

УДК 553.981.4+550.42:546.027

ГЕОХИМИЯ

Г. И. ВОЙТОВ, В. С. ЛЕБЕДЕВ, Г. Г. БЛОХИНА,
Л. Ф. ЧЕРЕВИЧНАЯ

О ХИМИЧЕСКОМ И ИЗОТОПНОМ СОСТАВЕ ПОДПОЧВЕННЫХ И БОЛОТНЫХ ГАЗОВ КОЛЬСКИХ ТУНДР

(Представлено академиком Н. М. Страховым 13 II 1975)

Подпочвенным и болотным газам посвящена обширная литература ((¹⁻⁶) и др.), однако данных для районов высоких широт нам встретить не удалось. Вместе с тем представляет несомненный интерес выяснение особенностей разложения биомассы в условиях полярных тундр, характеризующихся относительно низкими температурами в короткий вегетационный период полярного лета и связанными с этим сравнительно небольшими объемами образующейся биомассы, длинным межвегетационным периодом, резко выраженными глеевыми свойствами почв на тяжелых грунтах и т. д.

Указанный пробел в какой-то степени восполнен нами на примере болот и почв Кольских тундр. Летом 1973 г. в районе г. Заполярного нами отобраны образцы почв и подпочвенных и болотных газов. Образцы почв явно выраженного ледового литогенеза (⁷) отбирались на каменистых плато с почвенным слоем, часто не достигавшим нескольких сантиметров, на склонах увалов и цирков, в долинах ручьев, заболоченных заливов озер и болотах. Всего исследовано несколько десятков проб газов подпочвы и сфагновых болот. Извлечение газа проводилось известными из литературы методами вакуумной (при комнатной температуре) и термовакуумной (при 60–65°) дегазации взятых образцов. Газы анализировались хроматографически; изотопный состав углерода углекислоты и метана определялся на масс-спектрометре МИ-1305 относительным компенсационным методом. Результаты изотопного анализа представлены значениями $\delta^{13}\text{C}$ относительно чикагского стандарта РДВ.

Газы сфагновых болот и заболоченных заливов озер Кольских тундр представлены (табл. 1) механической смесью трех компонентов: N_2 , CH_4 и CO_2 , при этом содержание CO_2 в составе газов редко превышает 10% по объему при слабых вариациях. Содержание CH_4 в газах изменяется от 5 до 33%. Во всех образцах газа преобладает азот, содержание которого варьирует от 60 до 85% по объему. Соответственно, по химическому составу газы болот и заболоченных заливов озер Кольских тундр являются углекисло-углеводородно-азотными. Углеводороды представлены в основном метаном, содержание которого в углеводородной части газов обычно превышает 99,9 отн.%. Среди тяжелых гомологов метана обнаружены этан, пропан и бутан, однако их содержание не превышает 10^{-4} отн.%. В единичных образцах газа отмечены очень малые ($<10^{-5}$ об.%) содержания элефинов C_2-C_4 .

Газы подпочвенного слоя изучены на серии образцов, характеризующих почвы заболоченной низины у оз. Райсоайвинъярви с относительно мощным (до 50–70 см) слоем органического материала, который подстилается хорошо отсортированными аллювиальными песчано-галечными отложениями, почвы склона холма с менее мощным слоем органического материала, подстилаемого аллювиально-делювиальными отложениями, обогащенными смывными со склона обломками пород, и почвы горного пла-

то. Последние развиты слабо и лежат непосредственно на коре выветривания метасадочных и метазверженных пород Печенгской синеклизы.

Химический состав газов почвенного слоя определяется сочетанием трех компонентов — O_2 , N_2 и CO_2 . Метан встречается во всех образцах, однако

его содержание обычно не достигает $0,1 \text{ см}^3$ на 1 кг тундровых почв. При дегазации образцов с подогревом до $60-65^\circ$ спектр углеводородов расширяется до C_3H_8 , причем регулярно отмечаются непереломные углеводороды (олефины) $C_2=C_n$. Обогащение последними спектра углеводородной составляющей газов при подогреве образцов свидетельствует о существенном изменении кинетики десорбции газов или деструкции гумусового детрита почв при повышении температуры. В то же время, полученные данные не вполне укладываются в существующие схемы разложения гумусового вещества пород ⁽⁸⁾, поскольку относительное содержание гомологов метана в углеводородной части продуктов разложения достигает 15% (средний химический состав углеводородов в газообразных продуктах разложения гумусового вещества почвенного слоя: CH_4 85,1; C_2H_6 0,4; C_2H_4 13,0; C_3H_8 0,8; C_3H_6 0,7%).

Интенсивность разложения гумусового вещества почвенного слоя резко снижается с глубиной (рис. 1). Так, выход CO_2 в подпочвенном слое заболоченной низины у оз. Райсоайвинъярви на глубине 20 см составил $101,3 \text{ см}^3/\text{кг}$ и снизился до $12,8 \text{ см}^3/\text{кг}$ на глубине 50 см от поверхности, т. е. почти на порядок. Такие же или даже более высокие темпы снижения содержания CO_2 с глубиной отмечены (рис. 1) и в других опробованных точках. Характерным показателем интенсивности процессов

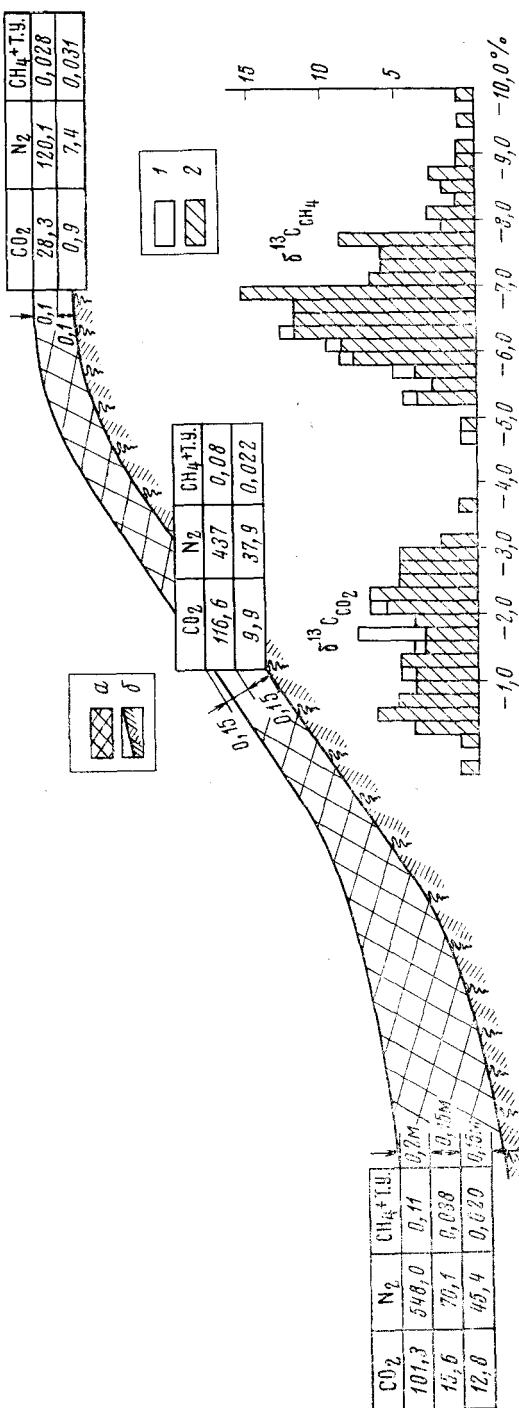


Рис. 1. Особенности состава газов в почвенном слое (а) и в подпочвах (б) Kольских тундр ($\text{см}^3/\text{кг}$) и гистограмма распределения изотопного состава углерода CO_2 и CH_4 в газах из болот различных климатических зон (1 - Kольские тундры; 2 - другие климатические зоны, литературные данные)

окисления органического вещества тундровых почв является также избыток в составе атмосферы почв (против воздушного) свободного азота, который наряду с выходом CO_2 при разложении растительного детрита почв

Химический состав болотных газов Кольских тундр

Место отбора образцов	Содержание, об. %					Содержание, 10 ⁻⁴ об. %						σ ¹³ C, ‰	
	H ₂	O ₂	N ₂	CO ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₃ H ₈	C ₃ H ₆	C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₈	CH ₄	CO ₂
Заболоченный берег оз. Вильгиско-деоайвиньярви	0,001	0,36	62,7	3,82	33,12	3,8	Необн.	0,43	Необн.	0,35	0,20	-5,64	-1,62
Болото на берегу оз. Сариярви	0,001	1,75	84,36	9,06	4,82	0,5	» »	0,11	» »	Сл.	Сл.	-6,06	-2,06
Заболоченный берег оз. Безымянного	0,0013	0,70	78,10	2,25	21,20	1,5	» »	0,16	» »	»	»	-5,37	-1,62
Слабо заболоченный берег оз. Пульдшъяур	0,001	0,53	73,50	4,36	21,60	2,1	» »	0,16	» »	0,16	0,08	-5,62	-1,72
Сильно заболоченный залив оз. Пульдшъяур	0,001	0,28	64,43	6,26	29,02	4,1	» »	0,38	» »	0,50	Сл.	-5,89	-1,13
	0,001	0,76	75,60	1,20	22,44	2,7	» »	0,27	» »	0,18	»	Необр.	-1,78
Осоковое болото на берегу оз. Пульдшъяур	0,001	0,28	78,00	7,42	14,30	2,0	» »	0,11	Сл.	1,10	»	-4,99	-1,54
Сильно заболоченный берег оз. Пульдшъяур	0,001	0,77	77,60	2,25	21,60	2,2	Сл.	0,16	Необн.	Сл.	Необн.	-6,17	-1,80

накапливается в подпочве. Большая его часть имеет воздушное происхождение. Не исключено также, что некоторое количество азота выделяется при распаде растительного детрита почв, однако эта величина, по-видимому, мала: с глубиной содержание азота резко падает.

Углерод метана болот района исследований в среднем несколько тяжелее (табл. 1, рис. 1) углерода метана болотных газов, отобранных преимущественно в средней полосе и на юге России ⁽³⁾, при этом в единичных образцах газа (например, газ осокового болота у оз. Пульдшъярви) значение σ¹³C углерода CH₄ достигает -4,99‰. Изотопный состав углерода CO₂ болот Кольских тундр более стабилен по сравнению с изотопным составом углерода болотных газов других климатических зон ⁽³⁾. Не вдаваясь в природу этого факта, отметим лишь, что он может быть обусловлен специфической биохимического разложения растительного детрита в условиях высоких широт.

Институт ядерной геофизики и геохимии
Москва

Поступило
15 I 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. И. Вернадский, Избр. соч., т. 4, кн. 2, Изд-во АН СССР, 1960. ² В. А. Соколов, Химический состав нефтей и природных газов в связи с их происхождением, «Недра», 1972. ³ В. С. Лебедев, Геохимия, № 11 (1964). ⁴ Ф. А. Алексеев, В. С. Лебедев, В. М. Овсянников, Изотопный состав углерода газов биохимического происхождения, «Недра», 1973. ⁵ Д. С. Коробов, Нижневолжск. н.-и. ин-т геол. и геофиз., в. 14 (1969). ⁶ Э. М. Галимов, Геохимия стабильных изотопов углерода, «Недра», 1968. ⁷ Н. М. Страхов, Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли, Госгеолтехиздат, 1963. ⁸ В. А. Успенский, Введение в геохимию нефти, «Недра», 1970.