

**Холодильные масла
2017/2018**



LUBRICANTS.
TECHNOLOGY.
PEOPLE.



LUBRICANTS. TECHNOLOGY. PEOPLE.

Мы специализируемся на высокоэффективных смазочных материалах и сопутствующих продуктах.

Мы разрабатываем инновационные и всеобъемлющие решения для широкого спектра применений.

Мы ценим высокий уровень приверженности наших сотрудников и их доверительные взаимоотношения друг с другом.

Факты и числа

Холдинг: FUCHS PETROLUB SE

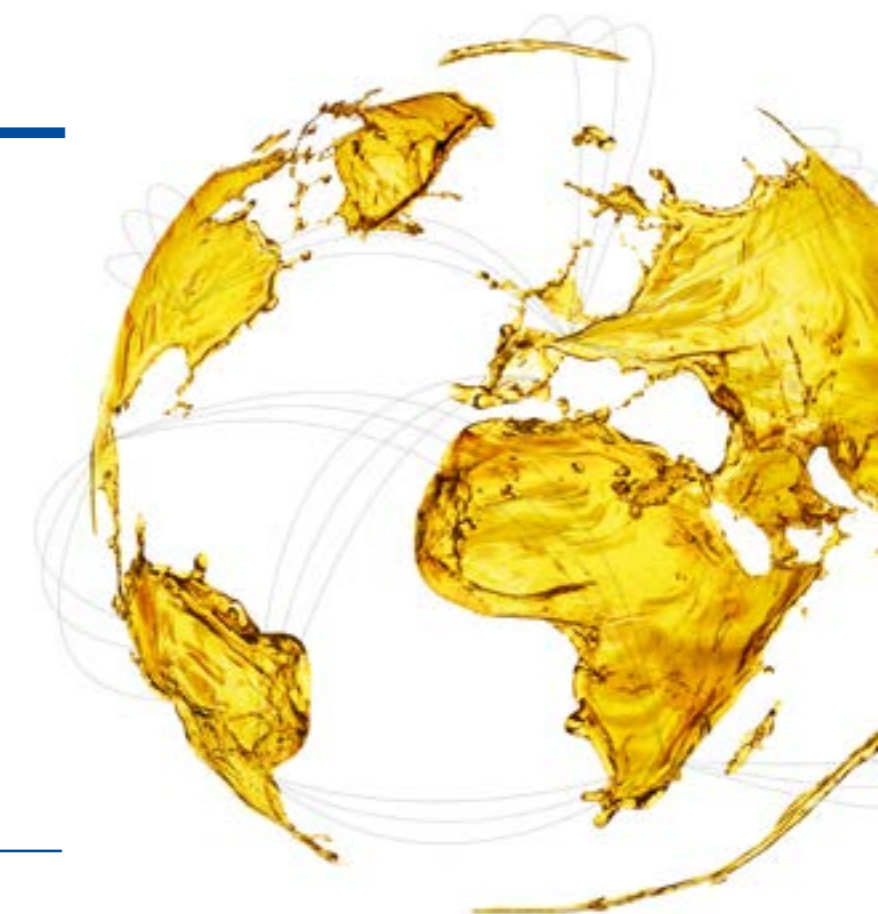
Более 30 заводов по всему миру, в том числе завод по производству смазочных и сопутствующих материалов концерна FUCHS в г. Калуга.

Штаб-квартира: Мангейм

Специализация: 100% усилия на изобретение и производство смазочных материалов.

Продукты: широкий спектр товаров специального назначения, состоящий более чем из 10000 наименований различных смазочных материалов.

Сертификаты: DIN EN ISO 9001: 2008, ISO / TS 16949: 2009, ISO 14001: 2004, BS OHSAS 18001: 2007



FUCHS – это глобальная компания, основанная в Германии, которая разрабатывает, производит и продает смазочные материалы и сопутствующие товары. Нашими клиентами являются более 100 000 фирм, включая компании из следующих отраслей: автомобилестроение, производители оборудования, автокомпонентов, машиностроение, добыча и разработка полезных ископаемых, металлообработка, сельскохозяйственная и лесообрабатывающая техника, аэрокосмическая сфера, энергетика, строительство и транспорт, а также металлургия, стекольное и цементное производство, пищевая промышленность – и многое другое.

Основанная в 1931 году в Мангейме как семейный бизнес, сегодня группа компаний FUCHS PETROLUB SE насчитывает более 60 представительств с 5000 сотрудников в более чем 40 странах мира. FUCHS является крупнейшим в мире независимым производителем смазочных материалов.

Находясь в тесном сотрудничестве с клиентами, FUCHS разрабатывает персональные, инновационные и надежные решения для наиболее сложных операций. Каким бы не был запрос, мы сможем предложить идеальный смазочный материал для специфических операций и процессов. В технологическом центре мы быстро и эффективно связываем наши многосторонние знания и ежедневно работаем над решениями в области инновационных смазочных материалов, которые будут соответствовать всем требованиям в настоящем и будущем.

Смазочные материалы FUCHS обеспечивают повышение производительности и стабильности, безопасности и надежности, эффективности и экономии. Смазочные материалы FUCHS – это технологии, которые окупаются.



Холодильные масла играют важную роль в сфере смазочных материалов и связанных с ними технологий. Долгий срок службы холодильных компрессоров в большой степени зависит от качества используемого в нем масла. Помимо требуемой растворимости с хладагентом, хорошая текучесть при низких температурах, термическая, окислительная и высокая химическая стабильности в присутствии хладагента являются важными параметрами.

Содержание

06–07

Разработка высококачественных холодильных масел

08–09

Требования и классификация холодильных масел

10–15

Физико-химические свойства холодильных масел

16–17

Минеральные холодильные масла

18–29

Синтетические холодильные масла

30–33

Сервисная программа FUCHS

34–37

Обзор продуктов RENISO

38–39

Руководство по выбору холодильных масел для промышленных систем

40

4 причины, чтобы использовать холодильные масла RENISO

41

Продуктовая линейка RENISO

42

Для заметок



Разработка высококачественных холодильных масел

Взаимодействие с различными веществами, в частности с хладагентом, при переменных высоких и низких температурах создает очень специфические требования к смазочному материалу в холодильном контуре.

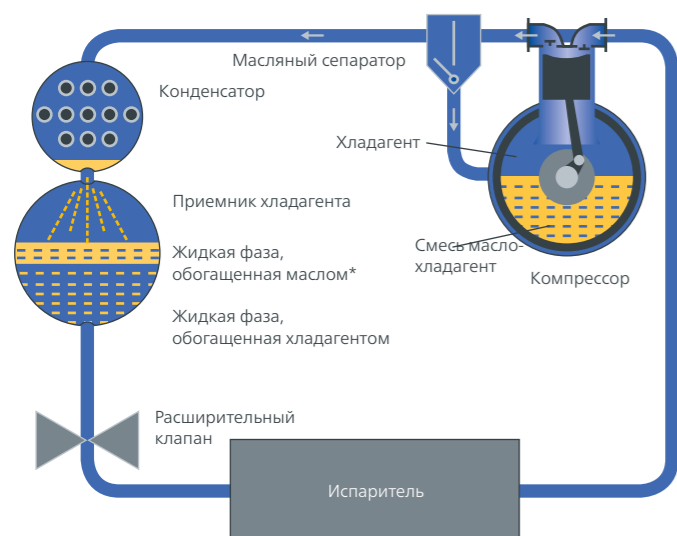
Основной функцией холодильного масла является надлежащее смазывание всех подвижных частей холодильного компрессора. В зависимости от его конструкции, также может требоваться рассеивание тепла или изоляция напорной камеры и клапанов.

Тип компрессора, эффективность маслосепаратора, конструкция холодильной системы, рабочие характеристики и прочие параметры влияют на количество масла в холодильном контуре. Обычно содержание масла в системе варьируется от 1 до 5%, в некоторых особых случаях значения могут быть выше. Для обеспечения нормальной циркуляции и возвращения масла из «холодной» части контура используются смазочные материалы, обладающие соответствующей смешиваемостью с хладагентом.

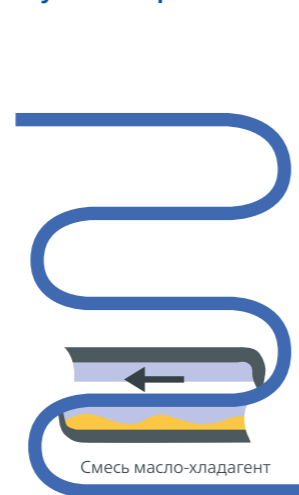
Обычно в моменты запуска происходит легкое посту-

пление масла в систему за счет его резкого вспенивания, что является следствием присутствия растворенного хладагента. Когда хладагент испаряется, масло быстро охлаждается. Если при этом холодильное масло не обладает достаточной текучестью (из-за слишком высокой вязкости и/или плохой смешиваемости с хладагентом), невозможно обеспечить его возврат в компрессор. С другой стороны, для компрессора важно поддержание определенной вязкости смеси масла с хладагентом. Оптимальная рабочая вязкость смазочного материала, подверженного воздействию хладагента (зависимости его растворимости от давления и температуры) – является компромиссной величиной между минимально требуемой для надежного смазывания компрессора и максимальным значением, позволяющим обеспечить циркуляции по всему контуру.

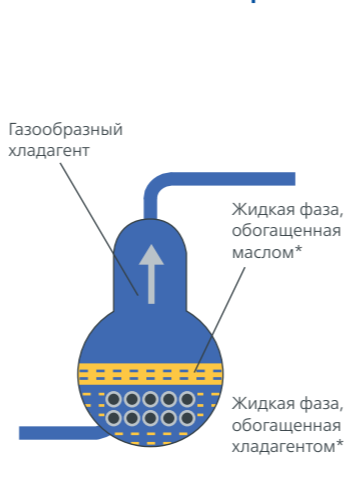
Схема холодильного контура



Система 1:
Сухой испаритель



Система 2:
Затопленный испаритель



*В области разделения фаз: если плотность фазы, обогащенной хладагентом, больше плотности фазы, обогащенной маслом



Исследования и Разработка – под знаком защиты климата

Наш научно-исследовательский департамент ведет всесторонние разработки в области холодильных масел и соответствующих хладагентов.

В общем, использование экоэффективных хладагентов становится все более важным. Хладагенты, с низким значением GWP (GWP – Global Warming Potential – потенциал глобального потепления – характеризует влияние веществ на глобальное потепление), как диоксид углерода (GWP = 1) и пропан (GWP = 3), а также синтетические фторсодержащие фреоны, как R1234yf (GWP = 4) в настоящее время находят все большее использование и распространение. С другой стороны, применение традиционных хладагентов, как R404a (GWP=3922) начинает резко сокращаться.

В FUCHS проходят всеобъемлющие тесты на стабильность на специальном лабораторном оборудовании. Проводятся испытания на смешиваемость и растворимость холодильных масел с различными хладагентами. Последние исследовательские технологии совместно со специально сконструированными испытательными стендами позволяют определять противоизносные характеристики масел и их смесей с хладагентами. Долгосрочные испытания герметичных компрессоров в газовом контуре также могут быть проведены на стендах FUCHS. Термическая и хи-

мическая стабильности смесей масла с хладагентом определяется в специальных автоклавах высокого давления. Лаборатория холодильных масел FUCHS позволяет осуществить уникальную экспертизу: определить и проанализировать конкретные вводные данные от клиента, и осуществить подбор для них подходящего холодильного масла.

Вступление в силу нового регламента ЕС в отношении фторсодержащих газов (EU №517/2014) послужило новым вызовом для производства холодильных масел, и в этой связи сотрудничество с производителями наиболее современных смазочных материалов, как FUCHS становится все более важным для холодильной индустрии.

Продуктовое портфолио:

- Минеральные холодильные масла
- Синтетические холодильные масла на основе алкилбензолов
- Синтетические холодильные масла на основе полиальфаолефинов
- Синтетические холодильные масла на основе полиэфиров
- Синтетические холодильные масла на основе полиалкиленгликолей
- Синтетические холодильные масла для систем CO₂
- Синтетические холодильные масла для HFO-хладагентов

ТРЕБОВАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАСЕЛ

DIN 51503 описывает минимальные требования, которым должны соответствовать холодильные масла. Данный стандарт относится к маслам, используемым для смазывания и охлаждения холодильных компрессоров, находящимся в контакте с хладагентом.

Для углеводородных хладагентов могут использоваться так называемые газовые компрессорные масла, например, RENOLIN LPG 185 в комбинации с пропаном или пропиленом. Нужно иметь в виду, что эти масла не проходят специальной обработки при производстве, и перед заправкой ими холодильных систем может потребоваться процедура осушки.

Классификация холодильных масел по DIN 51503, часть 1 (2011) осуществляется в соответствии с применяемыми в системе хладагентами:

КАА

Холодильные масла, не смешиваемые с аммиаком – на основе минеральных и/или синтетических масел – полиальфаолефинов (ПАО), алкилбензолов (АБ), гидрированных минеральных масел. В основном в качестве смазочных материалов данного класса применяются масла на основе высокоочищенных нафтенных, однако все чаще применение находят масла на основе ПАО и гидрированных минеральных масел.

КАВ

Холодильные масла, смешиваемые с аммиаком – преимущественно на основе полиалкиленгликолей (ПАГ). Содержание воды в свежем смазочном материале, применяемом в аммиачном оборудовании не должно превышать 350 ppm.

КВ

Холодильные масла для работы с углекислым газом (CO₂) – масла на основе синтетических полиэфиров (ПЭ) – хорошо смешиваются с CO₂; полиалкиленгликолей (ПАГ) – ограничено смешиваются с CO₂, или полиальфаолефинов (ПАО) – не смешиваются с CO₂.

КС

Холодильные масла для частично и полностью галогенированных (фторированных/хлорированных) углеводородов (СFC, HCFC) – как правило, масла на минеральной основе и алкилбензолы, (в некоторых случаях возможно применение эфирных масел). Содержание воды в свежем масле данной группы должно быть <30 ppm. При превышении указанного порога существует возможность протекания нежелательных реакций с хладагентом, которые могут привести к разделению смеси масло-хладагент.

КD

Холодильные масла для частично и полностью фторированных углеводородов (HFC, FC) – как правило, на основе полиэфиров (ПЭ) или полиалкиленгликолей (ПАГ). Холодильные масла группы КD являются полярными продуктами с ярко выраженной гигроскопичностью. Для свежих масел на основе эфиров содержание воды не должно превышать 100 ppm, для масел на основе полигликолей – 350 ppm.

КЕ

Холодильные масла для углеводородных хладагентов (например: пропана или изобутана) – масла, как на минеральной, так и на синтетической основе (алкилбензолы, ПАО, ПЭ, ПАГ). В зависимости от основы регламентируется максимальное значение содержания воды в свежем масле: для минеральных масел и алкилбензолов – 30ppm, для ПАО – 50ppm, для ПЭ – 100ppm и для ПАГ – 350ppm

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХОЛОДИЛЬНЫХ МАСЕЛ

Дополнительная информация о характеристиках холодильных масел содержится в первой части приложения к стандарту DIN 51503. В частности в ней содержатся такие важные характеристики как: температура флокуляции в смеси с определенными хладагентами, коррозия меди, изменение удельной электропроводности в зависимости от содержания воды, определение смазывающих свойств на стенде Фалекс или модифицированный Алмен-Виланд тест в атмосфере хладагента. Также приводятся PVT-диаграммы для различных комбинаций масла – хладагент.

Содержание воды, указанное в стандарте DIN 51503, ч.1, является максимально допустимым в свежем масле. Холодильные масла должны поставляться в воздухонепроницаемой металлической таре, предохраняющей от проникновения влаги даже при длительном хранении. При хранении холодильных масел, необходимо следить за тем, чтобы тара была всегда плотно закрыта, масла из вскрытой тары должны использоваться в первую очередь, или, в качестве альтернативы, должны храниться в среде инертного газа.

Холодильные масла характеризуются следующими стандартными показателями:

Цвет по DIN ISO 2049:

Цвет продукта может иметь значение от 0 (абсолютно прозрачный) до 5 единиц (темно-коричневый).

Плотность по DIN 51757:

Плотность характеризует массу жидкости, занимающую определенный объем. Для холодильных масел принято измерять плотность при 15 °С. Плотность холодильных масел сильно зависит от температуры по причине увеличения занимаемого жидкостью объема при повышении температуры. Соответственно, при повышении температуры значения плотности снижаются.

Число нейтрализации по DIN 51558:

Показатель числа нейтрализации служит для определения содержания кислых компонентов в смазочном материале. Кислоты могут вызывать коррозию материалов находящихся в контакте с холодильными маслами, поэтому повышенное содержание кислотных компонентов, образующихся за счет процессов окисления, гидролиза или старения является нежелательным. Число нейтрализации измеряется в мг КОН/г. Сравнительный анализ с показателями свежего масла дает возможность оценить состояние эксплуатируемого масла. Значения числа нейтрализации для холодильных масел очень низки, по сравнению с другими смазочными материалами. Данный показатель находится на уровне < 0.1 мг КОН/г.

Показатель числа нейтрализации идентичен общему кислотному числу (TAN), измеряемому по ASTM D974.

Содержание воды по DIN 51777:

Содержание воды определяется методом Карла Фишера, DIN 51777, ч.1 – прямой метод, ч.2 – обратный метод. Содержание воды по данному методу определяется в мг/кг (= ppm: часть на миллион) с помощью титрования. Количество растворенной воды в объеме холодильного масла может быть определено исключительно данным методом. Для определения рекомендуется использовать обратный метод DIN 51777, ч.2. поскольку он применим как для холодильных масел с присадками,

так и для нелегированных. Нерастворенная вода (свободная) может быть определена с помощью водно-кислотного метода (ISO 3733/IP 74). По сравнению с другими смазочными материалами содержание воды в холодильных маслах очень невелико, обычно данный тип масел применяют в «ультра осушенной» форме.

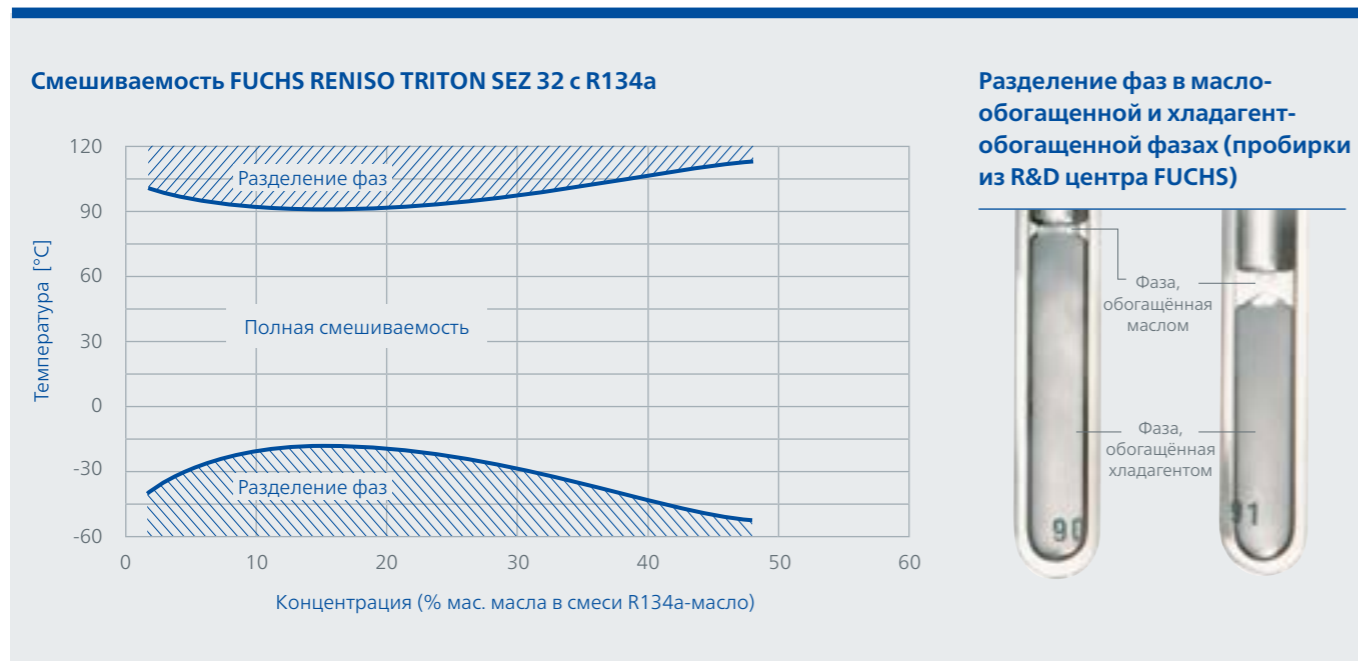
Температура застывания по DIN ISO 3016:

Температура застывания определяет наименьшую температуру, при которой масло сохраняет подвижность в стандартных условиях испытания. В соответствии с DIN ISO 3016 испытуемый образец охлаждают, и с шагом в 3 °С проверяют его состояние. Температура застывания и граничное значение вязкости определяют наименьшую температуру, при которой чистое холодильное масло может применяться. Однако низкотемпературные свойства холодильных масел в большой степени зависят от содержания растворенного хладагента. Растворенный хладагент значительно снижает температуру застывания, то есть становится возможным применять холодильное масло при много более низких температурах (исключение составляют системы с аммиачными затопленными испарителями), чем температура застывания свежего масла. Представление о количестве хладагента, растворенного в холодильном масле можно получить по PVT-диаграммам (диаграммы зависимости вязкости от давления и температуры) смесей «масло-хладагент».

Температура вспышки по DIN ISO 2592:

Температура вспышки дает представление о базовом масле или смеси масел, на основе которых изготовлен продукт. Также температура вспышки может дать косвенное понятие о давлении насыщенных паров холодильных масел. Температурой вспышки называется наименьшая температура, при которой пары над поверхностью испытуемого масла воспламеняются при воздействии открытого пламени.

Холодильные масла характеризуются следующими стандартными показателями:



Смешиваемость с хладагентами согласно DIN 51514:

Смешиваемость холодильных масел с хладагентами отражается на диаграммах смешиваемости. Испытания проводятся в баростойких стеклянных пробирках в автоклавах. Данные для построения диаграмм получают путем тестирования смесей «масло-хладагент» в различных концентрациях. Гомогенизированную и охлажденную смесь «масло-хладагент» нагревают с шагом в 3°. Точка разделения смеси на компоненты (характеризуется помутнением или образованием эмульсии в изначально прозрачной жидкости) и является границей смешиваемости. Множество точек, полученных таким образом, для различных концентраций образуют диаграмму смешиваемости. Смешиваемость смазочного материала и хладагента имеет решающее влияние на работу смазочного материала в холодильном цикле и на эффективность работы холодильной установки в целом. Разделение смеси «масло-хладагент» на компоненты может привести к неправильной работе оборудования (теплообменников, испарителей, коллекторов и т.д.). В свою очередь, недостаточное отделение смазочного материала от хладагента может привести к недостаточному смазыванию и выходу компрессоров из строя.

Совместимость с хладагентами по ASHRAE 97-2007:

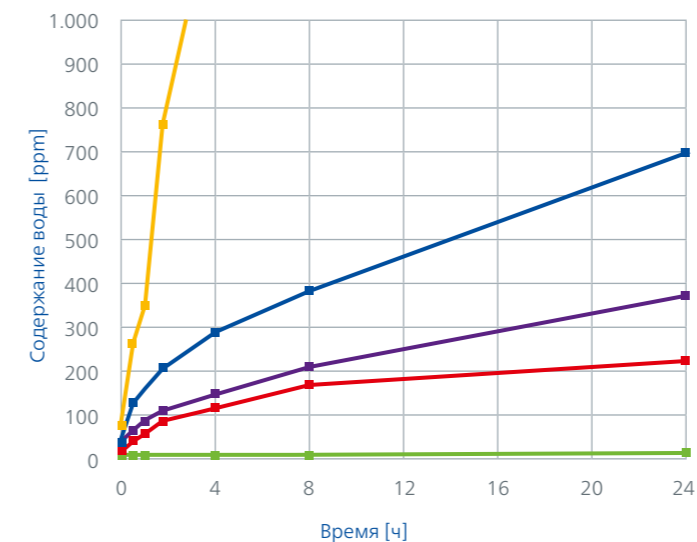
Показатель взаимной совместимости хладагентов с холодильными маслами имеет огромное значение. Метод

определения химической стабильности материалов, применяемых в холодильных системах, ASHRAE 97-2007 заключается в следующем: пробирка или автоклав заполняется определенным количеством испытуемой смеси масла и хладагента и катализатором (пластинки стали, меди, алюминия). Тест проводят в течение 14 дней при температуре 175°С. После окончания испытания оцениваются изменения свойств масла и поверхности металлических пластин.

Химическая стабильность:

Химическая стабильность холодильных масел зависит от множества важных факторов, одним из которых является требование к исключительно низкому содержанию воды в системе. Холодильные масла с превышением допустимого уровня содержания воды подлежат немедленной замене. На диаграмме, на странице 13, показана абсорбция воды (гигроскопичность) холодильными маслами. Образцы нескольких холодильных масел находились в открытой таре при 20°С и относительной влажности окружающего воздуха – 60%, в ходе теста регистрировалось увеличение содержания влаги в объеме испытуемого масла относительно свежего образца: холодильные масла на основе малополярных и неполярных жидкостей (минеральные масла, полиальфаолефины), для которых среднее содержание воды обычно не превышает 30 ppm, не показали значительного роста содержания воды.

Абсорбция воды (гигроскопичность) холодильных масел



Содержание воды по DIN 51777-2

	Содержание воды [ppm]	Время [ч]			
		0	4	24	72
■ PAG ISO VG 46	70	1,350	5,100	7,000	
■ POE ISO VG 32	30	280	700	1.350	
■ POE ISO VG 80	30	150	370	600	
■ POE ISO VG 170	15	130	230	350	
■ Минеральное масло/ PAO ISO VG 68	10	15	20	20	

Условия испытания:

20°С окружающая температура
60% относительная влажность
Масло находится в открытой таре

Полиэфирные холодильные масла (POE), являющиеся полярными и гигроскопичными, показали заметный рост содержания воды. Превышение значения в 200 ppm у полиэфирных масел является неприемлемым. Также из диаграммы видно, что рост содержания воды в полиэфирных маслах зависит от их класса вязкости. Масла с низкой вязкостью абсорбируют влагу с большей скоростью нежели масла с большей вязкостью. Полиалкиленгликолевые (PAG) холодильные масла, наиболее часто используемые в системах кондиционирования с R134a и R1234yf, показывают еще большую гигроскопичность. Полигликолевые масла абсорбируют большое количество влаги за очень короткое время и соответственно, быстро достигается допустимое пороговое значение содержания влаги в 800 ppm в отработанном масле.

Термическая стабильность:

Воздействие высоких температур на холодильные масла в течение долгого времени может привести к образованию продуктов старения, что может вызвать серьезные проблемы. Поэтому стойкость к старению является одним из основных критериев для подбора смазочного материала. Процесс старения масла включает в себя комплекс химических процессов, катализаторами которых являются такие металлы, как медь, сталь, алюминий. Также причиной образования продуктов старения в системе может послужить наличие воды. Опытным путем выявлено, что рост температуры на 10°

ведет к увеличению вдвое скорости процессов старения. Некоторые хладагенты, в особенности класса HCFC, под воздействием высоких температур могут вступать в химические реакции с водой, что также снижает стабильность масел.

Основными индикаторами старения холодильных масел являются рост кислотного числа и омеднение. Под процессом омеднения подразумевается растворение меди в объеме масла (например, из трубопроводов), и последующее её отложение в других частях системы, обычно, на механически нагруженных поверхностях (поршнях, клапанах и т.д.). Это может привести к серьезным проблемам с высокоточными деталями холодильного контура. Омеднение происходит под воздействием кислых компонентов масел, усиленного присутствием влаги в масле.

Аммиачный тест на стабильность холодильных масел по DIN 51538:

Сквозь образец испытуемого масла пропускается струя воздуха, насыщенного аммиаком. Данный тест проводится при температуре 120°С в течении 168 часов, в присутствии стального катализатора. Остаточная величина щелочного числа (рассчитанная в мг КОН/г) испытуемого масла используется в качестве оценочного критерия стабильности холодильных масел находящихся в контакте с аммиаком и кислородом воздуха (отклонения от значений свежего масла, измеренные в соответствии с DIN ISO 3771).

Холодильные масла характеризуются следующими стандартными показателями:

Кинематическая вязкость по DIN EN ISO 3104:

Вязкость («толщина масляной пленки») является одним из важнейших показателей, характеризующих несущую способность масел. Холодильные масла, как и другие промышленные смазочные масла, могут быть классифицированы исходя из их класса вязкости по ISO. Данная классификация базируется на значениях кинематической вязкости при 40 °С, измеряемой в мм²/с. Однако в секторе смазочных материалов вязкость чаще измеряется в м²/с или сСт. Стандарт DIN 51519 установил 18 классов вязкости для промышленных смазочных материалов с показателем вязкости от 2 до 1000 мм²/с при 40 °С. Для каждого класса вязкости определено значение кинематической вязкости при 40 °С с допустимым отклонением +/- 10%.

Динамическая и кинематическая вязкости:

Математическая корреляция между динамической и кинематической вязкостями описана в следующем равенстве:

$$\nu = \eta / \rho$$

ν = kinematic viscosity
 η = dynamic viscosity
 ρ = fluid density

Вязкость масел падает при увеличении температуры. Описывает данную зависимость показатель индекса вязкости (ИВ), рассчитываемый согласно DIN ISO 2909 по показателям кинематической вязкости при 40 °С и при 100 °С. Достаточно высокая вязкость необходима смазочным материалам для образования смазывающей пленки в подшипниках, цилиндрах и прочих деталях компрессоров. При этом в самом холодильном контуре требуется масло с максимально низкой вязкостью. Класс вязкости холодильного масла подбирается исходя из типа компрессора и условий применения. Обычно необходимый класс вязкости определяется производителем компрессора.

Часто знания вышеперечисленной информации не достаточно для подбора подходящего холодильного масла для определенных условий применения. Дополнительную информацию можно почерпнуть из PVT –

диаграмм для соответствующих пар масло/хладагент. Данные диаграммы показывают, какое количество определенного хладагента растворяется в холодильном масле при определенных температуре и давлении, и как в результате меняется кинематическая вязкость масла. Все эти данные формируют базу для оценки качества смазки компрессора в конкретных условиях применения.

В прошлом рефрижераторные системы функционировали на хлорированных CFC/HCFC хладагентах. Хлорсодержащие компоненты данных продуктов выступали в качестве дополнительных противоизносных добавок. В связи с отказом от хлорсодержащих хладагентов данный метод дополнительной защиты более не доступен. Таким образом, современные хладагенты требуют применения смазывающих материалов высшего качества. Для обеспечения надежной защиты от износа необходимо применять высококачественные присадки (противоизносные) в сочетании со специально подобранными базовыми маслами.

Давление насыщенных паров и вязкость смесей холодильных масел и хладагентов; PVT-диаграммы.

Влияние растворенного хладагента на вязкость холодильного масла отражено на PVT-диаграммах. По ним можно определить зависимость давления насыщенных паров и вязкости при определенной концентрации хладагента в масле от температуры. На нижней диаграмме (стр. 14) показано количество растворенного хладагента в масле в зависимости от соответствующих температуры и давления системы.

Пример: Точка А: 60 °С, 6 Бар → 90% масла / 10% хладагента.

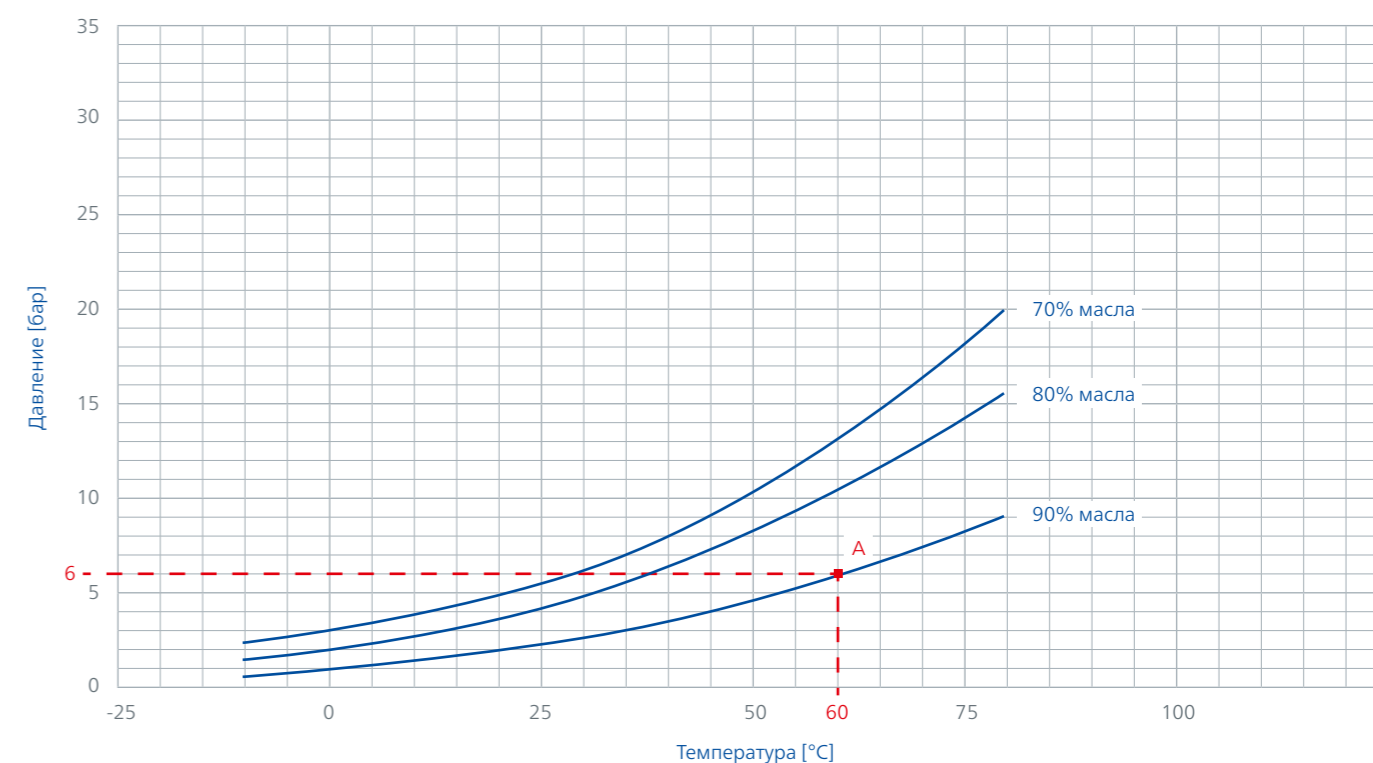
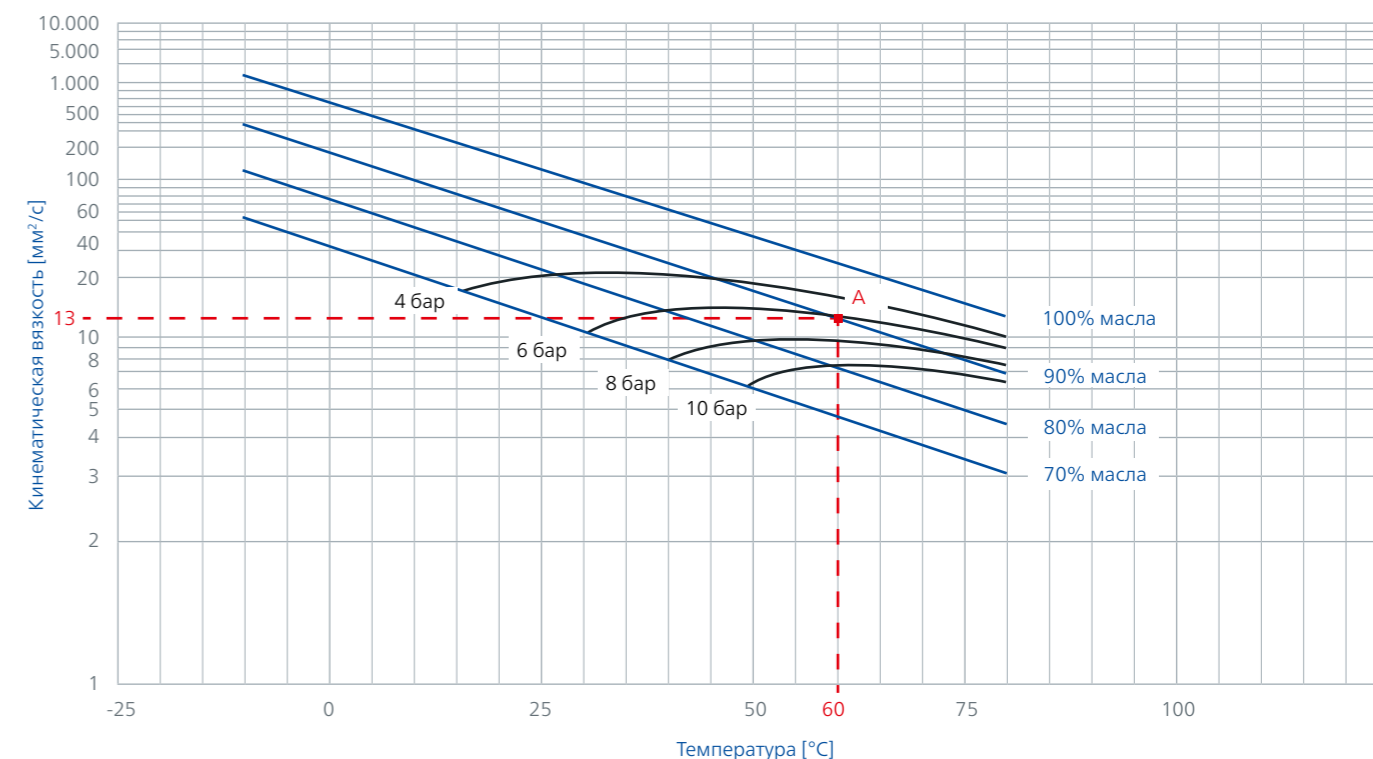
Результирующая вязкость смеси может быть определена из верхней диаграммы (стр. 14) исходя из известных значений температуры и соответствующего содержания масла в смеси масло/хладагент.

Пример: Точка А: 60 °С, 90% → 13 мм²/с.

Результирующая вязкость смеси при различных значениях давления и температуры отражает влияние растворенного хладагента на вязкость масла. Данное влияние основывается на: входном давлении – в случае с поршневыми компрессорами, и выходном давлении (давления в маслосепараторе) – в случае с винтовыми компрессорами.

Холодильные масла для применения с фторированными хладагентами: RENISO TRITON SE / SEZ на основе полиэфиров (POE)

Пример: Кинематическая вязкость и давление насыщенных паров смеси RENISO TRITON SE 55 – R134a



*В процентах указано содержание масла в смеси

ГРУППЫ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАСЕЛ FUCHS

Минеральные холодильные масла

Пример: Смешиваемость RENISO WF 5 A с R600a (диаграмма смешиваемости)



Photo: SECOP

Серия RENISO K

Нафтенные минеральные масла высокой степени очистки, не содержащие присадок. Они могут использоваться как в аммиачных холодильных установках, так и в установках с хладагентами класса HCFC

(например, системы на R22). Масла этой серии отличаются высокой устойчивостью к старению под воздействием NH_3 , что позволяет рекомендовать их в первую очередь для аммиачных установок обычного типа.

Серия RENISO WF

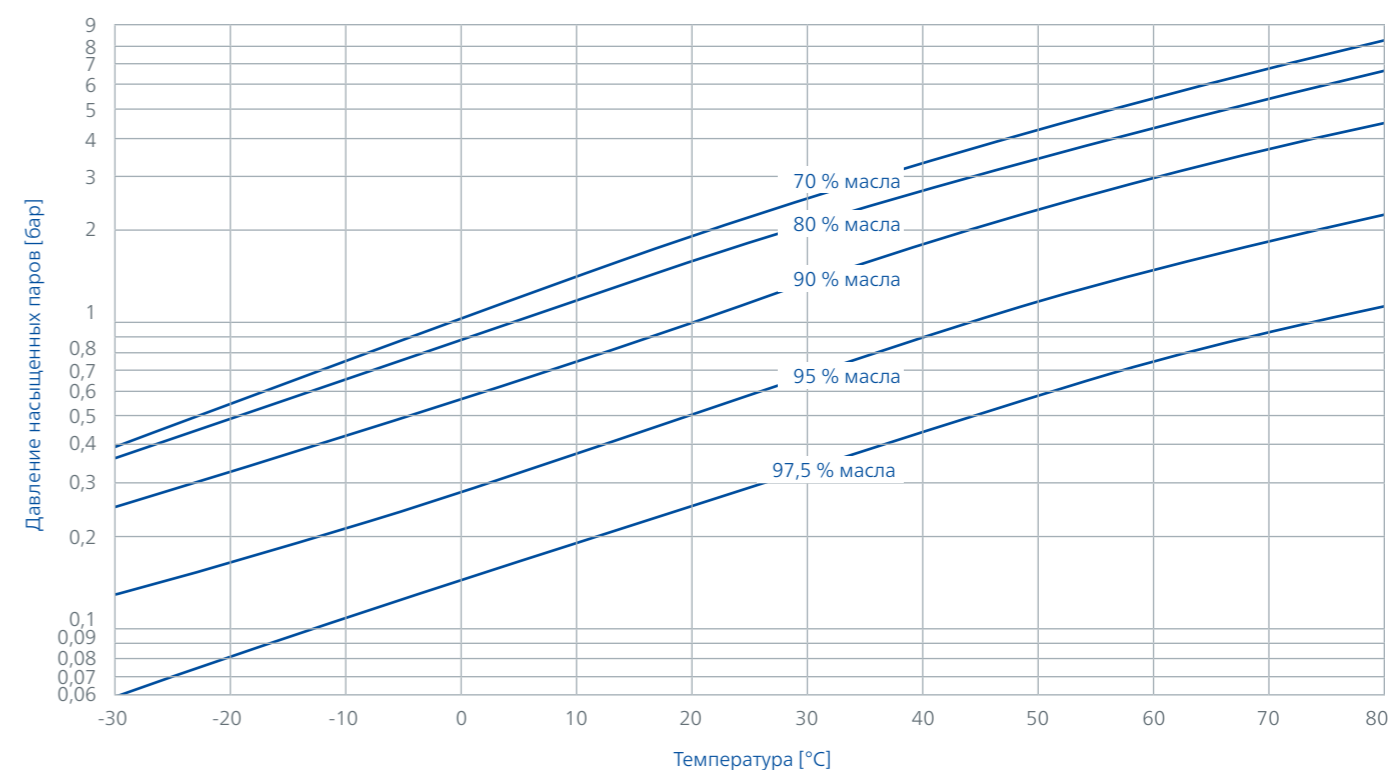
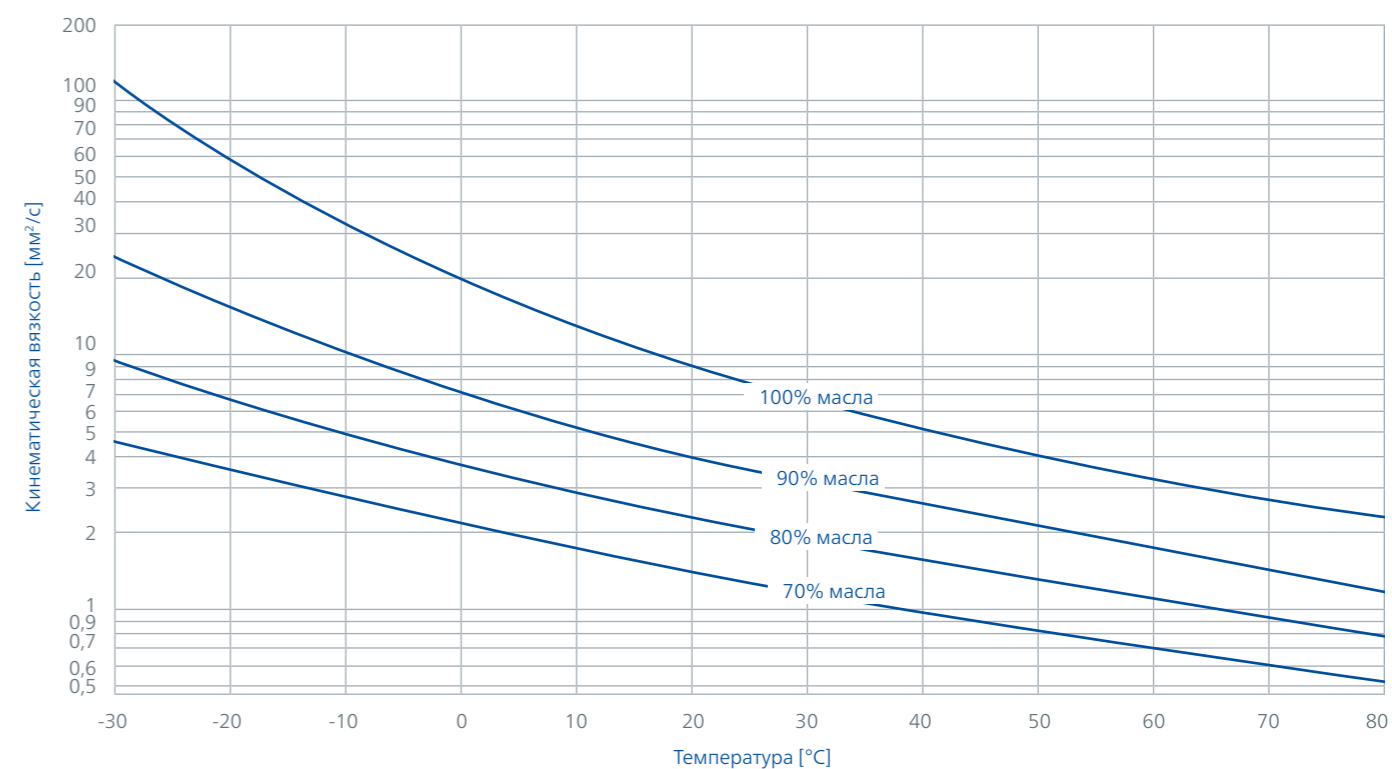
Отборные базовые масла высокой степени очистки, содержащие комплекс специальных противоизносных присадок. Масла серии RENISO WF в классах вязкости ISO VG 5-15 применяются для смазки небольших герметичных компрессоров, использующих в качестве хладагента изобутан (R600a). Диаграммы для RENISO WF 5 A с изобутаном (R600a) приведены на стр. 17. Применением низковязких масел серии RENISO WF в современных компрессорах можно достичь значительного улучшения энергоэффективности.



Фото: GEA Refrigeration Germany

Холодильные масла для применения с изобутаном (R600a): RENISO WF на минеральной основе

Пример: Кинематическая вязкость и давление насыщенных паров смеси RENISO WF 5 A – R600a



*В процентах указано содержание масла в смеси

Синтетические холодильные масла

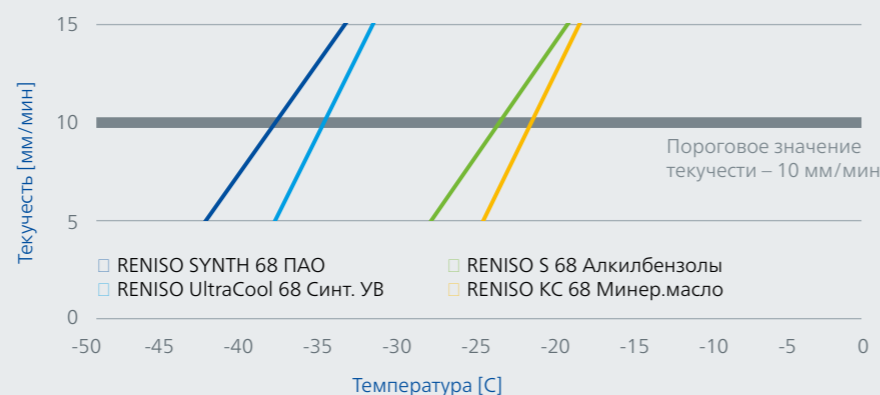


Photos: GEA Bock



Определение текучести холодильных масел, работающих с NH₃; тест в U-образной трубке (DIN 51568) – без хладагента (низкотемпературная текучесть)

значительно лучше низкотемпературная текучесть, чем у минеральных масел и алкилбензолов предпочтительно использовать при низких температурах испарения



Алкилбензолы (АВ)

Серия RENISO S/ SP

Высокоустойчивые к химическим и температурным воздействиям алкилбензолы, прошедшие специальную обработку, улучшающую низкотемпературные свойства, а также стабильность данных масел. Масла данной группы обладают прекрасной растворяющей способностью по отношению к присадкам. Также они хорошо растворяются в хладагентах класса HCFC даже при низких температурах, и поэтому рекомендуются для R22 и смесей на его основе.

Масла RENISO SP не подходят для аммиачных холодильных установок. Масла RENISO S, не содержащие противоизносных присадок, рекомендуются для хладагентов на основе аммиака, а также хладагентов класса HCFC (например, R22).

Полиальфаолефины (ПАО)



RENISO SYNTH 68

В основу масел данной группы входят термоустойчивые полиальфаолефины (ПАО) с превосходными показателями текучести при низких температурах. Синтетический смазочный материал для аммиачных холодильных установок с высокопроизводительными компрессорами и низкими температурами испарения. Также может применяться в пластинчатых испарителях при низких температурах испарения и в трубках с маленьким поперечным сечением. RENISO SYNTH 68 может использоваться в качестве холодильного масла для установок, работающих с R723 (диметилэфир-аммиачные смеси) и углекислым газом (не смешивается с CO₂). Благодаря своим вязкостно-температурным свойствам и низкой растворимостью, RENISO SYNTH 68 прекрасно подходит для применения с углеводородными хладагентами (пропан (R290), пропилен (R1270)).

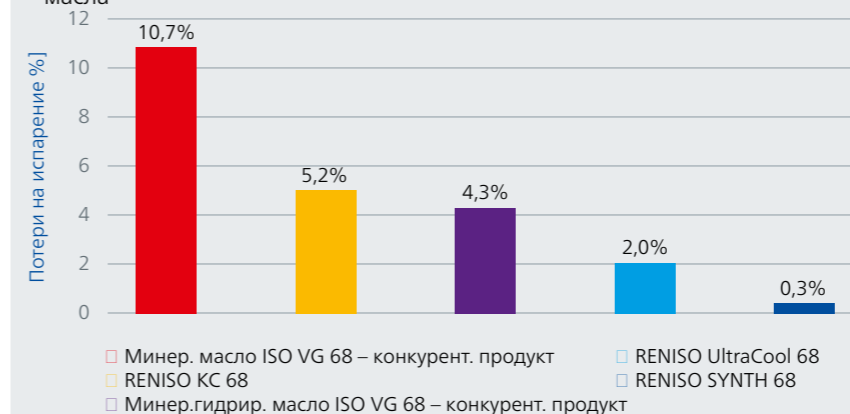
RENISO UltraCool 68

Масло RENISO UltraCool 68 предназначено специально для аммиачных холодильных систем, температуры испарения в которых достигают -45 °C и ниже. Высокая термическая стабильность RENISO UltraCool 68 позволяет избежать образования шлама и лаковых отложений в компрессоре, благодаря чему возможно значительно сократить затраты на техобслуживание холодильной установки (замена фильтров, инспекционные работы и т.п.). RENISO UltraCool 68 характеризуется исключительно низкой испаряемостью, особенно в сравнении с нефтяными и гидрогенизированными минеральными маслами. На практике это отражается в сокращении уноса масла и, как следствие, сокращении объемов масла на доливку, что также является важным аспектом с точки зрения экономии. RENISO UltraCool 68 сочетает в себе прекрасные низко- и высокотемпературные свойства синтетических углеводородов с хорошей совместимостью с эластомерами (совместим с CR-уплотнениями), свойственной минеральным маслам.

Потери на испарение холодильных масел, работающих с NH₃, по ASTM D972: 150C / 22 ч / скорость потока воздуха 2 л/мин

RENISO UltraCool 68 & RENISO SYNTH 68

значительно меньшая испаряемость в сравнении с минеральными и гидрогенизированными маслами – меньшие потери/меньший расход масла



Photos: Bitzer

Полиэфиры (ПОЕ)



Серия RENISO TRITON SE/SEZ

Синтетические холодильные масла на основе термически и химически высокоустойчивых сложных эфиров высокомолекулярных спиртов – специальные моно- и/или дипентаэритритэфир.

Благодаря хорошей смешиваемости идеально подходят для использования с хладагентами, не содержащими хлора, классов HFCs/FCs (R134a, R404A, R407C и т.д.). Масла данной серии прошли всестороннее тестирование на совместимость с хладагентами на основе фреонов (R422A/D, R417A), служащих заменой R22. Также масла RENISO TRITON SE/SEZ совместимы с частично-фторированными производными пропана и бутана (R245fa, R236fa, R227ea), применяемыми в тепловых насосах и экспандерах (систем рекуперации тепла).

Масла RENISO TRITON SE/SEZ могут успешно работать с хладагентами с низким показателем GWP семейства HFO (Hydrogenated Fluorinated Olefins – гидрогенизированные фторированные олефины). Всесторонние лабораторные исследования, а также практические испытания, уже проведены для фреонов R1234yf и R1234ze, и для ряда смесей HFO/HFC.

FUCHS принимает участие во многих новых проектах, связанных с HFO- и HFO/HFC-хладагентами, и будет постоянно разрабатывать и увеличивать свою линейку смазочных материалов в этой области.

RENISO TRITON SE/SEZ применяются в холодильных системах, работающих на углеводородных хладагентах, таких как пропан (R290) и пропилен (R1270). Масла данной группы имеют высокий индекс вязкости, благодаря чему обладают прекрасной текучестью при низких температурах и способны образовывать прочную смазывающую пленку при высоких температурах в среде углеводородов.

Все продукты серии RENISO TRITON SE/SEZ обладают прекрасной стабильностью и экстраординарной смазывающей способностью.

Полиэфирные масла склонны к абсорбированию влаги. Стоит отметить, что в условиях повышенных нагрузок и избыточного содержания воды могут протекать реакции гидролитического разложения. Поэтому необходимо убедиться, что эти масла не имеют контакта с водой во время транспортировки, хранения и применения.

Все масла RENISO TRITON SE/SEZ проходят специальную операцию осушки и упаковки в герметичную тару в атмосфере азота.

Synthetic refrigeration oils

Полиалкиленгликоли (PAG)

RENISO PG 68, RENISO GL 68

Смешиваемые с аммиаком синтетические масла на основе полиалкиленгликолей (ПАГ), содержащие комплекс препятствующих старению присадок. Специально подобранные синтетические компоненты, обладают превосходными вязкостно-температурными характеристиками и хорошей термостойкостью. RENISO PG 68 и GL 68 были разработаны специально для современных аммиачных установок, работающих по принципу прямого испарения.

Избыточное содержание воды в аммиачных системах может вызывать химические реакции между ПАГ-маслами и некоторыми сплавами алюминия. Поэтому исключительно важно, чтобы эти масла использовались только в осушенном виде. Также следует избегать любого смешивания с минеральными маслами. На рынке присутствуют осушающие фильтры пригодные для удаления влаги из масла.

RENISO PG 68 и GL 68 могут использоваться с углеводородными хладагентами. Они обладают крайне низкой растворимостью в углеводородах, что гарантирует наличие эффективной смазочной пленки даже под действием высоких нагрузок. RENISO PG 68 и GL 68 образуют отдельную жидкую фазу в контакте с жидкими углеводородами (фазовое разделение / граница смешиваемости).

RENISO PAG 46 и PAG 100

Представляют специальные полиалкиленгликолевые (ПАГ) масла для работы в автомобильных системах кондиционирования воздуха, использующих хладагент R134a. Также могут применяться в аммиачных системах сухого расширения (DX) (масла, смешиваемые с аммиаком).

RENISO PAG 46 и PAG 100 могут использоваться для надежного смазывания систем, работающих с углеводородными хладагентами (например, пропан, пропилен).



Масла для работы с CO₂



Серия RENISO C

Масла серии RENISO C изготовлены на основе специально подобранных, термостабильных полиэфирных базовых масел, обладающих превосходной смешиваемостью с CO₂, что обеспечивает безопасную циркуляцию масла и надлежащую теплопередачу в холодильном цикле.

Серия RENISO C содержит в составе специальную композицию присадок, защищающую компрессоры, работающие под высоким давлением в среде CO₂, от износа (см. следующую страницу).

Масла серии RENISO C могут использоваться как для субкритических (например, низкотемпературные каскадные холодильные установки), так и для сверхкритических систем охлаждения (например, в системах кондиционирования автобусов и систем умеренного охлаждения в супермаркетах). Продукты RENISO C успешно используются уже более 15 лет в холодильных системах с CO₂ и одобрены лидирующими производителями холодильной техники.

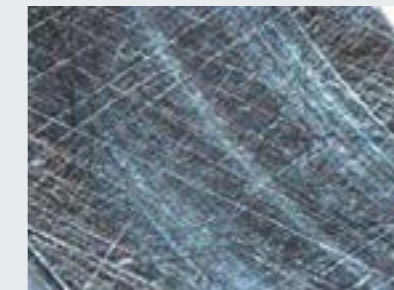
Тест на испытательном стенде FUCHS, моделирующем работу аксиального роликового подшипника



Условия испытания:
+140 °C / 50 бар CO₂ / 8 кН / 800 мин-1
Сравнивают износ поверхности ролика и сепаратора подшипника после 20 ч

(Фотографии сверху)

Масло POE ISO VG 170 без присадок – наблюдается питтинг, износ.



(Фотографии снизу)

RENISO C 170 E, POE ISO VG 170, с противоизносными присадками – износ отсутствует.

RENISO ACC 68

Масло RENISO ACC 68 было специально разработано для сверхкритических холодильных систем, работающих на CO₂, как например, системы кондиционирования воздуха и тепловые насосы. RENISO ACC 68 производится на базе термически стабильных синтетических полиалкиленгликолей. Высокоэффективный пакет присадок обеспечивает надежную защиту от износа даже в экстремальных рабочих условиях (высокие температуры, перепад давлений).

RENISO ACC 46 и ACC HV – для автомобильных систем кондиционирования

Масла RENISO ACC 46 и ACC HV (ISO VG 68) были разработаны после многих лет совместных исследований с лидирующими производителями компрессорного оборудования и производителями компонентов для автомобильных систем кондиционирования, работающих на CO₂. RENISO ACC 46 и ACC HV производятся на основе полиалкиленгликолей с замещенными концевыми гидрок-сильными группами и эффективного пакета присадок, повышающего защиту от износа и химико-термическую стабильность.

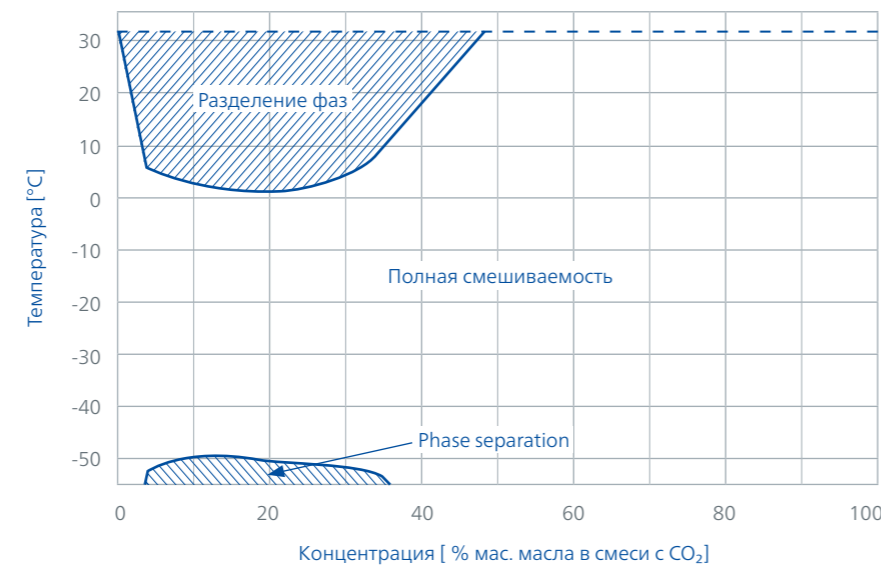
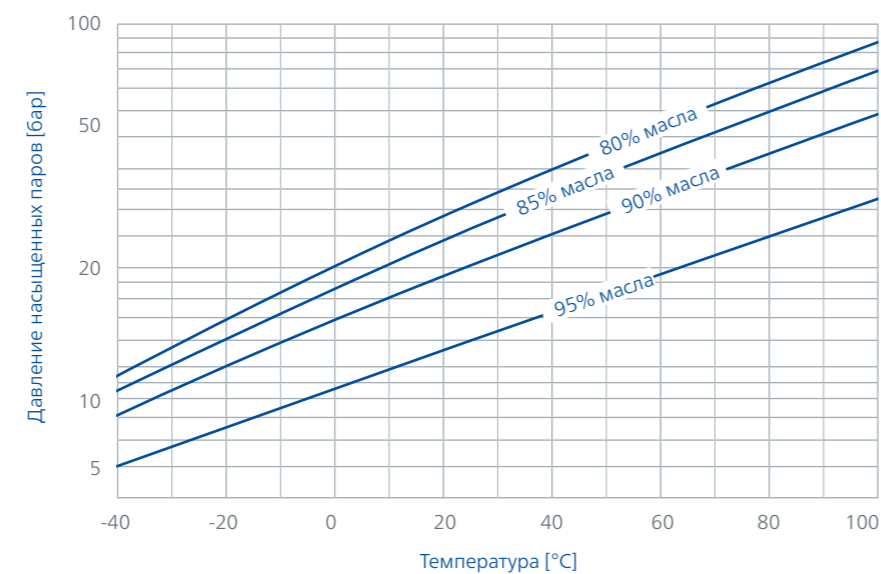
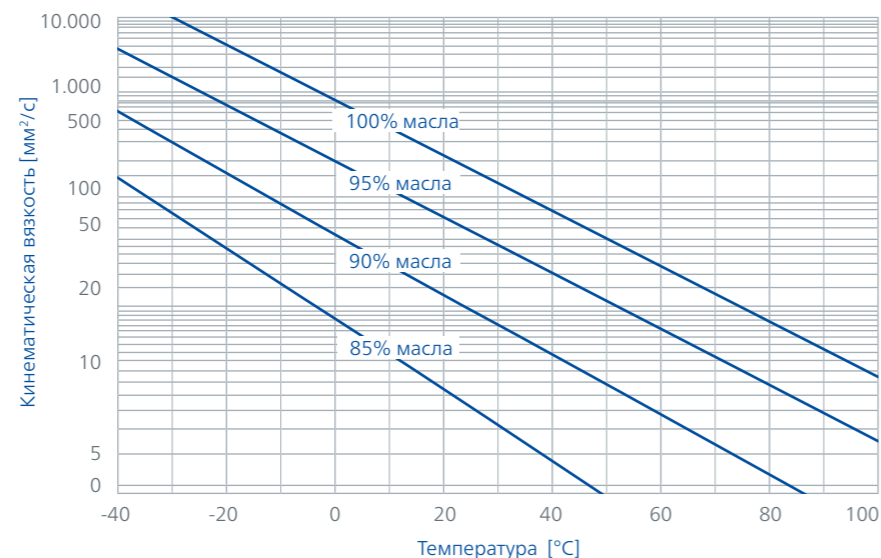
Масла RENISO ACC 46 и ACC HV полностью соответствуют самым жестким требованиям к холодильным маслам, используемым в автомобильных системах кондиционирования, работающих на CO₂.

Синтетические холодильные масла

Холодильные масла для применения с CO₂:

Холодильные масла для применения с CO₂ (R744): RENISO C на POE

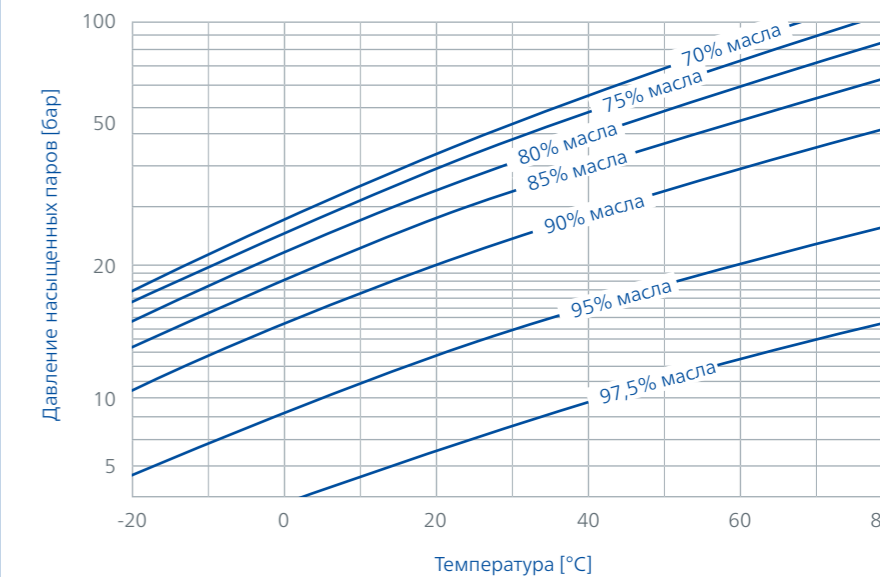
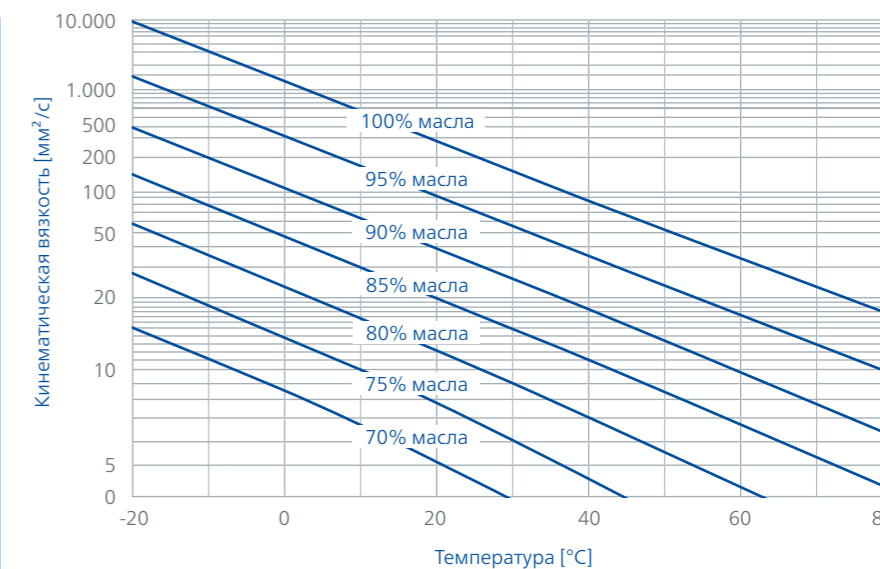
Пример:
Кинематическая вязкость и давление насыщенных паров смеси RENISO C 55 E – CO₂



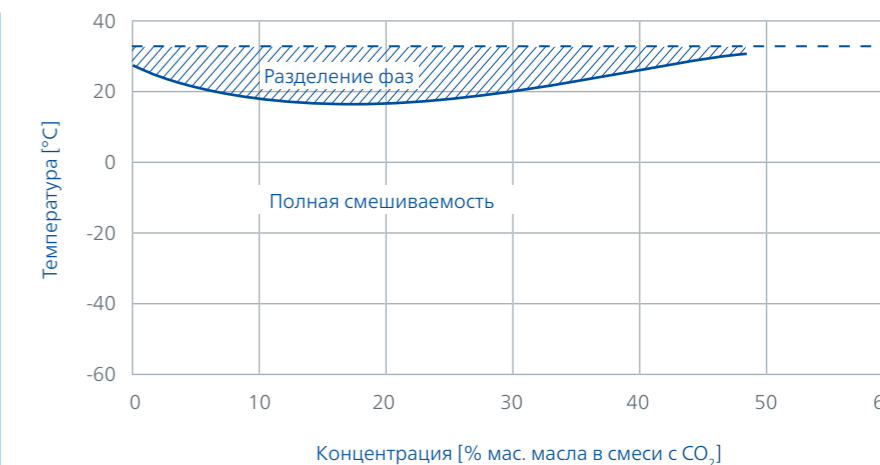
Пример:
Диаграмма смешиваемости RENISO C 55 E – CO₂

Холодильные масла для применения с CO₂ (R744): RENISO C на POE

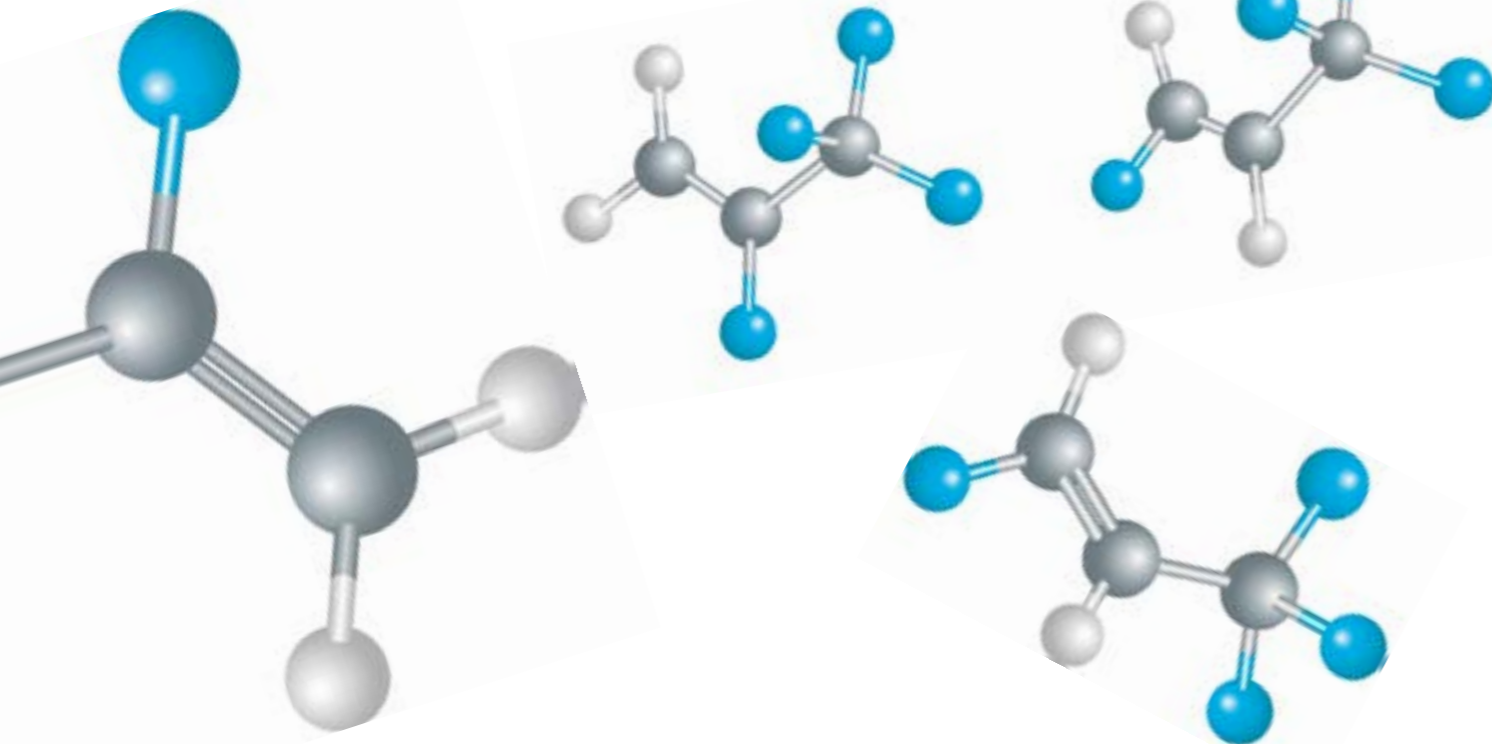
Пример:
Кинематическая вязкость и давление насыщенных паров смеси RENISO C 85 E – CO₂



Пример:
Диаграмма смешиваемости RENISO C 85 E – CO₂



Синтетические холодильные масла



Смазочные материалы для HFO-хладагентов



RENISO TRITON SE/SEZ

Использование экологически малоопасных хладагентов, например хладагентов, оказывающих незначительное влияние на глобальное потепление, так называемые хладагенты с низким GWP (GWP – Global Warming Potential – потенциал глобального потепления), становится все более важным. В тоже время постановление ЕС № 517/2014 создает законодательную основу для сокращения влияния HFC-фреонов на глобальный парниковый эффект.

Для соответствия требованиям по выбросам в окружающую среду в ближайшие годы (постепенное сокращение выбросов от HFC-хладагентов до 21% к 2030 году) применение хладагентов с высоким значением GWP будет становиться все более затруднительным. Помимо натуральных хладагентов, как углекислый газ, аммиак и углеводороды, доля использования частично фторированных олефинов – HFO-хладагентов будет увеличиваться.

Хладагент R1234yf (GWP = 4) в настоящее время уже используется в системах кондиционирования новых автомобилей, успешно заменяя своего предшественника – R134a (GWP = 1300). Однако R1234yf можно назвать как минимум спорным продуктом в виду его огнеопасности (класс A2L).

R1234ze (GWP = 6) имеет такой же химический состав, но другую молекулярную структуру, и обладает необходимыми термодинамическими свойствами, позволяющими использовать его в качестве фреона. Тем не менее, объемная холодопроизводительность R1234yf на 25% ниже, чем у R134a.

Кроме того, используются смеси чистых веществ HFO- и HFC-хладагентов, например R1234yf/ R1234ze, которые обладают необходимой охлаждающей способностью и значительно меньшей горючестью. Первоначальный многообещающий опыт применения новых HFO-хладагентов и смесей HFO/HFC уже существует. В качестве холодильных масел для этих фреонов новейшие полиалкиленгликолевые продукты (RENISO PAG 1234), предназначенные для автомобильных систем кондиционирования, и полиэфирные масла RENISO TRITON SE/SEZ для стационарных систем доказали свою надежность.

Без сомнения, однако, остается тот факт, что постепенное увеличение практического опыта будет иметь решающее значение для оценки нового класса хладагентов в ближайшем будущем. FUCHS участвует в многочисленных проектах и практических испытаниях с HFO-хладагентами и, таким образом зарекомендовал себя в качестве надежного партнера для холодильных систем с низким GWP.



Новый регламент в отношении фторсодержащих газов ставит непростые экологические задачи для Европейской холодильной отрасли. Чистые HFO-хладагенты и их смеси с HFC, наряду с натуральными хладагентами, будут играть важную роль в виду низких значений GWP. Смеси HFO/HFC, которые уже сейчас доступны на рынке (некоторые из них – только в лабораторных образцах) включают большое количество сред. Далеко не все из этих газов классифицированы по ASHRAE. Новые смеси отличаются не только по уровню своей экологической безопасности (показатели GWP), но и горючестью. Для FUCHS, как для инноватора разработок в области холодильных масел, поставлено много задач, которые необходимо решить. Оценка смешиваемости, испытания на стабильность и растворимость, измерения вязкости наших холодильных масел RENISO в комбинации

с новыми HFO/HFC-хладагентами – это то, на чем сейчас сосредоточен R&D-департамент FUCHS. Результаты расширенных исследований уже доступны, а новые данные постоянно накапливаются. Для примера на стр. 26/27 можно найти информацию по растворимости и изменению вязкости смесей RENISO TRITON SE 170 с R1234yf и R1234ze.

По запросу клиентов опытные инженеры FUCHS могут предоставить дополнительную информацию по решениям для HFO и HFO/HFC- хладагентов.

В таблице ниже представлены HFO/HFC- хладагенты, которые должны заменить чистые HFC-фреоны: R134a, R404A, R507, R407C и R410A. Для лучшей наглядности и из-за большого числа опубликованных смесей хладагентов, здесь приведена только выдержка из всего ассортимента продуктов.

HFO и смеси HFO/HFC

Используемый в настоящее время хладагент	GWP	Альтернативы			
		Классификация ASHRAE	Описание производителя	Производитель	Состав (в смеси)
R134a	1430	R1234yf* R1234ze* R513A R450A –	various various Opteon® XP10 Solstice N-13 ARM-42 AC5X	DuPont Honeywell Arkema Mexichem	– – R1234yf/134a R1234ze/134a R1234yf/152a/134a R32/1234ze/134a
R404A/R507	3922/3985	R449A R448A –	Opteon® XP40 Solstice N-40 ARM-32b LTR4X	DuPont Honeywell Arkema Mexichem	R32/125/1234yf/134a R32/125/1234yf/1234ze/134a не опубликован R32/125/1234ze/134a
R407C	1774	– – –	DR-91 Solstice N-20 ARM-32c	DuPont Honeywell Arkema	не опубликован R32/125/1234yf/1234ze/134a не опубликован
R410A	2088	R32* R454B* R447A* – –	various Opteon® XP41 Solstice L-41 ARM-71a* HPR1D*	DuPont Honeywell Arkema Mexichem	– R32/1234yf R32/125/1234ze не опубликован R32/1234ze/CO ₂

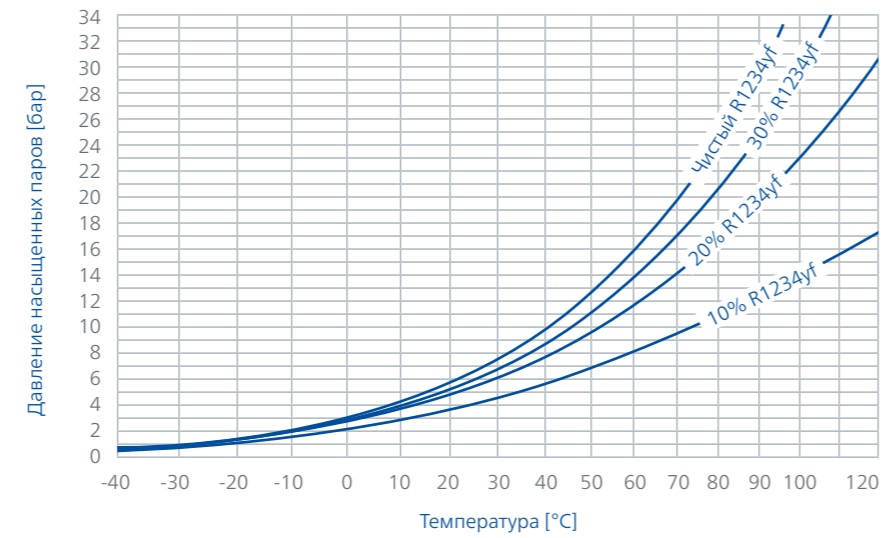
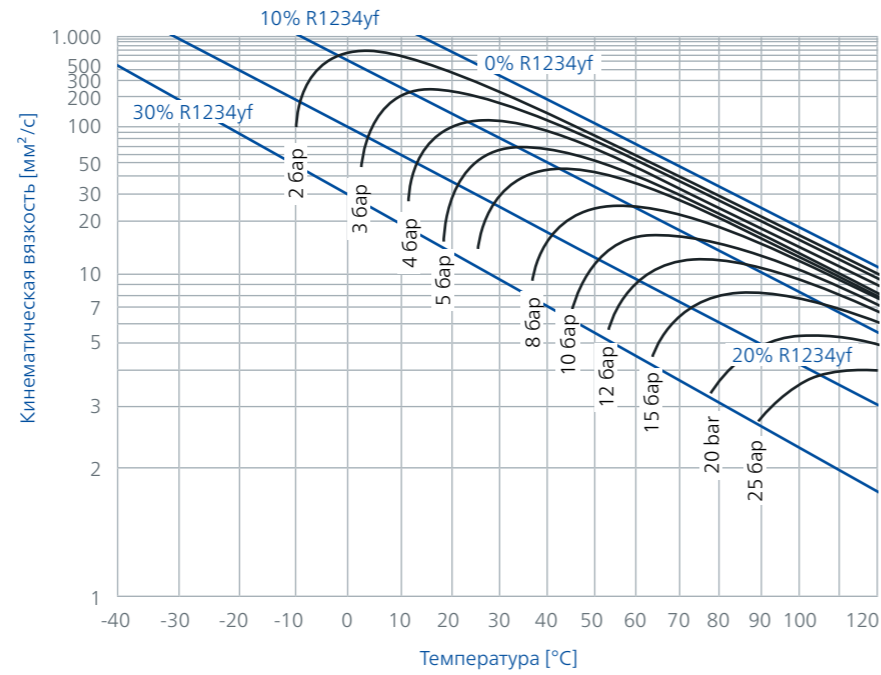
Примечание: в таблице приведены только не огнеопасные альтернативы для R404A/R507 и R407C. Однако горючие альтернативы также существуют

Синтетические холодильные масла

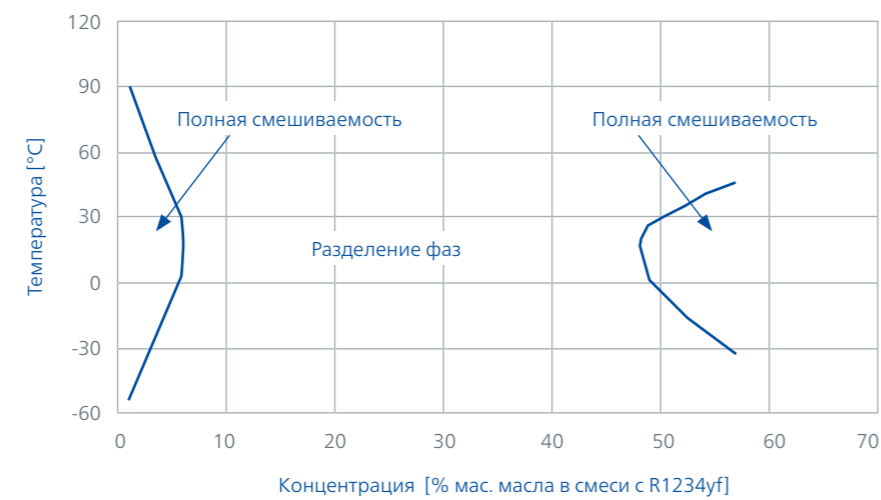
Холодильные масла для применения с HFO:

Холодильные масла для применения с HFO: **RENISO TRITON SE 170 на POE**

Пример:
Кинематическая вязкость и давление насыщенных паров смеси RENISO TRITON SE 170 – R1234yf

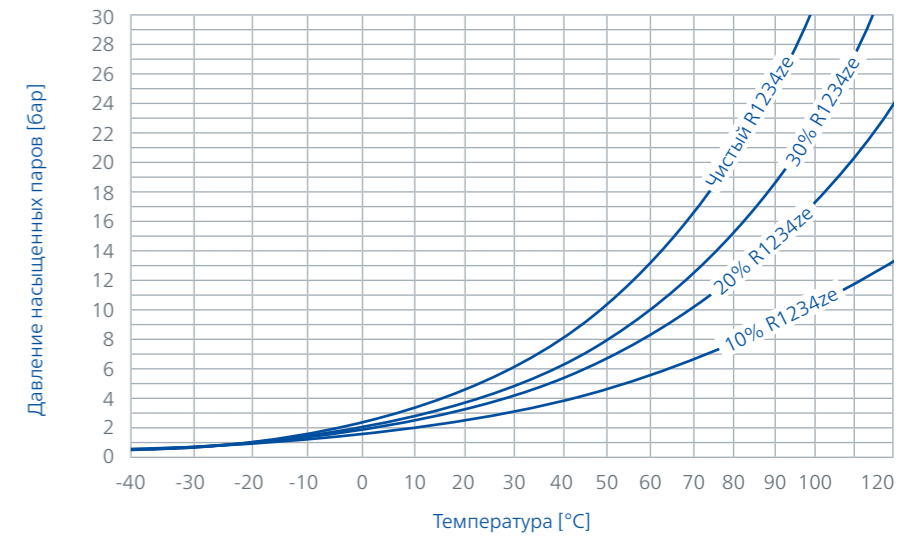
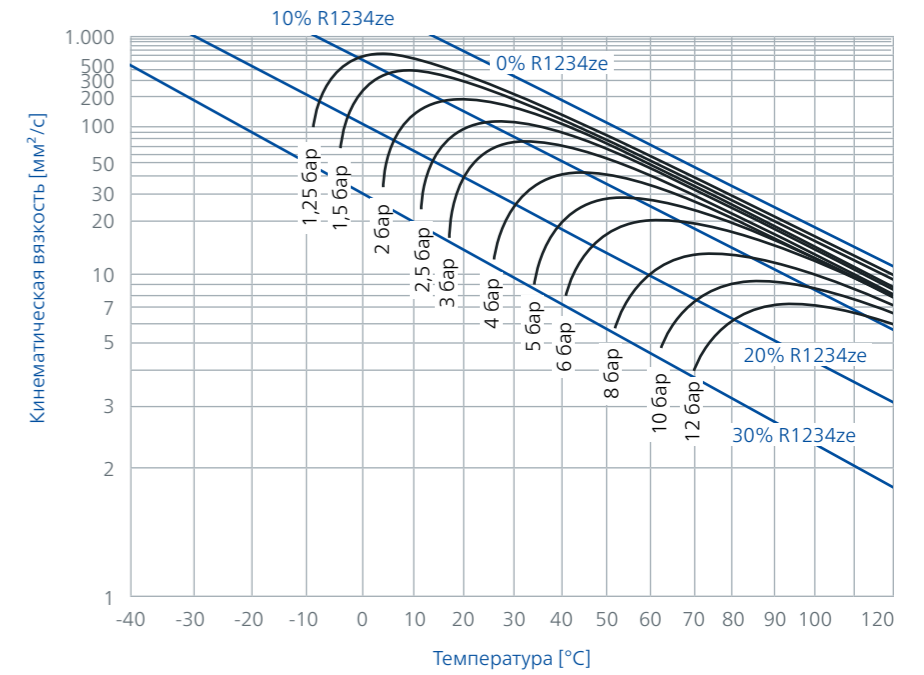


Пример:
Диаграмма смешиваемости RENISO TRITON SE 170 – R1234yf

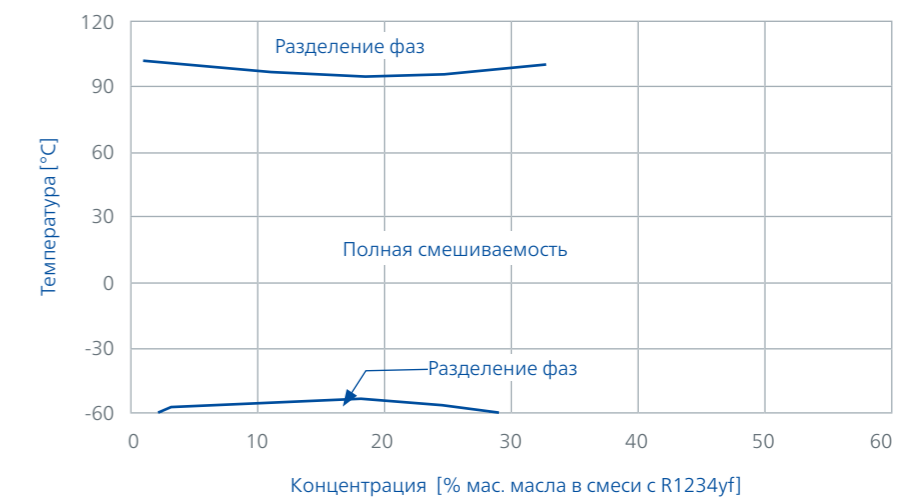


Холодильные масла для применения с HFO: **RENISO TRITON SE 170 на POE**

Пример:
Кинематическая вязкость и давление насыщенных паров смеси RENISO TRITON SE 170 – R1234ze



Пример:
Диаграмма смешиваемости RENISO TRITON SE 170 – R1234ze



Синтетические холодильные масла



Смазочные материалы для HFO-хладагентов



RENISO PAG 1234 для R1234yf

Замена хладагента R134a на R1234yf в автомобильных системах кондиционирования бросает вызов холодильным маслам, используемым в компрессорах этих систем. Масло RENISO PAG 1234 на основе полиалкиленгликолей с замещенными концевыми гидроксильными группами (ПАГ) характеризуется хорошей смешиваемостью с R1234yf. Благодаря новейшему пакету присадок RENISO PAG 1234 обеспечивает надежное смазывание компрессора и защиту его деталей от износа. Высокая термостойкость RENISO PAG 1234 в смеси с R1234yf гарантирует долгую стабильную работу систем конди-

ционирования. Кроме того, RENISO PAG 1234 без каких-либо ограничений может использоваться в системах с R134a.

В виду своей высокой полярности масла на основе ПАГ быстро абсорбируют воду, что означает необходимость принятия соответствующих мер при обращении с данными продуктами. Все масла RENISO PAG проходят специальную операцию осушки и упаковки в герметичную тару в атмосфере азота.





Тест в стеклянной герметичной трубке

Предельные значения физико-химических свойств работавших холодильных масел устанавливает DIN 51503-2 (2015)

- * предельные значения по кинематической вязкости должны основываться на требованиях спецификации производителя.
- ** допускается большее увеличение вязкости от значения для свежего масла в случае использования смазочных материалов для работы с аммиаком.

При превышении предельных значений физико-химических свойств масла следует обратиться за консультацией к производителям смазочного материала / оборудования

- КАА – холодильные масла, не смешиваемые с аммиаком (основа: минеральные масла, алкилбензолы, полиальфаолефины)
- КАВ – холодильные масла, смешиваемые с аммиаком (основа: полиакриленгликоли)
- КВ – холодильные масла, работающие с CO₂ (смешиваемые с CO₂; полиэфир, полигликоли; не смешиваемые с CO₂; полиальфаолефины)
- КС – холодильные масла для хладагентов класса HCFC (основа: минеральные масла, алкилбензолы, полиэфир)
- КД – холодильные масла для хладагентов класса HFC/FC (основа: полиэфир, полиакриленгликоли)
- КЕ – холодильные масла для углеводородных хладагентов (основа: минеральные масла, алкилбензолы, полиальфаолефины, полиакриленгликоли, полиэфир).

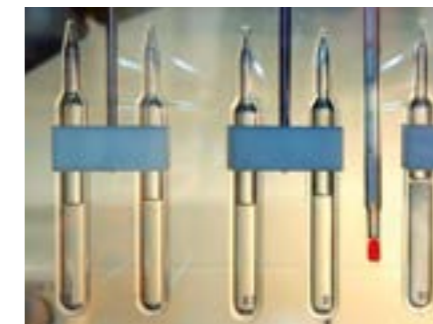
Содержание воды определяется по методу Карла Фишера

DIN 51777-1 (прямой метод) – для холодильных масел без присадок;
DIN 51777-2 (обратный метод) – для холодильных масел с присадками и без присадок.

Сервисная программа FUCHS



Автоклавы высокого давления



Смешиваемость с хладагентами



Испытательный компрессорный стенд

Лабораторная система анализа (LAS) для холодильных масел

Уделяя особое внимание специфическим требованиям к хладагентам, FUCHS предлагает сервис, предназначенный для текущего контроля состояния применяемого масла. Это обслуживание помогает гарантировать надежную работу холодильных установок.

Комплект для лабораторной системы анализа содержит все необходимое для проведения 10 видов анализа в лаборатории LAS. В частности, определение вязкости, содержания воды, концентрации элементов износа, содержания присадок и числа нейтрализации (общее щелочное число для аммиачных систем).

LAS позволяет снизить затраты на обслуживание и своевременно предупредить аварийную ситуацию.

Предельные значения для работавших масел RENISO

Продукт	Группа	Отклонение кинематической вязкости при 40 C, мм ² /с*	Максимальное содержание воды, мгH ₂ O/кг масла	Число нейтрализации, мгKOH/г масла
		DIN EN ISO 3104	DIN 51777-1 DIN51777-2	DIN 51558-1
RENISO K Минеральное масло	КАА КС КЕ	** ± 15 % от значения для свежего масла ± 15 % от значения для свежего масла	100 60 80	– 0,07 0,1
RENISO SYNTH Полиальфаолефины (ПАО)	КАА КВ КЕ	** ± 15 % от значения для свежего масла ± 15 % от значения для свежего масла	100 80 80	– 0,1 0,1
RENISO S/SP Алкилбензолы (АБ)	КАА КС КЕ	** ± 15 % от значения для свежего масла ± 15 % от значения для свежего масла	100 60 80	– 0,07 0,1
RENISO PAG/ACC RENISO PG/GL Полиакриленгликоли (ПАГ)	КАВ КВ КД КЕ	** ± 15 % от значения для свежего масла ± 15 % от значения для свежего масла ± 15 % от значения для свежего масла	500 800 800 800	– 0,2 0,2 0,2
RENISO TRITON SE/SEZ RENISO C Полиэфир (ПЭ)	КВ КС КД КЕ	± 15 % от значения для свежего масла ± 15 % от значения для свежего масла ± 15% of fresh oil value ± 15% of fresh oil value	150 150 200 200	0,2 0,1 0,2 0,2

Сервисная программа FUCHS



Логистические решения для холодильных масел

Холодильные масла RENISO поставляются в ультра-осушенном виде. Полиалкиленгликоли и эфирные смазочные материалы являются гигроскопичными веществами. Благодаря своей полярной молекулярной структуре они обладают свойством поглощать больше влаги, чем масла на основе углеводородов (минеральные масла, алкилбензолы, полиальфаолефины).

Серия холодильных масел RENISO может поставляться в различной упаковке: от профессиональных литровых банок, до контейнеров объемом 1 м³ и даже специальных цистерн. Все контейнеры проверяются на газонепроницаемость, что обеспечивает изоляцию от поступления влаги.

Перед отправкой в IBC-контейнерах и танкерах создается избыточное давление осушенным азотом для предотвращения попадания влаги в масло. Усовершенствованный способ заполнения и опорожнения контейнеров гарантирует, что продукция поставляется практически в абсолютно сухом виде. Если необходимо, это может быть подтверждено документом, содержащим основные данные о продукте (объем, содержание воды, давление азота в контейнере). Мы будем рады предоставить вам дополнительную информацию о нашей системе материально-технического обеспечения вместе с образцами технической документации.

Высокотехнологичные смазочные материалы FUCHS

Использование современных холодильных масел должно непременно сопровождаться персональными консультациями с квалифицированными специалистами. Консультации также должны предшествовать любому изменению рабочих параметров для того, чтобы обеспечить оптимальный выбор смазочного материала. Наши опытные инженеры могут не только дать совет, но и помочь в решении ваших проблем.

A broad overview over the field of refrigeration oils – including a lot of application engineering data and diagrams for numerous oil-refrigerant-mixtures.

Available only in German from VDE Verlag: ISBN 978-3-8007-3271-5



Основные преимущества холодильных масел RENISO

- Высочайшие стандарты качества
- Для производства масел серии RENISO используется только самое высококачественное сырье. Разработка, производство и фасовка происходит под жесточайшим контролем и регламентируется стандартами качества.
- Совместная работа над продукцией
- Довольно часто наши заказчики нуждаются в нестандартных решениях. В этих случаях мы разрабатываем оптимальные варианты.
- Индивидуальный подход к решению проблем
- Масла серии RENISO – это решения, разрабатываемые на основе нашего многолетнего опыта. Такой подход не только упрощает работу предприятия заказчика, но и обеспечивает значительную экономию средств.
- Индивидуальные консультации – свяжитесь с нами!
- Наш инженер по применению смазочных материалов предоставит вам исчерпывающую информацию о продукции и услугах компании FUCHS, которые могут быть вам полезны.

Холодильные масла – наш многолетний опыт:

- Собственный научно-исследовательский (R&D) центр холодильных масел
- Испытательные стенды
- Компрессорные стенды
- Стенды с отдельными компонентами холодильных систем
- Лаборатории:
 - Автоклавы высокого давления
 - Низкотемпературные бани
 - Стенды для испытания на стабильность (автоклавы, герметичные стеклянные трубки)
 - Оборудование для определения границ смешиваемости и точки флоккуляции
 - Используются все промышленно применяемые в настоящее время HFO/HFC- и натуральные хладагенты
- Логистика/ Производство:
 - Применение оборудования из нержавеющей стали и среды инертного газа в ходе производства и фасовки
 - Специальные контейнеры
- Сервис:
 - Контроль состояния отработанных масел и оценка результатов
 - Консультации технических специалистов компании



RENISO Обзор продуктов

Продукт	Описание	Плотность при 15°C, кг/м ³	Температура вспышки, °C	Кинематическая вязкость при 40°C, мм ² /с	Кинематическая вязкость при 100°C, мм ² /с	ИВ (индекс вязкости)	Температура застывания, °C	Область применения
Серия RENISO WF – холодильные масла на минеральной основе								
RENISO WF 5 A	Холодильные масла для работы с изобутаном (R600a). Высокоочищенные масла, обладающие низкой температурой флуксуляции в смеси с R600a, содержат присадки, предотвращающие износ и старение. DIN 51503 – KC, KE	827	134	5.0	1.7	95	-45	Герметичные холодильные компрессоры, работающие с изобутаном (R600a). Благодаря специальным присадкам холодильные масла RENISO WF обеспечивают формирование пленки защищающей от износа в широком диапазоне рабочих температур. Масла RENISO WF полностью смешиваются с R600a и другими углеводородными хладагентами, например, R290
RENISO WF 7 A		832	158	7.2	2.2	97	-42	
RENISO WF 10 A		835	172	9.6	2.6	97	-42	
RENISO WF 15 A		883	164	15	3.1	9	-51	
Серия RENISO K – холодильные масла на минеральной основе								
RENISO KM 32	Высокоочищенные нефтяные минеральные масла, обладающие высокой стойкостью к старению, отличными низкотемпературными свойствами и хорошей совместимостью со следующими хладагентами: аммиак (NH ₃), HCFC (R22), углеводороды (пропан (R290), пропилен (R1270)). DIN 51503 – KAA, KC, KE	881	202	32	4.9	63	-45	Для любых систем, работающих с HCFC или аммиаком (NH ₃). RENISO KES 100 подходит для эксплуатации в системах с высокими температурами испарения и конденсации (автомобильные системы кондиционирования, тепловые насосы – особенно для турбокомпрессоров).
RENISO KS 46		894	204	46	5.8	47	-42	
RENISO KC 68		894	223	68	7.4	58	-39	
RENISO KES 100		912	218	100	8.4	20	-33	
Серия RENISO S/SP – полностью синтетические холодильные масла на основе алкилбензолов								
RENISO SP 32	Полностью синтетические холодильные масла на основе термически и химически стабильных алкилбензолов. Прекрасная смешиваемость и стабильность с хладагентами класса HCFC (R22). Недопустимо использовать RENISO SP 32, 46, 100 и 220, содержащие высокоэффективные противозносные присадки*, в аммиачных системах. DIN 51503 – KC, KE	881	172	32	4.6	31	-39	Рекомендованы для применения в системах, работающих с HCFC, как R22. Подходят для систем с очень низкими температурами испарения (до -80 °C). Масла RENISO SP рекомендуются к применению со смеси хладагентов (R402A/B, R401A/B и т.д.). Благодаря превосходной стабильности, могут применяться в компрессорах холодильного оборудования, работающих в тяжелых условиях. RENISO SP 220 разработано специально для винтовых компрессоров.
RENISO SP 46		875	199	46	5.6	26	-42	
RENISO SP 100		871	190	100	7.9	11	-24	
RENISO SP 220		872	192	220	13.2	13	-27	
RENISO S 3246	RENISO S 3246 и RENISO S 68 не содержат противозносных присадок* и могут использоваться с хладагентами HCFC, углеводородами и аммиаком (NH ₃). DIN 51503 – KAA, KC, KE	877	180	40	5.1	17	-39	
RENISO S 68		869	188	68	6.2	-30	-33	RENISO S 3246 и RENISO S 68 подходят для использования в системах с R22, углеводородными хладагентами и NH ₃

* AW = Anti-Wear additives: additives to enhance the wear protection of the refrigeration oil under mixed friction conditions.

Продукт	Описание	Плотность при 15°C, кг/м ³	Температура вспышки, °C	Кинематическая вязкость при 40°C, мм ² /с	Кинематическая вязкость при 100°C, мм ² /с	ИВ (индекс вязкости)	Температура застывания, °C	Область применения
Серия RENISO TRITON SE/SEZ – полностью синтетические холодильные масла на основе полиэфиров								
RENISO TRITON SEZ 22	Полностью синтетические холодильные масла на основе синтетических полиэфиров – предназначены для хладагентов классов FC/HFC, не разрушающих озоновый слой: R134a, R404A, R507, R410A, R407C. Также подходят для углеводородных хладагентов. По причине высокой гигроскопичности полиэфиров, контакт данных масел с воздухом должен быть минимизирован. DIN 51503 – KD, KE. Новое: RENISO TRITON SE/SEZ также подходят для использования с HFO и HFO/HFC хладагентами.	1,003	248	20	4.4	133	-57	Масла серии RENISO TRITON SE/SEZ идеально подходят для холодильных установок, использующих не содержащие хлор хладагенты (HFC/FC), например R134a. RENISO TRITON SE/SEZ рекомендуются к применению в герметичных, полугерметичных и открытых поршневых компрессорах, а также в винтовых и турбокомпрессорах (в зависимости от класса вязкости). Результаты комплексного тестирования показали совместимость масел данной серии с новыми хладагентами R422A/D и R417A, разработанными взамен R22. Имеется опыт применения в системах с HFO и HFO/HFC хладагентами.
RENISO TRITON SEZ 32		1,004	250	32	6.1	141	-57	
RENISO TRITON SE 55		1,009	286	55	8.8	137	-48	
RENISO TRITON SEZ 68		972	258	68	8.9	104	-39	
RENISO TRITON SEZ 80		992	251	80	10.6	118	-39	
RENISO TRITON SE 100		970	266	100	11.4	100	-30	
RENISO TRITON SE 170		972	260	173	17.6	111	-27	
RENISO TRITON SE 220	976	294	220	19.0	98	-27		
RENISO TRITON SEZ 320 (complex ester)	Масло RENISO TRITON SEZ 320 было разработано специально для применения с R22. DIN 51503 – KC, KD	1,016	278	310	33.0	148	-42	RENISO TRITON SEZ 320 используется в винтовых компрессорах работающих преимущественно с R22 (также совместим с HFC).
RENISO TRITON SEZ 35 SC	Специально разработано для спиральных компрессоров, работающих с HFC/FC хладагентами. DIN 51503 – KD	1,015	256	34	6.3	138	-51	RENISO TRITON SEZ 35 SC обладают специальными эксплуатационными свойствами, необходимыми для применения в спиральных компрессорах. Подходят для использования с HFC/FC- и HFO-хладагентами.
RENISO SYNTH 68 / RENISO UltraCool 68 – холодильные масла на основе полностью синтетических углеводородов (ПАО)								
RENISO SYNTH 68	Синтетическое холодильное масло на основе полиальфаолефинов (ПАО) для работы с аммиаком и углеводородными хладагентами. Также подходит для систем с CO ₂ (не смешивается). DIN 51503 – KAA, KB, KE	835	260	68	10.5	142	-57	Масло RENISO SYNTH 68 было разработано специально для смазывания аммиачных компрессоров, работающих в тяжелых условиях. Превосходная стабильность при работе с NH ₃ . Благодаря отличной текучести при низких температурах, возможно использование в оборудовании с температурами испарения ниже -50 °C. Высокая термическая стабильность. Обеспечивает прекрасное смазывание оборудования, работающего с углеводородными хладагентами (пропан R290, пропилен R1270 и т.д.) и углекислым газом (не смешивается с CO ₂)
RENISO UltraCool 68	Холодильное масло на основе синтетических углеводородов, специально разработанное для применения в системах с аммиаком (NH ₃). DIN 51503-KAA.	854	250	62	9.1	124	-48	Масло RENISO UltraCool 68 сочетает в себе такие свойства, как высокая термическая стабильность (без лакообразования и шлама), низкая испаряемость (низкий унос масла) и хорошая совместимость с эластомерами (CR, HNBR, NBR).

RENISO Overview of products

Продукт	Описание	Плотность при 15°C, кг/м ³	Температура вспышки, °C	Кинематическая вязкость при 40°C, мм ² /с	Кинематическая вязкость при 100°C, мм ² /с	ИВ (индекс вязкости)	Температура застывания, °C	Область применения
RENISO GL 68, PG 68 – полностью синтетические холодильные масла на основе полиалкиленгликолей (ПАГ) для работы с NH₃								
RENISO GL 68	Полностью синтетическое холодильное масло на основе полиалкиленгликолей (ПАГ). Граничная температура смешивания 10 % масла с 90 % NH ₃ : -22°C. Частично смешивается с NH ₃ (Linde), также может использоваться с углеводородными хладагентами. DIN 51503 – KAV, KE	1,010	270	68	10.5	140	-42	RENISO GL 68 и PG 68 – ультраосушенные синтетические холодильные масла на основе полигликолей для систем, работающих по принципу прямого расширения. Различаются смешиваемостью с NH ₃ . Подходят для винтовых и поршневых компрессоров. RENISO GL 68 и PG 68 также могут использоваться с углеводородными хладагентами.
RENISO PG 68	Полностью синтетическое холодильное масло на основе полиалкиленгликолей (ПАГ). Граничная температура смешивания 10 % масла с 90 % NH ₃ : -35°C. Частично смешивается с NH ₃ , также может использоваться с углеводородными хладагентами. DIN 51503 – KAV, KE	1,044	250	70	14.0	210	-52	Внимание: Полигликолевые масла не совместимы с минеральными маслами. Полигликоли обладают высокой гигроскопичностью, избегать малейшего загрязнения водой.
RENISO PAG – полностью синтетические холодильные масла на основе полиалкиленгликолей (ПАГ)								
RENISO PAG 46	Синтетические холодильные масла на основе полигликолей для автомобильных систем кондиционирования, работающих с R134a. Частично смешиваются с NH ₃ . Также подходят для углеводородных хладагентов. DIN 51503 – KAV, KD, KE	992	240	55	10.6	187	-45	Холодильные масла на основе полигликолей для работы с хладагентом R134a, используемым в системах кондиционирования легкового и грузового транспорта. RENISO PAG 46 и 100 могут использоваться с углеводородными хладагентами и аммиаком (NH ₃). RENISO PAG 100 разработано специально для лопастных компрессоров.
RENISO PAG 100	Синтетические холодильные масла на основе полигликолей для автомобильных систем кондиционирования, работающих с R134a. Частично смешиваются с NH ₃ . Также подходят для углеводородных хладагентов. DIN 51503 – KAV, KD, KE	996	240	120	21.0	202	-45	Холодильные масла на основе полигликолей для работы с хладагентом R134a, используемым в системах кондиционирования легкового и грузового транспорта. RENISO PAG 46 и 100 могут использоваться с углеводородными хладагентами и аммиаком (NH ₃). RENISO PAG 100 разработано специально для лопастных компрессоров.
RENISO PAG 1234 <i>НОВЫЙ ПРОДУКТ</i>	Синтетическое холодильное масло на основе полиалкиленгликолей (ПАГ) с замещенными концевыми гидроксильными группами. Разработано для применения в автомобильных системах кондиционирования с хладагентом R1234yf. Также подходит для использования с R134a. DIN 51503-KD	993	224	44	9.8	218	-45	Новое масло RENISO PAG 1234 разработано для использования в автомобильных системах кондиционирования с R1234yf. Продукт обладает хорошей совместимостью с хладагентом и высокой термической и химической стабильностью при контакте с ним. Базовое масло и присадки RENISO PAG 1234 гарантируют прекрасные смазывающие свойства и защиту от износа.

Продукт	Описание	Плотность при 15°C, кг/м ³	Температура вспышки, °C	Кинематическая вязкость при 40°C, мм ² /с	Кинематическая вязкость при 100°C, мм ² /с	ИВ (индекс вязкости)	Температура застывания, °C	Область применения
RENISO ACC – полностью синтетические холодильные масла на основе полиалкиленгликолей (ПАГ) для работы с CO₂								
RENISO ACC 68	Синтетическое холодильное масло на основе специальных полиалкиленгликолей (ПАГ) с замещенными концевыми гидроксильными группами. Разработано для применения в сверхкритических системах, работающих с CO ₂ (промышленное и автомобильное применение) DIN 51503 – KB	992	> 220	68	14.1	215	-42	Холодильное масло с высокой термической стабильностью на основе полиалкиленгликолей с замещенными концевыми гидроксильными группами. Для применения в промышленных системах, работающих с CO ₂ (например, системы кондиционирования, тепловые насосы). Содержит специальные присадки для улучшения противоизносных свойств и предотвращения старения.
RENISO ACC 46	Холодильные масла для использования в автомобильных системах кондиционирования с CO ₂ в качестве хладагента. Базовое масло – полиалкиленгликоли (ПАГ) с замещенными концевыми гидроксильными группами. DIN 51503 – KB	995	220	43	9.7	220	-45	RENISO ACC 46 и ACC HV разработаны в тесном сотрудничестве с ведущими производителями компрессоров и OEM специально для автомобильных систем кондиционирования воздуха с CO ₂ . Базовой основой RENISO ACC 46 и ACC HV являются термически сверхстабильные полигликолевые жидкости с эффективными противоизносными присадками.
RENISO ACC HV <i>НОВЫЙ ПРОДУКТ</i>	Холодильные масла для использования в автомобильных системах кондиционирования с CO ₂ в качестве хладагента. Базовое масло – полиалкиленгликоли (ПАГ) с замещенными концевыми гидроксильными группами. DIN 51503 – KB	991	229	65	13.5	216	-45	RENISO ACC 46 и ACC HV разработаны в тесном сотрудничестве с ведущими производителями компрессоров и OEM специально для автомобильных систем кондиционирования воздуха с CO ₂ . Базовой основой RENISO ACC 46 и ACC HV являются термически сверхстабильные полигликолевые жидкости с эффективными противоизносными присадками.
RENISO C – полностью синтетические холодильные масла на основе полиэфиров для оборудования, работающего с CO₂								
RENISO C 55 E	Синтетические холодильные масла на основе полиэфиров с противоизносными присадками для использования с хладагентом CO ₂ (субкритические и сверхкритические системы). Также подходят для HFC/FC хладагентов. DIN 51503 – KB, KD	1,009	286	55	8.8	137	-48	Продукты RENISO C специально разработаны для применения в холодильных системах (в том числе системах глубокого охлаждения и каскадах), использующих в качестве хладагента CO ₂ .
RENISO C 85 E	Синтетические холодильные масла на основе полиэфиров с противоизносными присадками для использования с хладагентом CO ₂ (субкритические и сверхкритические системы). Также подходят для HFC/FC хладагентов. DIN 51503 – KB, KD	993	246	80	10.6	118	-42	Продукты RENISO C специально разработаны для применения в холодильных системах (в том числе системах глубокого охлаждения и каскадах), использующих в качестве хладагента CO ₂ .
RENISO C 170 E	Синтетические холодильные масла на основе полиэфиров с противоизносными присадками для использования с хладагентом CO ₂ (субкритические и сверхкритические системы). Также подходят для HFC/FC хладагентов. DIN 51503 – KB, KD	976	286	178	18.5	116	-33	Продукты RENISO C специально разработаны для применения в холодильных системах (в том числе системах глубокого охлаждения и каскадах), использующих в качестве хладагента CO ₂ .
RENOLIN LPG – полностью синтетическое масло на основе полиалкиленгликолей (ПАГ) для газовых компрессоров								
RENOLIN LPG 100	Синтетическое масло на основе полиалкиленгликолей (ПАГ) для газовых компрессоров. Применяется в компрессорах, работающих с технологическим, полутным нефтяным, природным газом и другими углеводородными газами (пропан, пропилен, бутан и др.) и их смесями.	1,007	225	100	17.2	190	-37	RENOLIN LPG 100 и LPG 185 обладают низкой растворяющей способностью по отношению к углеводородным газам. Благодаря использованию специального ПАГ базового масла снижение вязкости в условиях эксплуатации сводится к минимуму. Таким образом, гарантируются превосходные смазывающие свойства и надежная защита от износа. Присадки обеспечивают дополнительную термоокислительную стабильность и защиту от износа в присутствии УВ-газов.
RENOLIN LPG 185	Синтетическое масло на основе полиалкиленгликолей (ПАГ) для газовых компрессоров. Применяется в компрессорах, работающих с технологическим, полутным нефтяным, природным газом и другими углеводородными газами (пропан, пропилен, бутан и др.) и их смесями.	1,002	229	185	30.1	205	-45	RENOLIN LPG 100 и LPG 185 обладают низкой растворяющей способностью по отношению к углеводородным газам. Благодаря использованию специального ПАГ базового масла снижение вязкости в условиях эксплуатации сводится к минимуму. Таким образом, гарантируются превосходные смазывающие свойства и надежная защита от износа. Присадки обеспечивают дополнительную термоокислительную стабильность и защиту от износа в присутствии УВ-газов.

Руководство по выбору холодильных масел для промышленных систем

Хладагент		Температура испарения		Тип компрессора					
Обозначение по ASHRAE	Тип	с (°C)	до (°C)	Поршневой (класс вязкости)		Винтовой (класс вязкости)		Центробежный (класс вязкости)	
R12	CFC	-40	+40	32/46				100	
R502	CFC	-50	-20	32/46 ▲	32/46 P	68/100 ▲	68/100 P		
R22	HCFC	-50	+10	32/46 ▲	32/46 P	68 ▲	68/100 P	68 ▲	68
R401A	HCFC	-20	+10	32/46		100		68	
R402A	HCFC	-50	-30	32		100			
R408A	HCFC	-50	-30	32		100			
R409A	HCFC	-20	+10	32/46		100			
R290	Пропан	-30	+20	68	68 P	80 P	*	* P	* P
R1270	Пропилен	-30	+20	68	68 P	80 P	*	* P	* P
R600	Бутан	-30	+20	68	68 P	80 P	*	* P	* P
R600a	Изобутан	-30	+20	68	68 P	80 P	*	* P	* P
R717	NH ₃	-50	+10	68 ▲	68 P	68	46/68	46/68 P	46/68
R717	NH ₃ -DX	-50	+10	68 P	68		68 P	68	
R744	CO ₂ -докритический	-50	-10	55/80 P	68			170	
R744	CO ₂ -сверхкритический	-50	-10	80 P	68				

Хладагент		Температура испарения		Тип компрессора					
ОБОЗНАЧЕНИЕ ПО ASHRAE	Тип	с (°C)	до (°C)	Поршневой (класс вязкости)		Винтовой (класс вязкости)		Центробежный (класс вязкости)	
R23	HFC	-100	-40	22/32					
R134a	HFC	-30	+10	32/55		100/170/220		68	
R404A	HFC	-50	-30	32/55		100/170/220		68	
R407C	HFC	0	+10	55/68		170/220			
R410A	HFC	-45	+10	32/55		100/170/220		68	
R410B	HFC	-25	+10	32/55		170/220		68	
R417A	HFC	-15	+15	55/68		170/220		68	
R422A	HFC	-45	-5	22/32/55		100/170/220		68	
R422D	HFC	-45	+10	32/55		100/170/220		68	
R427A	HFC	-40	+10	22/32/55		100/170/220		68	
R507	HFC	-40	0	32/55		100/170/220		68	
R1234yf	HFO	-30	+10	RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*	
R1234ze	HFO	-15	+10	RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*	
R513A	HFO/HFC-Mix	-30	+25	RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*	
R450A	HFO/HFC-Mix	-30	+25	RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*	
R449A	HFO/HFC-Mix	-40	+5	RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*	
R448A	HFO/HFC-Mix	-40	+5	RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*	
R454B	HFO/HFC-Mix	-	-	RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*	
R447A	HFO/HFC-Mix	-	-	RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*		RENISO TRITON SE/SEZ*	

RENISO SYNTH 68 / RENISO UltraCool 68 на основе ПАО/ синтетических углеводородов

RENISO K series / RENISO TES 100 на основе минеральных масел (М)

RENISO S/SP series на основе алкилбензолов (АБ)

RENISO TRITON SE/SEZ series на основе полиэфиров (ПЭ)

RENISO PG/GL/PAG на основе полиалкиленгликолей (ПАГ)

RENISO C series) на основе полиэфиров для CO₂ (ПЭ-С)

RENISO ACC 68 на основе полиалкиленгликолей для CO₂ (ПАГ-С)

P = Основная рекомендация

* Выбор класса вязкости согласно рекомендациям производителя компрессора

▲ = Минеральное масло с ограниченной применимостью при очень низких температурах испарения (ограниченная низкотемпературная текучесть)

4 причины, чтобы использовать холодильные масла RENISO

Сравнение эксплуатационных показателей RENISO TRITON SEZ 80 со стандартными холодильными полиэфирными (ПЭ) маслами

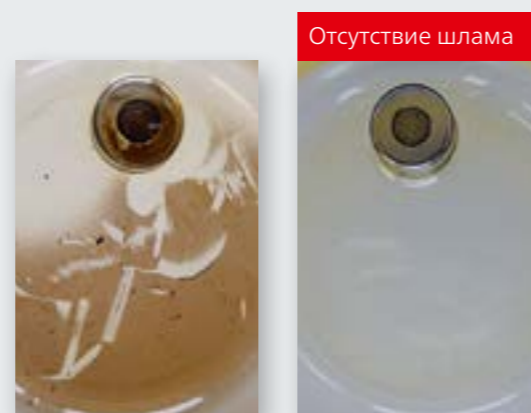
- 1** **Высокая термическая и химическая стабильность**
Тест в стеклянной герметичной трубке (ASHRAE 97-2007)



Стандартное холодильное масло (ПЭ)

RENISO TRITON SEZ 80

- 3** **Низкое лако-, шламообразование**
Тест FUCHS (оценка осадка в стакане с роликоподшипником после 168 ч испытания при 135 °С)



Стандартное холодильное масло (ПЭ)

RENISO TRITON SEZ 80

- 2** **Хорошая смешиваемость с HFC/FC**
(испытание по DIN 51514)



Стандартное холодильное масло (ПЭ)

RENISO TRITON SEZ 80

- 4** **Надежная защита от износа**
Тест на износ подшипника (DIN 51819-3)



Стандартное холодильное масло (ПЭ)

RENISO TRITON SEZ 80

Продуктовая линейка RENISO

Тип масла	Хладагент	Холодильное масло
Минеральные масла (МО)	для NH ₃ и R22	RENISO KM 32 RENISO KS 46 RENISO KC 68 RENISO KES 100
	для углеводородных хладагентов (например, R600a в герметичных компрессорах)	RENISO WF 5 A RENISO WF 7 A RENISO WF 10 A RENISO WF 15 A
Синтетические углеводороды	для NH ₃	RENISO UltraCool 68
Полиальфаолефины (PAO)	для NH ₃ , CO ₂ (не смешивается), углеводородные хладагенты	RENISO SYNTH 68
Полиалкиленгликоли (PAG)	for NH ₃ (смешиваются с аммиаком) для углеводородных хладагентов	RENISO PG 68 RENISO GL 68
Алкилбензолы (AB)	для R22 и углеводородных хладагентов	RENISO SP 32 RENISO SP 46 RENISO SP 100 RENISO SP 220
	для R22, углеводородных хладагентов и NH ₃	RENISO S 3246 RENISO S 68
Полиэфиры (POE)	для HFC/FC (R134a, R404a, R507 и т.д.); НОВОЕ: для HFO и HFO/HFC	RENISO TRITON SEZ 22 RENISO TRITON SEZ 32 RENISO TRITON SEZ 35 SC RENISO TRITON SE 55 RENISO TRITON SEZ 68 RENISO TRITON SEZ 80 RENISO TRITON SEZ 100 RENISO TRITON SE 170 RENISO TRITON SE 220 RENISO TRITON SEZ 320
Специальные полиэфиры (POE)	для CO ₂ (субкритичных и сверхкритичных применений)	RENISO C 55 E RENISO C 85 E RENISO C 170 E
Специальные полиалкиленгликоли (PAG)	для CO ₂ в сверхкритичных холодильных циклах стационарных промышленных систем (кондиционирование, тепловые насосы и др.)	RENISO ACC 68
Специальные полиалкиленгликоли (PAG) для автомобильных систем кондиционирования	для R134a в мобильных системах кондиционирования, промышленных систем с NH ₃ (смешиваются с аммиаком), углеводородных хладагентов	RENISO PAG 46 RENISO PAG 100
	для R1234yf и R134a в автомобильных системах кондиционирования	RENISO PAG 1234 НОВЫЙ ПРОДУКТ
	для CO ₂ в автомобильных системах кондиционирования	RENISO ACC 46 RENISO ACC HV НОВЫЙ ПРОДУКТ

ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАСЛА 2017/2018



Контактная информация:



ООО «ФУКС ОЙЛ»

125252, Москва,
ул. Авиаконструктора Микояна, д. 12
Телефон: +7 (495) 961-27-41
Факс: +7 (495) 961-01-90
E-Mail: info-mos@fuchs-oil.ru
URL: www.fuchs-oil.ru
www.fuchs.com/ru