

Паспорт безопасности (SDS)

Хладагент R512A (смесь ГФО/ГФУ, R1234yf/R134a, A2L слабогорючий)

UN №: 3161 (предварительно) Дата выпуска: 29 августа 2026 г. Версия: 1.0

1 Идентификация

1.1 Идентификация продукта

Химическое название	Хладагент R512A (смесь 2,3,3,3-Тетрафторпропена и 1,1,1,2-Тетрафторэтана)
Торговые названия / синонимы	R512A, HFC-512A, HFO-512A
Номер CAS	Единого номера CAS нет (смесь; CAS компонентов см. в разделе 3)
Номер ООН	3161 (сжиженный газ, горючий, предварительно)
Код опасных грузов	Класс 2.1 Горючий газ (предварительно)
Тип смеси	Азеотропная/квазиазеотропная смесь
Молекулярная масса	~112.1 г/моль (оценка)
Рекомендуемое применение	Лёгкое коммерческое холодильное оборудование, альтернативный хладагент для автомобильных систем кондиционирования

Примечание к данным: Некоторые физико-химические параметры в данном SDS являются оценочными значениями на основе общедоступных источников данных. Точный состав и полные спецификации R512A не были публично подтверждены в таблицах стандарта ASHRAE 34. **Данные приведены для справки; обращайтесь к последним данным производителя.**

1.2 Сведения о поставщике паспорта безопасности

Наименование поставщика	Ханчжоу Вула Химическая Компания
Адрес	ул. Лунтан, д. 7, район Юйхан, г. Ханчжоу, провинция Чжэцзян, Китай
Почтовый индекс	311100
Телефон	+86-571-87024025

Факс	+86-571-87024025
Электронная почта	safety@wulachem.cn

1.3 Аварийный телефон

Национальная химическая аварийная горячая линия (Китай): +86-532-83889090 (24 часа)

Аварийный контакт поставщика: +86-571-87024025

2 Идентификация опасностей

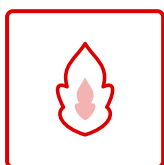
2.1 Классификация по GHS

Классификация опасности:

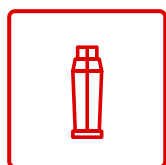
- Горючий газ (физическая опасность) — категория 2
- Сжатый газ (физическая опасность) — Сжиженный газ
- Специфическая токсичность для отдельных органов - при однократном воздействии (опасность для здоровья, наркотический эффект) — Категория 3

Примечание: R512A — хладагент класса A2L (слабогорючий, низкотоксичный). Газы класса A2L имеют низкую скорость горения (≤ 10 см/с) и узкие пределы воспламеняемости, что обуславливает низкий фактический риск пожара. Обморожение при контакте с жидкостью является криогенной травмой физического характера.

2.2 Элементы маркировки по GHS



GHS02 Пламя



GHS04 Газовый баллон



GHS07 Восклицательный знак

Сигнальное слово: ОСТОРОЖНО

Формулировки опасности:

- H221** Воспламеняющийся газ.
- H280** Содержит газ под давлением; может взорваться при нагревании.
- H336** Может вызывать сонливость или головокружение.

Примечание: Классификация H221 основана на слабогорючих характеристиках A2L. Диапазон пределов воспламеняемости узкий, скорость горения низкая; фактический риск пожара значительно ниже, чем у газов классов A2/A3.

Формулировки мер предосторожности:

- P102** Прочитайте и поймите все меры безопасности перед обращением.

- P210** Держать вдали от источников тепла/искр/открытого пламени/горячих поверхностей. Не курить.
- P271** Использовать только на открытом воздухе или в хорошо проветриваемом помещении.
- P280** Пользоваться защитными перчатками/защитной одеждой/средствами защиты глаз/средствами защиты лица/средствами защиты органов слуха/...
- P304+P340**ПРИ ВДЫХАНИИ: Вынести пострадавшего на свежий воздух и обеспечить ему полный покой в удобном для дыхания положении.
- P312** Обратиться в токсикологический центр/к врачу/... в случае плохого самочувствия.
- P377** При пожаре от утечки горящего газа: не тушить, если утечку нельзя безопасно остановить.
- P381** В случае утечки устранить все источники воспламенения.
- P403** Хранить в хорошо проветриваемом месте.
- P410+P403**Беречь от солнечных лучей. Хранить в хорошо проветриваемом месте.
- P405** Хранить под замком.

2.3 Прочие опасности

- Пар тяжелее воздуха и может распространяться на большие расстояния вдоль поверхности земли, создавая среду с пониженным содержанием кислорода в низинах.
- Слабогорючий газ A2L: может воспламениться при определённых концентрациях и условиях источника воспламенения, но скорость горения низкая, а пределы воспламеняемости узкие.
- При высоких температурах (>500°C) разлагается с образованием токсичных и коррозионных газов (фтороводород, монооксид углерода, карбонилфторид и др.).
- Баллоны могут разорваться при нагревании из-за повышения внутреннего давления.
- Воздействие высоких концентраций может вызвать кардиосенсибилизацию к катехоламинам с потенциальным развитием аритмии.

3 Состав/информация о компонентах

3.1 Вещество/смесь

Данный продукт является смесью хладагентов ГФО и ГФУ. Точное соотношение компонентов и тип смеси (азеотропная или квазиазеотропная) подлежат подтверждению производителем.

3.2 Сведения о составе

Компонент	№ CAS	Химическое название	Молекулярная формула	Концентрация (по массе, оценка)
R1234yf	754-12-1	2,3,3,3-Тетрафторпроп-1-ен	C ₃ H ₂ F ₄ (CF ₃ CF=CH ₂)	~85%

R134a	811-97-2	1,1,1,2-Тетрафторэтан	$C_2H_2F_4$ (CH_2FCF_3)	~15%
-------	----------	-----------------------	--------------------------------	------

Примечание: Состав оценён на основе обратного расчёта по значению GWP. Точный состав см. в последних данных производителя.

3.3 Сведения о примесях

Примесь	Предел
Кислотность (в пересчете на HCl)	≤1 ppm
Влажность	≤10 ppm
Остаток после испарения	≤100 ppm
Неконденсирующийся газ (25 °C, об.%)	≤1.5%
Хлорид	Соответствует

4 Меры первой помощи

4.1 Описание необходимых мер первой помощи

Общие рекомендации: Немедленно выведите пострадавшего из загрязненной зоны. Сохраняйте тепло и покой. Предъявите данный паспорт безопасности (SDS) лечащему врачу.

При вдыхании:

- Немедленно переместите пострадавшего на свежий воздух. Обеспечьте проходимость дыхательных путей.
- При затрудненном дыхании подавайте кислород.
- При отсутствии дыхания проводите искусственное дыхание (предпочтительно с помощью мешка Амбу с клапаном и маски или карманной маски; избегайте «рот в рот»).
- При отсутствии пульса немедленно начните сердечно-легочную реанимацию (СЛР).
- Сохраняйте пострадавшему тепло и покой. Тщательно контролируйте состояние.
- Немедленно обратитесь за медицинской помощью.

Контакт с кожей (обморожение):

- Немедленно обильно промойте пораженный участок теплой водой (37–40 °C) для согревания.
- Не используйте горячую воду (>40 °C) или прямой нагрев (напр., электрообогреватели).
- Не растирайте и не массируйте обмороженный участок; это может усугубить повреждение тканей.
- Осторожно снимите примерзшую одежду. Если одежда примерзла к коже, не отрывайте её; разрежьте вокруг.

- Накройте стерильной повязкой.
- Немедленно обратитесь за медицинской помощью.

При попадании в глаза:

- Немедленно удерживайте веки открытыми и тщательно промывайте большим количеством воды или физиологического раствора в течение не менее 15 минут.
- Обеспечьте полное промывание всех поверхностей глаза, приподнимая верхнее и нижнее веки.
- Снимите контактные линзы, если они имеются и легко удаляются.
- Немедленно обратитесь за медицинской помощью, желательно к офтальмологу.

При проглатывании:

Не применимо. Данное вещество при нормальной температуре является газом; проглатывание маловероятно.

4.2 Наиболее важные симптомы и воздействия — острые и отсроченные

- Острое ингаляционное воздействие: головокружение, сонливость, головная боль, тошнота, атаксия, потеря сознания, аритмия.
- Контакт с кожей (жидкость): обморожение (бледность, уплотнение кожи, боль, образование пузырей).
- Контакт с глазами (жидкость): тяжелое обморожение, повреждение роговицы, нарушение зрения.

4.3 Указания о необходимости немедленной медицинской помощи и специального лечения

Примечания для врачей:

- Симптоматическая и поддерживающая терапия. Обеспечьте проходимость дыхательных путей; при необходимости подавайте кислород.
- Контролируйте сердечную функцию; воздействие высокой концентрации может вызвать аритмию.
- Избегайте катехоламиновых препаратов (напр., эпинефрин/адреналин) — они могут повысить чувствительность миокарда к фторуглеродам и спровоцировать желудочковую фибрилляцию.
- Лечите обморожение по стандартным протоколам: согревание теплой водой (37–40 °C). Не используйте сухое тепло или массаж.
- При подозрении на воздействие продукта термического разложения (HF) контролировать уровни фторидов в крови и моче; ввести кальция глюконат.

Подходящие средства пожаротушения: Водяной туман, сухой порошок, диоксид углерода, пена. Для слабогорючего газа A2L прежде тушения приоритетно перекрыть источник газа.

Неподходящие средства пожаротушения: Специальных противопоказаний нет.

5.2 Особые опасности, обусловленные веществом или смесью

- Слабогорючий газ A2L: воспламеняем в воздухе в определённом диапазоне концентраций (узкие пределы); низкая скорость горения (≤ 10 см/с).
- Фактический риск пожара низкий, но избегайте контакта с мощными источниками воспламенения в замкнутых пространствах.
- Термическое разложение при высоких температурах (> 500 °C) образует токсичные и коррозионные газы: фтороводород, оксид углерода, карбонилфторид и др.
- Баллоны могут разорваться при нагревании из-за повышения внутреннего давления.
- Может реагировать со щелочными металлами, щелочноземельными металлами и алюминиевой пудрой при определенных условиях.

5.3 Опасные продукты горения

Фтороводород (HF), монооксид углерода (CO), карбонилфторид (COF₂) и другие фторсодержащие соединения.

5.4 Рекомендации для пожарных

- Пожарные должны использовать дыхательный аппарат с положительным давлением (SCBA) и полную защитную огнестойкую одежду.
- По возможности переместите ёмкости из зоны пожара в безопасное место.
- Охлаждайте ёмкости водяным распылением с безопасного расстояния до полного тушения пожара.
- Немедленно эвакуируйтесь, если ёмкости меняют цвет или если предохранительные устройства начинают сброс давления.
- Изолируйте зону; не допускайте посторонних лиц.
- **Горение вытекающего газа: не тушить, если утечку нельзя безопасно остановить (P377);** в противном случае горючий газ может вновь накопиться, вызвав повторное воспламенение или взрыв.
- Если это безопасно, устранить все источники воспламенения (P381).

6

Меры при аварийном выбросе

6.1 Меры личной безопасности, средства защиты и аварийные процедуры

- Немедленно эвакуируйте персонал из зоны утечки в наветренную сторону. Установите периметр и ограничьте доступ.

- Аварийные бригады должны надевать SCBA, стандартную рабочую одежду, криогенные перчатки и средства защиты глаз.
- Заходите с наветренной стороны.
- Остановите утечку, если это можно сделать безопасно.
- Не касайтесь и не ходите по пролитому веществу.
- **Устранить все источники воспламенения** (открытое пламя, электрические искры, статическое электричество). Использовать только неискрящие инструменты.
- Обеспечьте дежурство аварийного персонала для внешней поддержки.

6.2 Меры по защите окружающей среды

- Предотвращайте попадание газа в канализацию, подвалы или замкнутые пространства.
- Проветривайте зону для ускорения рассеивания.
- Сведите к минимуму выбросы для снижения парниковых газовых выбросов; при возможности проводите рекуперацию.
- Избегайте выброса в атмосферу, водные пути или почву.

6.3 Методы и материалы для локализации и уборки

- **Небольшая утечка:** Усилить вентиляцию для ускорения рассеивания газа. Контролировать уровень кислорода и концентрацию горючего газа для предотвращения удушья и воспламенения.
- **Большая утечка:**
 - Перекройте запорный клапан, если это безопасно.
 - Проведите рекуперацию с помощью специального газосборного оборудования.
 - Если рекуперация невозможна, используйте водяной туман для разбавления и растворения газа (предотвратите загрязнение воды).
 - Если клапан баллона невозможно закрыть, погрузите баллон в щелочной водный раствор для поглощения.
- **Утечка из баллона:** Переместите баллон в хорошо проветриваемое безопасное место и медленно стравите. Если клапан не закрывается, свяжитесь с поставщиком для профессиональной обработки.

6.4 Ссылка

См. раздел 8 (Контроль воздействия/индивидуальная защита) и раздел 13 (Утилизация).

Критическая опасность: Плотность пара R512A примерно в 3.9 раза выше плотности воздуха. Пар скапливается в низко расположенных и замкнутых местах, создавая атмосферу с недостатком кислорода и потенциально достигая воспламеняемых концентраций. Всегда проверяйте уровень кислорода (должен быть $\geq 19.5\%$) и уровень горючего газа (ниже 20% НКПР), работайте с напарником перед входом в замкнутые или низко расположенные помещения. Устраните все источники воспламенения.

7.1 Меры предосторожности при безопасном обращении

- Обращайтесь в замкнутых системах с достаточной естественной вентиляцией или местной вытяжкой.
- Персонал должен быть специально обучен и строго соблюдать рабочие процедуры. Допускается только аттестованный персонал.
- Предотвращайте утечку газа в рабочую атмосферу.
- **Держать вдали от источников тепла/искр/открытого пламени/горячих поверхностей. Не курить.**
- Избегайте контакта с реакционноспособными металлами и сильными окислителями.
- Обращаться с баллонами осторожно; не бросать, не волочить, не катить и не ударять баллоны.
- Оснастите зону аварийным оборудованием для ликвидации утечек.
- В рабочих зонах запрещены курение, прием пищи и напитков.
- Надевайте изолирующие перчатки и средства защиты глаз/лица при обращении с жидкостью для предотвращения обморожения.
- Используйте взрывозащищенные системы вентиляции и оборудование.
- Периодически проверяйте баллоны, вентили и трубопроводы на утечки.
- Использовать неискрящие инструменты и оборудование.
- Поддерживать хорошую вентиляцию рабочего места для предотвращения накопления газа до воспламеняемых концентраций.

7.2 Условия безопасного хранения, включая несовместимость

- Хранить на прохладном, сухом, хорошо вентилируемом складе горючих газов.
- Температура хранения не должна превышать 45 °С. Держите вдали от огня, источников тепла и прямых солнечных лучей.
- Хранить отдельно от окислителей и реакционноспособных металлов.
- Зона хранения должна быть оснащена аварийным оборудованием для ликвидации утечек.
- Баллоны должны храниться вертикально, с предохранительными колпаками и защитными кольцами, надёжно закреплёнными.
- Используйте взрывозащищенное освещение и системы вентиляции.
- **Запретите использование оборудования и инструментов, способных вызвать искры.**
- Коэффициент наполнения не должен превышать 1.0 кг/л.
- Разместить чёткие предупреждающие знаки безопасности и установить сигнализаторы обнаружения горючего газа в зонах хранения.
- Внедрите систему приема/выдачи и хранения в присутствии двух лиц.

7.3 Специальные области применения

Только для промышленного и лёгкого коммерческого холодильного применения. Персонал должен пройти профессиональную подготовку. R512A подходит для лёгкого коммерческого холодильного оборудования и автомобильных систем кондиционирования. Не использовать для прямого контакта с пищевыми продуктами, медицинских ингаляций или иных неутверждённых применений.

8 Контроль воздействия/индивидуальная защита

8.1 Параметры контроля

OEL (Китай)	Установленного законного предела нет. Рекомендуемый референс: WEEL 500 ppm (TWA, 8 ч)
WEEL (компонент R1234yf, США)	500 ppm (TWA, 8 ч)
ACGIH TLV-TWA (компонент R134a, США)	1000 ppm (TWA, 8 ч)
Рекомендуемый OEL для смеси	500 ppm (TWA, наиболее консервативное значение)
Биологический предел	Не установлен

Примечание: Согласно GBZ 2.1-2019, данное вещество в настоящее время не включено в китайскую таблицу OEL. Рекомендуется ориентироваться на международные стандарты.

8.2 Методы контроля воздействия

Газовая хроматография с пламенно-ионизационным детектированием (GC-FID) или масс-спектрометрия (GC-MS); переносной детектор галогенов/горючих газов.

8.3 Надлежащие инженерные меры контроля

- Замкнутый технологический процесс с общей вентиляцией или местной вытяжкой.
- Обеспечьте наличие аварийного душа и станции промывания глаз.
- Установить сигнализаторы обнаружения горючего газа (20% НКПР) в зонах возможных крупных утечек.
- Используйте взрывозащищенное электрооборудование.
- Обеспечить достаточную вентиляцию рабочего места для предотвращения накопления газа.

8.4 Меры индивидуальной защиты

Защита органов дыхания:

- Нормальные условия (ниже предела воздействия): специальная защита не требуется.
- Повышенные концентрации: рекомендуется полумаска-респиратор с патроном для органических паров/кислых газов.

- Высокая концентрация или аварийная спасательная эвакуация: должен надеваться дыхательный аппарат с положительным давлением (SCBA).

Защита глаз/лица:

- Общее обращение: защитные очки.
- При обращении с жидкостью или возможном контакте с жидкостью: должны надеваться химические защитные очки или защитный щиток для предотвращения обморожения.

Защита кожи:

- Защита рук: антистатические защитные перчатки при обычной работе; криогенные теплоизолированные перчатки при контакте с жидкостью.
- Защита тела: антистатическая рабочая одежда; при контакте с жидкостью — морозостойкая одежда.
- Прочее: в рабочих зонах не курить; избегайте вдыхания высоких концентраций; используйте метод напарников при входе в резервуары, замкнутые пространства или другие зоны высокой концентрации.

8.5 Меры гигиены

- Снимайте загрязненную одежду и тщательно мойте кожу после работы.
- Соблюдайте хорошую личную гигиену.
- Обеспечьте наличие промывания глаз и аварийного душа на рабочем месте.

9

Физико-химические свойства

9.1 Основные физико-химические свойства

Внешний вид и запах	Бесцветный газ со слабым эфирным запахом; газообразен при нормальной температуре и давлении; бесцветная прозрачная жидкость под давлением
Порог запаха	Нет данных (слабый эфироподобный запах)
pH	Не применимо (газ)
Температура плавления / замерзания	Определённой температуры плавления нет (смесь), прибл. -100°C
Температура кипения / интервал кипения (101,3 kPa)	~ -29°C (-20.2°F) (оценка)
Температура вспышки	Отсутствует (температура вспышки газа неприменима; слабогорючий газ)

Скорость испарения	Нет данных
Воспламеняемость (газ)	Слабогорюч (A2L)
Пределы взрываемости (верхний/нижний)	~6.5% – 10% в воздухе (оценка, узкий диапазон)
Давление пара (25 °C)	~600 кПа (оценка)
Плотность пара (воздух = 1)	~3.9 (тяжелее воздуха)
Относительная плотность (жидкость, 25 °C)	~1.18 г/см ³ (оценка)
Растворимость	Малорастворим в воде; растворим в этаноле, эфире и других органических растворителях
Коэффициент распределения октанол/вода (log P)	Нет данных (смесь)
Температура самовоспламенения	~410°C (оценка, на основе компонента R1234yf)
Температура разложения	> 500°C начало термического разложения
Вязкость (газ, 25 °C)	~11.5 мкПа·с (оценка)
Поверхностное натяжение (жидкость, 25 °C)	~8.0 мН/м (оценка)
Скорость горения	≤10 см/с (требование класса A2L)

9.2 Термодинамические свойства

Критическая температура	~96°C (205°F) (оценка)
Критическое давление	~3600 кПа (3.60 МПа / 522 psia) (оценка)
Критическая плотность	~0.480 г/см ³ (оценка)
Теплота испарения (при температуре кипения)	~180 кДж/кг (оценка)
Удельная теплоемкость жидкости (25 °C)	~1.45 кДж/(кг·°C) (оценка)
Удельная теплоёмкость газа (25°C, постоянное	~0.90 кДж/(кг·°C) (оценка)

давление)

9.3 Прочие данные безопасности

Группа безопасности ASHRAE	A2L (слабогорючий, низкотоксичный, предварительно)
Озоноразрушающий потенциал (ODP)	0 (не истощает озоновый слой)
Потенциал глобального потепления (GWP, 100-летний)	196 (низкий GWP; источник: UNEP RTOC 2022 / GHG Protocol)
Время жизни в атмосфере	~2 года (оценка)

Примечание к данным: Физико-химические параметры с пометкой «оценка» выведены из известных свойств R1234yf и R134a. Фактические значения могут отличаться. **Данные приведены для справки; обращайтесь к последним данным производителя.**

10 Стабильность и реакционная способность

10.1 Реакционная способность

Химически стабильно при нормальных температуре и давлении; не склонно к реакции.

10.2 Химическая стабильность

Стабилен при нормальных условиях температуры и давления. Компонент R1234yf содержит двойную углерод-углеродную связь и относительно быстро деградирует в атмосфере, но стабилен при нормальных условиях хранения и использования.

10.3 Возможность опасных реакций

- Термическое разложение при высоких температурах (> 500 °C) образует токсичные фтороводород, оксид углерода и карбонилфторид.
- Может реагировать со щелочными металлами, щелочноземельными металлами и алюминиевой пудрой при высокой температуре или особых условиях.
- Может вступать в окислительно-восстановительные реакции с сильными окислителями.
- Компонент R1234yf может образовывать горючие смеси с воздухом при определённых условиях (слабогорючий A2L).

10.4 Условия, которых следует избегать

Высокая температура, открытое пламя, прямые источники тепла, превышение давления в баллоне, мощные источники воспламенения

10.5 Несовместимые материалы

Реакционноспособные металлы (натрий, калий, кальций, алюминиевая пудра, магниевая пудра и др.), сильные окислители

10.6 Опасные продукты разложения

Фтороводород (HF), монооксид углерода (CO), карбонилфторид (COF₂) и другие фторсодержащие соединения

10.7 Опасная полимеризация

Не происходит.

11

Токсикологическая информация

11.1 Сведения о токсикологических эффектах

Острая токсичность:

Ингаляция крыс, LC ₅₀ (4 ч)	> 500,000 ppm (LC всех компонентов ₅₀ значения > 500,000 ppm)
Компонент R1234yf, крысы, LC ₅₀ (4 ч)	> 520,000 ppm
Компонент R134a, крысы, LC ₅₀ (4 ч)	> 500,000 ppm
Дермально кроликам, LD ₅₀	Нет данных (газообразное вещество)

11.2 Раздражение/коррозия кожи

Контакт с жидкостью может вызвать обморожение (физическое повреждение), но не является химическим коррозионным агентом. Классификация GHS: отсутствует классификация кожной коррозии/раздражения (только физическое обморожение).

11.3 Раздражение/коррозия глаз

Контакт с жидкостью может вызвать тяжёлое обморожение и повреждение роговицы. Классификация GHS: классификация по раздражению глаз отсутствует (только физическое обморожение).

11.4 Респираторная или кожная сенсibilизация

Случаев сенсibilизации не зарегистрировано. Имеющиеся данные испытаний на животных и эпидемиологические данные человека не выявили эффекта сенсibilизации.

11.5 Мутагенность половых клеток

Исследования in vitro и in vivo (тест Эймса, тест на хромосомные aberrации, тест на микроядра у мышей и др.) не выявили мутагенного эффекта. Все компоненты немутагенны.

11.6 Канцерогенность

Доказательства канцерогенности недостаточны. Ни один из компонентов не внесён IARC, ACGIH или другими организациями в список канцерогенов.

- IARC: не внесён в список
- ACGIH: категория A4 (не классифицируется как канцероген для человека)
- EPA: группа D (канцерогенность для человека не классифицируется)

11.7 Репродуктивная токсичность

Исследования на животных не выявили значимой репродуктивной или развивающей токсичности при высоких концентрациях (>50,000 ppm). Данные о репродуктивной токсичности у человека отсутствуют.

11.8 STOT — однократное воздействие

- Наркотический эффект (Категория 3): вдыхание высоких концентраций может вызвать депрессию центральной нервной системы, проявляющуюся головокружением, сонливостью, головной болью и нарушением сознания.
- Сердечные эффекты: воздействие высокой концентрации может вызвать аритмию, особенно при стрессе или физической нагрузке (сенсibilизация катехоламинами).

11.9 STOT — повторное воздействие

Повторное воздействие низкой концентрации не выявило значимой токсичности для органов-мишеней. Долгосрочные исследования ингаляции на животных (высокие концентрации) не показали явного повреждения органов.

11.10 Опасность аспирации

Не ожидается развития аспирационной пневмонии в газообразной форме. Однако вдыхание высоких концентраций может вызвать депрессию ЦНС и сенсibilизацию сердца.

12 Экологическая информация

12.1 Экоотоксичность

Острая токсичность для рыб (LC ₅₀ , 96 ч)	> 100 мг/л (низкая токсичность для рыб)
Острая токсичность для дафний (ЭК ₅₀ , 48 ч)	> 100 мг/л
Подавление роста водорослей (ЭК ₅₀ , 72 ч)	> 100 мг/л
Бактериальная токсичность	Нет данных

12.2 Стойкость и разлагаемость

- Атмосферная деградация: R1234yf быстро деградирует в реакции с гидроксильными радикалами (время жизни в атмосфере ~11 дней); R134a деградирует медленнее (время жизни ~14 лет).
Общее время жизни смеси в атмосфере ~2 года.
- Биоразлагаемость: биологически плохо разлагается.
- Гидролиз: не подвергается легкому гидролизу при нормальной температуре.
- Фотохимическое разложение: может разлагаться фотохимически в атмосфере.

12.3 Потенциал биоаккумуляции

Значения $\log P$ всех компонентов низкие; низкий потенциал биоаккумуляции.

12.4 Подвижность в почве

Высоколетучее в газообразной форме. Низкая растворимость в воде. Высокая подвижность. Легко испаряется в атмосферу при попадании в почву.

12.5 Результаты оценки PBT и vPvB

Критериям PBT / vPvB не соответствует.

12.6 Прочие неблагоприятные воздействия

- **Озоноразрушающий потенциал (ODP):** 0 (не истощает озоновый слой; вещество класса ГФО/ГФУ, не разрушающее озон)
- **Потенциал глобального потепления (GWP, 100-летний временной горизонт):** 196 (относительно $\text{CO}_2 = 1$; хладагент с низким GWP)
- Компонент R1234yf имеет короткое время жизни в атмосфере (~11 дней), что обуславливает очень низкий парниковый эффект.
- Крупные выбросы могут способствовать глобальному потеплению; выбросы следует контролировать, приоритет — рекуперация и повторное использование.
- Не является регулируемым веществом по Монреальскому протоколу; низкий GWP, не подпадает под поэтапное сокращение ГФУ по Поправке Кигали.

13 Утилизация

13.1 Методы обращения с отходами

Продукт/остатки:

- Не выбрасывайте напрямую в атмосферу (парниковый газ).
- Рекуперация и рециркуляция (очистка и повторное использование) — предпочтительный подход.
- Если рекуперация невозможна, удалите через лицензированное предприятие по обработке опасных отходов.

- Допустимым методом является высокотемпературное сжигание со щелочным скруббером для удаления фторидов.
- Не сбрасывайте в канализацию, водные пути или почву.

Загрязненная тара:

- Пустые баллоны должны возвращаться поставщику или в квалифицированную организацию для утилизации.
- Пустые баллоны с остаточным давлением относятся к опасным отходам.

13.2 Специальные меры предосторожности при утилизации

- Перед утилизацией ознакомиться с национальными и местными нормативными актами.
- Персонал должен использовать соответствующие средства индивидуальной защиты (см. раздел 8).
- Обеспечить хорошую вентиляцию для предотвращения удушья и накопления горючего газа.
- Утилизация должна проводиться квалифицированным и лицензированным предприятием.
- Следует вести учет утилизации.
- Устранить все источники воспламенения.

14 Информация о транспортировке

14.1 Номер ООН

3161 (Сжиженный газ, горючий, предварительно)

14.2 Надлежащее наименование груза ООН

СЖИЖЕННЫЙ ГАЗ, ГОРЮЧИЙ, Н.У.К. (Хладагентный газ R512A)

14.3 Класс(ы) транспортной опасности

Класс 2.1 Горючий газ (предварительно, на основе классификации слабогорючего A2L)

14.4 Группа упаковки

Не применимо (газам класса 2 не назначается группа упаковки)

14.5 Маркировка упаковки / знак опасности

- Основная знака опасности: Горючий газ (красная, класс 2.1)
- Дополнительный знак опасности: отсутствует

14.6 Методы и материалы для содержания и упаковки

- Бесшовные стальные баллоны. Баллоны должны соответствовать применимым национальным стандартам (напр., GB 5099).
- Обычные форматы упаковки: баллоны 11.4 кг, 13.6 кг, 50 кг, 100 кг.
- Коэффициент наполнения не должен превышать 1.0 кг/л.
- Направление резьбы выходного штуцера вентиля баллона: левая резьба для горючих газов.

14.7 Специальные требования для различных видов транспорта

Автомобильные перевозки (GB/T 12268 / ADR):

- Транспортные средства должны иметь лицензию на перевозку опасных грузов.
- Баллоны должны иметь колпаки вентиля и предохранительные кольца на месте.
- Баллоны, как правило, укладывают горизонтально, вентилями в одну сторону; не штабелировать накрест.
- Перевозите ранним утром или вечером летом во избежание прямых солнечных лучей.
- Следуйте по установленным маршрутам; не останавливайтесь в жилых или густонаселенных зонах.
- Выхлопные трубы транспортных средств должны быть оборудованы искрогасителями.

Железнодорожные перевозки (RID):

- Запрещаются сортировочные горки.
- Перевозите в крытых вагонах; баллоны вертикально или горизонтально и закреплены.

Морской транспорт (код IMDG):

- UN 3161, класс 2.1
- Морской загрязнитель: нет
- Категория размещения: D (только палубное размещение)

Воздушный транспорт (ICAO/IATA DGR):

- UN 3161, класс 2.1
- Горючий сжиженный газ
- Запрещено на пассажирских самолётах; только грузовые самолёты (с ограничением количества)

14.8 Специальные меры предосторожности для пользователя

- Не перевозите совместно с окислителями, реакционноспособными металлами или пищевыми продуктами.
- Транспортные средства должны быть оснащены соответствующими средствами пожаротушения и аварийным оборудованием для утечек.
- Транспортный персонал должен быть специально обучен и сертифицирован.
- Защищайте от солнечных лучей, дождя и высокой температуры при перевозке.
- При остановке в пути держитесь вдали от огня, источников тепла и высокотемпературных зон.
- Выхлопные трубы транспортных средств должны быть оборудованы искрогасителями.
- Погрузку и разгрузку проводите осторожно во избежание повреждения баллонов и арматуры.

15 Нормативная информация

15.1 Нормативные акты в области безопасности, здоровья и окружающей среды, относящиеся к веществу или смеси

Международные нормы:

- **UN GHS:** 8-е пересмотренное издание
- **Монреальский протокол:** Не является контролируемым озоноразрушающим веществом (ODP = 0)
- **Поправка Кигали:** GWP = 196, ниже контрольного порога; не подпадает под обязательное поэтапное сокращение ГФУ
- **Киотский протокол / Парижское соглашение:** внесён в список парниковых газов (низкий GWP)
- **Регламент ЕС по F-Gas (EU 517/2014):** низкий GWP, соответствует квотным требованиям ЕС
- **Регламент EU REACH (EC 1907/2006):** все компоненты являются зарегистрированными веществами
- **Регламент EU CLP (EC 1272/2008):** Регламент классификации, маркировки и упаковки
- **Программа SNAP (США, ЕРА):** Одобрено для различных холодильных применений
- **Стандарт OSHA HCS 2012 (США):** Стандарт информирования об опасности
- **DOT (США), 49 CFR:** Нормативы перевозки опасных материалов
- **ADR/RID:** Европейское соглашение о международной дорожной/железнодорожной перевозке опасных грузов
- **Код IMDG:** Международный кодекс морской перевозки опасных грузов
- **IATA DGR:** Нормативы перевозки опасных грузов Международной ассоциации воздушного транспорта

15.2 Оценка химической безопасности

Оценка химической безопасности для данной смеси в рамках данного SDS не проводилась.

Пользователи должны провести собственную оценку с учётом конкретных условий применения.

16 Прочая информация

16.1 Ссылки

- Стандарт ASHRAE 34-2024: обозначение и классификация безопасности хладагентов
- Оценочный доклад UNEP RTOC 2022
- Инструмент расчёта выбросов GHG Protocol (данные GWP R-512A)
- Коэффициенты пересчёта парниковых газов UK BEIS 2025
- Карманное руководство NIOSH по химическим опасностям
- GB/T 16483-2008 (Содержание и порядок разделов паспорта безопасности для химической продукции)
- Серия GB 30000 (Правила классификации и маркировки химических веществ)
- Система ООН по гармонизации GHS, 8-я пересмотренная редакция

16.2 Сокращения

Сокращение	Полный термин
SDS / MSDS	Паспорт безопасности / Паспорт данных о безопасности материала
GHS	Согласованная на глобальном уровне система классификации и маркировки химических веществ
CAS	Химическая реферативная служба (регистрационный номер)
ООН	Организация Объединенных Наций (номер опасных грузов)
ODP	Озоноразрушающий потенциал
GWP	Потенциал глобального потепления
LC ₅₀	Летальная концентрация, 50%
LD ₅₀	Летальная доза, 50%
TLV-TWA	Предельно допустимое значение — средневзвешенное по времени
SCBA	Автономный дыхательный аппарат
ГФУ	Гидрофторуглерод
НФО	Гидрофторолефин (содержит двойную углерод-углеродную связь)
STOT	Специфическая токсичность для отдельных органов

16.3 Отказ от ответственности

Данный паспорт безопасности (SDS) подготовлен в соответствии со стандартом UN GHS и применимыми нормативными требованиями. Некоторые физико-химические параметры R512A являются оценочными значениями на основе общедоступных источников данных. Точный состав не был публично подтверждён в таблицах стандарта ASHRAE 34. **Данные приведены для справки; обращайтесь к последним данным производителя.** Информация предоставляется только в качестве руководства по безопасной эксплуатации и не является гарантией спецификации или характеристик продукта. Пользователи должны проверить применимость информации к своим конкретным условиям использования и принять необходимые меры безопасности. Издатель не несёт юридической ответственности за любые прямые или косвенные убытки, возникшие в результате использования информации из

этого документа. Данные могут обновляться по мере появления новых научных результатов и изменений нормативных актов; рекомендуется периодически сверяться с последней версией.

Паспорт безопасности — Хладагент R512A | Подготовлен в соответствии с 8-й пересмотренной редакцией UN GHS |
Версия 1.0 | Данные для справки