

Дарія Біда

ЗМІНА КЛІМАТУ

ЧОМУ ЗМІНЮЄТЬСЯ КЛІМАТ ЗЕМЛІ?

ЧАСТИНА 2

Модель молекули вуглекислого газу, яка складається з двох атомів Оксигену і одного атому Карбону

Ми вже з'ясували, що парниковий ефект – для нашої планети явище дуже корисне,¹ адже парникові гази суттєво збільшують температуру повітря і найбільше – водяна пара. Якби атмосфера не містила водяної пари, температура на Землі була б лише $-5,6^{\circ}\text{C}$. Оскільки на вміст водяної пари в атмосфері ми вплинути не можемо, то ключовим запитанням є, як діяльність людства впливає на вміст вуглекислого газу, другого за ефективністю парникового газу. Саме тому вчені, які вивчають атмосферу, ретельно досліджують кругообіг Карбону.

Кругообіг Карбону на Землі

Карбон є основою молекул життя – білків, ліпідів, вуглеводів, тому його називають елементом життя. Основні запаси Карбону на Землі зосереджені у вуглекислом газі, більшість якого входить до складу атмосфери і розчинена у водах Світового океану. Атоми Карбону мігрують з однієї частини біосфери² в іншу. Учені ретельно вивчають кругообіг Карбону і з'ясовують, як саме він потрапляє в атмосферу, та досліджують його стоки – механізми, якими Карбон виводиться з атмосфери.

¹Читай журнал „КОЛОСОК”, № 4/2013.

²Невелика приповерхнева частина оболонки Землі, де існує життя.

**Вуглекислий газ в атмосфері.**

Рослини поглинають вуглекислий газ у процесі фотосинтезу. Під впливом світла з води та вуглекислого газу в рослинах утворюється кисень, а неістивні елементи ґрунту перетворюються у поживні речовини – білки та вуглеводи. Таким шляхом „елемент життя” потрапляє в структуру рослин. Далі Карбон може розіграти декілька „партій”.

- Карбон затримується в рослинах, доки вони не загинуть, а потім стає „кормом” для редуцентів (організмів, які живляться мертвою органікою і переробляють її до простих, неорганічних сполук). Врешті Карбон знову повертається в атмосферу в складі вуглекислого газу.

- Рослину з’їдає травоядна тварина. Карбон повернеться в атмосферу під час дихання тварини (або внаслідок її розкладання після смерті), або травоядну тварину з’їдає хижак, а далі – той самий шлях повернення в атмосферу.

- Рослина гине і під Землею перетворюється у викопне паливо, наприклад, вугілля. У цьому випадку Карбон похований під землею.

- **Вуглекислий газ у Світовому океані.** Для вуглекислого газу, розчиненого у водах Світового океану, природа теж передбачила декілька сценаріїв.

- Між атмосферою і Світовим океаном безперервно відбувається газообмін. Розчинений у воді вуглекислий газ за рахунок дифузії повертається в атмосферу.

- Карбон потрапляє у тканини морських рослин або тварин і накопичується у вигляді покладів вапняку на дні океану або, навпаки, з покладів переходить у воду.

Якщо Карбон увійшов до складу осадових порід або викопного палива, він випадає з кругообігу (і з атмосфери). Причому, в лісах він накопичується десятиліттями, а в болотах – тисячоліттями. Нафта і газ, які добувають сьогодні у Західному Сибіру, – це Карбон, захоронений мільйони років тому. Такі процеси призводять до зменшення вуглекислого газу в атмосфері. Але внаслідок вулканічних вивержень та інших геотермальних процесів атмосфера впродовж існування Землі поповнювалася вуглекислим газом, і його концентрація в атмосфері не змінювалася. Зараз до цих природних джерел поповнення вуглекислого газу додаються викиди CO_2 під час спалювання викопного палива. Учені намагаються з’ясувати, яка ж кількість CO_2 є у тканинах рослин (наприклад, у щойно посадженій лісосмузі), бо такі засадження є стоками Карбону. Однак вони сумніваються, що теперішнє пришвидшене зростання вмісту вуглекислого газу в атмосфері можна зупинити лише шляхом насаджування лісів.





Хмари над вулканом Манам Папуа-Нової Гвінеї внаслідок виверження водяної пари з вулкану. Фото супутника EO-1 (NASA)



Витік нафти в Мексиканській затоці. Камери супутника Aqua (NASA) зафіксували відбите в космос від поверхні нафтових плям світло



Викиди вулкану Набро. Попіл вигнав людей, що жили поблизу вулкана, з їхніх домівок і порушив повітряний зв'язок у регіоні

У погоні за енергією

У природний кругообіг Карбону втрутилася людина. Вона виробляє їжу, формує середовище проживання, але найперше – видобуває і спалює викопне паливо. Переробка і спалювання горючих корисних копалин та органічних відходів забезпечує понад 95 % сучасного виробництва енергії. Спочатку люди інтенсивно спалювали деревину, потім – кам'яне вугілля, а тепер нафту і природний газ. Впродовж року ми спалюємо таку кількість палива, яке природа створювала мільйон років! Побічним ефектом хижацького знищення лісів є збільшення вмісту вуглекислого газу в атмосфері.

Якби на нашій планеті не було лісів та океану, вміст вуглекислого газу в атмосфері був би значно вищий, ніж він є сьогодні. Приблизно половина всього антропогенного вуглекислого газу (викидів, джерелом яких є промисловість, транспорт, енергетика, сільське господарство та інша діяльність людини) з року в рік поглинається морями і біосферою суші. Причому на суходолі цю роль в першу чергу виконують природні ліси, які ми називаємо зеленими легенями планети.

Супутник Aqua космічного агентства NASA впродовж останніх семи років щодня вимірював рівень CO_2 в тропосфері Землі. Картина невтішна: рівень вуглекислого газу збільшується пришвидшеними темпами, причому най-

більше викидів вуглецю в атмосферу дають країни Північної півкулі, де розташована більша частина суші і промислово розвинених країн.

Учені прогнозують, що до середини XXI ст. вміст вуглекислого газу в атмосфері подвоїться, внаслідок чого температура підвищиться на 1,5–2 °C. Однак на думку деяких дослідників такі зміни можуть викликати прискорений фотосинтез і зіграти у розвитку цивілізації позитивну роль.

Звідки такий оптимізм? Оптимісти міркують так. Для фотосинтезу рослинам потрібний вуглекислий газ, тому збільшення його вмісту в атмосфері сприятиме росту дерев, адже він для них своєрідне добриво. Якщо вміст CO_2 в атмосфері зростатиме, це призведе до розростання лісів, які в свою чергу поглинатимуть ще більше CO_2 . Хіба не чудо? Природа дає собі раду!

На жаль, це ілюзія благополуччя. Без сумніву, підживлення вуглекислим газом впливає на вегетацію³. Супутники передають фото регіонів, де бувають ліси, які поглинають все більше і більше вуглекислого газу. Однак цей ефект – недовговічний. Учені застерігають: оптимісти не враховують важливий процес, який суттєво знижує або й зводить нанівець функцію біосфери поглинати вуглекислий газ.

³Вегетація – активний період життєдіяльності рослинних організмів.



Дерево, не поспішай!

Посилений ріст дерев призводить до їхнього передчасного старіння: у дерев, які ростуть в атмосфері, перенасиченій вуглекислим газом, знижується якість деревини. Відповідно, вони гірше протистоять хворобам, шкідникам, екстремальним погодним явищам і раніше вмирають, а накопичений ними вуглекислий газ швидше повертається в атмосферу. Щоб перевірити таку модель, довелося б експериментувати декілька століть. Але, можливо, варто перестрахуватися? Тим паче, що екологи вже довели: у штучних лісових насадженнях швидкий ріст дерев означає й їхню швидку смерть. Не треба сподіватися на додаткове поглинання, коли мова йде про квоту викидів парникових газів у міжнародних зобов'язаннях щодо зниження рівня цих викидів. А це значить, що у цій справі є і політична складова...

Кіотський протокол

У 1997 р. в м. Кіото (Японія) відбулася Міжнародна конференція з глобальних змін клімату. Вона одногосно прийняла протокол, згідно з яким вперше в історії для індустріально розвинених країн встановлені обов'язкові до виконання кількісні показники скорочення об'єму викидів парникових газів.

Відповідно до Кіотського протоколу у 2008–2012 роках для кожної держави були встановлені обмеження. Європейський Союз зобов'язався скоротити емісію парникових газів на 8%, США – на 7%, Японія, Канада, Угорщина і Польща – на 6%. Для країн, що розвиваються, встановили свій норматив: Ісландія – на 10%, Австралія – на 8% і Норвегія – на 1%. Росія, Україна і Нова Зеландія до 2012 року зобов'язалися зберегти рівень викидів, не зважаючи на ріст промислового будівництва. Термін дії договору завершився 2012 року. У грудні 2012 року на конференції ООН у південноафриканському місті Дурбан делегати з понад 190 країн прийняли рішення продовжити Кіотський протокол і в рамках другої фази з 2013 по 2020 роки зменшити об'єми викидів парникових газів на 25–40%. Однак цього разу США, Росія, Канада, Японія та Нова Зеландія відмовилися брати участь у Кіотському протоколі.

Планета Земля



Знайти рівновагу

Для Природи кругообіг речовин – це постійний процес, звична, рутинна робота. Втручання людини може порушити рівноважний кругообіг Карбону, якщо викидів вуглекислого газу в атмосферу буде більше, ніж його stokів у лісах та болотах. Чи були такі зміни у складі атмосфери в минулому? Без сумніву, адже глобальні похолодання і потепління мають циклічний характер і повторюються приблизно кожних 100 тисяч років: 90–100 тисячоліть триває зледеніння, після чого на 15–20 тисячоліть настає міжльодовикове потепління. Такі повторення зміни клімату (цикли Міланковича) пов'язані з положеннями Землі у космічному просторі та активністю Сонця. За останній мільйон років льодовиковий період наставав і завершувався щонайменше 10 разів, але „перепочинок” тривав тисячі років, і жива природа пристосовувалася до змін. Зараз наслідки змін клімату можуть відбутися в терміни, порівняні з тривалістю життя одного покоління. А тому поживемо – побачимо...

Зима в посушливих канадських Скелястих Горах. Температура була нижче –30 °С, але через відсутність снігу поверхня озера була прозорою, і можна було бачити замерзлі бульбашки в товщі льоду

