

ный гиббсит (Экваториальная Гвинея). Крепнут связи с музеями и отдельными специалистами из социалистических стран, откуда получены друза пластинчатого церуссита и пироморфит (Болгария), гринокит и сферосидерит (Венгрия), секанинаит и буковскинит (Чехословакия), пластинчатый ковеллин и борнит (Югославия), пироп и водянопрозрачный санидин размером  $3,5 \times 4$  см (Монголия).

И. П. ИЛУПИН

## РАЗМЕР ВЫДЕЛЕНИЙ И СОДЕРЖАНИЕ ОЛИВИНА ПЕРВОЙ ГЕНЕРАЦИИ В КИМБЕРЛИТАХ ЯКУТИИ

Минералогия оливина с той или иной степенью детальности рассмотрена во многих работах, касающихся кимберлитов Якутии. Генезис крупных овальных вкрапленников оливина остается предметом дискуссии. Г. И. Смирнов [5] рассматривает их как оливин 1-й генерации (этот термин принят в настоящей статье), Н. Н. Сарсадских с соавторами [4] — как ксенокристаллы.

Предлагаемая статья посвящена относительно слабо изученным вопросам — размеру и содержанию оливина 1-й генераций в кимберлитах. Полученные результаты позволяют высказать определенные соображения относительно происхождения этого оливина.

### Размер выделений оливина в кимберлитах

В большинстве случаев оливин 1-й генерации частично или полностью серпентинизирован. Серпентиновые псевдоморфозы по оливину измерялись в штуфах кимберлита, с помощью окулярной линейки микроскопа МБС-1, при увеличении  $8\times$ ; цена деления линейки — 0,1 мм. При группировке результатов измерений был принят интервал 1 мм, в 10 раз превышающий цену деления. Мы стремились измерить все встреченные на поверхности штуфа псевдоморфозы по оливину 1-й генерации, образующие в породе порфиновые выделения. Поскольку граница между 1-й и 2-й генерациями нередко является нечеткой, применен формальный прием: к первой генерации отнесены зерна, превышающие 1 мм по длинной оси.

При построении графиков (гистограмм) плотности распределения неизменно оказывалось, что размеры по короткой оси дают более четко выраженный максимум, т. е. образуют более компактную совокупность, чем размеры по длинной оси — как для отдельных кимберлитовых тел, так и для всех сделанных измерений. Скорее всего, объясняется это тем, что округленное зерно оливина близко к трехосному эллипсоиду, средняя ось которого по размеру значительно ближе к малой оси, чем к большой; произвольное сечение такого эллипсоида есть эллипс, короткая ось которого изменяется в значительно меньших пределах, чем длинная [1]. Исходя из этого, для сопоставления отдельных кимберлитовых тел и отдельных блоков в сложных телах целесообразно пользоваться результатами измерений по короткой оси.

Несомненно, на практике все псевдоморфозы по оливину первой генерации измерить невозможно. Мешают как субъективные причины (наиболее крупные псевдоморфозы лучше видны, легче воспринимаются исследователем при изучении штуфов), так и причины вполне объек-

тивного порядка. Дело в том, что контуры псевдоморфоз не всегда четкие; чем мельче псевдоморфоза, тем менее резко она выделяется на фоне связующей массы и тем меньше уверенности в том, можно ли вообще назвать данное скопление серпентина псевдоморфозой по оливину. Как показала практика работ, мы допустим минимальную ошибку, принимая, что измеряются все псевдоморфозы размером более 2 мм по короткой оси. Следовательно, оценивая крупность зерен оливина 1-й генерации, правильнее относить число наиболее крупных зерен не к числу всех измеренных, а к числу зерен «относительно крупных», именно — имеющих размер более 2 мм по короткой оси.

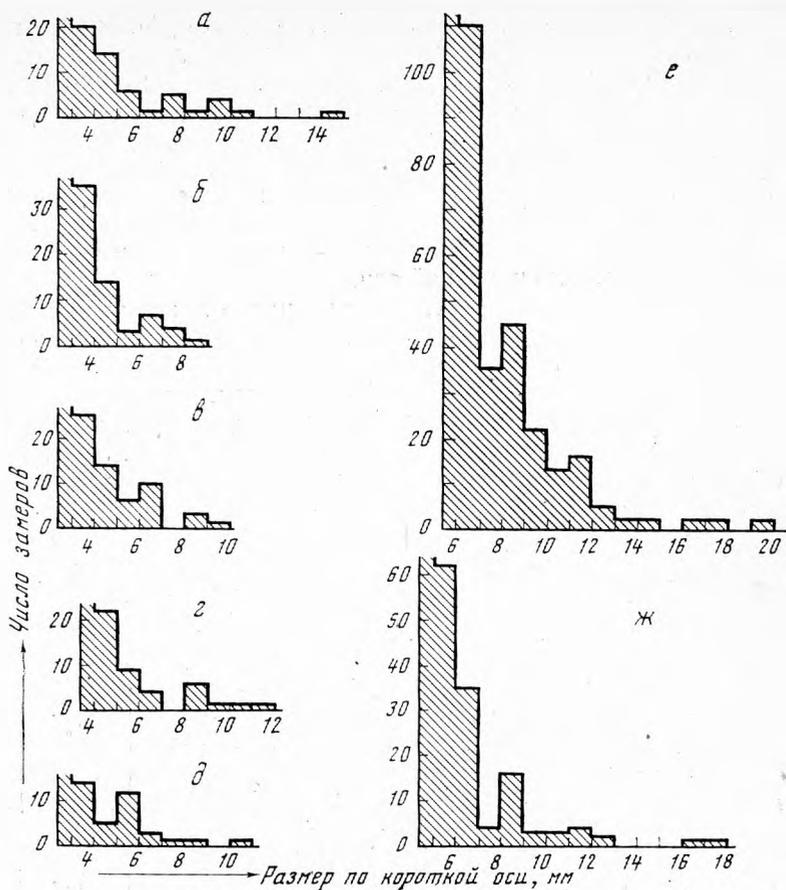
К «наиболее крупным» зернам оливина ранее мы причисляли зерна, превышающие 5 мм по короткой оси [3]. Однако в большинстве случаев, измеряя в штупе 150—200 зерен, мы встречаем менее 10 зерен, размер которых по короткой оси оказывается более 5 мм. Для получения более представительных данных правильнее принять в качестве нижнего предела для наиболее крупных зерен 4 мм по короткой оси. Эти пределы и приняты при составлении табл. 1, где показаны результаты измерений для некоторых кимберлитовых трубок Якутии.

Таблица 1  
Результаты измерения оливина 1-й генерации (или псевдоморфоз по нему) в некоторых кимберлитовых трубках Якутии

Название трубки и разновидности	Количество измерений		$n_2/n_1$ , %	$n_2/n_1$ , %	
	Всего измерено $n$	в том числе (по короткой оси)			
		более 2 мм			более 4 мм
	$n_1$	$n_2$			
Алакитское поле					
Сувенир	223	91	17	7,6	18,7
Кира	187	76	11	5,9	14,5
Снежинка-зап., ш. 2	167	87	14	8,4	16,1
Снежинка-центр, ш. 11	177	50	6	3,4	12,0
Снежинка-вост., ш. 21	180	101	31	17,2	30,7
Снежинка-вост., ш. 34	196	97	11	5,6	11,3
Маршрутная-брекчия	205	100	16	7,8	16,0
Маршрутная-порф.	212	105	22	10,4	21,0
Далдынское поле					
Академическая	107	46	14	13,1	30,4
Азросъемочная	183	107	34	18,4	31,8
Зимняя, ш. 2	226	71	4	1,8	5,6
Геофизическая-брекчия	188	39	3	4,8	23,1
Геофизическая-порф.	132	62	22	16,7	35,6
Якутская-центр	520	225	33	6,3	14,7
Якутская-вост.	176	92	16	9,1	17,4

Примечания: порф. — «порфиновая» разновидность кимберлита в трубках сложного строения; ш. — шурф; зап. — западная часть трубки; вост. — восточная часть трубки.

Отношение числа «наиболее крупных» псевдоморфоз к числу «относительно крупных» (величина  $n_2/n_1$  в табл. 1) колеблется для изученных объектов в широких пределах — от 5,6% до 35,6%. Крупность оливина может заметно различаться в отдельных блоках в пределах сложных трубок. Обычно в порфировых кимберлитах (2-го этапа внедрения — см. [2]) относительное количество крупных зерен повышено по



**Фрагменты гистограмм (в области больших значений) размеров оливина первой генерации в кимберлитах Якутии**

*а* — трубка Магнитная (восточная часть трубки Комсомольская-Магнитная) Верхне-Мунского поля, 274 зерна; *б* — трубка 325 лет Якутии Верхне-Мунского поля, 501 зерно; *в* — трубка Аэрозъемочная Далдынского поля, 183 зерна; *г* — трубка Дальняя — брекчия Далдынского поля, 516 зерен; *д* — трубка Удачная-Восточная Далдынского поля, скв. 205, глуб. 610,5 м, 232 зерна; *е* — разные трубки Якутской кимберлитовой провинции, 11 387 зерен; *ж* — разные трубки Далдынского кимберлитового поля Якутии, 3591 зерно

сравнению с брекчией (1-й этап внедрения) той же трубки. Интересные данные получены для трубки «Снежинка» Алакитского поля. При геологическом изучении она была разделена на восточную, центральную и западную части. Массовые измерения псевдоморфоз выполнены, в частности, для двух шурфов (21 и 34), пройденных в разных точках в пределах восточной части трубки; при этом между двумя образцами выявлена существенная разница. Содержания пироба и пикроильменита (позволяющие различать разновидности во многих других трубках) в трубке «Снежинка» ничтожно малы; размер оливина 1-й генерации является здесь важнейшим минералогическим критерием для уточнения границ между разновидностями кимберлитов. По всей вероятности, эта методика может быть с успехом применена и к другим трубкам.

Другим интересным результатом обработки массовых измерений вкрапленников оливина является установление сложного (бимодального) характера распределения: появление второго максимума в области высоких значений (рис. 1). Для выборки из 3591 измерения (Далдынское поле), а также для выборки из 11387 измерений (разные поля

Якутской провинции, включая Далдынское) второй максимум соответствовал интервалу 8—9 мм (размеры по короткой оси). Выборка из 11387 измерений была разделена на две совокупности по границе 7,5 мм. Сравнение совокупностей по критерию Стьюдента показало явное различие средних при 0,1%-ном уровне значимости. С геологической точки зрения, этот факт можно интерпретировать как доказательство существования по крайней мере двух различных источников оливина или двух различных процессов, в ходе которых оливин образуется. При большом числе наблюдений значимое различие получить нетрудно. Очевидно, важнее то обстоятельство, что бимодальность устанавливается не только для совокупности из многих тысяч наблюдений, но и для ряда образцов из отдельных трубок (рис. 1).

При сопоставлении данных о размерах оливина с цифрами для других минералов кимберлитов установлено следующее. Изменение максимальных размеров зерен оливина, пироба, ильменита и слюды от трубки к трубке близко к прямо пропорциональному, т. е. в одних трубках все 4 минерала образуют крупные желваки, в других — встречаются только в виде мелких выделений. Незначительный размер выделений (в некоторых трубках) нельзя связывать с дроблением — речь идет об овальных и округлых желваках, которые в одних трубках достигают 2—4 см (и более) в поперечнике, в других — измеряются первыми миллиметрами.

Эта зависимость подтверждает гипотезу о кристаллизации большей части выделений перечисленных минералов из магматического расплава. Условия развития отдельных магматических очагов, вероятно, определяли размер зерен протоминералов. Взаимосвязь между размерами наиболее крупных желваков оливина, пироба, ильменита и слюды говорит о тесном генетическом родстве между ними и плохо согласуется с гипотезой, связывающей все эти минералы с дроблением ультраосновных пород, присутствующих в виде ксенолитов в кимберлитах. Крупные кристаллы пироба в таких ксенолитах редки, крупные сплошные агрегаты ильменита и слюды обычно отсутствуют.

### Содержание оливина 1-й генерации в кимберлитах

Для подсчета содержаний были выполнены измерения по параллельным линиям, прочерченным стальной иглой на распиленной поверхности штуфа, через 10 мм одна от другой. Этот способ аналогичен применяемой в петрографии методике определения содержаний с помощью интеграционного столика ИСА. За объемный процент данного компонента принимается умноженное на 100 частное от деления суммы отрезков, приходящихся на этот компонент, на суммарную длину линий. Как и при массовых измерениях, к первой генерации условно были отнесены псевдоморфозы, размер которых по длинной оси превышает 1 мм.

Одновременно в тех же штуфах подсчитывалось содержание ксенолитов осадочных пород, что дало возможность пересчитать содержание оливина на «собственно кимберлитовый» материал. Для этого измеренное содержание оливина достаточно разделить на  $(100 - k)$ , где  $k$  — процент ксенолитов осадочных пород, и частное умножить на 100. Содержанием ксенолитов метаморфических пород (в кимберлитах Якутии их обычно менее 1%) при этом пренебрегаем. Данные для ряда трубок приведены в табл. 2.

Результаты подсчета содержания вкрапленников оливина в кимберлитах разных полей Якутии даны В. А. Милашевым<sup>1</sup>. Содержание подсчитано на приборе МИУ-1, для каждой трубки по 3—5, реже по 7—10 шлифам. Хотя применен другой прием, содержание по Далдынскому полю близко к нашим цифрам — 9,23% (объемных) по 22 трубкам у

<sup>1</sup> В. А. Милашев называет вкрапленники «оливином второй генерации».

Таблица 2

Содержание оливина 1-й генерации (или псевдоморфоз по нему) и ксенолитов осадочных пород в кимберлитах, об. % \*

Название трубки и разновидности	Суммарная длина линий, мм	Ксенолиты осадочных пород, %	Оливин 1-й генерации	
			подсчитано, %	на «собственно кимберлитовый» материал, %
Алакитское поле				
Сувенир, ш. 332	3 385	7,3	6,1	6,6
Мархинская	1 501	25,2	1,4	1,9
Искорка-апофиза	2 634	14,7	9,1	10,7
Снежинка-Зап. (порф.)	3 064	3,1	18,0	18,6
Снежинка-Центр. (брекчия)	2 049	17,9	9,2	11,2
Маршрутная-брекчия	1 534	19,0	17,4	21,4
Маршрутная-порф.	2 188	3,8	22,0	22,9
Далдынское поле				
Дальняя — брекчия	12 410	19,2	9,1	11,3
Дальняя — порф.	7 135	0,4	17,3	17,4
Ленинградская-Центр.	6 772	14,6	10,9	12,8
Геофизическая — брекчия	1 329	16,1	10,0	11,9
Геофизическая — порф.	1 714	0,3	17,9	17,9
Академическая	2 613	22,3	8,1	10,4
Аэросъемочная	1 344	17,0	12,9	15,5
Аэромагнитная	5 006	4,6	5,8	6,1
Зимняя, ш. 3 и ш. 6	1 523	25,0	5,7	7,6
Зимняя, ш. 7	2 224	15,9	9,9	11,8

\* См. примечания к табл. 1.

В. А. Милашева, 9,8% — среднее по 31 объекту у нас. Данные по Алакитскому полю заметно расходятся — 8,46% по 9 трубкам у В. А. Милашева, 12,3% по 25 объектам у нас; это несоответствие, вероятно, связано с небольшим числом трубок, изученных В. А. Милашевым, особенно если учесть значительные вариации содержаний внутри Алакитского поля. По-видимому, наши данные следует считать более представительными. Как правило, суммарная длина линий в наших образцах — не менее 1000 мм, что отвечает площади штуфа не менее 100 см<sup>2</sup>, т. е. в 25 раз превышает площадь стандартного шлифа (2×2 см).

Содержание оливина 1-й генерации заметно различается при переходе от одной разновидности к другой в пределах сложных трубок (Снежинка, Дальняя, Геофизическая), хотя пересчет на «собственно кимберлитовый» материал иногда сглаживает эти различия (Маршрутная).

Содержание вкрапленников оливина обнаруживает слабую связь с содержанием других глубинных минералов — пиропы и ильменита. Так, многие трубки Далдыно-Алакитского района, для которых характерны низкие содержания пиропы и ильменита, оказались бедными (1,4—7,6%) оливином 1-й генерации: Сувенир, Мархинская, Магистральная, Аэромагнитная, Сибирская и др. Но неожиданно низким оказывается содержание вкрапленников оливина в трубках Моркока (7,3%) и Искорка (9,1%) — при высоком содержании ильменита; или в трубке Светлая (6,4%), относительно богатой пиропом. Несомненно, большую роль играет приуроченность трубки к тому или иному «кусту» (участку в пределах поля), для которого характерен определенный уровень содержаний оливина 1-й генерации.

Особенно четко это видно на примере Алакитского поля: все трубки, расположенные в верховьях ручья Веселого (Магистральная, Искорка, Светлая и др.) обнаруживают низкое содержание оливина 1-й генерации, а трубки северной части поля (Маршрутная и соседние с ней) — высокое содержание. Для ручья Веселого среднее по 6 изученным объектам — 7,1% при колебаниях от 5,4 до 9,1% (на «собственно кимберлитовый» материал — от 5,6 до 10,7%); тогда как для северной группы трубок среднее по 7 объектам — 18,6% при вариациях от 14,1 до 23,3% (при пересчете — от 14,3 до 23,5%).

Для некоторых кимберлитовых трубок выполненный подсчет подтверждает соображения о сложном строении (трубка Зимняя Далдынского поля).

### Выводы

1. Крупность и содержание оливина 1-й генерации позволяют различать блоки в сложных кимберлитовых трубках. В частности, по крупности оливина установлено сложное строение восточной части трубки Снежинка, не выявлявшееся другими методами.

2. Сложный характер гистограмм крупности оливина говорит о двух (или более) источниках оливина в кимберлитах.

3. Взаимосвязь между размерами наиболее крупных желваков оливина, пиропы, ильменита и слюды согласуется с гипотезой протоматмической кристаллизации всех этих минералов.

4. В пределах Алакитского кимберлитового поля выделены группы трубок с определенными уровнями содержания оливина 1-й генерации: 5—9% для одного участка, 14—23% для другого.

Считаю своим приятным долгом поблагодарить Н. С. Маковскую за помощь в обработке цифрового материала.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бобривич А. П., Илупин И. П., Козлов И. Т., Лебедева Л. И., Панкратов А. А., Смирнов Г. И., Харькив А. Д. Петрография и минералогия кимберлитовых пород Якутии. «Недра», 1964.
2. Илупин И. П. О химико-минералогических различиях последовательных фаз внедрения кимберлитов.— Геол. и геофиз., 1972, № 2.
3. Илупин И. П., Лебедев А. А. Субвулканическая фацция кимберлитов.— Сов. геол., 1963, № 9.
4. Сарсадских Н. Н., Ровша В. С., Благуйкина В. А. Минералы включений пироповых перидотитов в кимберлитах Далдыно-Алакитского алмазоносного района.— В кн.: Материалы по изучению алмазов и алмазоносных районов СССР. (Труды ВСЕГЕИ, нов. сер., вып. 40). Л., 1960.
5. Смирнов Г. И. Протоматмическая стадия минералообразования в кимберлитах.— Геол. и геофиз., 1970, № 12.

В. А. КАЛЮЖНЫЙ, Р. П. СЛИВКОВА, Г. М. ФИРЕР

### О СЕПИОЛИТЕ ИЗ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ТОЛЩ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПРИТИМАНЬЯ

В Нившерском районе были пробурены три скважины с поинтервальным отбором кернa. В одной из скважин (№ 183) в интервалах глубин 867,6—872,0 м впервые на северо-востоке Русской платформы был пересечен прослой сепиолита мощностью 0,20 м. Стратиграфически он при-