

5) вывод на экран дисплея знака в зависимости от интенсивности белого света в данной точке коноскопического поля.

Светлые участки коноскопического поля с интенсивностью $B > 0,05$ обозначались знаком «забой», темные с $B < 0,02$ (изогира) — знаком «пробел». Кроме того, для некоторых сечений кристаллов потребовался дополнительный знак — «косая черта» при $B = 0,01—0,02$.

Плотность расчетных точек ограничивалась техническими возможностями дисплея — 24 строки по 80 знаков в каждой из них. Но так как круглое коноскопическое поле занимало лишь часть прямоугольного экрана, фактически развертка изображения изогир происходила по 23 строкам с максимальным количеством знаков в строке до 49 по диаметру коноскопического поля.

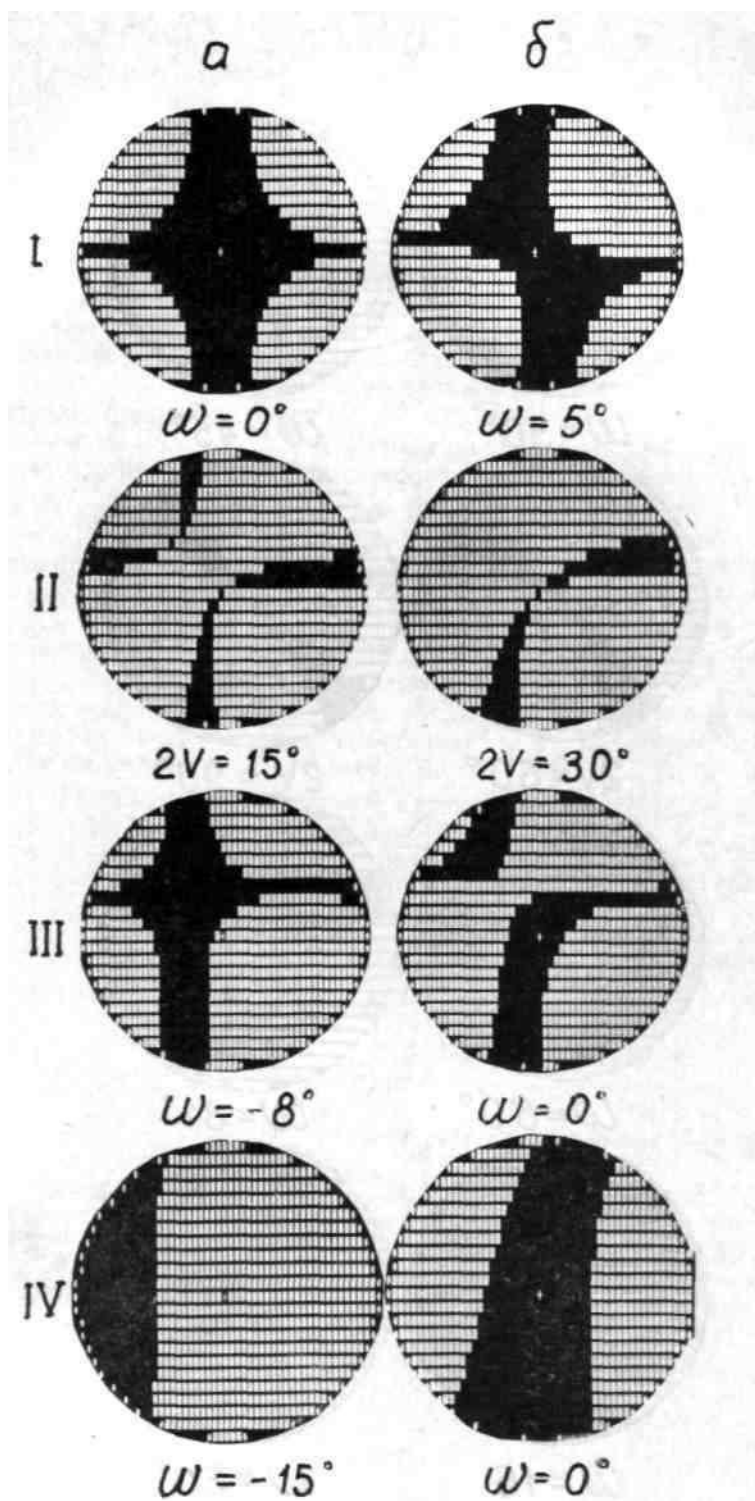
На рис. 7, 8 приведены фотографии с экрана дисплея, на которых изображены изогир для кристаллов с различными углами оптических осей, ориентировкой оптической индикатрисы и углами поворота столика микроскопа. Не останавливаясь на подробном описании, отметим некоторые наиболее примечательные черты формы изогир и ее поведения при вращении столика микроскопа.

Для одноосного кристалла в сечении, параллельном плоскости оптических осей (см. рис. 7, *в* — *е*), интерференционная фигура представляет собой толстый крест *в*, трансформирующийся при повороте столика микроскопа в косую сноповидную фигуру *г*, которая, все более сжимаясь, при $\omega = 5^\circ$ разрывается светлой перемычкой с образованием двух ветвей изогир *д*, покидающих поле зрения коноскопа при $\omega = 10^\circ$.

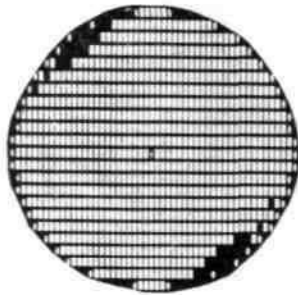
В верхнем ряду рис. 8 показано поведение изогир при вращении столика микроскопа для двуосного кристалла с $2V=60^\circ$ в сечении, перпендикулярном острой биссектрисе. Обращает на себя внимание, в отличие от одноосного кристалла (см. рис. 7, *а*), разная толщина горизонтальной и вертикальной составляющих креста. Во втором ряду — изогир, получаемые от двуосных кристаллов с $2V=15, 30, 60$ и 90° в сечении, перпендикулярном оптической оси. Отчетливо прослеживается уменьшение кривизны изогир при увеличении угла оптических осей — закономерность, использованная Ф. Райтом при составлении диаграммы для определения величины угла оптических осей (рис. 9). В третьем ряду рис. 8 показано поведение изогир двуосного кристалла с косоориентированной острой биссектрисой, находящейся в поле зрения коноскопа. От изогир верхнего ряда она отличается косым расположением креста и несимметричностью ветвей изогир. В нижнем ряду рисунка изображена изогир двуосного кристалла в косом сечении, при котором острая биссектриса находится за пределами поля зрения коноскопа. Толстая, слегка искривленная изогир уходит из поля зрения без образования креста.

О достоверности математической модели изогир. Для проверки соответствия теоретической и реально наблюдаемой изогир на федоровском столике замерялись координаты оптических осей в зернах различ-

Рис. 8. Компьютерное воспроизведение изогир двуосного кристалла (фотографии с экрана дисплея) в разных сечениях и при различных углах поворота столика микроскопа ω : верхний ряд — сечение, перпендикулярное острой биссектрисе, $2V = 60^\circ$; второй ряд — сечение, перпендикулярное оптической оси, $2V = 15, 30, 60$ и 90° ; третий ряд — косое сечение, одна из оптических осей находится в поле зрения коноскопа, плоскость оптических осей наклонена под углом 80° к столику микроскопа, $2V = 45^\circ$; нижний ряд — косое сечение, оптические оси вне поля зрения коноскопа, плоскость оптических осей наклонена под углом 45° к столику микроскопа, $2V = 60^\circ$ (см. стр. 65, 66)



β



$\omega = 30^\circ$

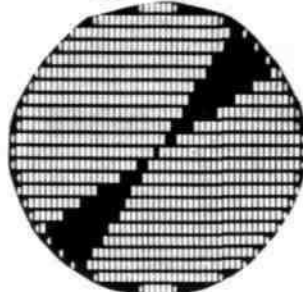
α



$\omega = 45^\circ$



$2V = 60^\circ$



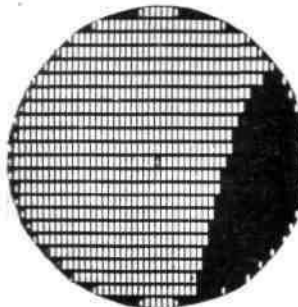
$2V = 90^\circ$



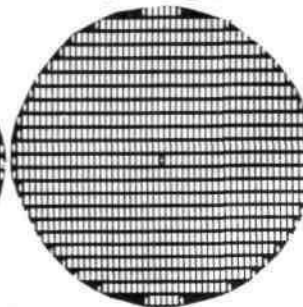
$\omega = 60^\circ$



$\omega = 81^\circ$



$\omega = 15$

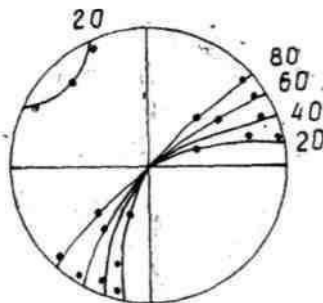


$\omega = 30^\circ$

ных минералов. По полученным координатам проводилось графическое построение изогир. Затем то же зерно минерала исследовалось в коноскопе. Сравнение положения и формы изогир при разных углах поворота столика микроскопа привело к выводу о полной идентичности теоретической и реально наблюдаемой изогир.

На рис. 9 приведена широко известная диаграмма Ф. Райта, модифицированная М. Флейшером и соавт. [8], предназначенная для определения угла оптических осей в сечении, перпендикулярном оптической оси. На нее нанесены точки с нулевой интенсивностью белого света, рассчитанные по методике, описанной в этой статье. Как видно, положение расчетных точек и линий изогир практически совпало. Незначительные отклонения точек от линий можно объяснить погрешностями, связанными с тем, что Ф. Райт для построения диаграммы использовал приближенное уравнение изогир.

В заключение остановимся на практическом значении математической модели изогир. Изложенные теоретические разработки дают возможность на строгой математической и физической основе предсказать положение и форму изогир и имитировать ее поведение при вращении столика микроскопа для любых сечений кристаллов. Все это может быть использовано в учебных целях для демонстрации изогир студентам при прохождении курса кристаллооптики. При этом, если в расчетах учесть цветную составляющую света, на экране дисплея можно воспроизвести полную коноскопическую картину, включая изохромы,



а также показать действие кварцевой пластинки при определении оптического знака кристалла. Рис. 9. Положение расчетных точек с нулевой интенсивностью белого света на диаграмме Ф. Райта

Разработке на основе математической модели изогир новых способов коноскопического измерения угла оптических осей и ориентировки оптической индикатрисы будет посвящена следующая статья.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Компанейцев В. П.* Теория изогир. I. Главная коноскопическая теорема // Изв. АН РК. Сер. геол. 1992. № 4. С. 18-27.
2. *Елисеев Н. А.* Методы петрографических исследований. Л., 1956. 275 с.
3. *Гинзбург Г. А.* Картографические проекции. М., 1951. 79 с.
4. *Вольнский Б. А.* Сферическая тригонометрия. М., 1977. 135 с.
5. *Татарский В. Б.* Кристаллооптика и иммерсионный метод исследования минералов. М., 1965. 306 с.
6. *Kamb W. B.* Isogyres in interference figures // Am. Mineral. 1958. V. 43. P. 1029-1067.
7. *Глаголев Н. А.* Проективная геометрия. М., 1963. 344 с.
8. *Флейшер М., Уилкокс Р., Матцко Дж.* Микроскопическое определение прозрачных минералов. Л., 1987. 647 с.