

УДК 549.211:551.81:552.323.6

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗОВ ИЗ КИМБЕРЛИТОВ СЕВЕРО-ВОСТОКА СИБИРСКОЙ И АРХАНГЕЛЬСКОЙ АЛМАЗОНОСНЫХ ПРОВИНЦИЙ

Н.Н.Зинчук, В.И.Коптиль, А.И.Махин

*Якутское научно-исследовательское геологоразведочное предприятие ЦНИГРИ
Акционерной компании "АЛРОСА", Республика Саха (Якутия), г.Мирный*

Приведены результаты сопоставления типоморфных особенностей алмазов из кимберлитовых трубок северо-востока Сибирской и Архангельской алмазоносных провинций. Основным морфологическим отличием алмазов из кимберлитовых трубок сопоставляемых регионов является отсутствие в диатремах северо-востока Сибирской платформы многогранников V и VII разновидностей (по Ю.Л.Орлову), особенности которых, наряду с кристаллами II разновидности, в значительной степени определяют специфику как диатрем месторождения имени Ломоносова, так и большинства россыпей северо-востока Якутии. К чертам морфологического сходства сравниваемых объектов можно отнести преобладание среди многогранников I разновидности округлых кристаллов над ламинарными ромбоэдрами, увеличение содержания кристаллов октаэдрического габитуса в мелких классах по сравнению с более крупными индивидами. Наблюдается значительное сходство и по особенностям фотолюминесценции, содержанию азота в А-форме и парагенезису твердых включений между мелкими алмазами большинства сопоставляемых объектов. Не исключено, что эти кристаллы представляют собой совокупность, в региональном плане отражающую генетическую специфику алмазов из коренных источников, расположенных на периферии Восточно-Европейской и Сибирской платформ.

Сопоставление типоморфных особенностей алмазов из кимберлитовых трубок Сибирской и Архангельской алмазоносных провинций (ААП) ранее не проводилось. В опубликованных работах указывалось лишь, что по минералогической характеристике кристаллы из кимберлитов месторождения имени Ломоносова близки индивидам из россыпей некоторых районов Лено-Анабарской субпровинции

Сибирской алмазоносной провинции [1-9]. Как известно, коренных источников для абсолютного большинства россыпей северо-востока Сибирской платформы в настоящее время не установлено. Это подчеркивается тем, что алмазы из имеющихся в этом регионе кимберлитовых тел отличаются по своим кристалломорфологическим признакам и физическим особенностям от россыпных [1,2,4-7,10-13]. В результате проведенного районирования территории Сибирской платформы по минералогическим особенностям алмазов [3-6] для их россыпных проявлений было выделено четыре вероятных типа первоисточника. При этом для алмазов из россыпей северо-востока Сибирской платформы в качестве первоисточника указывался III тип, кристаллы которого в значительной степени представлены насыщенными включениями графита, кривоугольными ромбододекаэдрами V разновидности, сложными двойниками и сростками додекаэдровидов VII разновидности, а также равномерно окрашенными кубоидами II разновидности (по Ю.Л.Орлову). Поскольку две первые из указанных разновидностей в кимберлитовых телах северо-востока Сибирской платформы отсутствуют, алмазы III типа первоисточника

рассматриваются как кристаллы невыясненного генезиса.

Так как проблемы совершенствования методики прогнозирования и поисков коренных месторождений алмазов не теряют своей актуальности, то на наш взгляд, необходимо дальнейшее расширение базы данных по сопоставлению вещественного состава алмазоносных объектов различных кимберлитовых провинций, в частности по типоморфизму алмазов. С этой точки зрения проводимое нами сравнение представляет значительный интерес. Кроме того, диатремы северо-востока Якутии и Архангельской области отличаются в пределах своих регионов друг от друга по алмазоносности и минералогической характеристике алмазов. Имеют ли эти отличия случайный характер или подчиняются каким-либо закономерностям, проявляются на локальном уровне или имеют региональное значение - ответ на эти вопросы, в конечном итоге, можно будет дать, основываясь на подобного рода сопоставлениях.

Для сравнения нами были выбраны алмазы кимберлитовых трубок имени Ломоносова, Пионерская, Поморская, имени Карпинского-1, Кольцовская, Первомайская Золотицкого рудного поля Архангельской алмазоносной провинции и кристаллы некоторых диатрем Верхнемунского (Заполяная), Омонос-Укукитского (Ленинград) и Куранахского (Малокуонапская, Университетская) кимберлитовых полей северо-востока Сибирской платформы. Выбор конкретных диатрем для сравнительного анализа определялся как представительностью коллекции изученных алмазов, зависящей от алмазоносности кимберлитов и стадийности проведенных геологоразведочных работ, так и присутствием в отдельных

кимберлитовых телах кристаллов нескольких классов крупности. Последнее обстоятельство необходимо подчеркнуть, так как для алмазов из кимберлитов обеих провинций ранее установлена явная зависимость их морфологических и физических особенностей от размеров кристаллов [7-9,14-17]. Критериями сравнения являются кристалломорфология, фотолюминесценция, содержание азота в форме А-центра, изотопия углерода и минеральный состав твердых включений в алмазах.

Кристалломорфологическое описание индивидов осуществлялось с использованием минералогической классификации алмазов Ю.Л.Орлова [13], выделением дополнительных типов по габитусу и особенностям морфологии граней. Поскольку разновидности алмазов данной классификации являются морфогенетическими, а типы кристаллов, выделяемые в пределах разновидностей, несут дополнительную информацию о постгенетических процессах, оказавших влияние на изменение первоначального облика индивидов, установленный на их основе морфологический спектр алмазов каждого из исследованных объектов в определенной степени отражает их онтогению. Именно по этой причине в основе нашего сопоставления лежит кристалломорфологическое описание многогранников.

Рассмотрим сравнительную характеристику морфологических особенностей алмазов сопоставляемых объектов по классам крупности (табл. 1-4), условно выделив среди последних крупный (-4+2 мм), средний (-2+1 мм) и мелкий (-1+0,5 мм). Как

следует из таблицы 1, главным морфологическим отличием алмазов класса -4+2 мм кимберлитовых трубок Заполярная, Ленинград и Малокуонапская от кристаллов рассматриваемых диатрем месторождения имени Ломоносова (Пионерская, имени Ломоносова, Поморская, имени Карпинского-1) является отсутствие в первых многогранников II, V и VII разновидностей. В кимберлитовых телах Архангельской провинции на долю тетрагексаэдров и кубов II разновидности приходится, в зависимости от диатремы, от 6 до 14% общего количества камней рассматриваемого класса крупности, а сростки, обломки с природным характером скола (реже – монокристаллы) V разновидности в сумме со сростками додекаэдроидов VII разновидности представлены в количестве от 18 до 24%. Соответственно среди крупных алмазов якутских диатрем, за исключением трубки Заполярная, значительно более высокая доля октаэдров и переходных от октаэдра к додекаэдрову многогранников (27-60%) I разновидности. Кимберлитовая брекчия диатремы Заполярная содержит невысокий суммарный процент крупных октаэдров и переходных индивидов и не отличается в этом отношении от кимберлитов месторождения имени Ломоносова. Отсюда следует, что алмазы крупного класса изученных трубок Лено-Анабарской субпровинции представлены исключительно I разновидностью, тогда как в трубках месторождения имени Ломоносова содержание такого рода кристаллов составляет приблизительно 60-70%.

Таблица 1

Кристалломорфогенетические особенности алмазов (класса -4+2 мм) из кимберлитовых тел Архангельской алмазоносной провинции и северо-востока Сибирской платформы

Название кимберлитовой трубки	Количество изученных кристаллов	Разновидности алмазов, по Ю.Л.Орлову														Общее содержание, в %	
		I										II		V + VII	VIII		
		Октаэдры	Переходные формы	Додекаэдроиды			Псевдогемиморфные	Кубы	Тетрагексаэдры	Прочие	Сумма I разновидности	Кубы	Тетрагексаэдры	Сумма II разновидности			
				ламинарные	округлые	сумма додекаэдроидов											
Имени Ломоносова	342	6,5	10,5	23,5	25,6	49,1		0,3		2,4	66,4	1,2	5,2	6,4	23,3	1,5	97,6
Пионерская	370	4,4	2,5	20,4	43,9	64,3	1,1	0,3		0,9	72,6	1,1	7	8,1	18,1	0,3	99,1
Поморская	233	1,8	0,9	18,6	44,3	62,9				0,4	65,6	0,4	11,3	11,7	21,9	0,4	99,6
Имени Карпинского	374	4	0,8	12,4	43	55,4				0,6	60,2	0,5	14	14,5	24	0,3	99,4
Заполярная	53		4,1	20,4	57,1	77,5	18,4				100						100
Ленинград	15	13,4	13,4	20	40	60	13,4				100						100
Малокуонапская (богатый столб)	28	32,1	28,6	32,1		32,1	3,6			3,6	100						100
Малокуонапская (бедный столб)	14	14,3	35,7	28,6	14,3	42,9					92,9					7,1	92,9
Университетская	5	20	20	40	20	60					100						100
Светлана	20		46,7	13,3	33,3	46,6	6,7				100						100

Если сравнивать не весь морфологический спектр алмазов в целом, а только их I разновидности, нельзя не отметить сходство кристаллов крупного класса сопоставляемых диатрем, заключающееся в очень близком содержании одних и тех же морфологических типов. Так, трубки Заполярная, Пионерская и Поморская почти идентичны по содержанию ламинарных ромбододекаэдров (около 20%), округлых кристаллов «уральского» типа (57 и 44%), и суммарной доле октаэдров и переходных индивидов (4,7 и 3% соответственно). Трубки Ленинград и имени Ломоносова также характеризуются близким содержанием перечисленных типов алмазов I разновидности (табл. 1,2). Общей особенностью сопоставляемых диатрем является отсутствие среди крупных камней изученной коллекции плоскогранных остросереберных октаэдров. Для алмазов архангельских трубок характерно преобладание среди октаэдрических многогранников индивидов со сноповидно-заноистой и блоковой скульптурами (от 80 до 100% в сумме от общего количества октаэдрических кристаллов). За исключением диатремы Ленинград, эта же особенность присуща алмазам сопоставляемых объектов Якутской провинции, причем, если кристаллы октаэдрического габитуса отсутствуют в изученной выборке (как это наблюдается в диатремах Заполярная и Светлана), многогранники со сноповидно-заноистой штриховкой и блоковой скульптурой превалируют среди переходных индивидов. Завершая сопоставление морфологии алмазов крупных классов, нельзя не отметить

такую общую особенность кристаллов диатрем Заполярная и Ленинград, как необычайно высокую долю среди них псевдогемиморфных индивидов (18 и 13% соответственно).

Сравнивая кристалломорфологические особенности алмазов среднего класса крупности (-2+1 мм), отметим, что в сферу сопоставления попадают еще две диатремы Золотицкого рудного поля, в которых присутствуют лишь кристаллы среднего и мелкого классов – Кольцовская и Первомайская. Несмотря на то, что эти кимберлитовые тела находятся вблизи северного фланга месторождения имени Ломоносова, по кристалломорфологическим особенностям алмазов они, скорее всего, ближе к кристаллам рассматриваемых трубок Среднеоленинского района. В них также отсутствуют индивиды V и VII разновидностей при высокой суммарной доле кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдра к ромбододекаэдру габитуса, достигающей в диатреме Первомайская 37% (см. табл. 2). Повышенное содержание октаэдров и переходных кристаллов характерно также для рассматриваемых диатрем Куранахского и Омонос-Укукитского кимберлитовых полей. Причем, как видно из табл. 2, количество октаэдров в классе -2+1 мм увеличивается по сравнению с предыдущим, как в кимберлитовых телах Золотицкого, так и Верхнемунского и Омонос-Укукитского алмазоносных полей, тогда как для трубок Куранахского поля характерна обратная закономерность. Среди многогранников октаэдрического габитуса появляются остросереберные,

Таблица 2

**Кристалломорфогенетические особенности алмазов (класса -2+1 мм) из кимберлитовых тел
Архангельской алмазоносной провинции и северо-востока Сибирской платформы**

Название кимберлитовой трубки	Количество сталлов	Октаэдры	Переходные формы	Разновидности алмазов, по Ю.Л.Орлову														Общее содержание, в %	
				I							II			III	IV	V+VII	VIII		
				Додекаэдронды			Псевдогемиморфные	Кубы	Тетрагексаэдры	Прочие	Сумма I разновидности	Кубы	Тетрагексаэдры	Сумма II разновидности					
				ламинарные	округлые	сумма додекаэдрон- дов													
Имени Ломоносова	564	5,6	3,5	32,6	38,3	70,3	1,2				80,6	0,8	4,6	5,4			13,4	0,6	100
Пионерская	501	8,2	2,4	26,7	44,8	71,5	1,3	0,2		1,1	84,7	0,9	5,3	6,2			9,1		100
Поморская	482		1,5	9,7	56,4	66,1					67,6		18	18			14,4		100
Имени Карпинского	541	2,8	2,2	6,9	60,2	67,1	0,8			3,2	75,3	0,4	11,8	12,2			12,5		100
Кольцовская	25	13,5		9	63,9	72,9	4,5				90,9	9,1		9,1					100
Первомайская	16	35,2	1,8	9,8	41,3	51,1					88,1		11,8	11,8					99,9
Заполярная	353	5,5	9	11,3	57,8	69,1	9,3	0,6	0,6		94,1					1,4		4,5	100
Ленинград	145	26,8	13,7	6,9	35,1	42	9,7			1,6	93,6							6,2	100
Малокуонапская (богатый столб)	220	15,6	25,6	42,7	7,6	50,3	5,2	0,5	0,4	1			0,5	0,5				0,9	100
Малокуонапская (бедный столб)	86	12	9,9	16	45,8	61,8	2,3		4,7	4	94,7		0,6	0,6	3,5			1,2	100
Университетская	71		19,4	35,8	28,4	64,2		1,5	2,5		95					0,4		4,7	99,7
Светлана	87	19,3	8,5	14,5	48,2	62,7	8,4				98,9							1,1	100

Комарова	19	17,7	41,1	41,1		41,1				99,9						99,9
----------	----	------	------	------	--	------	--	--	--	------	--	--	--	--	--	------

отсутствовавшие в более крупном классе, хотя их содержание очень незначительно (доли процента в большинстве сопоставляемых диатрем). По особенностям морфологического спектра октаэдры размером от 1 до 2 мм более разнообразны, чем в классе – 4+2 мм. В трубках Куранахского кимберлитового поля (Малокуонапская и Университетская) преобладают (50-60% от общего количества октаэдров) индивиды со сноповидно-заноистой штриховкой на {110} при значительной доле (20-40%) кристаллов с полицентрическим характером развития граней {111}. Среди кимберлитовых тел Золотицкого рудного поля октаэдры со сноповидно-заноистой штриховкой доминируют в трубке имени Карпинского-1, составляя более 70% от общего количества индивидов этого габитусного типа. В диатремах Первомайская и Кольцовская, напротив, кристаллы со сноповидно-заноистой штриховкой отсутствуют, тогда как доля плоскогранных остросереберных октаэдров в общем числе многогранников октаэдрического габитуса наиболее высока (30-50%). Обращает на себя внимание схожий характер распределения октаэдров по типам в трубках Заполярная, имени Ломоносова и Пионерская (см. табл.2). В первых двух преобладают (36 и 39% соответственно) индивиды с полицентрическим характером развития граней {111} при близких долях октаэдров со сноповидно-заноистой штриховкой, составляющих 25-

30% от общего количества кристаллов октаэдрического габитуса.

Сопоставление данных, приведенных в таблицах 1 и 2, показывает, что кроме описанного выше изменения содержания отдельных типов кристаллов октаэдрического габитуса, при переходе от крупного к более мелкому классам меняется морфологический спектр алмазов в целом как в количественном, так и в качественном отношении. Характер этих изменений может быть общим для разных диатрем, независимо от степени их географической удаленности друг от друга. Например, в нашем случае происходит увеличение (до 20-30%) содержания типичных округлых алмазов в диатремах имени Ломоносова, Поморская, имени Карпинского-1, Университетская и Малокуонапская и уменьшение их концентрации в трубке Ленинград. Следует также отметить, что в диатремах Пионерская и Заполярная оно остается приблизительно одинаковым. Количество ламинарных додекаэдроидов повышается в трубках имени Ломоносова, Пионерская, богатой разновидности кимберлитов диатремы Малокуонапская и снижается в трубках Поморская, Карпинского-1 и бедной разновидности брекчий трубки Малокуонапская. Для кимберлитовых тел Золотицкого рудного поля характерен рост содержания алмазов I разновидности в целом с уменьшением их крупности, тогда как во всех рассматриваемых трубках Якутской провинции оно незначительно падает.

Таблица 3

Кристалломорфогенетические особенности алмазов (класса –1+0,5 мм) из кимберлитовых тел Архангельской алмазоносной провинции и северо-востока Сибирской платформы

Название трубки	Количество изученных кри- сталлов	Разновидности алмазов, по Ю.Л.Орлову																	Общее содержание, в %
		I											II		III	IV	V+VII	VIII	
		Октаэдры	Переходные формы	Додекаэдроиды			Псевдогемиморфные	Кубы	Тетрагексаэдры	Прочие	Сумма I разновидности	Кубы	Тетрагексаэдры	Сумма II разновидности					
				ламинарные	округлые	сумма додекаэдроидов													
Имени Ломоносова	782	17,7	1,6	21,7	42	63,7	0,9			0,6	83,9	0,3	4,6	4,9			6,4	4,2	100
Пионерская	867	21,9	0,7	19,5	42,5	62	0,7	0,1		0,6	85,4	1	6	7			5,2	1,8	100
Поморская	639	20		4,3	48,6	52,9	0,5			1	73,4	1,4	20,8	22,2			3,4		100
Имени Карпинского	749	5,9	0,5	13,6	57,4	71	0,8				78,2	0,9	13,3	14,2			7,4	0,5	100
Кольцовская	56	51,1		8,5	34,1	42,6	2,1				95,8		2,1	2,1				2,1	100
Первомайская	93	63,4	5,4	12,7	14,1	26,8					95,6		1,1	1,1				3,3	100
Заполярная	1422	17,7	11,6	7,6	43,9	51,5	9,6	0,1	0,8	0,7	92	0,1		0,1	0,7	0,7		6,5	100
Ленинград	172	42,6	22,9	6	16	22	6,8	1,3		1,5	97,1							2,9	100
Светлана	258	29,3	17,8	12,3	30,2	42,5	6,6				96,2					2,9		0,9	100
Малокуонапская (богатый столб)	971	14,5	14,6	34,2	28,4	62,6	2,8	0,2	2,2	1,1	98	0,1	0,3	0,4		0,1		1,5	100
Малокуонапская (бедный столб)	364	13,8	7,6	15,2	53,1	68,3	2,2	0,2	2,5	1,4	95,6		0,7	0,7		0,3		3	100
Университетская	292	18,1	16,9	24,8	30,6	55,4	1,8		0,9	0,3	93,4		0,8	0,8		0,5		5,3	100

Комарова	83	20,4	32,8	37,5	5,8	43,3			0,4	96,5					3,1	100
----------	----	------	------	------	-----	------	--	--	-----	------	--	--	--	--	-----	-----

Алмазы II разновидности, во многом определяющие специфику морфологических и физических особенностей кристаллов архангельских диатрем, отсутствуют в крупных классах камней из кимберлитовых тел северо-востока Якутии. Однако среди алмазов размером менее 2 мм они появляются, хотя и в весьма незначительном количестве (0,5-1,5%). В диатремах Архангельской кимберлитовой провинции содержание насыщенных графитовыми включениями кристаллов V, а также сростков додекаэдров VII разновидности уменьшается от класса $-1+2$ мм к более мелкому на 40-50%.

Рассматривая кристалломорфологические особенности алмазов мелкого класса (табл.3,4) и сопоставляя их с таковыми для более крупных индивидов, отметим, что в архангельских диатремах суммарная доля кристаллов I разновидности в классе $-1+0,5$ мм колеблется в пределах от 73 до 85% (месторождение имени Ломоносова) и значительно выше в трубках Первомайская и Кольцовская (96%). В описываемых кимберлитовых телах Якутской алмазоносной провинции она минимальна в диатремах Заполярная и Университетская (92-93%) и наиболее высока (97-98%) в трубках Ленинград и Малокуонапская (богатая разновидность брекчии). В бедном типе кимберлитов диатремы Малокуонапская содержание алмазов I разновидности совпадает с таковым в трубках Первомайская и Кольцовская. По сравнению с более крупным, в классе $-1+0,5$ мм

общее количество алмазов I разновидности в диатремах Золотницкой группы кимберлитовых тел возрастает как за счет увеличения доли октаэдров (главным образом с пластинчато-ступенчатым характером развития граней, в меньшей степени – плоскогранных острореберных), так и резкого снижения относительного содержания кристаллов V и VII разновидностей. В рассматриваемых нами кимберлитовых телах Якутской кимберлитовой провинции доля алмазов I разновидности в мелких классах, по сравнению с более крупными, существенно не меняется, несмотря на то, что содержание октаэдров возрастает. Это связано с тем, что одновременно изменяется в меньшую сторону относительное количество других габитусных типов кристаллов I разновидности, в результате чего их общая доля в одних диатремах незначительно уменьшается (трубки Заполярная, Комарова, Светлана), в других остается на одном уровне (трубка Университетская, богатый тип брекчии трубки Малокуонапская) или несколько увеличивается (диатрема Ленинград, Малокуонапская, бедный столб).

Количественное распределение алмазов I разновидности по морфологическим типам в отдельных диатремах обнаруживает в некоторых случаях значительное сходство (табл. 3,4), которое заключается в близком содержании октаэдров и переходных индивидов (в сумме), ламинарных додекаэдров, округлых многогранников уральского типа. В этом

Таблица 4

Преобладающие морфологические типы кристаллов октаэдрического габитуса (в классе $-1+0,5$ мм) из кимберлитовых тел Архангельской алмазоносной провинции и северо-востока Сибирской платформы

Название кимберлитовой трубки	Общее содержание октаэдров (%)	Тип алмаза (% от общего числа октаэдров)				
		сноповидно-занозистая и блоковая скульптуры	тригональные слои роста	острореберные	поллицентрическое тригональное развитие граней	прочие
Имени Ломоносова	17,7	39,5	36	24	0,5	
Пионерская	21,9	11	37,9	23,7	27,4	
Поморская	20	12,5	64	23,5		
Имени Карпинского	5,9	40,7	16,9	13,6	28,8	
Кольцовская	51,1		25,2	37,4	37,4	
Первомайская	63,4		32,3	19,5	47,2	
Малокуонапская (богатый столб)	14,5	50	4,8	4,8	33,1	8,2
Малокуонапская (бедный столб)	13,8	47,8	8,7	15,2	21,7	6,6
Комарова	20,4	53,9	7,8		38,2	
Университетская	18,1	33,1	12,7	6,1	48	
Ленинград	42,6	11,5	47,6	10,3	31,5	
Светлана	29,3	18,1	6,8	15,7	58	1,4
Заполярная	17,7	15,8	30,5	4,5	48	1,2

отношении близки алмазы мелкого класса кимберлитовых трубок Пионерская, имени Ломоносова,

Малокуонапская (бедная разновидность брекчии), диатрем Ленинград, Первомайская, Заполярная и

Поморская. В диатремах Заполярная, Пионерская, имени Ломоносова почти одинаковое общее содержание октаэдров, причем в двух первых среди них преобладают индивиды со ступенчато-пластинчатым характером роста граней тригональными слоями и кристаллы с полицентрическим развитием {111}. В трубках Ленинград, Пионерская и Заполярная совпадают доли преобладающих типов октаэдров, а в диатремах Малокуонапская и имени Карпинского-1, кроме этого, одинаково общее содержание ламинарных додекаэдронидов и округлых алмазов уральского типа.

Из результатов проведенных исследований следует, что по кристалломорфологическим особенностям алмазов в целом из диатрем северо-востока Сибирской платформы и Архангельской алмазоносной провинции наиболее близки кимберлитовые трубки Заполярная, Пионерская и имени Ломоносова. Индивидуальные же черты морфологического спектра алмазов наиболее ярко проявляются в диатреме Малокуонапская, кристаллы которой характеризуются значительным содержанием октаэдров в крупном классе и самой низкой долей типичных округлых многогранников. Отличительной особенностью мелких алмазов I разновидности всех диатрем Архангельской алмазоносной провинции является высокая доля среди октаэдров гладкогранных остросребренных индивидов и их сростков (от 14 до 37% общего количества октаэдрических кристаллов).

Сопоставляя кристалломорфологию алмазов Архангельской и северо-востока Якутской кимберлитовых провинций, можно сделать краткие выводы, касающиеся общих особенностей их I разновидностей для всех диатрем:

а) С уменьшением размера кристаллов возрастает количество плоскогранных остросребренных октаэдров и их сростков во всех кимберлитовых трубках, а также общее содержание октаэдрических многогранников (за исключением диатрем Куранахского поля).

б) Содержание типичных округлых алмазов превышает долю ламинарных додекаэдронидов (за исключением трубок Куранахского поля).

в) Среди сопоставляемых объектов выделяются такие, алмазы которых обнаруживают определенные черты сходства (выражающиеся в близком соотношении разновидностей кристаллов и (или) морфологических типов многогранников в пределах одинаковых разновидностей, а также общих тенденциях изменения морфологического спектра кристаллов (в зависимости от их размера), что указывает на общие закономерности как зарождения и роста кристаллов алмаза из отдельных диатрем двух разных кимберлитовых провинций, так и последующих процессов их окислительного растворения. Эти кимберлитовые трубки можно сгруппировать на основании указанных морфогенетических признаков алмазов с целью анализа полученных данных в совокупности с информацией о геологической позиции

Таблица 5

**Пределы колебания алмазов с определенным цветом фотолюминесценции класса –4+2 мм (в %)
из кимберлитовых тел Архангельской алмазоносной провинции и северо-востока
Сибирской платформы**

Название кимберлитовой трубки	Цвет фотолюминесценции					Соотношение синего-голубого +розово-сиреневого +фиолетового по сумме средних значений к желто-зеленому
	Сине-голубой	Желтый, зеленый	Розовый+сиреневый+фиолетовый	Нелюминисцирующий+слабая, неопределенного цвета люминесценция	Прочие (зональное, пятнистое и др.)	
Пионерская	23-28	10,2-10,5	24-32	9-14	26-32	
Имени Ломоносова	25,5	10,4	28	11,5	29	5,1:1,0
Поморская	3-8	23-37	25-29	30-34	5,9-8,2	
Имени Карпинского-1	5,5	30	27	33,9	7	1,0:1,0
Кольцовская	0	0	0	0	0	0
Первомайская	0	0	0	0	0	0
Заполярная	47,1	9,5	39,6	3,8	0	9,1:1,0
Ленинград	60	20	6,7	13,3	0	3,3:1,0
Малокуонапская (богатый столб)	0	14,3	85,2	0	0	6,0:1,0
Малокуонапская (бедный столб)	28,6	0	64,3	7,1	0	90,0:1,0
Университетская	80	0	0	20	0	80,0:1,0
Светлана	74	7	17,8	1,2	0	13,2:1,0
Комарова	0	0	0	0	0	0

ции диатрем, их возрасте и особенностях вещественного состава кимберлитов, а также их использо-

вания как для генетических построений, так и в прогнозно-поисковых целях.

г) Выявляется определенная общая зависимость между соотношением некоторых морфологических типов алмазов в кимберлитовом теле и его алмазоносностью в целом.

д) Указанные черты сходства алмазов имеют общерегиональный характер, поскольку проявляются в диатремах, локализованных в пределах разных платформ.

е) Основное различие между алмазами сопоставляемых объектов заключается в отсутствии в диатремах Сибирской платформы кристаллов V и VII разновидностей. Поскольку последние не встречаются также в трубках Кольцовская и Первомайская, находящихся в непосредственной близости от месторождения имени Ломоносова, не исключена возможность существования в пределах изученных кимберлитовых полей северо-востока Сибирской платформы диатрем, в которых указанные разновидности могут быть обнаружены.

В свою очередь сопоставление фотолюминесцентных особенностей алмазов, также как и в отношении кристалломорфологии, проводилось между кристаллами одинаковых классов крупности. Как видно из табл. 5, в классе $-4+2$ мм в ряде кимберлитовых тел преобладают алмазы (в порядке убывания их содержания) с сине-голубой, розово-сиреневой, фиолетовой (в сумме) и желто-зеленой фотолюминесценцией. Такое распределение преобладающих типов свечения кристаллов характерно для диатрем Пионерская, имени Ломоносова, Заполярная. Примечательно весьма близкое (почти одинаковое) содержание в этих кимберлитовых телах

алмазов, люминесцирующих одинаковым цветом. В трубке Ленинград также преобладают кристаллы с сине-голубым свечением, но на втором месте по распространенности находятся многогранники с желто-зеленой фотолюминесценцией. Доля кристаллов с розово-сиреневой и фиолетовой люминесценцией в этой диатреме незначительна, тогда как в трубке Малокуонапская она достигает 65-85% (в зависимости от типа кимберлитовой брекчии). Наконец, среди крупных алмазов диатрем Поморская и имени Карпинского-1 преобладают кристаллы с желтым и зеленым свечением при довольно низкой доле индивидов, люминесцирующих в сине-голубых тонах. Поэтому можно утверждать, что распределение крупных алмазов по цвету фотолюминесценции одинаково для кимберлитовых трубок имени Ломоносова, Пионерская и Заполярная, а также Поморская и имени Карпинского-1. В диатремах Малокуонапская и Ленинград оно имеет индивидуальный характер.

По фотолюминесцентным особенностям алмазов среднего класса крупности также выделяются диатремы имени Ломоносова, Пионерская и Заполярная, в которых преобладают кристаллы с сине-голубым, розово-сиреневым и фиолетовым свечением. В эту группу попадают и трубки Ленинград, Университетская, Первомайская, Кольцовская и Светлана. Во всех перечисленных диатремах многогранники с желто-зеленой фотолюминесценцией присутствуют в подчиненном количестве, но их доля, по сравнению с более крупным классом, возрастает (табл. 6). В кимберлитовых телах Поморская и

Таблица 6

Пределы колебания алмазов с определенным цветом фотолюминесценции класса $-4+2$ мм (в %) из кимберлитовых тел Архангельской алмазоносной провинции и некоторых кимберлитовых тел северо-востока Сибирской платформы

Название кимберлитовой трубки	Цвет фотолюминесценции					Соотношение сине-голубого+розово-сиреневого +фиолетового по сумме средних значений к желто-зеленому
	Сине-голубой	Желтый, зеленый	Розовый+сиреневый +фиолетовый	Нелюминесцирующий +слабая, неопределенного цвета люминесценция	Прочие (зональное, пятнистое и др.)	
Пионерская	25	15	30	15	15	3,7:1,0
Имени Ломоносова	25	15	30	10	20	3,7:1,0
Поморская	18	30	25	23	0	1,4:1,0
Имени Карпинского-1	20	25	20	30	0	1,6:1,0
Кольцовская	40	10	40	10,4	0	8,1:1,0
Первомайская	30	15	40	15	0	4,7:1,0
Заполярная	32,3	22,3	36,8	8,2	0	3,2:1,0
Ленинград	24,1	21,4	42,7	11,7	0	3,0:1,0
Малокуонапская (богатый столб)	3,6	20,5	82,3	3,6	0	4,2:1,0
Малокуонапская (бедный столб)	17,4	12,9	45,8	13,9	0	5,2:1,0
Университетская	29,6	22,5		2,8	0	3,3:1,0
Светлана	73,6	12,6	12,6	1,2		6,8:1,0
Комарова	10,5	21,1	68,4	0	0	3,7:1,0

Таблица 7

Пределы колебания алмазов с определенным цветом фотолюминесценции класса $-1+0,5$ мм (в %) из кимберлитовых тел Архангельской алмазоносной провинции и некоторых кимберлитовых тел северо-востока Сибирской платформы

Название кимберлитовой трубки	Цвет фотолюминесценции					Соотношение сине-голубого+розово-сиреневого +фиолетового по сумме средних значений к желто-зеленому
	Сине-голубой	Желтый, зеленый	Розовый+сиреневый +фиолетовый	Нелюминесцирующий+слабая, неопределенного цвета люминесценция	Прочие (зональное, пятнистое и др.)	
Пионерская	25	15	30	15	15	3,0:1,0
Имени Ломоносова	25	15	30	15	15	3,0:1,0
Поморская	20	25	25	30	0	1,8:1,0
Имени Карпинского-1	20	25	25	30	0	1,8:1,0
Кольцовская	40	10	40	10,4	0	8,1:1,0
Первомайская	30	15	40	15	0	4,7:1,0
Заполярная	24,6	24,1	31,7	20,5	0,1	2,3:1,0
Ленинград	24,1	21,4	42,7	11,7	0	3,1:1,0
Малокуонапская (богатый столб)	3,2	20,8	45,6	30,4	0	2,4:1,0
Малокуонапская (бедный столб)	11	8,9	33	47,1	0	4,9:1,0
Университетская	23	23,2	33,5	20,3	0	2,4:1,0
Светлана	74	7	17,8	1,2	0	13,1:1,0
Комарова	8,5	19,3	42,1	30,2	0	2,6:1,0

имени Карпинского-1 по-прежнему наиболее распространены алмазы, люминесцирующие в желто-зеленых тонах. Кристаллы трубки Малокуонапская и в этом классе сохраняют своеобразие, проявляющееся в значительном преобладании многогранников с розово-сиреневым и фиолетовым свечением над индивидами с сине-голубой фотолюминесценцией.

Различия в характере фотолюминесценции алмазов классов $-2+1$ и $-1,0+0,5$ мм всех сопоставляемых диатрем по сравнению с кристаллами более крупных классов наименее значительны (табл. 6,7). Так, в большинстве из них преобладают индивиды с розово-сиреневой и фиолетовой люминесценцией, при близких долях камней с желто-зеленым и сине-голубым свечением. Даже алмазы трубок Поморская, имени Карпинского-1 и Малокуонапская теряют в этом отношении свою индивидуальность.

Таким образом, из приведенных выше данных следует, что с изменением размера алмазов меняется соотношение между группами кристаллов с различным цветом свечения в ультрафиолетовых лучах, а значит с определенным набором структурно-примесных центров, обуславливающих их фотолюминесценцию. Весьма наглядно зависимость характера свечения камней от их размеров можно продемонстрировать с помощью коэффициента, равного отношению суммарного количества алмазов с сине-голубым, розово-сиреневым и фиолетовым свечением к доле кристаллов с желтой и зеленой фотолюминесценцией. Обозначим его для краткости K_{ϕ} . Проявляются следующие тенденции изменения K_{ϕ} с уменьшением класса крупности алмазов: 1) коэффициент снижается приблизительно в 2 раза

при переходе от более крупного к мелкому классу, то есть о стабильное возрастание с уменьшением размера индивидов многогранников с желто-зеленым свечением, как, например, в кимберлитовых трубках имени Ломоносова, Пионерская, Заполярная, Малокуонапская (богатая разновидность кимберлитовой брекчии); 2) снижается при переходе от класса $-2+1$ к классу $-1+0,5$ мм приблизительно в 1,3 раза (диатремы Университетская, Ленинград); 3) не изменяется (трубки Поморская, имени Карпинского-1, Первомайская, Кольцовская); 4) увеличивается почти в 2 раза (трубка Светлана).

Обращает на себя внимание близость значений K_{ϕ} в соответствующих классах крупности алмазов выделенных выше групп диатрем. В кимберлитовых трубках Пионерская, имени Ломоносова, Заполярная, Малокуонапская (богатая разновидность брекчии) K_{ϕ} имеет значения в пределах от 6 до 9 в классе крупности $-4+2$ мм. Среди алмазов размером от 2 до 1 мм указанный коэффициент меняется от 3 до 4,9 не только в вышеперечисленных кимберлитовых телах, но и в диатремах Кольцовская, Заполярная, Университетская, Ленинград. В отличие от этого, в классе крупности $-1+0,5$ мм его значения колеблются от 1,8 до 2,6. В кимберлитовых трубках Поморская и имени Карпинского-1, отличающихся от остальных наибольшим содержанием алмазов с желто-зеленым свечением, K_{ϕ} минимально во всех классах крупности. Поскольку характер свечения кристаллов алмаза, как известно [7-9,14,17], обусловлен определенным набором структурно-примесных центров, а последний, в свою очередь, зависит от условий образования многогранников (в частности, механизма их роста), то K_{ϕ} может служить косвенным показателем последних. Отсюда

следует, что алмазы диатрем Пионерская, имени Ломоносова и Заполярная отличаются близостью не только кристалломорфологических, но и физических (фотолюминесцентных) особенностей.

Сопоставление алмазов из кимберлитовых тел Архангельской и северо-востока Сибирской провинций по содержанию в них примеси азота в А-форме [7,12,14,16] показало, что кристаллы крупностью более 1 мм из месторождения имени Ломоносова являются высокоазотными. В этом отношении особо выделяется трубка Поморская, имеющая модальное значение концентрации А-центра $30\text{--}40 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$. Что касается более мелких алмазов, то содержание примеси азота в А-форме в них значительно ниже. Кристаллы рассматриваемых диатрем северо-востока Сибирской платформы характеризуются значительно более низким содержанием примеси азота в А-форме (кроме трубки Малокуонапская). В этом отношении особенно выделяется кимберлитовая трубка Заполярная, в которой преобладают (50%) среднеазотные ($10^{19}\text{--}10^{20} \text{ см}^{-3}$) алмазы при высоком (22%) содержании низкоазотных и безазотных индивидов II и «промежуточного» типов ($10^{17}\text{--}5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$). Поскольку, как это было показано выше, кристаллы диатремы Заполярная схожи по морфологическим особенностям их I разновидности и характеру фотолюминесценции с кристаллами кимберлитовых трубок Пионерская и имени Ломоносова, можно сделать вывод о том, что содержание азота в форме А-центра является в данном случае типоморфным признаком алмазов диатремы Заполярная.

Изотопный состав алмазов месторождения имени Ломоносова, по данным Э.С.Галимова с соавторами [16], колеблется в диапазоне $\delta^{13}\text{C}$ от $-2,9$ до $-22,2\text{‰}$ в зависимости от морфологии индивидов. Приблизительно 14% от общего количества изученных додекаэдридов имеют изотопно-легкий состав ($\delta^{13}\text{C} < -10\text{‰}$). Додекаэдриды с ультраосновным парагенезисом твердых включений (~22% от всей выборки) изотопно-тяжелые ($\delta^{13}\text{C} = -3,9\text{‰}$). В целом, данные по изотопии алмазов Архангельской алмазоносной провинции следует считать предварительными, поскольку кристаллы V и VII разновидностей в этом отношении практически не изучены. Единичные определения $\delta^{13}\text{C}$ алмазов из диатрем Заполярная и Малокуонапская также показывают существенный разброс значений по указанному признаку (от $-6,2\text{‰}$ до $-25,0\text{‰}$) и требуют дополнения.

Диагностика твердых включений в алмазах кимберлитов Золотицкого рудного поля показала [8.11], что в одних диатремах присутствуют как минералы ультраосновной (оливин, хромшпинелиды, энстатит, пироп, диопсид, флогопит), так и эклогитовой (альмандин-пироп, гроссуляр-альмандин-пироп, омфациит, коэсит) ассоциаций, в других – только ультраосновной, что характерно и для изученных кимберлитовых тел северо-востока Сибирской платформы.

Выводы

1. Основным морфологическим отличием алмазов из кимберлитовых трубок сопоставляемых регионов является отсутствие в диатремах северо-востока Сибирской платформы многогранников V и VII разновидностей (по Ю.Л.Орлову), особенности которых, наряду с кристаллами II разновидности, в значительной степени определяют специфику как диатрем месторождения имени Ломоносова, так и большинства россыпей северо-востока Якутии.

2. Выявлены черты морфологического сходства алмазов сопоставляемых объектов, к которым относятся:

– преобладание среди многогранников I разновидности округлых алмазов над ламинарными ромбододекаэдрами во всех классах крупности (за исключением диатрем Куранахского кимберлитового поля);

– увеличение содержания кристаллов октаэдрического габитуса в мелких классах по сравнению с более крупными (за исключением трубки Малокуонапская);

– значительное совпадение морфологического спектра алмазов крупностью от 2 до 0,5 мм из диатрем Кольцовская и Первомайская Золотицкого рудного поля с таковым трубок Заполярная (Верхнемунское поле), Университетская (Куранахское поле) и Ленинград (Омонос-Укукитское поле).

3. По особенностям фотолюминесценции, содержанию азота в А-форме и парагенезису твердых включений между мелкими алмазами большинства сопоставляемых объектов наблюдается значительное сходство. Не исключено, что эти кристаллы представляют собой совокупность, в региональном плане отражающую генетическую специфику алмазов из коренных источников, расположенных по периферии Восточно-Европейской и Сибирской платформ.

4. Необходимы дальнейшие исследования алмазов из кимберлитовых тел различных провинций единым комплексом методов с целью выделения близких морфогенетических типов алмазов отдельных диатрем для совершенствования методики районирования территорий по алмазам и прогноза коренной алмазоносности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Полигенез алмазов в связи с проблемой коренных источников россыпей северо-востока Сибирской платформы // Докл. РАН. –1998. -Т. 361, № 3. -С.366-369.
2. Бартошинский З.В., Бекеша С.М., Винниченко Т.Г. и др. Кристалломорфология алмазов из кимберлитов Архангельской алмазоносной провинции // Минерал. сб. Львов. ун-та. –1992. –Вып. 2, № 46. –С.64-69.
3. Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Борис Е.И. Основные аспекты разномасштабного районирования территорий по типоморфным особенностям алмазов (на примере Сибирской платформы, Россия) // Геология рудных месторождений. –1999. -№ 6. –С.516-526.
4. Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Борис Е.И. и др. Типоморфизм алмазов из россыпей Сибирской платформы

- как основа поисков алмазных месторождений // Руды и металлы. –1998. -№3. –С.18-30.
5. Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Борис Е.И. и др. Принципы классификации и районирования территорий по алмазам (на примере Сибирской платформы) // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геологическая. –1998. -№5. –С.208-225.
 6. Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Борис Е.И. и др. Типоморфные особенности алмазов из кимберлитовых тел в связи с прогнозированием и поисками месторождений алмазов // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геологическая. –1999. -№7. –С.155-166.
 7. Квасница В.Н., Зинчук Н.Н., Коптиль В.И. Типоморфизм микрокристаллов алмаза. – М., 1999. –224 с.
 8. Соболев Н.В., Ефимова Э.С. Парагенетические типы природных алмазов // Петрология и минералогия земной коры и верхней мантии. –Новосибирск, 1981. –С.70-77.
 9. Хренов А.Я., Палкина Е.Ю. Сравнительная характеристика люминесценции алмазов Архангельской и Якутской алмазоносных провинций // Минерал. журн. –1995. -№4. –С.40-46.
 10. Бартошинский З.В. Минералогическая классификация природных алмазов // Минерал. журн. –1983. -№5. –С.84-93.
 11. Ефимова Э.С., Захарченко О.Д., Соболев Н.В. и др. Включения в алмазах одной из кимберлитовых трубок // Зап. Всес. Минерал. о-ва. –1989. –Вып.2, №118. –С.74-76.
 12. Коптиль В.И., Биленко Ю.М. Типоморфизм алмазов из россыпей северо-востока Сибирской платформы по данным их комплексного исследования // Методы комплексного изучения алмазосодержащего сырья. –М., 1993. Тр. ЦНИГРИ. –Вып. 175. –С.37-46.
 13. Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. –М., 1984. –264 с.
 14. Блинова Г.К., Вержак В.В., Захарченко О.Д. и др. Примесные центры в алмазах из двух кимберлитовых трубок Архангельской алмазоносной провинции // Геология и геофизика. –1989. -№8. –С.130-133.
 15. Бовкун А.В., Гаранин В.К., Малиборский П.Г. и др. Особенности кристаллов алмаза Беломорья, Тимана, Северной Якутии и их генезис // Минерал. журнал. –1996. -№ 4. –С.46-57.
 16. Галимов Э.М., Захарченко О.Д., Мальцев К.А. и др. Изотопный состав углерода алмазов из кимберлитовых трубок Архангельской области // Геохимия. –1994. -№ 1. –С.67-74.
 17. Палкина О.Ю. Морфология и люминесценция мелких алмазов как показатель уровня алмазоносности (на примере Архангельской алмазоносной провинции) // Минерал. сб. Львов. ун-та. –1992. –Вып. 2, № 45. –С.56-61.