

R U 2 5 1 6 4 0 2 C 2

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 516 402⁽¹³⁾ C2

(51) МПК
C09K 3/30 (2006.01)
C09K 5/04 (2006.01)
A23L 1/221 (2006.01)
C08J 9/14 (2006.01)
C11D 7/50 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012101250/05, 06.12.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.12.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
16.02.2010 GB 1002625.0

(43) Дата публикации заявки: 20.07.2013 Бюл. № 20

(45) Опубликовано: 20.05.2014 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2006/243944 A1, 02.11.2006. WO 2010/000994 A2, 07.01.2010. US 2008/314073 A1, 25.12.2008. US 2005/233923 A1, 20.10.2005. RU 2005120383 A1, 20.01.2006. RU 2006130970 A, 10.03.2008. RU 2042710 C1, 27.08.1995. RU 2232786 C2, 20.07.2004 . RU 2006129298 A, 20.02.2008

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 13.01.2012

(86) Заявка РСТ:
GB 2010/002234 (06.12.2010)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/101608 (25.08.2011)

Адрес для переписки:
109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент"

(54) ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩИЕ СОСТАВЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к теплопередающим составам, используемым в системах охлаждения и теплопередающих устройствах. Теплопередающий состав содержит транс-1,3,3,3-тетрафторпропен (R-1234ze(E)), дифторметан (R-32) и 1,1-дифторэтан (R-152a) в качестве хладагентов. Предложенный теплопередающий состав обладает сочетанием улучшенных свойств производительности охлаждения и

(72) Автор(ы):
ЛОУ Роберт Э. (GB)

(73) Патентообладатель(и):
МЕКСИЧЕМ АМАНКО ХОЛДИНГ С.А.
ДЕ С.В. (MX)

R U 2 5 1 6 4 0 2 C 2

смешиваемости со смазочными материалами при низкой воспламеняемости и низком потенциале глобального потепления (ПГП) по сравнению с отдельно взятым хладагентом и известными теплопередающими составами и позволяет заменить существующие хладагенты, имеющие значительный ПГП. 20 н. и 34 з.п. ф-лы, 5 ил., 45 табл.



(51) Int. Cl.
C09K 3/30 (2006.01)
C09K 5/04 (2006.01)
A23L 1/221 (2006.01)
C08J 9/14 (2006.01)
C11D 7/50 (2006.01)

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2012101250/05, 06.12.2010

(24) Effective date for property rights:
06.12.2010

Priority:

(30) Convention priority:
16.02.2010 GB 1002625.0

(43) Application published: 20.07.2013 Bull. № 20

(45) Date of publication: 20.05.2014 Bull. № 14

(85) Commencement of national phase: 13.01.2012

(86) PCT application:
GB 2010/002234 (06.12.2010)

(87) PCT publication:
WO 2011/101608 (25.08.2011)

Mail address:
109012, Moskva, ul. Il'inka, 5/2, OOO "Sojuzpatent"

(72) Inventor(s):
LOU Robert Eh. (GB)

(73) Proprietor(s):
MEKSICHEM AMANKO KhOLDING S.A. DE
S.V. (MX)

R U 2 5 1 6 4 0 2 C 2

(54) HEAT-TRANSFER COMPOSITIONS

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to heat-transfer compositions, applied in cooling systems and heat-transfer devices. Heat-transfer composition contains trans-1,3,3,3-tetrafluoropropene (R-1234ze(E)), difluoromethane (R-32) and 1,1-difluoroethane (R-152a) as coolants.

EFFECT: claimed heat-transfer composition possess-

es combination of improved properties of productivity of cooling and mixability with lubricating materials with low inflammability and low global warming potential (GWP) in comparison with separate coolant and known heat-transfer compositions and makes it possible to replace existing coolants, possessing considerable GWP.

54 cl, 5 dwg, 45 tbl

Изобретение относится к теплопередающим составам, и, в частности, к теплопередающим составам, которые могут быть пригодны в качестве замены существующих хладагентов, таких как R-134a, R-152a, R-1234yf, R-22, R-410A, R-407A, R-407B, R-407C, R507 и R-404a.

5 Перечисление или обсуждение любого ранее опубликованного документа или уровня техники в данном описании не обязательно должны восприниматься как признание того, что документ или уровень техники характеризуют состояние данной области техники или являются общим знанием.

Механические системы охлаждения и связанные с ними теплопередающие устройства, 10 такие как тепловые насосы и системы кондиционирования воздуха, хорошо известны. В таких системах охлаждающая жидкость испаряется при низком давлении, забирая тепло из окружающей зоны. Образовавшийся пар после этого сжимается и передается в конденсатор, где он конденсируется и отдает тепло во вторую зону, причем конденсат возвращается через расширительный клапан в испаритель, таким образом завершая 15 цикл. Механическая энергия, необходимая для сжатия пара и накачивания жидкости, обеспечивается, например, электродвигателем или двигателем внутреннего сгорания.

Кроме подходящей температуры кипения и высокой скрытой теплоты испарения, 20 предпочтительные свойства хладагента включают в себя низкую токсичность, невоспламеняемость, некоррозионность, высокую стабильность и отсутствие нежелательного запаха. Другими полезными свойствами являются готовность к 25 сжимаемости при давлениях ниже 25 бар, низкая температура разряда на сжатии, высокая холодопроизводительность, высокая эффективность (высокий коэффициент полезного действия) и давление испарителя, превышающее 1 бар при желаемой температуре испарения.

25 Дихлордифторметан (хладагент R-12) обладает подходящей комбинацией свойств и являлся в течение многих лет наиболее широко используемым хладагентом. Благодаря международной обеспокоенности тем, что полностью и частично галогенированные хлорфтоглероды повреждали защитный озоновый слой Земли, было достигнуто общее соглашение, что их производство и использование должно быть строго 30 ограничено и, в конечном итоге, полностью прекращено. Использование дихлордифторметана было прекращено в 1990-х.

Хлордифторметан (R-22) был введен в качестве замены R-12 из-за его низкого потенциала разрушения озонового слоя. После опасений, что R-22 является мощным парниковым газом, его использование также постепенно сокращается.

35 В то время как теплопередающие устройства того типа, к которому относится данное изобретение, представляют собой, в основном, закрытые системы, потеря хладагента в атмосфере может происходить из-за утечки в процессе эксплуатации оборудования или во время технического обслуживания. Важно, таким образом, заменить полностью и частично галогенированные хлорфтоглеродные хладагенты материалами с нулевым 40 потенциалом разрушения озонового слоя.

В дополнение к возможности разрушения озонового слоя было высказано предположение, что значительные концентрации галоидоуглеводородных хладагентов в атмосфере могут способствовать глобальному потеплению (так называемый парниковый эффект). Желательно, таким образом, использовать хладагенты, которые 45 имеют сравнительно короткий срок жизни в атмосфере в результате их способности вступать в реакцию с другими атмосферными компонентами, такими как гидроксильные радикалы, или в результате деградации вследствие фотолитических процессов.

Хладагенты R-410A и R-407 (в том числе R-407A, R-407B и R-407C) были введены в

качестве замены для хладагента R-22. Однако, хладагенты R-22, R-410A и R-407 имеют высокий потенциал глобального потепления (ПГП, также известный как потенциал парникового потепления).

1,1,1,2-тетрафторэтан (хладагент R-134a) был введен в качестве замены для хладагента

- 5 R-12. Однако, несмотря на отсутствие значительного потенциала разрушения озона, R-134a имеет значение ПГП, равное 1300. Было бы желательно найти замены для R-134a, которые имеют более низкое значение ПГП.

R-152a (1,1-дифторэтан) был определен в качестве альтернативы для R-134a. Он является несколько более эффективным, чем R-134a, и имеет величину потенциала

- 10 парникового потепления, равную 120. Однако воспламеняемость R-152a оценивается слишком высоко, например, для того чтобы разрешить его безопасное использование в мобильных системах кондиционирования воздуха. В частности, считается, что его нижний предел воспламенения в воздухе слишком мал, его скорости распространения пламени являются слишком высокими, и его энергия воспламенения слишком низка.

- 15 Таким образом, существует необходимость обеспечения альтернативных хладагентов с улучшенными свойствами, такими как низкая воспламеняемость. Химия горения фторуглеродов является сложной и непредсказуемой. Это не всегда так, что смешивание негорючего фторуглерода с легковоспламеняющимся фторуглеродом снижает воспламеняемость жидкости или снижает диапазон горючих композиций в воздухе.

- 20 Например, изобретатели обнаружили, что если невоспламеняющийся R-134a смешивается с легковоспламеняющимся R-152a, то нижний предел воспламенения смеси изменяется непредсказуемым образом. Ситуация оказывается еще более сложной и меньше предсказуемой, если рассматриваются тройные или четвертичные композиции.

- 25 Существует также необходимость обеспечить альтернативные хладагенты, которые могут использоваться практически без модификации в существующих устройствах, таких как холодильные устройства.

R-1234yf (2,3,3,3-тетрафторпропен) был определен в качестве альтернативного кандидата-хладагента для замены R-134a в некоторых применениях, в частности, в мобильных системах кондиционирования воздуха или тепловых насосных установках.

- 30 Величина его ПГП составляет около 4. R-1234yf легко воспламеняется, но его характеристики воспламеняемости, как правило, считаются приемлемыми для некоторых применений, в том числе, для мобильных систем кондиционирования воздуха или тепловых насосов. В частности, по сравнению с R-152a, его нижний предел воспламенения выше, его минимальная энергия зажигания выше, а скорость распространения пламени в воздухе значительно ниже, чем у R-152a.

- 35 Воздействие на окружающую среду операционной системы кондиционирования воздуха или системы охлаждения, с точки зрения выбросов парниковых газов, следует рассматривать с учетом не только так называемого "прямого" ПГП хладагента, но и со ссылкой на так называемые "косвенные" эмиссии, то есть эмиссии двуокиси углерода в результате потребления электроэнергии или топлива для работы системы. Было разработано несколько критериев такого общего влияния ПГП, в том числе критерий, известный как общий коэффициент эквивалентного потепления Total Equivalent Warming Impact (TEWI), или коэффициент климатического воздействия за весь жизненный цикл низкотемпературной системы Life-Cycle Carbon Production (LCCP). Оба эти критерия включают в себя оценку эффекта ПГП хладагента и энергоэффективности на общее воздействие на потепление.

Было обнаружено, что энергоэффективность и холодопроизводительность R-1234yf значительно ниже, чем у R-134a, и, кроме того, было установлено, что жидкость обладает

повышенным падением давления в системе трубопроводов и теплообменников.

Вследствие этого для использования R-1234yf и достижения энергоэффективности и производительности охлаждения, эквивалентной R-134a, требуются повышенная сложность оборудования и увеличение размеров трубопроводов, что приводит к

- 5 увеличению косвенных выбросов, связанных с оборудованием. Кроме того, производство R-1234yf считается более сложным и менее эффективным с точки зрения использования сырья (фторированного и хлорированного), чем R-134a. Так, принятие R-1234yf для замены R-134a потребует большее потребление сырья и приведет к большим косвенным выбросам парниковых газов, чем R-134a.

- 10 Некоторые из существующих технологий, предназначенных для R-134a, невозможno принять даже при сниженной воспламеняемости некоторых теплопередающих составов (полагают, что любой состав, имеющий величину ПГП меньше 150, является до некоторой степени легковоспламеняющимся).

Основной задачей настоящего изобретения является, поэтому, создание

- 15 теплопередающего состава, который может использоваться сам по себе или подходить в качестве замены существующих холодильных составов, который должен иметь уменьшенное значение ПГП, при этом имеет емкость и энергоэффективность (что можно удобно выразить как «коэффициент полезного действия» или «холодильный коэффициент»), в идеальном случае, в пределах 10% от значений, например, тех, которые
- 20 достигаются с использованием существующих хладагентов (например, R-134a, R-152a, R-1234yf, R-22, R-410A, R-407A, R-407B, R-407C, R507 и R-404a), и, желательно, меньше чем 10% (например, около 5%) данных значений. В данной области техники известно, что различия подобного рода между жидкостями, как правило, разрешимы путем изменения конструкции оборудования и эксплуатационных характеристик системы.

- 25 Состав должен также иметь, в идеальном случае, пониженную токсичность и приемлемую воспламеняемость.

Настоящее изобретение устраняет упомянутые выше недостатки предоставлением теплопередающего состава, содержащего транс-1,3,3,3-тетрафторпропен (R-1234ze(E)), дифторметан (R-32), и 1,1-дифторэтан (R-152a). Данный состав будет называться в

- 30 дальнейшем состав по изобретению, если не указано иное.

Все химические вещества, описанные здесь, имеются в продаже. Например, фторсодержащие вещества могут быть получены от Apollo Scientific (Великобритания).

Как правило, составы по изобретению содержат до около 25% масс. R-32.

Удобно, составы по изобретению содержат до около 45% масс. R-152a.

- 35 В предпочтительном варианте осуществления составы по изобретению содержат от около 2 до около 25% масс. R-32, от около 5 до около 45% масс. R-152a и от около 60 до около 95% масс. (например, от около 70 до около 93%) R-1234ze(E).

- 40 Преимущественно, составы по изобретению содержат от около 4 до около 12% масс. R-32, от около 5 до около 10% масс. R-152a и от около 78 до около 91% масс. R-1234ze (E).

В предпочтительном варианте осуществления составы по изобретению содержат от около 8 до около 12% масс. R-32, от около 5 до около 10% масс. R-152a и от около 78 до около 87% масс. R-1234ze(E). Примерами таких составов являются тройные смеси, содержащие:

- 45 около 10% R-32, около 5% R-152a и около 85% R-1234ze(E);
около 11% R-32, около 6% R-152a и около 83% R-1234ze(E);
около 9% R-32, около 6% R-152a и около 85% R-1234ze(E);
около 8% R-32, около 5% R-152a и около 87% R-1234ze(E); или

около 8% R-32, около 6% R-152a и около 86% R-1234ze(E).

Удобно, составы по изобретению содержат от около 8 до около 12% масс. R-32, от около 3 до около 7% масс. R-152a и от около 81 до около 89% масс. R-1234ze(E).

В одном аспекте по изобретению составы по изобретению содержат от около 5 до

около 12% масс. R-32, от около 10 до около 45% масс. R-152a и от около 43 до около 85% масс. R-1234ze(E).

В дополнительном предпочтительном аспекте составы по изобретению содержат от около 5 до около 12% масс. R-32, от около 10 до около 40% масс. R-152a и от около 48 до около 85% масс. R-1234ze(E).

10 В одном варианте осуществления составы по изобретению содержат от около 5 до около 11% масс. R-32, от около 10 до около 35% масс. R-152a и от около 54 до около 85% масс. R-1234ze(E).

15 Преимущественно, составы по изобретению содержат от около 5 до около 10% масс. R-32, от около 15 до около 30% масс. R-152a и от около 60 до около 80% масс. R-1234ze (E).

Используемые здесь все % величины, упомянутые здесь в составах, в том числе, в формуле по изобретению, являются процентами по массе в пересчете на общую массу составов, если не указано иное.

20 Во избежание сомнений должно быть понятно, что установленные верхние и нижние значения диапазонов количеств компонентов в составах по изобретению могут быть изменены тем или иным образом, при условии, что получаемые при этом диапазоны попадают в пределы широкого объема по изобретению. Например, состав по изобретению может содержать от около 5 до около 12% масс. R-32, от около 5 или от 10 до около 35% масс. R-152a и от около 53 до около 85 или 90% масс. R-1234ze(E).

25 Составы по изобретению, содержащие R-1234ze(E), R-32 и R-152a, могут состоять в основном из (или состоять из) данных компонентов.

Под термином "состоят в основном из" подразумевается, что составы по изобретению не содержат существенно никаких других компонентов, в частности, никаких дополнительных (гидро)(фтор)соединений (например, (гидро)(фтор)алканов или (гидро) 30 (фтор)алкенов), которые, как известно, используются в теплопередающих составах. Термин "состоит из" включается в понятие "состоят, в основном из". Таким образом, составы по изобретению являются, предпочтительно, тройными смесями R-1234ze(E), R-32 и R-152a.

35 Во избежание сомнений, любой из составов по изобретению, описанных здесь, в том числе с конкретно определенным количеством компонентов, может состоять, в основном, из (или состоять из) компонентов, определенных в данных составах.

В дополнительном аспекте составы по изобретению, содержащие R-1234ze(E), R-32 и R-152a, могут дополнительно содержать 1,1,1,2-тетрафторэтан (R-134a). R-134a обычно вводят, чтобы снизить воспламеняемость составов по изобретению.

40 Если присутствует R-134a, то в результате составы обычно содержат до около 50% масс. R-134a, предпочтительно, от около 25% до около 45% масс. R-134a. Остальная часть состава будет содержать R32, R152a и R-1234ze(E) целесообразно в аналогичных предпочтительных пропорциях, как описано выше.

Подходящие смеси R32, R152a, R-1234ze(E) и R-134a содержат от около 2 до около 15% масс. R-32, от около 5 до около 45% масс. R-152a, от около 25 до около 50% R-134a и от около 5 до около 70% масс. R-1234ze(E).

Например, состав по изобретению может содержать от около 4 до около 12% масс. R-32, от около 5 до 35% масс. R-152a, от около 25 до около 45% R-134a и в качестве

остатка R-1234ze(E).

Если доля R-134a в составе составляет около 25% масс., то оставшаяся часть состава обычно содержит от около 3 до около 12% (предпочтительно, от около 4 до около 10%) масс. R-32, от около 5 до около 45% (предпочтительно, от около 5 до около 40%)
5 масс. R-152a, и от около 20 до около 70% (предпочтительно, от около 25 до около 65%)
масс. R-1234ze(E).

Если доля R-134a в составе составляет около 35% масс., то оставшаяся часть состава обычно содержит от около 3 до около 11% (предпочтительно, от около 4 до около 10%) масс. R-32, от около 5 до около 45% (предпочтительно, от около 5 до около 40%)
10 масс. R-152a и от около 10 до около 60% (предпочтительно, от около 15 до около 55%)
масс. R-1234ze(E).

Если доля R-134a в составе составляет около 45% масс., то оставшаяся часть состава обычно содержит от около 3 до около 10% (предпочтительно, от около 3 до около 8%)
масс. R-32, от около 5 до около 45% (предпочтительно, от около 5 до около 40%) масс.
15 R-152a и от около 5 до около 50% (предпочтительно, от около 15 до около 45%) масс.
R-1234ze(E).

Предпочтительно, составы по изобретению, содержащие R-134a, являются невоспламеняющимися при температуре испытаний 60°C с использованием методики ASHRAE 34. Преимущественно, смеси паров, которые существуют в равновесии с
20 составом по изобретению при любой температуре около от -20°C до 60°C, также являются невоспламеняющимися.

Составы согласно изобретению преимущественно содержат незначительные количества R-1225 (пентафторпропен), преимущественно незначительные количества R-1225ye (1,2,3,3,3-пентафторпропен) или R-1225zc (1,1,3,3,3-пентафторпропен),
25 поскольку эти соединения могут связывать токсичные вещества.

"Незначительные количества" означает, что составы по изобретению содержат 0,5% масс. или меньше установленного компонента, предпочтительно, 0,1% или меньше, в пересчете на общую массу состава.

Составы по изобретению могут содержать незначительные количества:

- 30 (I) 2,3,3,3-тетрафторпропен (R-1234yf),
- (II) cis-1,3,3,3-тетрафторпропен (R-1234ze (Z)), и/или
- (III) 3,3,3-трифторпропен (R-1243zf).

Составы по изобретению имеют нулевой потенциал разрушения озона.

Предпочтительно, составы по изобретению (например, те, которые подходят для

35 замены хладагентов R-134a, R-1234yf или R-152a) имеют значение ПГП меньше, чем 1300, предпочтительно, меньше, чем 1000, более предпочтительно, меньше чем 500, 400, 300 или 200, особенно, меньше 150 или 100, даже меньше, чем 50 в некоторых случаях. Если не указано иное, значения ПГП из ТДО (Третий доклад об оценке)
МГЭИК (Межправительственная группа экспертов по изменению климата) были
40 использованы в настоящем документе.

Преимущественно, составы обладают уменьшенной опасностью воспламенения, по сравнению с отдельными воспламеняющимися компонентами составов, например, R-32 или R-152a. Предпочтительно, составы имеют уменьшенную опасность воспламенения, по сравнению с R-1234yf.

45 В одном аспекте составы имеют один или более из следующих показателей: (а) высокий нижний предел воспламенения, (б) большую энергию зажигания; или (с) скорость горения ниже, по сравнению с R-32, R-152a и R-1234yf. В предпочтительном варианте осуществления составы по изобретению являются невоспламеняющимися.

Преимущественно, смеси паров, которые существуют в равновесии с составами по изобретению при любой температуре от около -20°C до 60°C, также являются невоспламеняющимися.

Воспламеняемость может быть определена в соответствии со стандартом ASHRAE

- 5 Standard 34, включающим в себя стандарт ASTM E-681 с методикой испытаний в соответствии с Addendum 34p от 2004 года, все содержание которой включено здесь посредством ссылки.

В некоторых приложениях разработка не обязательно должна быть признана невоспламеняющейся по методике ASHRAE 34; возможно разработать жидкости, у

- 10 которых пределы воспламенения в воздухе будут в достаточной мере уменьшены, для того чтобы сделать их безопасными для применения в приложении, например, если физически невозможно сделать легковоспламеняющуюся смесь утечкой заряда холодильного оборудования в окружающую среду. Обнаружено, что эффект от добавления дополнительных хладагентов R-32 и R-1234ze(E) к легковоспламеняющемуся 15 хладагенту R-152a проявляется в изменении воспламеняемости в смеси с воздухом данным образом.

Известно, что воспламеняемость смесей гидрофторуглеродов (ГФУ) или гидрофторуглеродов плюс гидрофторолефинов связана с долей связей углерод-фтор по отношению к углерод-водородным связям. Это может быть выражено как отношение

- 20 $R=F/(F+H)$, где, на молярной основе, F представляет собой общее число атомов фтора и H представляет собой общее число атомов водорода в составе. Данное выражение называется здесь отношение фтора, если не указано иное.

Например, Takizawa et al, Reaction Stoichiometry for Combustion of Fluoroethane Blends, ASHRAE Transactions 112 (2) 2006 (включено здесь ссылкой), показывает, что существует

- 25 почти линейная зависимость между данным отношением и скоростью распространения пламени смесей, содержащих R-152a, причем увеличение отношения фтора приводит к снижению скорости пламени. Данные в упомянутой ссылке показывают, что значение отношения фтора должно быть больше, чем около 0,65, чтобы скорость пламени упала до нуля, иными словами, для того чтобы смесь не воспламенялась.

- 30 Аналогично, данные по воспламеняемости многих гидрофторолефинов у Minor et al (патентная заявка Du Pont WO 2007/053697) показывают, что можно было бы ожидать, что такие соединения являются невоспламеняющимися, если значение отношения фтора составляет больше, чем около 0,7.

Можно ожидать, таким образом, исходя из известного уровня техники, что смеси,

- 35 содержащие R-32 (значение отношение фтора, составляющее 0,5), R-152a (отношение фтора, составляющее 0,33) и R-1234ze(E) (значение отношение фтора, составляющее 0,67) могут быть легковоспламеняющимися, за исключением ограниченных диапазонов составов, содержащих почти 100% R-1234ze(E), так как любое количество R-152a, добавленное к олефинам, приведет к уменьшению отношения фтора смеси до величины 40 ниже 0,67.

Неожиданно было обнаружено, что это не так. В частности, было обнаружено, что существуют смеси, содержащие R-32, R-152a и R-1234ze(E), имеющие значение отношения фтора, составляющее меньше 0,7, которые не являются легковоспламеняющимися при 23°C. Как показано на примерах ниже, некоторые смеси R-32, R-152a и R-1234ze(E) не 45 являются легковоспламеняющимися вплоть до значений отношения фтора, составляющих около 0,57.

Более того, опять же, как показано на примерах ниже, имеются дополнительно идентифицированные смеси R-32, R-152a и R-1234ze(E), имеющие более низкий предел

воспламенения в воздухе, соответствующий величине 7% об./об. или выше (что делает их безопасными для применения в большинстве приложений), и имеющие такую низкую величину отношения фтора, как около 0,46. Это особенно удивительно, учитывая, что легковоспламеняющийся 2,3,3,3-тетрафторпропен (R-1234yf) имеет значение отношения фтора, равное 0,67, и измеряемый нижний предел воспламеняемости в воздухе при 23°C, равный от 6 до 6,5% об./об..

В одном варианте осуществления составы по изобретению имеют значение отношения фтора от около 0,42 до около 0,7, такие, как от около 0,44 до около 0,67, например, от около 0,57 до около 0,65. Во избежание сомнений, должно быть понятно, что верхние и нижние значения данных диапазонов отношения фтора могут быть изменены любым способом, при условии, что в результате диапазоны попадают в пределы широкого объема по изобретению.

При производстве низко- или невоспламеняющихся R-32/R-152a/R-1234ze(E) смесей, содержащих неожиданно низкие количества R-1234ze(E), количества R-32 и/или R-152a в таких составах увеличиваются. Считается, что это приводит к теплопередающим составам, проявляющим увеличенную холодопроизводительность, сниженное температурное скольжение и/или уменьшенное падение давления, по сравнению с эквивалентными составами, содержащими большие количества (например, почти 100%) R-1234ze(E).

Таким образом, составы по изобретению демонстрируют совершенно неожиданное сочетание низкой-/невоспламеняемости, низкое значение ПГП и улучшенные эксплуатационные свойства охлаждения. Некоторые из таких эксплуатационных свойств охлаждения объясняются более подробно ниже.

Температурный гистерезис, который можно рассматривать как разницу между температурами точки кипения и точки росы азеотропной (неазеотропной) смеси при постоянном давлении, является характеристикой хладагента; если желательно заменить жидкость смесью, то тогда часто предпочтительнее иметь аналогичное или уменьшенный температурный сдвиг в альтернативной жидкости. В варианте осуществления составы по изобретению являются азеотропными.

В испарителе цикла пара-сжатия эффективный температурный сдвиг меньше, чем разница между температурами точек росы и кипения, так как рабочая жидкость поступает в испаритель как двухфазная смесь жидкости и парового интермедиата между точками кипения и росы.

Обычно температурный сдвиг (в испарителе) составов по изобретению составляет меньше, чем около 10 К, предпочтительно, меньше, чем около 5 К.

Преимущественно, объемная холодопроизводительность составов по изобретению составляет, по меньшей мере, 85% существующей хладагентной жидкости, которую он заменяет, предпочтительно, по меньшей мере, 90% или даже меньше 95%.

Составы по изобретению обычно имеют объемную холодопроизводительность, которая составляет, по меньшей мере, 90% соответствующей величины R-1234yf. Предпочтительно, составы по изобретению имеют объемную холодопроизводительность, которая составляет, по меньшей мере, 95% соответствующей величины R-1234yf, например, от около 95% до около 120% соответствующей величины R-1234yf.

В одном варианте осуществления КПД цикла (коэффициент полезного действия, СОР) составов по изобретению находится в пределах около 5% или даже лучше, чем у существующей хладагентной жидкости, которую он заменяет.

Обычно температура разрядки компрессора составов по изобретению находится в

пределах около 15 К существующей хладагентной жидкости, которую он заменяет, предпочтительно около 10 К или даже около 5 К.

Составы по изобретению, предпочтительно, имеют энергоэффективность, по меньшей мере, 95% (желательно, по меньшей мере, 98%) R-134a при эквивалентных условиях, имея при этом уменьшенные или эквивалентные характеристики падения давления и хладопроизводительности при 95% или выше значений R-134a. Преимущественно, составы имеют более высокую энергоэффективность и меньшие характеристики падения давления, чем у R-134a, при эквивалентных условиях. Составы имеют также, преимущественно, лучшую энергоэффективность и характеристики падения давления, чем у одного R-1234yf.

Теплопередающие составы по изобретению являются подходящими для применения в существующих конструкциях оборудования, а также совместимыми со всеми классами смазочного материала, применяемого в настоящее время с признанными хладагентами HFC. Они могут быть при желании стабилизированы или совмещены с минеральными маслами при применении соответствующих добавок.

Предпочтительно, при использовании в теплопередающем оборудовании состав по изобретению комбинируется со смазочным материалом.

Обычно смазочный материал выбирается из группы, состоящей из минерального масла, силиконового масла, полиалкилбензолов (PAB), сложных эфиров полиолов (POE), полиалкиленгликолей (PAG), полиалкиленгликольных эфиров (PAG-эфиров), поливиниловых эфиров (PVE), поли(альфа-олефинов) и их комбинаций.

Преимущественно, смазочный материал дополнительно содержит стабилизатор.

Предпочтительно, стабилизатор выбирается из группы, состоящей из соединений на основе диенов, фосфатов, соединений фенола и эпоксидов, и их смесей.

Обычно состав по изобретению может быть объединен с огнезащитным составом.

Преимущественно, огнезащитный состав выбирается из группы, состоящей из три(2-хлорэтил)fosфат(хлорпропил)fosфата, три(2,3-дibромпропил)fosфата, три(1,3-дихлорпропил)fosфата, диаммонийfosфата, различных галогенированных ароматических соединений, оксида сурьмы, тригидрата алюминия, поливинилхlorida, фторированного иодоуглерода, фторированного бромуглерода, трифторметана, перфторалкиламинов, бром-фторалкиламинов и их смесей.

Предпочтительно, теплопередающий состав является хладагентным составом.

В одном варианте осуществления изобретение относится к теплопередающему устройству, содержащему состав по изобретению.

Предпочтительно, теплопередающее устройство является холодильным устройством.

Обычно теплопередающее устройство выбирают из группы, состоящей из автомобильных систем кондиционирования воздуха, жилых систем кондиционирования воздуха, коммерческих систем кондиционирования воздуха, жилых холодильных систем, жилых морозильных систем, коммерческих холодильных систем, коммерческих

морозильных систем, охладительных систем кондиционирования воздуха, охладительных холодильных систем и коммерческих или жилых теплонасосных систем.

Предпочтительно, теплопередающее устройство является холодильным устройством или системой кондиционирования воздуха.

Преимущественно, теплопередающее устройство содержит компрессор

центробежного типа.

Изобретение также относится к применению состава по изобретению в теплопередающем устройстве, как описано здесь.

В соответствии с дополнительным аспектом изобретения предусмотрен

пенообразователь, содержащий состав по изобретению.

Согласно другому аспекту изобретения предусмотрен вспениваемый состав, содержащий один или более компонентов, способных образовывать пену, и состав по изобретению.

5 Предпочтительно, один или более компонентов, способных образовывать пену, выбирают из полиуретанов, термопластичных полимеров и смол, таких как полистирол, и эпоксидных смол.

В соответствии с дополнительным аспектом изобретения предусмотрено, что пену получают из вспениваемого состава по изобретению.

10 Предпочтительно, пена содержит состав по изобретению.

Согласно другому аспекту изобретения предусмотрен распыляемый состав, содержащий материал для распыления, и пропеллент, содержащий состав по изобретению.

15 В соответствии с дополнительным аспектом изобретения предложен способ для охлаждения изделия, который содержит конденсацию состава по изобретению и после этого испарение упомянутого состава в непосредственной близости от охлаждаемого изделия.

20 Согласно другому аспекту изобретения предложен способ для нагревания изделия, который содержит конденсацию состава по изобретению в непосредственной близости от нагреваемого изделия и после этого испарение упомянутого состава.

Согласно дополнительному аспекту изобретения предложен способ для извлечения веществ из биомассы, содержащий контактирование биомассы с растворителем, содержащим состав по изобретению, и отделение вещества от растворителя.

25 Согласно другому аспекту изобретения предложен способ очистки изделия, содержащий контактирование изделия с растворителем, содержащим состав по изобретению.

30 Согласно дополнительному аспекту изобретения предложен способ для извлечения материала из водного раствора, содержащий контактирование водного раствора с растворителем, содержащим состав по изобретению, и отделение материала от растворителя.

Согласно другому аспекту изобретения предложен способ для извлечения материала из матрицы из частиц твердого вещества, содержащий контактирование матрицы из частиц твердого вещества с растворителем, содержащим состав по изобретению, и отделение материала от растворителя.

35 Согласно дополнительному аспекту изобретения предложено устройство для получения механической энергии, содержащее состав по изобретению.

Предпочтительно, устройство для получения механической энергии адаптировано для применения цикла Ренкина или его модификации для получения работы из тепла.

40 Согласно другому аспекту изобретения предложен способ модернизации теплопередающего устройства, содержащий стадию удаления существующего теплоносителя и введение состава по изобретению. Предпочтительно, теплопередающее устройство является охладительным устройством или (статической) системой кондиционирования воздуха. Преимущественно, способ дополнительно содержит стадию получения распределения кредита эмиссии парниковых газов (например, углекислого газа).

В соответствии со способом модернизации, описанным выше, существующий жидкий теплоноситель может быть полностью удален из теплопередающего устройства до введения состава по изобретению. Существующий жидкий теплоноситель может быть

также частично удален из теплопередающего устройства после введения состава по изобретению.

В другом варианте осуществления, в котором существующий жидкий теплоноситель является R-134a и состав по изобретению содержит R134a, R-1234ze(E), R-32 и R-152a (и дополнительные компоненты, такие как смазочный материал, стабилизатор или дополнительный огнезащитный состав), R-1234ze(E), R-32 и R-152a и т.д. могут быть добавлены в R-134a в теплопередающем устройстве, тем самым образуя состав по изобретению и теплопередающее устройство по изобретению *in situ*. Некоторые из существующих R-134a могут быть удалены из теплопередающего устройства перед добавлением R-1234ze(E), R-32, R-152a и т.д., чтобы облегчить предоставление компонентов составов по изобретению в желаемых пропорциях.

Таким образом, изобретение относится к способу получения состава и/или теплопередающего устройства по изобретению, содержащему введение R-1234ze(E), R-32 и R-152a, а также дополнительных компонентов, таких как смазочный материал, стабилизатор или дополнительный огнезащитный состав, в теплопередающее устройство, содержащее существующий жидкий теплоноситель, который является R-134a. При желании, по меньшей мере, часть R-134a удаляется из теплопередающего устройства до введения R-1234ze(E), R-32, R-152a и т.д.

Конечно, составы по изобретению также могут быть получены только смещиванием R-1234ze(E), R-32, R-152a, не обязательно, R-134a (и дополнительных компонентов, таких как смазочный материал, стабилизатор или дополнительный огнезащитный состав) в желаемых пропорциях. Составы могут быть тогда добавлены к теплопередающему устройству (или применены любым другим способом, как это определено в настоящем документе), который не содержит R-134a или любой другой существующий жидкий теплоноситель, например, устройство, из которого R-134a или любой другой существующий жидкий теплоноситель были удалены.

В дополнительном аспекте по изобретению предложен способ для снижения воздействия на окружающую среду, возникающего в результате эксплуатации изделия, содержащего существующее соединение или состав, причем способ содержит, по меньшей мере, частичную замену существующих соединений или составов составом по изобретению. Предпочтительно, данный способ содержит стадию получения распределения кредита эмиссии парниковых газов.

Под воздействием на окружающую среду понимают образование и эмиссию парниковых нагревающих газов в рамках работы продукта.

Как уже упоминалось выше, данное воздействие на окружающую среду можно рассматривать как включающее в себя не только эмиссии соединений или составов, имеющие значительное воздействие на окружающую среду, от утечки или других потерь, но и, в том числе, эмиссию углекислого газа, происходящую за счет энергии, потребляемой устройством за его рабочую жизнь. Такое воздействие на окружающую среду может быть количественно оценено критерием, известным как общий коэффициент эквивалентного потепления (TEWI). Данный критерий был использован в количественной оценке воздействия на окружающую среду определенных стационарных холодильных установок и оборудования для кондиционирования воздуха, в том числе, например, супермаркетных холодильных систем (см., например, http://en.wikipedia.org/wiki/Total_equivalent_warming_impact).

Можно дополнительно считать, что воздействие на окружающую среду может включать в себя эмиссию парниковых газов, происходящих из синтеза и производства соединений или составов. В данном случае производственные выбросы добавляют к

потреблению энергии и эффектам прямой потери, чтобы получить критерий, известный как коэффициент климатического воздействия за весь жизненный цикл низкотемпературной системы (LCCP, см., например, <http://www.sae.org/events/aars/presentations/2007papasavva.pdf>). Применение LCCP является обычным при оценке воздействия на окружающую среду автомобильных систем кондиционирования воздуха.

Кредит(ы) на эмиссию присуждаются за сокращение вредных выбросов, которые способствуют глобальному потеплению и их можно, например, вкладывать в банки, ими можно торговать или их можно продавать. Они обычно выражаются в эквивалентном количестве углекислого газа. Таким образом, если можно избежать выброса 1 кг R-134a, то может быть присужден кредит на эмиссию, соответствующий $1 \times 1300 =$ эквиваленту 1300 кг CO₂.

В другом варианте осуществления по изобретению предложен способ для производства кредита(ов) на эмиссию парниковых газов, содержащий (I) замену существующего соединения или состава составом по изобретению, где состав по изобретению обладает более низким значением ПГП, чем имеющиеся соединение или состав, и (II) получение кредита на эмиссию парниковых газов для упомянутого заменяющего шага.

В предпочтительном варианте осуществления в результате применения состава по изобретению оборудование имеет более низкий общий коэффициент эквивалентного потепления и/или коэффициент климатического воздействия за весь жизненный цикл низкотемпературной системы, чем тот, который будет достигнут за счет использования имеющегося соединения или состава.

Данные способы можно осуществлять с любым подходящим продуктом, например, в областях кондиционирования, охлаждения (например, охлаждения при низкой и средней температуре охлаждения), теплопередачи, пенообразователей, аэрозолей или распыляемых пропеллентов, газообразных диэлектриков, криохирургии, ветеринарных процедур, стоматологических процедур, пожаротушений, подавлении пламени, растворителей (например, носители для приправ и ароматов), чистящих средств, сигнальных рожков, неогнестрельного оружия, местных анестетиков, а также расширенных применений. Предпочтительно, область применения является кондиционирование воздуха или охлаждение.

Примеры подходящих продуктов включают в себя теплопередающие устройства, пенообразователи, вспениваемые составы, распыляемые составы, растворители и механические устройства производства электроэнергии. В предпочтительном варианте осуществления, продукт представляет собой теплопередающее устройство, такое как охлаждающее устройство или единица кондиционирования воздуха.

Существующее соединение или состав оказывает воздействие на окружающую среду, определяемое ПГП и/или TEWI и/или LCCP, что выше, чем состав по изобретению, который заменяет его. Существующее соединение или состав может содержать фторуглеродное соединение, такое как перфтор-, гидрофтор-, хлорфтор- или гидрохлорфторуглеродное соединение или оно может содержать фторированный олефин.

Предпочтительно, существующее соединение или состав является теплопередающим соединением или составом, таким как хладагент. Примеры хладагентов, которые могут быть заменены, включают в себя R-134a, R-152a, R-1234yf, R-410A, R-407A, R-407B, R-407C, R507, R-22 и R-404A. Составы по изобретению особенно подходят в качестве замены R-134a, R-152a и R-1234yf.

Любое количество существующего соединения или состава может быть заменено, с

тем чтобы уменьшить воздействие на окружающую среду. Это может зависеть от воздействия на окружающую среду существующего соединения или состава, который подлежит замене, и от воздействия на окружающую среду заменяющего состава по изобретению. Предпочтительно, существующее соединение или состав в продукте 5 полностью заменяется составом по изобретению.

Изобретение иллюстрируется следующими неограничивающими примерами.

Примеры

Воспламеняемость

Воспламеняемость некоторых составов по изобретению в воздухе при атмосферном

- 10 давлении и контролируемой влажности изучали в испытательной колбенной аппаратуре, как описано в методике ASHRAE Standard 34. Температура испытания составляла 23°C; контролируемая влажность составляла 50% по отношению к стандартной температуре 77°F (25°C). В качестве разбавителя применяли R-1234ze(E), который оказался при таких условиях испытания невоспламеняющимся. В качестве топлива применяли смеси R-32
 15 и R-152a. Три топливных композиций были проверены, и молярная доля R32 по отношению к R-152a менялась для каждого топлива. Были применены три молярных отношения R32 к R-152a 1:1; 1:2 и 1:3. Топливные газы и газы разбавителя подвергали вакуумной очистке через цилиндр для удаления растворенного воздуха или других инертных газов перед испытанием. Результаты данных испытаний показаны на фигурах
 20 1-3. В показанных треугольных диаграммах вершины представляют собой чистое топливо, воздух и разбавитель. Легковоспламеняющую область определяли изменением относительных пропорций топлива, воздуха и разбавителя, и он откладывается на каждой диаграмме как штрихованная линия.

Применяя приведенную выше методику, было показано, что следующие составы

- 25 являются невоспламеняющимися при 23°C (ассоциированные отношения фтора также показаны).

Состав невоспламеняющейся смеси (объемная основа)	Отношение фтора $R=F/(F+H)$	Состав на основе масса/масса
R-32 20%, R-152a 20%, R-1234ze(E) 60%	0.571	R-32 11% R-152a 14% R-1234ze(E) 75%
R-32 11.7%, R-152a 23.3%, R-1234ze(E) 65%	0.572	R-32 6% R-152a 16% R-1234ze(E) 78%
R-32 8.3%, R-152a 24.8%, R-1234ze(E) 67%	0.572	R-32 4% R-152a 17% R-1234ze(E) 79%
R-32 10%, R-152a 20%, R-1234ze(E) 70%	0.586	R-32 5% R-152a 13% R-1234ze(E) 82%
R-32 8%, R-152a 17%, R-1234ze(E) 75%	0.600	R-32 4% R-152a 11% R-1234ze(E) 85%
R-32 17.5%, R-152a 17.5%, R-1234ze(E) 65%	0.584	R-32 10% R-152a 12% R-1234ze(E) 78%
R-32 15%, R-152a 15%, R-1234ze(E) 70%	0.596	R-32 8% R-152a 10% R-1234ze(E) 82%
R-32 10%, R-152a 10%, R-1234ze(E) 80%	0.621	R-32 5% R-152a 6% R-1234ze(E) 89%
R-32 7.5%, R-152a 22.5%, R-1234ze(E) 70%	0.581	R-32 4% R-152a 15% R-1234ze(E) 81%

30 Видно, что невоспламеняющиеся смеси, содержащие R-32, R-152a и R-1234ze(E), могут быть созданы, если значение отношения фтора в смеси выше, чем около 0,57.

- Дополнительно были идентифицированы следующие смеси R-32, R-152a и R-1234ze(E), имеющие более низкий предел воспламенения в воздухе, составляющий величину 40 7% об./об.

Смесь, имеющая LFL, равный 7% об./об. (объемная основа)	Отношение фтора $R=F/(F+H)$	Состав на основе масса/масса
R-32 47.5%, R-152a 47.5%, R-1234ze(E) 5%	0.416	R-32 40%, R-152a 51%, R-1234ze(E) 9%
R-32 28%, R-152a 56%, R-1234ze(E) 16%	0.426	R-32 21% R-152a 53% R-1234ze(E) 26%
R-32 19%, R-152a 57%, R-1234ze(E) 24%	0.441	R-32 13% R-152a 50% R-1234ze(E) 37%

45 Приведенная выше таблица показывает, что было обнаружено, что можно производить смеси, содержащие R-32, R-152a и R-1234ze(E), имеющие LFL, равный 7% об./об. или выше, если отношение фтора в смеси составляет величину выше, чем около

0,41. Для сравнения, было установлено, что нижний предел воспламенения R-1234yf в воздухе в той же испытательной аппаратуре и при той же температуре варьировался в пределах между 6,0 и 6,5% об./об. в нескольких повторных испытаниях.

После этого проводили аналогичный эксперимент на воспламеняемость, в котором

5 применяемое топливо являлось эквимолярной смесью R-32 и R-152a и разбавитель представлял собой смесь R-134a и R-1234ze(E) в молярной пропорции 1:2. Аппаратуру воспламеняемости ASTM применяли для определения области воспламеняемости, которая представлена на фигуре 4.

Минимальная доля разбавителя, необходимая для обеспечения того, что смеси

10 топлива + разбавитель с воздухом не являются легковоспламеняющимися, оказалось равной около 59% об./об.. Невоспламеняющийся состав, соответствующий значению 59% об./об. разбавителя и 41% об./об. топлива, соответствует общему составу, в котором R-32 составляет 20,5%, R-152a составляет 20,5%, R-134a составляет 19,7% и R-1234ze(E) составляет 39,3% (все объемное) Данный состав имеет отношение фтора, равное 0,569, 15 что согласуется с результатами предыдущих экспериментов по определению нелегковоспламеняющего состава.

Сделан вывод, что четвертичные смеси данных жидкостей могут быть, как ожидается, нелегковоспламеняющимися при 23°C, если значение отношения фтора будет больше, чем 0,57. Кроме того, было установлено, что любое сочетание разбавителя R-134a/R-

20 1234ze(E) и топливной смеси R-32/R-152a будет иметь нижний предел воспламенения, равный, по меньшей мере, 7% об./об., что соответствует соотношению фтора, равному 0,4 или выше.

После этого проводили дополнительный эксперимент на воспламеняемость, в котором применяемое топливо являлось R-152a и разбавителем был R-134a. Аппаратуру воспламеняемости ASTM применяли для определения области воспламеняемости, которая представлена на фигуре 5. Данная фигура показывает совершенно иную форму и неожиданно широкую область воспламеняемости, что указывает на непредсказуемый характер таких испытаний на воспламеняемости.

Воспламеняемость некоторых составов по изобретению в воздухе при атмосферном давлении и контролируемой влажности изучали в teste пламени в трубке следующим образом.

Испытываемый сосуд являлся вертикальным стеклянным цилиндром диаметром 2 дюйма. Электроды зажигания были помещены на 60 мм выше нижней части цилиндра. Цилиндр был оснащен клапаном сброса давления. Аппаратура была защищена для 35 ограничения любого повреждения при взрыве. Постоянную индукционную искру продолжительностью 0,5 секунды использовали в качестве источника воспламенения.

Испытание проводили при температуре 23°C (см. ниже). Известную концентрацию топлива в воздухе вводили в стеклянный цилиндр. Искру пропускали через смесь и наблюдали, отделилось или нет пламя от источника зажигания и самостоятельно ли 40 оно распространяется. Концентрацию газа увеличивали с шагом 1% об. до зажигания (если оно вообще происходило). Результаты приведены ниже (все составы имеют об./об. основу, если не указано иное).

Топливо	Температура (°C)	Влажность	Результаты
R32/R152a/R1234ze 42/7/51 (около 26/5/69 мас./мас.)	23	50%RH/23°C	LFL 10% UFL 19%
R32/R152a/R1234ze 19/9/72 (около 10/6/84 мас./мас.)	23	50%RH/23°C	LFL 9% UFL 16%

Опять же, значение LFL испытанных составов оказалось значительно выше (то есть

они являются меньше легковоспламеняющимися), чем R-1234yf при тех же условиях (R1234yf испытали в той же аппаратуре и нашли, что он проявляет нижний предел воспламеняемости, равный 6% об./об., и верхний предел воспламеняемости, соответствующий 15% об./об.).

⁵ Производительность R-32/R-152a/R-1234ze(E) смесей

Производительность выбранных тройных составов по изобретению оценивали с помощью модели термодинамических свойств в сочетании с идеализированным циклом сжатия пара. В термодинамической модели использовалось уравнение состояния Пенга-Робинсона (Peng-Robinson) для представления свойств паровой фазы и равновесия пар-жидкость смесей вместе с полиномиальной корреляцией изменения энталпии идеального газа каждого из компонентов смесей в зависимости от температуры. Принципы, лежащие в основе применения этого уравнения состояния для моделирования термодинамических свойств и равновесия пар-жидкость, более подробно объясняются в The Properties of Gases and Liquids (5th edition) by BE Poling, JM Prausnitz and JM O'Connell pub. McGraw Hill 2000, в частности, в главах 4 и 8 (включено сюда ссылкой).

¹⁵ Данными об основных свойствах, необходимыми для применения этой модели, являлись: критическая температура и критическое давление; давление пара и связанная с ним характеристика ацентрический фактор Питцера; энталпия идеального газа и измеряемые данные по равновесию пар-жидкость для бинарных систем R-32/R-152a; R-152a/R-1234ze(E) и R-32/R1234ze(E).

²⁰ Данные об основных свойствах (критические свойства, ацентрический фактор, давление пара и энталпия идеального газа) для R-32 и R-152a были взяты из версии программного обеспечения NIST REFPROP 8,0, которая включена сюда ссылкой. Критическую точку и давление пара R-1234ze(E) мерили экспериментально. Энталпию идеального газа для R-1234ze(E) в диапазоне температур оценивали с помощью программного обеспечения HyperChem 7.5 для молекулярного моделирования, которое включено сюда ссылкой.

²⁵ Данные по равновесию пар-жидкость для бинарных смесей регрессировали к уравнению Пенга-Робинсона с помощью двоичной константы взаимодействия, включенной в правила смешивания Ван-дер-Ваальса следующим образом. Для двойной пары R-32 с R-152a данные были взяты из Lee et al. J Chem Eng Data 1999 (44) 190-192 (включено сюда ссылкой). Данные по равновесию пар-жидкость для R-152a с R-1234ze (E) были взяты из WO 2006/094303 страница 69 (включено сюда ссылкой), и была установлена константа взаимодействия для представления азеотропного состава, подразумеваемого при этих данных при -25°C. Данные по равновесию пар-жидкость не были доступны для R-32 с R-1234ze(E), так что константу взаимодействия для этой пары приравняли нулю.

³⁰ Холодопроизводительность выбранных тройных составов по изобретению моделировали с помощью следующих условий цикла.

	Температура конденсации (°C)	60
	Температура кипения (°C)	0
	Нагнетание (К)	5
	Перегрев (К)	5
	Температура всасывания (°C)	15
³⁵	Изоэнтропийный кпд	65%
	Отношение очистки	4%
	Мощность (кВт)	6
	Диаметр всасывающего трубопровода (мм)	16.2

Данные о холодопроизводительности данных составов изложены в таблицах 1-10.

Данные показывают, что составы, проявляющие сниженную воспламеняемость (или невоспламеняемость), по сравнению с R-1234yf, могут быть приготовлены с близкой или превосходящей охлаждающей мощностью, существенно повышенной

- 5 энергоэффективностью и сниженным падением давления. Усиление энергоэффективности, предполагаемое при применении составов по изобретению, по сравнению с R-1234yf, приведет к системе кондиционирования воздуха, проявляющей сниженный общий коэффициент эквивалентного потепления (или, что эквивалентно, сниженнный LCCP), а также сниженное энергопотребление, хотя прямой ПГП составов
- 10 является несколько выше, чем для R-1234yf.

В дополнение, было обнаружено, что когда составы проявляли охлаждающую мощность, эквивалентную мощности R-1234yf, оцениваемое падение давления всасывающего трубопровода было значительно ниже, чем у R-1234yf, и было близко к значениям, которые можно было бы ожидать при использовании R-134a. Это

- 15 существенно для автомобильных систем кондиционирования воздуха, где трубопровод, всасывающий газ, представляет собой значительную точку потери эффективности. Известно, что R-1234yf требует всасывающий шланг большего диаметра в автомобильной системе, чем у R-134a, что неудобно для расположения системы. Составы по изобретению дают возможность применять меньший размер всасывающего
- 20 трубопровода в таких системах или, альтернативно, реализовать дальнейший рост энергоэффективности в системе, если применяется то же сечение трубопровода.

Производительность смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R134a

Холодопроизводительность выбранных четвертичных составов по изобретению моделировали с помощью той же модели и условий цикла, изложенных выше в связи с

25 тройными составами по изобретению. Данные о холодопроизводительности этих составов представлены в таблицах 11-37.

Полностью невоспламеняющиеся жидкости, имеющие производительность, близкую к R134a, особенно желательны, данные показывают, что возможно иметь мощность, COP и падение давления, близкие к таковым у R134a, в то время как достижение

- 30 значительного сокращения ПГП (снижения порядка 50% или более, по сравнению с чистым R134a) достигается с помощью составов R-32, R152a, R-134a и R-1234ze(E).

Таблица 1.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E), содержащих 2% R32

			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
			134a	R1234yf	2/5/93	2/10/88	2/15/83	2/20/78	2/25/73	2/30/68	2/35/63	2/40/58	2/45/53		
35	R32				5.79	5.24	5.76	5.73	5.71	5.69	5.67	5.65	5.64	5.63	5.63
	R152a				83.6%	84.7%	83.0%	83.2%	83.5%	83.7%	83.9%	84.1%	84.3%	84.5%	84.6%
	R1234ze(E)				0.0	0.0	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.1	1.0
		Результаты расчета	Сравнительные данные												
40	Степень повышения давления				0.0	0.0	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5
	Объемный КПД				0.0	0.0	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5
	Гистерезис конденсатора (К)				0.0	0.0	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3
	Гистерезис испарителя (К)				55.0	55.0	54.1	54.1	54.1	54.2	54.2	54.3	54.4	54.4	54.5
	T на входе испарителя (°C)				16.88	16.46	13.45	13.79	14.09	14.35	14.58	14.78	14.95	15.10	15.22
	T на выходе конденсатора (°C)				2.92	3.14	2.33	2.40	2.47	2.52	2.57	2.62	2.65	2.68	2.70
45	P конденсатора (бар)				123.76	94.99	116.5	120.9	125.4	129.9	134.6	139.4	144.3	149.3	154.4
	P испарителя (бар)				2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10
	Холодильный эффект (кДж/кг)				99.15	92.88	90.5	92.1	93.7	95.2	96.7	98.2	99.7	101.2	102.7

	Массовый расход (кг/ч)	174.53	227.39	185.4	178.6	172.3	166.2	160.5	155.0	149.7	144.7	139.9
	Объемный расход (м ³ /час)	13.16	14.03	16.7	16.1	15.6	15.2	14.8	14.5	14.3	14.0	13.8
	Объемная производительность (м ³ /час)	1641	1540	1297	1342	1383	1421	1456	1487	1516	1541	1564
5	Падение давления (кПа/м)	953	1239	1262	1186	1120	1061	1009	962	920	882	847
	ПГП (TAR-основа)			23	28	34	40	45	51	57	62	68
	Отношение фтора R=F/(F+H)			0.634	0.609	0.585	0.563	0.542	0.522	0.503	0.486	0.469
10	Емкость по отношению к 1234yf	106.6%	100.0%	84.2%	87.1%	89.8%	92.3%	94.5%	96.6%	98.4%	100.1%	101.6%
	Относительная COP	106.0%	100.0%	106.1%	106.6%	107.1%	107.5%	107.9%	108.4%	108.8%	109.2%	109.6%
	Относительное падение давления	76.9%	100.0%	101.9%	95.8%	90.4%	85.7%	81.4%	77.7%	74.3%	71.2%	68.4%

Таблица 2.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E), содержащих 4% R32

R32			4	4	4	4	4	4	4	4	4	
R152a			5	10	15	20	25	30	35	40	45	
R1234ze(E)			91	86	81	76	71	66	61	56	51	
	Результаты расчета	Сравнительные данные										
		134a R1234yf	4/5/91	4/10/86	4/15/81	4/20/76	4/25/71	4/30/66	4/35/61	4/40/56	4/45/51	
15	Степень повышения давления	5.79	5.24	5.79	5.75	5.72	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64	5.64
	Объемный КПД	83.6%	84.7%	83.0%	83.3%	83.5%	83.8%	84.0%	84.2%	84.4%	84.6%	84.7%
20	Гистерезис конденсатора (К)	0.0	0.0	3.0	2.9	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0	1.9	1.7
	Гистерезис испарителя (К)	0.0	0.0	1.4	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9
25	T на входе испарителя (°C)	0.0	0.0	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5
	T на выходе конденсатора (°C)	55.0	55.0	53.5	53.5	53.6	53.7	53.8	53.9	54.0	54.1	54.1
	P конденсатора (бар)	16.88	16.46	14.10	14.42	14.70	14.94	15.15	15.33	15.48	15.61	15.71
	P испарителя (бар)	2.92	3.14	2.44	2.51	2.57	2.62	2.67	2.71	2.74	2.77	2.79
30	Холодильный эффект (кДж/кг)	123.76	94.99	119.7	124.1	128.5	133.0	137.7	142.4	147.3	152.3	157.5
	COP	2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.07	2.08	2.09	2.10
	T разряда (°C)	99.15	92.88	92.5	94.0	95.6	97.0	98.5	100.0	101.5	102.9	104.4
	Массовый расход (кг/ч)	174.53	227.39	180.4	174.1	168.1	162.4	156.9	151.6	146.6	141.8	137.1
35	Объемный расход (м ³ /час)	13.16	14.03	15.8	15.4	14.9	14.6	14.3	14.0	13.7	13.5	13.3
	Объемная производительность (м ³ /час)	1641	1540	1363	1407	1446	1483	1516	1546	1573	1597	1619
	Падение давления (кПа/м)	953	1239	1177	1110	1052	999	953	911	873	838	806
	ПГП (TAR-основа)			33	39	45	51	56	62	68	73	79
	Отношение фтора R=F/(F+H)			0.630	0.605	0.581	0.559	0.539	0.519	0.501	0.483	0.467
	Емкость по отношению к 1234yf	106.6%	100.0%	88.5%	91.3%	93.9%	96.3%	98.4%	100.4%	102.2%	103.7%	105.2%
	Относительная COP	106.0%	100.0%	106.4%	106.8%	107.2%	107.7%	108.1%	108.5%	108.9%	109.3%	109.7%
	Относительное падение давления	76.9%	100.0%	95.0%	89.6%	84.9%	80.7%	76.9%	73.5%	70.4%	67.6%	65.1%

Таблица 3.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E), содержащих 5% R32

40	R32		5	5	5	5	5	5	5	5	
	R152a		5	10	15	20	25	30	35	40	
	R1234ze(E)		90	85	80	75	70	65	60	55	
	Результаты расчета	Сравнительные данные									
		134a R1234yf	5/5/90	5/10/85	5/15/80	5/20/75	5/25/70	5/30/65	5/35/60	5/40/55	
45	Степень повышения давления	5.79	5.24	5.79	5.76	5.73	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64
	Объемный КПД	83.6%	84.7%	83.0%	83.3%	83.6%	83.8%	84.1%	84.3%	84.4%	84.6%
	Гистерезис конденсатора (К)	0.0	0.0	3.6	3.4	3.2	3.0	2.8	2.6	2.4	2.1
	Гистерезис испарителя (К)	0.0	0.0	1.7	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.1
	T на входе испарителя (°C)	0.0	0.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6
	T на выходе конденсатора	55.0	55.0	53.2	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7	53.8	54.0

		()										
	P конденсатора (бар)	16.88	16.46	14.43	14.73	15.00	15.23	15.43	15.60	15.75	15.87	15.96
	P испарителя (бар)	2.92	3.14	2.49	2.56	2.62	2.67	2.72	2.76	2.79	2.81	2.83
5	Холодильный эффект (кДж/кг)	123.76	94.99	121.3	125.6	130.0	134.5	139.2	143.9	148.8	153.9	159.0
	COP	2.03	1.91	2.04	2.04	2.05	2.06	2.07	2.07	2.08	2.09	2.10
	T разряда (°C)	99.15	92.88	93.5	95.0	96.5	97.9	99.4	100.9	102.3	103.8	105.2
	Массовый расход (кг/ч)	174.53	227.39	178.1	171.9	166.1	160.5	155.2	150.1	145.1	140.4	135.8
	Объемный расход (м ³ /час)	13.16	14.03	15.5	15.0	14.6	14.3	14.0	13.7	13.5	13.3	13.1
10	Объемная производительность (м ³ /час)	1641	1540	1396	1439	1478	1514	1546	1575	1602	1625	1646
	Падение давления (кПа/м)	953	1239	1137	1075	1020	971	927	887	851	818	787
	ПГП (TAR-основа)			39	45	50	56	62	67	73	79	85
	Отношение фтора R=F/(F+H)			0.628	0.603	0.580	0.558	0.537	0.518	0.499	0.482	0.466
15	Емкость по отношению к 1234yf	106.6%	100.0%	90.7%	93.4%	96.0%	98.3%	100.4%	102.3%	104.0%	105.6%	106.9%
	Относительная COP	106.0%	100.0%	106.5%	106.9%	107.3%	107.7%	108.1%	108.5%	108.9%	109.3%	109.7%
	Относительное падение давления	76.9%	100.0%	91.8%	86.8%	82.3%	78.4%	74.8%	71.6%	68.7%	66.0%	63.5%

Таблица 4.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E), содержащих 6% R32

		()									
	R32			6	6	6	6	6	6	6	6
20	R152a			5	10	15	20	25	30	35	40
	R1234ze(E)			89	84	79	74	69	64	59	54
	Результаты расчета	Сравнительные данные									
		134a	R1234yf	6/5/89	6/10/84	6/15/79	6/20/74	6/25/69	6/30/64	6/35/59	6/40/54
	Степень повышения давления	5.79	5.24	5.80	5.76	5.73	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64
25	Объемный КПД	83.6%	84.7%	83.1%	83.4%	83.6%	83.9%	84.1%	84.3%	84.5%	84.7%
	Скольжение конденсатора (К)	0.0	0.0	4.1	3.9	3.6	3.4	3.2	2.9	2.7	2.5
	Скольжение испарителя (К)	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4
	T на входе испарителя (°C)	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6
	T на выходе конденсатора (°C)	55.0	55.0	52.9	53.1	53.2	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7
30	P конденсатора (бар)	16.88	16.46	14.75	15.04	15.30	15.52	15.71	15.87	16.01	16.12
	P испарителя(бар)	2.92	3.14	2.54	2.61	2.67	2.72	2.77	2.80	2.83	2.86
	Холодильный эффект (кДж/кг)	123.76	94.99	122.8	127.1	131.5	136.0	140.7	145.4	150.3	155.4
	COP	2.03	1.91	2.04	2.05	2.05	2.06	2.07	2.08	2.08	2.09
	T разряда (°C)	99.15	92.88	94.4	95.9	97.4	98.8	100.3	101.7	103.2	104.6
	Массовый расход (кг/ч)	174.53	227.39	175.8	169.9	164.2	158.8	153.6	148.5	143.7	139.0
35	Объемный расход (м ³ /час)	13.16	14.03	15.1	14.7	14.3	14.0	13.7	13.5	13.3	13.1
	Объемная производительность (м ³ /час)	1641	1540	1429	1471	1510	1544	1576	1604	1630	1653
	Падение давления (кПа/м)	953	1239	1101	1042	990	944	902	864	829	798
	ПГП (TAR-основа)			44	50	56	61	67	73	79	84
40	Отношение фтора R=F/(F+H)			0.626	0.601	0.578	0.556	0.536	0.516	0.498	0.481
	Емкость по отношению к 1234yf	106.6%	100.0%	92.8%	95.6%	98.0%	100.3%	102.4%	104.2%	105.9%	107.4%
	Относительная COP	106.0%	100.0%	106.6%	107.0%	107.4%	107.8%	108.2%	108.6%	108.9%	109.3%
	Относительное падение давления	76.9%	100.0%	88.8%	84.1%	79.9%	76.2%	72.8%	69.7%	66.9%	64.4%

Таблица 5.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E), содержащих 7% R32

		()									
	R32			7	7	7	7	7	7	7	7
	R152a			5	10	15	20	25	30	35	40
	R1234ze(E)			88	83	78	73	68	63	58	53

	Результаты расчета	Сравнительные данные										
		134a	R1234yf	7/5/88	7/10/83	7/15/78	7/20/73	7/25/68	7/30/63	7/35/58	7/40/53	7/45/48
5	Степень повышения давления	5.79	5.24	5.80	5.76	5.73	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64	5.64
	Объемный КПД	83.6%	84.7%	83.1%	83.4%	83.7%	83.9%	84.2%	84.4%	84.5%	84.7%	84.9%
	Гистерезис конденсатора (К)	0.0	0.0	4.6	4.3	4.0	3.8	3.5	3.3	3.0	2.8	2.7
	Гистерезис испарителя (К)	0.0	0.0	2.3	2.3	2.2	2.1	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5
	T на входе испарителя (°C)	0.0	0.0	-1.2	-1.1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8	-0.8	-0.7
10	T на выходе конденсатора (°C)	55.0	55.0	52.7	52.8	53.0	53.1	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7
	P конденсатора (бар)	16.88	16.46	15.06	15.35	15.59	15.80	15.99	16.14	16.27	16.37	16.45
	P испарителя (бар)	2.92	3.14	2.60	2.66	2.72	2.77	2.82	2.85	2.88	2.90	2.92
	Холодильный эффект (кДж/кг)	123.76	94.99	124.3	128.6	133.0	137.5	142.1	146.9	151.8	156.8	162.0
	COP	2.03	1.91	2.04	2.05	2.05	2.06	2.07	2.08	2.08	2.09	2.10
15	T разряда (°C)	99.15	92.88	95.3	96.8	98.2	99.7	101.1	102.6	104.0	105.4	106.9
	Массовый расход (кг/ч)	174.53	227.39	173.7	167.9	162.4	157.1	152.0	147.1	142.3	137.7	133.3
	Объемный расход (м ³ /час)	13.16	14.03	14.8	14.4	14.0	13.7	13.4	13.2	13.0	12.8	12.7
	Объемная производительность (м ³ /час)	1641	1540	1463	1504	1541	1575	1606	1634	1659	1681	1701
	Падение давления (кПа/м)	953	1239	1066	1011	962	918	878	842	809	779	752
20	ПГП (TAR-основа)			50	55	61	67	73	78	84	90	95
	Отношение фтора R=F/(F+H)			0.624	0.599	0.576	0.554	0.534	0.515	0.497	0.480	0.464
	Емкость по отношению к 1234yf	106.6%	100.0%	95.0%	97.7%	100.1%	102.3%	104.3%	106.1%	107.7%	109.2%	110.5%
	Относительная COP	106.0%	100.0%	106.7%	107.1%	107.5%	107.8%	108.2%	108.6%	109.0%	109.4%	109.8%
	Относительное падение давления	76.9%	100.0%	86.0%	81.6%	77.6%	74.1%	70.9%	68.0%	65.3%	62.9%	60.7%

	Таблица 6.	Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E), содержащих 8% R32										
		R32	R152a	R1234ze(E)	8	8	8	8	8	8	8	8
25	Результаты расчета	Сравнительные данные										
		134a	R1234yf	8/5/87	8/10/82	8/15/77	8/20/72	8/25/67	8/30/62	8/35/57	8/40/52	8/45/47
	Степень повышения давления	5.79	5.24	5.80	5.76	5.73	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64	5.64
	Объемный КПД	83.6%	84.7%	83.2%	83.5%	83.8%	84.0%	84.2%	84.4%	84.6%	84.8%	84.9%
	Гистерезис конденсатора (К)	0.0	0.0	5.0	4.7	4.4	4.1	3.8	3.6	3.3	3.1	3.0
30	Гистерезис испарителя (К)	0.0	0.0	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
	T на входе испарителя (°C)	0.0	0.0	-1.3	-1.3	-1.2	-1.2	-1.1	-1.0	-0.9	-0.9	-0.8
	T на выходе конденсатора (°C)	55.0	55.0	52.5	52.6	52.8	53.0	53.1	53.2	53.3	53.4	53.5
	P конденсатора (бар)	16.88	16.46	15.38	15.65	15.89	16.09	16.26	16.41	16.53	16.62	16.70
	P испарителя (бар)	2.92	3.14	2.65	2.72	2.77	2.82	2.86	2.90	2.93	2.95	2.96
35	Холодильный эффект (кДж/кг)	123.76	94.99	125.8	130.1	134.4	138.9	143.6	148.3	153.2	158.3	163.5
	COP	2.03	1.91	2.04	2.05	2.06	2.06	2.07	2.08	2.08	2.09	2.10
	T разряда (°C)	99.15	92.88	96.2	97.7	99.1	100.5	102.0	103.4	104.8	106.3	107.7
	Массовый расход (кг/ч)	174.53	227.39	171.7	166.1	160.7	155.5	150.5	145.6	141.0	136.4	132.1
	Объемный расход (м ³ /час)	13.16	14.03	14.4	14.1	13.7	13.4	13.2	13.0	12.8	12.6	12.5
40	Объемная производительность (м ³ /час)	1641	1540	1496	1536	1573	1606	1636	1663	1687	1709	1728
	Падение давления (кПа/м)	953	1239	1033	981	935	893	855	821	790	761	735
	ПГП (TAR-основа)			55	61	67	72	78	84	89	95	101
	Отношение фтора R=F/(F+H)			0.622	0.597	0.574	0.553	0.533	0.514	0.496	0.479	0.462
	Емкость по отношению к 1234yf	106.6%	100.0%	97.1%	99.8%	102.1%	104.3%	106.3%	108.0%	109.6%	111.0%	112.2%
45	Относительная COP	106.0%	100.0%	106.8%	107.1%	107.5%	107.9%	108.2%	108.6%	109.0%	109.4%	109.8%
	Относительное падение давле-	76.9%	100.0%	83.4%	79.2%	75.4%	72.1%	69.0%	66.3%	63.7%	61.4%	59.3%

ния									
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Таблица 7.												
Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E), содержащих 9% R32												
R32		9	9	9	9	9	9	9	9	9		
R152a		5	10	15	20	25	30	35	40	45		
R1234ze(E)		86	81	76	71	66	61	56	51	46		
Результаты расчета	Сравнительные данные	134a	R1234yf	9/5/86	9/10/81	9/15/76	9/20/71	9/25/66	9/30/61	9/35/56	9/40/51	9/45/46
Степень повышения давления	5.79	5.24	5.80	5.76	5.73	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64	5.64	
Объемный КПД	83.6%	84.7%	83.3%	83.6%	83.8%	84.1%	84.3%	84.5%	84.7%	84.8%	85.0%	
Гистерезис конденсатора (К)	0.0	0.0	5.4	5.1	4.7	4.4	4.1	3.8	3.6	3.4	3.2	
Гистерезис испарителя (К)	0.0	0.0	2.9	2.8	2.7	2.5	2.4	2.2	2.1	1.9	1.8	
T на входе испарителя (°C)	0.0	0.0	-1.4	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.1	-1.0	-1.0	-0.9	
T на выходе конденсатора (°C)	55.0	55.0	52.3	52.5	52.6	52.8	52.9	53.1	53.2	53.3	53.4	
P конденсатора (бар)	16.88	16.46	15.69	15.95	16.18	16.37	16.54	16.67	16.78	16.87	16.94	
P испарителя (бар)	2.92	3.14	2.71	2.77	2.83	2.87	2.91	2.95	2.97	2.99	3.00	
Холодильный эффект (кДж/кг)	123.76	94.99	127.3	131.5	135.9	140.4	145.0	149.8	154.7	159.8	165.0	
COP	2.03	1.91	2.04	2.05	2.06	2.06	2.07	2.08	2.08	2.09	2.10	
T разряда (°C)	99.15	92.88	97.1	98.6	100.0	101.4	102.8	104.2	105.6	107.1	108.5	
Массовый расход (кг/ч)	174.53	227.39	169.7	164.3	159.0	153.9	149.0	144.2	139.6	135.2	130.9	
Объемный расход (м ³ /час)	13.16	14.03	14.1	13.8	13.5	13.2	13.0	12.8	12.6	12.4	12.3	
Объемная производительность (м ³ /час)	1641	1540	1529	1569	1604	1637	1666	1692	1716	1737	1755	
Падение давления (кПа/м)	953	1239	1002	953	909	870	834	801	771	744	719	
ПГП (ТАР-основа)			61	66	72	78	83	89	95	101	106	
Отношение фтора R=F/(F+H)			0.620	0.595	0.573	0.551	0.531	0.512	0.494	0.477	0.461	
Емкость по отношению к 1234yf	106.6%	100.0%	99.3%	101.9%	104.2%	106.3%	108.2%	109.9%	111.4%	112.8%	114.0%	
Относительная COP	106.0%	100.0%	106.9%	107.2%	107.6%	107.9%	108.3%	108.6%	109.0%	109.4%	109.8%	
Относительное падение давления	76.9%	100.0%	80.9%	76.9%	73.4%	70.2%	67.3%	64.7%	62.2%	60.0%	58.0%	

Таблица 8.												
Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E), содержащих 10% R32												
R32		10	10	10	10	10	10	10	10	10		
R152a		5	10	15	20	25	30	35	40	45		
R1234ze(E)		85	80	75	70	65	60	55	50	45		
Результаты расчета	Сравнительные данные	134a	R1234yf	10/5/85	10/10/80	10/15/75	10/20/70	10/25/65	10/30/60	10/35/55	10/40/50	10/45/45
Степень повышения давления	5.79	5.24	5.80	5.76	5.72	5.69	5.67	5.66	5.65	5.64	5.64	
Объемный КПД	83.6%	84.7%	83.3%	83.6%	83.9%	84.1%	84.4%	84.6%	84.7%	84.9%	85.0%	
Гистерезис конденсатора (К)	0.0	0.0	5.8	5.4	5.0	4.7	4.4	4.1	3.8	3.6	3.4	
Гистерезис испарителя (К)	0.0	0.0	3.1	3.0	2.9	2.7	2.5	2.4	2.2	2.1	2.0	
T на входе испарителя (°C)	0.0	0.0	-1.6	-1.5	-1.4	-1.4	-1.3	-1.2	-1.1	-1.0	-1.0	
T на выходе конденсатора (°C)	55.0	55.0	52.1	52.3	52.5	52.7	52.8	53.0	53.1	53.2	53.3	
P конденсатора (бар)	16.88	16.46	16.00	16.25	16.47	16.66	16.81	16.94	17.04	17.12	17.18	
P испарителя (бар)	2.92	3.14	2.76	2.82	2.88	2.92	2.96	2.99	3.02	3.04	3.05	
Холодильный эффект (кДж/кг)	123.76	94.99	128.7	132.9	137.3	141.8	146.4	151.2	156.1	161.2	166.4	
COP	2.03	1.91	2.04	2.05	2.06	2.06	2.07	2.08	2.08	2.09	2.10	
T разряда (°C)	99.15	92.88	98.0	99.4	100.8	102.2	103.6	105.0	106.4	107.9	109.3	
Массовый расход (кг/ч)	174.53	227.39	167.9	162.5	157.4	152.4	147.6	142.9	138.4	134.0	129.8	
Объемный расход (м ³ /час)	13.16	14.03	13.8	13.5	13.2	13.0	12.7	12.5	12.4	12.2	12.1	
Объемная производительность (м ³ /час)	1641	1540	1562	1601	1636	1668	1696	1722	1744	1765	1782	

5	Падение давления (кПа/м)	953	1239	972	926	885	847	813	782	753	727	703
	ПГП (TAR-основа)			66	72	78	83	89	95	100	106	112
	Отношение фтора R=F/(F+H)			0.618	0.593	0.571	0.550	0.530	0.511	0.493	0.476	0.460
	Емкость по отношению к 1234yf	106.6%	100.0%	101.5%	104.0%	106.3%	108.3%	110.2%	111.8%	113.3%	114.6%	115.7%
	Относительная COP	106.0%	100.0%	106.9%	107.3%	107.6%	107.9%	108.3%	108.7%	109.0%	109.4%	109.8%
	Относительное падение давления	76.9%	100.0%	78.5%	74.8%	71.4%	68.4%	65.6%	63.1%	60.8%	58.7%	56.7%

Таблица 9.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E), содержащих 11% R32

10	R32			11	11	11	11	11	11	11	11	11
	R152a			5	10	15	20	25	30	35	40	45
	R1234ze(E)			84	79	74	69	64	59	54	49	44
	Результаты расчета		Сравнительные данные									
		134a	R1234yf	11/5/84	11/10/79	11/15/74	11/20/69	11/25/64	11/30/59	11/35/54	11/40/49	11/45/44
15	Степень повышения давления	5.79	5.24	5.79	5.75	5.72	5.69	5.67	5.65	5.64	5.64	5.63
	Объемный КПД	83.6%	84.7%	83.4%	83.7%	84.0%	84.2%	84.4%	84.6%	84.8%	85.0%	85.1%
	Гистерезис конденсатора (К)	0.0	0.0	6.1	5.7	5.3	5.0	4.6	4.3	4.1	3.9	3.7
	Гистерезис испарителя (К)	0.0	0.0	3.4	3.3	3.1	2.9	2.7	2.6	2.4	2.3	2.2
	T на входе испарителя (°C)	0.0	0.0	-1.7	-1.6	-1.6	-1.5	-1.4	-1.3	-1.2	-1.1	-1.1
20	T на выходе конденсатора (°C)	55.0	55.0	51.9	52.1	52.3	52.5	52.7	52.8	53.0	53.1	53.2
	P конденсатора (бар)	16.88	16.46	16.31	16.55	16.76	16.94	17.08	17.20	17.30	17.37	17.42
	P испарителя (бар)	2.92	3.14	2.82	2.88	2.93	2.98	3.01	3.04	3.07	3.08	3.09
	Холодильный эффект (кДж/кг)	123.76	94.99	130.1	134.3	138.6	143.1	147.8	152.6	157.5	162.6	167.9
	COP	2.03	1.91	2.05	2.05	2.06	2.06	2.07	2.08	2.08	2.09	2.10
25	T разряда (°C)	99.15	92.88	98.9	100.3	101.7	103.1	104.4	105.8	107.2	108.7	110.1
	Массовый расход (кг/ч)	174.53	227.39	166.1	160.8	155.8	150.9	146.2	141.6	137.1	132.8	128.7
	Объемный расход (м³/час)	13.16	14.03	13.5	13.2	13.0	12.7	12.5	12.3	12.2	12.1	11.9
	Объемная производительность (м³/час)	1641	1540	1596	1633	1668	1698	1726	1751	1773	1792	1809
	Падение давления (кПа/м)	953	1239	945	901	861	826	793	764	736	711	688
30	ПГП (TAR-основа)			72	77	83	89	94	100	106	111	117
	Отношение фтора R=F/(F+H)			0.616	0.592	0.569	0.548	0.528	0.509	0.492	0.475	0.459
	Емкость по отношению к 1234yf	106.6%	100.0%	103.6%	106.1%	108.3%	110.3%	112.1%	113.7%	115.1%	116.4%	117.5%
	Относительная COP	106.0%	100.0%	107.0%	107.3%	107.6%	108.0%	108.3%	108.7%	109.0%	109.4%	109.8%
	Относительное падение давления	76.9%	100.0%	76.2%	72.7%	69.5%	66.7%	64.0%	61.6%	59.4%	57.4%	55.5%

35

Таблица 10.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E), содержащих 12% R32

40	R32			12	12	12	12	12	12	12	12	12
	R152a			5	10	15	20	25	30	35	38	45
	R1234ze(E)			83	78	73	68	63	58	53	50	43
	Результаты расчета		Сравнительные данные									
		134a	R1234yf	12/5/83	12/10/78	12/15/73	12/20/68	12/25/63	12/30/58	12/35/53	12/38/50	12/45/43
45	Степень повышения давления	5.79	5.24	5.79	5.75	5.72	5.69	5.67	5.65	5.64	5.64	5.64
	Объемный КПД	83.6%	84.7%	83.5%	83.8%	84.0%	84.3%	84.5%	84.7%	84.8%	84.9%	85.1%
	Гистерезис конденсатора (К)	0.0	0.0	6.5	6.1	5.8	5.5	5.2	4.9	4.7	4.6	4.3
	Гистерезис испарителя (К)	0.0	0.0	3.7	3.6	3.4	3.3	3.1	2.9	2.8	2.7	2.6
	T на входе испарителя (°C)	0.0	0.0	-1.8	-1.8	-1.7	-1.6	-1.6	-1.5	-1.4	-1.4	-1.3
	T на выходе конденсатора (°C)	55.0	55.0	51.8	51.9	52.1	52.3	52.4	52.5	52.7	52.7	52.8
	P конденсатора (бар)	16.88	16.46	16.65	16.91	17.13	17.32	17.48	17.61	17.71	17.76	17.85
	P испарителя (бар)	2.92	3.14	2.88	2.94	3.00	3.04	3.08	3.11	3.14	3.15	3.17

	Холодильный эффект (кДж/кг)	123.76	94.99	131.4	135.6	139.9	144.4	149.0	153.7	158.6	161.6	168.9
	COP	2.03	1.91	2.05	2.05	2.06	2.06	2.07	2.08	2.08	2.09	2.10
	T разряда (°C)	99.15	92.88	99.8	101.2	102.6	103.9	105.3	106.7	108.1	109.0	110.9
5	Массовый расход (кг/ч)	174.53	227.39	164.4	159.3	154.4	149.6	145.0	140.5	136.2	133.6	127.9
	Объемный расход (м ³ /час)	13.16	14.03	13.2	12.9	12.7	12.4	12.2	12.1	11.9	11.8	11.7
	Объемная производительность (м ³ /час)	1641	1540	1631	1670	1705	1737	1766	1791	1814	1827	1852
	Падение давления (кПа/м)	953	1239	917	875	837	802	771	742	716	701	669
	ПГП (TAR-основа)			77	83	88	94	100	105	111	115	123
10	Отношение фтора R=F/(F+H)			0.614	0.590	0.567	0.546	0.527	0.508	0.491	0.480	0.458
	Емкость по отношению к 1234yf	106.6%	100.0%	105.9%	108.5%	110.8%	112.8%	114.7%	116.3%	117.8%	118.6%	120.3%
	Относительная COP	106.0%	100.0%	107.0%	107.3%	107.6%	107.9%	108.2%	108.5%	108.9%	109.1%	109.6%
	Относительное падение давления	76.9%	100.0%	74.0%	70.6%	67.5%	64.8%	62.2%	59.9%	57.8%	56.6%	54.0%

Таблица 11.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 4% R32 и 25% R134a

	R-32 (%b/w)			4	4	4	4	4	4	4	4	4
15	R-134a (%b/w)			25	25	25	25	25	25	25	25	25
	R-152a (%b/w)			5	10	15	20	25	30	35	40	45
	R-1234ze(E) (%b/w)			66	61	56	51	46	41	36	31	26
20	Результаты расчета		СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ									
			R134a	R1234yf								
	Степень повышения давления	5.79	5.24	5.72	5.70	5.69	5.69	5.68	5.68	5.68	5.69	5.70
25	Объемный КПД	83.6%	84.7%	83.4%	83.6%	83.8%	84.0%	84.2%	84.4%	84.5%	84.7%	84.8%
	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	2.8	2.6	2.4	2.3	2.1	2.0	1.9	1.8
30	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9
	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5
35	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.6	53.7	53.8	53.9	53.9	54.0	54.0	54.1
	P конденсатора	бар	16.88	16.46	15.52	15.70	15.85	15.98	16.09	16.17	16.24	16.30
40	P испарителя	бар	2.92	3.14	2.71	2.75	2.78	2.81	2.83	2.85	2.86	2.87
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	121.58	126.41	131.35	136.41	141.57	146.85	152.23	157.71
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10
	T разряда	°C	99.15	92.88	95.12	96.71	98.30	99.87	101.44	103.00	104.55	106.09
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	177.67	170.87	164.44	158.35	152.57	147.09	141.89	136.96
45	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	14.35	14.05	13.79	13.56	13.36	13.18	13.03	12.90
	Объемная производительность	м ³ /час	1641	1540	1505	1537	1566	1593	1617	1638	1658	1675
	Падение давления	кПа/м	953	1239	1054	1002	955	913	875	840	808	779
	ПГП (TAR-основа)				357	363	368	374	380	385	391	397
	F/(F+H)				0.631	0.607	0.584	0.562	0.542	0.523	0.504	0.487
	Емкость по отношению к 1234yf		106.6%	100.0%	97.7%	99.8%	101.7%	103.4%	105.0%	106.4%	107.7%	108.8%
	Относительная COP		106.0%	100.0%	106.0%	106.6%	107.1%	107.6%	108.1%	108.6%	109.1%	109.6%
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	85.0%	80.9%	77.1%	73.7%	70.6%	67.8%	65.2%	62.8%

Таблица 12.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 6% R32 и 25% R134a

	R-32 (%b/w)			6	6	6	6	6	6	6	6	6
45	R-134a (%b/w)			25	25	25	25	25	25	25	25	25
	R-152a (%b/w)			5	10	15	20	25	30	35	40	45
	R-1234ze(E) (%b/w)			64	59	54	49	44	39	34	29	24

Результаты расчета		СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ											
		134a	R1234yf	6/25/5/64	6/25/10/59	6/25/15/54	6/25/20/49	6/25/25/44	6/25/30/39	6/25/35/34	6/25/40/29	6/25/45/24	
5	Степень повышения давления	5.79	5.24	5.72	5.71	5.69	5.69	5.68	5.68	5.69	5.69	5.70	
5	Объемный КПД	83.6%	84.7%	83.5%	83.8%	84.0%	84.2%	84.3%	84.5%	84.6%	84.8%	84.9%	
10	Гистерезис конденсатора	К	0.0	0.0	3.6	3.4	3.2	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4
10	Гистерезис испарителя	К	0.0	0.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	
10	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.0	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	
15	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.2	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7	53.7	53.8	53.8
15	P конденсатора	бар	16.88	16.46	16.15	16.31	16.45	16.56	16.66	16.73	16.79	16.83	16.86
15	P испарителя	бар	2.92	3.14	2.82	2.86	2.89	2.91	2.93	2.94	2.95	2.96	2.96
15	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	124.46	129.29	134.24	139.30	144.48	149.77	155.17	160.67	166.27
20	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.10
20	T разряда	°C	99.15	92.88	96.94	98.51	100.07	101.63	103.17	104.72	106.25	107.78	109.31
20	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	173.55	167.07	160.91	155.06	149.51	144.22	139.20	134.44	129.91
20	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	13.75	13.49	13.25	13.05	12.87	12.72	12.58	12.47	12.36
20	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1571	1602	1630	1655	1678	1698	1716	1733	1747
25	Падение давления	кПа/м	953	1239	992	945	903	865	830	798	769	742	718
25	ПГП (TAR-основа)				368	374	379	385	391	396	402	408	413
25	F/(F+H)				0.627	0.603	0.580	0.559	0.539	0.520	0.502	0.485	0.469
25	Емкость по отношению к 1234yf		100.0%	102.0%	104.0%	105.8%	107.5%	109.0%	110.3%	111.5%	112.5%	113.5%	
25	Относительная COP		106.0%	100.0%	106.1%	106.7%	107.2%	107.7%	108.2%	108.7%	109.1%	109.6%	110.0%
25	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	80.0%	76.3%	72.9%	69.8%	67.0%	64.4%	62.1%	59.9%	57.9%

Таблица 13.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 8% R32 и 25% R134a

30	R-32 (%b/w)				8	8	8	8	8	8	8	8	
30	R-134a (%b/w)				25	25	25	25	25	25	25	25	
30	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	
30	R-1234ze (E) (%b/w)				62	57	52	47	42	37	32	27	
35		СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ											
		Результаты расчета	134a	R1234yf	8/25/5/62	8/25/10/57	8/25/15/52	8/25/20/47	8/25/25/42	8/25/30/37	8/25/35/32	8/25/40/27	8/25/45/22
35	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.72	5.70	5.69	5.68	5.68	5.68	5.68	5.69	5.70
35	Объемный КПД		83.6%	84.7%	83.7%	83.9%	84.1%	84.3%	84.5%	84.6%	84.7%	84.9%	85.0%
40	Гистерезис конденсатора	К	0.0	0.0	4.2	4.0	3.8	3.6	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0
40	Гистерезис испарителя	К	0.0	0.0	2.4	2.3	2.1	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7
40	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.2	-1.1	-1.1	-1.0	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
40	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	52.9	53.0	53.1	53.2	53.3	53.4	53.4	53.5	53.5
45	P конденсатора	бар	16.88	16.46	16.77	16.92	17.04	17.14	17.22	17.28	17.32	17.35	17.37
45	P испарителя	бар	2.92	3.14	2.93	2.97	2.99	3.02	3.03	3.04	3.05	3.05	3.05
45	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	127.25	132.08	137.03	142.11	147.30	152.61	158.03	163.56	169.18
45	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.10
45	T разряда	°C	99.15	92.88	98.72	100.26	101.80	103.34	104.87	106.40	107.92	109.44	110.95
45	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	169.74	163.54	157.63	152.00	146.64	141.54	136.68	132.06	127.67
45	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	13.19	12.96	12.76	12.58	12.42	12.29	12.17	12.07	11.98
45	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1637	1667	1693	1717	1739	1758	1775	1790	1803
45	Падение давления	кПа/м	953	1239	936	894	856	821	790	760	734	709	686

	ПГП (TAR-основа)			379	384	390	396	402	407	413	419	424
	F/(F+H)			0.623	0.599	0.577	0.556	0.536	0.517	0.499	0.483	0.467
	Емкость по отношению к 1234yf		100.0%	106.3%	108.2%	110.0%	111.5%	112.9%	114.2%	115.3%	116.3%	117.1%
5	Относительная COP		106.0%	100.0%	106.2%	106.7%	107.2%	107.7%	108.2%	108.7%	109.1%	109.6%
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	75.5%	72.2%	69.1%	66.3%	63.7%	61.4%	59.2%	57.2%

Таблица 14

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 10% R32 и 25% R134a

	R-32 (%b/w)			10	10	10	10	10	10	10	10	10
10	R-134a (%b/w)			25	25	25	25	25	25	25	25	25
	R-152a (%b/w)			5	10	15	20	25	30	35	40	45
	R-1234ze(E) (%b/w)			60	55	50	45	40	35	30	25	20
				СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ								
15	Результаты расчета	134a	R1234yf	10/25/5/ 60	10/25/ 10/55	10/25/15/50	10/25/20/ 45	10/25/25/ 40	10/25/30/ 35	10/25/35/ 30	10/25/40/ 25	10/25/ 45/20
	Степень повышения давления			5.79	5.24	5.71	5.69	5.68	5.68	5.68	5.68	5.69
	Объемный КПД			83.6%	84.7%	83.8%	84.1%	84.3%	84.4%	84.6%	84.7%	84.9%
20	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	4.8	4.5	4.3	4.1	3.9	3.8	3.7	3.6
	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	2.8	2.7	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1
	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.2	-1.1	-1.1	-1.1
25	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	52.6	52.7	52.9	53.0	53.0	53.1	53.2	53.2
	P конденсатора	бар	16.88	16.46	17.39	17.52	17.63	17.71	17.78	17.83	17.86	17.88
	P испарителя	бар	2.92	3.14	3.05	3.08	3.10	3.12	3.13	3.14	3.14	3.14
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	129.95	134.79	139.75	144.84	150.05	155.38	160.83	166.38
30	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10
	T разряда	°C	99.15	92.88	100.45	101.97	103.49	105.01	106.53	108.05	109.56	111.07
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	166.21	160.25	154.56	149.13	143.95	139.01	134.30	129.82
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	12.68	12.48	12.30	12.14	12.00	11.88	11.78	11.69
35	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1703	1731	1757	1779	1800	1818	1834	1847
	Падение давления	кПа/м	953	1239	886	848	813	781	752	726	701	678
	ПГП (TAR-основа)				390	395	401	407	412	418	424	430
	F/(F+H)				0.619	0.595	0.573	0.552	0.533	0.514	0.497	0.480
	Емкость по отношению к 1234yf		100.0%	110.6%	112.4%	114.1%	115.6%	116.9%	118.1%	119.1%	120.0%	120.8%
	Относительная COP		106.0%	100.0%	106.3%	106.8%	107.2%	107.7%	108.2%	108.6%	109.1%	109.5%
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	71.5%	68.4%	65.6%	63.1%	60.7%	58.6%	56.6%	54.7%

Таблица 14А.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 12% R32 и 25% R134a

	R-32 (%b/w)			12	12	12	12	12	12	12	12	12
40	R-134a (%b/w)			25	25	25	25	25	25	25	25	25
	R-152a (%b/w)			5	10	15	20	25	30	35	40	45
	R-1234ze(E) (%b/w)			58	53	48	43	38	33	28	23	18
				СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ								
45	Результаты расчета	134a	R1234yf	12/25/5/ 58	12/25/ 10/53	12/25/15/48	12/25/20/ 43	12/25/25/ 38	12/25/30/ 33	12/25/35/ 28	12/25/40/ 23	12/25/ 45/18
	Степень повышения давления			5.79	5.24	5.70	5.68	5.67	5.67	5.67	5.67	5.68
	Объемный КПД			83.6%	84.7%	84.0%	84.2%	84.4%	84.6%	84.7%	84.9%	85.0%
	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	5.2	5.0	4.7	4.5	4.3	4.2	4.1	4.0
	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	3.2	3.0	2.9	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5
	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.6	-1.5	-1.4	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.2

	Т на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	52.4	52.5	52.6	52.7	52.8	52.9	52.9	53.0	53.0		
	Р конденсатора	бар	16.88	16.46	18.00	18.12	18.21	18.28	18.33	18.36	18.38	18.39	18.38		
	Р испарителя	бар	2.92	3.14	3.16	3.19	3.21	3.23	3.24	3.24	3.24	3.24	3.23		
5	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	132.58	137.42	142.40	147.51	152.74	158.10	163.57	169.15	174.83		
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.09	2.10		
	Т разряда	°C	99.15	92.88	102.14	103.64	105.15	106.65	108.16	109.66	111.16	112.66	114.15		
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	162.92	157.18	151.69	146.44	141.42	136.63	132.05	127.70	123.55		
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	12.21	12.03	11.87	11.73	11.61	11.51	11.42	11.34	11.28		
10	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1769	1796	1820	1841	1860	1877	1892	1905	1916		
	Падение давления	кПа/м	953	1239	840	805	774	745	718	694	671	650	630		
	ПГП (TAR-основа)				400	406	412	418	423	429	435	440	446		
	F/(F+H)				0.615	0.592	0.570	0.549	0.530	0.512	0.494	0.478	0.462		
	Емкость по отношению к 1234yf				100.0%	114.9%	116.6%	118.2%	119.6%	120.8%	121.9%	122.9%	123.7%	124.4%	
15	Относительная COP				106.0%	100.0%	106.3%	106.8%	107.2%	107.7%	108.2%	108.6%	109.0%	109.5%	109.9%
	Относительное падение давления				76.9%	100.0%	67.8%	65.0%	62.5%	60.1%	58.0%	56.0%	54.1%	52.4%	50.9%

Таблица 15

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 15% R32 и 25% R134a

	R-32 (%b/w)				15	15	15	15	15	15	15	15	15		
	R-134a (%b/w)				25	25	25	25	25	25	25	25	25		
20	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45		
	R-1234ze(E) (%b/w)				55	50	45	40	35	30	25	20	15		
		СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ													
	Результаты расчета		134a	R1234yf	15/25/55	15/25/10/50	15/25/15/45	15/25/20/40	15/25/25/35	15/25/30/30	15/25/35/25	15/25/40/20	15/25/45/15		
25	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.67	5.66	5.65	5.65	5.65	5.65	5.66	5.67	5.68		
	Объемный КПД		83.6%	84.7%	84.3%	84.5%	84.7%	84.8%	85.0%	85.1%	85.2%	85.3%	85.4%		
	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	5.8	5.5	5.2	5.0	4.9	4.7	4.6	4.6	4.5		
	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	3.7	3.5	3.4	3.2	3.1	3.0	3.0	3.0	3.0		
30	Т на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.8	-1.8	-1.7	-1.6	-1.6	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5		
	Т на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	52.1	52.3	52.4	52.5	52.6	52.6	52.7	52.7	52.7		
	Р конденсатора	бар	16.88	16.46	18.90	19.00	19.07	19.12	19.15	19.16	19.16	19.15	19.12		
	Р испарителя	бар	2.92	3.14	3.33	3.36	3.37	3.38	3.39	3.39	3.39	3.38	3.37		
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	136.38	141.24	146.25	151.39	156.66	162.06	167.58	173.20	178.93		
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.07	2.08	2.09	2.10		
35	T разряда	°C	99.15	92.88	104.61	106.09	107.58	109.06	110.55	112.04	113.53	115.01	116.49		
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	158.38	152.93	147.69	142.68	137.88	133.28	128.90	124.71	120.72		
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	11.57	11.42	11.29	11.17	11.07	10.99	10.92	10.86	10.80		
	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1867	1892	1914	1934	1951	1966	1979	1990	1999		
40	Падение давления	кПа/м	953	1239	779	749	721	696	672	650	630	611	593		
	ПГП (TAR-основа)				417	423	428	434	440	445	451	457	462		
	F/(F+H)				0.609	0.586	0.565	0.545	0.526	0.508	0.491	0.475	0.459		
	Емкость по отношению к 1234yf				100.0%	121.2%	122.9%	124.3%	125.6%	126.7%	127.7%	128.5%	129.2%	129.8%	
	Относительная COP				106.0%	100.0%	106.3%	106.8%	107.2%	107.6%	108.1%	108.5%	108.9%	109.4%	109.8%
45	Относительное падение давления				76.9%	100.0%	62.9%	60.4%	58.2%	56.1%	54.2%	52.5%	50.8%	49.3%	47.9%

Таблица 16.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 4% R32 и 30% R134a

R-32 (%b/w)				4	4	4	4	4	4	4	4	4
R-134a (%b/w)				30	30	30	30	30	30	30	30	30

	R-152a (%b/w)			5	10	15	20	25	30	35	40	45
	R-1234ze(E) (%b/w)			61	56	51	46	41	36	31	26	21
			СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ									
5	Результаты расчета		134a R1234yf	4/30/5/ 61	4/30/10/ 56	4/30/15/ 51	4/30/20/46	4/30/25/ 41	4/30/30/ 36	4/30/35/ 31	4/30/40/ 26	4/30/45/ 21
	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.71	5.70	5.69	5.68	5.68	5.69	5.70	5.70
	Объемный КПД		83.6%	84.7%	83.5%	83.7%	83.9%	84.1%	84.3%	84.4%	84.6%	84.7%
10	Гистерезис конденсатора	К	0.0	0.0	2.7	2.5	2.3	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
	Гистерезис испарителя	К	0.0	0.0	1.5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9
10	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.7	53.8	53.8	53.9	54.0	54.0	54.1	54.1
	P конденсатора	бар	16.88	16.46	15.78	15.94	16.07	16.18	16.27	16.34	16.40	16.44
	P испарителя	бар	2.92	3.14	2.76	2.80	2.83	2.85	2.86	2.88	2.88	2.89
15	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	121.98	126.90	131.92	137.07	142.33	147.69	153.16	158.73
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10
	T разряда	°C	99.15	92.88	95.65	97.25	98.85	100.43	102.01	103.59	105.15	106.71
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	177.07	170.22	163.73	157.59	151.76	146.25	141.02	136.08
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	14.11	13.83	13.59	13.38	13.20	13.04	12.90	12.78
20	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1531	1562	1589	1614	1637	1657	1675	1691
	Падение давления	кПа/м	953	1239	1033	983	938	898	861	827	796	768
	Емкость по отношению к 1234yf		100.0%	99.4%	101.4%	103.2%	104.8%	106.3%	107.6%	108.8%	109.8%	110.7%
	Относительная COP		106.0%	100.0%	105.9%	106.5%	107.1%	107.6%	108.1%	108.7%	109.2%	109.7%
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	83.4%	79.3%	75.7%	72.5%	69.5%	66.7%	64.3%	62.0%

25 Таблица 17.

	Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 6% R32 и 30% R134a											
	R-32 (%b/w)			6	6	6	6	6	6	6	6	6
	R-134a (%b/w)			30	30	30	30	30	30	30	30	30
	R-152a (%b/w)			5	10	15	20	25	30	35	40	45
	R-1234ze(E) (%b/w)			59	54	49	44	39	34	29	24	19
30		СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ										
	Результаты расчета		134a R1234yf	6/30/5/ 59	6/30/ 10/54	6/30/15/ 49	6/30/20/ 44	6/30/25/ 39	6/30/ 30/34	6/30/35/ 29	6/30/40/ 24	6/30/45/ 19
	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.71	5.70	5.69	5.68	5.68	5.69	5.69	5.70
	Объемный КПД		83.6%	84.7%	83.6%	83.8%	84.0%	84.2%	84.4%	84.5%	84.7%	84.8%
35	Гистерезис конденсатора	К	0.0	0.0	3.4	3.2	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4
	Гистерезис испарителя	К	0.0	0.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3
	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7
	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.3	53.4	53.5	53.6	53.7	53.7	53.8	53.8
40	P конденсатора	бар	16.88	16.46	16.41	16.55	16.67	16.76	16.84	16.90	16.94	16.96
	P испарителя	бар	2.92	3.14	2.87	2.90	2.93	2.95	2.96	2.97	2.98	2.97
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	124.84	129.76	134.80	139.95	145.23	150.61	156.11	161.70
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.11
	T разряда	°C	99.15	92.88	97.46	99.04	100.62	102.19	103.75	105.31	106.86	108.40
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	173.02	166.46	160.24	154.34	148.73	143.41	138.37	133.58
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	13.52	13.28	13.07	12.89	12.72	12.58	12.46	12.36
45	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1597	1626	1653	1676	1697	1716	1733	1748
	Падение давления	кПа/м	953	1239	973	928	888	851	817	787	758	732
	Емкость по отношению к 123yf		100.0%	103.7%	105.6%	107.3%	108.9%	110.2%	111.5%	112.6%	113.5%	114.4%

Относительная COP		106.0%	100.0%	106.0%	106.6%	107.1%	107.6%	108.2%	108.7%	109.2%	109.6%	110.1%
Относительное падение давления		76.9%	100.0%	78.5%	74.9%	71.7%	68.7%	66.0%	63.5%	61.2%	59.1%	57.2%

Таблица 18.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 8% R32 и 30% R134a

R-32 (%b/w)				8	8	8	8	8	8	8	8	8
R-134a (%b/w)				30	30	30	30	30	30	30	30	30
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45
R-1234ze(E) (%b/w)				57	52	47	42	37	32	27	22	17
		СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ										
Результаты расчета		134a	R1234yf	8/30/5/ 57	8/30/ 10/52	8/30/15/ 47	8/30/20/ 42	8/30/25/ 37	8/30/30/ 32	8/30/35/ 27	8/30/40/ 22	8/30/45/ 17
Степень повышения давления		5.79	5.24	5.71	5.69	5.68	5.68	5.68	5.68	5.69	5.70	5.71
Объемный КПД		83.6%	84.7%	83.8%	84.0%	84.2%	84.3%	84.5%	84.7%	84.8%	84.9%	85.0%
Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	4.0	3.8	3.6	3.4	3.3	3.1	3.0	3.0	2.9
Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	2.3	2.2	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7
T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.2	-1.1	-1.0	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.0	53.1	53.2	53.3	53.4	53.4	53.5	53.5	53.5
P конденсатора	бар	16.88	16.46	17.03	17.15	17.26	17.34	17.40	17.44	17.47	17.48	17.49
P испарителя	бар	2.92	3.14	2.98	3.01	3.04	3.05	3.06	3.07	3.07	3.07	3.06
Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	127.62	132.54	137.59	142.76	148.05	153.46	158.98	164.60	170.32
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.10
T разряда	°C	99.1	92.88	99.23	100.79	102.34	103.90	105.45	106.99	108.53	110.06	111.59
Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	169.26	162.97	156.99	151.30	145.89	140.75	135.87	131.23	126.82
Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	12.99	12.78	12.59	12.43	12.29	12.16	12.06	11.97	11.89
Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1663	1691	1716	1738	1758	1776	1792	1805	1817
Падение давления	кПа/м	953	1239	919	879	842	809	778	750	724	700	678
Емкость по отношению к 1234yf		100.0%	108.0%	109.8%	111.4%	112.9%	114.2%	115.3%	116.4%	117.2%	118.0%	
Относительная COP		106.0%	100.0%	106.1%	106.6%	107.2%	107.7%	108.2%	108.7%	109.1%	109.6%	110.1%
Относительное падение давления		76.9%	100.0%	74.2%	70.9%	68.0%	65.3%	62.8%	60.5%	58.4%	56.5%	54.7%

Таблица 19.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134s, содержащих 10% R32 и 30% R134a

R-32 (%b/w)				10	10	10	10	10	10	10	10	10
R-134a (%b/w)				30	30	30	30	30	30	30	30	30
R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45
R-1234ze(E) (%b/w)				55	50	45	40	35	30	25	20	15
		СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ										
Результаты расчета		134a	R1234yf	10/30/5/ 55	10/30/ 10/50	10/30/15/ 45	10/30/20/ 40	10/30/ 25/35	10/30/ 30/30	10/30/ 35/25	10/30/ 40/20	10/30/ 45/15
Степень повышения давления		5.79	5.24	5.70	5.68	5.68	5.67	5.67	5.68	5.68	5.69	5.70
Объемный КПД		83.6%	84.7%	83.9%	84.1%	84.3%	84.5%	84.6%	84.8%	84.9%	85.0%	85.1%
Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	4.5	4.3	4.1	3.9	3.8	3.6	3.5	3.5	3.4
Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	2.7	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1
T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.3	-1.3	-1.2	-1.2	-1.1	-1.1	-1.1	-1.0	-1.0
T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	52.7	52.9	53.0	53.0	53.1	53.2	53.2	53.3	53.3
P конденсатора	бар	16.88	16.46	17.64	17.75	17.84	17.91	17.95	17.98	18.00	18.00	17.99
P испарителя	бар	2.92	3.14	3.10	3.12	3.14	3.16	3.16	3.17	3.17	3.16	3.15
Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	130.30	135.24	140.30	145.49	150.81	156.24	161.79	167.44	173.18
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.09	2.10

	Т разряда	°C	99.15	92.88	100.95	102.49	104.03	105.57	107.11	108.64	110.17	111.69	113.21
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	165.77	159.72	153.95	148.46	143.23	138.24	133.51	129.00	124.72
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	12.50	12.31	12.14	12.00	11.88	11.77	11.68	11.60	11.53
5	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1729	1755	1779	1800	1819	1835	1850	1862	1873
	Падение давления	кПа/м	953	1239	871	834	800	770	742	716	692	670	649
	ПГП (TAR)				454	460	466	471	477	483	489	494	500
	F/(F+H)				0.619	0.596	0.574	0.553	0.533	0.515	0.498	0.481	0.465
10	Емкость по отношению к 1234yf			100.0%	112.3%	114.0%	115.5%	116.9%	118.1%	119.2%	120.1%	120.9%	121.6%
	Относительная COP		106.0%	100.0%	106.2%	106.7%	107.2%	107.7%	108.2%	108.6%	109.1%	109.6%	110.0%
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	70.3%	67.3%	64.6%	62.1%	59.9%	57.8%	55.8%	54.0%	52.4%

Таблица 20.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 12% R32 и 30% R134a

	R-32 (%b/w)			12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
15	R-134a (%b/w)			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
	R-152a (%b/w)			5	10	15	20	25	30	35	40	45		
	R-1234ze(E) (%b/w)			53	48	43	38	33	28	23	18	13		
	СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ													
20	Результаты расчета		134a	R1234yf	12/30/5/53	12/30/10/48	12/30/15/43	12/30/2 0/38	12/30/2 5/33	12/30/3 0/28	12/30/3 5/23	12/30/4 0/18	12/30/45/13	
	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.68	5.67	5.67	5.66	5.67	5.67	5.68	5.69	5.70	
	Объемный КПД		83.6%	84.7%	84.1%	84.3%	84.5%	84.6%	84.8%	84.9%	85.0%	85.2%	85.3%	
25	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	5.0	4.7	4.5	4.3	4.2	4.1	4.0	3.9	3.9	
	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	3.0	2.9	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	
	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.5	-1.4	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	
	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	52.5	52.6	52.7	52.8	52.9	53.0	53.0	53.0	53.1	
30	P конденсатора	бар	16.88	16.46	18.25	18.34	18.42	18.47	18.50	18.52	18.52	18.51	18.49	
	P испарителя	бар	2.92	3.14	3.21	3.23	3.25	3.26	3.27	3.27	3.26	3.25	3.24	
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	132.92	137.87	142.95	148.17	153.51	158.97	164.54	170.22	176.00	
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.09	2.10	
35	T разряда	°C	99.15	92.88	102.64	104.17	105.69	107.22	108.74	110.26	111.78	113.30	114.80	
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	162.50	156.67	151.10	145.78	140.71	135.87	131.27	126.89	122.73	
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	12.04	11.87	11.73	11.60	11.49	11.40	11.32	11.26	11.20	
	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1794	1819	1842	1862	1879	1894	1908	1919	1929	
	Падение давления	кПа/м	953	1239	826	793	762	734	708	684	662	642	623	
40	ПГП (TAR)				465	471	477	482	488	494	499	505	511	
	F/(F+H)				0.615	0.592	0.570	0.550	0.531	0.512	0.495	0.479	0.463	
	Емкость по отношению к 1234yf			100.0%	116.5%	118.2%	119.6%	120.9%	122.0%	123.0%	123.9%	124.6%	125.3%	
	Относительная COP		106.0%	100.0%	106.2%	106.7%	107.2%	107.7%	108.1%	108.6%	109.1%	109.5%	109.9%	
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	66.7%	64.0%	61.5%	59.3%	57.2%	55.2%	53.5%	51.8%	50.3%	

Таблица 20A.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 15% R32 и 30% R134a

	R-32 (%b/w)			15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
45	R-134a (%b/w)			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
	R-152a (%b/w)			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
	R-1234ze(E) (%b/w)			50	45	40	35	30	25	20	15	10		
	СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ													
	Результаты расчета		134a	R1234yf	15/30/5/50	15/30/10/45	15/30/15/40	15/30/20/35	15/30/25/30	15/30/30/25	15/30/35/20	15/30/40/15	15/30/45/10	

	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.66	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	5.66	5.67	5.69
5	Объемный КПД		83.6%	84.7%	84.4%	84.6%	84.7%	84.9%	85.0%	85.1%	85.3%	85.4%	85.5%
	Гистерезис конденсатора	К	0.0	0.0	5.5	5.2	5.0	4.8	4.7	4.6	4.5	4.5	4.4
	Гистерезис испарителя	К	0.0	0.0	3.5	3.3	3.2	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9
T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.8	-1.7	-1.6	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	52.3	52.4	52.5	52.6	52.7	52.7	52.7	52.8	52.8	52.8
P конденсатора	бар	16.88	16.46	19.15	19.22	19.27	19.30	19.31	19.31	19.29	19.27	19.27	19.23
P испарителя	бар	2.92	3.14	3.38	3.40	3.41	3.42	3.42	3.42	3.41	3.40	3.38	3.38
Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	136.71	141.69	146.81	152.06	157.45	162.96	168.58	174.31	180.13	
10	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.07	2.08	2.09	2.10
	T разряда	°C	99.15	92.88	105.12	106.62	108.12	109.63	111.14	112.65	114.15	115.65	117.15
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	157.99	152.44	147.13	142.05	137.19	132.55	128.13	123.92	119.91
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	11.42	11.28	11.16	11.06	10.97	10.89	10.83	10.78	10.74
15	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1892	1915	1935	1953	1969	1983	1994	2004	2012
	Падение давления	кПа/м	953	1239	767	738	711	686	663	642	622	604	587
	ПГП (TAR-основа)				482	487	493	499	504	510	516	521	527
	F/(F+H)				0.609	0.587	0.565	0.545	0.526	0.508	0.492	0.475	0.460
	Емкость по отношению к 1234yf			100.0%	122.9%	124.4%	125.7%	126.9%	127.9%	128.8%	129.5%	130.1%	130.7%
20	Относительная COP		106.0%	100.0%	106.2%	106.7%	107.1%	107.6%	108.1%	108.5%	109.0%	109.4%	109.8%
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	61.9%	59.6%	57.4%	55.4%	53.5%	51.8%	50.2%	48.7%	47.4%

Таблица 21.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 4% R32 и 35% R134a

	R-32 (%b/w)			4	4	4	4	4	4	4	4	4	
25	R-134a (%b/w)			35	35	35	35	35	35	35	35	35	
	R-152a (%b/w)			5	10	15	20	25	30	35	40	45	
	R-1234ze(E) (%b/w)			56	51	46	41	36	31	26	21	16	
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ													
30	Результаты расчета	134a	R1234yf	4/35/5/56	4/35/10/ 51	4/35/15/ 46	4/35/20/ 41	4/35/25/ 36	4/35/30/ 31	4/35/35/ 26	4/35/40/ 21	4/35/ 45/16	
	Степень повышения давления	5.79	5.24	5.70	5.69	5.68	5.68	5.68	5.69	5.70	5.70	5.72	
	Объемный КПД	83.6%	84.7%	83.6%	83.8%	84.0%	84.1%	84.3%	84.5%	84.6%	84.7%	84.8%	
	Гистерезис конденсатора	К	0.0	0.0	2.5	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7
	Гистерезис испарителя	К	0.0	0.0	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9
	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
35	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.7	53.8	53.9	54.0	54.0	54.1	54.1	54.1	54.2
	P конденсатора	бар	16.88	16.46	16.03	16.17	16.28	16.37	16.44	16.50	16.54	16.56	16.57
	P испарителя	бар	2.92	3.14	2.81	2.84	2.86	2.88	2.89	2.90	2.90	2.90	2.90
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	122.44	127.44	132.56	137.80	143.15	148.61	154.18	159.83	165.58
	COP		2.03	1.91	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11
40	T разряда	°C	99.15	92.88	96.18	97.80	99.41	101.01	102.61	104.19	105.77	107.34	108.90
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	176.41	169.49	162.94	156.75	150.89	145.34	140.10	135.14	130.45
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	13.88	13.63	13.41	13.21	13.05	12.90	12.78	12.67	12.57
	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1557	1585	1611	1635	1656	1674	1691	1705	1718
45	Падение давления	кПа/м	953	1239	1013	965	922	883	847	815	785	757	732
	ПГП (TAR-основа)				486	492	498	503	509	515	521	526	532
	F/(F+H)				0.632	0.607	0.584	0.563	0.543	0.524	0.506	0.489	0.473
	Емкость по отношению к 1234yf		100.0%	101.1%	103.0%	104.6%	106.2%	107.5%	108.7%	109.8%	110.8%	111.6%	
	Относительная COP		106.0%	100.0%	105.9%	106.4%	107.0%	107.6%	108.1%	108.7%	109.2%	109.7%	110.2%
	Относительное падение		76.9%	100.0%	81.8%	77.9%	74.4%	71.3%	68.4%	65.7%	63.3%	61.1%	59.1%

давления											
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Таблица 22.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 6% R32 и 35% R134a

5	R-32 (%b/w)				6	6	6	6	6	6	6			
10	R-134a (%b/w)				35	35	35	35	35	35	35			
15	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35			
20	R-1234ze (E) (%b/w)				54	49	44	39	34	29	24			
25					СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ									
30	Результаты расчета		134a	R1234yf	6/35/5/54	6/35/10/ 49	6/35/15/ 44	6/35/20/39	6/35/25/ 34	6/35/30/ 29	6/35/35/ 24	6/35/40/ 19	6/35/ 45/14	
35	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.70	5.69	5.68	5.68	5.69	5.69	5.70	5.71	5.72	
40	Объемный КПД		83.6%	84.7%	83.7%	83.9%	84.1%	84.3%	84.4%	84.6%	84.7%	84.8%	84.9%	
45	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	3.2	3.0	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.3	
	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	
	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-0.9	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	
	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.4	53.5	53.6	53.7	53.7	53.8	53.8	53.8	53.8	
	P конденсатора	бар	16.88	16.46	16.65	16.78	16.87	16.95	17.01	17.05	17.07	17.09	17.09	
	P испарителя	бар	2.92	3.14	2.92	2.95	2.97	2.98	2.99	3.00	3.00	2.99	2.99	
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	125.29	130.29	135.43	140.68	146.06	151.54	157.13	162.81	168.59	
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	
	T разряда	°C	99.15	92.88	97.99	99.59	101.18	102.76	104.34	105.92	107.48	109.04	110.59	
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	172.41	165.78	159.49	153.54	147.89	142.54	137.47	132.67	128.12	
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	13.31	13.09	12.90	12.73	12.59	12.46	12.35	12.26	12.18	
	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1622	1650	1674	1696	1716	1734	1749	1762	1774	
	Падение давления	кПа/м	953	1239	955	912	873	838	805	775	748	723	699	
	ПГП (TAR-основа)				497	503	509	514	520	526	531	537	543	
	F/(F+H)				0.627	0.603	0.581	0.560	0.540	0.521	0.503	0.487	0.471	
	Емкость по отношению к 1234yf			100.0%	105.4%	107.1%	108.7%	110.2%	111.5%	112.6%	113.6%	114.5%	115.2%	
	Относительная COP		106.0%	100.0%	106.0%	106.5	107.1%	107.6%	108.2%	108.7%	109.2%	109.7%	110.2%	
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	77.1%	73.6%	70.5%	67.6%	65.0%	62.6%	60.4%	58.3%	56.4%	

Таблица 23.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 8% R32 и 35% R134a

35	R-32 (%b/w)				8	8	8	8	8	8	8			
40	R-134a (%b/w)				35	35	35	35	35	35	35			
45	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35			
	R-1234ze(E) (%b/w)				52	47	42	37	32	27	22			
					СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ									
	Результаты расчета		134a	R1234yf	8/35/5/ 52	8/35/ 10/47	8/35/ 15/42	8/35/ 20/37	8/35/ 25/32	8/35/ 30/27	8/35/35/ 22	8/35/40/ 17	8/35/ 45/12	
	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.69	5.69	5.68	5.68	5.68	5.69	5.70	5.71	5.72	
	Объемный КПД		83.6%	84.7%	83.8%	84.0%	84.2%	84.4%	84.5%	84.7%	84.8%	84.9%	85.0%	
	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	3.8	3.6	3.4	3.3	3.1	3.0	3.0	2.9	2.9	
	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	2.2	2.1	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	
	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.1	-1.0	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	
	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.1	53.2	53.3	53.4	53.4	53.5	53.5	53.5	53.6	
	P конденсатора	бар	16.88	16.46	17.27	17.38	17.46	17.52	17.57	17.59	17.61	17.60	17.59	
	P испарителя	бар	2.92	3.14	3.03	3.06	3.07	3.08	3.09	3.09	3.09	3.08	3.08	
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	128.04	133.07	138.22	143.49	148.89	154.40	160.01	165.73	171.53	
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	

	Т разряда	°C	99.15	92.88	99.75	101.33	102.90	104.47	106.04	107.60	109.16	110.71	112.25
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	168.69	162.33	156.28	150.53	145.07	139.90	134.99	130.33	125.92
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	12.80	12.60	12.43	12.29	12.16	12.05	11.95	11.87	11.80
5	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1688	1714	1737	1758	1777	1793	1807	1819	1830
	Падение давления	кПа/м	953	1239	903	864	829	796	767	739	714	691	669
	ПГП (TAR-основа)				508	514	520	525	531	537	542	548	554
	F/(F+H)				0.623	0.600	0.578	0.557	0.537	0.518	0.501	0.484	0.468
10	Емкость по отношению к 1234yf		106.6%	100.0%	109.6%	111.3%	112.8%	114.2%	115.4%	116.4%	117.4%	118.2%	118.8%
	Относительная COP		106.0%	100.0%	106.0%	106.6%	107.1%	107.7%	108.2%	108.7%	109.2%	109.7%	110.1%
10	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	72.9%	69.8%	66.9%	64.3%	61.9%	59.7%	57.6%	55.8%	54.0%

Таблица 24.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 10% R32 и 35% R134a

	R-32 (%b/w)				10	10	10	10	10	10	10	10	10	
15	R-134a (%b/w)				35	35	35	35	35	35	35	35	35	
	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	
	R-1234ze(E) (%b/w)				50	45	40	35	30	25	20	15	10	
	СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ													
20	Результаты расчета		134a	R1234yf	10/35/5/ 50	10/35/ 10/45	10/35/ 15/40	10/35/20/ 35	10/35/ 25/30	10/35/ 30/25	10/35/ 35/20	10/35/ 40/15	10/35/ 45/10	
20	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.69	5.68	5.67	5.67	5.68	5.68	5.69	5.70	5.72	
	Объемный КПД		83.6%	84.7%	84.0%	84.2%	84.4%	84.5%	84.7%	84.8%	84.9%	85.0%	85.1%	
25	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	4.3	4.1	3.9	3.7	3.6	3.5	3.4	3.4	3.4	
	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	
25	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.3	-1.2	-1.1	-1.1	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	52.8	53.0	53.1	53.1	53.2	53.2	53.3	53.3	53.3	
30	P конденсатора	бар	16.88	16.46	17.88	17.97	18.04	18.09	18.12	18.13	18.13	18.12	18.09	
	P испарителя	бар	2.92	3.14	3.14	3.17	3.18	3.19	3.19	3.19	3.18	3.18	3.17	
30	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	130.73	135.76	140.93	146.24	151.66	157.20	162.84	168.58	174.42	
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.10	
30	T разряда	°C	99.15	92.88	101.48	103.04	104.59	106.15	107.71	109.26	110.80	112.34	113.87	
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	165.23	159.10	153.26	147.71	142.43	137.41	132.65	128.13	123.84	
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	12.32	12.15	12.00	11.87	11.76	11.66	11.58	11.51	11.46	
35	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1753	1778	1800	1820	1837	1852	1865	1876	1885	
	Падение давления	кПа/м	953	1239	856	821	788	759	731	706	683	661	641	
	ПГП (TAR-основа)				519	525	530	536	542	548	553	559	565	
	F/(F+H)				0.619	0.596	0.574	0.554	0.534	0.516	0.498	0.482	0.466	
40	Емкость по отношению к 1234yf				100.0%	113.9%	115.5%	116.9%	118.2%	119.3%	120.3%	121.1%	121.8%	122.5%
	Относительная COP		106.0%	100.0%	106.1%	106.6%	107.1%	107.7%	108.2%	108.7%	109.1%	109.6%	110.1%	
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	69.1%	66.2%	63.6%	61.2%	59.0%	57.0%	55.1%	53.4%	51.8%	

Таблица 25.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 12% R32 и 35% R134a

	R-32 (%b/w)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	
45	R-134a (%b/w)				35	35	35	35	35	35	35	35	35	
	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	
	R-1234ze(E) (%b/w)				48	43	38	33	28	23	18	13	8	
	СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ													
	Результаты расчета		134a	R1234yf	12/35/5/ 48	12/35/ 10/43	12/35/ 15/38	12/35/2 0/ 33	12/35/ 25/28	12/35/ 30/23	12/35/ 35/18	12/35/4 0/13	12/35/4 5/8	

	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.67	5.67	5.66	5.66	5.67	5.68	5.69	5.70	5.71		
5	Объемный КПД		83.6%	84.7%	84.2%	84.4%	84.5%	84.7%	84.8%	85.0%	85.1%	85.2%	85.3%		
	Гистерезис конденсатора	К	0.0	0.0	4.7	4.5	4.3	4.1	4.0	3.9	3.9	3.8	3.8		
	Гистерезис испарителя	К	0.0	0.0	2.9	2.7	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4		
	Т на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.4	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2		
	Т на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	52.6	52.8	52.9	52.9	53.0	53.0	53.1	53.1	53.1		
	Р конденсатора	бар	16.88	16.46	18.48	18.56	18.61	18.65	18.66	18.66	18.65	18.62	18.59		
	Р испарителя	бар	2.92	3.14	3.26	3.28	3.29	3.29	3.29	3.29	3.28	3.27	3.25		
10	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	133.34	138.39	143.59	148.92	154.37	159.94	165.61	171.39	177.25		
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.09	2.10		
	Т разряда	°C	99.15	92.88	103.16	104.71	106.25	107.80	109.34	110.88	112.42	113.95	115.47		
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	162.00	156.08	150.43	145.05	139.93	135.05	130.43	126.03	121.86		
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	11.88	11.73	11.60	11.48	11.39	11.31	11.24	11.18	11.13		
15	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1818	1842	1863	1881	1897	1911	1922	1932	1941		
	Падение давления	кПа/м	953	1239	814	781	751	724	699	675	654	634	616		
	ПГП (TAR-основа)				530	536	541	547	553	558	564	570	575		
	F/(F+H)				0.615	0.592	0.571	0.550	0.531	0.513	0.496	0.480	0.464		
	Емкость по отношению к 1234yf				100.0%	118.1%	119.6%	121.0%	122.2%	123.2%	124.1%	124.9%	125.5%	126.0%	
20	Относительная COP				106.0%	100.0%	106.1%	106.6%	107.1%	107.6%	108.1%	108.6%	109.1%	109.6%	110.0%
	Относительное падение давления				76.9%	100.0%	65.7%	63.0%	60.6%	58.4%	56.4%	54.5%	52.8%	51.2%	49.7%

Таблица 26.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 15% R32 и 35% R134a

	R-32 (%b/w)				15	15	15	15	15	15	15	15	15		
25	R-134a (%b/w)				35	35	35	35	35	35	35	35	35		
	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45		
	R-1234ze(E) (%b/w)				45	40	35	30	25	20	15	10	5		
		СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ													
30	Результаты расчета		134a	R1234yf	15/35/ 5/45	15/35/ 10/40	15/35/ 15/35	15/35/2 0/ 30	15/35/ 25/25	15/35/ 30/20	15/35/ 35/15	15/35/4 0/10	15/35/ 45/5		
	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.65	5.65	5.64	5.65	5.65	5.66	5.67	5.69	5.70		
	Объемный КПД		83.6%	84.7%	84.4%	84.6%	84.8%	84.9%	85.1%	85.2%	85.3%	85.4%	85.5%		
	Гистерезис конденсатора	К	0.0	0.0	5.2	5.0	4.8	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4	4.4		
	Гистерезис испарителя	К	0.0	0.0	3.3	3.2	3.1	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9		
	Т на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.7	-1.6	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.4	-1.5	-1.5		
35	Т на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	52.4	52.5	52.6	52.7	52.7	52.8	52.8	52.8	52.8		
	Р конденсатора	бар	16.88	16.46	19.38	19.43	19.46	19.47	19.47	19.45	19.42	19.37	19.32		
	Р испарителя	бар	2.92	3.14	3.43	3.44	3.45	3.45	3.44	3.44	3.42	3.41	3.39		
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	137.13	142.23	147.46	152.83	158.33	163.95	169.68	175.50	181.42		
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.08	2.09	2.10		
40	Т разряда	°C	99.15	92.88	105.64	107.17	108.69	110.22	111.75	113.28	114.80	116.32	117.83		
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	157.51	151.87	146.48	141.33	136.42	131.75	127.30	123.07	119.06		
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	11.28	11.15	11.04	10.95	10.87	10.81	10.75	10.71	10.68		
	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1916	1937	1956	1972	1986	1998	2008	2017	2023		
45	Падение давления	кПа/м	953	1239	756	728	701	677	655	634	615	597	580		
	ПГП (TAR-основа)				546	552	558	563	569	575	580	586	592		
	F/(F+H)				0.610	0.587	0.566	0.546	0.527	0.509	0.492	0.476	0.461		
	Емкость по отношению к 1234yf				100.0%	124.4%	125.8%	127.0%	128.1%	129.0%	129.8%	130.4%	131.0%	131.4%	
	Относительная COP				106.0%	100.0%	106.1%	106.6%	107.1%	107.6%	108.0%	108.5%	109.0%	109.5%	109.9%
	Относительное падение давления				76.9%	100.0%	61.0%	58.7%	56.6%	54.6%	52.8%	51.2%	49.6%	48.2%	46.8%

давления											
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Таблица 27.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 4% R32 и 40% R134a

5	R-32 (%b/w)				4	4	4	4	4	4	4	4			
5	R-134a (%b/w)				40	40	40	40	40	40	40	40			
5	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40			
5	R-1234ze(E) (%b/w)				51	46	41	36	31	26	21	16			
5					СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ										
10	Результаты расчета		134a	R1234yf	4/40/5/ 51	4/40/10/ 46	4/40/ 15/41	4/40/20/ 36	4/40/ 25/31	4/40/ 30/26	4/40/ 35/21	4/40/40/ 16	4/40/45/ 11		
10	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.69	5.69	5.68	5.68	5.69	5.70	5.70	5.72	5.73		
10	Объемный КПД		83.6%	84.7%	83.6%	83.8%	84.0%	84.2%	84.3%	84.5%	84.6%	84.7%	84.8%		
15	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	2.4	2.2	2.1	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6		
15	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9		
15	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4		
15	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.8	53.9	54.0	54.0	54.1	54.1	54.2	54.2	54.2		
20	P конденсатора	бар	16.88	16.46	16.27	16.38	16.48	16.55	16.61	16.64	16.67	16.68	16.68		
20	P испарителя	бар	2.92	3.14	2.86	2.88	2.90	2.91	2.92	2.92	2.92	2.92	2.91		
20	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	122.96	128.06	133.27	138.61	144.06	149.61	155.27	161.01	166.84		
20	COP		2.03	1.91	2.02	2.03	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11		
20	T разряда	°C	99.15	92.88	96.73	98.36	99.99	101.60	103.22	104.82	106.41	108.00	109.57		
20	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	175.67	168.68	162.07	155.83	149.94	144.37	139.11	134.15	129.46		
25	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	13.66	13.43	13.23	13.06	12.91	12.78	12.66	12.57	12.48		
25	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1581	1608	1632	1654	1673	1691	1706	1719	1730		
25	Падение давления	кПа/м	953	1239	994	948	907	869	834	803	774	747	723		
25	ПГП (ТАР-основа)				551	557	562	568	574	580	585	591	597		
25	F/(F+H)				0.632	0.608	0.585	0.564	0.543	0.525	0.507	0.490	0.474		
30	Емкость по отношению к 1234yf				100.0%	102.7%	104.4%	106.0%	107.4%	108.7%	109.8%	110.8%	111.6%	112.4%	
30	Относительная COP				106.0%	100.0%	105.8%	106.4%	107.0%	107.6%	108.2%	108.7%	109.3%	109.8%	110.3%
30	Относительное падение давления				76.9%	100.0%	80.3%	76.5%	73.2%	70.1%	67.3%	64.8%	62.4%	60.3%	58.3%

Таблица 28.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 6% R32 и 40% R134a

35	R-32 (%b/w)				6	6	6	6	6	6	6	6		
35	R-134a (%b/w)				40	40	40	40	40	40	40	40		
35	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40		
35	R-1234ze(E) (%b/w)				49	44	39	34	29	24	19	14		
35					СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ									
40	Результаты расчета		134a	R1234yf	6/40/5/ 49	6/40/10/ 44	6/40/ 15/39	6/40/20/ 34	6/40/ 25/29	6/40/ 30/24	6/40/ 35/19	6/40/40/ 14	6/40/ 45/9	
40	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.69	5.69	5.68	5.69	5.69	5.70	5.71	5.72	5.73	
40	Объемный КПД		83.6%	84.7%	83.8%	84.0%	84.1%	84.3%	84.5%	84.6%	84.7%	84.8%	84.9%	
45	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	3.0	2.9	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.3	2.3	
45	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	
45	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	
45	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.5	53.6	53.7	53.7	53.8	53.8	53.8	53.9	53.9	
45	P конденсатора	бар	16.88	16.46	16.89	16.99	17.07	17.13	17.17	17.19	17.20	17.20	17.19	
45	P испарителя	бар	2.92	3.14	2.97	2.99	3.00	3.01	3.02	3.02	3.01	3.01	3.00	
45	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	125.79	130.90	136.14	141.50	146.97	152.55	158.23	164.01	169.87	
45	COP		2.03	1.91	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	

	Т разряда	°C	99.15	92.88	98.54	100.15	101.75	103.36	104.95	106.54	108.13	109.70	111.26
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	171.71	165.01	158.66	152.65	146.97	141.59	136.51	131.70	127.16
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	13.12	12.92	12.74	12.59	12.46	12.35	12.25	12.16	12.09
5	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1646	1672	1695	1716	1734	1750	1764	1776	1786
	Падение давления	кПа/м	953	1239	939	897	859	825	793	764	738	713	691
	ПГП (TAR-основа)				562	568	573	579	585	590	596	602	608
	F/(F+H)				0.628	0.604	0.581	0.560	0.540	0.522	0.504	0.487	0.471
10	Емкость по отношению к 1234yf			100.0%	106.9%	108.6%	110.1%	111.4%	112.6%	113.6%	114.5%	115.3%	116.0%
	Относительная COP		106.0%	100.0%	105.9%	106.5%	107.1%	107.6%	108.2%	108.7%	109.3%	109.8%	110.3%
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	75.8%	72.4%	69.3%	66.6%	64.0%	61.7%	59.5%	57.6%	55.7%

Таблица 29.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 8% R32 и 40% R134a

	R-32 (%b/w)				8	8	8	8	8	8	8	8	8
15	R-134a (%b/w)				40	40	40	40	40	40	40	40	40
	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45
	R-1234ze(E) (%b/w)				47	42	37	32	27	22	17	12	7
	СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ												
20	Результаты расчета		134a	R1234yf	8/40/5/ 47	8/40/ 10/42	8/40/ 15/37	8/40/ 20/32	8/40/ 25/27	8/40/ 30/22	8/40/35/ 17	8/40/40/ 12	8/40/ 45/7
	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.69	5.68	5.68	5.68	5.69	5.70	5.71	5.72	5.73
	Объемный КПД		83.6%	84.7%	83.9%	84.1%	84.3%	84.4%	84.6%	84.7%	84.8%	84.9%	85.0%
	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	3.6	3.4	3.2	3.1	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8
	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	2.1	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8
25	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.2	53.3	53.4	53.4	53.5	53.5	53.6	53.6	53.6
	P конденсатора	бар	16.88	16.46	17.50	17.59	17.65	17.69	17.72	17.73	17.73	17.71	17.69
	P испарителя	бар	2.92	3.14	3.08	3.10	3.11	3.11	3.12	3.11	3.11	3.10	3.09
	Холодильный эффект	кДж/ кг	123.76	94.99	128.55	133.67	138.93	144.31	149.81	155.42	161.14	166.94	172.83
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11
30	T разряда	°C	99.15	92.88	100.30	101.89	103.48	105.07	106.65	108.23	109.81	111.37	112.92
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	168.03	161.59	155.47	149.67	144.18	138.97	134.05	129.39	124.98
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	12.62	12.44	12.29	12.16	12.04	11.94	11.86	11.79	11.73
	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1712	1736	1758	1777	1794	1809	1821	1832	1841
	Падение давления	кПа/м	953	1239	888	850	816	785	756	729	705	682	661
	ПГП (TAR-основа)				573	579	584	590	596	601	607	613	618
35	F/(F+H)				0.624	0.600	0.578	0.557	0.538	0.519	0.502	0.485	0.469
	Емкость по отношению к 1234yf			100.0%	111.2%	112.8%	114.2%	115.4%	116.5%	117.5%	118.3%	119.0%	119.6%
	Относительная COP		106.0%	100.0%	106.0%	106.5%	107.1%	107.7%	108.2%	108.7%	109.2%	109.7%	110.2%
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	71.7%	68.6%	65.9%	63.3%	61.0%	58.8%	56.9%	55.1%	53.4%

40

	Таблица 30.												
	Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 10% R32 и 40% R134a												
	R-32 (%b/w)				10	10	10	10	10	10	10	10	10
45	R-134a (%b/w)				40	40	40	40	40	40	40	40	40
	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45
	R-1234ze(E) (%b/w)				45	40	35	30	25	20	15	10	5
	СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ												
	Результаты расчета		134a	R1234yf	10/40/5/ 45	10/40/ 10/40	10/40/ 15/35	10/40/ 20/30	10/40/ 25/25	10/40/ 30/20	10/40/ 35/15	10/40/ 40/10	10/40/ 45/5
	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.68	5.67	5.67	5.68	5.68	5.69	5.70	5.72	5.73

	Объемный КПД		83.6%	84.7%	84.1%	84.3%	84.4%	84.6%	84.7%	84.8%	85.0%	85.1%	85.2%
5	Гистерезис конденсатора	К	0.0	0.0	4.1	3.9	3.7	3.6	3.5	3.4	3.4	3.3	3.3
	Гистерезис испарителя	К	0.0	0.0	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	2.1	2.1
	Т на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.2	-1.1	-1.1	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
	Т на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.0	53.1	53.1	53.2	53.3	53.3	53.3	53.3	53.3
10	Р конденсатора	бар	16.88	16.46	18.11	18.18	18.23	18.26	18.27	18.27	18.25	18.22	18.19
	Р испарителя	бар	2.92	3.14	3.19	3.20	3.21	3.22	3.21	3.21	3.20	3.19	3.17
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	131.23	136.37	141.66	147.07	152.60	158.24	163.98	169.82	175.74
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11
15	Т разряда	°C	99.15	92.88	102.02	103.60	105.17	106.75	108.32	109.89	111.46	113.01	114.55
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	164.60	158.39	152.48	146.87	141.55	136.50	131.72	127.20	122.91
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	12.16	12.00	11.87	11.75	11.65	11.57	11.50	11.44	11.39
	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1777	1800	1820	1838	1854	1867	1879	1889	1897
	Падение давления	кПа/м	953	1239	843	808	777	748	721	697	674	653	634
	ПГП (TAR-основа)				584	589	595	601	607	612	618	624	629
20	F/(F+H)				0.620	0.596	0.575	0.554	0.535	0.516	0.499	0.483	0.467
	Емкость по отношению к 1234yf			100.0%	115.4%	116.9%	118.2%	119.4%	120.4%	121.3%	122.0%	122.7%	123.2%
	Относительная COP		106.0%	100.0%	106.0%	106.6%	107.1%	107.7%	108.2%	108.7%	109.2%	109.7%	110.2%
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	68.0%	65.2%	62.7%	60.3%	58.2%	56.2%	54.4%	52.7%	51.2%

20	Таблица 31.													
	Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 12% R32 и 40% R134a													
	R-32 (%b/w)				12	12	12	12	12	12	12	12	12	
	R-134a (%b/w)				40	40	40	40	40	40	40	40	40	
25	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	
	R-1234ze(E) (%b/w)				43	38	33	28	23	18	13	8	3	
25	СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ													
	Результаты расчета		134a	R1234yf	12/40/5/43	12/40/ 10/38	12/40/ 15/33	12/40/ 20/28	12/40/ 25/23	12/40/ 30/18	12/40/ 35/13	12/40/ 40/8	12/40/ 45/3	
30	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.67	5.66	5.66	5.67	5.67	5.68	5.70	5.71	5.72	
	Объемный КПД		83.6%	84.7%	84.2%	84.4%	84.6%	84.7%	84.9%	85.0%	85.1%	85.2%	85.3%	
	Гистерезис конденсатора	К	0.0	0.0	4.5	4.3	4.1	4.0	3.9	3.8	3.8	3.8	3.8	
	Гистерезис испарителя	К	0.0	0.0	2.7	2.6	2.5	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	
	Т на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	
	Т на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	52.8	52.9	53.0	53.0	53.1	53.1	53.1	53.1	53.1	
35	Р конденсатора	бар	16.88	16.46	18.71	18.76	18.80	18.81	18.81	18.79	18.76	18.73	18.68	
	Р испарителя	бар	2.92	3.14	3.30	3.31	3.32	3.32	3.31	3.31	3.29	3.28	3.26	
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	133.84	139.01	144.32	149.76	155.32	161.00	166.77	172.64	178.6	
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	
	T разряда	°C	99.15	92.88	103.71	105.27	106.84	108.40	109.97	111.53	113.08	114.62	116.16	
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	161.39	155.38	149.66	144.23	139.06	134.16	129.52	125.11	120.94	
40	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	11.73	11.59	11.47	11.37	11.29	11.22	11.16	11.11	11.07	
	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1842	1863	1882	1899	1913	1926	1936	1945	1952	
	Падение давления	кПа/м	953	1239	801	769	741	714	689	667	646	627	609	
	ПГП (TAR-основа)				595	600	606	612	617	623	629	634	640	
	F/(F+H)				0.616	0.593	0.571	0.551	0.532	0.514	0.497	0.480	0.465	
45	Емкость по отношению к 1234yf			100.0%	119.6%	121.0%	122.3%	123.3%	124.2%	125.1%	125.7%	126.3%	126.8%	
	Относительная COP		106.0%	100.0%	106.0%	106.6%	107.1%	107.6%	108.1%	108.7%	109.1%	109.6%	110.1%	
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	64.6%	62.1%	59.8%	57.6%	55.6%	53.8%	52.1%	50.6%	49.1%	

Таблица 32.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 15% R32 и 40% R134a														
5	R-32 (%b/w)				15	15	15	15	15	15	15			
	R-134a (%b/w)				40	40	40	40	40	40	40			
	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35			
	R-1234ze(E) (%b/w)				40	35	30	25	20	15	10			
		СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ												
10	Результаты расчета		134a	R1234yf	15/40/5/40	15/40/ 10/35	15/40/ 15/30	15/40/ 20/25	15/40/ 25/20	15/40/ 30/15	15/40/ 35/10	15/40/ 40/5	15/40/ 45/0	
	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.64	5.64	5.65	5.65	5.66	5.67	5.68	5.70	5.71	
	Объемный КПД		83.6%	84.7%	84.5%	84.7%	84.8%	85.0%	85.1%	85.2%	85.3%	85.4%	85.5%	
	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	4.9	4.7	4.6	4.5	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3	
	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	3.2	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	
	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.6	-1.5	-1.5	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.5	
	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	52.5	52.6	52.7	52.8	52.8	52.8	52.8	52.8	52.8	
	P конденсатора	бар	16.88	16.46	19.60	19.63	19.64	19.63	19.61	19.57	19.53	19.47	19.40	
	P испарителя	бар	2.92	3.14	3.47	3.48	3.48	3.47	3.46	3.45	3.44	3.42	3.40	
	Холодильный эффект	кДж/ кг	123.76	94.99	137.65	142.86	148.22	153.71	159.32	165.04	170.87	176.79	182.80	
15	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.09	2.10	
	T разряда	°C	99.15	92.88	106.19	107.73	109.28	110.84	112.39	113.93	115.47	117.01	118.53	
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	156.92	151.20	145.73	140.53	135.58	130.87	126.41	122.18	118.16	
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	11.14	11.03	10.94	10.85	10.79	10.73	10.69	10.65	10.62	
	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1938	1958	1975	1990	2002	2013	2022	2028	2034	
20	Падение давления	кПа/м	953	1239	745	717	692	668	646	626	608	590	574	
	ПГП (TAR-основа)				611	617	622	628	634	639	645	651	657	
	F/(F+H)				0.610	0.588	0.566	0.546	0.528	0.510	0.493	0.477	0.462	
	Емкость по отношению к 1234yf			100.0%	125.9%	127.2%	128.3%	129.2%	130.1%	130.7%	131.3%	131.7%	132.1%	
25	Относительная COP			106.0%	100.0%	106.0%	106.5%	107.0%	107.6%	108.1%	108.6%	109.0%	109.5%	110.0%
	Относительное падение давления			76.9%	100.0%	60.1%	57.9%	55.8%	53.9%	52.2%	50.5%	49.0%	47.6%	46.3%

Таблица 33.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 4% R32 и 45% R134a													
30	R-32 (%b/w)				4	4	4	4	4	4	4		
	R-134a (%b/w)				45	45	45	45	45	45	45		
	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35		
	R-1234ze(E) (%b/w)				46	41	36	31	26	21	16		
		СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ											
35	Результаты расчета		134a	R1234yf	4/45/5/46	4/45/ 10/41	4/45/ 15/36	4/45/ 20/31	4/45/ 25/26	4/45/ 30/21	4/45/35/ 16	4/45/40/ 11	4/45/ 45/6
	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.69	5.68	5.68	5.69	5.70	5.71	5.72	5.73	5.74
	Объемный КПД		83.6%	84.7%	83.7%	83.9%	84.1%	84.2%	84.4%	84.5%	84.6%	84.7%	84.8%
	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	2.2	2.1	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6
	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4
	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.9	54.0	54.0	54.1	54.1	54.2	54.2	54.2	54.2
	P конденсатора	бар	16.88	16.46	16.49	16.59	16.66	16.72	16.76	16.78	16.79	16.78	16.77
	P испарителя	бар	2.92	3.14	2.90	2.92	2.93	2.94	2.94	2.94	2.94	2.93	2.92
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	123.55	128.75	134.06	139.50	145.05	150.70	156.44	162.27	168.18
40	COP		2.03	1.91	2.02	2.03	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11
	T разряда	°C	99.15	92.88	97.30	98.94	100.58	102.22	103.84	105.46	107.07	108.66	110.25
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	174.83	167.77	161.12	154.84	148.92	143.33	138.07	133.11	128.43
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	13.47	13.26	13.07	12.92	12.78	12.66	12.56	12.48	12.40
	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1604	1629	1652	1672	1690	1706	1720	1731	1742
45													

	Падение давления	кПа/м	953	1239	976	932	892	855	822	791	763	737	714
	ПГП (TAR-основа)				616	621	627	633	639	644	650	656	661
	F/(F+H)				0.632	0.608	0.585	0.564	0.544	0.525	0.507	0.490	0.474
	Емкость по отношению к 1234yf			100.0%	104.2%	105.8%	107.3%	108.6%	109.8%	110.8%	111.7%	112.5%	113.1%
5	Относительная COP		106.0%	100.0%	105.8%	106.4%	107.0%	107.6%	108.2%	108.8%	109.4%	109.9%	110.4%
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	78.8%	75.2%	72.0%	69.0%	66.3%	63.9%	61.6%	59.5%	57.6%

Таблица 34.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 6% R32 и 45% R134a

	R-32 (%b/w)				6	6	6	6	6	6	6	6	6	
10	R-134a (%b/w)				45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	
	R-1234ze(E) (%b/w)			44	39	34	29	24	19	14	9	4		
					СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ									
15	Результаты расчета		134a	R1234yf	6/45/5/44	6/45/ 10/39	6/45/ 15/34	6/45/ 20/29	6/45/ 25/24	6/45/ 30/19	6/45/35/ 14	6/45/ 40/9	6/45/ 45/4	
	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.69	5.68	5.69	5.69	5.70	5.71	5.72	5.73	5.75	
	Объемный КПД		83.6%	84.7%	83.8%	84.0%	84.2%	84.3%	84.5%	84.6%	84.7%	84.8%	84.9%	
20	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	2.9	2.7	2.6	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	
	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
25	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7	
	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.6	53.7	53.7	53.8	53.8	53.8	53.9	53.9	53.9	
	P конденсатора	бар	16.88	16.46	17.11	17.19	17.25	17.29	17.31	17.32	17.32	17.30	17.27	
	P испарителя	бар	2.92	3.14	3.01	3.02	3.03	3.04	3.04	3.03	3.03	3.02	3.01	
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	126.38	131.59	136.94	142.40	147.97	153.65	159.42	165.28	171.22	
	COP		2.03	1.91	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	
30	T разряда	°C	99.15	92.88	99.10	100.73	102.35	103.97	105.58	107.19	108.79	110.37	111.94	
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	170.92	164.14	157.74	151.69	145.97	140.58	135.49	130.68	126.15	
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	12.94	12.76	12.60	12.46	12.34	12.24	12.15	12.08	12.02	
35	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1669	1693	1715	1734	1750	1765	1777	1788	1797	
	Падение давления	кПа/м	953	1239	923	882	846	812	782	754	728	704	682	
	ПГП (TAR-основа)				627	632	638	644	649	655	661	667	672	
	F/(F+H)				0.628	0.604	0.582	0.561	0.541	0.522	0.505	0.488	0.472	
	Емкость по отношению к 1234yf			100.0%	108.4%	110.0%	111.4%	112.6%	113.7%	114.6%	115.4%	116.1%	116.7%	
	Относительная COP		106.0%	100.0%	105.9%	106.5%	107.1%	107.7%	108.2%	108.8%	109.3%	109.9%	110.4%	
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	74.5%	71.2%	68.3%	65.6%	63.1%	60.8%	58.8%	56.8%	55.1%	

Таблица 34А.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 8% R32 и 45% R134a

	R-32 (%b/w)				8	8	8	8	8	8	8	8	8	
40	R-134a (%b/w)				45	45	45	45	45	45	45	45	45	
	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45	
	R-1234ze(E) (%b/w)				42	37	32	27	22	17	12	7	2	
					СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ									
45	Результаты расчета		134a	R1234yf	8/45/5/4 2	8/45/ 10/37	8/45/ 15/32	8/45/ 20/27	8/45/ 25/22	8/45/ 30/17	8/45/35/ 12	8/45/ 40/7	8/45/ 45/2	
	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.68	5.68	5.68	5.69	5.70	5.71	5.72	5.73	5.75	
	Объемный КПД		83.6%	84.7%	84.0%	84.2%	84.3%	84.5%	84.6%	84.7%	84.8%	84.9%	85.0%	
	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	3.4	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8	2.8	2.8	2.8	
	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	2.0	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	
	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	
	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.3	53.4	53.5	53.5	53.5	53.6	53.6	53.6	53.6	

	P конденсатора	бар	16.88	16.46	17.72	17.78	17.83	17.85	17.86	17.86	17.84	17.81	17.77
	P испарителя	бар	2.92	3.14	3.12	3.13	3.14	3.14	3.14	3.13	3.12	3.11	3.09
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	129.13	134.37	139.74	145.23	150.83	156.54	162.35	168.24	174.21
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11
5	T разряда	°C	99.15	92.88	100.86	102.47	104.08	105.69	107.29	108.89	110.47	112.05	113.61
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	167.27	160.75	154.58	148.73	143.21	137.98	133.05	128.39	123.99
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	12.45	12.29	12.16	12.04	11.93	11.85	11.77	11.71	11.66
	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1734	1757	1777	1795	1810	1823	1834	1844	1852
10	Падение давления	кПа/м	953	1239	874	837	804	773	745	719	696	674	654
	ПГП (TAR-основа)				638	643	649	655	660	666	672	677	683
	F/(F+H)				0.624	0.600	0.578	0.558	0.538	0.520	0.502	0.486	0.470
15	Емкость по отношению к 1234yf				100.0%	112.6%	114.1%	115.4%	116.6%	117.5%	118.4%	119.1%	119.8%
	Относительная COP				106.0%	100.0%	105.9%	106.5%	107.1%	107.7%	108.2%	108.8%	109.3%
	Относительное падение давления				76.9%	100.0%	70.5%	67.6%	64.9%	62.4%	60.1%	58.1%	56.2%

Таблица 35.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 10% R32 и 45% R134a

	R-32 (%b/w)				10	10	10	10	10	10	10	10	10
	R-134a (%b/w)				45	45	45	45	45	45	45	45	45
	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45
20	R-1234ze(E) (%b/w)				40	35	30	25	20	15	10	5	0
	СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ												
	Результаты расчета		134a	R1234yf	10/45/5/40	10/45/ 10/35	10/45/ 15/30	10/45/ 20/25	10/45/ 25/20	10/45/ 30/15	10/45/ 35/10	10/45/ 40/5	10/45/ 45/0
	Степень повышения давления		5.79	5.24	5.67	5.67	5.68	5.68	5.69	5.70	5.72	5.73	5.75
25	Объемный КПД		83.6%	84.7%	84.1%	84.3%	84.5%	84.6%	84.8%	84.9%	85.0%	85.1%	85.2%
	Гистерезис конденсатора	K	0.0	0.0	3.8	3.7	3.5	3.4	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3
	Гистерезис испарителя	K	0.0	0.0	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1
	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.1	-1.1	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	53.1	53.2	53.2	53.3	53.3	53.3	53.4	53.4	53.4
30	P конденсатора	бар	16.88	16.46	18.32	18.37	18.40	18.41	18.41	18.39	18.36	18.32	18.27
	P испарителя	бар	2.92	3.14	3.23	3.24	3.24	3.24	3.23	3.22	3.21	3.20	3.18
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	131.81	137.08	142.47	147.99	153.63	159.37	165.21	171.14	177.14
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11
	T разряда	°C	99.15	92.88	102.58	104.18	105.78	107.37	108.97	110.55	112.13	113.70	115.25
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	163.87	157.58	151.61	145.95	140.60	135.53	130.74	126.21	121.94
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	12.01	11.87	11.74	11.64	11.55	11.48	11.42	11.37	11.33
35	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1799	1820	1839	1855	1869	1882	1892	1900	1907
	Падение давления	кПа/м	953	1239	829	796	765	737	712	688	666	646	627
	ПГП (TAR-основа)				648	654	660	666	671	677	683	688	694
	F/(F+H)				0.620	0.597	0.575	0.555	0.535	0.517	0.500	0.483	0.468
40	Емкость по отношению к 1234yf				100.0%	116.8%	118.2%	119.4%	120.5%	121.4%	122.2%	122.9%	123.4%
	Относительная COP				106.0%	100.0%	105.9%	106.5%	107.1%	107.7%	108.2%	108.8%	109.3%
	Относительное падение давления				76.9%	100.0%	66.9%	64.2%	61.8%	59.5%	57.4%	55.5%	53.7%

Таблица 36.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 12% R32 и 45% R134a

	R-32 (%b/w)				12	12	12	12	12	12	12	12	12
	R-134a (%b/w)				45	45	45	45	45	45	45	45	45
	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	40	45
45	R-1234ze(E) (%b/w)				38	33	28	23	18	13	8	3	-2

		СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ											
5	Результаты расчета	134a	R1234yf	12/45/5/38	12/45/ 10/33	12/45/ 15/28	12/45/ 20/23	12/45/ 25/18	12/45/ 30/13	12/45/ 35/8	12/45/ 40/3	12/45/ 45/-2	
Степень повышения давления		5.79	5.24	5.66	5.66	5.67	5.67	5.68	5.70	5.71	5.72	5.74	
Объемный КПД		83.6%	84.7%	84.3%	84.5%	84.6%	84.8%	84.9%	85.0%	85.1%	85.2%	85.3%	
Гистерезис конденсатора	К	0.0	0.0	4.2	4.1	3.9	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	
Гистерезис испарителя	К	0.0	0.0	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	
T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	
T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	52.9	53.0	53.0	53.1	53.1	53.1	53.1	53.1	53.1	
P конденсатора	бар	16.88	16.46	18.92	18.95	18.97	18.96	18.94	18.91	18.87	18.82	18.75	
P испарителя	бар	2.92	3.14	3.34	3.35	3.35	3.34	3.33	3.32	3.30	3.29	3.27	
Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	134.43	139.73	145.15	150.71	156.38	162.15	168.03	173.99	180.03	
COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	
T разряда	°C	99.15	92.88	104.27	105.86	107.45	109.03	110.62	112.19	113.76	115.32	116.87	
Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	160.68	154.59	148.81	143.32	138.13	133.21	128.55	124.15	119.98	
15	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	11.59	11.47	11.36	11.27	11.20	11.14	11.08	11.04	11.01
Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1864	1884	1901	1916	1929	1940	1949	1956	1962	
Падение давления	кПа/м	953	1239	789	758	730	704	681	659	638	619	602	
ПГП (TAR-основа)				659	665	671	676	682	688	693	699	705	
F/(F+H)				0.616	0.593	0.572	0.552	0.532	0.514	0.497	0.481	0.466	
20	Емкость по отношению к 1234yf			100.0%	121.0%	122.3%	123.5%	124.4%	125.3%	126.0%	126.6%	127.0%	127.4%
Относительная COP		106.0%	100.0%	106.0%	106.5%	107.1%	107.6%	108.2%	108.7%	109.2%	109.7%	110.2%	
Относительное падение давления		76.9%	100.0%	63.7%	61.2%	58.9%	56.8%	54.9%	53.2%	51.5%	50.0%	48.6%	

Таблица 37.

Теоретические данные производительности выбранных смесей R-32/R-152a/R-1234ze(E)/R-134a, содержащих 15% R32 и 45% R134a

25	R-32 (%b/w)				15	15	15	15	15	15	15	15
	R-134a (%b/w)				45	45	45	45	45	45	45	45
	R-152a (%b/w)				5	10	15	20	25	30	35	
	R-1234ze(E) (%b/w)				35	30	25	20	15	10	5	
30		СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ										
	Результаты расчета	134a	R1234yf	15/45/5/35	15/45/10/ 30	15/45/15/ 25	15/45/ 20/20	15/45/ 25/15	15/45/ 30/10	15/45/ 35/5		
	Степень повышения давления	5.79	5.24	5.64	5.64	5.65	5.66	5.67	5.68	5.70		
	Объемный КПД	83.6%	84.7%	84.6%	84.7%	84.9%	85.0%	85.1%	85.2%	85.3%		
	Гистерезис конденсатора	К	0.0	0.0	4.6	4.5	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3	
	Гистерезис испарителя	К	0.0	0.0	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8	2.8	2.9	
35	T на входе испарителя	°C	0.0	0.0	-1.5	-1.5	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4
	T на выходе конденсатора	°C	55.0	55.0	52.7	52.7	52.8	52.8	52.9	52.9	52.9	52.9
	P конденсатора	бар	16.88	16.46	19.80	19.81	19.80	19.78	19.74	19.69	19.62	
	P испарителя	бар	2.92	3.14	3.51	3.51	3.51	3.50	3.48	3.46	3.44	
	Холодильный эффект	кДж/кг	123.76	94.99	138.26	143.60	149.08	154.68	160.41	166.24	172.17	
	COP		2.03	1.91	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	
40	T разряда	°C	99.15	92.88	106.76	108.33	109.90	111.48	113.05	114.61	116.17	
	Массовый расход	кг/ч	174.53	227.39	156.23	150.42	144.89	139.64	134.66	129.93	125.46	
	Объемный расход	м ³ /час	13.16	14.03	11.02	10.92	10.84	10.77	10.71	10.66	10.62	
	Объемная производительность	кДж/м ³	1641	1540	1960	1978	1993	2006	2017	2026	2033	
45	Падение давления	кПа/м	953	1239	735	707	683	660	638	619	601	
	ПГП (TAR-основа)				676	681	687	693	698	704	710	
	F/(F+H)				0.610	0.588	0.567	0.547	0.528	0.511	0.494	
	Емкость по отношению к 1234yf			100.0%	127.3%	128.5%	129.5%	130.3%	131.0%	131.6%	132.1%	
	Относительная COP		106.0%	100.0%	105.9%	106.5%	107.0%	107.6%	108.1%	108.6%	109.1%	
	Относительное падение давления		76.9%	100.0%	59.3%	57.1%	55.1%	53.2%	51.5%	49.9%	48.5%	

Производительность состава, содержащего 10% масс. R-32, 5% масс. R-152a и 85% масс. R-1234ze(E) была испытана в автомобильной системе кондиционирования воздуха, подходящей для применения R-134a. Данный состав обозначается "Смесь" в результатах, показанных ниже.

5 Условия испытаний соответствовали описанным в SAE Standard J2765, который включен сюда ссылкой. Данные условия суммированы ниже.

- Температура окружающего воздуха 35°C и 40% относительной влажности (RH)
 - Температура воздуха из испарителя, контролируемая до 3°C
 - Компрессорное смещение, варьируемое от 0 до 175 сс за один ход
- 10 - Обычный расширительный клапан R-134a был заменен на электронный расширительный вентиль, чтобы обеспечить легкость регулировки перегрева
- Применили систему без внутреннего теплообменника и с эквивалентным перегревом на выходе испарителя для всех жидкостей

15 Результаты приведены ниже, причем I, L, M и H относятся к холостому ходу, низкой, средней и высокой скорости, и где 35 и 45 относятся к температуре окружающей среды в °C.

Измеренная мощность охлаждения (кВт)			По сравнению с R-134a	
Контрольная точка		R134a	Смесь	Смесь
20	I35	4.67	4.65	100%
	L35	5.86	5.79	99%
	M35	6.43	6.18	96%
	H35	6.65	6.55	98%
	I45	3.81	3.76	99%
	L45	4.76	4.75	100%
	M45	5.2	5.17	99%
	H45	5.41	5.41	100%
Измеренная энергоэффективность			COP по сравнению с R-134a	
Контрольная точка		R134a	Смесь	Смесь
30	I35	2.87	2.85	99%
	L35	1.98	1.98	100%
	M35	1.79	1.75	98%
	H35	1.4	1.37	98%
	I45	2.3	2.32	101%
	L45	1.64	1.69	103%
	M45	1.48	1.5	101%
	H45	1.18	1.19	101%

35 Состав Смеси по изобретению представляет собой хорошо подходящую пару потенциала и эффективности R-134a в системе кондиционирования воздуха R-134a по целому ряду условий.

Данные по смешиваемости

Смешиваемость состава по изобретению, содержащего около 10% масс R-32, около 40 5% масс. R-152a и около 85% масс. R-1234ze(E) (далее именуется Смесь) тестировали с полиалкиленгликоловым (PAG) смазочным материалом YN12 и смазочным материалом 32H, который является сложным эфиром полиола (РОЭ). Результаты данных экспериментов сравнивали со смешиваемостью чистого R-1234yf с теми же смазочными материалами. Результаты приведены ниже.

45

Результаты смешиваемости для смеси с 32H						
Temp °C	Концентрация смазочного материала вес %					
	4	7	10	20	30	50
-20	смешивающийся	смешивающийся	смешивающийся	смешивающийся	смешивающийся	смешивающийся

							ный
5	70	Смешивающийся	Смешивающийся	Смешивающийся	2 Непрозрачных слоя	Очень незначительно непрозрачный	Очень незначительно непрозрачный
	80	2 слоя	2 слоя	2 слоя	2 слоя	2 слоя	Очень незначительно непрозрачный

Результаты показывают, что составы по изобретению улучшили смешиваемость со смазочными материалами, по сравнению с чистой жидкостью R-1234yf.

Таким образом, изобретение относится к новым составам, которые демонстрируют удивительное сочетание выгодных свойств, в том числе хорошую производительность охлаждения, низкую воспламеняемость, низкий ПГП и/или смешиваемость со смазочными материалами, по сравнению с существующими хладагентами, такими как R-134a и предлагаемый хладагент R-1234yf.

Формула изобретения

- 15 1. Теплопередающий состав, содержащий транс-1,3,3,3-тетрафторпропен (R-1234ze (E)), дифторметан (R-32) и 1,1-дифторэтан (R-152a).
 2. Состав по п.1, содержащий до около 25% мас. R-32.
 3. Состав по п.1, содержащий до около 45% мас. R-152a.
 4. Состав по п.1, содержащий от около 2 до около 25% мас. R-32, от около 5 до около 45% мас. R-152a и от около 60 до около 95% мас. R-1234ze(E).
 5. Состав по п.1, содержащий от около 5 до около 12% масс. R-32, от около 10 до около 45% мас. R-152a и от около 43 до около 85% мас. R-1234ze(E).
 6. Состав по п.1, содержащий от около 8 до около 12% масс. R-32, от около 5 до около 10% мас. R-152a и от около 78 до около 87% мас. R-1234ze(E).
 7. Состав по п.1, состоящий в основном из R-32, R-152a и R-1234ze(E).
 8. Состав по п.1, дополнительно содержащий 1,1,1,2-тетрафторэтан (R-134a).
 9. Состав по п.8, содержащий до 50% мас. R-134a.
 10. Состав по п.9, содержащий от около 2 до около 15% по массе R-32, от около 5 до около 45% мас. R-152a, от около 25 до около 50% R-134a и от около 5 до около 70% мас. R-1234ze(E).
 11. Состав по п.8, состоящий в основном из R-32, R-152a, R-1234ze(E) и R-134a.
 12. Состав по п.1, где состав имеет величину ПГП меньше чем 1000, предпочтительно меньше чем 150.
 13. Состав по п.1, где температурный гистерезис составляет меньше 10 К, предпочтительно меньше 5 К.
 - 35 14. Состав по п.1, где состав имеет объемную мощность охлаждения в пределах около 15%, предпочтительно в пределах около 10% существующего хладагента, предназначенного для замены.
 15. Состав по п.1, где состав является менее легковоспламеняющим, чем только R-32, только R-152a или только R-1234yf.
 - 40 16. Состав по п.15, где состав имеет:
 - (а) более высокий предел воспламенения;
 - (б) более высокую энергию зажигания, и/или
 - (в) более низкую скорость пламени
 - 45 17. Состав по п.1, который имеет отношение фтора ($F/(F+H)$) от около 0,42 до около 0,7, предпочтительно от около 0,44 до около 0,67.
 18. Состав по п.1, который не воспламеняется.

19. Состав по п.1, где состав имеет КПД цикла в пределах около 5% существующего хладагента, предназначенного для замены.

20. Состав по п.1, где состав имеет температуру разряда компрессора в пределах около 15 К, желательно в пределах около 10 К существующего хладагента,

5 предназначенного для замены.

21. Теплопередающий состав, содержащий теплопередающий состав по одному из пп.1-19 и дополнительный компонент, которым является смазочный материал.

22. Состав по п.21, при этом смазочный материал выбран из минерального масла, силиконового масла, полиалкилбензолов (PAB), сложных эфиров полиолов (POE),

10 полиалкиленгликолов (PAG), полиалкиленгликоловых эфиров (PAG эфиров), поливиниловых эфиров (PVE), поли(альфа-олефинов) и их сочетаний.

23. Состав по п.21, дополнительно содержащий стабилизатор.

24. Состав по п.23, в котором стабилизатор выбран из диеновых соединений, фосфатов, соединений фенола и эпоксидов и их смесей.

15 25. Теплопередающий состав, содержащий теплопередающий состав по одному из пп.1-20 и дополнительно огнезащитный состав.

26. Состав по п.25, в котором огнезащитный состав выбран из группы, состоящей из три(2-хлорэтил)fosфата, (хлорпропил)fosфата, три(2,3-дибромпропил)fosфата, три(1,3-дихлорпропил)fosфата, диаммонийfosфата, галогенированных ароматических 20 соединений, оксида сурьмы, тригидрата алюминия, поливинилхлорида, фторированного йодуглерода, фторированного бромуглерода, трифториодометана, перфторалкиламинос, бром-фторалкиламинос и их смесей.

27. Состав по одному из пп.1-26, который является хладагентным составом.

28. Теплопередающее устройство, содержащее состав, как это определено в одном 25 из пп.1-27.

29. Применение состава по одному из пп.1-27 в теплопередающем устройстве.

30. Теплопередающее устройство по п.28, которое является холодильным устройством.

31. Теплопередающее устройство по п.30, которое выбирают из группы, состоящей из автомобильных систем кондиционирования воздуха, жилых систем кондиционирования воздуха, коммерческих систем кондиционирования воздуха, жилых холодильных систем, жилых морозильных систем, коммерческих холодильных систем, коммерческих морозильных систем, охладительных систем кондиционирования воздуха, охладительных холодильных систем и коммерческих или жилых теплонасосных систем.

35 32. Теплопередающее устройство по п.30 или 31, которое содержит компрессор.

33. Пенообразователь, содержащий состав, как это определено в одном из пп.1-27.

34. Вспенивающийся состав, содержащий один или более компонентов, способных вспениваться, и состав по одному из пп.1-27, при этом один или несколько компонентов, способных вспениваться, выбраны из полиуретанов, термопластичных полимеров и 40 смол, таких как полистирол, эпоксидных смол и их смесей.

35. Пена, получаемая из вспенивающегося состава по п.34.

36. Пена по п.35, содержащая состав, как это определено в одном из пп.1-27.

37. Распыляемый состав, содержащий материал для распыления и пропеллент, содержащий состав по одному из пп.1-27.

45 38. Способ охлаждения изделия, который включает конденсацию состава, как это определено в одном из пп.1-27, и последующее испарение состава в непосредственной близости от изделия, которое должно быть охлаждено.

39. Способ нагревания изделия, который включает конденсацию состава, как это

определенено в одном из пп.1-27, в непосредственной близости от изделия, которое должно быть нагрето, и последующее испарение состава.

40. Способ извлечения вещества из биомассы, включающий контактирование биомассы с растворителем, содержащим состав, как это определено в одном из пп.1-27, и отделение вещества от растворителя.

41. Способ очистки изделия, содержащий контактирование изделия с растворителем, содержащим состав, как это определено в одном из пп.1-27.

42. Способ извлечения материала из водного раствора, включающий контактирование водного раствора с растворителем, содержащим состав, как это определено в одном из пп.1-27, и отделение вещества от растворителя.

43. Способ извлечения материала из матрицы, состоящей из частиц твердого вещества, включающий контактирование матрицы из частиц твердого вещества с растворителем, содержащим состав, как это определено в одном из пп.1-27, и отделение материала от растворителя.

44. Устройство для получения механической энергии, содержащее состав, как это определено в одном из пп.1-27.

45. Устройство для получения механической энергии по п.44, которое адаптировано для применения цикла Ренкина или его модификации для получения работы из тепла.

46. Способ модернизации теплопередающего устройства, содержащего теплоноситель, где способ включает стадию удаления существующего теплоносителя и стадию введения теплопередающего состава, как это определено в одном из пп.1-27.

47. Способ по п.46, в котором теплопередающее устройство является холодильным устройством.

48. Способ по п.47, в котором теплопередающее устройство является системой кондиционирования воздуха.

49. Способ снижения воздействия на окружающую среду, возникающего при эксплуатации продукта, содержащего существующее соединение или состав с теплопередающими свойствами, причем способ содержит, по меньшей мере, частичную замену существующего соединения или состава составом по одному из пп.1-27.

50. Способ по п.49, в котором продукт выбирают из теплопередающего устройства, пенообразователя, вспенивающегося состава, распыляемого состава, растворителя или устройства для производства механической электроэнергии.

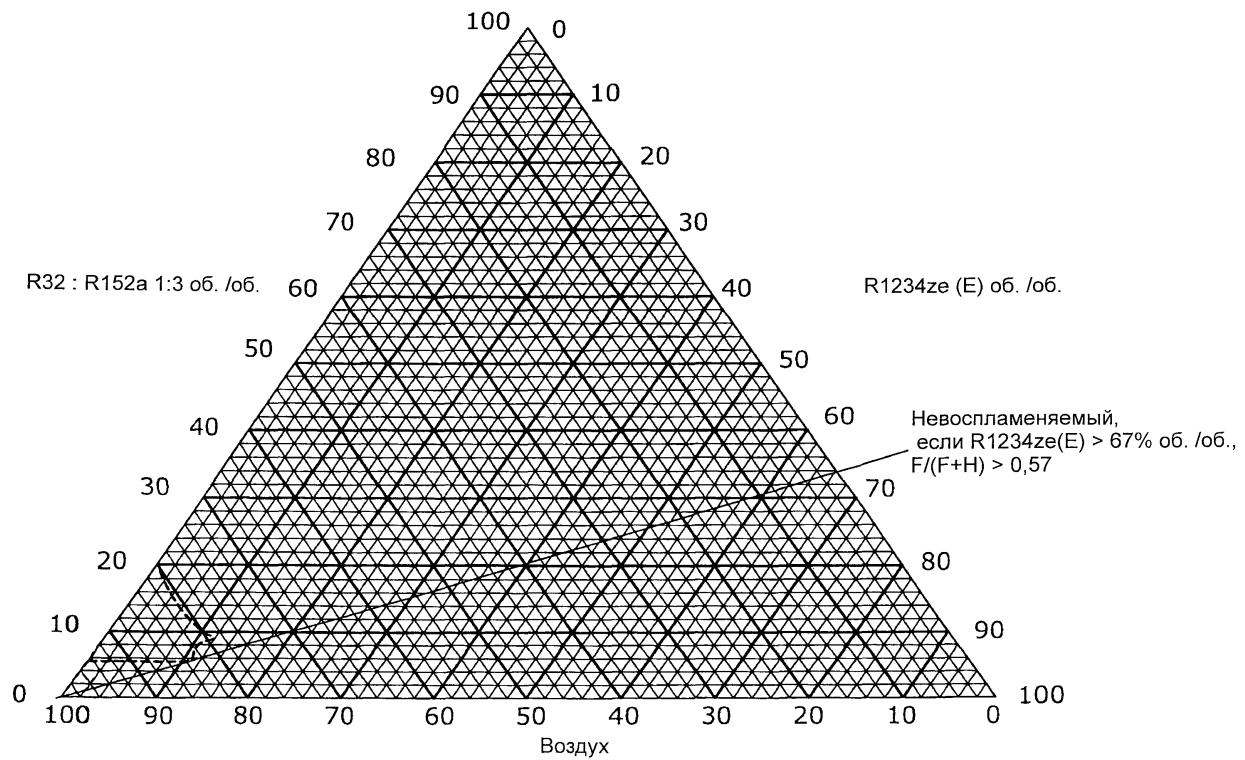
51. Способ по п.50, в котором продукт является теплопередающим устройством.

52. Способ по одному из пп.49-51, в котором существующее соединение или состав с теплопередающими свойствами представляет собой хладагент, выбранный из R-134a, R-1234yf и R-152a.

53. Способ получения состава по одному из пп.1-27 для теплопередающего устройства, как это определено в одном из пп.28 или 30-32, где способ включает введение R-1234ze(E), R-32 и R-152a и, возможно, смазочного материала, стабилизатора и/или 40 огнезащитного состава в теплопередающее устройство, содержащее существующий жидкий теплоноситель R-134a.

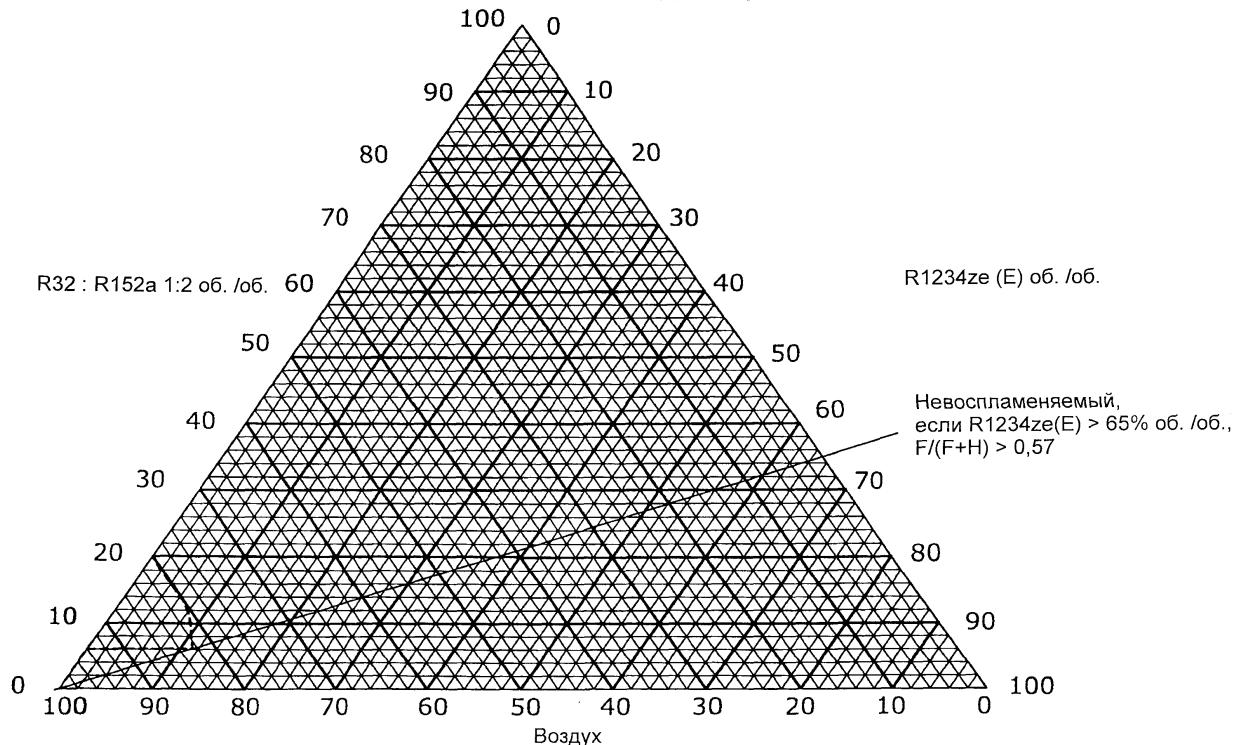
54. Способ по п.53, содержащий стадию удаления, по меньшей мере, некоторой части существующего R-134a из теплопередающего устройства до введения R-1234ze(E), R-32 и R-152a и, возможно, смазочного материала, стабилизатора и/или огнезащитного состава.

Диаграмма воспламеняемости R32: R152a 1:3 / R1234ze(E) / воздух 23 °C и относительная влажность 50%



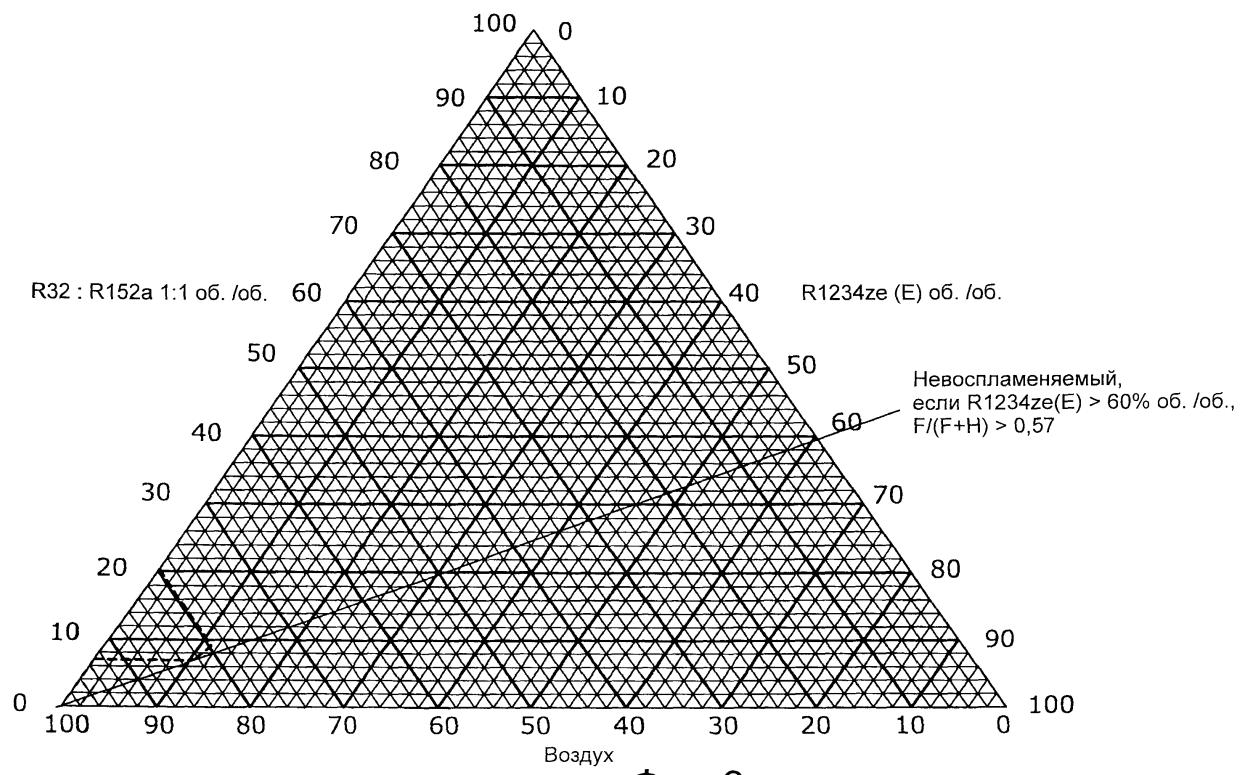
ФИГ. 1

Диаграмма воспламеняемости R32: R152a 1:2 / R1234ze (E) / воздух 23 °C и относительная влажность 50%



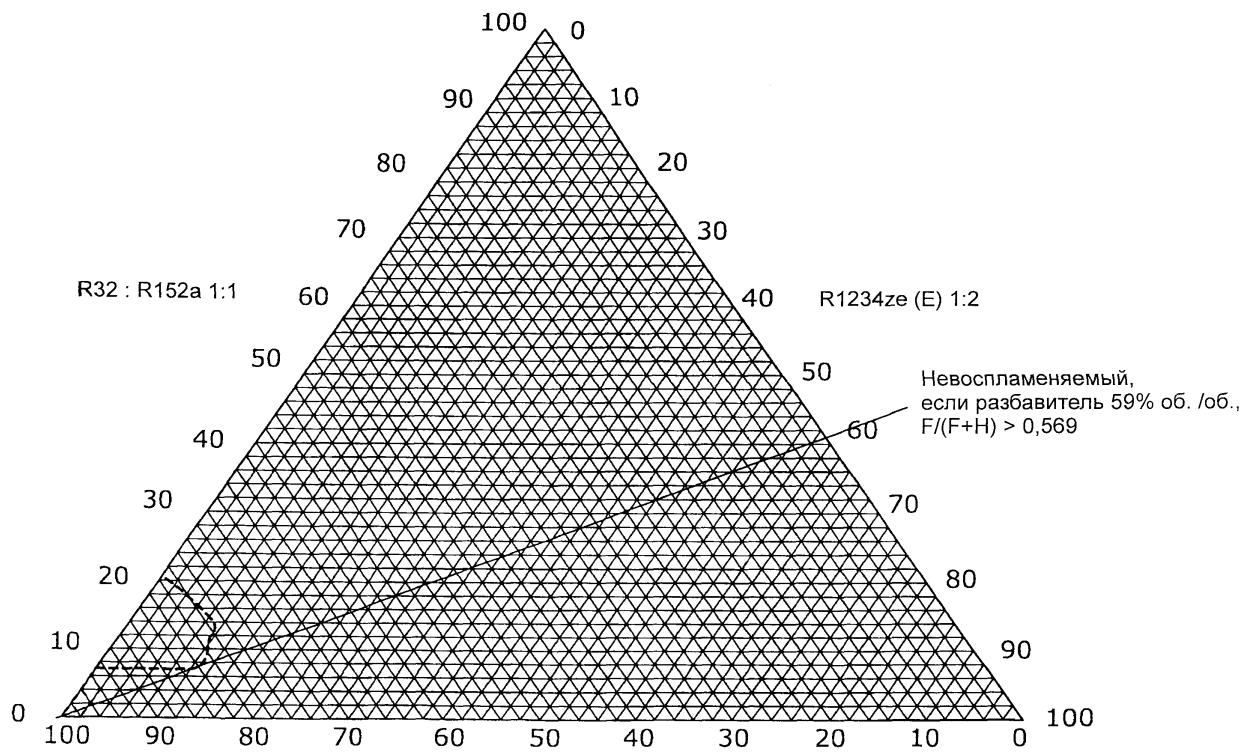
ФИГ. 2

Диаграмма воспламеняемости R32: R152a 1:1 / R1234ze (E) / воздух 23 °C и относительная влажность 50%



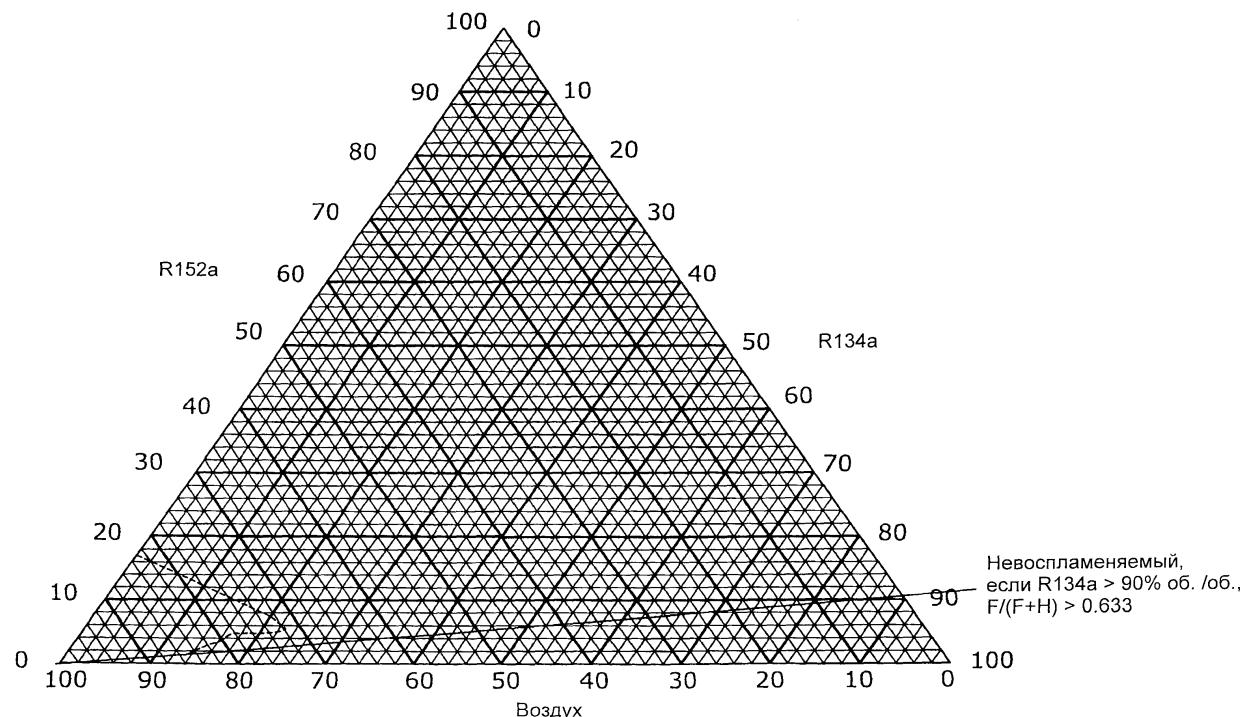
Фиг. 3

Диаграмма воспламеняемости R32 : R152a 1:1 / R134a : R1234ze (E) 1:2/ воздух 23°C и относительная влажность 50%



Фиг. 4

Диаграмма воспламеняемости R152a R134a / воздух при температуре окружающей среды



Фиг. 5