

### Заместители главного редактора

**О.А. Луканин**  
д.г.-м.н., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**И.Д. Рябчиков**  
академик РАН, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва

### Ответственный секретарь

**А.И. Буйкин**  
к.г.-м.н., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

### Редакционная коллегия:

**Клод Ж. Аллерг**, проф., Институт физики Земли Парижского университета, Париж, Франция

**А.Т. Базилевский**, д.г.-м.н., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**О.А. Богатиков**, академик РАН, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва

**Н.С. Бортников**, академик РАН, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва

**А.В. Бобров**, д.г.-м.н., Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

**Майкл Вайткар**, проф., Университет Британской Колумбии, Канада

**А.Л. Верещака**, член-корр. РАН, Институт океанологии РАН, Москва

**А.Д. Гышиани**, академик РАН, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва

**В.В. Ермаков**, д.б.н., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**П. Картиныя**, проф., Парижский университет (VI), Париж, Франция

**Ф.В. Каминский**, проф., КМД, Зап. Ванкувер, Канада

**Л.Н. Когарко**, академик РАН, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**Л.А. Кодина**, к.б.н., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**В.П. Колотов**, член-корр. РАН, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**А.Э. Конторович**, академик РАН, Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии

им. А.А. Трофимова СО РАН, Новосибирск

**Е.М. Коробова**, д.г.н., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**Ю.А. Костицын**, член-корр. РАН, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**М.И. Кузьмин**, академик РАН, Институт геохимии им. А.П. Виноградова, Иркутск

**О.Л. Кусков**, член-корр. РАН, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**М.А. Левитан**, д.г.-м.н., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**М.Я. Маров**, академик РАН, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**М.В. Мироненко**, к.г.-м.н., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**Т.И. Моисеенко**, член-корр. РАН, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**Б.Н. Рыженко**, д.х.н., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**В.С. Севастьянов**, д.тех.н., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**С.А. Силантьев**, д.г.-м.н., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**А.В. Соболев**, академик РАН, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва

**М.А. Федонкин**, академик РАН, Геологический институт РАН, Москва

**Джеймс В. Хед**, проф., Университет им. Бруна, Провиденс, США

**И.В. Чернышев**, академик РАН, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва

**В.В. Шевченко**, д.ф.-м.н., ГАИШ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

**Уильям Шонф**, проф., Калифорнийский университет, Лос-Анджелес, США

## СОДЕРЖАНИЕ

### Номер 4, 2018

- Карбонат-силикат-сульфидная ассоциация включения в алмазе из кимберлитовой трубки Комсомольская (Якутия)  
*А. М. Логвинова, Р. Вирт, Д. А. Зедгенизов, Л. А. Тэйлор* 299
- Геохимия, обстановки формирования и возраст метавулканитов Исаковского террейна Енисейского кряжа – индикаторы ранних этапов эволюции Палеоазиатского океана  
*И. И. Лиханов, А. Д. Ножкин* 308
- Фациальная структура и количественные параметры плейстоценовых отложений Берингова моря  
*М. А. Левитан, Т. Н. Гельви, К. В. Сыромятников, К. Д. Чекан* 321
- Биогеохимическая дифференциация живого вещества и биоразнообразия в условиях Ардонского полиметаллического субрегиона биосферы  
*В. В. Ермаков, С. Ф. Тютиков, А. П. Дегтярёв, В. А. Сафонов, В. Н. Данилова, С. Д. Хушвахтова, У. А. Гуляева, Е. В. Кречетова* 336
- Ртуть в гидробионтах и среде обитания Грен-фьорда (Западный Шпицберген) ранней весной  
*Н. В. Лебедева, О. Л. Зимица, Н. Н. Фатеев, А. Л. Никулина, И. В. Берченко, Н. И. Мещеряков* 351
- Геохимия диагенеза органогенных осадков на примере малых озер юга Западной Сибири и Прибайкалья  
*Г. А. Леонова, А. Е. Мальцев, В. Н. Меленевский, Л. В. Мирошниченко, Л. М. Кондратьева, В. А. Бобров* 363
- Химический состав русловых отложений рек Зeya и Селемджа как отражение процессов выветривания на водосборах  
*О. А. Сорокина, М. Н. Гусев* 383

### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

- Калориметрическое изучение природного анапайта  
*Л. П. Огородова, Л. В. Мельчакова, М. Ф. Вигасина, Д. А. Ксенофонтов, И. А. Брызгалов* 402

Зав. редакцией Н.С. Виноградова

Адрес редакции: 119991 Москва, ул. Косыгина, 19, ГЕОХИ РАН,  
тел.: (499)137-87-22; факс: (495) 938-20-54, e-mail: geokhimiya@geokhl.ru

Москва

## Contents

### Vol. 56, No. 4, 2018

A simultaneous English language translation of this journal is available from Pleiades Publishing, Ltd.  
Distributed worldwide by Springer. *Geochemistry International* ISSN 0016-7029.

Carbonate-silicate-sulfide association in diamond-hosted inclusion from the Komsomolskaya kimberlite pipe (Yakutia) <i>A. A. Logvinova, R. Wirth, D. A. Zedgenizov, L. A. Taylor</i>	299
Geochemistry, geodynamic settings, and age of metavolcanic rocks of the Isakovka terrane of the Yenisei Ridge as indicators of the early evolution stages of the Paleoasian Ocean <i>I. I. Likhanov, A. D. Nozhkin</i>	308
Facies structure and quantitative parameters of Pleistocene sediments of the Bering Sea <i>M. A. Levitan, T. N. Gelvi, K. V. Syromyatnikov, K. D. Chekan</i>	321
Biogeochemical differentiation of the living matter and biodiversity within the Ardon base metal subregion of the biosphere <i>V. V. Ermakov, S. F. Tyutikov, A. P. Degtyarev, V. A. Safonov, V. N. Danilova, S. D. Hushvakhtova, U. A. Gulyaeva, E. V. Krechetova</i>	336
Mercury in hydroblonts and Gren-fjord habitat (Western Spitzbergen) in early spring <i>N. V. Lebedeva, O. L. Zlmlna, N. N. Fateev, A. L. Nikulina, I. V. Berchenko, N. I. Meshcheryakov</i>	351
Diagenesis geochemistry of organogenic sediments: a case study of small lakes in the southern West Siberia and Baikal region <i>G. A. Leonova, A. E. Maltsev, V. N. Melenevsky, L. V. Miroshnichenko, L. M. Kondratieva, V. A. Bobrov</i>	363
Weathering in drainage areas: evidence from chemical composition of the river bed sediments of the Zeya and Selemdzha rivers <i>O. A. Sorokina, M. N. Gusev</i>	383

### SHORT COMMUNICATIONS

Calorimetric study of natural anapaite <i>L. P. Ogorodova, L. V. Mel'chakova, M. F. Vigasina, D. A. Ksenofontov, I. A. Bryzgalov</i>	402
---	-----

## КАРБОНАТ-СИЛИКАТ-СУЛЬФИДНАЯ АССОЦИАЦИЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В АЛМАЗЕ ИЗ КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ КОМСОМОЛЬСКАЯ (ЯКУТИЯ)

© 2018 г. А. М. Логвинова<sup>1,2,\*</sup>, Р. Вирт<sup>3</sup>, Д. А. Зедгенизов<sup>1,2</sup>, Л. А. Тэйлор<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН  
630090 Новосибирск, просп. Академ. Контюга, 3

<sup>2</sup>Новосибирский государственный университет  
630090 Новосибирск, ул. Пирогова, 2

<sup>3</sup>Helmholtz Center Potsdam GFZ, 3.3, Telegrafenberg, 144482 Potsdam,

<sup>4</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, University of Tennessee, Knoxville, Tennessee 37996-1410, USA.  
\*e-mail: logv@igm.nsc.ru

Поступила в редакцию 04.05.2017 г.  
Принята к печати 10.07.2017 г.

Методами просвечивающей электронной микроскопии, микродифракции и электронно-зондового микроанализа впервые в природном алмазе диагностировано включение арагонита. Включение было обнаружено в бесцветном алмазе октаэдрической формы из кимберлитовой трубки Комсомольская (Якутия). Исследование позволило выявить зональное строение алмаза, обусловленное неоднородностью дефектно-примесного состава. Полученные структурные параметры включения ( $\angle[001]/[201] = 66^\circ$  и расстояния между определенными параллельными плоскостями) соответствуют рассчитанным параметрам ромбической ячейки полиморфной модификации Са-карбоната. В химическом составе включения арагонита отмечена примесь MgO (0,81 мас.%), MnO (0,58 мас.%) и FeO (0,13 мас.%). Находка сингенетического включения арагонита в алмазе является уникальной и свидетельствует о возможности образования алмазов в мантийном субстрате, отвечающем карбонатизированным перидотитам, на глубинах ниже 300 км. Во включении также идентифицированы микрофазы высоко-Ni сульфидов (37–41 мас.% Ni), титанита, водосодержащего силиката, магнетита и флюида. Такая ассоциация свидетельствует о кристаллизации алмаза и арагонита из карбонат-силикатно-сульфидного расплава или высокоплотного флюида.

**Ключевые слова:** арагонит, алмаз, мантия, карбонаты, сульфид, флюид, полифазные включения

**DOI:** 10.7868/S0016752518040015

### ВВЕДЕНИЕ

Включения карбонатов встречаются в алмазах достаточно редко. Их значение велико, поскольку наряду с алмазом и графитом они являются главными аккумуляторами углерода и единственным показателем количества карбонатной составляющей в мантии. О присутствии карбонатов в мантии свидетельствуют, в первую очередь, их находки в виде минеральных включений в алмазах из кимберлитов и лампроитов. Однако такие включения единичны и представлены в основном кальцитом, доломитом и магнезитом (Буланова, Павлова, 1987; Sobolev et al., 1997; Stachel et al., 1998; Leost et al., 2003; Соболев и др., 2004, 2009). В этих работах указано, что карбонаты в алмазах находятся в сростании либо с энстатитом и клинопироксеном, либо с флогопитом, а также

с высокомагнезиальным оливином. В кристалле алмаза из трубки Мир было обнаружено два сингенетических включения  $\text{CaCO}_3$  совместно с моносульфидным твердым раствором (Mss) и самородным железом (Гаранин, Кудрявцева, 1991). Карбонаты также зафиксированы в виде отдельных наноразмерных фаз в полифазных микровключениях в природных алмазах (Logvinova et al., 2008; Логвинова и др., 2011). В процессе проведенных исследований с использованием метода просвечивающей электронной микроскопии (ТЕМ) в алмазах из кимберлитовых трубок и ряда россыпей Якутской алмазонасной провинции были идентифицированы несколько типов карбонатных включений разного состава: доломит, магнезит, Ва-, Sr- и Fe-содержащие карбонаты. Все эти фазы обогащены в разной степени Са, Mg, К и ассоциируют