

УДК 620



И.М. Мазурин



Р.Л. Герасимов



А.Ф. Королёв



Е.Ф. Уткин

Мазурин И.М.*,
Герасимов Р.Л.**,
Королёв А.Ф.***,
Уткин Е.Ф.****

Озонабезопасные фреоны. История легенды и простое решение

*Мазурин Игорь Михайлович, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории № 0403 ОАО «Энергетический институт им. Г.М.Кржижановского»

E-mail: mazurinenin@mail.ru

**Герасимов Роман Львович, младший научный сотрудник лаборатории № 0403 ОАО «Энергетический институт им. Г.М.Кржижановского»

***Королёв Анатолий Фёдорович, кандидат физико-математических наук, доцент, Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

E-mail: korolev_phys@mail.ru

****Уткин Евгений Фёдорович, независимый эксперт, ответственный секретарь (1993–1997) Межведомственной комиссии по охране озонового слоя при Министерстве охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации (постановление Правительства РФ № 875 от 30.08.93), советник Отдела аналитической работы Департамента международной деятельности ФГУП «Рослесинфорг» Федерального агентства лесного хозяйства

E-mail: outkin-ef@mail.ru

В статье приведён анализ состояния проблемы замены «озоноразрушающих» фреонов на альтернативные озонабезопасные вещества и предлагается простое решение для выхода из тупиковой ситуации, сложившейся из-за принципиальной невозможности создания «озонабезопасных» заменителей запрещённым фреонам.

Ключевые слова: Венская конвенция, Монреальский и Киотский протоколы, озонаопасные вещества, гидрофторуглероды, альтернативные вещества, фумарольные газы, антропогенные и неантропогенные газы.

Правительство РФ в очередной раз законодательно подтвердило свою приверженность обязательствам по Монреальскому протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой, приняв Постановление № 228 от 24 марта 2014 г. «О мерах государственного регулирования потребления и обращения веществ, разрушающих озоновый слой»¹. Этот документ появился через год после обещания России выйти из обязательств Киотского протокола к Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. Его уникальность в том, что 96 химических соединений, указанных в приложении, заявлены в качестве разрушителей озонового слоя Земли. В отношении этих веществ и принимается закон о мерах государственного регулирования. Но при этом нет ни одного достоверного факта по воздействию перечисленных веществ на охраняемый стратосферный озоновый слой Земли. Вся идея охраны озонового слоя построена на недоказанной научной гипотезе Молины-Роуланда², состоятельность которой так и не подтвердила Российская Академия наук. Это не парадокс, это – пример политических решений в области экологии.

Немного истории про «озоновые дыры», которая уже стирается из памяти, поскольку кого-то из участников тех событий уже нет в живых, а кто-то прилагает немалые усилия для того, чтобы к этой истории не возвращались.

Всё началось с Венской конвенции об охране озонового слоя 1985 г., которая представила миру глобальную проблему необходимости сохранения стратосферного озонового слоя Земли, защищающего челове-

¹ Постановление Правительства Российской Федерации от 24 марта 2014 г. № 228 г. «О мерах государственного регулирования потребления и обращения веществ, разрушающих озоновый слой» // Российская газета. 2014. 26 марта.

² Фрэнк Шервуд Роулэнд (Frank Sherwood Rowland, 1927–2012) – американский химик; Марио Хосе Молина (José Mario Molina, род. 1943) – мексиканский химик, один из наиболее известных исследователей озоновых дыр. В 1974 г. высказали гипотезу о негативном влиянии фреонов на озоновый слой Земли (Molina M., Rowland F.S. "Stratospheric Sink for Chlorofluoromethanes: Chlorine Atom-Catalysed Destruction of Ozone." *Nature* 249.5460 (1974): 810–812. DOI:10.1038/249810a0), за которую в 1995 г. были удостоены Нобелевской премии по химии за работы по роли газообразных галогеноалканов в истощении озонового слоя Земли.

ство от пагубного жесткого ультрафиолетового облучения Солнца, и пять вероятных причин его разрушения¹. Затем период надежд на разрядку и всеобщее разоружение, перестройка в России, обещание США направить 100 млрд. долларов, освободившихся от военных расходов, на исследования по защите окружающей среды². И в этот исторический момент, через год после подписания Венской конвенции, появилось сообщение об открытии «истинных» причин разрушения озонового слоя и подтверждении виновности в этом по гипотезе Молины-Роуланда антропогенных фреонов, т.е. производимых промышленностью холодильных газообразных веществ (хлорфторуглеродов или хладагентов – ХФУ, коммерческое название – фреонов)³. Через полгода, осенью 1987 г., все государства пригласили к подписанию Монреальского протокола. Как было сделано это «открытие», до сих пор остаётся загадкой.

Прошло 28 лет с того момента, как вблизи американской антарктической станции Мак-Мердо, рядом с действующим вулканом Эребус, на высоте 18 км были зафиксированы следы окиси хлора. В последствии никто вне близости вулкана этих результатов не получил, хотя и пытались⁴. Сам факт нахождения хлора в вулканических газах известен, и годовой выброс хлора в составе вулканических газов составляет⁵ около 10 Мт. Но какое отношение фреоны имеют к недоказанным природным эффектам? Несомненно то, что в фумарольных газах и газах, выделяющихся при извержениях вулканов, есть весь перечень хлорфторуглеродов, но в малых концентрациях в сравнении с двуокисью серы или окисью углерода. Но чтобы этим газам добраться до озонового слоя, нужен вулканический лифт, т.е. большая скорость вертикального подъёма. У фреонов, произведённых человеком, такой возможности нет. Они тяжеловаты по молекулярной массе, у них невысокие скорости диффузии и короткое время жизни в атмосфере – менее года. Но если для них посчитать их время жизни с учётом вулканического лифта, как это делают «300 учёных из МГЭИК»⁶, то время жизни получится несколько тысяч лет, поскольку в расчётах по «худшему сценарию» их выбрасывают сразу на высоту 15–20 км, а там температура -70°C при давлении 40–50 мм рт. ст. Естественно, что при таких температурах и малой плотности воздуха реакции замедляются и даже молекула озона сможет прожить, по версии МГЭИК, три года вместо 15 минут, которые ему отпущены в приземной атмосфере. Только вероятность такого «худшего сценария» близка к нулю, и используют его по факту молчания оппонентов. Получается четыре порядка разницы. Откуда и «выскачили» 30–50 тыс. лет жизни в атмосфере для элегаза (SF₆) и фторуглеродов (C_nF_{2n+2}).

Сбор маловероятных эффектов в единое, по словам участника юбилейного colloquium в Монреале, профессора Ашока Хослы, больше похож на игру в рулетку, где невозможно выиграть, а крупье меняет условия, как ему вздумается⁷. Однако итогом озоновой проблемы явились многомиллиардные убытки для всего мирового сообщества. В упрощённом, потребительском понимании, некие учёные запретили применение хлор- и фторсодержащих веществ для заправки бытовых холодильников. В инженерном понимании введён запрет на применение целого класса технически важных веществ без достаточных на то оснований. Технологии остались без рабочих тел⁸, поскольку замену большинству из них так и не нашли. Авторы идеи запрета фреонов явно переоценили возможности в создании альтернативных веществ для замены запрещён-

¹ Венская конвенция об охране озонового слоя. Принята 22 марта 1985 года [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООН. Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/ozone.shtml.

² См.: Hays S.P., Hays B.D. *Beauty, Health, and Permanence: Environmental Politics in the United States, 1955–1985*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989; Lester J.P., ed. *Environmental Politics and Policy: Theories and Evidence*. Durham, London: Duke University Press, 1995; Dunlap R.E., Mertig A.G., eds. *American Environmentalism: The US Environmental Movement, 1970–1990*. London: Taylor & Francis, 2014; Mitchell R.C., Mertig A.G., Dunlap R.E. "Twenty Years of Environmental Mobilization: Trends Among National Environmental Organizations." *Society & Natural Resources* 4.3 (1991): 219–234.

³ См., напр.: Morrison P., Wolf K. "Substitution Analysis: A Case Study of Solvents." *Journal of Hazardous Materials* 10.2 (1985): 189–204; Mansfield W.H. "Protection of the Ozone Layer: Towards a Protocol on Chlorofluorocarbons." *Environmental Conservation* 13.04 (1986): 290–292; Wang W.C., Wuebbles D.J., Washington W.M., Isaacs R.G., Molnar G. "Trace Gases and Other Potential Perturbations to Global Climate." *Reviews of Geophysics* 24.1 (1986): 110–140; Tsunoda H., Yu M.H. eds. *Fluoride Research 1985: Selected Papers from the 14th Conference of the International Society for Fluoride Research, Morioka, Japan, 12–15 June 1985*. Elsevier, 1986; Cohn J.P. "Chlorofluorocarbons and the Ozone Layer." *BioScience* 37.9 (1987): 647–650; Ramanathan V., Callis L., Cess R., Hansen J., Isaksen I., Kuhn W., Lacis A., Luther F., Mahlman J., Reck R., Schlesinger M. "Climate-Chemical Interactions and Effects of Changing Atmospheric Trace Gases." *Reviews of Geophysics* 25 (1987): 1441–1482. DOI: 10.1029/RG025i007p01441; Schanda E. "Applications of Microwaves to Remote Sensing." *Microwave Conference, 1987. 17th European. Rome, Italy, 7–11 Sept. 1987*. IEEE, 1987, pp. 57–65.

⁴ Шур Г.Н., Юшков В.А., Дрынков А.В., Фадеева Г.В., Потергикова Г.А. Опыт исследования термодинамики стратосферы высоких широт Северного полушария на самолете-лаборатории М-55 «Геофизика» // *Метеорология и гидрология*. 2006. № 8. С. 43–53.

⁵ Дубкова Е.Б., Кузнецов В.А., Зайцев В.А. Антропогенный вклад в круговорот фтора в природе // *Химическая промышленность*. 1994. № 6. С. 40–43; Giggenbach W.F. "Variations in the Carbon, Sulfur and Chlorine Contents of Volcanic Gas Discharges from White Island, New Zealand." *Bulletin Volcanologique* 39.1 (1975): 15–27.

⁶ Albritton D., Jonas P., Prather M., Schimel D., Shine K. "Radioactive Forcing of Climate Change." *IPCC Second Assessment. Climate Change 1995. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. UNEP, WMO. PDF-file. <<http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-en.pdf>>. МГЭИК – Межправительственная группа экспертов по изменению климата основана в 1988 г. Всемирной метеорологической организацией (ВМО) и Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) для оценки риска глобального изменения климата, вызванного техногенными факторами (действиями человека).

⁷ "Montreal Protocol 10th Anniversary Colloquium, 13 September 1997, Winnipeg and Manitoba." *Sustainable Development. Information on Environment and Sustainable Development Policy Conferences*. International Institute for Sustainable Development (IISD), n.d. Web. <<http://www.iisd.ca/crs/montreal10.html>>. См. также: Khosla A. "The Montreal Protocol: Whose Model?." *Protecting the Ozone Layer*. Eds. P.G. Le Prestre, J.D. Reid, E.T. Morehouse Jr. New York: Springer US, 1998, pp. 117–121; Khosla A. "Expectations of the World Summit on Sustainable Development." *Development* 45.3 (2002): 6–11; Khosla A. "The Road from Rio to Johannesburg." *Millennium Papers*. UNED Forum, 30 Apr. 2001, issue 5. PDF-file. <[http://erdgipfel.de/downloads/RIO_10_2\(1\).PDF](http://erdgipfel.de/downloads/RIO_10_2(1).PDF)>.

⁸ Рабочее тело – в теплотехнике и термодинамике условное несменяемое материальное тело, расширяющееся при подводе к нему тепла и сжимающееся при охлаждении и выполняющее работу по перемещению рабочего органа тепловой машины. В холодильных машинах в качестве рабочего тела используются фреоны, аммиак, гелий, водород, азот.

ных. Гипотезу Молины-Роуланда так и не доказали, а тот единичный эксперимент в Антарктиде доказал только то, что в вулканических газах присутствует хлор, что было известно задолго до «эксперимента века». Поэтому роль антропогенных фреонов в причинах гибели озонового слоя если теоретически и возможна, то лишь на уровне бесконечно малой величины.

Отсутствие реальных альтернатив запрещённым хладагентам в холодильной технике было очевидным с самого начала вступления в силу ограничений по Монреальскому протоколу¹. Достаточно взглянуть на таблицу 1 запретов фреонов по группам.

Таблица 1

Рабочие тела антропогенного происхождения до <1> и после <2> введения запретов на использование по Монреальскому протоколу

Группы и отдельные хладагенты	Температуры кипения (диапазон для группы)	<1>	<2>
CF (R-14, R-116, R-218, R-с-318, R-31-10)	-128 -2	x	x
CFCI (R-12, R-11, R-113, R-114)	-29 +47	x	-
CHFCl (R-22, R-21, R-31, R-124, R-123) *	-40 +27	x	-
CFBr (13B1, 12B2, 114B2)	-57 +99	x	-
CFBrCl (12B1, 11B1)	-52 +95	x	-
CH (R-50, R-170, R-290, R-1150)	-150 +20	-	x
SF ₆ (R-846)	-50 (тройная точка)	x	x
NH ₃ (R-717)	-33	x	x
CO ₂ (R-744)	-70 (сублимация)	x	x
N ₂	-196	x	x
Вода (R-718)	0	x	x
Воздух (в том числе и термоэлектричество)		x	x
CHF (R-134a, R-125, R-32, R-23, R-227, R-236)	-82 +18	-	x
CHCl (R-20, R-30, R-40)	-23 +61	x	-

x – хладагенты официально не запрещены к применению в рассматриваемый период

Пять групп хорошо изученных хлор- и бромсодержащих фреонов с количеством наименований около 30 единиц запретили к использованию. Не запретили лишь одну группу малоизученных гидрофторуглеродов (ГФУ), состоящую всего из двух негорючих (R-23, R-125), четырёх горючих (R-32, R-41, R-143a, R-152a) и одного "трудногорючего" R-134a. При этом альтернативами запрещённым фреонам их официально не назвали. Их применение навязывали через рекламу, называя их эффективной заменой запрещённым фреонам, что было на самом деле откровенной ложью. Их правильно было называть суррогатами.

Группа фторуглеродов (R-14, R-116, R-218, R-318) и элегаз (SF₆) авторам монреальских запретов почему-то в самом начале не понравилась. Видимо потому, что США, в результате борьбы между производителями ТНК, был принят запрет на применение фторуглеродов. Этот полуофициальный запрет через три года был введён в мировую практику через Киотский протокол. Фторуглеродам приписали сверхдолгую жизнь в атмосфере. Например, для R-14 – 50 тысяч лет, хотя по материальным балансам, отражающим действительную картину жизни, этот фреон (CF₄) в атмосфере живёт не более полутора лет².

После подписания Монреальского протокола на заранее подготовленный рынок предложений по «озонобезопасным» фреонам были выдвинуты различные смеси гидрофторуглеродов, не обладающих свойствами азеотропов³. Для холодильщиков это новшество явилось первой ласточкой будущей чехарды со сменой названий номеров смесей и масел для них. Моновеществ, хоть как-то пригодных для применения в среднетемпературном холоде⁴, было всего два: R-134a и R-125. Остальные либо горючие, либо низкотемпературные. Поэтому авторам идеи пришлось создавать неазеотропные смеси, чтобы иметь в распоряжении различные температуры кипения для разных применений.

До появления условий Монреальского протокола использование смесевых неазеотропов в холодильной технике было дурным тоном сугубо по практическим причинам. В недорогих полугерметичных машинах с сальниковыми уплотнениями при утечках фреона неазеотропные смеси быстро изменяют свой первичный состав компонентов и меняют свойства. В итоге устройства автоматического регулирования перестают нормально работать, и машина выходит из строя. Такие смеси фреонов принципиально пригодны для более дорогих, герметичного класса холодильных машин. Но этот класс раньше ограничивался мощностью привода 10 кВт. Сегодня есть герметичные машины мощностью 50 кВт. Для более крупных машин полугерметичного класса пользователю смесевых неазеотропных хладагентов приходится ежегодно менять заправку, выбрасывая в атмосферу всю предыдущую смесь, поскольку восстановлению она не подлежит.

Что, кроме «озоновой безопасности», получили от гидрофторуглеродов? В цене они на порядок дороже

¹ Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. Принят 16 сентября 1987 года [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООН. Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/montreal_prot.shtml.

² Mazurin I.M., Doronin A.S., Stolyarevski A.Y. "New Refrigerators and Air Conditioners." *Proceedings of the 19th International Congress of Refrigeration (Hague, Netherlands, 20–25 August 1995)*. Paris: International Institute of Refrigeration (IIR), 1995, vol. IVb, pp. 914–924.

³ Азеотропные смеси (азеотропы) – жидкие смеси, характеризующиеся равенством составов равновесных жидкой и паровой фаз, при перегонке которых образуется конденсат того же состава, что и исходный раствор вещества.

⁴ Среднетемпературный холод – диапазон температур 0° ... -8°С.

прежних фреонов. Период эксплуатации машин бытовых холодильников стал втрое короче, чем прежде. По удельному расходу энергии они потребляют на 10–20% больше энергии. По безопасности ГФУ более чем опасны, поскольку нестабильны и разлагаются при сжатии в компрессоре. Для потребителя они разорительны. В любой цивилизованной стране это противоречит закону о правах потребителей. Поэтому и ввели страшилку о гибели озонового слоя, прикрывшись Венской конвенцией и Монреальским протоколом. Иначе авторов идеи надо было бы судить в каждой стране.

Для производителей холодильных машин и фреонов, а также для ремонтников гидрофторуглероды очень выгодны, т.к. вдвое-втрое увеличивают рынок продаж холодильного оборудования и новых фреонов и требуют более частого ремонта.

Однако частые беспорядочные перемены с внедрением смесей «озонобезопасных» ГФУ перестала обеспечивать прежний уровень прибыли, и на рынок фреонов стали предлагать фторкетоны и фторолефины¹.

Это следующий этап экспансии ТНК с прежней целью – ещё выше поднять цены на хладагенты и сократить рабочие ресурсы машин для увеличения объёмов продаж. Основание идеи нашли в Киотском протоколе, из которого большинство стран уже вышли, не говоря о США, которые никогда к нему и не присоединились. В официальное обоснование положена идея о том, что надо использовать вещества, которые живут в атмосфере минимальное время, которое будет считать МГЭИК по своей методике. Эта методика по сегодняшнее время является коммерческой тайной МГЭИК, но 12 марта 2014 г. Европарламент уже принял регламент ЕС по запретам ГФУ, основываясь на якобы длительных сроках жизни этих соединений в атмосфере Земли. Иными словами, в Европе рекомендации Киотского протокола объединили с запретами Монреальского протокола с благой целью ускоренного перехода на природные хладагенты, о чем подробно будет сказано ниже.

Однако попытки использовать нестабильные фторолефины в качестве рабочих тел в холодильных агрегатах не всегда успешны. Есть сообщения о сгоревших кондиционерах, заправленных фторолефинами, несмотря на перспективный вид кривых насыщения R-1234yf², коротком времени жизни в атмосфере (менее 5 лет) и близость основных свойств к R-12 и R-22. Подвело слишком короткое время их жизни и цена на уровне 100 долл. США за килограмм.

Теперь можно констатировать, что гидрофторуглероды, известные еще в семидесятые годы прошлого века, неспроста игнорировались как рабочие тела в холодильных циклах. Они нестабильны. При развале их молекулы при сжатии в компрессоре образуются агрессивные соединения, в том числе и HF, что неизбежно сокращает жизнь машины и требует особых масел для смазки трущихся поверхностей. Поэтому наступил неизбежный финал для бизнес-идеи их применения на волне их «озонобезопасности». Отсутствие хлора в молекуле оказалось единственным преимуществом перед хлорсодержащими фреонами. Однако идея принесла коммерческий успех авторам и убытки пользователям. Но из-за запретов хлорсодержащих фреонов разразился кризис не только в холодильной промышленности. Погибли технологии в других отраслях. Сегодня никто не ответит на вопросы: «Чем заправлять холодильники?» или «Какие рабочие тела использовать в турбинном цикле?», – ибо никто не знает, что ещё запретят завтра, поскольку в тексте Монреальского протокола³ заложена возможность запрета использования любых веществ, которые представители стран-участниц протокола посчитают опасными для стратосферного озонового слоя, не оглядываясь при этом на мнение РАН или других национальных академий.

Теперь об озоновом слое. На сегодняшний день опубликовано около двадцати версий причин разрушения стратосферного озона⁴. Каждая из публикаций имеет свои обоснования и степень вероятности. По мнению авторов, наиболее высокая степень вероятности у модели доктора геолого-минералогических наук В.Л. Сывороткина, поскольку она объясняет механизм образования озоновых дыр в Антарктиде, в районе экватора и на Байкале. Суть модели в том, что озоновые дыры образуются в результате водородной дегазации Земли через рифтовые структуры⁵. Поскольку массовые потоки водорода и метана через рифты оцениваются в 10^{10} – 10^{11} тонн в год, а общая максимальная масса производимых на пике производства хлорфторуглеродов в 1980-е гг. составляла не более $0,5 \times 10^6$ тонн в год, то, соответственно, и эффекты воздействия указанных веществ на озоновый слой пропорциональны их массам, участвующим в реакции, и возможностям их доставки к месту реакции. Для водорода и метана здесь нет проблем. Они легче воздуха. Природная эмиссия хлора через вулканы не более 1×10^7 тонн, фтора 1×10^6 тонн в год⁶. Итого, вместе с антропогенными выбросами фторхлоруглеродов получаем превышение действующей массы углеводородов над массой ХФУ на 4–5 порядков (в 10–100 тысяч

¹ Максимов Б.Н., Барабанов В.Г., Серушкин И.Л., Зотиков В.С., Семериков И.А., Степанов В.П., Сагайлакова Н.Г., Каурова Г.И. Промышленные фторорганические продукты: Справочник. Изд. 2-е. СПб.: Химия, 1996. Фторкетоны – новый класс химических синтетических органических веществ, в молекуле которых все атомы водорода заменены на прочно связанные с углеродным скелетом атомы фтора, что делает их инертными в отношении взаимодействия с молекулами других веществ. Разработаны компанией 3М и введены в международную практику. Фторолефины – алкены, в которых один или несколько атомов водорода замещены атомами фтора, являются непредельными фторорганическими соединениями, некоторые высокотоксичны, служат в качестве мономеров для синтеза термостойких и химически стойких полимеров и сополимеров (фторопластов и фторкаучуков).

² R1234yf – новый хладагент, воспламеняемый, что накладывает на порядок больше требований к конструкции систем с его использованием и оборудованию по их обслуживанию, требует более точных измерений и дозировок при его перезаправке и исключения опасности загрязнения при эксплуатации. Основное преимущество – экологичен и соответствует современным нормам по выбросам в атмосферу.

³ См.: Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой...; Ozone Secretariat, United Nations Environment Program. 1997 Update of the Handbook for the International Treaties for the Protection of the Ozone Layer: The Vienna Convention, 1985. The Montreal Protocol, 1987. 4th edition. UNEP, 1998. PDF-file. <<http://www.unep.ch/ozone/handbook-update.shtml>>.

⁴ Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. М.: Геоинформцентр, 2002.

⁵ Там же.

⁶ Дубкова Е.Б., Кузнецов В.А., Зайцев В.А. Указ. соч.

раз больше). По этой причине гипотеза Молины-Роуланда не выдерживает критики. Она чисто теоретическая с мизерной долей вероятности. В пользу версии В.Л. Сывороткина говорит факт появления озоновых дыр именно над рифтовыми структурами и в районе экватора, и над Байкалом, и над Калифорнией.

Сегодня мы наблюдаем разворот следующего этапа мультивероятного Монреальского протокола. Теперь ЮНИДО¹ призывает всех производителей переходить к природным хладагентам. По их версии, это аммиак, углекислота, вода, азот, и трудно понять, что ещё. Как и прежде, подача информации выполнена при кажущейся неряшливостью в определениях. На самом деле это попытка уйти от разделения веществ на антропогенные, т.е. производимые человеком, и неантропогенные (вещества природного происхождения). При таком принципиальном разделении возникает простой выход из непредсказуемых Монреальских новаций. Как известно, неантропогенными являются все фумарольные газы² потухших и действующих вулканов, из которых можно извлечь все известные фреоны в достаточном количестве и использовать их, не нанося вреда существующему на земле экологическому балансу. Но сегодня их формально нельзя применять, поскольку они хлорсодержащие. В текстах Венской конвенции и Монреальского протокола не уточнили происхождение веществ, хотя целью международных природоохранных документов является сохранение природных балансов Земли. Поэтому использование неантропогенных выбросов вулканов в виде фумарольных газов принципиально не противоречит смыслу Венской конвенции.

В вышеупомянутом Постановлении Правительства РФ № 228 от 24 марта 2014 г. «О мерах государственного регулирования потребления и обращения веществ, разрушающих озоновый слой» (далее – Постановление) также не упоминается происхождение регулируемых веществ, но вводится жёсткий контроль за их потреблением. В соответствии с Постановлением надо организовать учёт потребления и обращения озоноразрушающих веществ на территории России. Видимо, речь идёт о веществах антропогенного происхождения. Как и в Венской конвенции, так и в Постановлении это подразумевается, но документально не фиксируется. Поэтому вулканические газы Камчатки и Курильских островов, несмотря на то, что они находятся на территории России, пока не смогут помочь Российской Федерации выйти из удушающих объятий Монреальского протокола. Надо дожидаться выхода разъяснений к Постановлению с уточнением происхождения веществ, запрещаемых к потреблению и обороту. С другой стороны, возможен вариант предъявления претензий к стране-участнице Монреальского протокола по поводу неконтролируемых выбросов в атмосферу озоноразрушающих веществ. Не важно, что это происходит из действующих вулканов. Не обозначив происхождения газов-разрушителей, государство – член протокола может попасть под санкции по формальному признаку, что часто бывает в юридической практике.

При современных ценах на альтернативные хладагенты извлечение фреонов из фумарольных газов может стать вполне прибыльным производством. Техническое выполнение этой задачи вполне реально, если на правительственном уровне будет оформлена юридическая основа для такой деятельности. Необходимо лишь в Постановлении уточнить применение законодательных ограничений и санкций в отношении озоноразрушающих веществ антропогенного происхождения. К неантропогенным веществам, т.е. природного происхождения, ограничения и санкции применять не имеет смысла. Скорее наоборот, их надо использовать, чтобы уйти от технологического тупика в холодильной технике и других видах производств, где замены запрещённым фреонам так и не найдено.

При этом опасность контрабандного изготовления фреонов минимальна, поскольку на территории России все производства фреонов давно и надёжно уничтожены, а системы контроля достаточно совершенны.

Сказанное позволяет сделать следующие выводы:

1. Решение проблемы обеспечения промышленности фреонами при условии сохранения неизменности экологических балансов Земли вполне возможно за счёт использования природных источников вулканических фумарольных газов в качестве сырья для извлечения требуемых фреонов.

2. Необходимым условием для решения этой задачи является дополнение к Постановлению Правительства РФ № 228 от 24 марта 2014 г., уточняющее действие Постановления исключительно в отношении антропогенных веществ, т.е. производимых человеком.

3. На вещества природного происхождения (неантропогенные газы вулканического происхождения) действие Постановления не должно распространяться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Венская конвенция об охране озонового слоя. Принята 22 марта 1985 года [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООН. Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/ozone.shtml.
2. Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой. Принят 16 сентября 1987 года [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООН. Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/montreal_prot.shtml.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 марта 2014 г. № 228 г. «О мерах государственного регулирования потребления и обращения веществ, разрушающих озоновый слой» // Российская газета. 2014. 26 марта.

¹ ЮНИДО в России. Вестник Центра Организации Объединённых Наций по промышленному развитию. 2013. № 12. [Электронный ресурс] // Официальный сайт журнала «ЮНИДО в России». Режим доступа: <http://www.unido-russia.ru/pdf/unido12.pdf>. ЮНИДО (Организация Объединённых Наций по промышленному развитию) – создана в 1966 г., штаб-квартира в г. Вена, Австрия, с 1985 г. является специализированным учреждением ООН, усилия которого сосредоточены на борьбе с нищетой путем повышения производительности посредством использования накопленных знаний, опыта, информации и технологий для содействия производственной занятости, развитию конкурентоспособной экономики и обеспечению экологической устойчивости в развивающихся странах и в странах с переходной экономикой.

² Исидоров В.А. Органическая химия атмосферы. Л.: Химия, 1985. Фумарольные газы – выделяются в виде струй из трещин, каналов, расщелин в отдельных участках на дне кратера и лавовых потоков во время спокойной деятельности вулкана, их состав зависит от температуры, которая в свою очередь зависит от фазы извержения, удаления от вулканического канала, от типа извержения и др. причин.

54. Дубкова Е.Б., Кузнецов В.А., Зайцев В.А. Антропогенный вклад в круговорот фтора в природе // Химическая промышленность. 1994. № 6. С. 40–43.
55. Исидоров В.А. Органическая химия атмосферы. Л.: Химия, 1985.
56. Максимов Б.Н., Барабанов В.Г., Серушкин И.Л., Зотиков В.С., Семериков И.А., Степанов В.П., Сагайлакова Н.Г., Каурова Г.И. Промышленные фторорганические продукты: Справочник. Изд. 2-е. СПб.: Химия, 1996.
57. Роун Ш. Озоновый кризис. Пятнадцатилетняя эволюция неожиданной глобальной опасности. М.: Мир, 1993.
58. Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. М.: Геоинформцентр, 2002.
59. Шур Г.Н., Юшков В.А., Дрынков А.В., Фадеева Г.В., Потертикова Г.А. Опыт исследования термодинамики стратосферы высоких широт Северного полушария на самолете-лаборатории М-55 «Геофизика» // Метеорология и гидрология. 2006. № 8. С. 43–53.
60. ЮНИДО в России. Вестник Центра Организации Объединенных Наций по промышленному развитию. 2013. № 12. [Электронный ресурс] // Официальный сайт журнала «ЮНИДО в России». Режим доступа: <http://www.unido-russia.ru/pdf/unido12.pdf>.
61. Albritton D., Jonas P., Prather M., Schimel D., Shine K. "Radioactive Forcing of Climate Change." *IPCC Second Assessment. Climate Change 1995. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. UNEP, WMO. PDF-file. <<http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-en.pdf>>.
62. Cohn J.P. "Chlorofluorocarbons and the Ozone Layer." *BioScience* 37.9 (1987): 647–650.
63. Dunlap R.E., Mertig A.G., eds. *American Environmentalism: The US Environmental Movement, 1970–1990*. London: Taylor & Francis, 2014.
64. Giggenbach W.F. "Variations in the Carbon, Sulfur and Chlorine Contents of Volcanic Gas Discharges from White Island, New Zealand." *Bulletin Volcanologique* 39.1 (1975): 15–27.
65. Hays S.P., Hays B.D. *Beauty, Health, and Permanence: Environmental Politics in the United States, 1955–1985*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
66. Khosla A. "Expectations of the World Summit on Sustainable Development." *Development* 45.3 (2002): 6–11.
67. Khosla A. "The Montreal Protocol: Whose Model?." *Protecting the Ozone Layer*. Eds. P.G. Le Prestre, J.D. Reid, E.T. Morehouse Jr. New York: Springer US, 1998, pp. 117–121.
68. Khosla A. "The Road from Rio to Johannesburg." *Millennium Papers*. UNED Forum, 30 Apr. 2001, issue 5. PDF-file. <[http://erdgipfel.de/downloads/RIO_10_2\(1\).PDF](http://erdgipfel.de/downloads/RIO_10_2(1).PDF)>.
69. Lester J.P., ed. *Environmental Politics and Policy: Theories and Evidence*. Durham, London: Duke University Press, 1995.
70. Mansfield W.H. "Protection of the Ozone Layer: Towards a Protocol on Chlorofluorocarbons." *Environmental Conservation* 13.04 (1986): 290–292.
71. Mazurin I.M., Doronin A.S., Stolyarevski A.Yu. "New Refrigerators and Air Conditioners." *Proceedings of the 19th International Congress of Refrigeration (Hague, Netherlands, 20–25 August 1995)*. Paris: International Institute of Refrigeration (IIR), 1995, vol. IVb, pp. 914–924.
72. Mitchell R.C., Mertig A.G., Dunlap R.E. "Twenty Years of Environmental Mobilization: Trends Among National Environmental Organizations." *Society & Natural Resources* 4.3 (1991): 219–234.
73. Molina M., Rowland F.S. "Stratospheric Sink for Chlorofluoromethanes: Chlorine Atom-Catalysed Destruction of Ozone." *Nature* 249.5460 (1974): 810–812. DOI:10.1038/249810a0.
74. "Montreal Protocol 10th Anniversary Colloquium, 13 September 1997, Winnipeg and Manitoba." *Sustainable Developments. Information on Environment and Sustainable Development Policy Conferences*. International Institute for Sustainable Development (IISD), n.d. Web. <<http://www.iisd.ca/crs/montreal10.html>>.
75. Morrison P., Wolf K. "Substitution Analysis: A Case Study of Solvents." *Journal of Hazardous Materials* 10.2 (1985): 189–204.
76. Ozone Secretariat, United Nations Environment Program. *1997 Update of the Handbook for the International Treaties for the Protection of the Ozone Layer: The Vienna Convention, 1985. The Montreal Protocol, 1987*. 4th edition. UNEP, 1998. PDF-file. <<http://www.unep.ch/ozone/handbook-update.shtml>>.
77. Ramanathan V., Callis L., Cess R., Hansen J., Isaksen I., Kuhn W., Laci A., Luther F., Mahlman J., Reck R., Schlesinger M. "Climate-Chemical Interactions and Effects of Changing Atmospheric Trace Gases." *Reviews of Geophysics* 25 (1987): 1441–1482. DOI: 10.1029/RG025i007p01441.
78. Schanda E. "Applications of Microwaves to Remote Sensing." *Microwave Conference, 1987. 17th European. Rome, Italy, 7–11 Sept. 1987*. IEEE, 1987, pp. 57–65.
79. Tsunoda H., Yu M.H. eds. *Fluoride Research 1985: Selected Papers from the 14th Conference of the International Society for Fluoride Research, Morioka, Japan, 12–15 June 1985*. Elsevier, 1986.
80. Wang W.C., Wuebbles D.J., Washington W.M., Isaacs R.G., Molnar G. "Trace Gases and Other Potential Perturbations to Global Climate." *Reviews of Geophysics* 24.1 (1986): 110–140.

Цитирование по ГОСТ Р 7.0.11—2011:

Мазурин, И. М., Герасимов, Р. Л., Королёв, А. Ф., Уткин, Е. Ф. Озонобезопасные фреоны. История легенды и простое решение / И.М. Мазурин, Р.Л. Герасимов, А.Ф. Королёв, Е.Ф. Уткин // Пространство и Время. — 2014. — № 3(17). — С. 250—255. Стационарный сетевой адрес: 2226-7271prov_r_st3-17.2014.93