**РОСТ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЯНОГО ПАРА ПРИ ПОТЕПЛЕНИИ
ПРИВЕДЕТ К ПАДЕНИЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КЛИМАТА
К УВЕЛИЧЕНИЮ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА**

Абдусаматов Х.И.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия

**THE GROWTH OF THE WATER VAPOR CONTENT DURING
WARMING WILL LEAD TO A DECREASE IN THE SENSITIVITY
OF THE CLIMATE TO AN INCREASE IN THE CONCENTRATION
OF CARBON DIOXIDE**

Abdussamatov H.I.

Pulkovo observatory of the RAS, St. Petersburg, Russia

The natural contents of both water vapor and carbon dioxide in the atmosphere, in accordance with the Clapeyron-Clausius ratio and Henry's law, increase to a maximum during warming and decrease to a minimum in ice ages. According to the vertical profiles of their volumetric concentrations in the atmosphere, during warming, the concentration of water vapor increases sharply directly in the near-surface layer of the troposphere with a uniform distribution of the growth in the concentration of carbon dioxide along the height. Due to the significant overlap of their spectral absorption bands in the ranges of $\sim 4-5$, $\sim 9-11$ and $\sim 12-18$ μm , the absorption of thermal radiation from the surface with increasing temperature is not proportional to the increase in their absolute concentrations. The fraction of surface thermal radiation absorbed by carbon dioxide in the overlapping regions of the spectral absorption bands of the atmospheric transparency window practically does not increase with warming due to an increase in absorption by sharply increased water vapor molecules directly in the lowest near-surface layers of the troposphere. This reduces the effect of the general increase in the concentration of carbon dioxide on the thermal regime of the planet during warming.

DOI: 10.31725/0552-5829-2020-7-10

Естественные содержания как водяного пара, так и углекислого газа в атмосфере согласно соотношению Клапейрона-Клаузиуса и закону Генри варьируются до максимального уровня во время потепления и снижаются до минимального уровня в ледниковых периодах, что приводит к сужению и расширению соответственно пропускания атмосферы теплового излучения земной поверхности в космос через окно прозрачности атмосферы. Кроме того, они дополнительно значительно усиливают и ослабляют соответственно влияние парникового эффекта. Долговременный рост (порядка 4 Вт/м^2) солнечной постоянной (СП) в фазе роста квазидвухвекового цикла с запаздыванием ($\sim 30 \pm 10$ лет), определяемой термической инерцией Мирового океана (далее Океана) при глубине активного слоя Океана

750±250 м [1], приведет к незначительному естественному устойчивому росту (порядка 0.2 K) температуры [2, 3]:

$$\Delta T_e = \frac{\Delta S_{\odot}(1 - A_{BE} - \Delta A_{BE}) - \Delta A_{BE}S_{\odot}}{16\sigma T_e^3}, \quad (1)$$

где $S_{\odot}$ – СП; $\Delta S_{\odot}$ – приращение СП; A_{BE} – сферическое альbedo Бонда Земли; ΔA_{BE} – приращение альbedo Бонда; σ – постоянная Стефана-Больцмана.

Величины энергии, поглощенной CO_2 и H_2O , в наши дни составляют примерно 80% от интегральной мощности собственного теплового излучения поверхности Земли (рис. 1). Из них около 68% приходится на спектральные полосы поглощения H_2O и только около 12% – на долю CO_2 . Такая пропорция обусловлена частичным перекрытием спектральных полос поглощения CO_2 и H_2O и постоянством влагосодержания в атмосфере при малых вариациях температуры и давления. Следовательно, поглощение атмосферы для собственного теплового излучения поверхности определяется главным образом концентрацией H_2O , при второстепенной значимости концентрации CO_2 . При этом окно прозрачности атмосферы пропускает в космическое пространство порядка 10% теплового излучения поверхности, оставшиеся примерно 10% приходятся на поглощение облаками, а также на молекулы других малых парниковых газов. Рост температуры в фазе роста СП квазидвухвекового цикла приводит к увеличению общей средней концентрации как H_2O , так и CO_2 в атмосфере. Однако из-за существенного перекрытия спектральных полос поглощения H_2O и CO_2 друг с другом в диапазонах ~4–5, ~9–11 и ~12–18 мкм (рис. 1) поглощение теплового излучения поверхности с повышением температуры происходит не пропорционально увеличению их абсолютных концентраций в атмосфере. Так как, согласно вертикальным профилям объемных концентраций H_2O и CO_2 в атмосфере, даже незначительное одновременное увеличение их общей средней концентрации при нагревании приводит к резкому увеличению концентрации H_2O в приповерхностном слое атмосферы (рис. 2). Это обусловлено тем, что почти весь H_2O атмосферы, в отличие от CO_2 , равномерно перемешанного до высот 60–80 км, концентрируется в тропосфере и имеет максимальную концентрацию непосредственно в приповерхностном слое, уменьшаясь очень резко с высотой.

В результате перенос теплового излучения земной поверхности в атмосферу заметно меняется благодаря существенному перекрытию их спектральных полос поглощения. Это приводит к значительным изменениям в переносе теплового излучения поверхности H_2O . Резкое увеличение непосредственно в приповерхностном слое атмосферы отношения плотности объемных концентраций H_2O к CO_2 при нагреве приводит к относительному увеличению доли поглощения H_2O поверхностного теплового излучения в перекрывающихся спектральных полосах поглощения в пределах ок-

на прозрачности атмосферы. Изменения в спектре поглощения, соответствующие увеличению общей концентрации H_2O в атмосфере на 7% и CO_2 с 350 до 420 ppmV во время потепления, были смоделированы с фиксированной облачностью в проведенных расчетах. В результате чувствительность климата к содержанию растущего CO_2 в атмосфере уменьшается со значительным увеличением концентрации H_2O непосредственно в приповерхностном слое атмосферы при потеплении и CO_2 непосредственно в приповерхностном слое атмосферы в H_2O тонет [4]. При этом доля поверхностного теплового излучения, поглощаемого CO_2 в перекрывающихся участках спектральных полос поглощения окна прозрачности атмосферы, практически не увеличивается из-за повышенного поглощения резко увеличенными молекулами H_2O непосредственно в самых нижних приповерхностных слоях тропосферы. В результате увеличение общей (суммарной) концентрации H_2O в атмосфере снижает ожидаемый рост общего эффекта абсолютного увеличения концентрации CO_2 во всей атмосфере (при его нынешнем высоком уровне концентрации более 415 ppmV) на тепловой режим планеты. В диапазонах длин волн окон прозрачности атмосферы CO_2 , имеющий относительно слабые полосы поглощения, практически не сможет дополнительно значительно увеличить поглощение теплового излучения поверхности из-за одновременного параллельного резкого увеличения концентрации H_2O во время потепления непосредственно в приповерхностном слое атмосферы.

Рис. 1. Спектральная плотность излучения поверхности Земли, как АЧТ [5].

Рис. 2. Вертикальные профили объемных концентраций H_2O и CO_2 в атмосфере [2].

Поэтому при увеличении концентрации CO_2 в атмосфере практически невозможно ожидать значительного дополнительного увеличения им поглощения поверхностного теплового излучения. Поскольку «Величины природных потоков (CO_2 , H_2O , пыль) из океана и с суши в атмосферу (M_{in}) и из атмосферы (M_{out}) в океан и на сушу измеряются десятками миллиардов тонн в год и многократно превышают выбросы этих веществ в атмо-

сферу (M_{ant}) в результате деятельности человека, в частности сжигания каменного угля и жидкого топлива, полученного из нефти и газа. Общее содержание CO_2 в океане в 50 раз больше, чем в атмосфере, и даже слабое дыхание океана может драматически менять уровень CO_2 в атмосфере» [4]. Ничтожные воздействия, которые человечество оказывает на атмосферу эмиссией CO_2 , приводят к незначительным последствиям. Остающийся естественный избыток CO_2 в атмосфере превышает рост его выбросов в результате деятельности человека.

Итак, чувствительность климата к росту содержания CO_2 в атмосфере вследствие значительного перекрытия спектральных полос поглощения H_2O и CO_2 в пределах окна прозрачности атмосферы уменьшается в результате еще более значительного увеличения концентрации H_2O непосредственно в самых нижних приповерхностных слоях тропосферы во время потепления. В результате даже незначительное увеличение общей средней концентрации H_2O в атмосфере значительно усиливает поглощение длинноволновой радиации непосредственно в приповерхностном слое атмосферы, уменьшая тем самым влияние роста концентрации CO_2 на термический режим планеты. Рост концентрации H_2O делает температуру менее чувствительной к увеличению содержания CO_2 в атмосфере при потеплении и при дальнейшем повышении концентрации CO_2 практически невозможно ожидать существенного дополнительного увеличения им поглощения излучения поверхности Земли. Поэтому воздействие CO_2 на изменение климата является вторичным и незначительным (при его нынешнем высоком уровне более 415 ppmV) по сравнению с последствиями долгосрочного изменения мощности солнечного излучения квазидвухвекового цикла на внешней границе атмосферы, являющегося основным фактором изменения температуры, а не наоборот – вариации концентрации CO_2 [5].

В заключение выражаю благодарность А.А. Муштукову за помощь в предварительном проведении расчетного моделирования изменений спектра поглощения H_2O и CO_2 при одновременном небольшом увеличении их содержания в атмосфере при нагревании.

Литература

1. Абдусаматов Х.И., Лаповок Е.В., Ханков С.И. Факторы, определяющие термоинерционные характеристики системы Земля-атмосфера // Труды Всероссийской конф. по физике Солнца. С.-Петербург. 2011. С. 307-310.
2. Abdussamatov H.I. The new Little Ice Age has started. Evidence-Based Climate Science. Easterbrook D. J. (ed) Oxford: Elsevier, 2016, pp. 307-328.
3. Abdussamatov H.I. Current long-term negative average annual energy balance of the Earth leads to the new Little Ice Age // Thermal Sci. 2015, Vol. 19, pp. S279-S288.
4. Нугматулин Р.И. Океан: климат, ресурсы, природные катастрофы // Вестник РАН. 2010. Том. 80. С. 675-687.
5. Abdussamatov H.I. Energy imbalance between the Earth and space controls the climate // Earth Sciences. 2020. Vol. 9, No. 4, pp. 117-125. doi: 10.11648/j.earth.20200904.11