

Нет автора

Журнал Холодильная техника 1965 года №1

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621.3
ББК 31.352
Н57

Н57 **Нет автора**
Журнал Холодильная техника 1965 года №1 / Нет автора – М.: Книга по Требованию, 2021. – 79 с.

ISBN 978-5-458-64590-4

ISBN 978-5-458-64590-4

© 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.

приятнях требуется одновременно поддерживать несколько уровней температуры, поэтому необходимо обеспечить возможность получения холода при промежуточных давлениях.

При наличии местных дешевых источников низкопотенциального тепла (горячей воды, пара низкого давления) весьма перспективно охлаждать воду с помощью теплоиспользующих холодильных машин.

Анализ показывает, что сооружение пароводяной эжекторной станции в 7,5 раза, а абсорбционной бромистолитиевой станции в 2 раза дешевле сооружения холодильной станции с фреоновыми турбокомпрессорами. Это экономически целесообразно, если принять во внимание сезонность работы холодильной станции для искусственного охлаждения воды.

При выборе системы охлаждения в каждом отдельном случае необходимо учитывать эксплуатационные расходы на выработку единицы холода. Однако, если отсутствует местный дешевый источник теплоснабжения, то эксплуатационные расходы в случае применения теплоиспользующих машин значительно возрастают и полученная экономия по начальным капитальным затратам на сооружение холодильной станции не оправдывается.

Так, например, для пароводяной эжекторной машины эксплуатационные расходы при прочих равных условиях в 3 раза больше,

чем для абсорбционной бромистолитиевой и в 3,5 раза больше, чем для аммиачной компрессионной установки.

Создание конструкций абсорбционных бромистолитиевых и водоаммиачных холодильных машин является первоочередной задачей машиностроителей, однако ее решению не уделяется еще должного внимания. Поэтому следует отметить инициативу кафедры холодильных машин ЛТИХП, на которой в содружестве с машиностроителями завода «Узбекхиммаш» создана первая отечественная промышленная абсорбционная бромистолитиевая холодильная установка. Установка проходит испытания на Черниговском заводе искусственного волокна.

Необходимо продолжить начатые работы по созданию абсорбционных бромистолитиевых и водоаммиачных машин и определить условия их применения в химической промышленности.

В связи с этим особое внимание должно быть уделено экономическим исследованиям для выявления целесообразного способа охлаждения, выбора оптимальных температур охлаждения, оборудования, а также наиболее рационального использования имеющихся энергетических ресурсов.

Решение поставленных перед работниками холодильного машиностроения задач поможет обеспечить стройки Большой химии современным, надежным и экономичным холодильным оборудованием.



Аммиачный турбокомпрессорный агрегат АТКА-735-4000 (конструкция ВНИИХолодмаша) на испытательном стенде Казанского компрессорного завода. Холодопроизводительность агрегата $Q_0 = 4,2 \cdot 10^6$ ккал/ч при $t_k = 38^\circ\text{C}$, $t_0 = -5^\circ\text{C}$. Мощность приво-
дного электродвигателя 1500 квт.

ПРИМЕНЕНИЕ ХОЛОДА В ПРОИЗВОДСТВЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО КАУЧУКА

Канд. техн. наук Л. В. ЛОПАТИН, Н. И. КЕРЦМАН — Гипрокаучук

Промышленное производство синтетического каучука относится к ведущей отрасли Большой химии. За период семилетки выпуск этого ценного продукта должен возрасти в 3,4 раза.

В последующие годы намечено создать новые виды синтетического каучука, которые по своим свойствам не только не уступали бы натуральному, но даже превосходили его по некоторым показателям. Это позволит обеспечить народное хозяйство высококачественными каучуками, удовлетворяющими современным техническим требованиям.

В зависимости от областей применения каучуки можно условно разделить на две группы: массового (общего) и специального назначения.

Первые применяются для изготовления шин (автомобильных, авиационных) и других резиновых изделий, вторые — для изготовления резиновых изделий, предназначенных для работы в условиях низких или высоких температур и в агрессивных средах.

В настоящее время в СССР производится около 40 основных типов и свыше 100 марок синтетического каучука, тогда как в 1956 г. выпускалось только 23 типа.

В промышленности применяются следующие виды синтетического каучука: дивиниловый (СКД), изопреновый (СКИ), сополимерный дивинилстирольный (СКС), дивинилметилстирольный (СКМС), сополимерный дивинилнитрильный (СКН), хлоропеновый (наирит), полиизобутиленовый и бутиленовый.

Дивиниловый и изопреновый каучуки регулярного строения в настоящее время являются наиболее перспективными каучуками общего назначения.

Изопреновый каучук, полученный советскими учеными синтетическим путем, по свойствам и структуре не отличается от натурального. Изготовленные из него автомобильные покрышки в 1,4—1,5 раза прочнее покрышек, полученных из дивинилстирольных каучуков. В сентябре 1964 г. в г. Тольятти началось промышленное производство изопренового каучука.

Процесс получения любого синтетического каучука обычно состоит из двух основных стадий: синтеза мономера и синтеза полимера.

В основе синтеза каучуков лежит полимеризация

непредельных углеводородов (мономеров), т. е. органических соединений, в которых атомы углерода связаны не одной, а двумя или тремя валентностями.

В результате из исходного непредельного соединения получается новое вещество — полимер. В отличие от мономеров, являющихся в большинстве случаев жидкостями или газами, полимеры в основном твердые вещества.

В настоящее время для получения синтетического каучука в качестве мономеров применяют дивинил, изопрен, хлоропрен, изобутилен, стирол и др.

При производстве дивинилстирольных и дивинилметилстирольных каучуков полимеризацию проводят в эмульсиях при 5°C, что позволяет получать каучуки с лучшими свойствами, чем в процессе полимеризации при более высоких температурах.

В качестве одного из мономеров при производстве дивинилстирольных и дивинилметилстирольных каучуков применяется дивинил ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$). Для получения дивинила необходим холодоноситель с температурой —12°C.

Процесс полимеризации проводится в батаре, состоящей из 12 последовательно соединенных аппаратов с мешалками — полимеризаторов — емкостью по 12 или 20 м³.

Для отвода тепла полимеризации аппараты снабжены охлаждающей рубашкой и змеевиком, в которые подается холодоноситель — водный раствор хлористого кальция или хлористого натрия при температуре —5°C.

В полимеризаторах холодоноситель подогревается на 4—5°C. Для охлаждения его применяются кожухотрубные испарители. В качестве холодильных агентов используются аммиак, фреон-12 и пропан.

Если в качестве холодоносителя используется вода, то для предотвращения ее замерзания в трубах кожухотрубных испарителей необходимо поддерживать постоянное давление паров холодильного агента в испарительной системе (рис. 1). Для этого применяют регуляторы давления «до себя».

Питание кожухотрубного испарителя 2 осуществляется через отделитель жидкости 1. Уровень жидкого холодильного агента в отделителе поддерживается с помощью пневматического клапана, установленного на линии пэ-

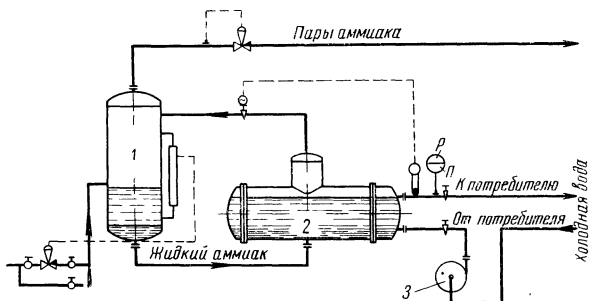


Рис. 1. Принципиальная схема обвязки испарителя:

1 — отделитель жидкости; 2 — кожухотрубный испаритель; 3 — центробежный насос.

дачи жидкости из переохладителя, получающего импульс от регулятора уровня типа РУКЦ.

На ряде новых заводов синтетического каучука технологические продукты охлаждаются без применения промежуточного холодоносителя, а с помощью аммиака или пропана, испаряющихся непосредственно в технологических аппаратах. Непосредственное охлаждение экономично и рационально, так как не требует испарителей, центробежных насосов, вспомогательного оборудования и рассола.

Для получения температур -12 ; 0 и 7°C холодильные установки оснащаются фреоновыми и аммиачными турбокомпрессорами, а также аммиачными поршневыми и роторно-винтовыми компрессорами.

Другой тип каучука, для производства которого требуется большое количество холода, бутилкаучук — продукт совместной полимеризации изобутилена с изопреном.

На промышленных установках эта реакция в присутствии катализатора протекает очень быстро при температуре около -100°C в среде инертного разбавителя и сопровождается выделением большого количества тепла.

Процесс полимеризации осуществляется в специальных полимеризаторах (рис. 2). Холодильный агент проходит в межтрубное пространство полимеризатора, где в результате теплообмена с технологическим продуктом он испаряется при -110°C и с такой температурой подается к холодильным турбокомпрессорам. Шихта и катализаторный раствор поступают в полимеризатор с температурой -98 и -93°C , где охлаждаются до -100°C .

В отделении полимеризации осуществляется предварительное охлаждение шихты и катализаторного раствора при температуре кипения холодильного агента -41 и 0°C .

Для получения температуры -110°C применяют каскадную схему с использованием тур-

бокомпрессорных холодильных машин. Холодильными агентами служат этилен и пропан.

Принципиальная схема холодильной установки для получения холода при -110 ; -41 и 0°C показана на рис. 3.

В этиленовом цикле принято двухступенчатое сжатие. Этиленовый турбокомпрессорный агрегат состоит из двух корпусов низкого и высокого давления. Он приводится в движение от синхронного электродвигателя мощностью 2900 квт. Холодопроизводительность агрегата $1\,500\,000$ ккал/ч при температурах кипения -110°C и конденсации -35°C .

Пары этилена с температурой -110°C из полимеризатора 5 через отделитель жидкости поступают в ступень низкого давления 6 турбокомпрессора, где сжимаются до давления $5,72$ ата и для снятия теплоты сжатия направляются в межступенчатый холодильник 8. Здесь они охлаждаются кипящим пропаном до 5°C .

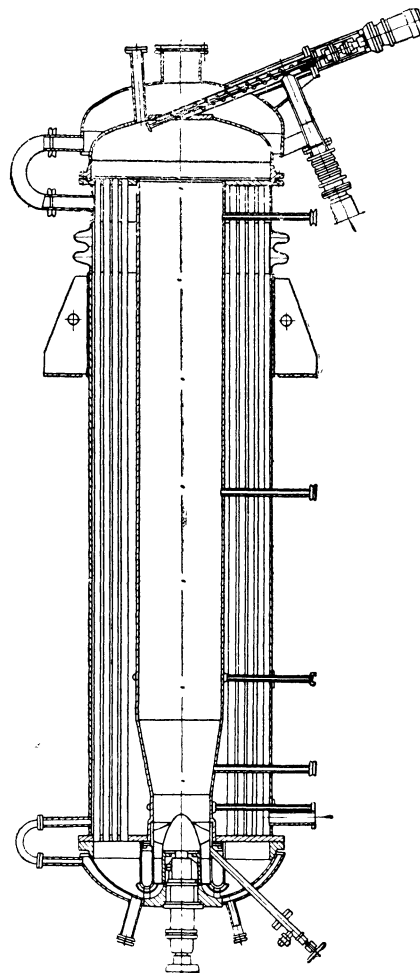


Рис. 2. Полимеризатор.

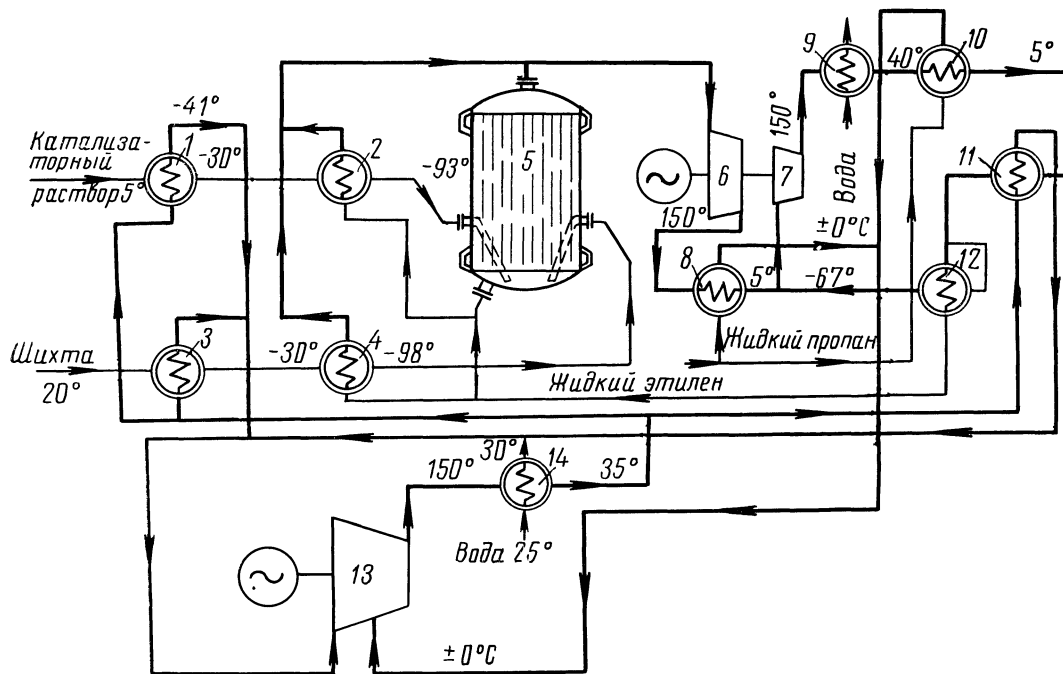


Рис. 3. Принципиальная схема холодильной установки для получения холода при -110 , -41 и 0°C :

1, 2, 3, 4 — технологические аппараты; 5 — полимеризатор; 6, 7 — ступени низкого и высокого давления этиленового турбокомпрессора; 8 — межступенчатый холодильник; 9, 10 — холодильники паров этилена; 11 — конденсатор-испаритель этилена; 12 — переохладитель жидкого этилена; 13 — пропановый турбокомпрессор; 14 — горизонтальный кожухотрубный конденсатор.

Пары этилена, выходящие из холодильника, смешиваются с парами этилена, поступающими из переохладителя 12 с температурой -67°C , и направляются с температурой -5°C в ступень высокого давления 7 турбокомпрессора, где сжимаются до давления 17,4 *ата*. Сжатые пары этилена проходят вначале в холодильник 9, в котором охлаждаются до 40°C , затем в холодильник 10. Здесь они охлаждаются кипящим пропаном до 5°C и затем направляются в вертикальные кожухотрубные конденсаторы-испарители 11.

В конденсаторе-испарителе 11 тепло от этилена отводится пропаном, кипящим в трубках при температуре -41°C . Сконденсированный этилен собирается в ресивере, откуда через переохладитель 12, где происходит переохлаждение до -62°C , подается в полимеризаторы 5 и в аппараты 2 и 4 для охлаждения технологических продуктов.

Пары пропана, испарившегося в трубках конденсатора-испарителя 11, всасываются пропановым турбокомпрессором 13. В промежуточную ступень этого турбокомпрессора поступают пары пропана с температурой 0°C , испарившегося в холодильниках 8 и 10 и в технологических аппаратах.

Из турбокомпрессора 13 пары пропана проходят в горизонтальные кожухотрубные конденсаторы 14.

Сжиженный холодильный агент из конденсаторов поступает в ресивер, откуда он подается к технологическим аппаратам, потребляющим холод при 0°C , к технологическим аппаратам 1 и 3, использующим холод при -41°C , испарителям-конденсаторам 11 и межступенчатым холодильникам 8 этиленового турбокомпрессора.

Пропановый турбокомпрессор однокорпусный, приводится в движение от синхронного электродвигателя мощностью 4300 *квт*. В пропановом цикле отводится тепло конденсации этиленового цикла, а также осуществляется охлаждение технологических аппаратов при температурах кипения -41 и 0°C .

Турбокомпрессоры снабжены автоматической регулировкой, которая поддерживает постоянным давление паров агента на стороне всасывания. Производительность регулируется автоматически в пределах 70—100% номинальной.

Турбокомпрессоры снабжены автоматической регулировкой, которая поддерживает постоянным давление паров агента на стороне всасывания. Производительность регулируется автоматически в пределах 70—100% номинальной.

нальной производительности путем дросселирования. Возможность работы при производительности ниже 70% обеспечивается автоматическим антипомпажным регулированием, при котором часть паров холодильного агента перепускается со стороны нагнетания на сторону всасывания.

Представляет интерес производство полиизобутилена. Здесь тепло отводится в результате испарения растворителя из реакционной среды. Процесс полимеризации изобутилена проводится при низких температурах (около -100°C). Реакция полимеризации изобутилена протекает с очень большой скоростью (несколько долей секунды) и сопровождается значительным выделением тепла.

Для облегчения регулирования и поддержания нужного температурного режима при полимеризации изобутилена в полимеризатор подают растворитель — этилен, который, испаряясь, отводит тепло полимеризации.

Полимеризация изобутилена осуществляется в непрерывно действующем ленточном полимеризаторе. На ленту полимеризатора подается смесь жидкого изобутилена с этиленом в соотношении 1 : 1 и смесь жидкого этилена с

катализатором. После смешения обоих потоков жидкостей на ленте образуется слой полимера изобутилена толщиной 2—3 см.

Выходящий из полимеризаторов газообразный этилен после очистки возвращается через газгольдер в холодильный цикл.

Таким образом, холод играет большую роль в получении синтетических каучуков. Потребность в нем в связи с расширением производства синтетических каучуков с каждым годом возрастает. Например, для одного из строящихся заводов предусмотрена холодильная установка на различные температуры кипения производительностью в несколько десятков миллионов килокалорий в час.

С целью снижения себестоимости каучука, на которую в значительной степени влияет стоимость вырабатываемого холода, необходимо наладить производство турбокомпрессоров, абсорбционных водоаммиачных и бромистолитиевых холодильных машин большой производительности. Следует повысить также качество выпускаемых турбокомпрессоров и ограничить уровень шума в этих машинах пределами, не превышающими санитарных норм.

УДК 621.57.041:660

КРУПНЫЕ ОППОЗИТНЫЕ КОМПРЕССОРЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е. С. ГУРЕВИЧ — Госкомитет химического и нефтяного машиностроения при Госплане СССР,
А. А. СОФЕР, Н. В. РОМАНОВСКИЙ — ВНИИХолодмаш, М. Г. ШУМЕЛИШСКИЙ, А. Б. ХАРЧЕНКО,
И. Ю. ДАВЫДОВА — московский завод «Компрессор»

В 1963 г. московский завод «Компрессор» приступил к серийному выпуску крейцкопфных аммиачных компрессоров с оппозитным расположением цилиндров: одноступенчатых — марок АО 600 и АО 1200 — и двухступенчатых модификаций на этих же базах — марок ДАО 275, ДАО 550, ДАОН 175 и ДАОН 350 (рис. 1, 2).

С конца 1964 г. сняты с производства машины ЗАГ, 4АГ, ЗАГТ, 4АГТ, АГК-56, АГК-47, АДК 73/40, АГК-73 и АДК-65/40, выпускавшиеся в течение 30 лет.

Конструкции новых оппозитных компрессоров созданы коллективами ЦКБХМ (ныне ВНИИХолодмаш) и московского завода «Компрессор» в 1960 г.

На крейцкопфной оппозитной базе с усилием вдоль штока 8 т (параметры базы разработаны Ленинградским филиалом НИИХиммаш) разработан унифицированный ряд поршневых холодильных компрессоров, дополняющий отечественную градацию блокартерных бескрейцкопфных компрессоров (ход поршня 50, 70 и 130 мм, производительность от 4000 до 400 000 ст. ккал/ч) до производительности 1 800 000 ст. ккал/ч.

Ряд оппозитных компрессоров входит в ГОСТ 6492—61. У всех компрессоров ход поршня 220 мм, число оборотов 500 в минуту, средняя скорость поршня 3,65 м/сек. Диаметр цилиндров одноступенчатых компрессоров 280 мм. Такой же диаметр имеют цилиндры

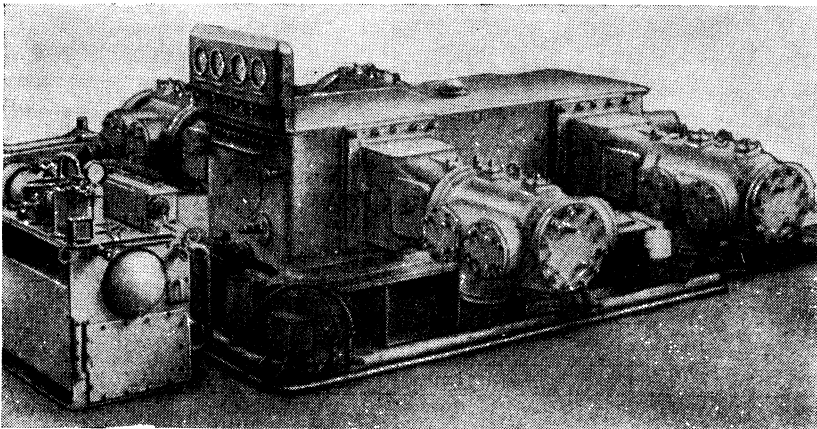


Рис. 1. Аммиачный оппозитный одноступенчатый компрессор АО1200.

высокого давления в двухступенчатых компрессорах. Диаметры цилиндров низкого давления у компрессоров ДАО и ДАОН равны соответственно 450 и 500 мм.

Компрессоры предназначены для работы в пределах температур кипения соответственно: АО — от +5 до -25°C, ДАО — от -25 до -45°C, ДАОН — от -40 до -60°C при температурах конденсации до 40°C.

Характеристики ряда оппозитных компрессоров представлены в табл. 1.

Поперечный и продольный разрезы базового четырехцилиндрового компрессора АО 1200 показаны на рис. 3.

Выбор оппозитного размещения цилиндров и схемы коленчатого вала с парным расположением шатунных шеек под углом 180° в одной плоскости дал возможность полностью уравновесить силы инерции первого порядка от возвратно-поступательно движущихся масс кривошипно-шатунного механизма. Благодаря применению противовесов полностью уравновешены моменты сил инерции вращающихся

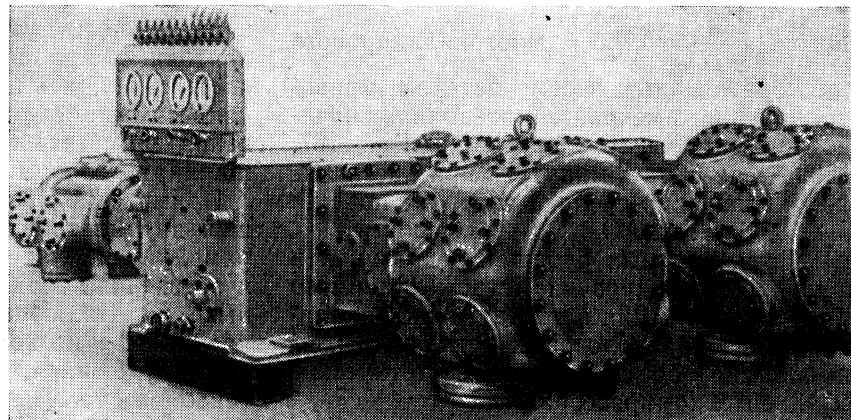
Таблица 1

Марка компрессора	Число цилиндров	Номинальный режим, °С		Холодопроизводительность, тыс. ккал/ч	Эффективная потребляемая мощность, кВт	Вес компрессора, т
		t_0	t_k			
АО 600	2			600	190	5,5
АО 1200	4	-15	30	1200	375	10,5
АО 1800	6			1800	560	16,0
ДАО 275	2			275	175	5,75
ДАО 550	4	-40	35	550	350	12,0
ДАО 825	6			825	525	18,0
ДАОН175	2			175	167	6,0
ДАОН350	4	-50	35	350	315	12,5
ДАОН525	6			525	475	18,5

масс и частично момент от сил инерции первого порядка возвратно-поступательно движущихся масс.

Создание хорошо уравновешенного коротко-

Рис. 2. Аммиачный оппозитный двухступенчатый компрессор ДАОН350.



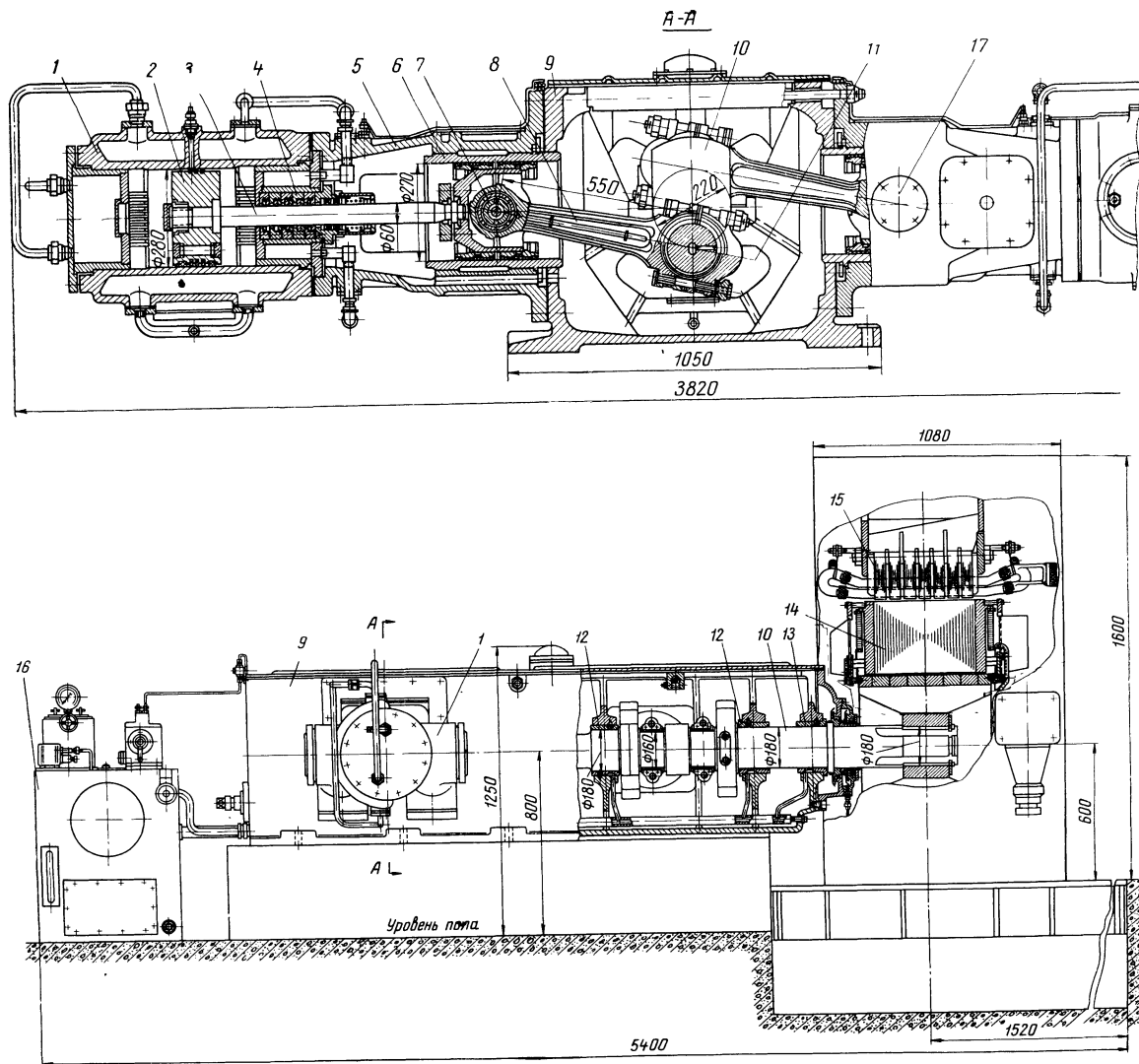


Рис. 3. Поперечный и продольный разрезы компрессора АО 1200:
 1 — цилиндр; 2 — поршень; 3 — шток; 4 — сальник штока; 5 — фонарь крещкопфа; 6 — гильза крещкопфа; 7 — палец; 8 — шатун; 9 — рама; 10 — коленчатый вал; 11 — противовес; 12 — коренной подшипник; 13 — опорный подшипник ротора; 14 — ротор электродвигателя; 15 — статор; 16 — масляная станция; 17 — отверстие для выемки пальца крещкопфа.

ходового $\left(\frac{S}{D} = 0,785\right)$ многоцилиндрового компрессора с малым весом деталей кривошипно-шатунного механизма позволило значительно повысить число оборотов (4АГ — 167, АО 1200 — до 500 в минуту) при незначительном увеличении средней скорости поршня (4АГ — 3,06 м/сек, АО 1200 — 3,65 м/сек).

Устройство водяных рубашек в крышках и на половине цилиндров диаметром 280 мм со стороны расположения нагнетательных клапанов и применение полосовых ленточных клапанов повысило объемные и энергетические коэффициенты компрессора.

Значительное уменьшение веса цилиндров и консоли крещкопфного фонаря дало возможность выполнить цилиндры диаметром 280 мм подвесными, без опор. Цилиндры низкого давления диаметрами 450 и 500 мм имеют легкие шарнирные опоры.

Применение крещкопфной гильзы, служащей для центровки крещкопфного фонаря в раме, улучшило технологичность данного узла и обеспечило взаимозаменяемость крещкопфных направляющих. Увеличение диаметра крещкопфа позволило уменьшить его длину и длину фонаря. Длина фонаря сократилась также за счет уменьшения хода S и увеличе-

ния ширины кривошипной рамы. Это, в свою очередь, привело к более простому, чем в обычных горизонтальных машинах, способу разборки кривошипно-шатунного механизма с выемкой крейцкопфа через кривошипную раму, а не через окно крейцкопфного фонаря.

Для выравнивания весов поршней ступеней высокого давления (диаметр 280 мм) и низкого давления (диаметры 450 и 500 мм) и более полного уравновешивания сил инерции в двухступенчатых компрессорах первые выполнены цельнолитыми чугунами, а вторые — сварными пустотелыми из стального листа.

Повышение долговечности и уменьшение износов поршней и башмаков крейцкопфа обеспечивается баббитовой заливкой на опорных поверхностях.

В раме компрессора, кроме коренных подшипников, расположенных с двух сторон каждой пары опозитных колен вала, со стороны электродвигателя имеется консольный подшипник. Этот подшипник служит для опоры ротора синхронного электродвигателя, насаженного на консольный конец вала компрессора. Электродвигатель своих подшипников не имеет.

Статор электродвигателя устанавливается так, чтобы зазор между статором и ротором был неравномерным: при среднем зазоре 5,5 мм зазор в верхней точке ротора должен быть 4,9 мм, а в нижней — 6,1 мм. Это сделано с целью разгрузки консольного конца вала от силы веса ротора магнитными силами электродвигателя. Синхронные электродвигатели типа СДКП с числом оборотов 500 в минуту сконструированы СКБ ГРЭО и изготовлены Лысьвенским турбогенераторным заводом.

Создание компактного уравновешенного компрессора с консольным расположением ротора электродвигателя дало возможность проводить полную сборку и испытание этих машин на стенде завода. Таким образом, опозитные горизонтальные компрессоры не требуют сложной дополнительной сборки, выверки и центровки кривошипно-крейцкопфных рам и цилиндров, укладки вала и сооружения тяжелых фундаментов.

Монтаж собственно компрессора сводится к установке его на фундаменте, насадке ротора на вал и центровке статора электродвигателя по ротору.

Смазка опозитных компрессоров осуществляется от унифицированных масляных станций, состоящих из шестеренчатого масляного насоса (для смазки всех узлов и деталей кривошипно-шатунного механизма), многоточечного лубризатора для смазки цилиндров и

сальников штока, масляного бака и маслоохладителя.

Масляный насос и лубризатор имеют индивидуальные электродвигатели. Масло из поддона рамы самотеком возвращается в бак, засасывается масляным насосом, проходит охладитель и поступает через магистральный трубопровод к местам смазки механизма движения. Унифицированная масляная станция устанавливается с торца компрессора, противоположного электродвигателю.

Головной образец базового компрессора АО 1200 и электродвигателя СДКП 15-34-12 мощностью 630 кВт испытывался на холодильной станции Ново-Уфимского нефтеперерабатывающего завода, где было сооружено специальное газовое аммиачное кольцо.

Основные испытания компрессора проводились в диапазоне температур кипения от +5 до -25°C и конденсации от 30 до 43°C при отношении давлений $\frac{p_k}{p_0} = 3 \div 8,85$ и разности давлений $p_k - p_0 = 8 \div 16,3 \text{ кг/см}^2$.

Вода для охлаждения рубашек компрессора подавалась с температурой до 34°C, темпера-

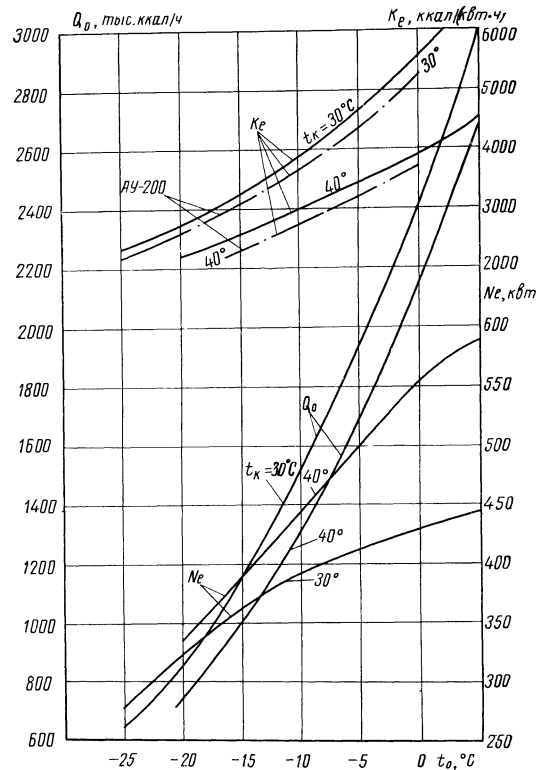


Рис. 4. Зависимость холодопроизводительности Q_0 , эффективной потребляемой мощности N_e и удельной эффективной холодопроизводительности K_e компрессора АО1200 от температуры кипения t_0 и конденсации t_k .

тура воздуха, окружающего компрессор, достигала 38°C. Результаты испытаний приведены на рис. 4.

Расход воды при температуре 32—34°C на охлаждение цилиндров и масляного холодильника был равен 13 м³/ч. Нормальный расход воды при температуре не выше 25°C составляет 10 м³/ч. Температура масла в картере не превышала 50°C при температуре окружающего воздуха 38°C. Расход смазки 350 г/ч.

Температура нагнетания при отношении давлений 8,85 ($t_0 = -20^\circ\text{C}$, $t_k = 43^\circ\text{C}$) и перегреве пара на стороне всасывания 5÷15°C доходила до 170°C, что объясняется частичным перепуском пара из-под пластин нагнетательных клапанов. Перепуск явился следствием некачественного изготовления клапанов (недостаточное перекрытие ширины седел пластинами клапанов).

При испытаниях компрессор проработал 715 часов. Осмотр цилиндров, поршней, крейцкопфов, шатунов и шеек вала показал, что износы отсутствуют и поверхности трения находятся в хорошем состоянии.

Сравнение показателей оппозитного компрессора АО 1200 и горизонтального компрессора 4АГ представлено в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Марка компрессора	
	4АГ	АО 1200
Ход поршня S , мм	550	220
Диаметр цилиндра D , мм	450	280
Число цилиндров двойного действия	2	4
Число оборотов в минуту	167	500
Холодопроизводительность, ст. ккал/ч	1 200 000	1 200 000
Эффективная мощность при стандартном режиме, квт	450	360
Вес компрессора, т	19,0	10,5
Отношение $\frac{S}{D}$	1,22	0,785
Средняя скорость поршня, м/сек	3,06	3,65
Удельная эффективная холодопроизводительность K_e , ккал/(квт·ч)	2650	3250
Удельный вес компрессора, кг/1000 ст. ккал/ч	15,8	8,8
Вес компрессора с электродвигателем, т	30,5	16,5
Габаритные размеры (длина и ширина с электродвигателем), мм	6485×6000	4500×4420

В настоящее время завод «Компрессор» серийно выпускает весь ряд одно- и двухсту-

пенчатых двух- и четырехцилиндровых оппозитных компрессоров с соответствующими синхронными электродвигателями мощностью 320 и 630 квт.

К концу 1964 г. выпущено более 200 одноступенчатых и двухступенчатых оппозитных компрессоров. В настоящее время в эксплуатации уже находится некоторое количество компрессоров, причем максимальное число часов работы отдельных машин достигло 8000.

В 1965 г. будет выпущен головной образец одноступенчатого шестицилиндрового компрессора АО 1800, разработанного заводом «Компрессор».

Выводы

Оппозитные крейцкопфные многооборотные аммиачные компрессоры с консольными электродвигателями по конструкции, технологии изготовления, монтажу и эксплуатации являются качественно новой ступенью в развитии крупных холодильных компрессоров.

Высокое значение удельной холодопроизводительности K_e достигнуто благодаря применению водяных охлаждающих рубашек в крышках и цилиндрах, использованию полосовых клапанов и снижению мощности трения.

Увеличение числа цилиндров и уменьшение отношения $\frac{S}{D}$ дало возможность повысить число оборотов и снизить вес компрессоров в 1,8 раза, а площадь, занимаемую в машинном помещении, в 2 раза, со значительным уменьшением затрат на сооружение фундаментов.

С целью повышения плотности и долговечности сальников штока следует тщательно подбирать материал уплотнительных колец.

Необходимо проведение работ по доводке и внедрению устройств для регулирования производительности этих машин.

Дальнейшего повышения объемных и энергетических коэффициентов оппозитных компрессоров можно добиться путем улучшения конструкции полосовых клапанов.

Создание одноступенчатых и ступеней высокого давления двухступенчатых компрессоров, работающих при разности давлений $p_k - p_0 = 14 \text{ кг/см}^2$, позволило осуществить выпуск единых моделей компрессоров для умеренного и тропического климата.

Оппозитные аммиачные компрессоры при условии их правильной эксплуатации обеспечивают надежную, безаварийную и долговечную работу холодильной установки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ХОЛОДИЛЬНЫХ ФРЕОНОВЫХ ТУРБОМАШИН

Е. З. БУХТЕР, И. М. КАЛНИНЬ, Д. Л. СЛАВУЦКИЙ, Б. Л. ЦЫРЛИН —
ВНИИХолодмаш,
А. А. МИФТАХОВ — Казанский компрессорный завод

Отечественные заводы — Казанский компрессорный (генеральный поставщик) и «Уралхиммаш» (изготовитель крупной теплообменной аппаратуры) — освоили в серийном производстве три типоразмера фреоновых (фреон-12) холодильных турбомашин: ХТМФ-348-4000; ХТМФ-248-4000; ХТМФ-235-2000 II, разработанных ЦКБХМ (ВНИИХолодмаш). Уже выпущено свыше 70 таких машин, которые в основном нашли применение на химических предприятиях и в промышленном кондиционировании воздуха.

В табл. 1 даны основные параметры освоенных фреоновых турбомашин [1, 2], а в табл. 2 — основные параметры ступеней турбокомпрессоров.

С 1960 г. на Казанском компрессорном заводе эксплуатируется стенд для испытания фреоновых машин холодопроизводительностью до 5 млн. ккал/ч, мощностью привода до 1500 квт. Стенд оснащен испарительно-конденсаторным агрегатом (поверхность испа-

рителя 1800 м², конденсаторов 1400 м²), теплообменником, позволяющим регулировать тепловую нагрузку машин в широких пределах, насосами, обеспечивающими расход воды и теплоносителя до 1500 м³/ч, ресиверной станцией со вспомогательным фреоном поршневым компрессором, системами вакуумирования, опрессовки, приготовления рассола и т. д. На этом стенде испытывают также пропановые турбокомпрессоры на фреоне-12 при модельных числах оборотов.

Сравнение и анализ результатов испытаний трех упомянутых выше машин представляет интерес, так как они имеют ряд общих конструктивных решений и параметров.

К ним относятся: рабочие колеса с углом выхода 45—20° (большие углы у первых ступеней); суженные безлопаточные диффузоры и асимметричные сборные улитки; близкие значения чисел *M*; регулирование холодопроизводительности с помощью осевого лопаточного входного направляющего аппарата; саль-

Таблица 1

Основные параметры фреоновых турбомашин

Параметры	Марка машины		
	ХТМФ-348-4000 (ХТМ-3-1-4000)	ХТМФ-248-4000 (ХТМ-2-1-4000)	ХТМФ-235- -2000II
Марка турбокомпрессора	ТКФ-348 (ТК-3-1)	ТКФ-248 (ТК-2-1)	ТКФ-235
Предельная температура конденсации, °С	40	40	45
Диапазон температур кипения, °С	—25÷—12	—15÷2	—10÷10
Холодопроизводительность (млн. ккал/ч) при $t_k = 35^\circ\text{C}$ и температуре кипения, °С:			
—15	2,5		
— 5		3,7	
+ 2			2,2
Установленная мощность электродвигателя, квт	1500	1500	800
Расход охлаждающей воды, м ³ /ч	600	1200	450
Расход теплоносителя, м ³ /ч	1300	1300	400
Теплообменная поверхность испарителя (наружная), м ²	1820	1820	690
Теплообменная поверхность конденсатора, м ²	710	1420	320

Примечание: В скобках даны марки машин, существовавшие до разработки единой градации.