



**ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ**

**УРАЛЬСКАЯ  
МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ  
ШКОЛА – 2022**

**Екатеринбург  
2022**

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**  
**Уральское отделение**

**Институт геологии и геохимии имени академика А.Н. Заварицкого**  
**Уральский государственный горный университет**  
**Уральское отделение Российского минералогического общества**



**ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**  
**УРАЛЬСКАЯ**  
**МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА – 2022**

**ПОД ЗНАКОМ**  
**МЕДНЫХ И МЕДНО-**  
**БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНЫХ**  
**МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

*26 сентября–03 октября 2022 г.*

Екатеринбург  
2022

УДК 549.1

XXVIII Всероссийская научная конференция «Уральская минералогическая школа – 2022». Сборник статей студентов, аспирантов, научных сотрудников академических институтов и преподавателей ВУЗов геологического профиля. Екатеринбург: ООО Универсальная Типография «Альфа Принт», 2022. 193 с.

ISBN 978-5-604885-70-3

Фотография на обложке:  
малахит, месторождение Гумешки,  
г. Полевской, Свердловская обл.,  
фото Цыганко М.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

---

---

- 7 **Азовскова О.Б., Колосова А.С., Сорока Е.И., Ровнушкин М.Ю.**  
ЛИСТВЕНИТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ МИХЕЕВСКОГО (Au,Mo)Cu-ПОРФИРОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ЮЖНЫЙ УРАЛ
- 10 **Алешин Д.С., Танутров И.Н., Крашенинин А.Г.**  
ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МОЛИБДЕНА ИЗ РУДЫ ЮЖНО-ШАМЕЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
- 12 **Байков Н.И., Чайка И.Ф., Кутырев А.В.**  
КОМАГМАТИЧНОСТЬ ВУЛКАНИТОВ ТУМРОКСКОГО ХРЕБТА И ПРОСТРАНСТВЕННО СВЯЗАННОГО С НИМИ ДУНИТ-КЛИНОПИРОКСЕНИТ-ГАББРОВОВОГО МАССИВА ТОЛБАЧИНСКОГО КОМПЛЕКСА
- 15 **Берзин С.В., Иванов К.С., Панкрушина Е.А., Лепеха С.В., Мороз М.Л.**  
НАХОДКИ БИТУМОВ В АПОБАЗАЛЬТОВЫХ МЕТАСОМАТИТАХ В ДОЮРСКОМ ФУНДАМЕНТЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ
- 17 **Брусницын А.И.**  
РОДОНИТОВЫЙ ПОЯС УРАЛА
- 20 **Буханова Д.С.**  
ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОПЫТ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ
- 23 **Бычкова Е.С., Видавский В.В., Бондаренко Н.В.**  
ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ УЧУЙСКОГО РУДНОГО УЗЛА (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))
- 28 **Волков И.С.**  
СУЛЬФИДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ И РАСТВОРИМОСТЬ СЕРЕБРА В БОРНИТЕ КАРБОНАТНО-СИЛИКАТНЫХ ЖИЛ В РАННЕПРОТЕРОЗОЙСКИХ МЕТАБАЗИТАХ СЕВЕРНОЙ КАРЕЛИИ
- 31 **Вотяков С.Л., Щапова Ю.В., Упорова Н.С., Замятин Д.А., Панкрушина Е.А., Червяковская М.В., Киселева Д.В., Солошенко Н.Г., Окунева Т.Г.**  
ЦКП «ГЕОАНАЛИТИК»: МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО И ИЗОТОПНОГО СОСТАВА, СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МИНЕРАЛОВ И ПОРОД
- 34 **Гаранин В.К.**  
ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ АЛМАЗНОЙ ЭПОПЕИ В РОССИИ
- 36 **Гинга В.А., Сийдра О.И.**  
СИНТЕЗ, КРИСТАЛЛОХИМИЯ И МАГНЕТИЗМ СИНТЕТИЧЕСКОГО ВАНАДИЕВОГО АНАЛОГА МИНЕРАЛА КОПАРСИТ  $Cu_4O_2(VO_4)Cl$
- 38 **Гончарук И.С., Кислов Е.В., Вантеев В.В.**  
ВОЙМАКАНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ АПОКАРБОНАТНОГО НЕФРИТА, СРЕДНЕ-ВИТИМСКАЯ ГОРНАЯ СТРАНА
- 40 **Гудимова А.И., Агашева Е.В.**  
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИТОСФЕРНОЙ МАНТИИ В РАЙОНЕ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТРУБОК им. В. ГРИБА, ЦНИГРИ-АРХАНГЕЛЬСКАЯ И ЛОМОНОСОВСКАЯ, АРХАНГЕЛЬСКАЯ АЛМАЗОНОСНАЯ ПРОВИНЦИЯ
- 44 **Даньшина А.П.**  
К ВОПРОСУ О СОСТАВЕ БИТУМОВ НА ПРИМЕРЕ САДКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ
- 47 **Дейнеко Д.В., Лебедев В.Н., Боровикова А.Ю., Лазоряк Б.И., Аксенов С.М.**  
МЕДЬ-ЗАМЕЩЕННЫЕ ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ СО СТРУКТУРОЙ ВИТЛОКИТА И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ БИОМЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ
- 50 **Дементьева К.В.**  
АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ ОТЛОЖЕНИЙ ФРАНСКОГО ЯРУСА ВЕРХНЕВОЗЕЙСКОГО И ВОЗЕЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ

## ОСОБЕННОСТИ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПОВЕРХНОСТИ КРИСТАЛЛОВ АЛМАЗА

Клепиков И.В.<sup>1</sup>, Васильев Е.А.<sup>2</sup><sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, klepikov\_igor@mail.ru<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный горный университет, Санкт-Петербург

Изучение морфологии кристаллов алмаза есть основа любой их минералогической или геммологической классификации. Важные классификационные признаки это форма кристалла, рельеф и особенности поверхности его граней. Классический октаэдр алмаза является плоскогранным. Однако большинство кристаллов алмаза подверглись частичному растворению/травлению с появлением характерного рельефа, который описывается как сноповидная, черепитчатая, занозистая штриховка, шагрень. При растворении/травлении появляются тригональные, квадратные, дисковидные, овальные скульптуры. В случае сильного растворения грани скругляются, образуются поверхности додекаэдрида, дитригональные формы. На поверхности кристаллов с признаками пластической деформации на начальной стадии растворения появляются цепочки тригональных ямок и слои механических (полисинтетических) двойников, секущие весь объем. При механическом износе поверхность кристаллов покрывается сеткой мелких серповидных или ромбовидных трещин, иногда наблюдается выкрашивание ребер, леденцовая скульптура. Постростовое облучение приводит к появлению на поверхности зеленых и желтых/коричневых пятен пигментации. Последние рассматриваются как признак древности, так как для их образования необходим нагрев кристаллов до 500°C, что предполагает процессы регионального метаморфизма. Таким образом, на поверхности кристаллов остаются следы постростовых изменений, происходящих на разных этапах пребывания кристаллов в горных породах. Из общих соображений можно предположить, что физические характеристики поверхностного слоя не должны отличаться от характеристик объемной части кристалла. Однако практика изучения пластин показывает, что у многих кристаллов характеристики поверхностного слоя имеют явные отличительные особенности [Васильев и др., 2019]. Эти особенности четко выявляются по фотолюминесценции (ФЛ) и не обусловлены ростовой зональностью. На рис. 1 приведены изображения ФЛ плоскопараллельной пластины, полученные при разной экспозиции на приборах DIAMOND VIEW (рис. 1а, б), ALROSA DIAMOND INSPECTOR VIEW PRO (возбуждение 225 нм) (рис. 1в, г) и изображение монохромной катодолюминесценции (КЛ) (рис. 1д).

Эта плоскопараллельная пластина вырезана из кристалла россыпи Красновишерского района (Урал), который представляет собой сильно растворенный осколок большого кристалла. Как видно на рис. 1, в образце сильно люминесцирует естественная поверхность, а полированная поверхность светится намного слабее. Эта особенность справедлива и для зеленого, и для красного компонентов ФЛ. ФЛ полированной поверхности можно выявить только при большой экспозиции, в этом случае изображение участков естественной поверхности получается пересвеченным. Аналогичные особенности можно выявить на изображениях КЛ полированной пластины кристалла 126-76 с фрагментами естествен-

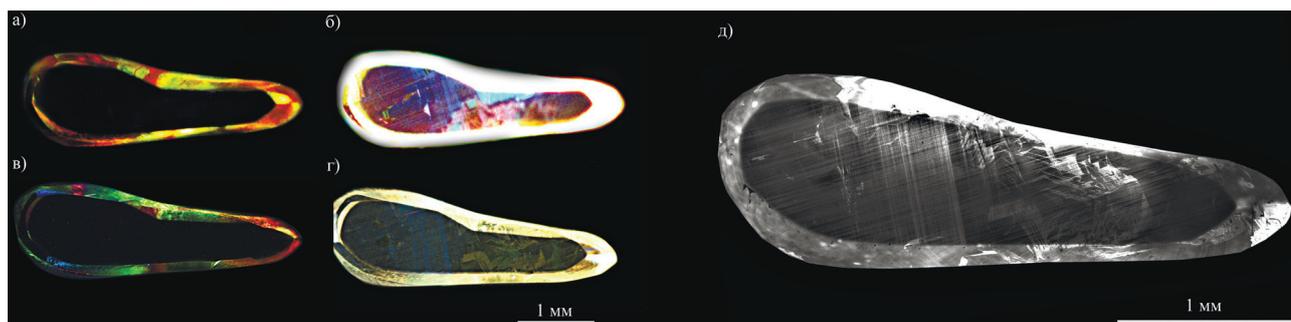


Рис. 1. Изображение фотолюминесценции кристалла 681-66, полученное при разной экспозиции на приборах DIAMOND VIEW (а, б), ALROSA DIAMOND INSPECTOR VIEW PRO (возбуждение 225 нм) (в, г) и монохромной катодолюминесценции (г)

ной поверхности, видно, что более яркий участок в КЛ соответствует неполированному фрагменту поверхности кристалла (рис. 2).

Очень контрастная разница в яркости КЛ поверхности и объемной части кристалла видна на следующем образце (рис. 3). Лицевая поверхность этого кристалла и боковые округлые сечения отполированы, а яркие в КЛ длинные торцы – естественные поверхности. Видно, что интенсивно светится именно естественная поверхность кристалла, вне зависимости от ее положения относительно источника электронов и детектора КЛ. Те же особенности свечения видны и в ФЛ этого кристалла.

Повышение яркости люминесценции поверхностного слоя кристаллов алмаза связано с естественным облучением. Это облучение, вследствие низкой дозы, чаще всего не сопровождается изменением окраски или появлением пятен пигментации. При облучении в алмазе генерируются вакансии, которые захватываются азотными дефектами *C*, *A*, *BI* и образуют активные в люминесценции дефекты *NV* (575 нм), *H3*, *H4*. Доминирующим видом излучения, изменяющим характеристики алмаза, является  $\alpha$ -излучение. Максимальная глубина проникновения  $\alpha$ -частиц с энергией 8,8 МэВ, образующихся при распаде в ряду урана, составляет 28 мкм [Nasdala et al., 2013]. Радиационные дефекты распределены равномерно по объему, облученному параллельным пучком  $\alpha$ -частиц. Поэтому естественное облучение увеличивает контраст ростовых и деформационных неоднородностей в приповерхностном слое кристалла (глубиной до 28 мкм). Однако зависимость между интенсивностью люминесценции и концентрацией азота не линейная, ярче люминесцируют низкоазотные слои алмаза [Васильев и др., 2004],

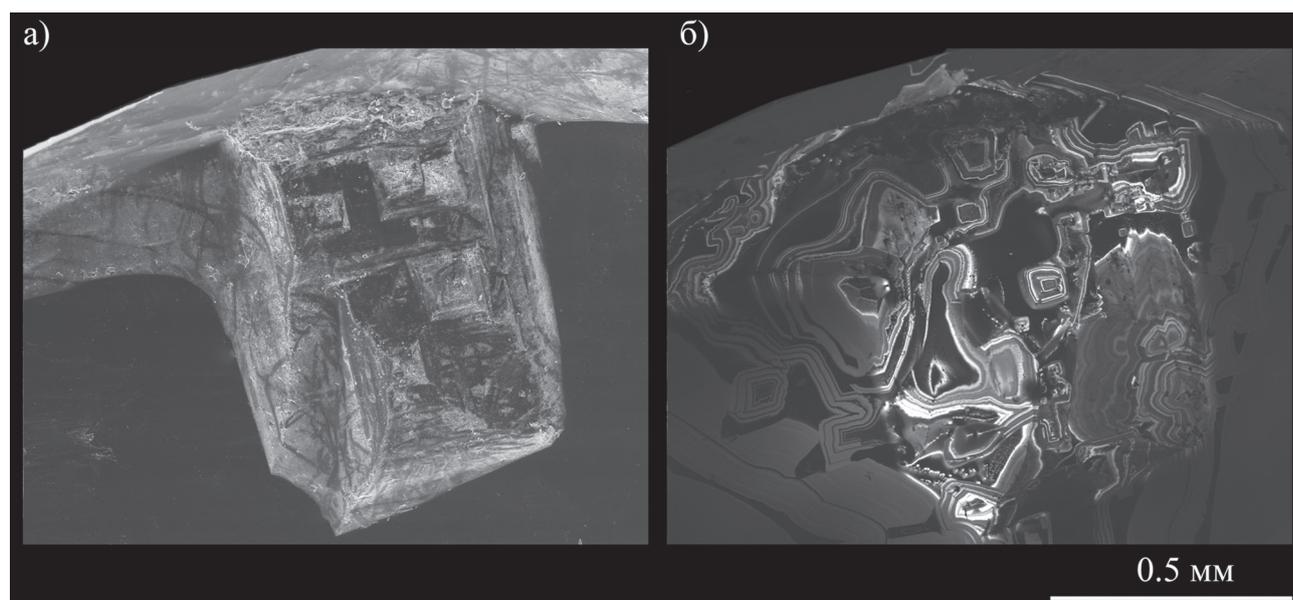


Рис. 2. Изображение SEI (а) и катодолуминесценции (б) фрагмента кристалла 126-76 с естественной и полированной поверхностью

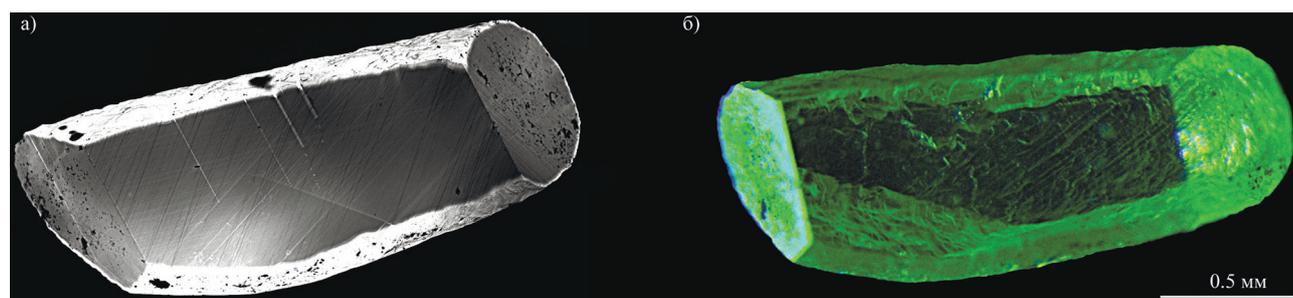


Рис. 3. Изображение катодолуминесценции приполированного кристалла 691-66: а – изображение КЛ; б – изображение ФЛ. Лицевая поверхность этого кристалла и боковые округлые сечения отполированы, а яркие в КЛ и ФЛ длинные торцы – естественные поверхности

так как в них слабее тушение ФЛ. Концентрация самих центров люминесценции в этом случае лимитируется не концентрацией азота, а концентрацией наведенных вакансий – то есть, дозой облучения. Для определения природы радиационного контрастирования ростовых и деформационных неоднородностей необходимы дальнейшие комплексные исследования.

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант 21-77-20026.*

#### ЛИТЕРАТУРА

- Васильев Е.А., Иванов-Омский В.И., Помазанский Б.С., Богуш И.Н. (2004) Тушение люминесценции N3 центра примесью азота в природном алмазе. Письма в журнал технической физики, 30(19), 7-11.
- Васильев Е.А., Клепиков И.В., Козлов А.В., Антонов А.В. (2019) Природа удлиненной формы кристаллов алмаза из россыпей Урала. Записки Горного института, 239, 492-496.
- Nasdala L., Grambole D., Wildner M., Gigler A.M., Hainschwang T., Zaitsev A.M., Harris J.W., Milledge J., Schulze D.J., Hofmeister W., Balmer W.A. (2013) Radio-colouration of diamond p. a spectroscopic study. Contributions to Mineralogy and Petrology, 5, 843-861.

*Научное издание*

**XXVIII Всероссийская научная конференция  
Уральская минералогическая школа – 2022**

Сборник статей студентов, аспирантов, научных сотрудников  
академических институтов и преподавателей ВУЗов  
геологического профиля

Рекомендовано к изданию  
ученым советом Института геологии и геохимии УрО РАН

Редакторы *Р.С. Паламарчук, В.С. Жданова, Д.А. Горбунов*

Компьютерная верстка *Н.С. Глушковой*



Подписано в печать 12.09.22. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная  
Усл. печ. л. 22,6. Тираж: 100 экз. Заказ №

Институт геологии и геохимии УрО РАН  
620110, Екатеринбург, ул. Акад. Вонсовского, д. 15  
[www.igg.uran.ru](http://www.igg.uran.ru)

Отпечатано в типографии  
ООО Универсальная Типография «Альфа Принт»  
г. Екатеринбург, пер. Автоматики, д. 2, литера Ж  
Тел. (343) 222-00-34 доб. 107, с.т. 8-912-283-69-07

