

АЛМАЗЫ УКУГУТСКОЙ СВИТЫ РОССЫПИ НЮРБИНСКАЯ, НАКЫНСКОЕ КИМБЕРЛИТОВОЕ ПОЛЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Исследованы алмазы верхней залежи россыпи Нюрбинская. Приведены минералогическая и оптико-спектростроическая характеристики алмазов из отложений укугутской свиты. Выявлены закономерности размещения алмазов с теми или иными параметрами в плане россыпи. Установлен зональный характер распределения алмазов укугутской свиты по габитусу, содержанию суммарного азота и степени агрегации этой примеси, степени сохранности, содержанию окрашенных, ожелезненных камней и кристаллов со скульптурами травления. Зафиксированы признаки сортировки кристаллов в процессе осадконакопления.

Ключевые слова: алмазы, россыпи ближнего сноса, Накынское кимберлитовое поле.

Накынское кимберлитовое поле (НКП) Сибирской платформы (СП) – уникальный полигон для исследований алмазов. В его пределах разведаны погребённые высокопродуктивные трубки Нюрбинская, Ботубинская, менее продуктивные дайкообразные тела Майское и Мархинское и алмазоносные дайки, сопряжённые с трубками [4, 7]. К этим коренным источникам, локализованным в зоне Диагонального разлома, генетически и пространственно приурочены погребённые россыпи алмазов [8]. Продуктивность нижнеюрских отложений, перекрывающих коренные месторождения НКП, связана с величиной мезозойского среза трубок Нюрбинская и Ботубинская, которая определяется на этой территории в 30–40 м [5]. Известно, что основным источником формирования россыпи является тр. Нюрбинская, причём большая часть алмазов заключена в продуктивных отложениях укугутской свиты (J_1uk) [11]. Отложения свиты имеют плащеобразное распространение, мощность их изменяется от 1,5 до 18 м, при этом резкое её сокращение отмечено над кимберлитами тр. Нюрбинская [5].

За 2004–2019 гг. нами исследованы минералогические и оптико-спектростроические свойства 5658 кристаллов алмаза, извлечённых из отложений укугутской свиты, залегающей от участка россыпи, примыкающего к тр. Нюрбинская, до юго-западного фланга в 5 км от неё. Алмазы извлечены из kernовых проб 294 скважин (рис. 1), пройденных в ходе геологоразведочных работ Ботубинской, Мирнинской и Вилюйской экспедиций АК «АЛРОСА» (ПАО). Минералогические исследования проведены с использованием классификации Ю. Л. Орлова [9], с разделением алмазов отдельных генетических разновидностей по габитусу и морфологическим типам кристаллов [1, 2]. Изучены гранулометрия алмазов, кристалломорфологические особенности (разновидности, габитус, морфологические типы кристаллов, двойники и сростки,



**Кедрова
Татьяна Владимировна**
старший научный сотрудник
tvkedr@mail.ru

**Богуш
Ирина Николаевна**
кандидат геолого-минералогических наук
ведущий научный сотрудник
irinabogush2165@gmail.com

**Зинчук
Николай Николаевич**
доктор геолого-минералогических наук,
профессор
академик Академии наук РС (Якутия)
главный научный сотрудник
nzninchuk@rambler.ru

**Бардухинов
Леонид Данилович**
заведующий лабораторией
BardukhinovLD@alrosa.ru

**Липашова
Алла Николаевна**
старший научный сотрудник
LipashovaAN@alrosa.ru

Научно-исследовательское геологическое
предприятие АК «АЛРОСА» (ПАО),
г. Мирный



1. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИЗУЧЕННЫХ АЛМАЗОВ ИЗ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ТРУБОК НАКЫНСКОГО ПОЛЯ И ОТЛОЖЕНИЙ УКУГУТСКОЙ СВИТЫ РОССЫПИ НЮРБИНСКАЯ

Наименование трубок, свит	Число	Класс крупности, мм									
		-8+4		-4+2		-2+1		-1+0,5		-0,5+0,2	
		%	мг	%	мг	%	мг	%	мг	%	мг
Кимберлиты тр. Нюрбинская (гор. +175...+145 м)	4610	0,1	133,0	2,3	31,8	40,4	4,8	57,2	0,7	-	-
Кимберлиты тр. Ботуобинская (гор. +175...+85 м)	1180	0,3	277,0	3,7	43,2	34,9	5,4	60,3	0,8	0,8	0,2
Отложения укугутской свиты	5658	0,1	156,1	3,7	35,3	29,5	5,0	66,3	0,7	0,4	0,1

Примечание. % – доля алмазов от общего числа; мг – средняя масса кристаллов.

скульптуры травления), прозрачность, окраска и ожелезнение, фотолюминесценция, твёрдые включения в алмазах, сохранность, трещиноватость, характер сколов и степень механического износа. Физиографическое изучение выполнено под биноклями *Leica Wild M420*. Для возбуждения фотолюминесценции при визуальном определении цвета свечения использован лазер АИЛ-3 (λ -337 нм). Спектры оптической плотности регистрировались на ИК-Фурье спектрометрах *VERTEX 70 (Bruker)* с микроскопом *Hyperion 2000* и ФСМ-1201. Суммарный азот (N_{tot}) определялся сложением выявленных концентраций этой примеси в А-, В-, С-формах в соответствии с работами [12, 13]. Содержание В2-дефектов оценивалось по коэффициенту поглощения полосы на 1358–1380 cm^{-1} , а размер – по положению максимума его полосы [10]. Относительные погрешности определения коэффициентов поглощения для центров А, В1 и В2 составили менее 10 %.

Максимальное число алмазов (до 417 шт. в одной скважине) извлечено из отложений укугутской свиты в непосредственной близости от карьера тр. Нюрбинская (в пределах 1 км). В остальной части россыпи число алмазов по отдельным скважинам варьирует от 1 до 54, причём в половине скважин этот показатель не превышает пяти кристаллов.

Изучены алмазы гранулометрических классов от -8+4 до -0,5+0,2 мм. Среди них наиболее представительными по числу являются кристаллы класса -1+0,5 мм (табл. 1). В среднем гранулометрические характеристики алмазов из отложений укугутской свиты (доля камней различной крупности и средняя масса кристаллов) близки к таковым из трубок Нюрбинская и Ботуобинская. В россыпи несколько повышено содержание кристаллов крупностью -1+0,5 мм. На участке россыпи в районе тр. Ботуобинская, удалённом более чем на 2 км от карьера

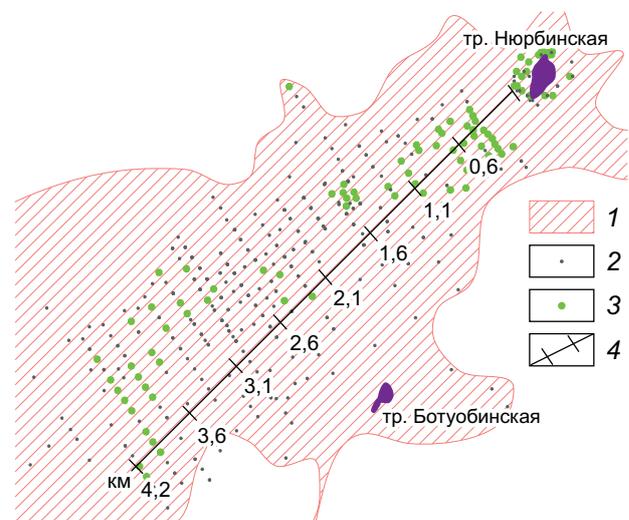


Рис. 1. СХЕМА ИЗУЧЕННОСТИ АЛМАЗОВ ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ УКУГУТСКОЙ СВИТЫ РОССЫПИ НЮРБИНСКАЯ:

1 – контур россыпи Нюрбинская, по данным Вилюйской ГРЭ АК «АЛРОСА» (ПАО); 2 – исследованные скважины; 3 – скважины с числом изученных кристаллов > 10 шт.; 4 – шкала расстояния/анализируемые участки россыпи

тра тр. Нюрбинская, отмечается постепенное снижение числа алмазов крупностью -2+1 мм (рис. 2). Для кристаллов класса -1+0,5 мм наблюдается обратная закономерность, их доля возрастает на юго-западном фланге россыпи. Средняя масса алмазов различных участков россыпи изменяется закономерно, для кристаллов класса -2+1 мм вариации незначительны.

Большинство алмазов укугутских отложений представлены кристаллами разновидности I (93 %), среди которых в близком содержании присутствуют кристаллы октаэдрического и переходного габитусов (22–24 %), чуть реже ламинарные ром-

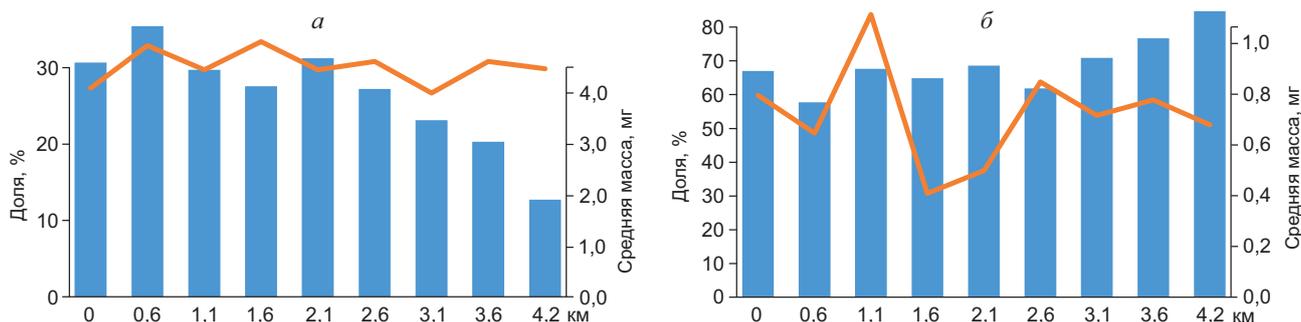


Рис. 2. ДИАГРАММА ИЗМЕНЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ДОЛИ (%) И СРЕДНЕЙ МАССЫ (мг) КРИСТАЛЛОВ КЛАССОВ -2+1 (а), -1+0,5 мм (б) ПО МЕРЕ УДАЛЕНИЯ ОТ ТР. НЮРБИНСКАЯ

бододекаэдры (18 %). Округлые додекаэдровиды встречаются редко (2 %), заметно содержание осколков без признаков кристаллографической огранки (24 %). Помимо алмазов разновидности I в выборке присутствуют кристаллы разновидностей IV (6 %) и VIII (1 %). Как известно, к алмазам разновидности IV относят кристаллы с бесцветным прозрачным ядром и внешней мутной оболочкой, окрашенной в молочно-белые, серые, жёлтые и зелёные цвета [9], которая обычно целиком покрывает ядро. В отложениях укугутской свиты среди кристаллов разновидности IV фиксируются индивиды с частично сохранившейся оболочкой. Доля октаэдров возрастает с увеличением крупности, а содержание осколков максимально в классах -1+0,5 и -0,5+0,2 мм. Среди алмазов различного габитуса доминируют индивиды со сноповидной, сноповидно-занозистой штриховкой, а также с полицентрическим строением граней (рис. 3).

Преобладают камни с розово-сиреневой фотолюминесценцией (49 %) при заметной доле кристаллов с жёлтым, жёлто-зелёным свечением (29 %). Характер свечения алмазов различной крупности практически не отличается.

По характеру морфологии и фотолюминесценции алмазы укугутской свиты в среднем занимают промежуточное положение между трубками Нюрбинская и Ботубинская, в том числе при анализе кристаллов сопоставимых классов крупности. В плане россыпи, с удалением от границы карьера тр. Нюрбинская, постепенно уменьшается содержание кристаллов октаэдрического габитуса (табл. 2).

На участке россыпи в 2,1–2,6 км от тр. Нюрбинская отмечается максимальное содержание ламинарных ромбододекаэдров и алмазов переходных

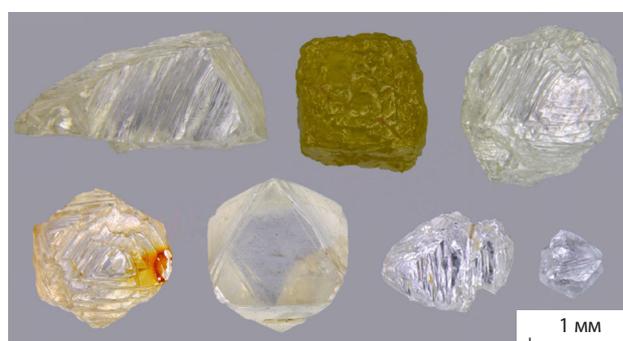


Рис. 3. ОБЩИЙ ВИД АЛМАЗОВ ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ УКУГУТСКОЙ СВИТЫ

форм, здесь же присутствует минимальное число осколков. Данный участок пространственно сопряжён с тр. Ботубинская, и большинство кристаллов извлечено из отложений к северо-западу от неё. Далее на юго-запад повышенное содержание кристаллов переходных форм сохраняется, а доля ламинарных ромбододекаэдров и осколков возвращается к прежнему уровню.

Алмазы укугутской свиты отличаются высоким содержанием индивидов со скульптурами травления, которые в среднем составляют 48 % исследованных алмазов. Повышенное содержание таких кристаллов характерно для верхних горизонтов тр. Ботубинская (53 %), в то время как среди алмазов тр. Нюрбинская их доля не превышает одной трети выборки. Скульптуры представлены чаще всего каналами травления («шрамами»), иногда довольно глубокими. Помимо алмазов с классическими «шрамами» в виде борозд на поверхности встречаются индивиды с узкими сквозными каналами (рис. 4). Доля окрашенных кристаллов

в отложениях укугутской свиты довольно низкая (28 %), в основном они дымчато- и лилово-коричневого цвета. Следует отметить, что содержание цветных кристаллов из кимберлитов верхних горизонтов тр. Нюрбинская чуть выше, чем в тр. Ботубобинская, однако в целом довольно близкое (27 и 20 % соответственно). По данному параметру алмазы из отложений укугутской свиты ближе к таковым из тр. Нюрбинская. Содержание кристаллов с окраской и скульптурами травления возрастает в классах -2+1 и -4+2 мм. Повышенное содержание кристаллов со скульптурами сохраняется при сравнении алмазов одной крупности.

Анализ распределения кристаллов со скульптурами травления в россыпи показал, что в половине скважин доля таких индивидов составляет 50 % и более. Уже в пределах карьера тр. Нюрбинская содержание кристаллов со скульптурами травления в укугутских отложениях на 11 % выше, чем в кимберлитах верхних горизонтов. На участке от 1 до 2,5 км к юго-западу от тр. Нюрбинская, в том числе в районе тр. Ботубобинская, наблюдается снижение частоты встречаемости цветных алмазов.

Среди алмазов укугутской свиты относительно часто и независимо от их крупности встречаются ожелезнённые кристаллы (7 %) и камни с зелёны-



Рис. 4. АЛМАЗ СО СКВОЗНЫМ КАНАЛОМ ТРАВЛЕНИЯ ИЗ РОССЫПИ НЮРБИНСКАЯ

ми пятнами пигментации, позеленением по трещинам и окраской «морская волна» (3 %). Среди алмазов верхних горизонтов тр. Нюрбинская такие кристаллы составляют десятые доли процента. По содержанию ожелезнённых камней алмазы россыпи близки к таковым из тр. Ботубобинская. В укугутских отложениях на расстоянии около 500 м от карьера тр. Нюрбинская помимо индивидов с зелёной пигментацией найден сросток кристаллов разновидности I с бурым пятном. Пигментация такого цвета чаще отмечается на алмазах докембрийских

2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АЛМАЗОВ РАЗЛИЧНОГО ГАБИТУСА ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ УКУГУТСКОЙ СВИТЫ В ПЛАНЕ РОССЫПИ НЮРБИНСКАЯ, отн. %

Трубки / участки россыпи, км	Число	Разновидность I						Разновидность IV	Разновидность VIII
		Октаэдры	Переходные формы	Ламинарные ромбодекаэдры	Округлые додекаэдровиды	Осколки	Прочие		
Кимберлиты тр. Нюрбинская (гор. +175...+145 м)	4610	27,1	21	16,4	1,2	24,5	2,6	5,9	1,2
Россыпь в пределах карьера	1004	25,1	19,2	19,2	2,8	23,4	2,3	6,8	1,2
0–0,6	2911	22,4	24,8	17	2,3	23,1	2,8	5,9	1,7
0,6–1,1	440	23,2	22,7	18,4	2,7	25,7	3,6	3,2	0,5
1,1–1,6	264	20,5	22,7	20,1	1,5	27,3	3	4,9	0
1,6–2,1	122	20,5	23	18,9	1,6	28,7	4,1	3,3	0
2,1–2,6	173	16,2	27,7	26,6	0,6	19,1	1,7	6,9	1,2
2,6–3,1	223	17	27,4	20,6	1,8	27,8	2,2	2,2	0,9
3,1–3,6	214	19,2	24,8	17,3	3,7	26,2	3,7	4,2	0,5
3,6–4,2	286	15	24,5	20,3	2,1	28	3,5	5,6	1
В среднем алмазы из отложений свиты	5658	21,8	23,7	18,3	2,4	24,1	2,9	5,5	1,3
Кимберлиты тр. Ботубобинская (гор. +175...+85 м)	1180	13,4	26,2	25,9	1,2	22,3	3	7,5	0,5

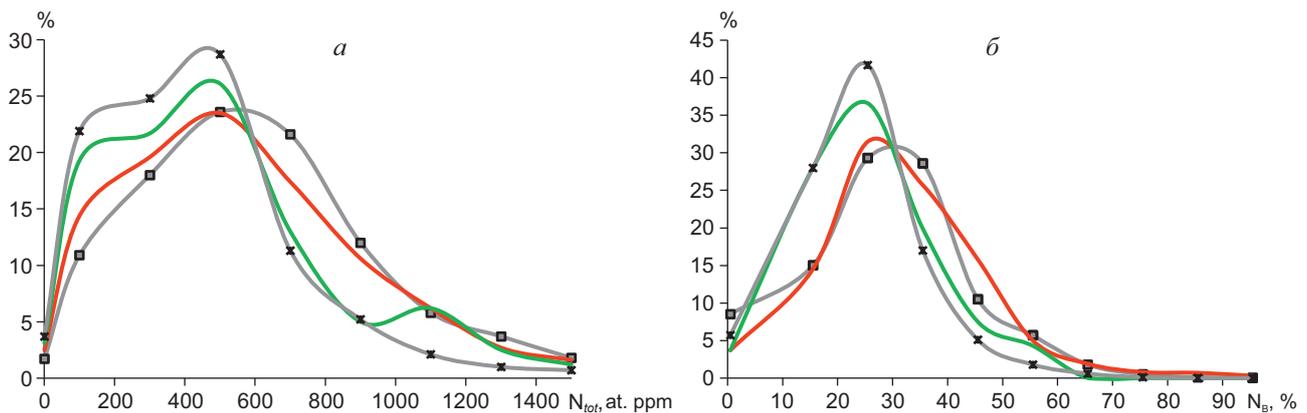


Рис. 5. РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АЛМАЗОВ ПО СОДЕРЖАНИЮ СУММАРНОГО АЗОТА (а) И АЗОТА В В-ФОРМЕ (%) (б) ИЗ УКУГУТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РОССЫПИ НЮРБИНСКАЯ, ТРУБОК НЮРБИНСКАЯ И БОТУОБИНСКАЯ

алмазоносных формаций, однако в данном случае комплекс «признаков древности» [1] отсутствует. Как данный индивид, так и в целом кристаллы из отложений укугутской свиты не имеют признаков механического износа. Однако среди них обнаружены кристаллы с матировкой, заходящей на поверхность скола, предположительно механического происхождения (0,6 %). По внешнему виду такие поверхности отличаются от классической матировки, являющейся результатом окисления алмаза в приповерхностных условиях [1]. Кристаллы с такой матировкой имеют крупность от 4 до 0,5 мм, встречаются на различных участках россыпи и не зафиксированы в пределах карьера трубок. По доле алмазов с включениями (38 %), а также двойников и сростков (15 %) в среднем и в классах -2+1 и -1+0,5 мм алмазы укугутской свиты занимают промежуточное положение между трубками Ботубинская и Нюрбинская, чаще ближе к показателям для тр. Ботубинская.

Содержание ожелезнённых алмазов в укугутских отложениях резко возрастает на расстоянии 1,6 км от карьера тр. Нюрбинская и сохраняется высоким до юго-западного фланга россыпи. Доля кристаллов с пигментацией максимальна в пределах 1 км от тр. Нюрбинская. Вариации содержания кристаллов с включениями, а также двойников и сростков алмазов в россыпи незначительны (в пределах 10 %). Минимальное содержание агрегатов алмазов зафиксировано в пределах карьера тр. Нюрбинская.

Сохранность (целостность) алмазов укугутской свиты невысокая, половина выборки представле-

на обломками (33 %) и осколками (24 %) кристаллов. Доля целых и в незначительной степени повреждённых камней составляет всего 19 %. Максимальное число осколков наблюдается среди алмазов классов -1+0,5 (30 %) и -0,5+0,2 мм (52 %). Наиболее высокая степень сохранности характерна для кристаллов класса -4+2 мм. По характеру сколов среди изученных алмазов чаще всего и в близком содержании встречаются индивиды с механическими, техногенными (30 %), комбинационными (33 %), несколько реже протоматматическими (24 %) сколами. Различия по характеру сколов алмазов наиболее представительных по числу классов крупности находятся в пределах 10 %. Большинство алмазов имеет трещины (58 %), в основном единичные поверхностные и глубокие. Доля трещиноватых камней выше среди кристаллов класса > 1 мм. Более высокая степень сохранности кристаллов из отложений укугутской свиты характерна для части россыпи в районе карьера тр. Нюрбинская и участка в 2,1 км от неё (к северо-западу от тр. Ботубинская). На этих же участках уменьшается содержание обломков и осколков алмазов и несколько снижается доля трещиноватых камней.

По данным ИК-спектроскопии, основную часть изученных алмазов укугутской свиты представляют алмазы с общей концентрацией азота в диапазоне от 100 до 900 at. ppm (рис. 5, а). Кристаллы с малыми (до 400 at. ppm) и средними (от 400 до 800 at. ppm) концентрациями структурного азота присутствуют в близких долях – 34 и 41 % соответственно, а высокоазотистые (от 800 до 2500 at. ppm) индивиды составляют 23 %.

3. УСРЕДНЁННЫЕ СОДЕРЖАНИЯ ДЕФЕКТОВ В АЛМАЗАХ РОССЫПИ НЮРБИНСКАЯ И ТРУБОК НЮРБИНСКАЯ И БОТУОБИНСКАЯ

Трубки / участки россыпи, км	Число	N_{tot} , at. ppm	A, at. ppm	B, at. ppm	B, %	B_2 , cm^{-1}	V_{B_2} , cm^{-1}	H, cm^{-1}
Кимберлиты тр. Нюрбинская (гор. +175...+145 м)	774	594	407	188	29	6,3	1368	1,9
Россыпь в пределах карьера	70	495	304	191	37	5,7	1368	1,4
0–0,6	1285	557	362	195	33	5,7	1368	2,2
0,6–1,1	355	588	380	208	34	6,1	1367	2,9
1,1–1,6	234	571	391	180	29	5,5	1361	2,2
1,6–2,1	101	548	366	182	32	5,6	1366	3,0
2,1–2,6	161	506	359	147	26	4,2	1366	1,9
2,6–3,1	211	509	347	163	30	4,9	1366	1,6
3,1–3,6	207	587	385	202	32	5,7	1366	2,8
3,6–4,2	242	652	427	225	32	6,0	1367	2,1
В среднем алмазы из отложений свиты	2887	564	371	193	32	5,6	1367	2,3
Кимберлиты тр. Ботуобинская (гор. +175...+85 м)	1163	418	311	107	25	3,1	1366	1,3

Распределение по содержанию суммарного азота имеет основной максимум на 400–600 at. ppm. Среднее содержание структурной примеси по выборке 564 at. ppm. «Безазотных» алмазов (с концентрацией < 25 at. ppm, тип IIa) ~ 2 %, остальные можно отнести к физическому типу Ia. Распределение по содержанию азота в В-форме имеет основной максимум на 25 % (см. рис. 5, б). Коэффициенты поглощения B_2 -центров в спектрах достигают $55,6 \text{ cm}^{-1}$, а у 72 % кристаллов типа Ia они $> 2 \text{ cm}^{-1}$. Содержания примеси водорода повышены у 47 % алмазов, коэффициент поглощения узкой линии на 3107 cm^{-1} у них более 1 cm^{-1} , но редко превышает 10 cm^{-1} (4,5 % таких индивидов). Усреднённое значение по выборке составляет $2,3 \text{ cm}^{-1}$.

Основные формы алмазов разновидности I характеризуются большим разбросом значений ИК-параметров. Среди октаэдров больше индивидов, обогащённых азотом, по сравнению с кристаллами переходных форм, ламинарными и округлыми ромбододекаэдрами этой разновидности. Концентрации примеси водорода в среднем повышены у ламинарных и округлых ромбододекаэдров и кубов. Сравнение кристаллов классов -2+1 и -1+0,5 мм показало близость анализируемых ИК-параметров. В среднем по содержанию суммарного азота, примеси азота в А- и В-форме, степени агрегации алмазы из отложений укугутской свиты ближе к таковым из верхних горизонтов тр. Нюрбинская (табл. 3).

Анализ распределения алмазов с данными свойствами в россыпи показал, что к северо-западу от тр. Ботуобинская выделяется участок, удалённый от карьера тр. Нюрбинская на 2,1–2,6 км, где доминируют средне- и малоазотистые кристаллы с пониженной степенью агрегации этой примеси. Алмазы участка ближе к кристаллам из кимберлитов верхних горизонтов тр. Ботуобинская (см. рис. 5, табл. 3).

Таким образом, проведёнными комплексными исследованиями установлено, что алмазы из отложений укугутской свиты обладают признаками, характерными для Накынского кимберлитового поля в целом [6]. К ним относятся: преобладание в сумме кристаллов октаэдрического и переходного габитусов, заметная доля ламинарных ромбододекаэдров разновидности I, низкая доля округлых додекаэдров, относительно высокое содержание алмазов с оболочкой разновидности IV, резкое преобладание камней с розово-сиреневым свечением, низкое содержание кристаллов с сине-голубой люминесценцией. Основная часть кристаллов ассоциации имеет средние концентрации примеси азота и среднюю степень агрегации этой примеси. По сравнению с верхними горизонтами трубок Нюрбинская и Ботуобинская для отложений укугутской свиты в среднем характерно более высокое содержание кристаллов класса -1+0,5 мм, чаще встречаются кристаллы с зелёными пятнами

пигментации и окраской «морская волна». По остальным параметрам алмазы укугутской свиты занимают промежуточное положение между трубками Нюрбинская и Ботуобинская.

Анализ распределения свойств алмазов укугутской свиты в россыпи позволили выявить следующее. На участке россыпи в пределах 1 км от тр. Нюрбинская среди алмазов свиты повышается (относительно показателей в пределах карьера трубки) доля кристаллов класса -2+1 мм на фоне пониженного содержания кристаллов < 1 мм. Здесь же, а также в отложениях в пределах карьера тр. Нюрбинская, наблюдается повышенное содержание кристаллов со скульптурами травления и индивидов с повышенной степенью агрегации примеси азота. Алмазы с такими параметрами свойственны дайке рядом с тр. Нюрбинская.

В отложениях укугутской свиты на расстоянии 2,1–2,6 км от тр. Нюрбинская и далее юго-западнее установлено постепенное снижение доли алмазов класса -2+1 мм и увеличение содержания кристаллов класса -1+0,5 мм вплоть до крайнего фланга россыпи в 4,2 км от тр. Нюрбинская. Участок в 2,1–2,6 км от тр. Нюрбинская находится ближе всего к тр. Ботуобинская и сопряжён с ней. Здесь зафиксированы увеличение доли ламинарных ромбододекаэдров разновидности I и индивидов с пониженным содержанием суммарного азота и степенью агрегации данной примеси, повышение степени сохранности алмазов, понижение доли окрашенных камней. По совокупности морфологических и оп-

тико-спектроскопических параметров алмазы данной части россыпи максимально близки к таковым из верхних горизонтов тр. Ботуобинская. Юго-западнее данной территории доля ламинарных ромбододекаэдров и осколков возвращается к прежнему уровню, повышается содержание окрашенных камней, увеличивается доля средне- и высокоазотистых индивидов с несколько повышенной степенью агрегации примеси азота. В целом с удалением от тр. Нюрбинская до крайнего юго-западного фланга россыпи в отложениях укугутской свиты наблюдаются планомерное снижение частоты встречаемости кристаллов октаэдрического габитуса, алмазов с высокой степенью прозрачности, повышение содержания камней с травлением и ожелезнением.

Выполненные исследования позволили определить закономерности размещения алмазов в осадочных отложениях. Распределение свойств алмазов укугутской свиты россыпи Нюрбинская имеет зональный характер, обусловленный образованием россыпи за счёт нескольких генетических источников. В то же время отмечаются признаки сортировки кристаллов в процессе осадконакопления. В результате комплексного анализа типоморфных свойств алмазов выделены ореолы распространения кристаллов из трубок Нюрбинская и Ботуобинская, установлены признаки поступления в осадочные отложения алмазов из мелких кимберлитовых тел даечного типа, что следует учитывать при планировании поисковых работ на данной территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев В. П., Ефимова Э. С., Зинчук Н. Н., Коптиль В. И. Атлас морфологии алмазов России. – Новосибирск : СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 2000. – 291 с.
2. Бокий Г. Б., Безруков Г. Н., Ключев Ю. А., Налетов А. М., Непша В. И. Природные и синтетические алмазы. – М. : Наука, 1986. – 221 с.
3. Граханов О. С. Рельеф погребённого карбонатного цоколя и его роль в формировании раннеюрской россыпи алмазов Средне-Мархинского района // Наука и образование. – 2009. – № 3. – С. 54–59.
4. Граханов О. С., Серов И. В. Древние россыпи ближнего сноса Средне-Мархинского алмазоносного района // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2009. – № 3. – С. 22–27.
5. Граханов С. А., Шаталов В. И., Штыров В. А., Кычкин В. Р., Сулейманов А. М. Россыпи алмазов России. – Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2007. – 457 с.
6. Зинчук Н. Н., Коптиль В. И., Борис Е. И., Липашова А. Н. Типоморфизм алмазов из россыпей Сибирской платформы как основа поисков алмазных месторождений // Руды и металлы. – 1999. – № 3. – С. 18–31.
7. Квасница В. Н., Зинчук Н. Н., Коптиль В. И. Типоморфизм микрокристаллов алмаза. – М. : Недра. – 1999. – 224 с.
8. Килижеков О. К., Толстов А. В. Закономерности образования и размещения промышленных россыпей алмазов в Накынском кимберлитовом поле (Якутская алмазоносная провинция) // Наука и образование. – 2017. – № 1 (85). – С. 12–20.
9. Орлов Ю. Л. Минералогия алмаза. – 2-е изд. – М. : Наука, 1984. – 264 с.
10. Соболев Е. В., Ленская С. В., Лисойван В. И. О пластинчатых образованиях в структуре природных ал-

мазов // Журнал структурной химии. – 1968. – Т. 9, № 6. – С. 1029–1033.

11. Толстов А. В., Килижеков О. К., Неустроев Р. Г., Гре-чишников Д. Н., Копылов Г. Н., Разумов А. Н., Яхин Ш. М. Особенности геологического строения, условий залегания и системы разведки погребённой россыпи алмазов Нюрбинская // Россыпи и месторождения кор выветривания: современные проблемы исследования и освоения : материалы XIV Международного

совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. – Новосибирск, 2010. – С. 660–665.

12. Boyd S. R., Kiflawi I., Woods G. S. Infrared absorption by the B nitrogen aggregate in diamond // *Philosophical Magazine Part B*. – 1995. – V. 72. – pp. 351–361.
13. Boyd S. R., Kiflawi I., Woods G. S. The relationship between infrared absorption and the A defect concentration in diamond // *Philosophical Magazine Part B*. – 1994. – V. 69. – pp. 1149–1153.

REFERENCES

1. Afanas'ev V. P., Efimova E. S., Zinchuk N. N., Koptil' V. I. Atlas morfologii almazov Rossii [Atlas of morphology of diamonds in Russia], Novosibirsk, SO RAN, NITs OIGGM Publ., 2000, 291 p.
2. Bokii G. B., Bezrukov G. N., Klyuev Yu. A., Naletov A. M., Nepsha V. I. Prirodnye i sinteticheskie almazы [Natural and synthetic diamonds], Moscow, Nauka Publ., 1986, 221 p.
3. Grakhanov O. S. Rel'ef pogrebenного karbonatного tsokolya i ego rol' v formirovaniі ranneyurskoi rossypi almazov Sredne-Markhinskogo raiona [The relief of the buried carbonate basis and its role in the formation of the Early Jurassic diamond placer of the Middle Markha region], *Nauka i obrazovanie [The Education and Science Journal]*, 2009, No 3, pp. 54–59. (In Russ.).
4. Grakhanov O. S., Serov I. V. Drevnie rossypi blizhnego snosa Sredne-Markhinskogo almazonosnogo raiona [Ancient placers of the near demolition of the Middle Markhinsky diamondiferous region], *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Geologiya i razvedka [Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration]*, 2009, No 3, pp. 22–27. (In Russ.).
5. Grakhanov S. A., Shatalov V. I., Shtyrov V. A., Kychkin V. R., Suleimanov A. M. Rossypi almazov Rossii [Placers of diamonds in Russia], Novosibirsk, Akademicheskoe izd-vo "Geo" Publ., 2007, 457 p.
6. Zinchuk N. N., Koptil' V. I., Boris E. I., Lipashova A. N. Tipomorfizm almazov iz rossypei Sibirskoi platformy kak osnova poiskov almaznykh mestorozhdenii [Typomorphism of diamonds from placers of the Siberian platform as the basis for the search for diamond deposits], *Rudy i metally [Ores and Metals]*, 1999, No 3, pp. 18–31. (In Russ.).
7. Kvasnitsa V. N., Zinchuk N. N., Koptil' V. I. Tipomorfizm mikrokrystallov almaza [Typomorphism of diamond microcrystals], Moscow, Nedra Publ., 1999, 224 p.
8. Kilizhekov O. K., Tolstov A. V. Zakonomernosti obrazovaniya i razmeshcheniya promyshlennykh rossypei almazov v Nakynskom kimberlitovom pole (Yakutskaya almazonosnaya provintsiya) [Patterns of formation and placement of industrial diamond placers in the Nakyn kimberlite field (Yakutsk diamondiferous province)], *Nauka i obrazovanie [The Education and Science Journal]*, 2017, No 1 (85), pp. 12–20. (In Russ.).
9. Orlov Yu. L. Mineralogiya almaza. [Mineralogy of diamond.], Moscow, Nauka Publ., 1984, 264 p.
10. Sobolev E. V., Lenskaya S. V., Lisoivan V. I. O plastinchatykh obrazovaniyakh v strukture prirodnykh almazov [About lamellar formations in the structure of natural diamonds], *Zhurnal strukturnoi khimii [Journal of Structural Chemistry]*, 1968, V. 9, No 6, pp. 1029–1033. (In Russ.).
11. Tolstov A. V., Kilizhekov O. K., Neustroev R. G., Grechishnikov D. N., Kopylov G. N., Razumov A. N., Yakhin Sh. M. Osobennosti geologicheskogo stroeniya, uslovii zaleganiya i sistemy razvedki pogrebennoi rossypi almazov Nyurbinskaya [Features of the geological structure, bedding conditions, and the exploration system of the buried diamond placer Nyurbinskaya], *Rossypi i mestorozhdeniya kor vyvetrivaniya: sovremennye problemy issledovaniya i osvoeniya : materialy XIV Mezhdunarodnogo soveshchaniya po geologii rossypei i mestorozhdenii kor vyvetrivaniya [Placers and deposits of weathering crust: current problems of research and development: materials of the XIV International meeting on the geology of placers and deposits of weathering]*, Novosibirsk, 2010, pp. 660–665. (In Russ.).
12. Boyd S. R., Kiflawi I., Woods G. S. Infrared absorption by the B nitrogen aggregate in diamond, *Philosophical Magazine Part B*, 1995, V. 72, pp. 351–361.
13. Boyd S. R., Kiflawi I., Woods G. S. The relationship between infrared absorption and the A defect concentration in diamond, *Philosophical Magazine Part B*, 1994, V. 69, pp. 1149–1153.

DIAMONDS FROM THE UKUGUT SUITE OF THE NYURBINSKAYA PLACER, NAKYN KIMBERLITE FIELD

Kedrova T. V. (senior researcher)

Bogush I. N. (PhD, leading researcher)

Zinchuk N. N. (PhD, Professor, Academician of the Academy of Sciences of Sakha Republic (Yakutia)),
chief researcher

Bardukhinov L. D. (Head of laboratory)

Lipashova A. N. (senior researcher)

Research geological enterprise, ALROSA JSC, Mirny (Russia)

Diamonds of the upper deposit of the Nyurbinsky placer have been studied. Mineralogical and optical-spectroscopic characteristics of diamonds from deposits of Ukugut suite are shown. Location patterns of diamonds with certain placer parameters have been revealed. The zonal mode of distribution for Ukugut suite diamond properties is established due to concentration peculiarities of material from different primary sources. At the same time, signs of crystal sorting as a result of sedimentation processes were recorded.

Key words: diamonds, placers, Nakyn kimberlite field.

