

N 3/021. HJS Fahrzeugtechnik GmbH & Co., Karft Franz (Patentanwalte Schroter und Haverkamp, 58636 Iserlohn). №10219415.7; Заявл. 02.05.2002; Опыл. 20.11.2003. Нем. 18. Neues innovatives Material für die Filtrationstechnik. Draht. 2004. 55, №1, с. 25, 1 ил. Нем. 19. AKONDIES Abgaskonzept für einen Euro-IV-Pkw-DI-Dieselmotor. Knab Christian*, Wiedmann Kurt, Franke Hans-Ulrich, Jutka Carsten, Tschoke Helmut, Hauser G., Hojgr Marek, Smolenski Christian (Oberland Mangold GmbH, Garmisch-

Partenkirchen, Deutschland). MTZ: Motortechn. Z. 2003. 64, №11, с. 960-965, 5 ил. Нем. 20. Filtermaterialien für die additivegestützte und Katalytische Dieselpartikelreduktion. Schafer-Sindlinger Adolf, Vogt Claus Dieter (NGK Europe GmbH). MTZ: Motortechn. Z. 2003. 64, №3, с. 200, 201-207, 10 ил. Нем. 21. Кульчицкий А. Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие / Владимир. гос. ун-т. Владимир, 2000. 256 с.

УДК 669.85/86+502.7

П.М. Канило, д-р техн. наук, И.В. Парсаданов, д-р техн. наук

ПРОБЛЕМЫ СЖИГАНИЯ ИСКОПАЕМЫХ ТОПЛИВ И ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА

Введение

Обеспечение потребности в продуктах питания и энергии при сохранении окружающей среды – вот основные проблемы, которые стояли, стоят и, видимо, всегда будут стоять перед человечеством.

Современный состав земной атмосферы сформировался после того, как, благодаря уникальным процессам фотосинтеза, возникла и развивалась жизнь, при этом одну из главных ролей в этом процессе играл диоксид углерода (CO₂). За последние 600 миллионов лет концентрация CO₂ в воздухе нашей планеты постоянно менялась, но никогда не была выше 0,4 % об., что примерно на порядок выше современного уровня. Установлена взаимосвязь между увеличенным содержанием CO₂ в атмосфере и развитием всех форм жизни на планете. Примерно сто миллионов лет назад, в мезозойскую эру, при повышенной концентрации в атмосфере CO₂, средняя годовая температура воздуха на планете была на шесть градусов выше, чем сейчас. Даже на побережье нынешнего Северного Ледовитого океана буйствовала пышная растительность. В последующем концентрация CO₂ в атмосфере понижалась, так как растения поглощали углекислоту воздуха, а температура воздуха снижалась. Таким образом, за счет увеличения количества фотосинтезирующих растений и биомассы обеспечивалось снижение CO₂ в атмосфере Земли [1 – 3].

Ежегодно фотосинтезирующие растения и микроорганизмы (суши и гидросферы) поглощают из атмосферы и из воды примерно 700 миллиарда тонн CO₂, образуя около 400 миллиардов тонн органических веществ и выделяя при этом около 400 миллиардов тонн кислорода. Одновременно идет процесс переработки кислорода и углерода снова в CO₂. Таким образом, диоксид углерода находится в

подвижном равновесии, которое регулируется процессами, протекающими в биологических системах (экосистемах) так и физико-химическими процессами (адсорбцией, хемосорбцией, диффузией, обменными реакциями CO₂ между атмосферой, суши и водами океанов). Количество CO₂ в виде растворенного газа в мировом океане более чем в 50 раз превосходит его количество, содержащееся в атмосфере. Этот огромный резервуар, как и фотосинтезирующие растения и микроорганизмы планеты, обеспечивали до 1970 г. стабильность концентраций CO₂ в атмосфере [3].

Растения очищают атмосферу, делают воздух вновь пригодным для дыхания. Сотни миллионов лет понадобилось растениям, чтобы наработать столько кислорода, сколько нас окружает сейчас. Несмотря на огромное потребление кислорода для обеспечения жизнедеятельности всего живого и на окислительные процессы в природе, в том числе, при современном сжигании в год почти 15 миллиардов тонн условного топлива, содержания кислорода в атмосфере остается неизменным. Это объясняется также и наличием еще одного источника кислорода – водяных паров, которые в верхних слоях атмосферы под действием ультрафиолетового солнечного излучения разлагаются на кислород и водород.

Проблема глобального потепления климата

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 об изменениях климата и возможном влиянии этих изменений на различные виды хозяйственной деятельности. По данным МГЭИК "глобальное потепление" климата, начавшееся с сере-

дины 70-х годов XX века, не вызывает сомнений [4 – 6] и подтверждается повышением среднегодовой температуры приземного слоя атмосферы (рис. 1) и океана, сокращением площади морского льда.

Многие ученые считают, что процесс потепления климата вызван увеличением выбросов в атмосферу парниковых газов (ПГ), в первую очередь CO_2 , с продуктами сжигания ископаемых топлив и их накоплением в атмосфере. Ряд авторитетных экологов и климатологов полагают, что климат на Земле меняется циклически, а цивилизация лишь ускоряет ход естественных процессов.

Изменение климата на Земле тревожит ученых, общественные и правительственные организации, практически всех людей. Словосочетание "глобальное потепление" климата в средствах массовой информации стало, чуть ли не символом "конца света". Поэтому мировое сообщество заинтересовано в получении объективной информации об изменении климата и в снижении существующих неопределенностей климатических прогнозов.

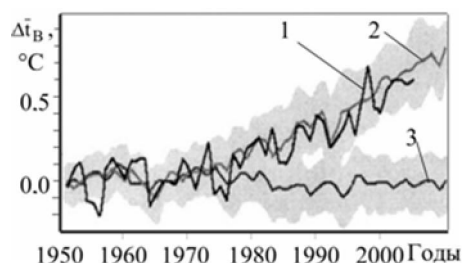


Рис. 1. Изменения глобальной приземной температуры воздуха в период с 1950-го по 2008 г.

1 – данные наблюдений; 2 – аномалия температуры, с учетом известного роста парниковых газов (ПГ) и аэрозолей (расчет по модели общей циркуляции атмосферы и океана); 3 – тот же расчет, но при значениях ПГ и аэрозолей, соответствующих 1970 г.

Существуют три гипотезы, объясняющие причины, возможного изменения климата [2 – 9]:

- изменение орбитальных параметров Земли и, соответственно, уровней поступающего на верхнюю границу атмосферы потока солнечной радиации;
- изменение доли солнечной радиации, которая отражается в мировое пространство в результате изменений 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.

Повышение концентрации CO_2 в атмосфере часто связывают с увеличением доли энергии, вырабатываемой теплоэнергетическими установками, и в первую очередь транспортом с двигателями внутреннего сгорания. Вместе с тем, известно, что вырабатываемая в настоящее время энергия по отношению к энергии солнечной радиации, поглощаемой Землей, составляет сотые и тысячные доли процента и всего лишь несколько процентов от ее периодических изменений. Поэтому увеличение в 2...3 раза производства энергии не может существенно повлиять на глобальное изменение климата [3, 7 – 9] и может лишь, в некоторой степени, сказаться на региональном климате в зонах городов-мегаполисов, районах расположения ТЭС, ТЭЦ или АЭС. Следовательно, предполагаемое в ближайшем будущем двукратное увеличение производства энергии не может существенно влиять на потепление климата.

Более опасным, с нашей точки зрения, представляется не потепление климата за счет сжигания ископаемых топлив, а нарушение замкнутости углеродного цикла. Разрушение биосферы Земли, обусловлено высоким уровнем использования природных ресурсов, истощением плодородия земель, вырубкой и старением лесов (тропические и другие леса исчезают со скоростью 21 га в минуту [9]), загрязнением атмосферы, предельно опасными токсичными и канцерогенными химическими соединениями, выбрасываемыми, в том числе, с продуктами сгорания топлив. В результате деградирует и уничтожается растительность, что, как следствие, способствует ослаблению естественных стоков CO_2 , снижению поглощения CO_2 фотосинтезирующими системами и уменьшению его растворимости в водах мирового океана. В этом, видимо, и заключается основной антропогенез проблемы "глобального потепления" климата на планете Земля.

Климатическая система Земли включает пять составляющих: атмосферу, гидросферу, криосферу, поверхность суши, биосферу, и ее функционирование в значительной степени определяется условиями взаимодействия между ними. Динамическое равновесие CO_2 в атмосфере определяется механизмами его переноса между атмосферой, гидросферой (мировым океаном) и биосферой (рис. 2).

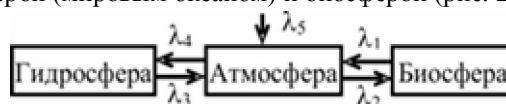


Рис. 2. Механизм переноса CO_2 из одного "резервуара" в соседний (доли: $\lambda_1 - \lambda_4$), λ_5 – доля вносимая с продуктами переработки и сжигания топлив

В работах [3, 9] приведены данные о том, что природными источниками в атмосферу выбрасывается в год примерно 700 млрд т CO₂: суша ~ 370 млрд т, океан ~ 330 млрд т, вулканическая деятельность ~ 2 млрд т. 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 содержания CO₂ в атмосфере с 1971 г. по 2009 г. определялось, видимо, с большой степенью вероятности, уменьшением поглощения CO₂ наземными фотосинтезирующими системами и снижением его растворимости в водах мирового океана.

Климатическая система изменялась во времени в результате внешних воздействий, обусловленных "неразумной" хозяйственной деятельностью человека. В результате изменялся состав атмосферы, гидросферы и литосферы из-за загрязнения ОС выбросами энергетики, промышленности, бытовыми отходами, ухудшения землепользования, вырубки и старения лесов. Как следствие, снижался объем и продуктивность фотосинтезирующей растительности и микроорганизмов на поверхности суши и в водах мирового океана (уменьшение λ₂ и λ₄, рис. 2). Растительный мир особо чувствителен к концентрациям вредных веществ в атмосфере (оксидов азота и серы, озона, канцерогенных веществ и др.), при этом нарушается его жизнедеятельность, снижается фотосинтезирующая активность и продуктивность. Физико-химическое, биологическое и тепловое загрязнение внутренних водоемов, морей и океанов нарушает газообмен воды с атмосферой, что приводит к снижению растворимости CO₂ в водах мирового океана (уменьшение уровня λ₄), к исчезновению многих видов животных и растений. Способность природных систем к самоочищению атмосферы серьезно нарушена, атмосферный воздух не в полной мере выполняет свои защитные жизнеобеспечивающие экологические функции [1 – 3, 7 – 9]. Из этого следует, что современное глобальное потепление приземного слоя атмосферы в значительной степени является антропогенно-экологической проблемой, определяемой, в том числе, снижением способности деградируемых наземных и океанических экосистем поглощать (CO₂) по мере роста их концентраций в атмосфере.

В период с 1970 г. по 2008 г. нарушен глобальный газообмен CO₂ между атмосферой и био-

сферой (существенное снижение объемов и продуктивности фотосинтеза), атмосферой и гидросферой (снижение растворимости CO₂ в водах мирового океана) при одновременном увеличении уровней выбросов CO₂ 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 [10], суммарным (усредненным) выбросам вредных веществ (ВВ) и основного парникового газа CO₂ в атмосферу с продуктами сжигания топлив и по тепловому воздействию энергосистем на ОС.

Уровни годовых массовых выбросов CO₂ в атмосферу при сжигании топлив определялись по формуле:

$$\overline{M}_{CO_2(i)} = \frac{\mu_{CO_2}}{\mu_C} \cdot \overline{M}_{T(i)} \cdot g_{C(i)} = 3,67 \cdot \overline{M}_{T(i)} \cdot g_{C(i)},$$

где $\overline{M}_{T(i)}$ – усредненное массовое потребление *i*-го углеводородного топлива в млн т/год; $g_{C(i)}$ – массовая доля углерода в *i*-м топливе (для углей ~ 0,6; для природного газа ~ 0,75; для нефти ~ 0,84); μ_C и μ_{CO_2} – соответственно молекулярные массы углерода и CO₂. Суммарный выброс ВВ с продуктами сжигания ископаемых топлив, приведенный к NO₂ с учетом суммации и явлений синергизма ($\sum \overline{AA}_{NO_2}$), определялся по следующей зависимости:

$$\begin{aligned} \sum \overline{BB}_{NO_2} = & \left\{ (0,1 + 0,9 \frac{\mu_{NO_2}}{\mu_{NO}}) \cdot \overline{NO}_x + \right. \\ & + \frac{k_{SO_2}}{k_{NO_2}} \cdot \frac{[ПДК_{NO_2}]_{CC}}{[ПДК_{SO_2}]_{CC}} \cdot \overline{SO_2} + \frac{k_{TЧ}}{k_{NO_2}} \cdot \frac{[ПДК_{NO_2}]_{CC}}{[ПДК_{TЧ}]_{CC}} \cdot \overline{TЧ} + \\ & \left. + \frac{k_{KV}}{k_{NO_2}} \cdot \frac{[ПДК_{NO_2}]_{CC}}{[ПДК_{БП}]_{CC}} \cdot \overline{БП} \right\}, \end{aligned}$$

где μ_i , $[ПДК_i]_{CC}$ – соответственно, молекулярная масса ВВ, кг/кмоль; предельно допустимые среднесуточные концентрации ВВ в атмосфере, мг/м³; k_i – экспертные коэффициенты агрессивности ВВ в условиях ОС с учетом их суммации и явлений синергизма $k_{NO_2} = 3$, $k_{SO_2} = 2$, $k_{TЧ} = 2$, $k_{KV} = 5,3$ [2].

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

Потребление топлив и суммарный выброс ВВ	По годам				
	1970 г	1980 г	1990 г	2000 г	2008 г
Нефть, млн т/год	2254	2980	3150	3551	3928
CO ₂ , млн т/год	7123	9417	9954	11221	12412
NO _x , млн т/год	46	60	65	70	80
SO ₂ , млн т/год	7	9	10	11	12
ТЧ*, млн т/год	5,6	7,5	8,0	9,0	10
БП* (КУ), т/год	100	134	142	150	177
Природный газ, млн т/год	790	1150	1568	1940	2415
CO ₂ , млн т/год	2173	3163	4312	5335	6641
NO _x , млн т/год	19	24	27	29	35
SO ₂ , млн т/год	0,03	0,033	0,04	0,044	0,05
ТЧ, млн т/год	следы	следы	следы	следы	следы
БП (КУ), т/год	следы	следы	следы	следы	следы
Уголь, млн т/год	3066	3616	4466	4900	5780
CO ₂ , млн т/год	6745	7955	9825	10800	12716
NO _x , млн т/год	28	36	40	44	52
SO ₂ , млн т/год	92	108	134	147	173
ТЧ (летучая зола), млн т/год	6	7	9	10	12
БП (КУ), 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 CO ₂ , млн т/год	16041	20535	24091	27356	31770
Суммарный выброс NO _x , млн т/год	93	120	132	143	167
Суммарный выброс SO ₂ , млн т/год	99	117	144	158	185
Суммарный выброс ТЧ, млн т/год	11,6	14,5	17	19	24
Суммарный выброс БП, т/год	105,6	141,2	150	168,8	187,4
Суммарный выброс ВВ приведенный к NO ₂ , млн т	200	260	290	320	370
Тепловое воздействие на ОС от сжигания топлив, ГДж/год·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 (ТЧ), бенз(а)пирена (БП – C₂₀H₁₂), характеризующего выбросы канцерогенных углеводородов (КУ).

На рис. 3 представлены уровни повышения: среднегодовых температур приземного слоя воздуха ($\Delta \bar{t}_B$), концентраций ($\bar{C}_{CO_2(атм.)}$) и массового содержания CO₂ в атмосфере $\bar{M}_{CO_2(атм.)} = \bar{M}_{(атм.)} \bar{C}_{CO_2(атм.)} \cong 5,9 \cdot 10^{15} \bar{C}_{CO_2}$, а также

численности населения планеты (\bar{N}) за период с 1970 г. по 2008 г. [2 – 6].

На рис. 4 приведены данные по дополнительному суммарному накоплению CO₂ в атмосфере в период с 1971 г. по 2009 г. (в сравнении с 1970 годом), суммарному превышению массовых уровней выбросов CO₂ с продуктами сгорания топлив (табл. 1), в том числе, с отработавшими газами (ОГ) двигателей внутреннего сгорания за тот же период, а также – суммарному превышению уровней выбросов CO₂ при дыхании увеличивающейся численности населения планеты за рассматриваемый период.

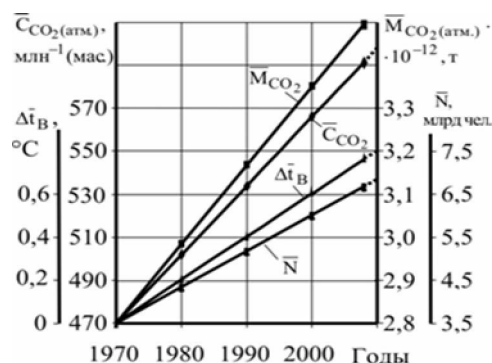


Рис. 3. Уровни изменения параметров атмосферы Земли и численности населения в мире

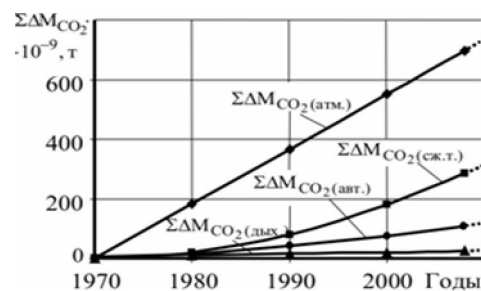


Рис. 4. Суммарные уровни накопления CO₂ в атмосфере, увеличения его выбросов с продуктами сжигания топлив и при дыхании человечества по сравнению с 1970 г.

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:

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

По этой же зависимости определялось суммарное превышение уровней выбросов CO₂ с ОГ двигателей внутреннего сгорания 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 CO_2 в атмосфере за рассматриваемый период времени.

Суммарное превышение уровней выбросов CO_2 при дыхании увеличивающегося населения на Земле (по сравнению с 1970 г.) определялось из следующего. Человек в среднем выделяет при дыхании $\sim 0,36$ т CO_2 в год [1, 7, 8]. Человечество выделяло в атмосферу в 1970 году ($\sim 3,5 \cdot 10^9 \cdot 0,36 \cong 1,19 \cdot 10^9$ т $\text{CO}_2/\text{год}$), а в 2008 году ($\sim 6,5 \cdot 10^9 \cdot 0,36 \cong 2,2 \cdot 10^9$ т $\text{CO}_2/\text{год}$). Суммируя по каждому году (с 1971 г. по 2008 г.) превышение выброса CO_2 при дыхании человечества относительно 1970 года, получаем суммарное превышение за рассматриваемый период, которое равно $\cong 23 \cdot 10^9$ т CO_2 .

Из приведенных данных следует, что за рассматриваемый период \bar{N} увеличились: с 3,5 до 6,5 млрд человек; \bar{C}_{CO_2} – с 470 до 590 млн⁻¹ (масс.); массовое содержание CO_2 в атмосфере \sim на $700 \cdot 10^9$ т (с $2,8 \cdot 10^{12}$ до $3,5 \cdot 10^{12}$ т), т.е. на 25 %; $\Delta \bar{t}_B \approx 0,7^\circ\text{C}$ (рис. 3), т.е. происходило повышение температуры приземного слоя воздуха примерно на $0,1^\circ\text{C}$ при росте содержания CO_2 в атмосфере на 100 млрд т.

В период 1971 г. по 2008 г. 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.) ежегодного суммарного накопления CO_2 в атмосфере, а доля дополнительных ежегодных выбросов в атмосферу CO_2 при дыхании увеличивающегося населения не превышала 3 %. В работах [4 – 6] показано, что существует линейная зависимость между увеличением массового содержания CO_2 в атмосфере и ростом 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 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 с продуктами сгорания топлив, на 15-й климатической конференции ООН предложили к 2020 г. снизить годовые выбросы CO_2 на 14 – 17 % по сравнению с 2005 г., т.е. (см. табл. 1) на $\Delta G_{\text{CO}_2} \approx 30 \cdot 10^9 \cdot 0,40,17 \approx 2 \cdot 10^9$ т/год. Страны Европы, Индия, Япония и другие, 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 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 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 $\Delta \bar{t}_B \approx 0,1 \cdot (5,6/100) \approx 0,006^\circ\text{C}$.

Поэтому, предложенные на 15-й климатической конференции ООН решения, связанные со снижением уровней выбросов CO_2 с продуктами сгорания топлив, кажутся неконструктивными и не направлены на решение важнейших для всего человечества глобальных проблем: продовольственной, топливно-энергетической и экологической, которые последовательно способствовали бы стабилизации климата на планете. Создание же транснациональными корпорациями "виртуального" рынка перепродажи между государствами свободных единиц сокращения выбросов CO_2 представляется одной из афер XXI века. Диоксид углерода является "хлебом насущным" для всего живого на Земле и его необходимо с максимальной пользой использовать, в том числе, для решения проблемы дополнительного производства продуктов питания.

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. 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 , с учетом численных оценок взаимосвязи по степени нарушения подвижного баланса между ними и массовым содержанием CO_2 в атмосфере.

Заключение

1. К одной из причин повышения содержания CO_2 в атмосфере следует отнести увеличение антропогенно-экологической нагрузки на природную среду и соответствующее снижение способности деградируемых наземных и океанических экоси-

стем поглощать CO₂ по мере роста его концентрации в атмосфере. Увеличение содержания CO₂ в атмосфере с 1970 г. по 2009 г. можно объяснить "неразумной" хозяйственной деятельностью человечества, что способствовало ослаблению естественных стоков CO₂ и привело к снижению уровней поглощения CO₂ фотосинтезирующими системами, уменьшению его растворимости в водах мирового океана. В этом, видимо, и заключается основной антропогенез проблемы "глобального потепления" климата на Земле.

2. Предполагаемое в ближайшие десятилетия увеличение производства и использования энергии человечеством (~ в 2 раза к 2050 г.) не является ограничивающим, с точки зрения "глобального потепления" климата на планете, так как уровни антропогенного "теплового загрязнения" ОС не превышают сотых-тысячных долей процента от уровня солнечной энергии, достигающей поверхности Земли.

3. Для стабилизации климата на планете человечеству необходимо скоординировать свои действия на решении трех важнейших глобальных проблем:

– Увеличении 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), что обеспечит: оздоровление биосферы, повышение интенсивности стоков CO₂ из атмосферы, а также – расширение продовольственного потенциала планеты. "Озеленение" планеты Земля – должно стать основной социально-экономической целью дальнейшего развития и существования общества.

– Экологизации хозяйственной деятельности, в первую очередь промышленности, энергетики, транспорта, быта, на основе использования наукоемких экологически чистых технологий, в том числе, применение технологий с замкнутыми производственными циклами, не нарушающих природного равновесия, что приведет. Для этого

необходимо широкое развитие мирового рынка экотехнологий.

– Экономизации хозяйственной деятельности на основе высокоэффективных технологий использования природных ресурсов, в том числе, высокоэкономичных и экологически чистых технологий сжигания как традиционных, так и альтернативных энергоносителей, в том числе, водорода, а также технологий, с широким применением возобновляемых источников энергии, что приведет снижению удельного потребления энергоносителей, уровней выбросов в атмосферу экологически опасных ингредиентов, а также CO₂.

XXI век должен стать веком наукоемкой энергетики, промышленности и экономики, в котором новому поколению людей необходимо продвинуть экологическое мировоззрение до уровня государственной и мировой политики.

Список литературы:

1. Чирков Ю.Г. Фотосинтез: два века спустя / Ю.Г.Чирков. – М.: Знание, 1981. – 192 с.
2. Семиноженко В.П. Энергия. Экология. Будущее / В.П. Семиноженко, П.М. Канило, В.Н. Остапчук, А.И. Ровенский – Харьков: Прапор, 2003. – 464 с.
3. Козин Л.Ф. Современная энергетика и экология: проблемы и перспективы / Л.Ф. Козин, С.В. Волков. – Киев: Думка, 2006. – 775 с.
4. Мелешко В.П. Потепление климата: причины и последствия / В.П.Мелешко // Химия и жизнь – 2007. – № 4. – С. 1 – 7.
5. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Москва. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Госгидромет). – Т. 1. Изменение климата, 2008. – 230 с.
6. Мировое (глобальное) потепление на планете Земля. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.worldwarming.info/printout253.htm>. – 10.02.2010.
7. Цыганкова А.П. Химия окружающей среды: пер. с англ. / под ред. А.П. Цыганкова. – М.: Химия, 1982. – 672 с.
8. Рудько Г.И. Конструктивна геокологія: наукові основи та практичне втілення / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – Ч.: ТОВ "Маклауд", 2008. – 320 с.
9. Путвинский С.В. Возможна ли будущая мировая энергетическая система без ядерного синтеза // Успехи физических наук. – Т.168. – № 11, 1998. – С. 1235 – 1246.
10. BP Statistical Review of World Energy June 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bp.com/statisticalreview>. – 10.11.2009.