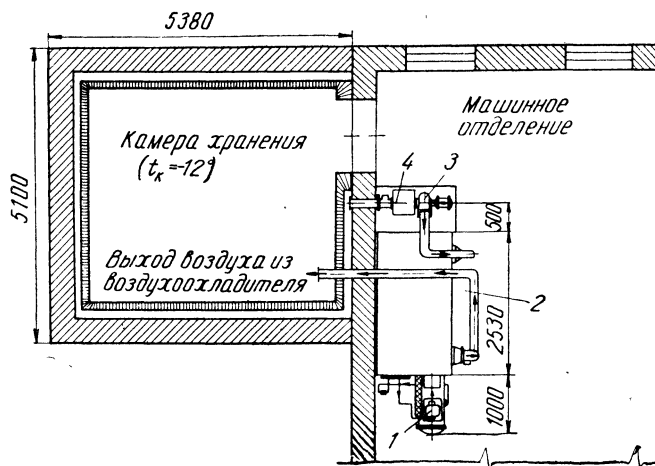


Рис. 2. План холодильной камеры и машинного отделения:

1 — фреоновый холодильный агрегат АК-2ФВ-8/4, 2 — воздушная холодильная машина, 3 — вентилятор, 4 — устройство для ультрафиолетового облучения воздуха.

от температуры окружающей среды до температуры более низкой, чем в камере. Для обеспечения такого охлаждения в стандартном ребристом воздухоохладителе были установлены специальные перегородки.

По предложению проф. Н. А. Головкина, воздух перед воздухоохладителем подвергали облучению ультрафиолетовыми лучами, действие которых на микроорганизмы при положительных температурах весьма эффективно.

Так как оптимальная удельная весовая скорость движения воздуха через изоляцию мала — от 1 до 2 $\text{кг/м}^2 \text{ час}$, то общее термическое сопротивление изоляции, включая слой штукатурки толщиной 25÷30 мм, не превышает 3÷5 мм вод. ст.

В практических расчетах, при определении толщины изоляции, нельзя пренебрегать термическим сопротивлением несущей стены и коэффициентами теплоотдачи поверхности стены и изоляции.

В этом случае температуру воздуха в продухе можно найти по уравнению, составленному на основании теплового баланса

$$t_{\text{пр}} = \frac{M_0 t'_0 - t_{0.c}}{M_0 - 1},$$

где: $M_0 = \frac{c_p g_b}{k_{\text{ст}}}$ — безразмерная величина;

$k_{\text{ст}}$ — коэффициент теплопередачи наружной стенки, $\text{ккал/м}^2 \text{ час град}$;