

Глобальное потепление и холодильная альтернатива

Д-р техн. наук **О.Б. ЦВЕТКОВ**
СПбГУНИПТ

Часть инфракрасного теплового излучения Земли, поглощаемая атмосферой, создает так называемый парниковый эффект. Этот эффект – благо для планеты. Много лет назад он освободил Землю от мощного ледяного панциря и создал благоприятную среду обитания человечества, которую мы называем в обиходе климатом.

Сегодня появился новый термин – «глобальное потепление». Это понятие уже вошло в новое издание Международного словаря по холодильной технике. Речь идет о влиянии на парниковый эффект техногенной деятельности человека, или иначе, антропогенного фактора. Проявления его разнообразны: создание мощных анклавов обитания людей – городов; изменение природного ландшафта, осуществляемое руками человека; эмиссия парниковых газов – продуктов сгорания топлива, отходов химических производств; развитие мощных биохимических процессов, связанных с бытовой и производственной деятельностью человека; появление озоновых дыр и т. д.

О влиянии человеческой деятельности на изменение химического состава атмосферного воздуха и даже о вероятности ее воздействия на радиационный

Soviet scientists in the 50s of the last century called attention to the extreme sensitivity of the atmosphere of the Earth to human activities and to the uncontrolled increase of greenhouse effects. The level of greenhouse gases in the atmosphere, particularly CO₂, will approach the dangerous for the climate line by the end of this century. As for the present, methane will play large role, yet not revealed, in the warming. For Russia the global warming can give even positive energy effect. However, it is difficult to forecast the fate of Europe in general. Transition to natural refrigerants with the purpose to reduce the emissions of greenhouse gases in Russia should be implemented with caution.

баланс Земли впервые заговорили в начале 60-х годов XX в. после публикации работ советских метеорологов и климатологов М.И. Будыко и др. В них было высказано предположение, что производственная деятельность человечества оказывает воздействие на сложившийся баланс многих парниковых газов, прежде всего на количество диоксида углерода в атмосфере, что может вызвать изменение климата Земли, в частности усилить парниковый эффект и вызвать нагрев приземного слоя атмосферы. Сегодня эта концепция находит понимание в мировом сообществе.

Разумеется, для жизни на Земле глобальное потепление лучше глобального похолодания. Но кто может поручиться, что через несколько десятков лет мы не столкнемся и с обратным процессом. Наш опыт метеонаблюдений крайне скромный – менее 200 лет. Можно предположить, что человечество имеет дело с гораздо более длительным глобальным природным процессом. Даже сегодня, когда кажется, что о глобальном потеплении «известно все»,

вспоминается, что не так давно, в 70-х годах, бытовало мнение о грядущем глобальном похолодании.

Для осторожного скепсиса в оценке изменения климата есть причины. Современные прогнозы, а это расчет по новейшим моделям климата на современных быстродействующих ЭВМ, единодушно предсказывают глобальное потепление. Однако при расчетах по математическим моделям, ввода в них реальные эмиссии сернистых соединений, можно получить в итоге некоторое охлаждение атмосферы. Рассмотрим поэтому только те объективные факторы, которые действительно вызывают серьезную озабоченность.

Приведем химический состав атмосферного воздуха, цитируемый во многих книгах еще со времен учебника С.Я. Герша, хотя по результатам измерений в ходе Первого международного геофизического года (1956 г.) содержание диоксида углерода составило всего 0,028 об. %. Именно эта цифра вызвала тогда беспокойство советских климатологов.

Азот	78,087
Кислород	20,95
Аргон	0,93
Диоксид углерода	0,03
Неон	$0,18 \cdot 10^{-4}$
Гелий	$5,24 \cdot 10^{-4}$
Ацетилен и другие высококипящие углеводороды	$2,03 \cdot 10^{-4}$
Метан	$1,5 \cdot 10^{-4}$
Криптон	$1,14 \cdot 10^{-4}$
Водород	$0,5 \cdot 10^{-4}$
Закись азота	$0,5 \cdot 10^{-4}$
Ксенон	$0,08 \cdot 10^{-4}$
Озон	$0,1 \cdot 10^{-5}$
Радон	$6 \cdot 10^{-18}$

После дискуссий о парниковом эффекте и роли техногенной деятельности человечества, закончившихся в 1985 г., и новых измерений химического состава воздуха оказалось, что содержание диоксида углерода в атмосфере резко возросло и достигло 0,034 %.

В 1985 г. прошла Первая всемирная конференция по климату Земли и была подписана Венская конвенция, в развитие решений которой в 1987 г. был принят известный холодильщикам Монреальский протокол. В 1988 г. был создан Международный комитет по изменению климата Земли (IPCC) и состоялось Международное совещание по парниковому эффекту в Оттаве. В 1990 г. прошла Вторая всемирная конференция по климату Земли, где был заслушан прогноз Комитета IPCC-90, который был столь драматичным, что по инициативе ООН в 1992 г. состоялся Всемирный саммит в Рио-де-Жанейро, признавший усиление парникового эффекта проблемой с наиболее значимыми глобальными последствиями для человечества и естественной окружающей сре-

ды. На саммите была одобрена Рамочная конвенция по изменению климата Земли (UNFCCC) и создан Комитет сторон (COP) из представителей стран, подписавших Рамочную конвенцию.

Первое заседание Комитета сторон (COP1) состоялось в Берлине в 1995 г., второе – в Женеве, третье (COP3), очень важное для холодильщиков, прошло в Киото в декабре 1997 г. На нем был окончательно определен список газов, влияющих на глобальное потепление: диоксид углерода, закись азота, метан, HFC-, PFC-хладагенты и шестифтористая сера и предложены меры по ограничению их эмиссии. О выполнении Киотского протокола пойдет речь на заседании Комитета сторон, которое планирует провести в 2003 г. в Москве.

Содержание диоксида углерода в атмосфере непрерывно возрастает. В публикациях за 1997 г. уже фигурирует цифра 0,0365 %. К середине XXI в. при существующих темпах содержание CO_2 , по оценке специалистов, превысит 0,04 %, приближаясь к пороговой черте – 0,055 % в конце столетия.

Последствия увеличения концентрации диоксида углерода многообразны. Прежде всего это повышение температуры атмосферного воздуха. По одному из сценариев отечественных климатологов среднегодовая температура в России возрастет к середине нынешнего века на 2°C с небольшим, по другим – до 4°C в высоких широтах. Экосистемы, как им и полагается быть, крайне инерционны и подобные быстрые температурные изменения опасны для них и могут привести к разрушению.

Изменение температур происходит неравномерно. Наименьшее изменение ожидается в экваториальной области, наибольшее – в средних и высоких широтах. Климат может стать более «капризным» и неустойчивым, ожидаются более теплые зимы. Изменится, по видимому, и гидрологический цикл: большее количество осадков будет выпадать в средних широтах, меньше их станет в южных регионах. Значительные изменения могут произойти в таежных районах Западной Сибири. Потепление климата способно вызвать резкое возрастание площадей болот и заболоченных земель. Правда, в целом для России, где среднегодовая температура составляет $-5,5^{\circ}\text{C}$, потепление может иметь определенный положительный энергетический эффект.

Возможны и другие непредсказуемые последствия потепления. Как пример рассмотрим теплое тропическое течение Гольфстрим, достигающее полярного круга и во многом определяющее климат Скандинавии и Северо-Запада России, вплоть до Москвы. Устойчивое повышение температур, вызванное Гольфстримом, по некоторым оценкам, достигает 5–10 °С. Благодаря ему средние годовые температуры Исландии и Северной Финляндии превышают 0 °С. Теплые соленые воды Гольфстрима, достигая высоких широт, обычно охлаждаются, опускаются вниз и продолжают свой долгий многолетний путь по сложным траекториям океанических циркуляций. Сегодня в Арктике уже растая-

Чистые синтетические хладагенты

R11	E143a	R225cb
R113	E245cb	R227ca
R114	E245fa	R236ea
R115	E610	R236ca
R12	E611	R236cb
R23	R245cb	R134a
R125	R245fa	R124
R143a	R13	R123
R218	R13B1	R141b
R32	R142b	R14
RC318	R21	R152a
R225ca	R22	E134
R846	R236fa	R134
E125	R245ca	R123a

Примечание. Хладагенты, имеющие в обозначении букву Е, являются эфирными соединениями.

ло огромное количество льда и образовался многометровый слой пресной воды. Какова будет реакция соленого тропического течения на изменившиеся гидрологические условия – вопрос, волнующий многих, в том числе и в нашей стране.

Пока, к счастью, рост уровня Мирового океана не очень стремителен – порядка 2 см в год. Определенное беспокойство метеорологов вызывает таяние льдов Западной Антарктиды и сползание их в океан, о чем рассказано в декабрьском номере «Scientific American» за 2002 г. Прогноз достаточно серьезный, поскольку ожидается подъем уровня океана на 5 м и затопление части Южной Флориды.

Атмосфера Земли вообще крайне чувствительна к человеческой деятельности. Сегодня акцент сделан на роль диоксида углерода. При этом в тени оказался другой важный парниковый газ – метан, рост концентрации которого в атмосфере происходит значительно быст-

Таблица 2

Смеси хладагентов

Обозначение	Химический состав	Массовый состав, %
R401A	R22, R152a, R124	53/13/34
R401B	R22, R152a, R124	61/11/28
R401C	R22, R152a, R124	22/15/52
R402A	R125, R290, R22	60/2/38
R402B	R125, R290, R22	38/2/60
R403A	R290, R22, R218	5/75/20
R403B	R290, R22, R218	5/56/39
R404A	R125, R143a, R134a	44/52/4
R405A	R22, R152a, R142b, RC318	45/7/5,5/42,5
R406A	R22, R600a, R142b	55/4/41
R407A	R32, R125, R134a	20/40/40
R407B	R32, R125, R134a	10/70/20
R407C	R32, R125, R134a	23/25/52
R407D	R32, R125, R134a	15/15/70
R407E	R32, R125, R134a	25/15/60
R408A	R125, R143a, R22	7/46/47
R409A	R22, R124, R142b	60/25/15
R409B	R22, R124, R142b	65/25/10
R410A	R32, R125	50/50
R410B	R32, R125	45/55
R411A	R1270, R22, R152a	1,5/87,5/11
R411B	R1270, R22, R152a	3/94/3
R412A	R22, R218, R142b	70/5/25
R413A	R218, R134a, R600a	9/88/3
R500	R12, R152a	73,8/26,2
R502	R22, R115	48,8/51,2
R503	R23, R13	40,1/59,9
R507	R125, R143a	50/50
R508A	R23, R116	39/61
R508B	R23, R216	46/54
R509A	R22, R218	44/56
	R32, R134a	
	R22, R143a	
	R22, R125, R290	
	R22, R290, R218	
	R32, R125, R134a, R143a	
	R125, R134a	
	R22, R142b	70/30
	R846, R218	5/95
	R22, R142b, R21	65/30/5
	R152a, R600a	
	R1243, R600a	
	R134a, R600a	
	R22, R21, R134a	65/15/20

Примечание. В обозначениях первая цифра 4 указывает, что данная смесь является неазеотропной, 5 – азеотропной.

Примечание. В обозначениях первая цифра 4 указывает, что данная смесь является неazeотропной, 5 – азеотропной.

Природные хладагенты, не регулируемые Киотским протоколом

рее, чем концентрации диоксида углерода. Мощными источниками метана являются болота, свалки, рисовые поля. Появление вследствие потепления обширных заболоченных ареалов в Западной Сибири может создать очередной фактор неустойчивости климата Земли.

Вспомним в этой связи перечень применяемых сегодня синтетических хладагентов (табл. 1 и 2).

От всего этого многообразия после ратификации Киотского протокола предстоит отказаться-

Эти хладагенты не безупреч-

В мире уже наметились тенденции применения природных хладагентов. Углеводороды используют в бытовых холодильных приборах, а диоксид углерода оказался перспективен для автомобильных кондиционеров и как хладоноситель в тандеме с аммиаком-хладагентом. Диоксид углерода подходит также для океанских рефрижераторов. Аммиак находит применение в супермаркетах, на океанских рефрижераторах, в тепловых насосах, углеводороды — в супермаркетах и для охлаждения напитков, в тепловых насосах. В системах кондиционирования воздуха для скоростных поездов используют воздушные холодильные машины. Интересны тепловые насосы на водяном паре. Природные холодильные агенты очень активно выходят на магистральные направления развития современного холода, и есть надежда, что для работы с ними у нас будет, по крайней мере, лет 50 не очень спокойной, но все же предсказуемой холодильной истории.