

УДК 669.85/86+502.7

АВТОТРАНСПОРТ, ЭНЕРГЕТИКА И ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА

**П.М. Канило, проф., д.т.н.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

Аннотация. Обосновывается вывод, что современное потепление климата является антропогенно-экологической реальностью. Показано, что стратегическим решением проблемы стабилизации климата планеты является: оздоровление ее биосферы, восстановление климатообразующих функций глобальной биоты и экологизация всех сфер человеческой деятельности, включая автотранспорт и энергетику.

Ключевые слова: биосфера, парниковые газы, биотическая стабилизация климата, сжигание топлива, экология, глобальное потепление климата.

АВТОТРАНСПОРТ, ЕНЕРГЕТИКА І ГЛОБАЛЬНЕ ПОТЕПЛІННЯ КЛІМАТУ

**П.М. Канило, проф., д.т.н.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

Анотація. Обґрунтовується висновок, що сучасне потепління клімату є антропогенно-екологічною реальністю. Показано, що стратегічним розв'язанням проблеми стабілізації клімату планети є: оздоровлення її біосфери, відновлення кліматотвірних функцій глобальної біоти й екологізація всіх сфер людської діяльності, зокрема автотранспорт і енергетику.

Ключові слова: біосфера, парникові гази, біотична стабілізація клімату, спалювання палива, екологія, глобальне потепління клімату.

MOTOR TRANSPORT, POWER ENGINEERING AND GLOBAL CLIMATE WARMING

**P. Kanilo, Prof., D. Sc. (Eng.),
Kharkiv National Automobile and Highway University**

Abstract. A conclusion that the current climate warming is an anthropogenic- ecological reality is substantiated. It is shown that a strategic solution to the problem by stabilizing the earth's climate are: improvement of its biosphere, climate-recovery features of the global biota and greening of all spheres of human activity, including motor transport and power engineering.

Key words: biosphere, greenhouse gases, biotic climate stabilization, fuel combustion, ecology, global climate warming.

Введение

Глобальное потепление климата Земли – это реальность. За последние 45 лет среднеглобальная среднегодовая приземная температура воздуха (ССПТВ) повысилась примерно на 1 °С. Тают ледники, повышается уровень Мирового океана, шапки арктических льдов тают в три раза быстрее, чем 20 лет назад. Такие данные приводит Национальное

управление океанических и атмосферных исследований США в ежегодном отчете «О состоянии Арктики». За последние десятилетия в Восточной Европе зимы стали мягче, морозы редки и недолги при частичных оттепелях. Западная Европа страдает от невиданных наводнений. Нечто подобное происходит в регионах Северной Америки. При росте SSPТВ возможно усиление отрицательных последствий, в том числе повыше-

ние уровней испарения вод Мирового океана, интенсификация парникового эффекта, соответствующее охлаждение стратосферы и утончение защитного озонового экрана, дальнейшее поднятие океана и затопление прибрежных зон, где проживает более 60 % населения планеты [1–3].

Между тем до настоящего времени нет однозначного понимания определяющих причин современного потепления климата. Существуют также неопределенности в прогнозировании этого явления, в том числе по изменению подвижного баланса между естественными уровнями эмиссии в тропосферу парниковых газов (ПГ) и их стоками. При этом отмечается, что важнейшей составляющей современного потепления климата является хозяйственная (вернее бесхозяйственная) деятельность, включая существенное повышение неэффективного использования природных ресурсов и предельно опасное загрязнение окружающей среды (ОС) супертоксикантами, включая канцерогенные составляющие. Все это приводит к угнетению, деградации и разрушению систем биосферы, включая леса, являющиеся «легкими планеты» и важнейшим фактором формирования устойчивого климата; к разбалансировке климатической системы Земли и снижению биотической регуляции парникового эффекта. Изменились также глобальные потоки углерода и кислорода, произошло снижение стоков диоксида углерода (CO_2) и его накопление в тропосфере, что привело к усилению парникового эффекта и глобальному потеплению климата [4–12].

На мировом политическом уровне уже более двух десятилетий (со времени конференции в Рио-де-Жанейро в 1992 г., где была принята рамочная конвенция по изменению климата) проблема глобального потепления климата является одной из наиболее дискутируемых. Она вытеснила из общественного сознания десятки других суперважнейших проблем человечества. Эту проблему пытались и пытаются решать путем замены естественно-природных (биотических) стабилизаторов климата искусственными, т.е. техносферой, что лишено здравого смысла. Так, в основу возникновения проблемы потепления климата была положена гипотеза, связанная с ростом промышленных уровней эмиссии ПГ и, в первую очередь, CO_2 . Однако, как будет показано далее, принятая гипотеза и предла-

гаемые действия, направленные на улавливание CO_2 , в том числе из дымовых газов энергоустановок, не учитывают реальные истоки современного потепления климата.

Указанный политико-техногенный диагноз и принятые решения, направленные как бы на ослабление глобального потепления климата на Земле путем технологического улавливания промышленных выбросов CO_2 , был поддержан участниками климатического саммита в Париже (декабрь 2015 г.).

Согласно документу все подписавшиеся участники (из 196 стран) обязуются сокращать антропогенные выбросы основного парникового газа – CO_2 в атмосферу. К 2030 г., например, Евросоюз и Украина намерены сократить указанные выбросы CO_2 на 40 %, а США – на 26 %. Кроме того, в соглашении отмечается, что рост ССПТВ к этому сроку не должен превысить 2 °С, а в идеале – 1,5 °С. Однако ученые прогнозируют рост ССПТВ на 3–4 °С и утверждают, что проблема изменения климата состоит в том, что нарушен естественный механизм его формирования за счет экосистем планеты. Но «слабоголосох» ученых не слышат или не хотят слышать «глухие» международно-политические деятели. Исходный вариант Парижского договора, который должен заменить Киотский протокол, подписан, но его действие начнется с 2020 года. Четыре года уйдет на то, чтобы страны-участницы ратифицировали этот договор.

Одним из самых сложных вопросов на переговорах стало разделение стран на те, которые будут предоставлять финансовую и техническую помощь, и тех, которые будут ее получать. Развивающиеся страны будут иметь финансовую поддержку при внедрении соответствующих технологий для сокращения уровней промышленных выбросов ПГ в атмосферу. Украина во время переговоров отстояла свой особый статус страны с переходной экономикой, чтобы иметь доступ к международной финансовой поддержке. Важно отметить основное отличие результатов Парижского климатического саммита от результатов климатической конференции в Дании (2009 г.) – произошел сдвиг в геополитическом восприятии глобального потепления климата на Земле. Предостережения о рисках в далекой перспективе превратились в реальную современную угрозу для человечества.

Анализ публикаций

Результаты изучения колебаний климата Земли за последние 100 млн лет показали, что ССПТВ существенно изменялась (рис. 1, [2]). Колебательный характер изменений

ССПТВ (Δt_B) отражал временные потепления и похолодания климата на нашей планете. Однако на фоне этих колебаний четко видна основная тенденция – развивающееся похолодание.

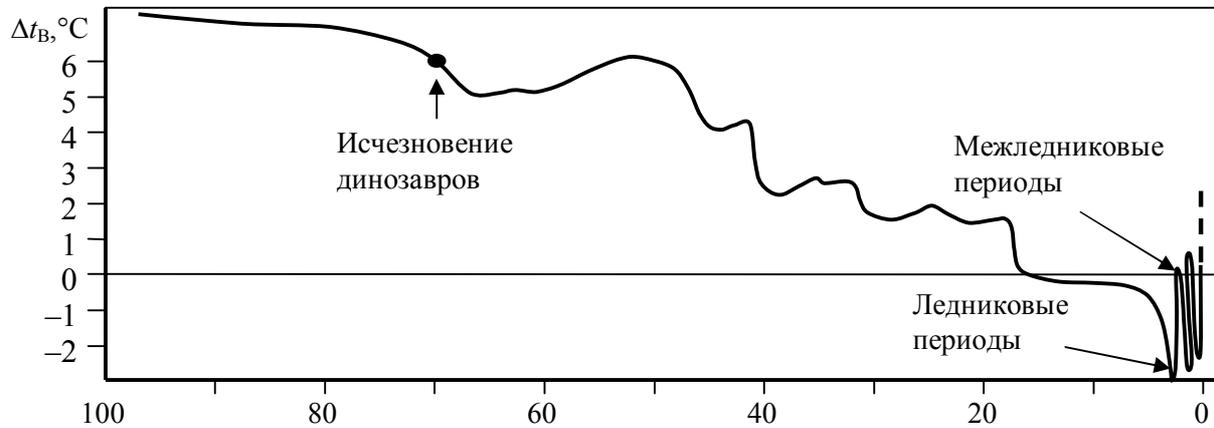


Рис. 1. Изменение глобальной температуры в последние 100 млн лет относительно средней за 1961–1990 гг. (Информационные материалы. ЮНЕП/ОИК, Женева, 1997 г.)

Следует также отметить, что известные температурные пределы существования жизни (например, растения сохраняют жизнеспособность в пределах от 0 до 60 °С) позволяют утверждать, что уровни ССПТВ в истории жизни на Земле (за последние 30 млн лет) отличались от современных условий не более чем на 2–3 °С [13]. В последние 2 млн лет Δt_B приняло резко колебательный характер с амплитудой ~ 3°С. Это и есть плейстоцен с развитием покровных оледенений, когда холодные фазы разрастания грандиозных ледниковых щитов сменялись более короткими теплыми межледниковьями [1].

Для климата Земли последних двух миллионов лет характерны климатические циклы, имеющие периоды в 100000, 41000 и 22000 лет, которые были предсказаны Милутином Миланковичем в его астрономической теории. В течение этого времени на Земле происходили периодические разрастания и резкие сокращения ледниковых покровов. Было подтверждено, что первопричиной ледниковых эпох действительно служили изменения в эксцентриситете земной орбиты, в наклоне оси вращения Земли и ее прецессии. Джон Имбри в своей книге «Гайны ледниковых эпох» написал [14]: «Правда, конкретные механизмы преобразования слабых «космических сигналов» в глубокие изменения климата Земли и оледенение оставались неизвестными, как были неизвестны и причины,

по которым 100000-летние циклы изменений эксцентриситета орбиты оставили столь сильный отпечаток на всей геологической истории последнего полумиллиона лет. Но это не могло заслонить главного: после многих лет поисков и сомнений мы наконец убедились, что путь к разгадке тайн ледниковых эпох, избранный Милутином Миланковичем, этим «скитальцем по далеким мирам и векам», был правильным». Следует также отметить работу в этот период японского ученого Мотонори Матуяма, который с помощью палеомагнитного метода определил возраст плейстоцена, составивший ~ 1,8 млн лет.

История изменений климата Земли за последние 500 тыс. лет также характеризовалась чередованием ледниковых периодов, продолжавшихся ~ 100 тыс. лет, включая короткие теплые межледниковья длительностью не более 12 тыс. лет.

На рис. 2 приведен график последнего большого климатического цикла, показывающего, что пульс климата Земли бился в ритме один цикл за 100 тысяч лет и в ближайшие столетия по астрономическим канонам должно было бы начаться похолодание [14]. Однако примерно с 1970 г. наблюдается непредсказуемое астрономической теорией потепление климата на Земле.

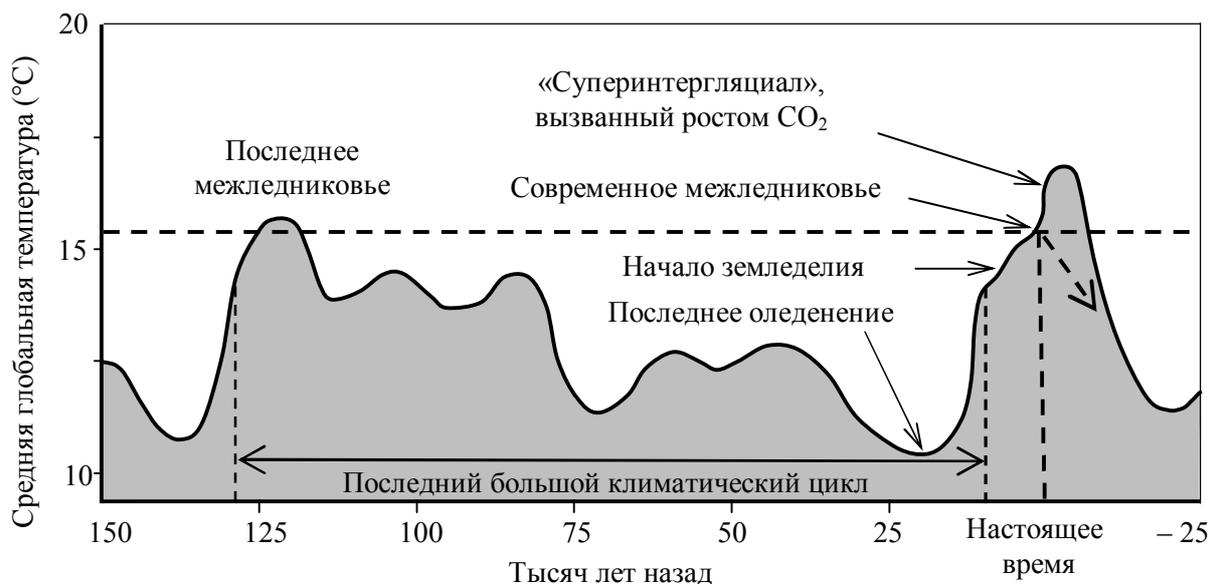


Рис. 2. Последний большой климатический цикл

Еще каких-то 20 тыс. лет назад часть планеты Земля пребывала в жестких объятиях ледникового периода. Гигантские массы льда, получавшие непрерывное пополнение из арктических бастионов холода, медленно наступали на юг, безжалостно погребая под собой леса, равнины и горы. Уровень Мирового океана снижился ~ до 100 метров. И, тем не менее, последнее оледенение уже закончилось. Около 14 тыс. лет назад ледниковые покровы суши стали заметно сокращаться и за последующие несколько тысяч лет достигли своих современных размеров. В Северном полушарии их остатки сегодня представлены лишь Гренландским ледниковым щитом и небольшим числом ледниковых шапок Канадской и Евразийской Арктики. Ледниковые покровы отступили и исчезли, ушли они и из памяти людей. Примерно 10 тыс. лет назад началось потепление климата. Наступившее межледниковье называют голоценом.

Цель и постановка задачи

Климатическая система Земли предельно сложная. При этом вариации климата Земли рассматриваются как интегрально нестационарные, находящиеся под действием меняющихся со временем внешних и внутренних факторов. В качестве одного из интегральных показателей климата, как отмечалось ранее, принята ССПТВ. К внешним астрономическим климатообразующим факторам относятся: светимость Солнца, положение и движение Земли в Солнечной системе,

наклон оси вращения Земли к плоскости орбиты и ее прецессия. За последние 50 лет учеными-астрофизиками установлены постоянство солнечной радиации на среднем расстоянии от Земли (~ 140 Вт/м²) и практическое отсутствие (в рассматриваемый период) влияния других астрономических факторов на уровни изменений солнечной радиации у ее поверхности. Установлено, что внутренние геотермические потоки тепла также практически постоянны, а прирост годового производства энергии человечеством не превышает миллионной доли солнечной радиации у поверхности Земли. Поэтому указанные факторы не могли значимо влиять на вектор современного потепления климата на нашей планете.

Реальные истоки глобального потепления климата Земли

Климатическая система Земли физически имеет только два устойчивых, но безжизненных состояния (наподобие Венеры или Марса). Но жизнь на Земле существует. Живая материя возникла в воде ~ 3,5 млрд лет тому назад. В процессе эволюции глобальная биота создала механизм фотосинтеза, наполнила атмосферу кислородом, был образован защитный озоновый экран (~ 600 млн лет тому назад), и жизнь покорила сушу (~ 300 млн лет тому назад). В итоге сложилась устойчивая цепь глобальных биогеохимических круговоротов веществ и, что самое главное, был создан уникальный биотический механизм стабилизации климата [13, 15, 16]. Именно

глобальная биота превратила Землю в планету, резко отличающуюся от других планет Солнечной системы, создала экосферу и разум, контролировала содержание уровней кислорода и основного ПГ – CO_2 в тропосфере (через изменение объемов и эффективности фотосинтеза, а также степени растворимости их в водах Мирового океана). Кроме того, она обеспечивала регуляцию парникового эффекта и альбедо Земли, изменяя интенсивность испарения вод Мирового океана (влияя на прозрачность воды путем выделения поверхностно-активных веществ и, следовательно, – на степень прогрева более глубоких слоев воды) и регулируя отражательные и поглощательные свойства атмосферы путем изменения соотношений CO_2 , паров и жидких капель воды в тропосфере [13, 16].

Многие ученые указывают на то, что определяющим фактором современного потепления климата Земли является антропогенно-экологический [7–12]. Так, в пятом оценочном докладе Межправительственной группе экспертов по изменению климата (МГЭИК, 2013 г.) отмечается: «Большая часть глобального потепления климата со середины XX века объясняется антропогенными факторами, включая обогащение тропосферы ПГ (в основном, CO_2) в ходе хозяйственной деятельности человечества. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата оказывают влияние на многие природные и социально-экономические системы, причем это влияние будет усиливаться в XXI веке, если меры по ограничению антропогенного воздействия на

климатическую систему Земли не будут приниматься или же будут недостаточно решительными».

Последние 60 лет характеризуются трехкратным увеличением численности населения Земли, что при хищнической технократической цивилизации и варварском отношении к ПРИРОДЕ породило десятки суперглобальных проблем: существенное повышение уровней неэффективного использования природных ресурсов, предельно опасное загрязнение среды жизни супертоксиантами (включая канцерогенные составляющие), деградацию и разрушение биосферы, значительное сокращение видового разнообразия биоты, масштабное уничтожение лесов, антропогенное опустынивание земель и т.д. Все это, в основном, и привело к разбалансировке климатической системы Земли, т.е. к снижению (или отключению) природных механизмов стабилизации климата, к уменьшению уровней стоков основного парникового газа – CO_2 и его накоплению в тропосфере (рис. 3, 4, [11]), а следовательно, к потеплению климата на планете.

На рис. 3 приведены данные по увеличению концентрации диоксида углерода (C_{CO_2}), а соответственно, уровней его содержания в тропосфере (M_{CO_2}) и роста ССПТВ (Δt_{B}) за период с 1970 по 2015 гг. Из представленных данных видна положительная корреляционная связь между увеличением концентрации CO_2 в тропосфере и ростом численности (N) населения Земли.

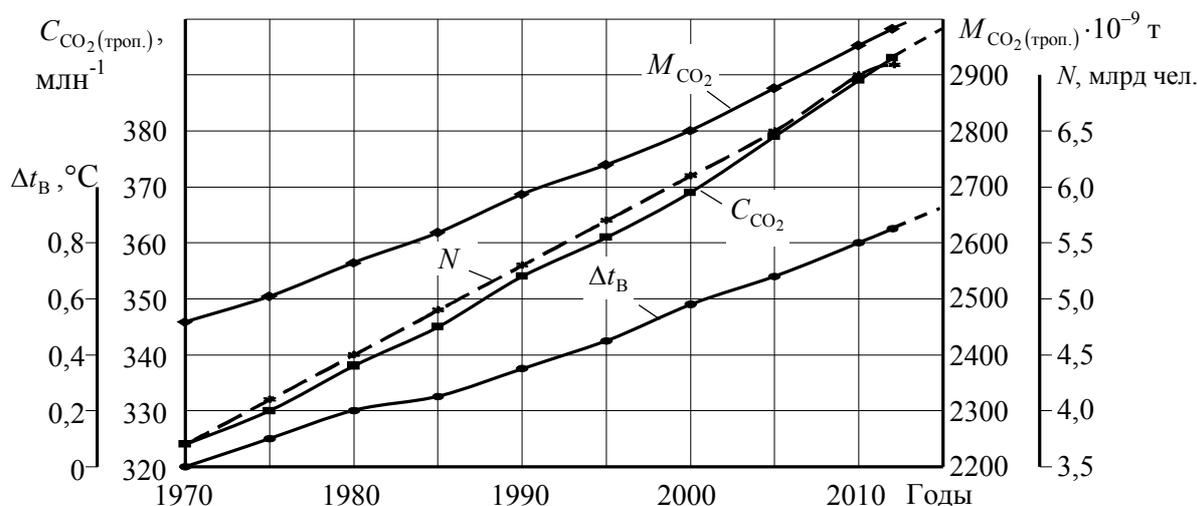


Рис. 3. Изменение параметров тропосферы и роста населения планеты по годам, где $M_{\text{CO}_2} \approx 5 \cdot 10^{15} \cdot C_{\text{CO}_2} \cdot (\eta_{\text{CO}_2} / \eta_{\text{B}})$; $\eta_{\text{CO}_2}, \eta_{\text{B}}$ – молекулярные массы CO_2 и воздуха; Δt_{B} – рост ССПТВ; N – изменение численности населения Земли

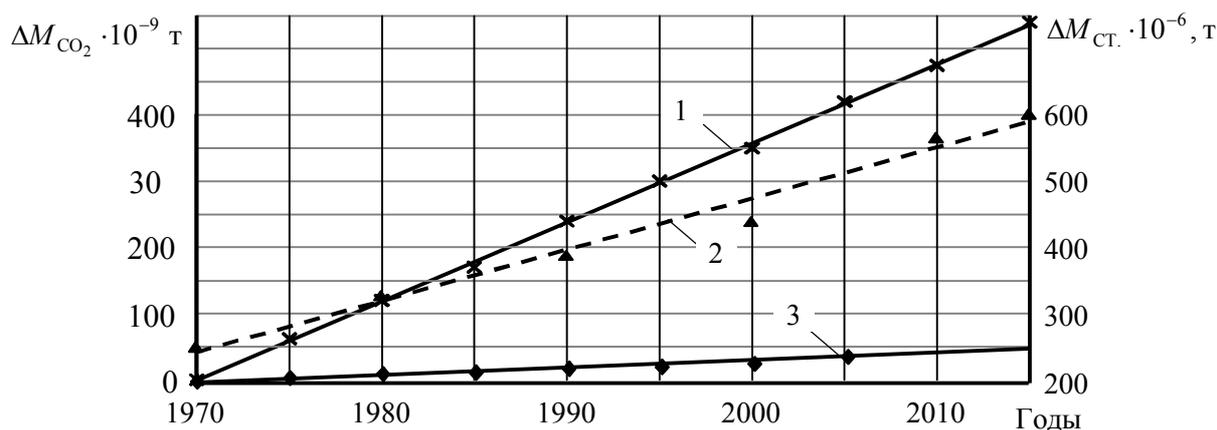


Рис. 4. Рост содержания CO₂ в тропосфере, его эмиссии и массовых уровней выбросов супертоксикантов с продуктами сжигания топлив

Следует особо отметить, что влияние стационарной теплоэнергетики и транспорта на климат планеты по уровням выбросов CO₂ в тропосфере с продуктами сжигания топлив (рис. 4) не является значимым. А вот ~ 600 млн т в год супертоксикантов (оксидов азота – NO_x и серы – SO₂, твердых частиц – ТЧ и канцерогенных углеводородов – КУ, индикатором наличия которых в мировой практике принят бенз(а)пирен – БП), выбрасываемых в ОС с продуктами сжигания топлив (рис. 4), как раз способствуют угнетению и деградации фотосинтезирующих систем и биосферы планеты в целом, т.е. снижают их способность к аккумуляции CO₂ и стабилизации климата планеты.

На рис. 4 приведены данные по: годовым уровням накопления CO₂ в тропосфере (1), роста его эмиссии (3) и суммарным годовым массовым выбросам супертоксикантов (2) с продуктами сжигания топлив.

Из представленных данных следует, что уровни выбросов CO₂ с продуктами сжигания топлив выросли с 1970 г. к 2015 г. ~ на 50·10⁹ т, тогда как уровни накопления CO₂ в тропосфере за указанный период увеличились (из-за уменьшения объемов и качества функционирования деградируемых фотосинтезирующих систем, а также снижения степени растворимости CO₂ в водах Мирового океана) более чем на 500·10⁹ т. Приведенные данные как раз и характеризуют: реальные истоки накопления CO₂ в тропосфере, усиление парникового эффекта и современное потепление климата планеты. Поэтому если к 2020 г. будут снижены мировые уровни промышленных выбросов CO₂ на 20 % (в соот-

ветствии с ранее принятыми международно-политическими решениями), то к этому сроку возросшая ССПТВ будет как бы ниже ~ на 0,1°C, а стоимость внедрения технологий такого улавливания CO₂ может составлять более 100 млрд дол. США в год.

Поэтому без экологизации хозяйственной деятельности будущего у человечества нет, и надо срочно менять подходы к решению важнейшей проблемы современности – глобального потепления климата на Земле. Рост антропогенно-экологического воздействия на ПРИРОДУ резко обострил множество предельно опасных для живой материи и человека явлений: ежегодно на Земле исчезают от 100 до 1000 видов биоты из миллиона; не исключено появление глобальной озоновой дыры (из-за переохлаждения стратосферы); на планете голодают более 10 % населения; практически достигнуты пределы использования объемов пресной воды и площадей обрабатываемых земель; резко увеличиваются площади техногенных пустынь; исчезают лесные экосистемы – важнейшие природные источники стока CO₂ из тропосферы и т.д.

Роль и возможности Украины в решении глобальной и региональной проблемы потепления климата Земли

Итак, в основе глобального потепления климата Земли лежит антропогенно-экологический фактор. Поэтому необходимо ставить важные стратегические и тактические задачи: восстановление естественной природной среды, ее средообразующих и климатостабилизирующих функций на всей территории планеты. Кроме того, надо проводить реаль-

ную экологизацию всех сфер человеческой деятельности. Украина в плане восстановления природной среды может и должна взять на себя обязательства (при финансовой поддержке Евросоюза) по восстановлению в течение ближайшего десятилетия лесных экосистем Карпатских гор, лиственных и хвойных лесов в других областях и т.д., что стало бы показательным и для остальных стран мира. Это будет на порядок эффективнее для стабилизации климата, чем при использовании предлагаемых технологий улавливания CO₂ из дымовых газов энергоустановок. В Институте проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного (ИПМаш) НАН Украины (г. Харьков) подготовлены и обобщены необходимые данные по относительному удельному влиянию этих факторов на стабилизацию климата.

Вместе с тем в ИПМаш НАН Украины, а также в Харьковском национальном автомобильно-дорожном университете (ХНАДУ) накоплен также большой практический опыт по экологизации объектов стационарной энергетики и транспорта: подготовлены необходимые программы проведения экоисследований, методики и современные средства экодиагностики, в том числе компьютерные системы (для реальной оценки уровней выбросов супертоксикантов с продуктами сжигания топлив), которые могут быть более широко использованы в стране, в том числе для выбора рациональных путей экономизации и экологизации топливосжигающих объектов. В ходе этих исследований установлено [8–11] (и это очень важно), что экокандерогенная опасность любых топливосжигающих установок более чем на 90 % определяется совместным воздействием двух пар супертоксикантов: NO_x и КУ, а также – КУ и ТЧ, которые существенно усиливают канцерогенное воздействие КУ на человека и все живое. Предложен интегральный показатель экокандерогенной опасности топливосжигающих установок

$$(\text{ЭКО})_j = \left\{ \sum_{i=1}^n k_i \frac{m_i}{[\text{ПДК}_i]_{\text{cc}}} \right\},$$

где $[\text{ПДК}_i]_{\text{cc}}$ – среднесуточные предельно допустимые концентрации регламентируемых токсичных и канцерогенных ингредиентов в атмосферном воздухе городов:

$[\text{NO}] = 0,06$; $[\text{NO}_2] = 0,04$; $[\text{ТЧ}] = 0,05$; $[\text{БП}] = 1 \cdot 10^{-6}$, мг/нм³; m_i – удельные реальные уровни выбросов i -х супертоксикантов, например, с отработавшими газами автомобилей при их испытании по Европейскому городскому ездовому циклу, г/км; k_i – безразмерные показатели усиления совместного действия супертоксикантов и канцерогенных ингредиентов на человека в условиях городской среды (с учетом явлений синергизма – образование нитроканцерогенов и мутагенов, промотирование мелкодисперсными ТЧ канцерогенной агрессивности ОГ и т.д.).

Отработаны и реально внедрены системы спектрального анализа уровней концентраций канцерогенных составляющих в продуктах сжигания топлив. Подготовлена новая программа создания альтернативно-топливного дизеля с высокой экокандерогенной безопасностью.

Для Украины предельно важным является начало производства в г. Харькове «слобожанского транспортного дизеля» – типа 4ДТНА, работающего, в том числе, на синтетических экологически более чистых топливах. Обоснован также наиболее эффективный путь повышения топливной экономичности и экологической безопасности транспортных средств на основе использования: комбинированных адаптивных микропроцессорных систем управления и регулирования рабочих параметров ДВС, датчиков преддетонации и каталитических систем нейтрализации ОГ двигателей.

В ИПМаш НАН Украины разработана концепция создания (на основе международного сотрудничества: Украина, ФРГ, Франция, Норвегия) парогазового водородно-кислородно-плазменного энерготехнологического комплекса (рис. 5), обладающего высокой эколого-экономической эффективностью с дополнительным производством водорода, кислорода и синтетических углеводородных топлив (СУВТ).

В котле парогазового комплекса будет реализована водородно-кислородно-плазменная технология сжигания низкорекреационной угольной пыли (без использования природного газа). СУВТ будет использоваться в ГТУ комплекса и для передачи другим потребителям.

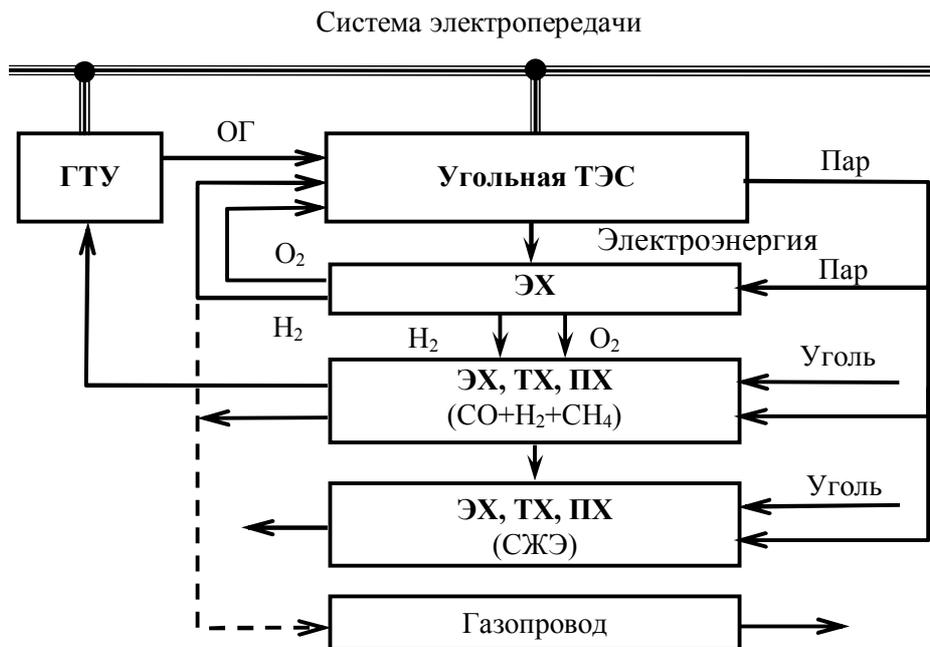


Рис. 5. Схема парогазового водородно-кислородно-плазменного энерготехнологического комплекса: ЭХ, ТХ, ПХ – электро-, термо-, плазмохимические циклы; СЖЭ – синтетические жидкие энергоносители

Выводы

1. Все крупные сдвиги в глобальном климате Земли являлись, в основном, следствием орбитально-обусловленных изменений в радиационном балансе планеты. Стабилизация климата на Земле имела биотическую природу. Важнейшей составляющей современного потепления климата является «хозяйственная» деятельность, существенное повышение уровней неэффективного использования природных ресурсов и предельно опасное загрязнение ОС супертоксикантами, что привело к угнетению, деградации, разрушению и уничтожению биосферы (фотосинтезирующих систем), включая лесные массивы, к изменению глобальных потоков углерода и кислорода, снижению стоков CO_2 и накоплению его в тропосфере и, как следствие, к усилению парникового эффекта и глобальному потеплению климата Земли.

2. Стратегическим путем решения проблемы глобального потепления климата является: оздоровление экосферы, восстановление видового разнообразия и климатообразующих функций глобальной биоты на большей части территории планеты, включая озеленение планеты Земля и экологизацию всех сфер человеческой деятельности.

3. Для Украины предельно важным является восстановление лесных массивов Карпат (что дополнительно решит и многие другие проблемы этого региона), лиственных и хвойных лесов в других областях страны. Значимым для Украины является также принципиальное изменение стратегии дальнейшего природопользования. Ресурсо- и энергосбережение должны стать основным путем инновационного развития и экологизации экономики страны.

4. В ИПМаш НАН Украины и ХНАДУ накоплен опыт, созданы методики и современные средства экодиагностики, включая анализ канцерогенных ингредиентов в продуктах сжигания топлив, предложены рациональные методы экологизации стационарной и транспортной энергетики. Разработаны концепции создания экономичного альтернативно-топливного транспортного дизеля с высокой экокандерогенной безопасностью и парогазового энерго-технологического комплекса, в котором будут использованы плазменные технологии сжигания высокозольной угольной пыли без дополнительного использования природного газа.

Литература

1. Монин А. С. Новое о климате / А. С. Монин, А. А. Берестов // Вестн.

- РАН. – 2005. – Т. 75, № 2. – С. 126–138.
2. Подрезов О. А. Изменение современного климата / О. А. Подрезов // Вестн. Киргизко-Российского Славянского университета. – 2009. – Т. 9, № 1. – С. 123–137.
 3. Морев С. Ю. Климатические проблемы XXI века / С. Ю. Морев // Усп. современного естествознания. – 2012. – № 3. – С. 65–68.
 4. Мелешко В. П. Потепление климата: причины и последствия / В. П. Мелешко // Химия и жизнь. – 2007. – № 4. – С. 1–7.
 5. Гулев С. К. Глобальное потепление продолжается / С. К. Гулев, В. М. Катцов, О. Н. Соломина // Вестн. РАН. – 2008. – Т. 78, № 1. – С. 20–27.
 6. Кондратьев С. М. Климат Земли и «Протокол Киото» / С. М. Кондратьев, К. С. Демырчан // Вестн. РАН. – 2001. – Т. 71, № 11. – С. 1002–1009.
 7. Лосев К. С. Парадоксы борьбы с глобальным потеплением / К. С. Лосев // Вестн. РАН. – 2009. – Т. 79, № 1. – С. 36–40.
 8. Канило П. М. Антропогенно-экологические составляющие глобального потепления климата / П. М. Канило, К. В. Костенко // Пробл. машиностроения. – 2010. – Т. 13., № 4. – С. 68–76.
 9. Канило П. М. Влияние автотранспорта и энергетики на потепление климата / П. М. Канило, Н. В. Внукова, К. В. Костенко // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 48. – С. 170–175.
 10. Проблемы глобального потепления климата / Ю. М. Мацевитый, П. М. Канило, В. В. Соловей, А. Л. Шубенко // Экология и промышленность: сб. науч. тр. – 2012, № 1. – С. 18–23.
 11. Канило П. М. Глобальное потепление климата. Антропогенно-экологическая реальность: монография / П. М. Канило. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 312 с.
 12. Канило П. М. Тепловая энергетика, ДВС и глобальное потепление климата / П. М. Канило, А. П. Марченко, И. В. Парсаданов // Двигатели внутреннего сгорания. – 2015. – № 2. – С. 57–68.
 13. Горшков В. Г. Природа наблюдаемой устойчивости климата Земли / В. Г. Горшков, А. М. Макарьева // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2006. – № 6. – С. 483–495.
 14. Имбри Дж. Тайны ледниковых эпох / Дж. Имбри, К. П. Имбри. – М.: Прогресс, 1988. – 264 с.
 15. Энергия. Экология. Будущее: учебник / В. П. Семиноженко, П. М. Канило, В. Н. Остапчук, А. И. Ровенский. – Х.: Прапор, 2003. – 464 с.
 16. Макарьева А. М. Парниковый эффект и проблема устойчивости среднеглобальной температуры земной поверхности / А. М. Макарьева, В. Г. Горшков // Докл. РАН. – 2001. – Т. 76, № 6. – С. 810–814.
- Рецензент: Ф. И. Абрамчук, профессор, д. т. н., ХНАДУ.
- Статья поступила в редакцию 31 марта 2016 г.
-