

Г. И. ВОЙТОВ, И. В. БУКИН, Н. Г. ЗАЙКИН,  
Ю. И. СТКЛЯНИН, Г. А. ФЕДОРОВ

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ХИМИЗМА И ЛОКАЛИЗАЦИИ  
УГЛЕВОДОРОДОВ В ЗОНЕ АКТИВНОЙ АЭРАЦИИ  
(НА ПРИМЕРЕ ПРИПЯТСКОЙ ВПАДИНЫ)

(Представлено академиком Н. М. Страховым 1 VI 1970)

Особенности химизма и локализации природных газов в разрезах осадочного чехла представляют специальный интерес и неоднократно обсуждались в литературе ((<sup>1-3</sup>) и др.). Однако эти природные эффекты рассматривались преимущественно в области развития катагенных процессов или в почвенном слое. Особенности локализации углеводородных газов

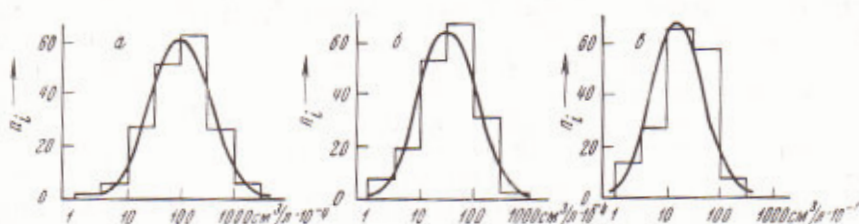


Рис. 1. Гистограммы рядов распределений углеводородных газов. а — метан, б — сумма тяжелых углеводородов метанового ряда, в — сумма неперельных углеводородов C<sub>2</sub> — C<sub>4</sub>.

в зоне активной инфильтрации метеорных вод (до глубины порядка 100—110 м) в литературе практически не освещены. Между тем, сочетание природных условий (температура, водный режим, обусловленный смещением генетически различных типов вод, физико-химические и биохимические процессы, газовый обмен с атмосферой и т. д.) оказывает существенное влияние как на химизм углеводородных газов в этой зоне, так и на особенности их локализации.

Нами изучались углеводородные газы зоны аэрации в пределах Припятской впадины на площадях Давыдовской, Малынской, Октябрьской и др. в отложениях кайнозоя (палеоген и образования четвертичного возраста) суммарной мощностью от 65 до 130 м. Четвертичные отложения представлены кварц-полевошпатовыми песками с включениями гравия и прослоями глин и суглинков. Палеоген сложен глауконитовыми песками.

Водоносными в четвертичных отложениях являются прослой торфа и песков; их кровля имеет общий уклон в сторону дренирующих речных систем Днепра и Березины. Воды представлены тремя генетическими типами: гидрокарбонатно-натриевым, хлор-магниевым и сульфатно-натриевым. Минерализация вод составляет 0,1—0,7 г/л. Хлор-магниевый и сульфатно-натриевый состав вод в четвертичных отложениях обусловлен процессами обмена глубинных вод с метеорными, протекающими в зонах тектонических нарушений, к которым эти воды приурочены. Воды такого типа установлены на Зареченской, Червоно-Слободской и Глусской площадях в прибортовой части Белорусского кристаллического массива. Слой квазистоящих температур (+ 8°) в пределах района исследований находится на глубине 22—44 м (<sup>4</sup>).

Статистически обработаны данные химического состава углеводородов 161 образца природных газов, отобранных из 19 скважин. Газ извлекался из бурового раствора методами, описанными в литературе (5). Анализ углеводородов \* выполнен хроматографически на приборе «Геохимик» (детектор — ионизационно-пламенный); его чувствительность составляет  $0,5 \cdot 10^{-5} - 10^{-6}$  об. %, погрешность анализа  $\pm 5\%$  от измеренной величины.

Из смеси газов выделены и идентифицированы алканы до  $C_5 - C_8$  включительно, их изомерные формы  $C_4 - C_5$  и олефины  $C_2 - C_4$ . Общее содержание углеводородных газов в отложениях кайнозоя мало; оно варьирует от 0,0045 до 0,0365  $см^3$  на 1 л бурового раствора. В образцах газа присутствует водород в количествах до 0,5  $см^3/л$ . Гистограммы рядов распределения (рис. 1), построенные в логарифмической шкале, близки к симметричным, в общем виде подчиняющимся нормальному закону распределения.

Генетически подземные атмосферы четвертичных отложений воздушно-химические (биохимические?). Атмосферообразующими в интервале глубин 0—120 м являются двуокись углерода и азот воздушного происхождения. Углеводороды, несмотря на обилие компонентов (табл. 1), находятся в исключительном рассеянии и создают специфичный фон, подчиняющийся общей закономерности, характер которой выдерживается не только

Таблица 1

Изменение содержаний углеводородных газов в разрезе палеоген-четвертичных отложений Припятской впадины с глубиной \*

Глубина, м	$CH_4$	$C_2H_6$	$C_3H_8$	$C_4H_{10}$	$C_5H_{12}$	$i-C_4H_{10}$	$n-C_4H_{10}$	$C_2H_4$	$i-C_3H_6$	$n-C_3H_6$	$C_4H_2$	$\Sigma C_2 - C_7$	$\Sigma C_8 - C_{10}$	$\Sigma TV$	$\Sigma H_2$
20	52,5	9,7	6,5	5,3	8,0	0,2	0,8	1,8	0,4	0,4	1,2	16,0	2,0	18,0	16,3
	60,50	11,10	7,50	6,20	9,20	0,24	0,90	2,10	0,43	0,43	1,40	18,44	2,26	20,70	18,8
50	120,1	21,3	11,0	13,7	9,8	1,3	2,5	2,0	3,8	1,4	1,5	38,8	6,7	45,5	22,8
	63,8	11,3	5,9	7,3	5,2	0,5	1,3	1,1	2,0	0,8	0,8	20,4	3,6	24,0	12,2
90	260,0	19,5	12,9	23,7	11,7	2,6	3,6	12,5	5,5	1,7	1,3	49,4	8,5	57,9	37,1
	73,3	5,5	3,6	6,7	3,3	0,7	1,0	3,5	1,5	0,5	0,4	13,9	2,4	16,3	10,4

Над чертой —  $n \cdot 10^{-4}$   $см^3/л$ , под чертой — отн. %.

в пределах изученных площадей на территории Припятской впадины, но и на площадях Днепровско-Донецкой впадины (Гнединцевской, Ново-Николаевской и других площадей), в пределах вала Карпинского (площадь Ики-Буруль) и на площадках Кум-Даг и Кизыл-Кум в Туркменской ССР. Характер этого распределения показан обобщенно на рис. 2.

Особого внимания заслуживают олефины  $C_2 - C_4$ , обнаруживаемые во всех образцах газа; их содержание соизмеримо с содержанием углеводородов ряда алканов. Наличие олефинов в составе углеводородов свидетельствует об отсутствии равновесия в системе; это состояние, очевидно, обусловлено суммарным эффектом физико-химических и биохимических процессов, для которых зона активной инфильтрации метеорных вод весьма благоприятна.

Содержание всех компонентов углеводородных газов во всем интервале наименьших постоянных температур близко к стабильному. В этом интервале глубин выдерживается постоянство соотношений между отдель-

\* Аналитики: Н. А. Варшав, Р. С. Гречаная, Е. Л. Яремчук, М. Х. Ищенко.

ными компонентами углеводородов. Глубже становится заметной роль метана, содержание которого резко возрастает, достигая максимальных значений в пределах площадей Припятской впадины в интервалах глубин 80—100 м (в пределах Днепровско-Донецкой впадины максимум содержания углеводородных газов в зоне активной инфильтрации метеорных вод наблюдается в интервале 60—80 м).

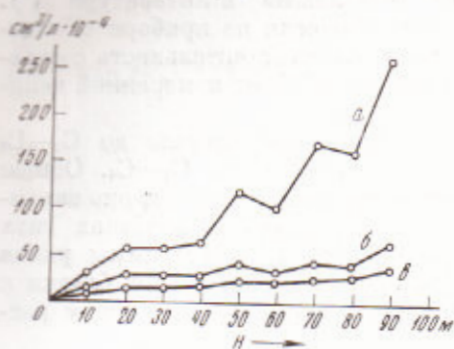


Рис. 2. Характер распределения углеводородных газов с глубиной (график обобщенный). а — а — то же, что на рис. 1

универсален: наиболее общей закономерностью изменения состава углеводородов, выдерживающейся в пределах всех площадей, является их облегчение до глубины примерно 100 м. Общая тенденция этого процесса иллюстрируется данными тройной диаграммы (рис. 3). Глубже 100 м соотношение между углеводородными газами начинает меняться за счет относительного увеличения в их составе тяжелых гомологов метана.

Химизм углеводородов и их распределение в наиболее активной части зоны гипергенеза определяется многими факторами. Укажем на несколько эффектов, совокупным действием которых можно объяснить наблюдающиеся закономерности:

1. Влияние химизма подземной атмосферы (так называемый эффект основного газа). Химизм подземной атмосферы, в которой происходит перенос газа, может существенно влиять на характер поведения углеводородов. Превалирующим компонентом на глубинах до 50 м, очевидно, будет двуокись углерода — продукт биохимических и физико-химических превращений органического вещества, протекающих в водной среде, относительно богатой свободным кислородом. В этой среде поведение отдельных компонентов системы, какой представляется подземная атмосфера, будет в значительной степени определяться поведением  $\text{CO}_2$ ; в частности, давление паров смеси газов будет соответствовать или должно быть несколько ниже давления паров  $\text{CO}_2$ , т. е. в этой зоне существуют благоприятные условия для конденсации (выпадения из газовой фазы) тяжелых гомологов метана ( $\text{C}_3$  и выше).

2. Поведение углеводородных газов в поле минимальных квазистационарных температур (температуры, не подверженные сезонным колебаниям,

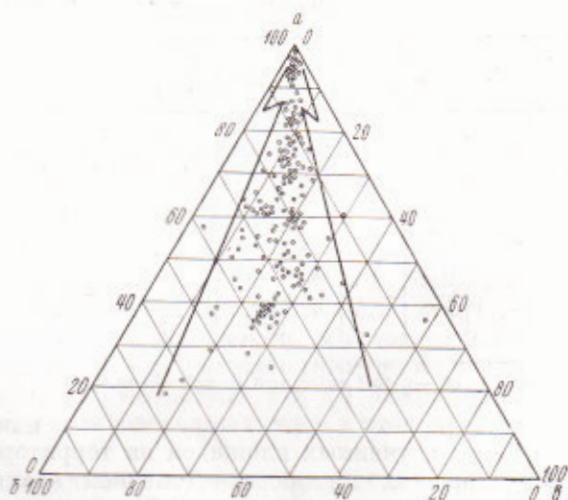


Рис. 3. Соотношение между метаном (а), суммой его тяжелых гомологов (б) и суммой олефинов (в) в газах зоны аэрации Припятской впадины

в районе исследований занимают интервал 22—44 м), определяющееся в основном их сорбционными свойствами. Из теории полимолекулярных сорбции газов следует, что компоненты углеводородов  $C_2$  и выше способны образовывать гидрофобные участки на поверхности частиц, замещающая на них молекулярную воду. На таких участках образуются полимолекулярные слои сорбированных газов, причем не исключается сорбция более легких углеводородов на слоях тяжелых молекул, т. е. в процессе восходящей миграции углеводородов из газовой фазы в зоне квазипостоянных минимальных температур должны избирательно выпадать в сорбированную фазу углеводороды  $C_3$  и выше с последующей сорбцией на таких слоях углеводородов  $C_1 - C_2$ .

3. Совокупное влияние свободного кислорода и бактериального фильтра. Постоянство температурных условий и обилие свободного кислорода благоприятно для активной жизнедеятельности микрофлоры, ассимилирующей органическое вещество. При этом роль бактериального фильтра проявляется как в процессах образования двуокиси углерода, являющейся основным газом подземной атмосферы в зоне аэрации, так и в образовании существенных количеств реакционно-способных углеводородов — олефинов, которые, взаимодействуя со свободным водородом, дают всю гамму углеводородов алканового ряда.

Всесоюзный научно-исследовательский  
институт ядерной геофизики и геохимии  
Москва

Поступило  
20 V 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. А. Соколов, Миграция газа и нефти, 1956. <sup>2</sup> В. А. Соколов, Геохимия газов земной коры и атмосферы, 1966. <sup>3</sup> Ф. А. Алексеев и др., Тр. Всесоюз. н.-и. инст. ядерной геофизики и геохимии, в. 4 (1968). <sup>4</sup> И. М. Корниенко и др., Бюлл. научно-технич. информ., сер. гидрогеол. и инж. геол., № 2 (1966). <sup>5</sup> Б. П. Ясенов, Прямые геохимические методы поисков нефти и газа, 1962.