



Газовое огнетушащее вещество

Novac™ 1230

Краткое техническое
описание

Экологические свойства

Агент для пожаротушения 3M™ Novac™ 1230 представляет собой экологически безопасное огнетушащее вещество. Этот продукт является первым галогенизированным заменителем галоновых (halon) соединений, при создании которого учитывались аспекты, связанные не только с разрушением стратосферного озона, но и с изменением климата (то есть, с глобальным потеплением).

Определения

Когда говорят о галогенизированных соединениях, обычно используют некоторые термины, связанные с воздействием этих веществ на окружающую среду. Ниже приводится краткое объяснение значений этих терминов.

Озоноразрушающий потенциал (Ozone Depletion Potential - ODP) — показатель, определяющий относительную меру воздействия химического соединения на стратосферный озоновый слой. Известно, что элементы группы галогенов, такие как бром или хлор, вызывают разрушение озонового слоя. Каждый атом этих галогенов может вступать в химическую реакцию с тысячами молекул озона, что является одним из факторов утончения озонового слоя. Однако фтор, также относящийся к группе галогенов, не оказывает никакого влияния на озоновый слой. Жидкость Novac™ 1230 представляет собой кетон с высоким содержанием фтора, в составе которого отсутствует бром или хлор. Таким образом, жидкость Novac™ 1230 имеет нулевой показатель ODP, то есть никак не влияет на стратосферный озон.

Потенциал глобального потепления (Global Warming Potential - GWP) — это параметр, определяющий относительную меру возможного влияния на климат того или иного содержащегося в атмосфере химического соединения, имеющего эффект парникового газа. Двумя основными характеристиками, определяющими парниковый эффект соединения, являются поглощение инфракрасной энергии и длительность его присутствия в атмосфере.

Все органические соединения поглощают инфракрасную энергию. Соединения, имеющие химические связи "углерод-фтор", характеризуются обычно высоким показателем поглощения инфракрасной энергии. Если, помимо этого, соединения имеют длительный период жизни в атмосфере, то таким веществам свойственен высокий потенциал GWP. Отличим жидкости Novac™ 1230 от первого поколения галогенизированных заменителей агентов типа halon является ее крайне малое время жизни в атмосфере.

Предшествующие заменители halon-агентов характеризуются продолжительными периодами жизни в атмосфере — время распада этих вещества после попадания в атмосферу может составлять десятки, сотни или даже тысячи лет. Жидкость же Novac™ 1230 при попадании в атмосферу разлагается очень быстро. Под воздействием естественного солнечного света это вещество разрушается в течение всего нескольких дней. Однако это уникальное вещество сохраняет свою устойчивость в обычных условиях хранения (как компонент системы пожаротушения).

Вычисление потенциала глобального потепления

Показатель GWP химического соединения - в соответствии с определением Межправительственной экспертной группы по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) [1] - вычисляется как интегрированное радиационное воздействие, вызываемое выбросом 1 килограмма этого соединения, относительно потепления, вызываемого 1 килограммом CO₂ за определенный интервал времени (интегральный период времени (integration time horizon - ITH)):

$$GWP_x = \frac{\int_0^{ITH} F_x C_x \exp(-t/\tau_x) dt}{\int_0^{ITH} F_{CO_2} C_{CO_2}(t) dt}$$

F – это радиационное воздействие на единицу массы химического соединения (изменение потока излучения через атмосферу вследствие поглощения этим соединением ИК-энергии), C – концентрация химического соединения в атмосфере, T – продолжительность жизни соединения в атмосфере, t – время, x – рассматриваемое химическое соединение [1].

Общепринятым периодом ITH, используемым в целях сравнения, считается период продолжительностью 100 лет; это компромиссное значение между длительностью краткосрочных (20 лет) и долгосрочных (500 лет или больше) эффектов. Предполагается, что концентрация органического соединения (x) в атмосфере соответствует кинетике псевдопервого порядка (то есть, распад по экспоненциальному закону). Концентрация CO₂ за этот одинаковый интервал времени определяется более сложной моделью обмена и выведения CO₂ из атмосферы (модель углеродного цикла Берна (Bern carbon cycle)).

Время жизни вещества Novac™ 1230 в атмосфере

В ходе исследований, проведенных Танигучи (Taniguchi) и его коллегами [2], изучались механизмы разрушения в атмосфере для вещества C₂F₅C(O)CF(CF₃)₂, известного под коммерческим названием "газовое огнетушащее вещество 3M™ Novac™ 1230". Авторы этого исследования определили, что данное соединение не вступает в химические реакции с гидроксильным радикалом (OH), однако оно ускоренно разлагается под воздействием УФ-излучения. Авторы выполнили измерения профиля (cross-section) ультрафиолетового излучения для жидкости Novac™ 1230 и определили максимальную длину волны поглощения (оптической плотности), которая составила 306 нм. Поскольку это соединение обладает значительным показателем поглощения на длинах волн свыше 300 нм, длины волн, выше требующейся для того, чтобы УФ-излучение достигло земли, фотолиз в нижних слоях атмосферы является значимым механизмом разрушения или фактором поглощения для этого соединения.

Скорость фотолиза в атмосферных условиях и механизм разложения этого вещества были исследованы Танигучи и другими. Измерение скорости фотолиза жидкости Novac™ 1230 выполнялось относительно скорости фотолиза ацетальдегида (Acetaldehyde) (CH₃CHO), время жизни которого в атмосфере при фотолизе известно и составляет 3 - 4 дня. Скорость фотолиза Novac™ 1230 определяет время жизни этого вещества в атмосфере, которое составляет от 4,5 до 15 дней или "приблизительно 1-2 недели". По заключению авторов этого исследования результаты их работы согласуются с предыдущими исследованиями, проведенными компанией 3M™, в ходе которых для вещества Novac™ 1230 определено время жизни в атмосфере, составившее порядка 5 дней или около одной недели [3].

Влияние на изменение климата

Потенциал воздействия вещества 3M™ Novac™ 1230 на радиационный баланс в атмосфере (то есть, на изменение климата) ограничен вследствие его очень малого времени жизни в атмосфере и низкого потенциала глобального потепления. Количественный показатель ИК-профиля (IR cross-section) жидкости Novac™ 1230 измерялся в соответствии с требованиями, изложенными в разделе 4.6 протокола FTIR американского агентства EPA [4]. ИК-измерения производились со спектральным разрешением 0,5 см⁻¹ при температуре 293 К с помощью FTIR-спектрометра MIDAC (модель 12001), в котором используется ИК-детектор на основе соединения ртути-кадмия-теллурида при 77 К. В экспериментальной установке использовалась номинальная длина трассы 4 м, откалиброванная с использованием сертифицированных газовых стандартов для этилена.

С использованием измеренного значения ИК-профиля и метода Пиннока (Pinnock) и др.[5] для жидкости Novac™ 1230 была вычислена величина мгновенного радиационного воздействия, составившая 0,50 Втм⁻²ppbv⁻¹. На основе этого значения радиационного воздействия и времени жизни в атмосфере, равного одной неделе, получены представленные ниже показатели GWP, которые определялись с использованием метода IPCC 2001 [1]. Наиболее часто приводится значение GWP, рассчитанное для 100-летнего интегрального периода времени.

Соединение	Время жизни в атмосфере (лет)	Радиационное воздействие (Втм ⁻² ppbv ⁻¹)	20-летний ГПН	100-летний ГПН	500-летний ГПН
C ₂ F ₅ C(O)CF(CF ₃) ₂ , жидкость Novac™ 1230	0.014	0.50	4	1	0

В этих вычислениях GWP и в методе Пиннока и др. используется допущение о том, что выделяемое в атмосферу соединение будет распределено по всей тропосфере. Это условие для вещества с таким же малым временем жизни, как у жидкости Novac™ 1230, фактически не может быть выполнено вследствие быстрого выведения этого вещества из атмосферы. Это вычисление дает, таким образом, завышенное значение GWP для данного соединения. Исходя из этих соображений, Танигучи и др. сделали вывод, что "при времени жизни в атмосфере, равном 1-2 неделям, соединение CF₃CF₂C(O)CF(CF₃)₂ в любом случае будет иметь пренебрежимо малый потенциал глобального потепления".

Сравнение прямого и косвенного потенциала глобального потепления

Значение GWP, вычислявшееся описанным выше методом, представляет собой прямой потенциал GWP, который определяет эффект потенциального потепления, обусловленный выбросом в атмосферу исходного соединения. В некоторых случаях можно вычислить косвенный GWP, который позволяет учесть эффект глобального потепления, вызываемый разложением в атмосфере продуктов этого соединения. Хотя в соответствии с оценками IPCC косвенные GWP являются гораздо менее определенными показателями [1], для жидкости Novac™ 1230 можно определить косвенный GWP, поскольку с точки зрения химии атмосферы ее поведение хорошо известно.

Механизм разложения, определенный Танигучи и др., показывает, что вещество Novac™ 1230 образует фторсодержащие продукты разложения, имеющие малое время жизни в атмосфере [6] и, в результате этого, пренебрежимо малое значение GWP. Однако этот механизм разложения показывает также, что один моль вещества Novac™ 1230 образует 4 моля CO₂. Поскольку прямые GWP вычисляются на основе массы, косвенные GWP также должны вычисляться на основе массы. Следовательно, при выбросе 1 кг вещества Novac™ 1230 в атмосферу образуется 0,56 кг CO₂.

$$1000 \text{ г вещества Novac}^{\text{TM}} 1230 / (316 \text{ г/моль}) (4 \text{ моля CO}_2 / \text{моль вещества Novac}^{\text{TM}} 1230) (44 \text{ г/моль}) = 556 \text{ г CO}_2$$

В результате, независимо от выбранного периода времени, значение косвенного GWP получается равным 0,56. Следовательно, значения обоих GWP – прямого и косвенного – для вещества Novac™ 1230 не превышают 1. Очевидно, что влиянием соединений с такими низкими значениями GWP на потенциальное изменение климата можно пренебречь.

Сравнение с другими галоидоуглеродами

Соединения с высоким содержанием фтора обычно имеют GWP, равный 1000 или больше, то есть 1 кг такого соединения оказывает такое же влияние на климат, как одна тонна (или больше) CO₂. Например, показатели GWP веществ HFC-227ea, HFC-125 и HFC-23, все являются заменителями агентов типа halon первого поколения, имеют соответственно значения 3500, 3400 и 12 000. Благодаря исключительно малому времени жизни вещества NovacTM 1230 в атмосфере, оно имеет очень низкий показатель GWP, равный единице, что эквивалентно этому показателю для CO₂. Такое низкое значение GWP является поистине беспрецедентным для фторсодержащих химических соединений, что делает вещество NovacTM 1230 уникальной и экологически рациональной альтернативой агентам типа halon и их заменителям первого поколения.

Литература

1. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), *Climate Change 2001: The Scientific Basis*, edited by J. T. Houghton, et al, Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 2001.
2. Taniguchi, N., Wellington, T.J., Hurley, M.D., Guschin, A.G, Molina, L.T., Molina, M.J., *Journal of Physical Chemistry A*, 107(15), 2674-2679, 2003.
3. Plummer, G, "Laboratory measurements and calculations related to the photo-dissociation of L-15566 in the Earth's lower atmosphere," 3M Environmental Laboratory Report Number E01-0549, 2001.
4. Addendum to Method 320 - Protocol for the Use of Extractive Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectrometry for the Analyses of Gaseous Emissions from Stationary Sources (40 CFR Part 63).
5. Pinnock, S., Hurley, M.D., Shine, K.P., Wallington, T.J., Smyth, T.J., *J. Geophys. Res.*, 100, 23227, 1995.
6. Wallington, T.J., Schneider, W.F., Worsnop, D.R., Nielsen, O.X, Sehested J., Debruyne, W.J., Shorter, J.A., *Environ. Sci. Technol.*, 28, 320, 1994.

США	Европа	Канада	Япония	Россия
3M TM Electronics Markets Materials Division 3M TM Center, Building 223-6S-04 St. Paul, MN 55144-1000 8008108513 800 810 8514 (Факс)	3M TM Electronics Markets Materials 3M Belgium N.Y Haven 1005, Canadestraat 11 B-2070Zwijndrecht 3232507826	3M TM Canada Company Electronics Markets Materials P.O. Box 5757 London, Ontario N6A4T1 8003643577	Sumitomo 3M TM Limited 33-1, Tamagawadai 2-chome Setagaya- ku, Tokyo 158-8583 Japan 81337098250	ЗАО «3М Россия» Отдел технологий электронной промышленности 7 495 784 74 74

Использование продукта: все утверждения, техническая информация и рекомендации, представленные в данном документе, основаны на результатах испытаний или опыте, которые компания 3MTM считает достоверными. Однако многие факторы, не зависящие от возможностей компании 3MTM, могут влиять на особенности применения и эксплуатационные характеристики продуктов 3MTM в конкретных случаях; к ним относятся условия использования продукта, время и условия окружающей среды, в которых предполагается использовать тот или иной продукт. Поскольку эти факторы являются уникальными, известны пользователю и могут им контролироваться, пользователь должен оценить возможности использования продукта 3MTM для конкретной цели и его пригодность для конкретного метода применения.

Гарантия и частичное возмещение ущерба: если не оговорено особо в документации на продукцию 3MTM, дополнительных вкладышах в общей упаковке или в упаковке отдельных продуктов, компания 3MTM гарантирует, что каждый продукт 3MTM соответствует действующим спецификациям на момент его поставки. На отдельные продукты могут предоставляться дополнительные или иные гарантии, указанные в документации на продукт, на вкладышах в общей упаковке или в упаковках отдельных продуктов. **3MTM НЕ ДАЕТ НИКАКИХ ИНЫХ ГАРАНТИЙ, ПРЯМЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ, ВКЛЮЧАЯ, ПОМИМО ПРОЧЕГО, ЛЮБЫЕ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ ТОВАРНОЙ ПРИГОДНОСТИ ПРОДУКТА ИЛИ ЕГО ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КОНКРЕТНЫХ ЦЕЛЯХ ИЛИ ЛЮБЫЕ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ, ВЫТЕКАЮЩИЕ ИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПОРЯДКА ДЕЛОВЫХ ОТНОШЕНИЙ, ТАМОЖЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ ИЛИ ТОРГОВОГО ОБЫКНОВЕНИЯ.** Пользователь должен самостоятельно и под свою ответственность определить пригодность продукта 3MTM для использования по конкретному назначению и возможность его применения в предполагаемых пользователем целях. Если в течение гарантийного периода обнаружено несоответствие продукта 3MTM техническим спецификациям, то исключительным правом пользователя и единственной обязанностью 3MTM является, на усмотрение 3MTM, замена продукта или возмещение его покупной стоимости.

Ограничение ответственности: за исключением случаев, предусмотренных законом, компания 3MTM не несет ответственности за любые прямые, косвенные, фактические или побочные убытки или ущерб, вызванные применением продукта 3MTM, безотносительно заявленной теории права, включая ответственность по гарантийным обязательствам, контрактам, а также ответственность за ущерб от небрежного обращения с продуктом или объективную ответственность.

