

УДК 622.61,537.533

П. М. Канило, д-р техн. наук
К. В. Костенко

Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного НАН Украины
(г. Харьков, E-mail: pmk@ipmach.kharkov.ua)

АНТРОПОГЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

Проанализированы многочисленные публикации, в том числе материалы 15-й климатической конференции ООН по так называемому «глобальному потеплению» климата на планете Земля. Указывается на неопределенности в прогностических оценках этого явления, в том числе на отсутствие анализа по уровням изменений подвижного баланса между естественными источниками выбросов парниковых газов в атмосферу и их стоками. Обосновывается вывод, что современное потепление приземного слоя атмосферы в значительной степени является проблемой антропогенно-экологической. Указывается на необходимость существенного усиления вектора экономизации и экологизации хозяйственной деятельности человечества, включая как одно из важнейших – широкомасштабное «озеленение» планеты Земля.

Проаналізовано численні публікації, у тому числі матеріали 15-ї кліматичної конференції ООН з так званого „глобального потепління” клімату на планеті Земля. Вказується на невизначеності в прогностичних оцінках цього явища, у тому числі на відсутність аналізу по рівнях змін рухливого балансу між природними джерелами викидів парникових газів в атмосферу і їхніми стоками. Обґрунтовується висновок, що сучасне потепління приземного шару атмосфери в значній мірі є проблемою антропогенно-екологічною. Вказується на необхідність істотного посилення вектора економізації та екологізації господарської діяльності людства, включаючи як одне з найважливіших – широкомасштабне „озелення” планети Земля.

Введение

В 1988 году Всемирная метеорологическая организация, в соответствии с программой ООН по окружающей среде, создала Межправительственную группу экспертов по изменению климата (МГЭИК) планеты, которая периодически публикует доклады о будущих изменениях «глобального» климата и возможном влиянии этих изменений на различные виды хозяйственной деятельности. По данным МГЭИК, «глобальное потепление» климата, начавшееся с середины 70-х годов XX века, не вызывает сомнений [1–3]: повышение среднегодовой температуры приземного слоя атмосферы (рис. 1) и океана, сокращение площади морского льда.

Многие ученые считают, что процесс потепления климата вызван увеличением выбросов в атмосферу ПГ, в первую очередь CO₂, с продуктами сжигания ископаемых топлив и его накоплением в атмосфере. Ряд авторитетных экологов и климатологов полагают, что климат на Земле меняется циклически, а цивилизация лишь ускоряет ход естественных процессов. Современное «глобальное потепление» климата на планете Земля тревожит не только ученых, общественные и правительственные организации, но и практически всех здравомыслящих людей. Словосочетание «глобальное потепление» климата в средствах массовой информации стало чуть ли не символом «конца света». Поэтому мировое сообщество заинтересовано в получении физически обоснованной количественной картины «глобального потепления» климата, в снижении существующих неопределенностей и пространственно-временной детализации климатических прогнозов.

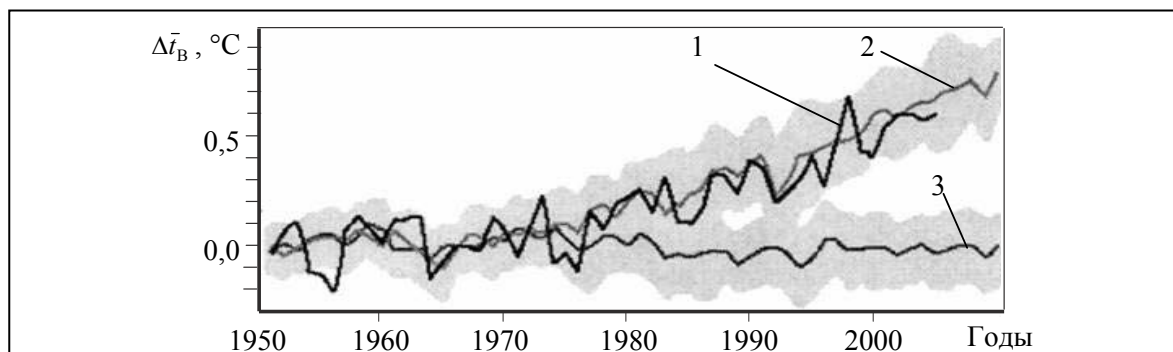


Рис. 1. Аномалии глобальной приземной температуры воздуха, рассчитанной по модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) и полученной по наблюдениям по отношению к норме в период с 1950-го по 1970 гг.:

1 — данные наблюдений; 2 — аномалия температуры, с учетом известного роста парниковых газов (ПГ) и аэрозолей (расчет); 3 — тот же расчет, но при значениях ПГ и аэрозолей, соответствующих 1970 г.

В декабре 2009 года в столице Дании – Копенгагене проходила 15-я климатическая конференция ООН (саммит руководителей 193 государств мира – участников конвенции ООН), посвященная проблемам «глобального изменения» климата на нашей планете. Результат копенгагенской конференции оценивается многими как «весьма» скромный. Президент России Дмитрий Медведев оценил итоги конференции "достаточно скромными" из-за отсутствия конкретных решений и отметил, что необходимо совершенствовать работу по улучшению экологической ситуации на планете и предотвращать ее неблагоприятное влияние на климат. Саммит, как указывает швейцарское издание *Le Temps* и ряд других, стал встречей не ученых, а политиков. Борьба с потеплением в ближайшие годы может вызвать настоящий денежный дождь. Уже существует «виртуальный рынок» по свободным единицам сокращения выбросов (ЕСВ) CO_2 , стоимость которых составляет 12–15 евро/т. В решениях 15-й климатической конференции слились политические и экономические интересы многих крупных держав и транснациональных корпораций, а вовсе не научный анализ путей разрешения глобальных эколого-климатических проблем человечества.

Глобальное потепление климата – антропогенно-экологическая проблема

Существуют три фундаментальные причины, почему может модифицироваться радиационный баланс земного шара, вызывая тем самым изменение климата [4–7]: трансформации орбитальных параметров Земли или уровней поступающего на верхнюю границу атмосферы потока солнечной радиации; вариации доли солнечной радиации, которая отражается в мировое пространство (эта доля может увеличиваться или уменьшаться в результате изменения облачности, концентраций атмосферного аэрозоля или отражательных свойств подстилающей поверхности); снижение доли длинноволнового излучения от земной поверхности в результате повышения концентраций ПГ, в первую очередь CO_2 , в атмосфере.

Другой вопрос, который иногда поднимается, касается роли тепловой энергии в изменении климата, которая выбрасывается в атмосферу крупными городами, энергетическими и промышленными комплексами, транспортом и т. д. Однако вырабатываемое в настоящее время количество энергии в мире по отношению к энергии солнечной радиации, поглощаемой Землей, не превышает сотых–тысячных долей процента и составляет всего лишь несколько процентов от ее периодических изменений. Поэтому дву–трехкратное увеличение производства энергии существенно не повлияет на глобальное изменение климата планеты [5, 6, 8]. Оно может, в определенной степени, сказаться лишь на региональном уровне (в зонах городов-мегаполисов, районах расположения ТЭС, ТЭЦ, АЭС с их прудами – охладителями). На основе этого можно сделать предельно важный вывод: предполагаемое в ближайшем будущем двукратное увеличение производства и использования энергии человечеством не является ограничивающим с точки зрения потепления климата.



Более опасным может оказаться не потепление климата, а изменение углеродного цикла и нарушение его замкнутости, идущее разрушение биосферы Земли, обусловленное увеличением антропогенно-экологической нагрузки на природную среду, высоким уровнем использования биосферных ресурсов, истощением плодородия земель,

вырубкой и старением лесов (тропические и другие леса исчезают со скоростью 21 га в минуту [8]), загрязнением атмосферы, литосферы и гидросферы различного рода биоцидами: предельно опасными для всего живого токсичными и канцерогенно-мутагенными химическими соединениями, тяжелыми металлами и радиоактивными элементами, выбрасываемыми, в том числе, с продуктами сжигания топлив. Все это приводит к угнетению, деградации и уничтожению фиторастительности на суше и в океане (экоцид), что способствует, как следствие, ослаблению естественных стоков CO₂, в том числе снижению поглощения CO₂ фотосинтезирующими системами и уменьшению его растворимости в водах мирового океана. В этом, видимо, и заключается основной антропогенез проблемы «глобального потепления» климата на планете Земля. Именно в макроэкономике коренятся современные экологические проблемы и угрозы глобальных кризисов, в том числе глобальное изменение климата.

Климатическая система Земли является весьма сложной и включает пять важнейших составляющих: атмосферу, гидросферу, криосферу, поверхность суши, биосферу, и ее функционирование в значительной степени определяется условиями взаимодействия между ними. Динамическое равновесие CO₂ в атмосфере обуславливается механизмами его переноса между атмосферой, гидросферой (мировым океаном) и биосферой (рис. 2).

В работах [5, 7] представлены данные по уровням годовых эмиссий CO₂ в атмосферу: суша ~370 млрд. т, океан ~330 млрд. т, вулканическая деятельность ~ 2 млрд. т, т. е. природными источниками в атмосферу выбрасывается в год примерно 700 млрд. т CO₂. Годовые уровни выбросов CO₂ в атмосферу с продуктами сжигания ископаемых топлив (см. табл. 1) составляли: в 1970 г. ~16 млрд. т, а в 2008 г. ~32 млрд. т, т. е. не превышали 5% от суммарной эмиссии CO₂ в атмосферу.

Поэтому увеличение содержание CO₂ в атмосфере с 1971 г. по 2009 г. определялось, видимо, с большой степенью вероятности ослаблением естественных стоков ПГ, т. е. уменьшением поглощения CO₂ наземными деградируемыми фотосинтезирующими системами и снижением его растворимости в водах мирового океана вследствие экоцида экосистем. При этом тропические леса из крупного природного стока CO₂ превратились в источник его эмиссии.

Итак, климатическая система дополнительно изменялась во времени в результате внешних воздействий, обусловленных «неразумной» хозяйственной деятельностью человека и человечества, таких, как: изменение состава атмосферы, гидросферы, литосферы, в том числе вследствие загрязнения ОС выбросами энергетики, транспорта, промышленности, бытовыми отходами; изменения в землепользовании, вырубка и старение лесов; и вообще – снижением объемов и продуктивности фотосинтезирующей растительности и микроорганизмов как на поверхности суши, так и в водах мирового океана (уменьшение λ_2 и λ_4 , рис. 2). Биологические виды, которые являются основой функционирования живого вещества, предельно чувствительны к нежелательным изменениям в природной среде, в частности, к химическому, радиационному и другим видам загрязнений. Такие изменения являются причиной: обеднения генофонда органического мира, снижения биологического разнообразия в природе и эволюционного потенциала живых организмов и биосферы в целом. Растительный мир особо чувствителен к очень малым концентрациям вредных веществ в атмосфере (оксидов азота и серы, озона, канцерогенно-мутагенных веществ и др.), при этом на-

рушается их жизнедеятельность, снижается («подавляется») фотосинтезирующая активность и продуктивность растений. Физико-химическое, биологическое и тепловое загрязнение внутренних водоемов, морей и океанов нарушает газообмен воды с атмосферой, что приводит к снижению растворимости CO_2 в водах мирового океана (уменьшение уровня λ_4), к исчезновению многих видов животных и растений, т.е. идет деградация водных объектов. Поэтому в современных условиях под воздействием человеческой деятельности способность природных систем к самоочищению атмосферы серьезно нарушена, атмосферный воздух не в полной мере выполняет свои защитные жизнеобеспечивающие экологические функции [4–8]. Загрязнения воздушного бассейна планеты приняли трансграничные межгосударственные масштабы. Поэтому современное глобальное среднегодовое потепление приземного слоя атмосферы в значительной степени является проблемой антропогенно-экологической, определяемой, в том числе, снижением способности деградируемых наземных и океанических экосистем поглощать ПГ (CO_2) по мере роста их концентраций в атмосфере.

В период с 1970 по 2008 гг. нарушен глобальный газообмен CO_2 между атмосферой и биосферой (существенное снижение объемов и продуктивности фотосинтеза), а также атмосферой и гидросферой (снижение растворимости CO_2 в водах мирового океана) при одновременном увеличении уровней выбросов CO_2 с продуктами переработки и сжигания ископаемых топлив. При этом наблюдается следующая закономерность (табл. 1, рис. 3, 4):

$$\sum_{i=1971}^{2008} [(\lambda_1 - \lambda_2) + (\lambda_3 - \lambda_4)] > \sum_{i=1971}^{2008} [\lambda_{5(i)} - \lambda_{5(1970)}].$$

В табл. 1 представлены данные по мировым уровням потребления ископаемых топлив [9], суммарным (усредненным) выбросам вредных веществ (ВВ) и основного парникового газа CO_2 в атмосферу с продуктами сжигания топлив и по тепловому воздействию энергосистем на ОС.

При этом уровни годовых массовых выбросов CO_2 в атмосферу при сжигании i -х топлив определялись по следующей формуле:

$$\overline{M}_{\text{CO}_2(i)} = \frac{\mu_{\text{CO}_2}}{\mu_{\text{C}}} \cdot \overline{M}_{\text{T}(i)} \cdot g_{\text{C}(i)} = 3,67 \cdot \overline{M}_{\text{T}(i)} \cdot g_{\text{C}(i)},$$

где $\overline{M}_{\text{T}(i)}$ – усредненное массовое потребление i -го углеводородного топлива в млн т/год; $g_{\text{C}(i)}$ – массовая доля углерода в i -м топливе (для углей $\sim 0,6$; для природного газа $\sim 0,75$; для нефти $\sim 0,84$); μ_{C} и μ_{CO_2} – соответственно молекулярные массы углерода и CO_2 .

Суммарные выбросы ВВ с продуктами сжигания ископаемых топлив, приведенные к NO_2 с учетом суммации и явлений синергизма ($\sum \overline{\text{ВВ}}_{\text{NO}_2}$), определялись по следующей зависимости:

$$\begin{aligned} \sum \overline{\text{ВВ}}_{\text{NO}_2} = & \left\{ (0,1 + 0,9 \frac{\mu_{\text{NO}_2}}{\mu_{\text{NO}}}) \cdot \overline{\text{NO}_x} + \frac{k_{\text{SO}_2}}{k_{\text{NO}_2}} \cdot \frac{[\text{ППД}_{\text{NO}_2}]_{\text{CC}}}{[\text{ППД}_{\text{SO}_2}]_{\text{CC}}} \cdot \overline{\text{SO}_2} + \right. \\ & \left. + \frac{k_{\text{TЧ}}}{k_{\text{NO}_2}} \cdot \frac{[\text{ППД}_{\text{NO}_2}]_{\text{CC}}}{[\text{ППД}_{\text{TЧ}}]_{\text{CC}}} \cdot \overline{\text{TЧ}} + \frac{k_{\text{КУ}}}{k_{\text{NO}_2}} \cdot \frac{[\text{ППД}_{\text{NO}_2}]_{\text{CC}}}{[\text{ППД}_{\text{БП}}]_{\text{CC}}} \cdot \overline{\text{БП}} \right\}, \end{aligned}$$

где μ_i , $[\text{ППД}_i]_{\text{CC}}$ – соответственно молекулярная масса i -х ВВ, кг/кмоль; предельно допустимые среднесуточные концентрации i -х ВВ в атмосфере, мг/м³; k_i – экспертные коэффициенты агрессивности i -х ВВ в условиях ОС с учетом их суммации и явлений синергизма ($k_{\text{NO}_2} = 3$, $k_{\text{SO}_2} = 2$, $k_{\text{TЧ}} = 2$, $k_{\text{КУ}} = 5,3$ [4]).

На рис. 3 представлены уровни повышения: среднегодовых «глобальных» температур приземного слоя воздуха ($\Delta \overline{t}_{\text{B}}$), концентраций ($\overline{C}_{\text{CO}_2(\text{атм.})}$) и массового содержания CO_2 в

атмосфере $\overline{M}_{\text{CO}_2(\text{аатм.})} = \overline{M}_{(\text{аатм.})} \overline{C}_{\text{CO}_2(\text{аатм.})} \cong 5,9 \cdot 10^{15} \overline{C}_{\text{CO}_2}$, а также – численности населения планеты (\overline{N}) по годам за период с 1970 по 2008 гг. [3–7].

На рис. 4 приведены данные по дополнительному суммарному накоплению CO_2 в атмосфере в период с 1971 по 2009 гг. (в сравнении с 1970 годом), суммарному превышению массовых уровней выбросов CO_2 с продуктами сгорания топлив (табл. 1), в том числе с отработавшими газами (ОГ) транспортных средств за тот же период, а также – суммарному превышению уровней выбросов CO_2 при дыхании увеличивающейся численности населения планеты за рассматриваемый период.

Таблица 1. Мировые уровни потребления ископаемых топлив и выбросов ВВ в атмосферу с продуктами их сжигания

Мировое потребление ископаемых топлив и суммарный выброс ВВ в атмосферу	По годам				
	1970 г.	1980 г.	1990 г.	2000 г.	2008 г.
Нефть, млн т/год	2254	2980	3150	3551	3928
$\overline{\text{CO}}_2$, млн т/год	7123	9417	9954	11221	12412
$\overline{\text{NO}}_x$, млн т/год	46	60	65	70	80
$\overline{\text{SO}}_2$, млн т/год	7	9	10	11	12
$\overline{\text{TЧ}}^*$, млн т/год	5,6	7,5	8,0	9,0	10
$\overline{\text{БП}}^*$ (канцерогенные углеводороды), т/год	100	134	142	150	177
Природный газ, млн т/год	790	1150	1568	1940	2415
$\overline{\text{CO}}_2$, млн т/год	2173	3163	4312	5335	6641
$\overline{\text{NO}}_x$, млн т/год	19	24	27	29	35
$\overline{\text{SO}}_2$, млн т/год	0,03	0,033	0,04	0,044	0,05
$\overline{\text{TЧ}}$, млн т/год	следы	следы	следы	следы	следы
$\overline{\text{БП}}$ (канцерогенные углеводороды), т/год	следы	следы	следы	следы	следы
Уголь, млн т/год	3066	3616	4466	4900	5780
$\overline{\text{CO}}_2$, млн т/год	6745	7955	9825	10800	12716
$\overline{\text{NO}}_x$, млн т/год	28	36	40	44	52
$\overline{\text{SO}}_2$, млн т/год	92	108	134	147	173
$\overline{\text{TЧ}}$ (летучая зола), млн т/год	6	7	9	10	12
$\overline{\text{БП}}$ (канцерогенные углеводороды), т/год	5,6	7,2	8,0	8,8	10,4
Суммарное потребление топлив, млн т/год	7155	9286	10920	12491	14555
Суммарный выброс $\overline{\text{CO}}_2$, млн т/год	16041	20535	24091	27356	31770
Суммарный выброс $\overline{\text{NO}}_x$, млн т/год	93	120	132	143	167
Суммарный выброс $\overline{\text{SO}}_2$, млн т/год	99	117	144	158	185
Суммарный выброс $\overline{\text{TЧ}}$, млн т/год	11,6	14,5	17	19	24
Суммарный выброс $\overline{\text{БП}}$, т/год	105,6	141,2	150	168,8	187,4
Суммарный выброс ВВ, приведенный к NO_2 ($k_{\text{NO}_2} = 3$), млн т	200	260	290	320	370
Тепловое воздействие на ОС от сжигания топлив, ГДж/год $\cdot 10^{-9}$	210	272	320	366	426
Доля от уровня поступающей солнечной энергии, %	0,009	0,011	0,013	0,015	0,018

* Усредненные суммарные выбросы твердых частиц ($\overline{\text{TЧ}}$) и бенз(а)пирена ($\overline{\text{БП}}$ – $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$), характеризующих уровни выбросов канцерогенных углеводородов (КУ).

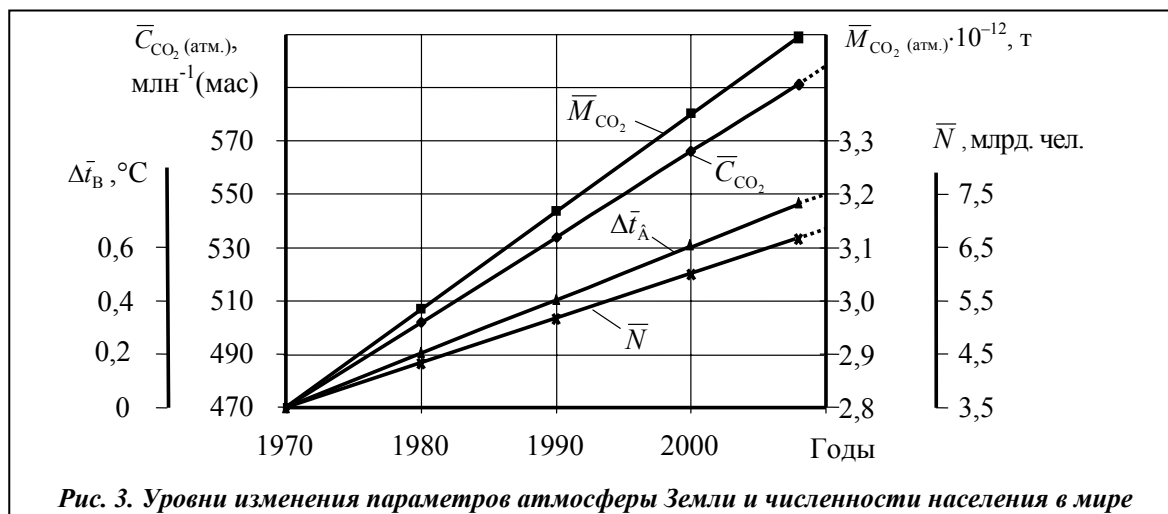


Рис. 3. Уровни изменения параметров атмосферы Земли и численности населения в мире

Суммарное превышение уровней выбросов CO₂ с продуктами сгорания топлив за период с 1971 г. по 2008 г. (в сравнении с 1970 г.) определялось по следующей зависимости:

$$\sum_{i=1971}^{2008} \Delta M_{CO_2(сжж.т)} = \sum_{i=1971}^{2008} [M_{CO_2(i)} - M_{CO_2(1970)}].$$

По этой же зависимости определялось суммарное превышение уровней выбросов CO₂ с ОГ транспортных средств за тот же период (в сравнении с 1970 г.). К 2009 г. это превышение составило ~60 млрд. т CO₂, что соответствовало ~8% от общего суммарного накопления CO₂ в атмосфере за рассматриваемый период времени.

Суммарное превышение уровней выбросов CO₂ при дыхании увеличивающегося населения на планете Земля (по сравнению с 1970 г.) определялось следующим образом. Человек в среднем выделяет при дыхании ~ 0,36 т CO₂ в год [6, 7]. Человечество выделяло в атмосферу в базовом 1970 году (~3,5·10⁹·0,36 ≅ 1,19·10⁹ т CO₂/год), а в 2008 году (~6,5·10⁹·0,36 ≅ 2,2·10⁹ т CO₂/год). Суммируя по каждому году (с 1971 г. по 2008 г.) превышение выброса CO₂ при дыхании человечества относительно 1970 года, получили суммарное превышение за рассматриваемый период, которое равно 23·10⁹ т CO₂.

Из представленных данных следует, что за рассматриваемый период увеличились: \bar{N} – с 3,5 до 6,5 млрд. человек; \bar{C}_{CO_2} – с 470 до 590 млн⁻¹ (мас); массовое содержание CO₂ в атмосфере ~ на 700·10⁹ т (с 2,8·10¹² до 3,5·10¹² т), т.е. на 25 %; $\Delta\bar{T}_A \approx 0,7^\circ\text{C}$ (рис. 3), т. е. происходило повышение «глобальной» температуры приземного слоя воздуха примерно на 0,1 °C при росте содержания CO₂ в атмосфере на 100 млрд. т. При этом следует отметить,

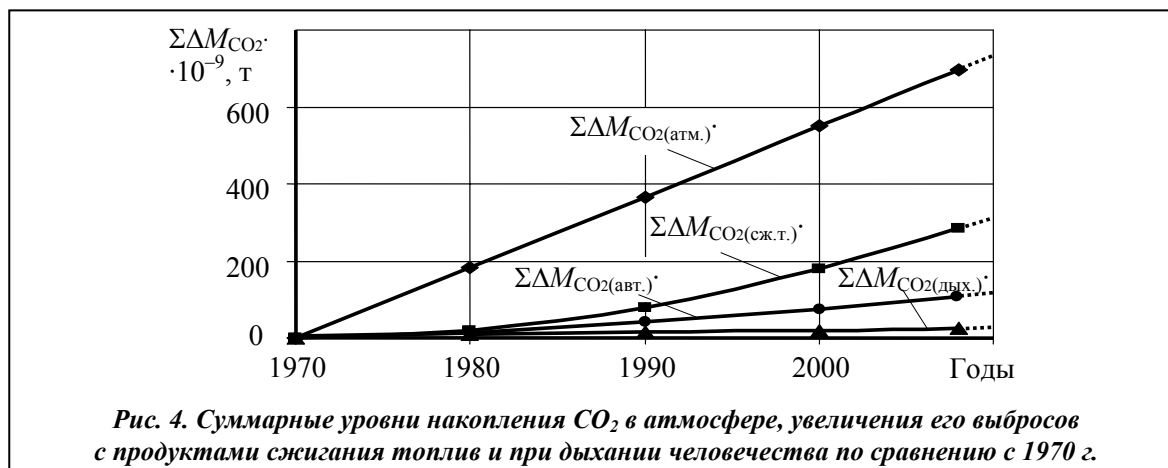


Рис. 4. Суммарные уровни накопления CO₂ в атмосфере, увеличения его выбросов с продуктами сжигания топлив и при дыхании человечества по сравнению с 1970 г.

что проблема не в самом уровне содержания CO_2 в атмосфере, а в темпе его роста, к которому ни природа, ни человек не успевают приспособиться.

При этом (в период 1971 по 2008 гг.) ежегодные дополнительные уровни выбросов CO_2 в атмосферу с продуктами сгорания топлив (по сравнению с 1970 г.) составляли от 5% (1980 г.) до 40% (2008 г.) суммарного накопления CO_2 в атмосфере за год, а доля дополнительных ежегодных выбросов в атмосферу CO_2 при дыхании увеличивающегося населения не превышала 3%. В работах [1–3] также показано, что существует линейная зависимость между увеличением массового содержания CO_2 в атмосфере и ростом «глобальной» среднегодовой температуры приземного слоя воздуха. Таким образом, если динамика роста содержания CO_2 в атмосфере останется неизменной, то его масса к 2020 г. возрастет примерно на 200 млрд.т (см. рис. 3) и составит $\sim 3,75 \cdot 10^{12}$ т, при этом «глобальная» среднегодовая температура приземного слоя атмосферы может подняться примерно на $0,2^\circ\text{C}$.

США и Китай, которые ответственны за 40% мировых выбросов CO_2 в атмосферу, на 15-й климатической конференции ООН предложили к 2020 г. снизить годовые выбросы CO_2 в своих странах на 14–17% по сравнению с 2005 г., т.е. (см. табл. 1) на $\Delta G_{\text{CO}_2} \approx 30 \cdot 10^9 \cdot 0,4 \cdot 0,17 \approx 2 \cdot 10^9$ т/год. Ряд стран Европы, в том числе Россия и Украина, Индия, Япония, ответственные практически за 60% мировых выбросов CO_2 , попытаются уменьшить выбросы CO_2 к 2020 г. в среднем на 25% по сравнению с 1990 г., т.е. (см. табл. 1) на $\Delta G_{\text{CO}_2} \approx 24 \cdot 10^9 \cdot 0,6 \cdot 0,25 \approx 3,6 \cdot 10^9$ т/год.

Итак, общее снижение мировых уровней выбросов CO_2 с продуктами сгорания топлив в 2020 г. может составить $\sim 5,6 \cdot 10^9$ т/год. Если учесть, что повышение содержания CO_2 в атмосфере на 100 млрд. т приводит к росту «глобальной» температуры приземного слоя атмосферы \sim на $0,1^\circ\text{C}$, то указанное снижение уровней выбросов CO_2 в 2020 г. сможет обеспечить уменьшение указанной температуры на $\Delta \bar{t}_B \approx 0,1 \cdot (5,6/100) \approx 0,006^\circ\text{C}$.

Выводы

1. Природа изменений мировой климатической системы очень сложна, поэтому объяснить перемены климата воздействием какого-либо одного фактора, например только увеличением уровней выбросов CO_2 с продуктами сжигания топлив, невозможно. При этом в числе основных неопределенностей прогностических оценок изменения климата на планете остаются вопросы, связанные с достоверностью определения механизма «аномалий» между естественными источниками выбросов и стоков ПГ, особенно CO_2 , в том числе с учетом численных оценок взаимосвязи по степени нарушения подвижного баланса между ними и массовым содержанием CO_2 в атмосфере.

2. К одной из определяющих причин повышения содержания CO_2 в атмосфере следует отнести увеличение антропогенно-экологической нагрузки на природную среду и соответствующее снижение способности деградируемых наземных и океанических экосистем поглощать CO_2 по мере роста его концентрации в атмосфере. Существенное увеличение содержания CO_2 в атмосфере с 1970 по 2009 гг. можно охарактеризовать "неразумной" хозяйственной деятельностью человечества: неэффективное и все возрастающее использование природных ресурсов, существенное сокращение площади лесов, в том числе тропических, на 25%, старение лесов и отсутствие их обновления, загрязнение биоцидами атмосферы, гидросферы, литосферы, приводящее к угнетению, деградации и уничтожению фиторастительности на суше и в океане, и т.д. Все это способствовало ослаблению естественных стоков CO_2 и, таким образом, привело к снижению уровней поглощения CO_2 фотосинтезирующими системами, уменьшению его растворимости в водах мирового океана. В этом, видимо, и заключается основной антропогенез проблемы "глобального потепления" климата на Земле. Поэтому современное потепление приземного слоя атмосферы в значительной степени является проблемой антропогенно-экологической.

3. Установлен предельно важный вывод о том, что предполагаемое в ближайшие десятилетия увеличение производства и использования энергии человечеством (\sim в 2 раза к 2050 г.) не является ограничивающим, с точки зрения «глобального потепления» климата на

планете, так как уровни антропогенного «теплого загрязнения» ОС не превышают сотых-тысячных долей процента от уровня солнечной энергии, достигающей поверхности Земли, и составляют всего лишь несколько процентов от ее периодических изменений.

4. Для стабилизации климата на планете человечеству, включая Международные организации, в том числе ООН и Совет Европы, правительства государств и т.д., необходимо скоординировать свои действия на решении трех важнейших глобальных проблем:

- увеличение объемов и продуктивности фотосинтеза на планете (восстановление и посадка новых лесных массивов, расширение угодий под кормовые и продуктовые растения, в том числе использование искусственных фотосинтетиков и т.д.), что обеспечит: оздоровление биосферы, повышение интенсивности стоков CO₂ из атмосферы, а также – расширение продовольственного потенциала планеты. Озеленение планеты Земля должно стать основным социально-экономическим мотивом дальнейшего развития, а возможно, и существования человеческого общества.
- экологизация хозяйственной деятельности, в первую очередь промышленности, энергетики, транспорта, быта, на основе использования наукоемких экологически чистых технологий, в том числе применение в промышленности технологий с замкнутыми производственными циклами, не нарушающих природного равновесия, что приведет: к существенному снижению попадания в биосферу чуждых ей примесей антропогенного происхождения, к повышению эффективности функционирования и продуктивности фотосинтеза и соответственно к увеличению поглощения CO₂ из атмосферы. Для этого необходимо широкое развитие мирового рынка экотехнологий.
- экономизация хозяйственной деятельности на основе внедрения новых высокоэффективных технологий использования природных ресурсов, в том числе высокоэкономичных и экологически чистых технологий сжигания как традиционных, так и альтернативных энергоносителей, в том числе водорода [10 – 12], а также технологий с более широким применением возобновляемых источников энергии, что приведет к существенному снижению: удельного потребления энергоносителей, уровней выбросов в атмосферу экологически опасных ингредиентов, а также CO₂, а это будет способствовать решению как топливно-экологической проблемы, так и снижению накопления CO₂ в атмосфере. Ресурсо и энергосбережение – основной путь экологизации экономики.

5. Предложенные на 15-й климатической конференции ООН решения, в том числе создание транснациональными корпорациями «виртуального» рынка перепродаж между государствами свободных единиц сокращения выбросов CO₂, является одной из афер XXI века. Диоксид углерода является «хлебом насущным» для всего живого на Земле, и его необходимо максимально использовать, в том числе для решения проблемы дополнительного производства продуктов питания.

Литература

1. Мелешко В. П. Потепление климата: причины и последствия / В. П. Мелешко // Химия и жизнь. – 2007. – № 4. – С. 1–7.
2. *Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации.* – М. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Госгидромет). – Т. 1. Изменение климата, 2008. – 230 с.
3. *Мировое (глобальное) потепление на планете Земля.* [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.world-warming.info/printout253.html>. – 10.02.2010.
4. Семиноженко В. П. Энергия. Экология. Будущее / В. П. Семиноженко, П. М. Канило, В. Н. Остапчук, А. И. Ровенский – Харьков: Прапор, 2003. – 464 с.
5. Козин Л. Ф. Современная энергетика и экология: проблемы и перспективы / Л. Ф. Козин, С. В. Волков. – Киев: Наук. думка, 2006. – 775 с.
6. *Химия окружающей среды:* Пер. с англ. / Под ред. А. П. Цыганкова. – М.: Химия, 1982. – 672 с.
7. Рудько Г. І. Конструктивна геоecологія: наукові основи та практичне втілення / Г. І. Рудько, О. М. Адаменко. – К.: ТОВ «Маклауд», 2008. – 320 с.
8. Путвинский С. В. Возможна ли будущая мировая энергетическая система без ядерного синтеза / С. В. Путвинский // Усп. физ. наук. – 1998. – Т. 168, № 11. – С. 1235–1246.

9. BP Statistical Review of World Energy June 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bp.com/statisticalreview>. – 10.11.2009.
10. Угольно-водородные парогазовые комплексы с дополнительным производством синтетических топлив / П. М. Канило, В. В. Соловей, В. Е. Костюк, К. В. Костенко // Пробл. машиностроения. – 2009. – Т. 12, № 4. – С. 64–72.
11. Кузык Б. Н. Россия: стратегия перехода к водородной энергетике / Б. Н. Кузык, Ю. В. Яковец. – М.: Ин-т эконом. исследований, 2007. – 400 с.
12. Канило П. М. Перспективы становления водородной энергетике и транспорта / П. М. Канило, К. В. Костенко // Автомоб. трансп. – Харьков: Харьк. нац. автомоб.-дор. ун-т. – 2008. – Вып. 23. – С. 107–113.

Поступила в редакцию
19.05.10

УДК 620.91

А. А. Редько, канд. техн. наук

Харьковский государственный технический университет
строительства и архитектуры (E-mail: office@kstuca.kharkov.ua)

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЦИКЛОВ МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Приводятся результаты расчетно-теоретического исследования термодинамических параметров циклов геотермальной энергетической станции. Численные результаты показывают повышение КПД и увеличение выработки удельной электрической энергии в геотермальной энергетической станции с бинарным циклом с несколькими низкокипящими рабочими веществами.

Наводяться результати розрахунково-теоретичного дослідження термодинамічних параметрів циклів геотермальної енергетичної станції. Чисельні результати показують підвищення ККД та збільшення вироблення питомої електричної енергії в геотермальній енергетичній станції з бінарним циклом із декількома низкокипящими речовинами.

Введение

В настоящее время из нетрадиционных источников энергии наиболее освоенным видом возобновляемой энергии является геотермальное тепло Земли. Наблюдается ежегодный мировой прирост установленной мощности геотермальных электростанций (ГеоЭС) на 10–20%, а их суммарная мощность превышает 8000 МВт [1]. Украина также имеет значительный потенциал геотермальной энергии. Утвержденные Министерством экологии и природных ресурсов потенциальные геотермальные ресурсы составляют 27,3 млн. м³/сутки геотермальной воды с температурой 70–130 °С (343,15–403,15 К), а их теплоэнергетический потенциал составляет 441 млн. Гкал/год. Эффективное преобразование геотермальной энергии в электрическую требует создания специального энергетического оборудования.

Состояние проблемы

В геотермальной энергетике находят применение энергетические станции с бинарным циклом [1, 2]. В первичном цикле геотермальная вода (солевой раствор) движется в геотермальной циркуляционной системе (ГЦС), отдавая теплоту от пласта поверхностным теплообменникам, и охлажденная закачивается насосом обратно в пласт. Дебит эксплуатационной скважины, температура геотермальной воды в эксплуатационной и нагнетательной скважинах определяют количество теплоты, подводимое к геотермальной электрической станции (рис. 1).