# Паспорт безопасности (SDS)

Хладагент R452A (смесь ГФУ/ГФО)

CAS №: единого CAS нет (смесь) UN №: 3161 Дата выпуска: 29 августа 2026 г. Версия: 1.0

## 1 Идентификация

### 1.1 Идентификация продукта

| | |
|---|---|
| **Химическое название** | Хладагент R452A (смесь ГФУ/ГФО) |
| **Торговые названия / синонимы** | R452A, R-452A, Opteon XL55 (марка Chemours), смесь ГФУ/ГФО |
| **Номер CAS** | Единого номера CAS нет (смесь; см. состав) |
| **Номер ООН** | 3161 (сжиженный горючий газ) |
| **Код опасных грузов** | Класс 2.1 Горючий газ |
| **Состав** | R125 (30.1%) + R32 (12.0%) + R1234yf (57.9%) |
| **Молекулярная масса** | 92.99 г/моль (средневзвешенное по смеси) |
| **Рекомендуемое применение** | Экологичная замена для R404A/R507A; средне- и низкотемпературное коммерческое холодильное оборудование (супермаркетные морозильники/витрины, холодильные склады, холодовая логистика и т.д.) |

### 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

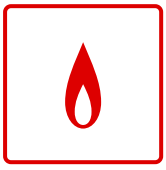
### 2.1 Классификация по GHS

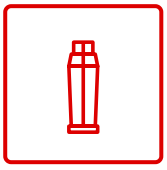
**Классификация опасности:**

- 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: R452A — хладагент группы безопасности ASHRAE A2L (низкая токсичность, низкая воспламеняемость). Его воспламеняемость унаследована от компонентов R32 и R1234yf. Горюч только в узком диапазоне концентраций (~12.0%~16.5% об. в воздухе) и при определённых условиях воспламенения; ламинарная скорость горения очень низкая (<10 см/с), что делает его воспламенение значительно более трудным, чем у обычных горючих газов. Обморожение при контакте с жидкостью является низкотемпературной травмой физического характера.

### 2.2 Элементы маркировки по GHS


GHS02 Горючий газ


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: Воспламеняемость унаследована от компонентов R32 (12.0%) и R1234yf (57.9%), оба — газы с низкой воспламеняемостью A2L; компонент R125 (30.1%) сам по себе негорюч (A1). Смесь в целом проявляет поведение низкой воспламеняемости A2L.

**Формулировки мер предосторожности:**

P102 Прочитайте и поймите все меры безопасности перед обращением.

P210 Беречь от тепла, горячих поверхностей, искр, открытого пламени и других источников воспламенения. 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.
- Это газ с низкой воспламеняемостью A2L со слабым горением; тем не менее он представляет риск возгорания вблизи открытого пламени или сильного нагрева. 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.

## 3 Состав/информация о компонентах

### 3.1 Вещество/смесь

Данный продукт является смесью.

### 3.2 Сведения о составе

| Наименование компонента | № CAS | Концентрация (по массе) | Классификация GHS |
|---|---|---|---|
| Пентафторэтан (R125) | 354-33-6 | 30.1% | Сжатый газ (сжиженный); STOT-SE кат. 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Дифторметан (R32) | 75-10-5 | 12.0% | Горючий газ кат. 1B; сжатый газ (сжиженный); STOT-SE кат. 3 |
| 2,3,3,3-Тетрафторпропен (R1234yf) | 754-12-1 | 57.9% | Горючий газ кат. 1; сжатый газ (сжиженный); STOT-SE кат. 3 |

### 3.3 Сведения о примесях

| Примесь | Спецификация |
|---|---|
| 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.

## 5 Меры пожаротушения

### 5.1 Средства пожаротушения

**Подходящие средства пожаротушения:** Это газ с низкой воспламеняемостью A2L со слабым горением. Применяйте огнетушащее средство, соответствующее окружающему пожару. Допустимы диоксид углерода, сухой порошок, водяной туман и пена.

**Неподходящие средства пожаротушения:** Специальных противопоказаний нет.

### 5.2 Особые опасности, обусловленные веществом или смесью

- Газ с низкой воспламеняемостью A2L; горение слабое, но может гореть при воздействии открытого пламени, сильного нагрева или мощных источников воспламенения.
- Узкий диапазон воспламеняемости в воздухе (~12.0%~16.5% по объёму); воспламеняется с трудом; ламинарная скорость горения очень низкая (<10 см/с).
- 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), оксид углерода (CO), карбонилфторид ($COF_2$) 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.
- При горении вытекающего газа: НЕ тушить, если утечку нельзя безопасно остановить. Прежде всего, если это безопасно, устранить все источники воспламенения.
- Избегайте прямого водяного распыления на истекающий сжиженный газ, поскольку это ускорит испарение и рассеивание.

## 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.
- Немедленно устранить все источники воспламенения; запретить использование искрообразующего оборудования и инструментов.
- 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 возгорания.
- **Большая утечка:**
  - Перекройте запорный вентиль, 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 вентиль 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 вентиль не закрывается, свяжитесь с поставщиком для профессиональной обработки.

### 6.4 Ссылка

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

> **Критическая опасность:** Пар R452A тяжелее воздуха и скапливается в низко расположенных и замкнутых местах, создавая атмосферу с недостатком кислорода и риск возгорания. Всегда

проверяйте уровень кислорода (должен быть ≥19.5%) и концентрацию горючего газа, работайте с напарником перед входом в замкнутые или низко расположенные помещения.

## 7 Обращение и хранение

### 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 огня и источников тепла; запретить курение в рабочих зонах. Использовать взрывозащищённые системы вентиляции и оборудование.
- Избегайте контакта с реакционноспособными металлами и сильными окислителями.
- Обращайтесь с баллонами осторожно; не роняйте, не сдвигайте, не катайте и не ударяйте баллоны. Используйте подходящее подъемное оборудование.
- Оснастите зону аварийным оборудованием для ликвидации утечек.
- В рабочих зонах запрещается есть и пить.
- Надевайте изолирующие перчатки и средства защиты глаз/лица при обращении с жидкостью для предотвращения обморожения.
- Использовать взрывозащищённые инструменты; запретить использование искрообразующего оборудования и инструментов.
- Периодически проверяйте баллоны, вентили и трубопроводы на утечки.

### 7.2 Условия безопасного хранения, включая несовместимость

- Хранить на прохладном, сухом, хорошо вентилируемом складе горючих газов.
- Температура хранения не должна превышать 45 °C. Держите вдали от огня, источников тепла и прямых солнечных лучей.
- Храните отдельно от окислителей и реакционноспособных металлов. Не храните совместно с несовместимыми материалами.
- Зона хранения должна быть оснащена аварийным оборудованием для ликвидации утечек.
- Баллоны должны храниться вертикально с колпаками вентилей и предохранительными кольцами на месте, надежно закрепленными во избежание падения.
- Используйте взрывозащищенное освещение и системы вентиляции.
- Запретите использование оборудования и инструментов, способных вызвать искры.
- Коэффициент заполнения не должен превышать 1,1 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 применения. Персонал должен быть профессионально обучен. Не используйте для прямого контакта с пищевыми продуктами, медицинской ингаляции или других неодобренных применений.

## 8 Контроль воздействия/индивидуальная защита

### 8.1 Параметры контроля

| | |
|---|---|
| **OEL Китая (предельно допустимый уровень воздействия)** | Установленный законом предел отсутствует. Рекомендуемая справка: ACGIH TLV 1000 ppm (TWA, 8 ч) |
| **ACGIH TLV-TWA (США)** | 1000 ppm (референсное значение для компонентов R125/R32, среднесменная концентрация за 8 часов) |
| **OSHA PEL-TWA (США)** | 1000 ppm, средневзвешенное по времени значение за 8 часов |
| **DFG MAK (Германия)** | 1000 ppm (4200 мг/м$^3$) |
| **Биологический предел** | Не установлен |

Примечание: Согласно GBZ 2.1-2019 (Гигиенические нормативы воздействия вредных факторов в производственной среде — Часть 1: Химические факторы), данная смесь в настоящее время не включена 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); детектор горючих газов (мониторинг НКПР).

### 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 в зонах возможных крупных утечек.
- Используйте взрывозащищенное электрооборудование.

### 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: защитные химические очки.
- При работе с жидкостью или возможном контакте с жидкостью: обязательно носить очки/защитный щиток для предотвращения обморожения.

**Защита кожи:**

- Защита рук: антистатические перчатки при обычной работе; криогенные теплоизолированные перчатки (например, перчатки для сухого льда, кожаные утеплённые) при контакте с жидкостью.
- Защита тела: антистатическая, огнестойкая рабочая одежда; при контакте с жидкостью — морозостойкая одежда.
- Прочее: запрет курения в рабочих зонах; избегать вдыхания высоких концентраций; работать с напарником при входе в резервуары, замкнутые пространства или другие зоны высоких концентраций; использовать взрывозащищённые инструменты.

### 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** | Нет данных (смесь) |
| **Температура кипения / интервал кипения (101,3 kPa)** | -47.7 °C |

| | |
|---|---|
| **Температура вспышки** | Отсутствует (горючий газ; понятие температуры вспышки неприменимо) |
| **Скорость испарения** | Нет данных |
| **Воспламеняемость (газ)** | Горюч (A2L, низкая воспламеняемость) |
| **Пределы взрываемости (верхний/нижний, об.% в воздухе)** | Верхний ~16.5% / нижний ~12.0% |
| **Скорость горения** | ~0.015 м/с (очень низкая, ламинарная скорость горения) |
| **Давление пара (25 °C)** | 1280 кПа |
| **Плотность пара (воздух = 1)** | ~3.2 (тяжелее воздуха) |
| **Относительная плотность (жидкость, 25 °C)** | 1.066 г/см$^3$ |
| **Растворимость** | Малорастворим в воде; растворим в этаноле, эфире и других органических растворителях |
| **Коэффициент распределения октанол/вода (log P)** | Нет данных (смесь) |
| **Температура самовоспламенения** | ~405 °C (референс для компонентов R1234yf/R32) |
| **Температура разложения** | >500 °C начало термического разложения |

**9.2 Термодинамические свойства**

| | |
|---|---|
| **Критическая температура** | 81.3 °C |
| **Критическое давление** | ~4.48 МПа (референс) |
| **Критическая плотность** | Нет данных (смесь) |
| **Теплота испарения (при температуре кипения)** | ~180 кДж/кг |
| **Удельная теплоемкость жидкости (25 °C)** | ~1.51 кДж/(кг·°C) |

**9.3 Прочие данные безопасности**

| | |
|---|---|
| **Группа безопасности ASHRAE** | A2L (низкая токсичность, низкая воспламеняемость) |
| **Озоноразрушающий потенциал (ODP)** | 0 (не разрушает озоновый слой; см. раздел 12.6) |
| **Потенциал глобального потепления (GWP, 100-летний)** | 145 (низкий GWP, экологичный хладагент; см. раздел 12.6) |

## 10 Стабильность и реакционная способность

### 10.1 Реакционная способность

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

### 10.2 Химическая стабильность

Стабильно при нормальных температуре и давлении.

### 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.

### 10.4 Условия, которых следует избегать

Высокая температура, открытое пламя, прямые источники тепла, превышение давления в баллоне, электростатический разряд, 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), оксид углерода (CO), карбонилфторид ($COF_2$) 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 (выше 50 об.%, наивысшая протестированная концентрация) |
| **Ингаляция мышей, $LC_{50}$ (2 ч)** | Нет данных |
| **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 повреждению/раздражению глаз отсутствует (только физическое обморожение).

### 11.4 Респираторная или кожная сенсибилизация

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

### 11.5 Мутагенность половых клеток

Тесты в пробирке и в живом организме (тест Эймса, тест на хромосомные аберрации, микроядерный тест на мышах и др.) не выявили мутагенного эффекта.

### 11.6 Канцерогенность

Недостаточно данных для оценки канцерогенности.

- IARC (Международное агентство по изучению рака): не включено
- ACGIH (Американская конференция государственных промышленных гигиенистов): Категория A4 (неклассифицируемо как канцероген для человека)
- EPA (Агентство по охране окружающей среды США): не внесён в список

### 11.7 Репродуктивная токсичность

Исследования на животных не выявили значимой репродуктивной токсичности или токсичности развития при высоких концентрациях. Данные о репродуктивной токсичности для 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 (сенсибилизация 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 сенсибилизацию сердца.

## 12 Экологическая информация

#### 12.1 Экотоксичность

| | |
|---|---|
| **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: разлагается главным образом посредством реакции компонента R1234yf с гидроксильными радикалами; короткое время жизни в атмосфере (дни–недели).
- Биоразлагаемость: слабо биоразлагаемо (не разлагается быстро микроорганизмами).
- Гидролиз: не подвергается легкому гидролизу при нормальной температуре.
- Фотохимическое разложение: может разлагаться фотохимически в атмосфере.

#### 12.3 Потенциал биоаккумуляции

Все компоненты имеют низкие значения log P; низкий потенциал биоаккумуляции (ниже порога биоконцентрации log P = 4.5).

#### 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

Не соответствует критериям PBT (стойкое, биоаккумулирующееся и токсичное) / vPvB (очень стойкое и очень биоаккумулирующееся).

#### 12.6 Прочие неблагоприятные воздействия

- **Озоноразрушающий потенциал (ODP):** 0 (не истощает озоновый слой; вещество класса ГФУ/ГФО, не разрушающее озон)
- **Потенциал глобального потепления (GWP, 100-летний временной горизонт):** 145 (относительно $CO_2$ = 1; на ~96% ниже, чем у R404A/R507A)
- Экологичный хладагент с низким GWP; крупные выбросы всё же способствуют глобальному потеплению — выбросы следует контролировать, приоритет — рекуперация и повторное использование.
- Не является регулируемым веществом по Монреальскому протоколу; подпадает под Поправку Кигали, но GWP значительно ниже контрольного порога, что даёт право на льготный режим.

## 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 быть возвращены поставщику или квалифицированному предприятию для утилизации. Не выбрасывайте и не разрезайте пустые баллоны.
- Пустые баллоны с остаточным давлением относятся к опасным отходам.

#### 13.2 Специальные меры предосторожности при утилизации

- Перед утилизацией обратитесь к национальным и местным нормам (напр., Закон о предотвращении и контроле загрязнения твёрдых отходов, Стандарты контроля загрязнения при хранении опасных отходов и др.).
- Персонал должен использовать соответствующие средства индивидуальной защиты (см. раздел 8).

- Обеспечить хорошую вентиляцию для предотвращения удушья и возгорания.
- Утилизация должна проводиться квалифицированным и лицензированным предприятием.
- Следует вести учет утилизации.

## 14 Информация о транспортировке

**14.1 Номер ООН**

3161 (сжиженный горючий газ, н.у.к.)

**14.2 Надлежащее наименование груза ООН**

СЖИЖЕННЫЙ ГОРЮЧИЙ ГАЗ, Н.У.К. (смесь R125/R32/R1234yf)

**14.3 Класс(ы) транспортной опасности**

Класс 2.1 Горючий газ

**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 13.6 кг, 50 кг, 100 кг, 400 кг, 800 кг; многоразовые ISO-цистерны.
- Коэффициент заполнения не должен превышать 1,1 кг/л.
- Направление резьбы выходного штуцера вентиля баллона: левая резьба для горючих газов.

**14.7 Специальные требования для различных видов транспорта**

**Автомобильный транспорт:**

- Транспортные средства должны иметь лицензию на перевозку опасных грузов.
- Баллоны должны иметь колпаки вентилей и предохранительные кольца на месте.
- Баллоны обычно укладывают горизонтально вентилями в одну сторону; не укладывайте крест-накрест. Высота не должна превышать бортового ограждения транспортного средства.
- 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; оснастить огнетушителями.

**Железнодорожный транспорт:**

- Запретите горочную сортировку (без свободного скатывания).
- 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 на палубе, вдали от жилых помещений)

**Воздушный транспорт (ICAO/IATA DGR):**

- UN 3161, класс 2.1
- Горючий газ
- Только грузовые самолёты (пассажирские запрещены); 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.
- Выпускные трубы транспортных средств, перевозящих данный продукт, 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 (Согласованная на глобальном уровне система классификации и маркировки химических веществ):** 8-е пересмотренное издание
- **Монреальский протокол:** Не является контролируемым озоноразрушающим веществом (ODP = 0)
- **Поправка Кигали:** вещества ГФУ являются регулируемыми; однако GWP данного продукта = 145 значительно ниже контрольного порога, что даёт право на льготный/освобождённый режим
- **Регламент ЕС по F-Gas (EC 517/2014):** контроль фторсодержащих парниковых газов
- **Регламент EU REACH (EC 1907/2006):** Зарегистрированное вещество

- **Регламент EU CLP (EC 1272/2008):** Регламент классификации, маркировки и упаковки
- **Программа SNAP (США, EPA):** 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

- Карманное руководство NIOSH по химическим опасностям
- База данных NOAA CAMEO по химическим веществам
- База данных соединений PubChem
- Справочник ASHRAE — холодильные системы и применения
- Стандарт ASHRAE 34 — обозначение и классификация безопасности хладагентов
- GB/T 16483-2008 (Содержание и порядок разделов паспорта безопасности для химической продукции)
- Серия GB 30000 (Правила классификации и маркировки химических веществ)
- GHS Организации Объединенных Наций (Согласованная на глобальном уровне система классификации и маркировки химических веществ), 8-е пересмотренное издание
- Стандарт OSHA по информированию об опасности (29 CFR 1910.1200)

### 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) |
| OOH | 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 |
| PEL | Допустимый предел воздействия |
| SCBA | Автономный дыхательный аппарат |
| PBT | Стойкое, биоаккумулирующееся и токсичное |
| ГФУ | Гидрофторуглерод |
| HFO | Гидрофторолефин |
| A2L | Классификация безопасности ASHRAE (более низкая токсичность, более низкая воспламеняемость) |

### 16.3 Отказ от ответственности

Настоящий паспорт безопасности (SDS) подготовлен в соответствии со стандартом OOH GHS и применимыми нормативными требованиями. Содержащаяся здесь информация основана на общедоступных химических базах данных, технической литературе и национальных стандартах и считается точной и полной на дату выпуска. Тем не менее не дается никакой гарантии, прямой или подразумеваемой, в отношении абсолютной точности, полноты или достоверности информации. Пользователи должны проверить применимость информации к своим конкретным условиям использования и обратиться к официальному паспорту безопасности, предоставленному изготовителем/поставщиком, для соблюдения требований. Информация в данном документе может обновляться по мере появления новых исследований и изменений в нормативных актах; рекомендуется периодически просматривать последнюю версию.