

М. С. МЕЦИК, Л. М. ГОЛУБЬ

ДЕКОРИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА ПОВЕРХНОСТИ КРИСТАЛЛОВ СЛЮДЫ

(Представлено академиком П. А. Ребиндером 7 X 1971)

Декорирование электрических полей на поверхности твердых тел, связываемых с различного вида дефектами, изучалось рядом исследователей (¹⁻¹⁴). Однако картина этих полей и их природа до конца остаются не выясненными.

Для изучения топографии микроскопической электризации поверхности кристалла в процессе его раскалывания, кристалл слюды расщепляется нами в суспензии — диэлектрической жидкости, содержащей заряженные частицы. Типичные картины декорирования этим методом представлены на рис. 1. Видна четкая электрическая мозаика на поверхности с размером отдельных элементов от одной до нескольких сотых долей миллиметра (рис. 1а). При расщеплении ножом часть зарядов нейтрализуется и обнаруживаются довольно крупные области мозаики с протяженностью порядка десятых долей миллиметра и больше (рис. 1б).

Если поверхность кристалла образована во влажном воздухе, мозаика быстро рассеивается вследствие электропроводности водной пленки, адсорбирующейся на поверхности. На рис. 1в, г видно изменение мозаики при увеличении времени пребывания поверхности на воздухе. При влажности комнатного воздуха порядка 60% мозаика практически исчезает в течение 10 мин.

После исчезновения электростатической мозаики на поверхности сохраняются электрически активные центры, для декорирования которых в той же суспензии требуется уже более значительное время. Рис. 2а, б дают представление об изменении картин декорирования этих центров со временем. Электрические центры активности сохраняются и под водной адсорбционной пленкой, но их концентрация резко уменьшается при обработке поверхности в кипящей воде (рис. 2в, г).

Центры активности на поверхности обладают значительным дальним действием. Оно распространяется через коллоидную пленку толщиной в несколько микрои даже через серебряные и алюминиевые слои толщиной до 1000 Å (рис. 3а, б). Механизм передачи полей через металлическую пленку пока остается неясным.

С повышением температуры поверхности квазитвердая полимолекулярная водная адсорбционная пленка разрушается (^{15, 16}) и обнаруживаются интересные магнитные свойства поверхности. В водной магнитной суспензии на ней декорируются параллельные полосы и активные центры гексагональной и др. форм. Типичные картины магнитного декорирования представлены на рис. 3в, г. Природа этого явления пока не ясна.

В нашей лаборатории использован также оригинальный метод и термодиффузионный механизм декорирования электрических полей поверхности в ее дефектных областях (¹⁷). Метод позволяет получить ряд но-

вых сведений как о природе этих полей, так и о свойствах самих кристаллов.

Идея метода заключается в создании в кристалле условий для термической диффузии к поверхности слабо связанных атомов. Эти условия возникают при нагревании кристалла со значительным температурным градиентом, направленным в сторону поверхности. В экспериментах использовались температуры до 700°C при градиентах от десятков до нескольких тысяч градусов на миллиметр.

Термодиффузионное декорирование полей начинается уже при температуре $150\text{--}200^{\circ}\text{C}$, но наиболее четко выражено в области температур 400 и 600°C .

На поверхности слюды наблюдаются самые различные образования: линейные цепочки, тетраэдрические, гексагональные и прямоугольные кристаллы, спиралевидные, точечные и других форм выделения. Все эти образования декорируют поля блоков, зон роста кристалла и различные центры активности на поверхности. Концентрация первичных центров может колебаться от 10^2 до 10^8 см^{-2} .

Микрохимический и микрорентгеновский анализ показали, что в состав выделений на поверхности входят как элементы структуры слюды, так и примесные атомы.

На рис. 4а, б представлены картины декорирования полей кристаллических блоков поверхности. Здесь хорошо наблюдается как дефектность и некоторая неупорядоченность блоков, так и зональность роста кристалла слюды.

Кристаллические выделения зарождаются на центрах активности. В процессе прогрева количество зародышей уменьшается и вещество концентрируется у наиболее мощных источников полей, формируясь в крупные хорошо ограниченные кристаллики тетраэдрической (¹⁷), гексагональной и других форм. При этом процесс формирования кристалликов на поверхности существенно зависит от температуры прогрева (рис. 4в, г).

Изложенное здесь свидетельствует о значительной дефектности даже ювенильной поверхности кристалла слюды, способного образовывать молекулярно-плоские поверхности. Они наглядно иллюстрируют наличие на вновь образованной поверхности неравновесного электрического состояния, как причины экзоэмиссии при раскалывании кристалла (¹⁸). Эти исследования со слюдой показали, что не только на ювенильной, но и на сравни-

Рис. 1. Картины декорирования электростатических зарядов на ювенильной поверхности и их изменение на воздухе: а — поверхность, образованная без участия ножа; б — после расщепления кристалла заземленным ножом; в, г — электростатическая мозаика после пребывания поверхности на воздухе 0,5 сек. и 10 мин. соответственно; $100\times$

Рис. 2. Изменение центров электрической активности с длительностью декорирования в диэлектрической суспензии и после обработки поверхности в воде: а — 10 сек., б — 1 час.; в — поверхность, обработанная в кипящей воде, 10 мин.; г — свежая поверхность; $100\times$

Рис. 3. Дальнейшее действие центров активности и декорирование магнитных полей: а, б — поверхности, покрытые в вакууме слоем серебра толщиной 1000 и 500 Å соответственно; в, г — типичные картины декорирования полей поверхности в магнитной суспензии при температуре 70°C

Рис. 4. Картины термодиффузионного декорирования полей поверхности кристалла при 400°C : а — декорирование совершенной блочности; б — разориентированная блочность и зональность роста кристалла; в, г — изменение концентрации и формы гексагональных выделений на поверхности слюды с температурой прогрева 390 , 400°C соответственно. Время прогрева 4 час. $250\times$

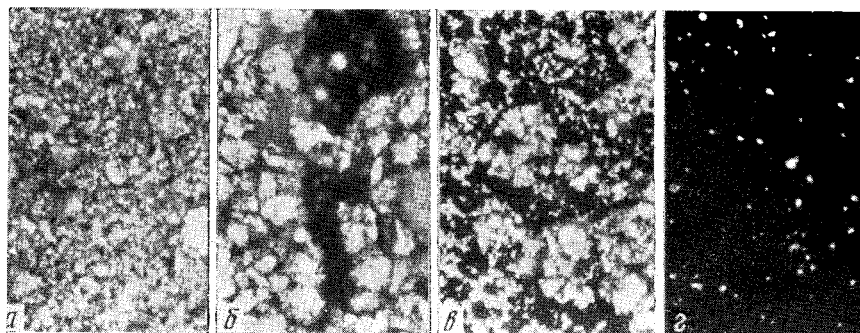


Рис. 1.

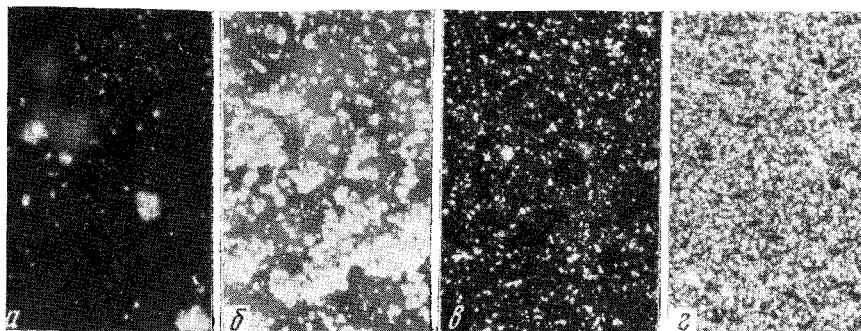


Рис. 2.

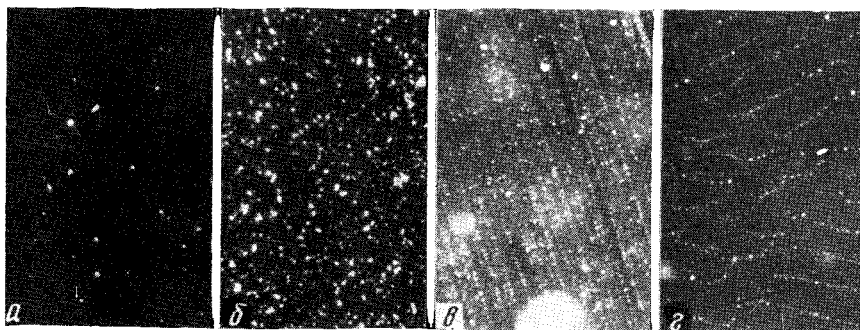


Рис. 3.

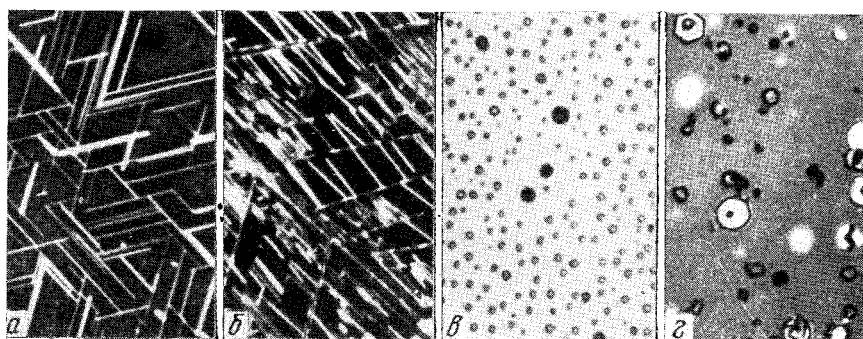


Рис. 4.

тельно «старой» поверхности тела существует огромное количество источников силовых полей, обладающих значительным дальним действием.

Иркутский государственный университет
им. А. А. Жданова

Поступило
7 X 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. И. Дистлер, Исследования в области поверхностных сил, Докл. II конф. по поверхн. силам, «Наука», 1967, стр. 84. ² Г. И. Дистлер, Электропная микроскопия твердых тел и биологических объектов, «Наука», 1969, стр. 70. ³ Г. И. Дистлер, В. Н. Лебедева и др., Кристаллография, **15**, 1049 (1970). ⁴ С. А. Кобзарева, Г. И. Дистлер, Кристаллография, **16**, 601 (1971). ⁵ В. П. Власов, Г. И. Дистлер, Кристаллография, **16**, 663 (1971). ⁶ Л. С. Палатник, В. М. Косевич и др., ФТТ, **11**, 2586 (1969). ⁷ М. И. Корнфельд, ФТТ, **10**, 2422 (1968). ⁸ М. И. Корнфельд, ФТТ, **11**, 1611 (1969). ⁹ М. И. Корнфельд, ФТТ, **13**, 474 (1971). ¹⁰ М. С. Мецник, Физика расщепления слюды, Иркутск, 1967. ¹¹ Е. К. Лашев, Слюда, М., 1948. ¹² К. И. Волков, П. Н. Загибалов, М. С. Мецник, Свойства, добыча и переработка слюды, Иркутск, 1971. ¹³ Г. И. Дистлер, Автореф. докторской диссертации, Инст. кристаллогр. АН СССР, 1970. ¹⁴ В. И. Трофимов, Э. И. Евко и др., ФТТ, **12**, 673 (1970). ¹⁵ Г. Т. Тимошенко, М. С. Мецник, Сборн. Тепло и массо-перенос, Минск, 1966, стр. 573. ¹⁶ В. Д. Перевертаев, В. А. Куткин, Матер. научн. конф. Иркутск. гос. ун-в., в. 1, Физика, 1970. ¹⁷ М. С. Мецник, Л. М. Голубь, ФТТ, **13**, 1278 (1971). ¹⁸ Н. А. Кротова, В. В. Карасев, ДАН, **92**, 607 (1953).