

Паспорт безопасности (SDS)

Изобутан (R600a / HC-600a)

CAS №: 75-28-5 UN №: 1969 Дата выпуска: 29 августа 2026 г. Версия: 1.0

1 Идентификация

1.1 Идентификация продукта

Химическое название	Изобутан (2-Метилпропан)
Торговые названия / синонимы	R600a, HC-600a, 2-метилпропан, триметилметан, i-бутан
Номер CAS	75-28-5
Номер ООН	1969 (изобутан, горючий газ)
Код опасных грузов	Класс 2.1 Горючий газ
Молекулярная формула	C ₄ H ₁₀ (изомер, CH(CH ₃) ₃)
Молекулярная масса	58.12 г/моль
Рекомендуемое применение	Хладагент (предпочтителен для бытовых холодильников/морозильников), пропеллент для аэрозолей, химическое сырьё (производство изобутилена), компонент топлива

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)

2 Идентификация опасностей

2.1 Классификация по GHS

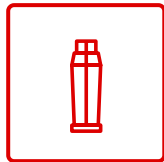
Классификация опасности:

- Горючий газ (физическая опасность) — категория 1A (чрезвычайно горюч)
- Сжатый газ (физическая опасность) — Сжиженный газ
- Специфическая токсичность для отдельных органов - при однократном воздействии (опасность для здоровья, наркотический эффект) — Категория 3
- Опасность аспирации (угроза здоровью) — категория 1
- Опасно для водной среды — острое (угроза окружающей среде) — категория 1

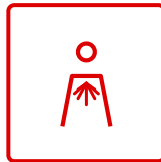
2.2 Элементы маркировки по GHS



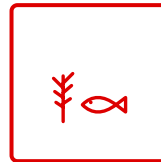
GHS02 Горючий



GHS04 Газовый баллон



GHS08 Угроза здоровью



GHS09 Окружающая среда

Сигнальное слово: **ОПАСНО**

Формулировки опасности:

- H220** Чрезвычайно легковоспламеняющийся газ.
- H280** Содержит газ под давлением; может взорваться при нагревании.
- H304** Может быть смертельно при проглатывании и попадании в дыхательные пути.
- H336** Может вызывать сонливость или головокружение.
- H400** Очень токсичен для водных организмов.

Формулировки мер предосторожности:

- P101** При необходимости обращения к врачу иметь при себе упаковку продукта или этикетку.
- P102** Хранить в недоступном для детей месте.
- P210** Беречь от тепла, горячих поверхностей, искр, открытого пламени и других источников воспламенения. Не курить.
- P261** Избегать вдыхания пыли/дыма/газа/тумана/паров/распылителей жидкости.
- P271** Использовать только на открытом воздухе или в хорошо проветриваемом помещении.

P304+P340 ПРИБЫЛИ: Вынести пострадавшего на свежий воздух и обеспечить ему полный покой в удобном для дыхания положении.

P311 Обратиться в токсикологический центр или к врачу/...

P331 Не вызывать рвоту.

P370+P379 В случае пожара: остановить утечку, если это безопасно.

P377 При пожаре от утечки горящего газа: не тушить, если утечку нельзя безопасно остановить.

P381 В случае утечки устранить все источники воспламенения.

P391 Собрать пролившееся вещество.

P403 Хранить в хорошо проветриваемом месте.

P410+P403 Беречь от солнечных лучей. Хранить в хорошо проветриваемом месте.

P405 Хранить под замком.

P501 Утилизировать содержимое/упаковку в соответствии с местными нормами.

2.3 Прочие опасности

Предупреждение о чрезвычайно горячем газе:

- Это хладагент класса горючести A3 (группа безопасности ASHRAE) с широким диапазоном взрываемости (1.8%~8.4%) и крайне низкой температурой вспышки (-117°C). Даже небольшая утечка может образовать взрывоопасную газовую смесь.
- Пар тяжелее воздуха (плотность пара ~2.0 плотности воздуха) и может распространяться на большие расстояния по земле; воспламенение может проскочить обратно к источнику.
- Изобутан хладагентной марки не одорируется; утечки нельзя обнаружить по запаху. Детекторы горючих газов обязательны.
- Высокие концентрации могут вызвать удушье и угнетение центральной нервной системы (головокружение, сонливость, потеря сознания).
- Контакт жидкости с кожей или глазами может вызвать тяжёлое обморожение.
- Проглатывание жидкого изобутана создаёт риск аспирационной пневмонии (опасность аспирации категории 1).
- Баллоны, нагретые пожаром, могут подвергнуться BLEVE (взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости).

3

Состав/информация о компонентах

3.1 Вещество/смесь

Данный продукт является индивидуальным веществом.

3.2 Сведения о составе

Наименование компонента	№ CAS	Концентрация (по массе)
Изобутан	75-28-5	≥99.5% (хладагентная марка)

3.3 Сведения о примесях

Примесь	Предел по спецификации
Влажность	≤10 ppm
Кислотность (в пересчете на HCl)	≤1 ppm
Остаток после испарения	≤100 ppm
Неконденсирующийся газ (25 °C, об.%)	≤1.5%
Сульфиды	≤1 ppm
n-бутан и другие изомеры	≤0.5%

Примечание: Изобутан (R600a) — изомер бутана (2-метилпропан) с физическими свойствами, отличными от n-бутана (R600). Изобутан хладагентной марки имеет более высокую чистоту и не одорируется.

4 Меры первой помощи

4.1 Описание необходимых мер первой помощи

Общие рекомендации: Немедленно вывести пострадавшего из загрязнённой зоны. Сохранять тепло и покой. Показать данный SDS лечащему врачу. Примечание: перед входом в зону утечки убедиться в отсутствии опасности взрыва.

При вдыхании:

- Немедленно переместите пострадавшего на свежий воздух. Обеспечьте проходимость дыхательных путей.
- При затрудненном дыхании подавайте кислород.
- При отсутствии дыхания провести искусственную вентиляцию лёгких (предпочтительно с мешком-маской; избегать способа «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:

Данное вещество при окружающей температуре является газом; проглатывание крайне маловероятно. При случайном проглатывании жидкого изобутана (крайне редко) **НЕ вызывать рвоту**; немедленно обратиться за медицинской помощью. Рвота может привести к попаданию жидкости в дыхательные пути, вызывая потенциально смертельную аспирационную пневмонию.

4.2 Наиболее важные симптомы и воздействия — острые и отсроченные

- Острое вдыхание: головокружение, сонливость, головная боль, тошнота, атаксия, потеря сознания, сердечная аритмия; высокие концентрации могут вызвать удушье.
- Контакт с кожей (жидкость): обморожение (бледность, уплотнение кожи, боль, образование пузырей).
- Контакт с глазами (жидкость): тяжелое обморожение, повреждение роговицы, нарушение зрения.
- Опасность аспирации: попадание жидкого изобутана в дыхательные пути может вызвать химический пневмонит и отёк лёгких, потенциально смертельно.

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.
- Лечите обморожение по стандартным протоколам: согревание теплой водой (37–40 °C). Не используйте сухое тепло или массаж.
- При подозрении на аспирационный пневмонит провести рентген грудной клетки и анализ газов крови.

- При проглатывании жидкого изобутана НЕ проводить промывание желудка и не вызывать рвоту для предотвращения дальнейшего повреждения дыхательных путей.

5

Меры пожаротушения

Чрезвычайно горючий газ! Это хладагент класса горючести А3 с широким диапазоном взрываемости (1.8%~8.4%), крайне низкой температурой вспышки (-117°C) и температурой самовоспламенения 460°C. Любой источник воспламенения (открытое пламя, статическое электричество, электрическая искра, горячая поверхность) может воспламенить газ или вызвать взрыв.

5.1 Средства пожаротушения

Подходящие средства пожаротушения: Сухой порошок, диоксид углерода, водяной туман (для охлаждения баллонов). При крупных газовых пожарах предпочтительный подход — сначала перекрыть источник газа, затем потушить.

Неподходящие средства пожаротушения: Прямые водяные струи (могут растащить пламя и расширить опасную зону; прямое распыление на резервуары с жидким изобутаном может вызвать разбрызгивание).

5.2 Особые опасности, обусловленные веществом или смесью

- Чрезвычайно горюч; образует с воздухом взрывоопасные смеси (диапазон взрываемости 1.8%~8.4%).
- Пар тяжелее воздуха (плотность пара ~2.0 плотности воздуха) и может распространяться по земле к удалённым источникам воспламенения, вызывая обратную вспышку.
- Баллоны или резервуары, подверженные нагреву, могут подвергнуться BLEVE (взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости) с образованием ударных волн и разлетающихся осколков.
- Неполное сгорание образует монооксид углерода (CO) — токсичный газ.
- Горение в замкнутых пространствах может вызвать паровой взрыв.

5.3 Опасные продукты горения

Диоксид углерода (CO₂), вода (H₂O), монооксид углерода (CO, при неполном сгорании)

5.4 Рекомендации для пожарных

- Пожарные должны использовать дыхательный аппарат с положительным давлением (SCBA) и полную защитную огнестойкую одежду.
- **При горении вытекающего газа: НЕ тушить пламя, если только утечку нельзя безопасно остановить.** Продолжающееся горение предотвращает накопление газа и потенциально более

масштабный взрыв парового облака. Пламя погаснет само после остановки утечки.

- 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.
- Подавать большое количество воды с расстояния для охлаждения контейнеров, подверженных огню. Персонал должен находиться с наветренной стороны.

6 Меры при аварийном выбросе

Чрезвычайно горюч! Основной принцип реагирования на утечку: немедленно устранить ВСЕ источники воспламенения (открытое пламя, статическое электричество, электрические искры, механические искры). Эвакуировать людей с подветренной стороны. Запретить использование искрообразующих инструментов и оборудования. Использовать только взрывозащищённое электрооборудование.

6.1 Меры личной безопасности, средства защиты и аварийные процедуры

- Немедленно эвакуируйте персонал из зоны утечки в наветренную сторону. Установите периметр и ограничьте доступ.
- Немедленно устранить все источники воспламенения: отключить электропитание, запретить открытое пламя, запретить курение, запретить использование невзрывозащищённого электрооборудования.
- Спасатели должны носить SCBA (автономные дыхательные аппараты избыточного давления), антистатическую рабочую одежду, криогенные перчатки и защиту глаз.
- Заходите с наветренной стороны.
- Остановить утечку, если это можно сделать безопасно. Если вентиль нельзя закрыть, отойти на безопасное расстояние и ожидать профессиональной помощи.
- Не касайтесь и не ходите по пролитому веществу.
- Использовать только неискрящие инструменты.

6.2 Меры по защите окружающей среды

- Предотвратить попадание газа в канализацию, подвалы, кабельные каналы или замкнутые пространства (с высокой вероятностью накопления и взрыва).
- Проветривайте зону для ускорения рассеивания.
- Избегать попадания в водные объекты и почву.

- Пар тяжелее воздуха и скапливается в низко расположенных местах. Контролировать концентрацию горючего газа (НКПР).

6.3 Методы и материалы для локализации и уборки

- **Небольшая утечка:** Усилить вентиляцию для ускорения рассеивания газа. Использовать детекторы горючих газов для контроля концентрации, обеспечивая её уровень ниже нижнего предела взрываемости (НКПР = 1.8%).
- **Большая утечка:**
 - Немедленно установить охраняемый периметр и эвакуировать людей с подветренной стороны.
 - Перекройте запорный вентиль, если это безопасно.
 - Использовать специализированное оборудование рекуперации газа или факельную систему для безопасной утилизации.
 - Если рекуперация невозможна, сжечь газ в безопасном месте (только под профессиональным руководством) для предотвращения накопления и взрыва.
 - Использовать водяной туман/распыление для разбавления пара, но НЕ направлять водяную струю на место утечки.
- **Утечка из баллона:** Переместить баллон в хорошо проветриваемое безопасное место и медленно стравить газ. Если вентиль нельзя закрыть, наблюдать с безопасного расстояния и связаться с поставщиком для профессионального реагирования.

6.4 Ссылка

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

Критическая опасность: Пар изобутана примерно в 2.0 раза тяжелее воздуха и скапливается в низко расположенных и замкнутых местах, образуя взрывоопасные газовые смеси. Всегда проверяйте концентрацию горючего газа (<10% НКПР) и уровень кислорода ($\geq 19.5\%$), работайте с напарником перед входом в замкнутые или низко расположенные помещения. Все открытое пламя и статические разряды строго запрещены.

7

Обращение и хранение

7.1 Меры предосторожности при безопасном обращении

Требования взрывозащиты: Это чрезвычайно горючий газ A3. Все рабочие зоны должны соответствовать требованиям взрывозащиты. Всё электрооборудование, освещение и вентиляция должны быть взрывозащищённого типа (класс Ex по GB 3836). Операторы должны носить антистатическую рабочую одежду и антистатическую обувь.

- 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.
- **Всё оборудование, трубопроводы и баллоны должны быть надёжно заземлены** для предотвращения накопления статики. Сопротивление заземления должно соответствовать антистатическим требованиям.
- Запретить использование искрообразующего механического оборудования и инструментов (использовать неискрящие инструменты из медных сплавов).
- В рабочих зонах запрещены курение, прием пищи и напитков.
- Обращаться с баллонами осторожно; не бросать, не волочить, не катить и не ударять баллоны.
- Надевайте изолирующие перчатки и средства защиты глаз/лица при обращении с жидкостью для предотвращения обморожения.
- Оснастить зону системой обнаружения/сигнализации горючих газов и средствами аварийного реагирования на утечки.
- Периодически проверять баллоны, вентили и трубопроводы на утечки с помощью течеискательной пены или детекторов горючих газов.
- Строго контролировать количество наполнения при заправке баллонов для предотвращения переполнения.

7.2 Условия безопасного хранения, включая несовместимость

- Хранить на прохладном, сухом, хорошо вентилируемом складе горючих газов. Склад должен соответствовать требованиям GB 50016 (нормы противопожарного проектирования) для складов категории А.
- Температура хранения не должна превышать 30°C. Держать вдали от огня, источников тепла и прямых солнечных лучей.
- Хранить отдельно от окислителей, галогенов, сильных кислот и сильных щелочей. Не хранить совместно с несовместимыми материалами.
- Зона хранения должна быть оснащена средствами аварийного реагирования на утечки и детекторами горючих газов.
- Баллоны должны храниться вертикально с колпаками вентиля и предохранительными кольцами на месте, надёжно закрепленными во избежание падения.
- Использовать взрывозащищённые системы освещения и вентиляции. Выключатели и розетки должны располагаться вне склада или быть взрывозащищённого типа.
- Запретите использование оборудования и инструментов, способных вызвать искры.
- Коэффициент наполнения не должен превышать 0.49 кг/л (изобутан).
- Разместить чёткие предупреждающие знаки безопасности: «Не курить» и «Горючий газ».
- Зоны хранения должны находиться на безопасном расстоянии от жилых районов, школ, больниц и других населённых мест.
- Внедрите систему приема/выдачи и хранения в присутствии двух лиц.

7.3 Специальные области применения

При использовании в качестве хладагента работать с продуктом могут только обученные и аттестованные техники. R600a в настоящее время — предпочтительный хладагент для бытовых холодильников/морозильников, обычно с небольшой заправкой (50~150 г), но правила взрывобезопасности всё равно должны соблюдаться. Проектирование, монтаж и обслуживание холодильных систем должны соответствовать GB 9237. Не использовать для прямого контакта с пищевыми продуктами, медицинских ингаляций или иных неутверждённых применений.

8 Контроль воздействия/индивидуальная защита

8.1 Параметры контроля

OEL Китая (предельно допустимый уровень воздействия)	Установленного законного предела нет. Управлять как простым удушающим веществом. Поддерживать содержание кислорода в воздухе $\geq 19.5\%$.
ACGIH TLV-TWA (США)	1000 ppm (прибл. 2360 мг/м ³), среднесменная концентрация за 8 часов (простое удушающее вещество)
NIOSH REL-TWA (США)	800 ppm (1900 мг/м ³)
OSHA PEL-TWA (США)	Не установлен (управляется как простое удушающее вещество)
Биологический предел	Не установлен

Примечание: Основные опасности изобутана — горючесть и простое удушающее действие (вытеснение кислорода при высоких концентрациях), а не химическая токсичность. Содержание кислорода на рабочем месте должно поддерживаться выше 19.5%.

8.2 Методы контроля воздействия

Газовая хроматография с пламенно-ионизационным детектированием (GC-FID) или масс-спектрометрия (GC-MS); детекторы горючих газов (мониторинг НКПР, каталитического сгорания или инфракрасного типа).

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 горючих газов (звуковые и световые) в зонах возможных утечек. Порог срабатывания $\leq 20\%$ НКПР.
- Всё электрооборудование, освещение и вентиляция должны быть взрывозащищёнными (соответствие GB 3836).
- Всё металлическое оборудование, трубопроводы и баллоны должны быть надёжно заземлены. Сопротивление заземления < 10 Ом.

- Полы рабочих зон должны быть выполнены из неискрящих материалов.

8.4 Меры индивидуальной защиты

Защита органов дыхания:

- Нормальные условия (ниже предела воздействия и нормальный кислород): специальная защита не требуется.
- Повышенные концентрации или пониженный кислород: рекомендуются SCBA избыточного давления или шланговый респиратор избыточного давления.
- Высокая концентрация или аварийное спасение/эвакуация: обязательно носить SCBA избыточного давления.
- **НЕ использовать фильтрующие респираторы** (из-за риска удушья при высоких концентрациях; фильтрующие респираторы не подают кислород).

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: криогенные теплоизолированные перчатки (например, перчатки для сухого льда, кожаные утеплённые) при контакте с жидкостью.
- Защита тела: антистатическая рабочая одежда и антистатическая обувь (одежда должна соответствовать антистатическому стандарту GB 12014).
- Прочее: запрет курения в рабочих зонах; работать с напарником при входе в резервуары или замкнутые пространства, со средствами спасения наготове.

8.5 Меры гигиены

- Снимать рабочую одежду и тщательно мыть 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 с лёгким запахом природного газа; газообразный при окружающей температуре и давлении; бесцветная прозрачная жидкость под давлением
Порог запаха	~12,000 ppm (1.2%), около нижнего предела взрываемости. Изобутан хладагентной марки не одорируется; запах ненадёжен для обнаружения.

рН	Не применимо (газ)
Температура плавления / замерзания	-159.6 °C (-255.3 °F)
Температура кипения / интервал кипения (101,3 кПа)	-11.7 °C (10.9 °F)
Температура вспышки	-117 °C (-178.6 °F) (закрытый тигель)
Скорость испарения	Быстрая (жидкость испаряется быстро)
Воспламеняемость (газ)	Чрезвычайно горюч (категория 1A)
Пределы взрываемости (верхний/нижний)	Верхний 8.4% / нижний 1.8% (об.% в воздухе)
Давление пара (25 °C)	350 кПа (давление насыщенного пара)
Плотность пара (воздух = 1)	2.00 (тяжелее воздуха)
Относительная плотность (жидкость, 25 °C)	0.552 г/см ³
Растворимость	Малорастворим в воде (~48 мг/л при 25°C); растворим в этаноле, эфире и других органических растворителях
Коэффициент распределения октанол/ вода (log P)	2.77
Температура самовоспламенения	460 °C (860 °F)
Температура разложения	Стабилен при окружающей температуре и давлении; не разлагается
Вязкость (газ, 25 °C)	~7.6 мкПа·с
Поверхностное натяжение (жидкость, 25 °C)	~9.9 мН/м
Удельная теплоёмкость газа (25°C, постоянное давление)	1.66 кДж/(кг·°C)

9.2 Термодинамические свойства

Критическая температура	134.7 °C (274.5 °F)
Критическое давление	3640 кПа (3.64 МПа / 527.9 psia)
Критическая плотность	0.221 г/см ³
Теплота испарения (при температуре кипения)	366 кДж/кг
Удельная теплоемкость жидкости (25 °C)	2.35 кДж/(кг·°C)
Константа закона Генри (25 °C)	1.4×10^{-1} моль/(м ³ ·Па)

9.3 Прочие данные безопасности

Группа безопасности ASHRAE	A3 (низкая токсичность, высокая горючесть)
Озоноразрушающий потенциал (ODP)	0 (не истощает озоновый слой; природный хладагент)
Потенциал глобального потепления (GWP, 100-летний)	~3 (очень низкий парниковый эффект; природный хладагент)
Теплота сгорания (низшая теплотворная способность)	45.6 МДж/кг
Минимальная энергия воспламенения	~0.25 мДж (статический разряд может воспламенить)

10 Стабильность и реакционная способность

10.1 Реакционная способность

Химически стабилен при нормальных условиях температуры и давления. Может энергично реагировать с сильными окислителями при определённых условиях.

10.2 Химическая стабильность

Стабилен при нормальных условиях температуры и давления. Избегать высоких температур, открытого пламени и сильных окислителей.

10.3 Возможность опасных реакций

- Может энергично реагировать с сильными окислителями (например, жидкий кислород, хлор, пероксид водорода) с риском взрыва.
- Может подвергаться энергичным реакциям замещения или присоединения с галогенами (фтор, хлор, бром) на свету или при высоких температурах.
- Неполное сгорание при высоких температурах образует монооксид углерода.

10.4 Условия, которых следует избегать

Высокая температура, открытое пламя, искры, статические разряды, прямые источники тепла, превышение давления в баллоне. Избегать образования взрывоопасных газозооушных смесей.

10.5 Несовместимые материалы

Сильные окислители (жидкий кислород, хлор, пероксид водорода, перманганат калия и т.д.), галогены (фтор, хлор, бром), сильные кислоты, сильные щелочи

10.6 Опасные продукты разложения

Монооксид углерода (CO) при неполном сгорании. В нормальных условиях хранения не разлагается.

10.7 Опасная полимеризация

Не происходит.

11 Токсикологическая информация

11.1 Сведения о токсикологических эффектах

Острая токсичность:

Ингаляция крыс, LC ₅₀ (4 ч)	> 100,000 ppm (100,000 ppm, ~5 об.%; практически нетоксичен; основные опасности — удушье и горючесть)
Ингаляция мышей, LC ₅₀ (2 ч)	> 100,000 ppm
Дермально кроликам, LD ₅₀	Нет данных (газообразное вещество)

Примечание: Изобутан имеет крайне низкую острую токсичность. Ингаляционная LC50 для крыс за 4 часа превышает 100,000 ppm, что классифицирует его как практически нетоксичный. Основные угрозы здоровью — горючесть/взрыв и простое удушьющее действие.

11.2 Раздражение/коррозия кожи

Газообразное состояние: раздражения кожи нет. Контакт с жидкостью может вызвать обморожение (физическая криогенная травма), но это не химический коррозив. Классификация GHS: классификация по коррозии/раздражению кожи отсутствует (только физическое обморожение).

11.3 Раздражение/коррозия глаз

Газообразное состояние: раздражения глаз нет. 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* (тест Эймса и др.) не показывают мутагенного эффекта. Изобутан — простой алкан и не проявляет генотоксичности.

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

Имеющиеся данные не показывают репродуктивной или токсичности развития. Исследования на животных не выявили тератогенных эффектов.

11.8 STOT — однократное воздействие

- Наркотическое действие (категория 3): вдыхание высоких концентраций (> 10,000 ppm) может вызвать угнетение центральной нервной системы, проявляющееся головокружением, сонливостью, головной болью и нарушением сознания.
- Сердечные эффекты: воздействие очень высоких концентраций может вызвать сердечную аритмию, особенно при стрессе.
- Удушье: при высоких концентрациях вытесняет кислород из воздуха, вызывая гипоксию (симптомы появляются при O₂ < 19.5%; может быть смертельно при O₂ < 6%).

11.9 STOT — повторное воздействие

Повторное воздействие низких концентраций не показывает значимой токсичности для органов-мишеней. Длительное профессиональное воздействие (ниже TLV) не показало явных повреждений органов.

11.10 Опасность аспирации

Попадание жидкого изобутана в дыхательные пути (например, аспирация после проглатывания жидкого изобутана) может вызвать химический пневмонит и отёк лёгких, потенциально смертельно. Классификация GHS: опасность аспирации категория 1. В газообразном виде аспирационная пневмония не ожидается.

12.1 Экоотоксичность

Острая токсичность для рыб (LC ₅₀ , 96 ч)	Токсичен для рыб (классификация GHS: водная острая токсичность 1)
Острая токсичность для дафний (ЭК ₅₀ , 48 ч)	Подробные данные отсутствуют
Подавление роста водорослей (ЭК ₅₀ , 72 ч)	Подробные данные отсутствуют
Бактериальная токсичность	Нет данных

Примечание: Изобутан имеет очень низкую растворимость в воде, что ограничивает фактический риск воздействия на водную среду. Классификация водной токсичности GHS основана на данных аналогов.

12.2 Стойкость и разлагаемость

- Атмосферная деградация: разлагается главным образом в реакции с гидроксильными радикалами ($\cdot\text{OH}$); время жизни в атмосфере ~12 дней.
- Биоразлагаемость: биоразлагаем в аэробных условиях.
- Гидролиз: не подвергается легкому гидролизу при нормальной температуре.
- Фотохимическое разложение: может разлагаться фотохимически в атмосфере.

12.3 Потенциал биоаккумуляции

$\log P = 2.77$. Низкий потенциал биоаккумуляции (ниже порога биоконцентрации $\log P = 4.5$).

12.4 Подвижность в почве

Высоколетуч в газообразной форме. Очень низкая растворимость в воде. При попадании в почву легко улетучивается в атмосферу; в почве не сохраняется.

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; природный хладагент)
- **Потенциал глобального потепления (GWP, 100-летний временной горизонт):** ~3 (относительно $\text{CO}_2 = 1$, крайне низкий парниковый эффект)
- R600a — природное органическое рабочее вещество (углеводород). Экологичен: ODP=0 и очень низкий GWP (~3), предпочтительный экологичный хладагент для бытовых холодильников.

- Крупные выбросы в воду могут вредить водной фауне, но быстрое испарение ограничивает фактический риск воздействия на водную среду.
- Не является регулируемым веществом по Монреальскому протоколу; не является регулируемым парниковым газом по Киотскому протоколу (GWP очень низкий).

13 Утилизация

13.1 Методы обращения с отходами

Продукт/остатки:

- Рекуперация и рециркуляция (очистка и повторное использование) — предпочтительный подход.
- Небольшие количества нерецикулируемого остатка жидкости могут медленно стравливаться в атмосферу в безопасном месте (вдали от людей, зданий и источников воспламенения).
- Большие количества следует утилизировать через лицензированную организацию по обращению с опасными отходами.
- Сжигание при высоких температурах с безопасной системой сгорания — приемлемый метод.
- **НЕ сливать жидкий изобутан в канализацию, водные объекты или почву.**
- При стравливании убедиться в отсутствии источников воспламенения и хорошей вентиляции зоны.

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 и жидкостью обращаются как опасные отходы.
- Никогда не применять к баллонам с остаточной жидкостью нагрев открытым пламенем, резку или сварку.

13.2 Специальные меры предосторожности при утилизации

- Перед утилизацией обратитесь к национальным и местным нормам (напр., Закон о предотвращении и контроле загрязнения твердых 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 накопления горючего газа.
- Утилизация должна проводиться квалифицированным и лицензированным предприятием.
- Следует вести учет утилизации.

14 Информация о транспортировке

14.1 Номер ООН

1969 (изобутан, горючий газ)

14.2 Надлежащее наименование груза ООН

ИЗОБУТАН

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 или сварные стальные баллоны. Баллоны должны соответствовать применимым национальным стандартам (например, GB 5099, GB 5100).
- Обычные форматы упаковки: баллоны 5 кг, 10 кг, 20 кг, 50 кг; резервуары 200 кг, 400 кг, 800 кг.
- Коэффициент наполнения не должен превышать 0.49 кг/л (изобутан).
- 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 и быть оборудованы искрогасителями.
- Баллоны должны иметь колпаки вентиля 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.
- Транспортные средства должны иметь огнетушители и детекторы горючих газов.

Железнодорожный транспорт:

- Запретите горючую сортировку (без свободного скатывания).
- Перевозите в крытых вагонах; баллоны вертикально или горизонтально и закреплены.
- Запрещается совместная погрузка с окислителями или самовоспламеняющимися материалами.

Морской транспорт (код IMDG):

- UN 1969, класс 2.1
- Морской загрязнитель: нет
- Категория размещения: D (только на палубе)

- Должен размещаться вдали от источников тепла и огня

Воздушный транспорт (ICAO/IATA DGR):

- UN 1969, класс 2.1
- Горючий газ
- Пассажирские самолёты: запрещено (если не выполняются положения об исключённых количествах)
- Грузовые самолёты: должны соответствовать требованиям упаковки IATA DGR (при одобрении авиационных властей)

14.8 Специальные меры предосторожности для пользователя

- Не перевозить совместно с окислителями, галогенами, сильными кислотами, сильными щелочами или пищевыми/кормовыми 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.
- Погружать и выгружать осторожно для предотвращения повреждения баллонов и арматуры. Не бросать и не ударять.
- Баллоны должны быть надёжно закреплены при перевозке для предотвращения перекачивания и столкновений.

15 Нормативная информация

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

Китайские нормативные акты:

- Положение о безопасном управлении опасными химическими веществами (Постановление Госсовета № 591)
- Каталог опасных химических веществ (издание 2015 г.): внесён (горючий газ класса 2.1)
- Серия GB 30000: Правила классификации и маркировки химических веществ (GHS)
- GB/T 16483-2008: Содержание и порядок разделов паспорта безопасности
- GBZ 2.1-2019: Гигиенические нормативы воздействия вредных факторов в производственной среде
- TSG 23-2021: Технический регламент безопасности газовых баллонов

- GB 50016: Нормы противопожарного проектирования зданий (склад категории А)
- GB 50058: Нормы проектирования электроустановок во взрывоопасных средах
- GB 9237: Холодильные системы и тепловые насосы — требования безопасности и охраны окружающей среды
- Закон Китайской Народной Республики о безопасности производства
- Закон Китайской Народной Республики о противопожарной защите (горючий газ категории А)
- Закон о предупреждении и контроле загрязнения твёрдыми отходами

Международные нормы:

- **UN GHS (Согласованная на глобальном уровне система классификации и маркировки химических веществ):** 8-е пересмотренное издание
- **Монреальский протокол:** не является регулируемым озоноразрушающим веществом (ODP = 0, природный хладагент)
- **Киотский протокол / Парижское соглашение:** очень низкий GWP (~3); не является приоритетным регулируемым парниковым газом
- **Регламент EU REACH (EC 1907/2006):** Зарегистрированное вещество
- **Регламент EU CLP (EC 1272/2008):** Регламент классификации, маркировки и упаковки
- **Регламент ЕС по F-Gas (EC 517/2014):** не является фторсодержащим парниковым газом; не подпадает под данный регламент
- **Программа SNAP (США, EPA):** одобрен для холодильных применений (бытовые холодильники и т.д.)
- **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
- **Стандарт ASHRAE 34:** обозначение и классификация безопасности хладагентов (группа А3)

15.2 Оценка химической безопасности

Оценка химической безопасности для данного вещества в рамках настоящего паспорта безопасности не проводилась. Пользователи должны провести собственную оценку на основе конкретных условий использования.

16 Прочая информация

16.1 Ссылки

- Карманное руководство NIOSH по химическим опасностям
- Международная карточка химической безопасности (ICSC) № 0901
- База данных NOAA CAMEO по химическим веществам
- База данных соединений PubChem (CID 6367)
- Стандарт ASHRAE 34-2019 (обозначение и классификация безопасности хладагентов)
- Справочник ASHRAE — холодильные системы и применения
- 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
- GB 9237 (Холодильные системы и тепловые насосы — требования безопасности и охраны окружающей среды)

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
PEL	Допустимый предел воздействия
SCBA	Автономный дыхательный аппарат

PBT	Стойкое, биоаккумулирующееся и токсичное
LEL	Нижний предел взрываемости
UEL	Верхний предел взрываемости
BLEVE	Взрыв расширяющихся паров вскипающей жидкости
HC	Углеводород
STOT	Специфическая токсичность для отдельных органов
IARC	Международное агентство по изучению рака
ACGIH	Американская конференция государственных промышленных гигиенистов

16.3 Отказ от ответственности

Данный паспорт безопасности (SDS) подготовлен в соответствии со стандартом UN 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. Однако никакая гарантия, явная или подразумеваемая, не даётся относительно абсолютной точности, полноты или надёжности информации. R600a — чрезвычайно горючий хладагент класса A3. Правила взрывобезопасности должны строго соблюдаться при использовании, хранении и перевозке. Пользователи должны проверить применимость информации к своим конкретным условиям использования и обращаться к официальному SDS производителя/поставщика для целей соответствия. Информация в этом документе может обновляться по мере появления новых научных результатов и изменений нормативных актов; рекомендуется периодически сверяться с последней версией.