

УДК: 513.618.3

DOI 10.33514/1694-7851-2023-1-46-49

**Акбеков Т.М.**

физ.-мат. илим. канд., доц.

И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университети

**Оскомбаева З.А.**

ага окутуучу

У. Асаналиев атындагы Кыргыз мамлекеттик геология, тоо-кен иштери  
жана жаратылыш ресурстарын өздөштүрүү университети

**Мейманкулова Н.Т.**

ага окутуучу

У. Асаналиев атындагы Кыргыз мамлекеттик геология, тоо-кен иштери  
жана жаратылыш ресурстарын өздөштүрүү университети

### **КРИСТАЛЛДАР $\text{CuGaS}_2$ , АЛАРДЫН МҮНӨЗДӨМӨЛӨРҮ ЖАНА ИШТЕТҮҮСҮ**

**Аннотация:** Бул макалада газ ташуу ыкмасы жана эки температура синтези ыкмасы менен өстүрүлгөн  $\text{CuGaS}_2$  кристаллдардын мүнөздөмөлөрү изилденген

**Негизги сөздөр:** кристаллдар, газ транспорту ыкмасы, эки температура синтези ыкмасы, күн батареялары, кристаллографиялык тегиздик, экситондор, бет.

**Акбеков Т.М.**

канд. физ.-мат. наук, доц.

Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева

**Оскомбаева З.А.**

старший преподаватель

Кыргызский государственный университет геологии, горного дела  
и освоения природных ресурсов имени У. Асаналиева

**Мейманкулова Н.Т.**

старший преподаватель

Кыргызский государственный университет геологии, горного дела  
и освоения природных ресурсов имени У. Асаналиева

### **КРИСТАЛЛЫ $\text{CuGaS}_2$ , ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОБРАБОТКА**

**Аннотация:** В данной статье исследованы характеристики кристаллов  $\text{CuGaS}_2$ , выращенные газотранспортным методом и методом двух температурных синтезов.

**Ключевые слова:** кристаллы, газотранспортный метод, метод двух температурный синтез, солнечные батареи, кристаллографической плоскости, экситоны, грань.

**Akbekov T.M.**

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

Kyrgyz State University named after I. Arabaev

**Oskombaeva Z.A.**

Senior Lecturer

Kyrgyz State University of Geology, Mining  
and Natural Resources Development named after U. Asanaliev

**Meimankulova N.T.**

Senior Lecturer

Kyrgyz State University of Geology, Mining  
and Natural Resources Development named after U. Asanaliev

## CuGaS<sub>2</sub> CRYSTALS, THEIR CHARACTERISTICS AND PROCESSING

**Annotation:** In this work, the characteristics of CuGaS<sub>2</sub> crystals grown by the gas transport method and the two-temperature synthesis method are studied.

**Keywords:** crystals, gas transport method, two-temperature synthesis method, solar cells, crystallographic plane, excitons, face

Все более широкое практическое применение полупроводников стимулирует поиск к исследованию новых материалов.

В течение последних нескольких лет большое внимание уделяется изучению физических свойств многокомпонентных систем и, в частности, кристаллам группы I-II-VI<sub>2</sub>, которые являются перспективными для многих технических применений.

Для ряда кристаллов группы I-II-VI<sub>2</sub> разработаны методы получения образцов р и n-типа, на основе их созданы гетеропереходы. На основе соединений Cu Jn Se<sub>2</sub> создана солнечные батареи с коэффициентом полезного действия 11%.

Физические свойства соединений группы I-II-VI<sub>2</sub> исследованы пока недостаточно. Основное препятствие к этому – отсутствие метода получения хороших кристаллов для научного исследования.

В работе исследовались кристаллы, выращенные И.В. Боднарем и любезно предоставленные нам. Кристаллы были получены газотранспортным методом и методом двух температурных синтезов [1].

Большинство кристаллов, полученных газотранспортным методом, имело игольчатую форму с осью роста (111).

Наиболее развитыми были грань (012) и (101). Противоположная сторона была образована с ростом отдельных небольших монокристаллов.

Среди газотранспортных кристаллов изредка встречались пластинчатые образцы, зеркальная монокристаллическая грань которых соответствовала кристаллографической плоскости (112) (максимальный размер 3×3 мм). Противоположная сторона была ребристой с зеркальными ребрами шириной 0,1–0,3 мм. Кристаллы обладали высокой прозрачностью.

В поляризации *E II C* спектр пропускания можно получить до 500 нм, а в поляризации *EII C* при 4,2К хорошо регистрировалась линия поглощения экситона.

Вследствие специфической огранки эти кристаллы не годились для количественных измерений. Обработка их была невозможна из-за малой толщины и небольшой механической плоскости.

Кристаллы, полученные при средних скоростях перекося ( $\Delta T = 100^{\circ}C$ ) по спектральным свойствам, являются промежуточными между быстро и медленно выращенными кри-

сталлами. Спектр поглощения качественно подобен спектру медленно выращенных кристаллов.

При выращивании кристаллов газотранспортным методом в качестве переносчика используется йод, и полученные этим методом образцы всегда легированы йодом.

В отраженном свете большинство газотранспортных кристаллов имело зеленую окраску.



**Рис. 1. Кристаллы зеленой окраской**

В процессе исследования были получены спектры пропускания большого числа кристаллов, выращенных при различных условиях. Измерение коэффициента поглощения производилось только для медленно выращенных кристаллов.

Образцы, полученные двух температурным синтезом, представляют собой сростки монокристаллов, окраска которых в одном синтезе варьировалась от темно зеленой до желтой или оранжевой. Среди них встречались отдельные монокристаллы, как правило, желтого или оранжевого цвета, размерами  $15 \times 8 \times 2$  мм с хорошо развитой гранью (112). Рис. 2.



**Рис. 2. Кристаллы желтого или оранжевого света**

Спектр люминесценции зеленых участков был идентичен спектру газотранспортных кристаллов за вычетом линии 517,48 нм ЭПК, связанного с йодом.

В спектрах поглощения и люминесценции желтых и оранжевых кристаллов линии отсутствовали. Поскольку кристаллы были получены из исходных элементов высокой чистоты и в одном синтезе, изменение окраски кристалла связано с нарушением стехиометрического состава [2].

Как показали измерения, коэффициент поглощения желтых кристаллов в примесной области изменялся почти в два раза чаще, и соответственно менялась концентрация тов [3].

Плоско параллельные пластинки, необходимые для качественного измерения коэффициента поглощения, изготавливались с шлифованием кристаллов мелким наждачным порошком нужной толщины и полировались алмазной пастой. Рис. 3.



**Рис. 3. Плоско параллельные пластинки**

Газотранспортные кристаллы обрабатывались только с одной стороны, в противоположной хорошо развитой плоскости (112) или плоскости (101).

Кристаллы из двух температурного синтеза приходилось обрабатывать с двух сторон, так как наиболее развитая плоскость (112) часто имела ребристую структуру.

Из медленно выращенных зеленых кристаллов, взятых из разных синтезов, были приготовлены пластинки с толщинами: 0,165 см, 0,104 см и 0,041 см.

Из желтых кристаллов, взятых из двух синтезов, были приготовлены образцы с толщинами 0,62 см: 0,053 см и 0,025 см.

**Заключение** Изложенные в работе материалы, в первую очередь оригинальные, а также цитированные, позволяют заключить, что широкий круг соединений представляет собой во многом не исследованный класс веществ, особенно в направлениях экспериментального определения их физико-химических свойств, методов выращивания кристаллов и связи характеристик материалов с технологическими параметрами процессов получения.

#### **Список использованной литературы:**

1. Боднар И.В, Лукомский Н.П. Выращивание кристаллов тройных соединений типа  $AIB_{111}C_2 VI$  и их свойства. Изв. АН СССР Неорганический материалы. – 1979. Т. 15. – №10. – С. 1718–1720.
2. Беккер Т.Б. Фазаобразование и рост кристаллов в четверной взаимной системе Na, Ba, В // О, Ф. Докторской диссертации, 2015. – 227 с.
3. Колесников Н.Н. Физико-химические и технологические основы получения кристаллов халькогенидов металлов ,содержащих летучие компоненты. Автореф. ... док. дисс. – 2017. – 45 с.

**Рецензент: канд. тех. наук, доц. Токонбекова К.Ч.**