

# Леса и биосферный баланс кислорода<sup>1</sup>

д.т.н. проф. В.Е.Лотош

Обзор литературных данных и логические построения автора показывают, что в жизненном цикле отдельного дерева и их совокупности количество кислорода, которое выделяется их живой массой за счет фотосинтеза, точно соответствует количеству кислорода, которое потребляется растением на дыхание при жизни и на его гниение после смерти.

При полном уничтожении лесов планеты концентрация кислорода, в соответствии с представленными расчетами автора, снизится на 0,001%.

## Forests and biospherical balance of oxygen

by d.t.s. prof. V.E.Lotosh

A review of literary data along with author's arguments show that the oxygen's quantity excreted by a single tree or by a mass of trees during its life cycle as a result of the photosynthesis correlates exactly with the quantity of oxygen which is consumed by the plants' respiration process during that cycle and by the decomposition process after their death.

Author demonstrates that the complete elimination of the Earth's forests would reduce the concentration of the atmospheric oxygen by approximately 0.001%.

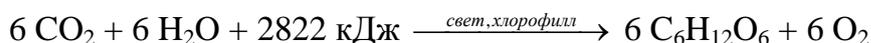
Кислород атмосферы – необходимое условие сохранения многих форм жизни на Земле, в частности человечества. Вместе с тем все возрастающие потоки топлива, вовлекаемые в процесс сжигания (нефть, газ, уголь, др.), повышают алармистские настроения определенной части населения планеты, подогреваемые эмоциональными публикациями средств массовой информации и некоторых специализированных изданий. Известна, например, точка зрения, согласно которой расход кислорода на порядок выше, чем его приход, составляя соответственно  $1,16 \cdot 10^{10}$  и  $1,55 \cdot 10^9$  т/год [1].

---

<sup>1</sup> Работа подготовлена при поддержке РГНФ (проект 02-02-00366А)

По мнению многих, тенденция снижения количества кислорода в атмосфере тем более опасна, что развивается на фоне сокращения лесистости планеты. Изначально она составляла 75% ее поверхности, однако в настоящее время упала до менее чем 27%. Особенно быстро уменьшается площадь тропических лесов, равная 0,95 млрд га, или 56% общей лесной площади. Из них ежегодно вырубается 11 млн, а восстанавливается только 1 млн га.

На этом основании делается вывод, что человечество ухудшает условия своего существования, так как растительность, и прежде всего громадная масса лесов, – мощный источник выработки кислорода по реакции фотосинтеза:



Поскольку положительная роль лесов в выработке  $\text{O}_2$  обычно не подвергается сомнению, то полагают при этом, что необходимы меры по стимулированию международным сообществом тех стран, на территории которых находятся «легкие» планеты. Одно из них – тропические леса бассейна р. Амазонки (Бразилия), другое – необозримые леса России, прежде всего сибирские. Количество статей на тему «Россия – легкие планеты» перечислить невозможно. Укажем лишь на две последние в одном из номеров журнала, претендующего на лидерство в экологии и природопользовании:

«Россия, на территории которой находятся большие лесные массивы, где диоксид углерода превращается в углерод клетчатки растений и свободный кислород, должна иметь льготные квоты на сокращение выбросов  $\text{CO}_2$ » [2];

«представляется целесообразным, чтобы страны-производители кислорода получали за него плату и использовали эти средства на содержание лесных массивов» [3].

Отмечается, что в рамках ООН рассматриваются предложения «малолесных» стран (Германия и др.) по сохранению и увеличению российских лесов в интересах всей планеты. А относительно тропических лесов подобное соглашение принято в начале 90-х гг. Развитые северные страны обязались выплачивать развивающимся африканским странам своеобразную премию в 10 долларов за каждую тонну углекислого газа, переработанную в кислород. И такие выплаты начаты в 1996 г. [4].

«Подсчитано, – продолжает В.М.Гарин с соавторами, – что один гектар леса за час поглощает около 8 л углекислого газа (такой же объем его выделяется при дыхании двухсот человек за то же время).»

Вместе с тем столь широко распространенные алармистские ожидания не находят подтверждения в данных фундаментальной науки.

Так, не обоснованы опасения о возможном уменьшении количества атмосферного кислорода вследствие увеличения сжигания ископаемого углерода. Подсчитано, что единовременное использование всех доступных человечеству залежей угля, нефти и природного газа уменьшит среднее содержание кислорода в воздухе с 20,95 до 20,80%. Сравнение с наиболее точными анализами 1910 г. показывает, что, в пределах погрешности измерения, изменения содержания кислорода в атмосфере к 1980 г. не произошло [5].

Исчезновение кислорода в гидросфере даже при сбросе в нее большинства современных отходов также не грозит опасностью. Из расчетов Брокера следует, что при десятиллиардном населении планеты (примерно в 1,7 раза больше, чем сейчас) ежегодный сброс в море по 100 кг сухих органических отходов в расчете на каждого жителя (значительно выше нынешней нормы) потребует порядка 2500 лет для израсходования всего запаса кислорода гидросферы. Это больше, чем продолжительность его возобновления.

Брокер заключает, что содержание  $O_2$  в атмосфере не ограничено в сравнении с человеческими потребностями в нем и что почти аналогичная картина наблюдается для гидросферы. Он пишет: «если существованию человеческого рода будет серьезно грозить опасность загрязнения окружающей среды, то он скорее погибнет по какой-либо другой причине, чем из-за недостатка кислорода» (цит. по [5]).

Роль лесов в облагораживании атмосферы (поглощение  $CO_2$  и выработка кислорода) также не столь однозначна, как представляется алармистам. Распространение эмоциональных точек зрения является следствием непрофессиональной оценки влияния лесных массивов на состояние окружающей среды. Отметим особенности проблемы, обычно в таких случаях намеренно или осознанно не замечаемые.

Да, действительно, реакция фотосинтеза бесспорна. Но бесспорна и обратная ей реакция, проявляющая себя в процессе дыхания живых организмов и при гниении (окислении) мортмассы (почвенное дыхание). Поэтому в настоящее время в

природе существует устойчивое равновесие между количеством кислорода, образующегося в процессе фотосинтеза и поглощаемого при дыхании живых организмов и почвенном (гниении) [5].

После гибели растения при гниении мортмассы весьма сложная структура органики превращается в простые соединения типа  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$  и др. Источником окисления мортмассы является кислород, выработанный сверх необходимого для дыхания растений. На этой же стадии высвобождается и поступает в окружающую среду  $\text{CO}_2$ , ранее связанный при фотосинтезе. Иными словами, после гибели организма весь его углерод вновь окисляется, связывая количество кислорода, являющееся разницей между его массой, выделенной при фотосинтезе и использованной на дыхание растений при их жизни.

Свободный кислород фотосинтеза, как отмечает С.И.Розанов, может накапливаться в атмосфере только при условии, что часть возникающего органического вещества не разлагается вновь, а откладывается, изолируется от взаимодействия с кислородом. Пример этого – огромные запасы ископаемых органических веществ – угля, жидких и газообразных углеводородов, накапливавшихся в осадочных породах в течение более чем 2 млрд лет [6]. Наблюдаемый при этом прирост содержания кислорода в атмосфере составляет пятнадцатимиллионную часть его количества. Однако и ее нельзя однозначно рассматривать как итог изоляции части мортмассы от контакта с кислородом. Более того. Фотосинтез растений – следствие, а не причина появления кислорода в атмосфере. Последний возник раньше, чем фотосинтез [7]. И хотя источники нефотосинтезированного кислорода еще недостаточно точно установлены современной наукой, однако некоторые из них вполне реальны. В частности, кислород мог выделяться из горных пород при формировании кристаллического ядра Земли. Кислород в молекулярной форме образуется также при диссоциации молекул воды и озона в верхних слоях атмосферы под воздействием ультрафиолетовой радиации.

Изложенные соображения позволяют выделить три, в общем, известных периода в развитии и гибели лесов и проявить их роль в балансе  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$  окружающей среды.

*Первый период.* Рост массы древесной растительности в экосистеме. Количество кислорода и связанной  $\text{CO}_2$  возрастают пропорционально приросту массы лес-

ных насаждений. При этом попытки увеличить массу последних дают только кратковременный результат, так как поверхность суши ограничена. В итоге леса переходят во второй период.

*Второй период.* Постоянная масса лесов в экосистеме. Приход и расход кислорода и диоксида углерода в прямом и обратном процессах фотосинтеза равны. В этом случае лесные насаждения не оказывают влияния на кислородный баланс планеты.

*Третий период.* Снижение массы лесов, например при вырубке. Остающаяся часть спелых лесов находится по-прежнему во втором периоде. Лесоматериалы, выброшенные в народное хозяйство, гниют или сжигаются, отдавая в окружающую среду  $\text{CO}_2$  процесса фотосинтеза и потребляя при этом избыточный кислород первого периода.

Таким образом, непрерывное воспроизведение первого, второго и третьего периодов приводит к нулевому балансу выделившегося в лесной зоне кислорода и поглощенного ею диоксида углерода.

Изложенное позволяет точнее оценить значение амазонских и сибирских лесов в облагораживании атмосферы кислородом. Известно, что площадь амазонских лесов в результате неконтролируемых выработок снижается (третий период), масса сибирской тайги находится во втором периоде, так как такой тенденции не обнаруживается [8].

Отсюда следует, что высказывания о лесах Амазонки и Сибири как «легких» планеты – не более, чем звучные фразы. Претензии на льготы для стран, имеющих такие «легкие», не имеют объективных оснований.

Более того. В познавательном плане интересно то изменение содержания кислорода в атмосфере, которое состоится, если «легкие» планеты исчезнут, т.е. леса, например, будут истреблены человечеством.

Очевидно, что кислород потребуется на превращение мортмассы лесов в исходные продукты фотосинтеза ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ). Для оценки его количества примем следующие исходные данные:

количество кислорода в атмосфере  $5,16 \cdot 10^{21}$  г, его объемное содержание в ней 21%;

объем древесины в лесах России 81 млрд м<sup>3</sup>, или 22% мировых запасов. Последние при средней плотности древесины 0,6 т/м<sup>3</sup> равны 220 млрд т;

древесина на 100% представлена целлюлозой (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub> с содержанием углерода 46%, близкой к ней по составу гемицеллюлозой, а также лигнином с большей (61-64%), чем у целлюлозы, долей углерода.

Примем среднее содержание углерода в древесине равным 50%. Это отвечает соотношению масс целлюлозы и лигнина и составляет около 110 млрд т углерода в лесах планеты. Тогда, в соответствии с реакцией обратного фотосинтеза, на окисление этой массы углерода потребуется 294 млрд т кислорода (2,94·10<sup>17</sup> г). По отношению к массе кислорода атмосферы это составит 2,94·10<sup>17</sup>/5,16·10<sup>21</sup>, или 0,57·10<sup>-4</sup>. Снижение содержания кислорода атмосферы в таком случае равно 21·0,57·10<sup>-4</sup>%, или около 0,001%.

Можно полагать, что сокращения содержания кислорода в атмосфере на 0,001% не заметят и самые ревностные сторонники сохранения лесов как «генераторов» кислорода.

Однако, несмотря на несущественную роль лесов в биосферном балансе кислорода, их влияние на человека через ряд других экологических факторов, бесспорно, позитивно. Лесные массивы снижают пыле-, газо- и шумозагрязнение окружающей среды. Они, как и другая растительность, выделяют фитонциды – биологически активные, в том числе газообразные, вещества, убивающие микроорганизмы. Это оздоравливает окружающую среду. Леса увеличивают декоративное разнообразие форм, красок и фактуры окружающего нас мира. Они просто красивы и могучи. Их изведение существенно снизит биоразнообразие Земли, т.е. подорвет основополагающий принцип концепции устойчивого развития – альфы и омеги современной цивилизации.

Размышления о роли леса – это размышления о соразмерности Красоты и Рациональности в грядущей эпохе Ноосферы.

08.01.2006

Лотош Валерий Ефимович, д.т.н., профессор

## Литература

1. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Слов.-справ. – М.: Мысль, 1990. – 639 с.
2. Крейнин Е.В. Парниковый эффект: причины, прогнозы, рекомендации // Экология и промышленность России. – 2005. – Июль. – С. 18-23.
3. Абрамсон Н.Г., Бернштейн Л.Г. Глобальные экологические проблемы тепловой электроэнергетики и цементного производства // Экология и промышленность России. – 2005. – Июль. – С. 29-31.
4. Гарин В.М., Кленова И.А., Колесников В.И. Экология для технических вузов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. – 384 с.
5. Рамад Ф. Основы прикладной экологии: Пер. с фр. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 544 с.
6. Розанов С.И. Общая экология. – СПб.: Изд-во «Лань», 2003. – 288 с.
7. Лотош В.Е. Экология природопользования. – Екатеринбург: Полиграфист, 2001. – 540 с.
8. Лотош В.Е. Технологии основных производств в природопользовании. – Екатеринбург: Полиграфист, 2001. – 553 с.