

Холодильные масла

[Версия для печати](#)

В настоящее время в компрессорных системах охлаждения применяются различные виды масел, отличающиеся по составу и по способу изготовления.

КЛАССИФИКАЦИЯ МАСЕЛ

1. Минеральные масла:

- нафтеновые;
- парафиновые.

2. Синтетические масла:

- алкилбензолные (А);
- полиалкилгликольные (ПАГ);
- полиолэфирные (ПОЕ);
- полиальфаолефиновые (ПАО) и др.

3. Полусинтетические масла:

- смеси алкилбензольного и минерального масла (А/М).

Наиболее используемые типы масел:

Минеральные – являются смешиваемыми (полностью растворимыми) с **R12**, применяются с хладагентами групп ХФУ, ГХФУ – **R13, R22, R500, R502** и т.д.

Алкилбензолные масла (А) используются в холодильной промышленности более 25 лет, термически стабильны, хорошо смешиваются с хладагентами групп ХФУ, ГХФУ.

Полиолэфирные масла (ПОЕ) рекомендуются для установок с хладагентами группы ГФУ – **R134, R407C, R410A, R404A**

Полиалкилгликольные масла (ПАГ) широко используются в мобильных установках, таких, как автомобильные кондиционеры с хладагентом **R134A**.

Преимущества синтетических масел по сравнению с минеральными:

- лучше смазывающие качества;
- выше термическая стабильность и стойкость в смеси с хладагентами;
- ниже температура застывания;
- меньше агрессивность по отношению к конструкционным материалам.

Недостатки:

- относительно высокая стоимость;
- значительная гигроскопическая и избирательная агрессивность по отношению к отдельным материалам.

Полиолэфиры - химические вещества, полученные из спирта и органических кислот. Необходимо не путать полиолэфиры с полиэфирами. Последние получены полимеризацией из иных соединений и используются в основном в производстве волокон.

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ХОЛОДИЛЬНЫХ МАСЕЛ

Вязкость

Согласно градации международного стандарта ISO3448, масла характеризуются **кинематической вязкостью ν** при 40 °С, имея размерность сСт ($\text{мм}^2/\text{с}$) – сантистокс.

Вязкость характеризует жёсткость связи молекул между собой, то есть степень сопротивления данного вещества. От вязкости, в значительной мере, зависит смазывающая способность рассматриваемого вещества.

Диапазон значений вязкости для некоторых условий работы

Компрессоры	Область температур	Вязкость (при 40 °С), сСт
герметичные малой производительности		10-40
винтовые		> 100
	умеренная	не < 50
центробежные		40-70
поршневые		15-68
	кондиционеры	60-80
	тепловые насосы	60-100
быстроходные компрессоры		не < 6-7 (при 100 °С)
	для напряженных условий работы	8-10 (при 100 °С)

В США вязкость масла измеряется при 37,8 °С (100 °F) другим методом, и результаты выражаются в универсальных секундах Сейболта (SUS или SSU).

Для наиболее часто встречающихся значений вязкости приблизительные преобразования выглядят следующим образом:

- 150 SUS 32 $\text{мм}^2/\text{с}$
- 300 SUS 68 $\text{мм}^2/\text{с}$
- 450 SUS 100 $\text{мм}^2/\text{с}$

При слишком высокой вязкости возрастают потери на трение, при слишком низкой – возможен разрыв масляной пленки между сопрягаемыми деталями, что приводит к повышенному их износу.

С повышением температуры вязкость масла уменьшается, в верхней части цилиндра и поршня износ происходит более интенсивно.

Вязкость синтетических масел менее чувствительна к изменению температуры, чем минеральных масел.

Повышение вязкости масел приводит к ухудшению растворимости в них хладагентов, ухудшая тем самым циркуляцию хладагентов в холодильных системах.

Индекс вязкости

Индекс вязкости (ИВ) является относительной величиной, характеризующей зависимость $v = f(t)$ и определяемой по формуле:

$$\text{ИВ} = (L - v) * 100 / (L - H), \text{ где}$$

L – вязкость стандартного масла с ИВ=0 при температуре 37,8 °C;

v – кинематическая вязкость исследуемого масла при температуре 37,8 °C;

H – вязкость стандартного масла с ИВ=100 при температуре 37,8 °C.

Для обеспечения достаточной вязкости при высоких рабочих температурах в компрессоре целесообразно применение масла с высоким индексом вязкости.

Плотность

Плотность минеральных масел зависит от их фракционного состава и возрастает с увеличением содержания ароматических углеводородов.

С повышением температуры плотность масел снижается.

Температуры застывания и текучести

Температура застывания определяет начало застывания, то есть перехода масла из жидкого состояния в твёрдое.

При выборе масла необходимо следить, чтобы температура застывания и температура текучести масла была ниже температуры кипения хладагента.

У минеральных масел начало застывания зависит всегда от избыточного количества свободного парафина, который кристаллизуется первым.

Синтетические масла кристаллизуются обычно при более высоких температурах. Не рекомендуется смешивать между собой полиолэфирные масла без предварительных тестов, потому, что некоторые полиолэфиры в смеси демонстрируют аномалии кристаллизации. Эти негативные явления были выявлены в процессе тестов.

Поэтому, перед смешиванием полиолэфирных масел следует сделать соответствующий запрос на фирму поставщика масел о возможном последствии.

Температура помутнения

Температура, при которой начинается кристаллизация парафинов, называется температурой выпадения парафинов, или температурой помутнения.

В международной практике и в России используется также термин «выпадение хлопьев».

Температура выпадения хлопьев должна быть ниже температуры кипения в испарителе. В целях ее понижения масла подвергают депарафинизации.

Кислотность

Кислотность определяется кислотным числом – количеством миллиграммов КОН на 1 г масла (в иностранной литературе используется термин «число нейтрализации»).

Кислотное число высококачественных холодильных масел не превышает 0,03...0,05 КОН на 1 г масла.

Характер среды (кислый или щелочной) синтетических жидкостей иногда характеризуют концентрацией ионов водорода рН. Нейтральная среда характеризуется рН=6,5...7.

Высокое значение кислотного числа указывает на перегрев или окисление масла.

Содержание воды и гигроскопичность масла

Гигроскопичность характеризуется относительной величиной предельной растворимости воды (концентрацией) при определенной температуре. Она выражается в мг/кг или ppm.

Растворимость воды увеличивается с повышением температуры и зависит от типа масла. В синтетических маслах она значительно выше, чем в минеральных и углеводородных.

Поверхностное натяжение

Поверхностное натяжение масел влияет на их противозадирные качества, прочность пленки и вспениваемость в смеси с хладагентом.

С повышением температуры поверхностное натяжение масел снижается; с увеличением поверхностного натяжения вязкость минеральных масел повышается.

Вид и цвет

Цвет масла определяется в марках NPA по шкале Осфальда или в марках ЦНТ по [ГОСТ 20284-74](#).

При работе холодильной машины масла постепенно темнеют вследствие окисления. Черный цвет масла, как правило, свидетельствует о перегорании обмотки электродвигателя.

Обычно предельно допустимый цвет минеральных и углеводородных масел, предназначенных для использования в холодильных машинах, работающих на **R12, R22, R502**, - 4...4,5 марки.

Вспениваемость

Вспениваемость холодильных масел зависит от растворимости хладагента в масле.

Образование пены в масляных ваннах холодильных компрессоров происходит вследствие вскипания смеси из-за быстрого падения давления в картере.

С уменьшением вязкости масла и повышением его температуры пенообразование снижается.

Химическая стабильность

К химической стабильности масел предъявляют жесткие требования.

Особое внимание уделяют сухости системы, поскольку влага даже в незначительных количествах быстро выводит химическое качество среды за пределы допустимого.

Одной из причин химической нестабильности масла является присутствие в холодильном контуре остатков кислорода из-за низкого уровня вакуумирования системы перед заправкой хладагентом.

Экспериментально доказано, что вероятность сгорания обмоток электродвигателя возрастает с повышением кислотности масла.

Смешиваемость и растворимость

Под смешиваемостью понимают образование однородной среды из масла и хладагента, а под растворимостью – насыщение масла хладагентом в паровой фазе.

Если смешиваемость зависит от природы хладагента, типа масла, его вязкости, температуры, то растворимость зависит, кроме перечисленных факторов, еще и от давления.

Растворимость хладагентов в масле и частичная смешиваемость с хладагентами определяется так называемой кривой растворимости. Эта кривая составляется из статистических данных, которые не всегда соответствуют состоянию холодильной системы после её работы.

У классических холодильных масел на углеводородной базе, как минеральных так и синтетических, в смесях с фреонами данные этой кривой и после работы оборудования соответствовали действительному состоянию смеси в системе. Поэтому кривая растворимости была важна при выборе подходящего масла.

Новый высокополярный хладагент ведёт себя различно в смесях с нерастворяемыми маслами и, поэтому, для смесей этих хладагентов с маслами важность кривых растворимости снизилось.

При движении смеси масла и холодильного агента по холодильной системе возникает дисперсия и, например, температура застывания смеси по сравнению с температурой застывания чистого масла снижается.

Поэтому, практически, при ретрофите, добавка (20-30)% углеводородных масел к полиолэфирным маслам не создаёт проблем в работе холодильных систем. С помощью специальных присадок, влияющих на склонность углеводородных масел к дисперсии, удалось на их базе получить масла для высокополярных холодильных агентов.

На практике возникает необходимость работы на смесях масел. Смешиваемые масла должны быть совместимы друг с другом и не нарушать работу компрессора и холодильной машины из-за появления осадков, отложений и агрессивных веществ.

Обычно смешивание минеральных масел не приводит к отрицательным последствиям. Однако при недостаточной термической и химической стабильности одного из масел работа на смеси не рекомендуется.

Так, масло ХФ 22-24, которое само по себе не рекомендуется применять при температурах нагнетания выше 100°C, недопустимо смешивать с высококачественными минеральными и синтетическими маслами.

Некоторые синтетические масла также образуют нестабильные смеси с минеральными и другими синтетическими маслами. Несовместимыми являются, например, масла ХФ 22с-16 и ХФ 22-24, ПФГОС 4 и ХС 40.

Некоторые типы масел для поршневых компрессоров, работающих на (H)CFC хладажах или NH₃ (по данным фирмы Bitzer)

Поставщик	Марка масла	Тип масла	Вязкость (40 С), сСт	Область применения	
				Хладоны	NH ₃
BITZER	B 5.2	MO/AB	39	HML	
SHELL & DEA OIL	Clavus G 68	MO	65		HM
ADDINOL	XK30	AB	30	HML	
	XKS46	AB	46	HML	
	XKS68	AB	64	HML	
AGIP	TER32	MO	30	HM (L)	
	TER46	MO	44	HM	
	TER60	MO	59	HM	HM
ARAL	Alur EE32	MO	32	HM (L)	
	Alur EE46	MO	46	HM	
	Alur EE68	MO	68	HM	
BP	Energol LPTF32	MO	32	HM (L)	
	Energol LPTF46	MO	46	HM	HM
BURMAN / CASTROL	Icematic 266	MO	30	HM (L)	
	Icematic 299	MO	57	HM	
	Icematic 2284	AB	64	HML	
ESSO	Zerice S46	AB	48	HML	
	Zerice S68	AB	64	HML	
	Zerice R46	MO/AB	50	HM (L)	
	Zerice R68	MO	68	HM	
FUCHS EUROPE	Reniso SP32	AB	32	HML	
	Reniso SP46	AB	47	HML	
	Reniso SP68	AB	68	HML	
	Reniso Triton MS32	MO/AB	30	HM (L)	
	Reniso Triton MS46	MO/AB	43	HM	
	Reniso Triton MS68	MO/AB	63	HM	

	Reniso KM32	MO	32	HM (L)	
	Reniso KS46	MO	47	HM	
	Reniso KC68	MO	68	HM	HM
MOBIL	Artic C heavy	MO	44	HM	
	Artic Oil 300	MO	60	HM	HM
	Artic SHC 426	AB	65	HML	
PETRO-CANADA	Reflo 68A	MO (HT)	58		HM
PETROSYNTESE	Zerol 150	AB	30	HML	
	Zerol 300	AB	53	HML	
SHELL & DEA OIL	Clavus SD2212	MO/AB	39	HML	
	Clavus G32	MO	30	HM (L)	
	Clavus G46	MO	44	HM (L)	
	Clavus G68	MO	65	HM	HM
	Clavus 68	MO	65		HM
SUN OIL	Suniso 3GS	MO	30	HM (L)	
	Suniso HT25	MO	43	HM (L)	
	Suniso 4GS	MO	57	HM	H (M)
TEXACO / CALTEX	Refrig. Oil Low Temp.32	MO/AB	30	HM (L)	
	Refrig. Oil Low Temp.46	MO/AB	43	HM	
	Refrig. Oil Low Temp.68	MO/AB	63	HM	
	Capella Oil WF 32	MO	30	HM (L)	
	Capella Oil WF 46	MO	46	HM	
	Capella Oil WF 68	MO	68	HM	HM
TOTAL	Lunaria 32	MO	32	HM	
	Lunaria 46	MO	46	HM	
	Lunaria FR 32	MO	30	HM (L)	
	Lunaria FR 46	MO	43	HM (L)	
	Lunaria FR 68	MO	68	HM (L)	
	Friga 2	MO	58	HM	HM
	Lunaria SK 55	AB	50	HML	
WINTERSHALL	Wiolan KFL	MO	32	HM (L)	
	Wiolan KFM	MO	46	HM	
	Wiolan KFO	MO	68	HM	HM

Условные обозначения:

MO - минеральное масло

AB - синтетическое масло (алкилбензольное)

MO/AB - смесь алкилбензольного и минерального (MO + AB)

H - кондиционирование

M - средние температуры

L - низкие температуры

(L) - низкие температуры, за исключением полугерметичных компрессоров, работающих с высокой температурой конденсации

Некоторые типы масел, рекомендуемые для поршневых полугерметичных компрессоров Dorin

Тип компрессора	Хладагент	Тип масла	Вязкость (40 C), сСт	Марка масла
Модели "CC" K5 - K6 K7 - K8	HCFC (R22)	минеральное	46	Suniso 4GS Petrosynthese Zerol 200TD Texaco Capella 46 Fuchs Reniso 46 Mobil EAL Artic 46 ICI Emcarate RL 46
	HCFC (R22) HFC (R134a - R404A - R407C - R507)	POE (полиолэфирное)	46	S Castrol Icematic SW 46 Suniso SL 46 DEA SEZ 46
Все остальные модели	HCFC (R22)	минеральное	32	Suniso 3GS Petrosynthese Zerol 150 Texaco Capella S 32 Shell 2212 Castrol ZL 32
	HCFC (R22) HFC (R134a - R404A - R407C - R507)	POE (полиолэфирное)	32	Mobil EAL Artic 32 ICI Emcarate RL 32 S Castrol Icematic SW 32 Suniso SL 32 DEA SEZ 32
Примечание. Не допускается смешивание минерального и синтетического масел				