

## ПРИРОДА ПРОЦЕССОВ ОСВЕТЛЕНИЯ КРАСНОЦВЕТНЫХ ПОРОД, ВМЕЩАЮЩИХ КИМБЕРЛИТЫ НАКЫНСКОГО АЛМАЗОНОСНОГО ПОЛЯ ЯКУТИИ

Н.Р.Зарипов, П.А.Игнатов

Российский государственный геологоразведочный университет им. С.Орджоникидзе, г. Москва

Ю.В.Васюта

ФГУП Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов, г. Москва

О.Е.Ковальчук, Л.В.Лисковая

НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО), г. Мирный

О.К.Килижеков

Ботуобинская ГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО), г. Мирный

*Проведён сравнительный газохроматографический анализ красноцветных и осветлённых пород, вмещающих кимберлиты Накынского поля Якутской алмазонасной провинции. Сделан вывод о вероятной связи процессов осветления с воздействием восстановительных углеводородных газов и водорода. Показано, что зоны осветления и связанные с ними газогеохимические ореолы могут служить критериями поисков коренных алмазных месторождений.*

*Ключевые слова: осветление, кимберлиты, углеводородные газы.*

Коренные месторождения алмазов, найденные в начале 90-х годов прошлого века в Накынском поле Западной Якутии, в настоящее время находятся в промышленной разработке (трубки Нюрбинская и Ботуобинская). По обнаруженному здесь в 2006 г. Майскому месторождению дайкового типа в конце 2015 г. запасы алмазного сырья поставлены на учёт в ГКЗ РФ. Центральная часть поля относительно плотно опойскована, однако остаются перспективы открытия мелких алмазонасных трубок и даек. Проведение поисковых работ значительно осложнено перекрытием кимберлитов и вмещающих их нижнепалеозойских пород мощным чехлом юрских морских отложений, скрытым типом рудоконтролирующих структур и сложным геологическим строением района, характеризующимся проявлениями разновозрастных магматических образований и тектонических нарушений. В этой связи использование традиционных шлихо-минералогических и магнитометрических поисков не так эффективно. Авторы развивают

ряд новых в алмазной геологии методов выявления структур, вмещающих кимберлиты [3, 6]. В их числе как косвенный признак рассматривается вторичное осветление красноцветных пород кембрия (далее – осветление) в Накынском поле [4]. Осветлённые породы установлены в зонах тектонических нарушений, прежде всего, контролирующих кимберлиты. Изучение этих новообразований актуально в связи с поисками новых кимберлитовых тел, в том числе алмазонасных. Кроме того, подобные проявления осветления установлены в околотрубочном пространстве кимберлитовых трубок Архангельской алмазонасной провинции [5].

В разрезе осадочного чехла Средне-Мархинского района выделяются два структурных яруса. Нижний сложен вендскими, кембрийскими и ордовикскими морскими терригенно-карбонатными отложениями, верхний – триас-нижне-среднеюрскими континентальными, ниже-среднеюрскими терригенными морскими и четвертичными [7]. Магматизм района представлен

среднепалеозойскими силлами и дайками габбродолеритов трапповой формации и позднепалеозойскими образованиями эруптивных брекчий базитов и кимберлитов [8, 10, 12]. Магматические образования прорывают породы венда, кембрия, ордовика и перекрываются мезозойско-кайнозойскими отложениями.

Осветление фиксируется в красноцветных породах позднего кембрия во вскрытой глубокими (180–600 м) скважинами верхней части мархинской свиты. Мощность задокументированной красноцветной толщи по отдельным скважинам достигает 320 м. Общий объём разрезов, включающих данные образования, составил ~7000 пог. м керн поискового и разведочного бурения. Кроме того, изучены стенки карьера трубки Нюрбинская. Осветление представляет собой секущие образования различных форм и размеров белёсого, светло-голубоватого или светло-зеленоватого цвета, ярко выделяющиеся на фоне красно-бурых пород, и напоминает оглеение красноцветных пород, описанное Е.А.Борисенко и А.И.Перельманом [1, 11].

В Накынском кимберлитовом поле в большинстве случаев отмечены два морфологических типа вторичного осветления: прожилковое и субпослойное. Нередко субпослойное осветление непосредственно продолжает прожилковое (рис. 1). Часто они встречаются совместно, имеют идентичный минеральный и химический составы, что позволяет говорить об их единой природе. Субпослойное осветление распространено более широко, чем прожилковое. Его мощность от долей сантиметра до первых метров. Преимущественно наблюдается на контакте с карбонатными породами. При этом мощность под прослоями известняков или доломитов в не-

сколько раз больше, чем над ними. Нижний контакт субпослойного осветления с первично красноцветной породой постепенный и неровный.

Прожилки осветления, как правило, субвертикальные с углами падения порядка 80° и имеют отчётливые границы. Мощность прожилков от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, иногда >10 см. В ряде случаев в осевой части прожилкового осветления прослеживаются нитевидные трещины, в плоскостях которых присутствует тонкозернистое тёмное вещество. По рентгенофазовому анализу в нём, помимо минералов вмещающих пород и рентгеноаморфных фаз (до 26%), часто встречаются гипс (2–49%), иногда – пироксены (4–6%) и серпентин (1–5%) [4].

По разрезам оценочных и разведочных скважин прожилковое осветление отмечалось вблизи контактов с кимберлитами и эруптивными брекчиями базитов, реже самостоятельно. На Майском месторождении [8] оно обнаружено во вмещающих красноцветных породах кембрия вдоль контактов кимберлитовой дайки, а также в ксенолитах этих пород в кимберлитовых брекчиях внутри контура тела. В разрезах наклонных скважин истинная мощность интервалов с осветлением (зон осветления) колеблется от десятков до 75 м. В целом расположение зон маркирует рудовмещающий разлом, а их мощность увеличивается с глубиной (рис. 2).

В карьере трубки Нюрбинская прожилковое осветление установлено на контакте с маломощной жилой кимберлитовых брекчий (рис. 3, а), а также с дайкой долеритов (см. рис. 3, б). Фиксируются вертикальные субпараллельные дайкам прожилки, которые отходят от контактов на несколько десятков метров. В сечении дайки доле-



Рис. 1. Прожилковое и послойное осветление красноцветных алевролитов мархинской свиты верхнего кембрия:

справа – подошва пластов; наклонная скважина, ПР-1, глубина 212,5 м, диаметр керн 10 см

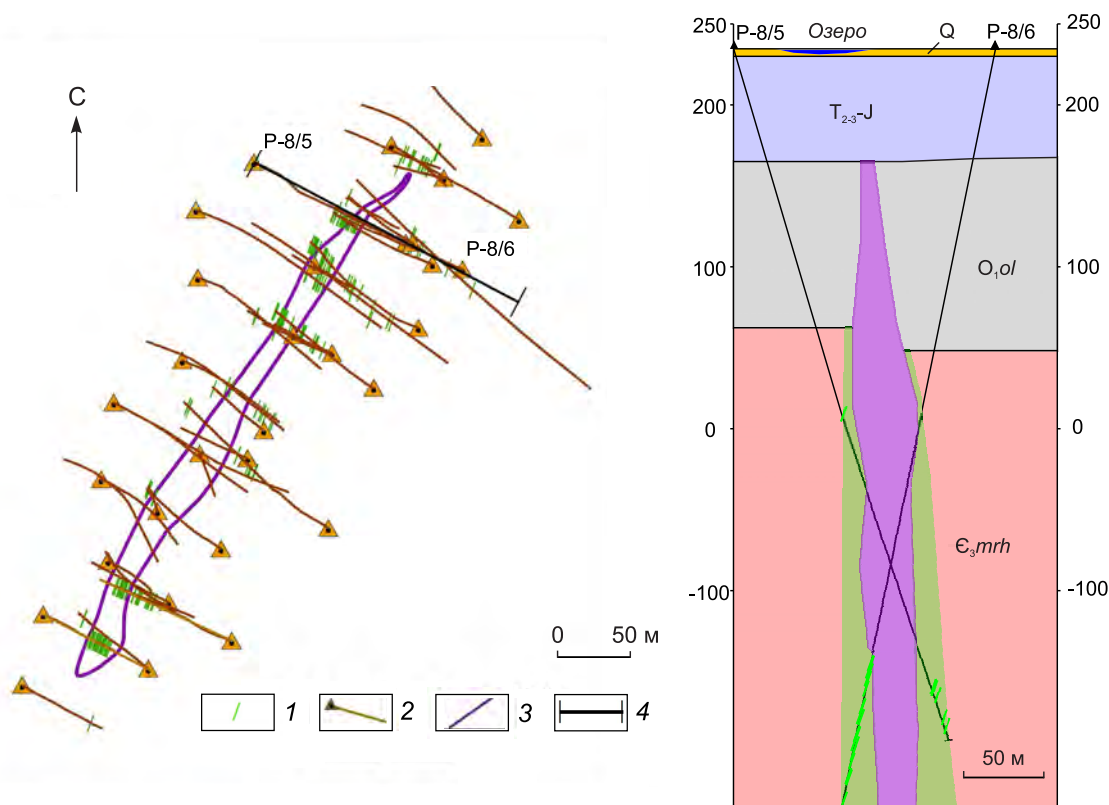


Рис. 2. Распространение прожилкового осветления в красноцветных породах мархинской свиты верхнего кембрия вдоль контактов кимберлитов и на продолжении рудовмещающего разлома в участке выклинивания кимберлитовой дайки Майского месторождения алмазов:

1 – прожилки с осветлением; 2 – проекции наклонных разведочных скважин; 3 – контур тела Майское под чехлом перекрывающих отложений; 4 – линия разреза

ритов имеет место и вторая система прожилков с осветлением другого простирания – вдоль контролирующего кимберлиты Диагонального разлома. Их плоскости параллельны стенке карьера (см. рис. 3, б).

В шлифах участки осветления отличаются лишь отсутствием гидроксидов железа и иногда наличием вторичного доломита. Минеральный состав осветлённых пород определён рентгенофазовым анализом, геохимические характеристики получены по данным рентгенофлуоресцентного и ICP-MS анализов [4]. По данным рентгенофазового анализа 16 проб в осветлённых участках красноцветных пород выявлены примеси магнетита, пироксенов, каолинита, хлорита, серпентина и анкерита (до первых процентов). В осветлении относительно красноцветных пород установлены пониженные содержания, в первую

очередь, железа, а также марганца, калия, титана, цинка и рубидия.

Морфологические и минералого-геохимические особенности зон осветления позволили сделать вывод о вероятном участии газов в их формировании. Для проверки этого предположения были выполнены газохроматографические анализы неизменённых красноцветных и непосредственно примыкающих к ним осветлённых пород (табл. 1). Газохроматографический анализ проводился в лаборатории ЦНИГРИ Ю.В.Васютой при температуре 450°C на хроматографе Agilent 6890 (США). Содержание водорода не определялось. При температуре >350°C в кимберлитах и во вмещающих их осадочных породах раннего палеозоя отмечается скачкообразный рост газовой выделения (рис. 4). Такой режим газоотдачи пород указывает на выделение газов в результате

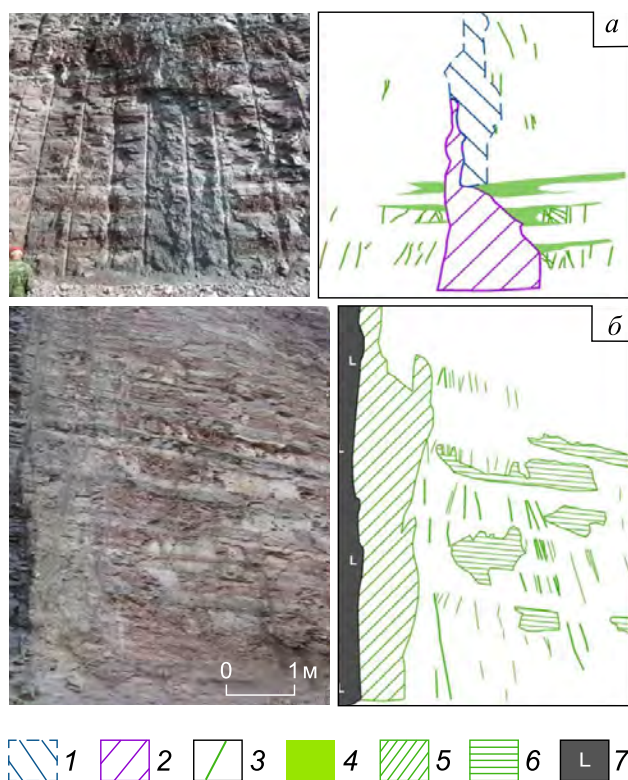


Рис. 3. Осветление около кимберлитовой жилы в северном борту в основании нижнего подступа с отметкой 47,5 м (а) и дайки долерита в северо-восточной стенке карьера тр. Нюрбинская в основании нижнего уступа с отметкой 43,5 м (б):

1 – осветлённая и тектонически нарушенная зона над кимберлитовой дайкой; 2 – кимберлитовая дайка; 3 – проявления прожилкового осветления с плоскостью, перпендикулярной стенке карьера; 4 – субслойное осветление; 5 – осветлённая зона около дайки долеритов; 6 – проявления прожилкового осветления с плоскостью, параллельной стенке карьера; 7 – дайка долерита

вскрытия закрытых пор, т.е. декрепитации флюидных микровключений. Установлено (рис. 5; см. табл. 1), что осветлённые участки породы независимо от их морфологии (послойные или прожилковые зоны) закономерно обогащены метаном, предельными и непредельными углеводородами (в среднем в 1,5–2,5 раза). Прямая корреляция между концентрациями газов в красноцветных и осветлённых породах (см. рис. 5) свидетельствует о том, что зоны осветления являются внутренней частью более обширных газогеохимических ореолов.

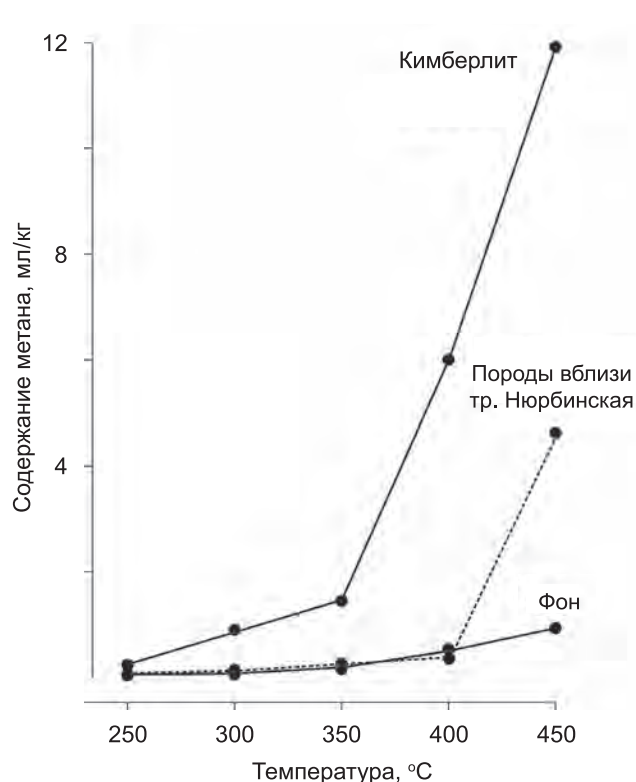


Рис. 4. Динамика выделения метана из пород в зависимости от температуры

По этой же методике ранее выполнены анализы газов как в терригенных и терригенно-карбонатных породах кембрия, так и карбонатных породах ордовика [6]. Выявлена пространственная ассоциация аномалий углекислого газа с кимберлитами и, возможно, другими эндогенными образованиями [9]. Аномальные концентрации углеводородных газов по относительно полно опробованным разрезам осадочных толщ, вскрытых глубоким бурением, встречаются редко и распределены дискретно. В ряде случаев они совпадают с аномалиями углекислого газа.

В связи с повышенными содержаниями углеводородных газов в зонах осветления относительно красноцветных пород кембрия интересно сравнить их с газогеохимическими данными по залегающей выше сероцветной толще ордовика. Для этого рассчитаны средние содержания газов по 116 пробам из сероцветных карбонатных пород олдондинской свиты (см. табл. 1). Содержание углеводородов и  $\text{CO}_2$  в красноцветных терригенно-карбонатных породах повышено относительно карбонатных пород (до 5 раз

## Аппаратурно-технические средства и технологии геологоразведочных работ

### 1. Результаты газохроматографических анализов осадочных пород, мл/кг

Номера образцов	Описание	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>
М-22/2-272	Алевролит красноцветный	125	2,55	0,16	1,20	0,14	3,85	0,36	0,19	5,30
	Алевролит осветлённый	126	2,23	0,16	1,21	0,20	3,99	0,34	0,18	4,52
М-22-3-281	Алевролит красноцветный	133	2,46	0,08	2,16	0,17	2,65	0,24	0,22	2,70
	Алевролит осветлённый	135	4,47	0,21	3,01	0,42	4,97	0,82	0,44	4,88
ПР-3-298	Алевролит красноцветный	215	1,18	0,05	0,64	0,05	3,43	0,11	0,12	3,83
	Алевролит осветлённый	221	2,02	0,16	1,08	0,14	4,70	0,25	0,21	8,20
ПР-3-312.5	Алевролит красноцветный	167	0,80	0,07	0,67	0,07	2,28	0,18	0,13	6,73
	Алевролит осветлённый	509	8,38	1,16	5,09	0,59	11,77	0,16	0,23	11,84
ПР-7/1-432.5	Алевролит красноцветный	138	2,66	0,07	0,95	0,06	2,25	0,04	0,03	2,13
	Алевролит осветлённый	137	2,11	0,10	1,03	0,09	2,90	0,08	0,07	3,22
ПР-8/1-262.5	Алевролит красноцветный	220	2,31	0,10	0,89	0,13	2,87	0,00	0,00	2,60
	Алевролит осветлённый	145	2,36	0,19	1,30	0,17	4,24	0,22	0,13	8,09
ПР-8/1-280	Алевролит красноцветный	124	2,04	0,09	0,92	0,11	2,95	0,10	0,07	3,90
	Алевролит осветлённый	167	2,40	0,34	1,74	0,31	8,16	0,67	0,22	10,36
Р-7/3-291.5	Алевролит красноцветный в кимберлитовой брекчии	105	2,06	0,13	1,10	0,16	3,41	0,32	0,11	3,82
	Алевролит осветлённый в кимберлитовой брекчии	153	2,32	0,19	1,78	0,22	5,53	0,65	0,31	8,44
Р-7/3-295.5	Алевролит красноцветный в кимберлитовой брекчии	221	4,27	0,12	1,22	0,09	4,14	0,08	0,07	5,06
	Алевролит осветлённый в кимберлитовой брекчии	155	2,58	0,13	1,10	0,13	3,51	0,22	0,18	5,59
Р-7/3-318	Алевролит красноцветный в кимберлитовой брекчии	226	2,47	0,10	0,97	0,09	2,57	0,09	0,10	2,74
	Алевролит осветлённый в кимберлитовой брекчии	230	2,82	0,12	1,15	0,12	2,97	0,16	0,14	3,51
Осветлённые породы мархинской свиты (среднее)		198	3,17	0,28	1,85	0,24	5,27	0,36	0,21	6,87
Красноцветные породы мархинской свиты (среднее)		167	2,28	0,10	1,07	0,11	3,04	0,15	0,10	3,88
Сероцветные карбонатные породы олдондинской свиты (среднее по 116 пробам)		114	0,46	0,09	0,18	0,08	0,70	0,12	0,04	0,85

по отдельным компонентам). Эти данные, с одной стороны, могут говорить о глубинном источнике газов, с другой – о вероятном экранирующем влиянии плотных известняков и доломитов олдондинской свиты ордовика. Последнее по принципу скейлинга хорошо согласуется с расширением прожилков в контакте с субслоистым осветлением под подошвой карбонатных слоёв. Следует отметить, что по единичным пробам в ордовикских породах установлены концентрации не только углеводородов и  $\text{CO}_2$ , но и водорода (табл. 2). Интенсивность выделения последнего из пород также скачкообразно возрастает при температурах  $>400^\circ\text{C}$ .

Наличие широко распространённого послослойного осветления и его пространственная связь с прожилковым, а также преимущественное присутствие субслоистого осветления в подошвах пластов известняков и доломитов указывают на возможное микробиальное происхождение осветления в катагенезе [1, 11]. В бедные органическим веществом красноцветные алевролиты могла отжиматься вода с органическим веществом, необходимым для жизнедеятельности восстанавливающих железо анаэробных бактерий.

Вторичное прожилковое и ассоциирующее с ним субслоистое осветление могло быть обусловлено восстановительными гидротермальными растворами или газами. Последнее более вероятно, поскольку в осветлённых породах по сравнению с красноцветными разностями не обнаруживается существенных изменений минерального состава. Кроме того, приведённые

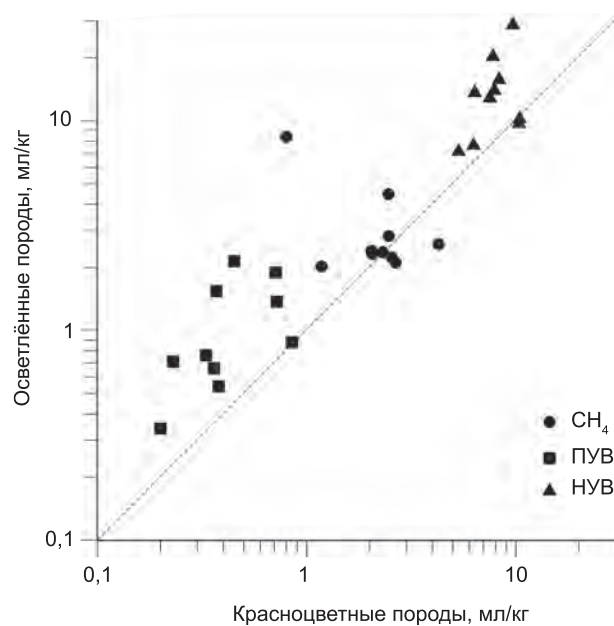


Рис. 5. Соотношение концентраций метана, предельных (ПУВ) и непредельных (НУВ) углеводородов в красноцветных и осветлённых породах

выше данные свидетельствуют о большей насыщенности осветлённых участков высокотемпературными микровключениями восстановленных газов.

Таким образом, распространение прожилкового осветления в красноцветных породах около кимберлитов, эруптивных брекчий базитов и даек основных пород, а также повышенные содержания углеводородов позволяют связать

## 2. Результаты газохроматографических анализов карбонатных пород, $10^{-3}$ мл/кг

№№ скв./м	T, °C	$\text{CO}_2$	$\text{CH}_4$	$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{C}_2\text{H}_4$	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{C}_3\text{H}_6$	$i\text{C}_4\text{H}_{10}$	$n\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{C}_4\text{H}_8$ I	$\text{C}_4\text{H}_8$ II	$\text{H}_2$
16-138/518	100	7,3	617,2	53,8	0,7	2,0	0,7	0,5	1,5	0,0	0,6	0,0
	200	31,0	5840,7	573,4	4,3	7,8	16,7	1,5	5,1	4,6	11,7	0,1
	300	26,1	4630,5	532,5	290,8	42,0	255,9	112,2	60,5	208,0	94,7	0,7
	400	59,6	4630,5	1208,3	760,3	238,1	574,4	74,2	144,5	122,9	102,4	4,4
	500	244,8	8171,5	1925,2	489,6	347,5	500,0	48,8	169,8	75,5	64,0	8,5
	600	913,9	10 350,6	1024	25 344	87,8	180,1	6,3	36,1	36,5	29,4	22,0
564-437/433	100	4,4	4,8	0,4	0,2	1,9	0,2	0,2	0,4	0,0	0,4	0,1
	200	44,0	54,7	6,5	1,8	8,6	6,1	1,8	3,0	2,3	4,4	0,6
	300	48,4	106,6	13,7	21,2	5,8	23,5	2,9	4,6	79,4	16,4	0,7
	400	391,7	936,3	156,2	218,9	78,1	214,3	9,8	19,5	58,9	38,4	5,6

Примечание. Образцы керна карбонатных пород, отобранного из разведочных скважин Нюрбинского месторождения, проанализированы Е.А.Белкиной под руководством д-ра техн. наук В.С.Лебедева в лаборатории ВНИИгеосистем.

процессы осветления с воздействием глубинных восстановительных газов. Главным восстановителем железа, очевидно, был водород, присутствие которого в смеси с углеводородами определено в нижнепалеозойских осадочных породах Накынского поля (см. табл. 2). Вынос железа, возможно, связан с гидрокарбонат-ионом  $\text{HCO}_3$ , в свою очередь, образованным в результате растворения карбонатов под воздействием углекислоты. Косвенным подтверждением этого является повышенное содержание углекислоты в большинстве проб осветлённых алевролитов по сравнению с красноцветными разностями (см. табл. 1).

Не исключено, что поступление снизу высокотемпературных углеводородов,  $\text{CO}_2$  и водорода происходило по трещинам на этапе катагенеза при отжати восстановительных формационных вод. Однако могли существовать и другие источники глубинного водорода, в том числе следующие.

- Залежи углеводородов, содержащих свободный водород. О наличии скоплений углеводородов в Накынском поле свидетельствуют высокие концентрации метана в подмерзлотных рассолах [2], характерные для газовых залежей промышленных масштабов [14]. Во многих случаях при расколе керна глубоких скважин чувствовался запах керосина. Зафиксировано присутствие битумов в прожилках одной из скважин на глубине 480 м. Отметим, что Накынское поле входит в район развития битумов и регионально распространённых нефтегазоносных кембрийских силигирской, чукукской и мархинской свит и ордовикской маркокинской (олдондинской) [13].
- Распад углеводородов на составляющие элементы, включая водород, под действием сверхвысокого давления и высокой температуры на контакте с кимберлитами и другими магматическими породами.
- Мантийный водород, поступающий в приповерхностные горизонты земной коры по зонам глубинных разломов и рифтовым зонам (С.В.Белов, А.М.Портнов, В.Л.Сывороткин и др., 2009 г.).
- Водород, образующийся при серпентинизации оливина. В этом отношении показательны результаты экспериментов по реакции оливина с водным раствором  $\text{NaCl}$  (0,6 моль/кг),

содержащим 8,9 моль/кг  $\text{NaHCO}_3$ , которая длилась при давлении 500 бар и температуре  $300^\circ\text{C}$  [15]. В начале процесса выделяется  $\text{CO}_2$ , затем водород, метан и его тяжёлые гомологи.

- Водород, образующийся в процессе диссоциации захороненных подземных вод при фреатических взрывах, происходящих в процессе быстрого внедрения флюидизированных кимберлитовых и базитовых магм.

Данные о геологическом положении, минеральном, элементном составе зон осветления и распределении в них углеводородов позволяют считать, что процессы осветления главным образом могут быть связаны с поступлением глубинных восстановительных газов, в том числе водорода. Источники газов могли быть разными. Наиболее вероятные из них – нефтегазовые скопления, залегающие в нижних горизонтах рифей-палеозойского разреза. Не менее вероятно формирование газовых флюидов в процессе фреатических взрывов, сопровождавших внедрение флюидизированных кимберлитовых и базитовых магм. В прикладном аспекте особенно интересны газы, продуцируемые при серпентинизации оливина, породообразующего минерала кимберлитов. В целом газогеохимические аномалии как признаки флюидного магматизма [9] могут служить маркерами кимберлитов и соответствующим поисковым критерием коренных алмазных месторождений. Соответственно, задачей дальнейших исследований должен быть более детальный анализ состава и морфологии газогеохимических ореолов в осадочных породах, вмещающих алмазоносные кимберлиты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисенко Е.Н. Геохимия глеевого катагенеза в породах красноцветной формации. – М.: Наука, 1980.
2. Дроздов А.В., Иост Н.А., Лобанов В.В. Криолитогеология алмазных месторождений Западной Якутии. – Иркутск: Изд-во ИГГУ, 2008.
3. Игнатов П.А. Методы обнаружения скрытых рудоконтролирующих структур в осадочных толщах на примерах месторождений урана и алмазов // Фундаментальные проблемы геологии месторождений полезных ископаемых и металлогении: XXI Междунар. научн. конф., посв. 100-летию академика В.И.Смирнова. М., 2010. Т. 1. С. 169–186.

4. *Игнатов П.А., Зарипов Н.Р., Килижеков О.К., Лисковая Л.В.* Осветление кембрийских красноцветных пород Накынского поля Якутской алмазоносной провинции // Изв. вузов. Геология и разведка. 2016. № 5. С. 26–34.
5. *Игнатов П.А., Зарипов Н.Р., Ким В., Гунин А.П.* Типы осветленных красноцветных кимберлитовмещающих пород венда-кембрия Зимнебережного района Архангельской области // Изв. вузов. Геология и разведка. 2015. № 2. С. 15–21.
6. *Ковальчук О.Е., Игнатов П.А., Кряжев С.Г.* Методика локального прогнозирования кимберлитовых тел на основе комплексного исследования вторичной постмагматической минерализации кимберлитов и вмещающих пород, а также продуктов разрушения кимберлитов // Геологическое обеспечение минерально-сырьевой базы алмазов АК «АЛРОСА»: проблемы, пути решения, инновационные разработки и технологии. Мат-лы V полевого научно-практического семинара. Айхал, 2015. С. 96–106.
7. *Никулин И.И., Савко А.Д.* Литология алмазоносных нижнеюрских отложений Накынского кимберлитового поля (Западная Якутия) // Тр. научно-исследовательского ин-та геол. Воронежского гос. ун-та. Воронеж, 2009.
8. *Новое тело высокоалмазоносных кимберлитов в Накыньском поле Якутской кимберлитовой провинции / А.В.Толстов, В.А.Минин, В.Б.Василенко и др.* // Геология и геофизика. 2009. Т. 50. № 3. С. 227–240.
9. *Ореолы углекислого газа в карбонатных породах, вмещающих дайково-жильные кимберлитовые тела Накынского поля Якутии / П.А.Игнатов, А.М.Шмонов, К.В.Новиков и др.* // Руды и металлы. 2014. № 3. С. 39–46.
10. *Особенности магматических образований Накынского кимберлитового поля Якутской провинции / М.Д.Томшин, А.С.Фомин, В.П.Корнилова и др.* // Геология и геофизика. 1998. № 12. С. 1693–1703.
11. *Перельман А.И.* Геохимия эпигенетических процессов. – М.: Изв. высшей школы, 1961.
12. *Среднепалеозойский базитовый магматизм северо-западной части Вилкойского рифта: состав, источники, геодинамика / А.И.Киселев, В.В.Ярмолюк, К.Н.Егоров и др.* // Петрология. 2006. Т. 14. № 6. С. 626–648.
13. *Фомичев А.С.* Еще раз о нефтепроявлениях в кимберлитовых трубках Якутии // Геология нефти и газа. 2008. № 5. С. 58–64.
14. *Якубсон Г.П., Булычев М.М., Самсонов Ф.Н.* Газогидрохимическая зональность и критерии нефтегазоносности локальных структур // Водорастворенные газы нефтегазоносных бассейнов. М., 1991. С. 16–29.
15. *Berndt M.E., Allen D.E., Seyfried W.E.* Reduction of CO<sub>2</sub> during serpentinization of olivine at 300°C and 500 bar // Geology. 1996. Vol. 24. № 4. P. 351–354.

*Зарипов Наиль Ринатович,*  
аспирант  
nail750@mail.ru

*Игнатов Пётр Алексеевич,*  
доктор геолого-минералогических наук  
petrignatov@gmail.com

*Васюта Юрий Васильевич,*  
научный сотрудник  
s34@mail.ru

*Ковальчук Олег Евгеньевич,*  
главный инженер  
KovalchukOE@alrosa.ru

*Лисковая Людмила Валентиновна,*  
кандидат геолого-минералогических наук  
LiskovayaLV@alrosa.ru

*Килижеков Олег Константинович,*  
главный геолог  
KilizhekovOK@alrosa.ru

## THE NATURE OF BLEACHED COUNTRY ROCKS HOSTING KIMBERLITES OF NAKYN DIAMONDIFEROUS FIELD, YAKUTIA

N.R.Zaripov, P.A.Ignatov, Yu.V.Vasyuta, O.E.Kovalchuk, L.V.Liskovaya, O.K.Kilizhekov

*New gas geochemistry data of bleached Cambrian red-colored rocks in Nakyn field of Yakutian diamondiferous province was obtained. The conclusion about the probable connection of bleaching processes with the impact of the hydrocarbon gases and hydrogen is made. It is shown that the bleached rocks and related gas-geochemical halos can serve as exploration criteria for primary diamond deposits.*

*Keywords: bleaching, kimberlites, hydrocarbon gases.*