

О ДВУСТОРОННЕМ СПОСОБЕ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ СОВМЕЩЕНИЯ ИЗОГИРЫ С МЕТКАМИ ABOUT A TWO-WAY METHOD FOR MEASURING THE ANGLES OF DISPLACEMENT OF AN ISOGYRE WITH LABELS

Определение угла оптических осей в коноскопе по методу «засечек» основано на использовании гномонического уравнения изогирь, в котором учитываются углы совмещения изогирь с метками – точками в поле зрения коноскопа с известными координатами. Трудности определения этих углов связаны с тем, что совмещать с меткой нужно «нулевую» изогирю, которую мы не видим. Предположительно она находится посередине изогирь, на равном расстоянии от ее краев. Если конец изогирь узкий и ориентирован круто к границе поля зрения, то такой способ дает удовлетворительные результаты (рис. б). Но часто изогиря при вращении столика подходит к метке боком, так что одна из сторон оказывается за пределами поля зрения (рис. в). В таком случае найти её середину можно только приблизительно, с грубой погрешностью, а иногда и вообще невозможно.

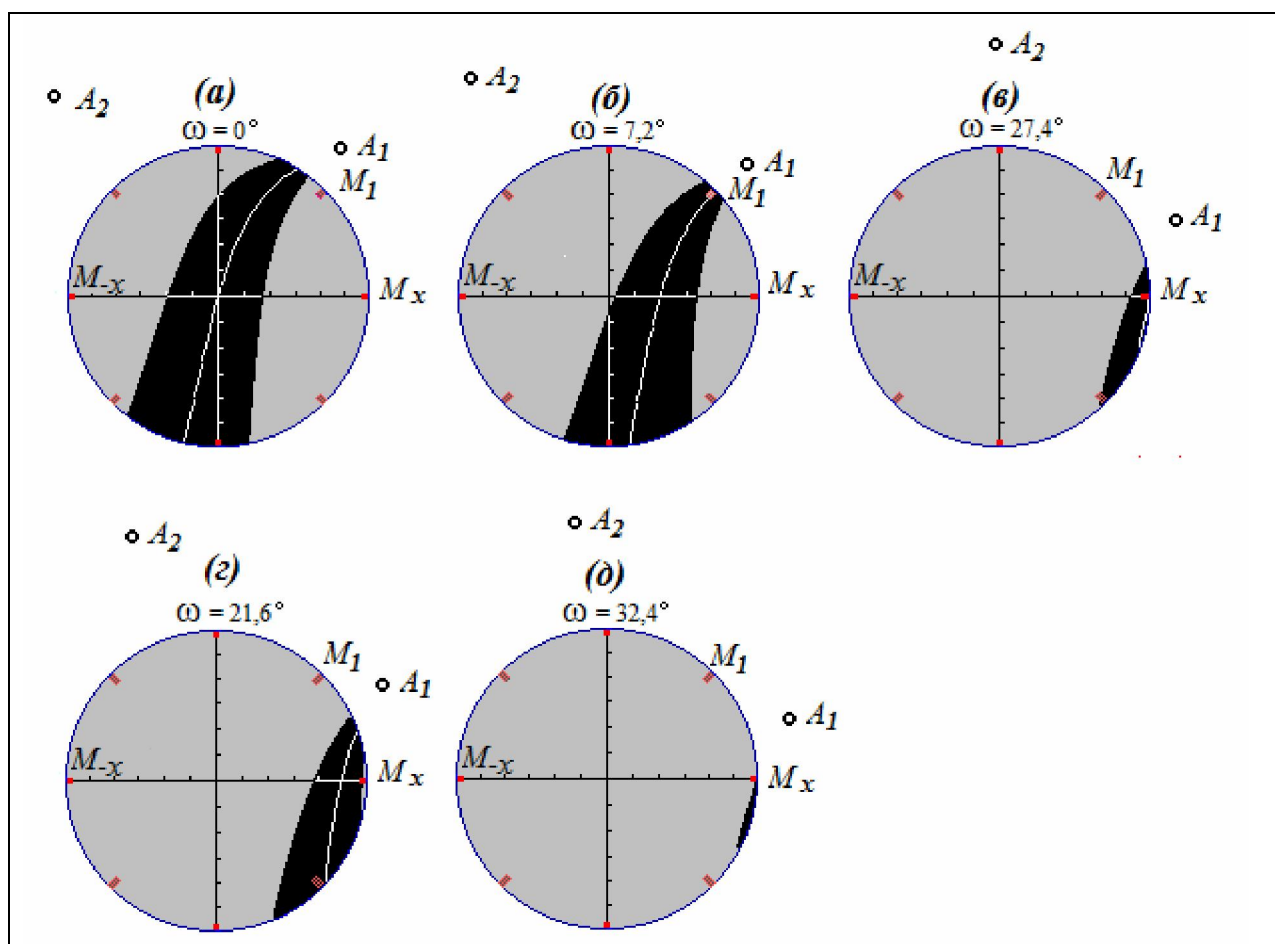


Рис. Определение угла совмещения изогирь с меткой M_x двусторонним способом.

а – стандартная позиция, изогиря проходит через центр поля зрения; б – совмещение изогирь с меткой M_1 с выводом на метку середины узкого конца изогирь; в – приблизительное совмещение середины изогирь с меткой M_x ; г – совмещение правой стороны изогирь с меткой M_x ; д – то же для левой стороны изогирь. Светлая линия на черном фоне – «нулевая» изогиря.

Буквенные обозначения: A_1, A_2 – оптические оси; M_1, M_x, M_{-x} – метки; ω – угол поворота столика от стандартной позиции.

Хороший результат измерения углов совмещения дает двусторонний способ. Он заключается в поочередном замере угла совмещения с меткой сначала с одной стороны (рис. г), затем с другой стороной изогри (рис. д). Среднее из двух измерений углов поворота столика принимается за угол совмещения изогри с меткой M_x . В примере среднее значение равно $\omega_0' = (21,6+32,4)/2 = 27^\circ$. Рассчитанные таким же образом углы совмещения для двух других меток M_1 и M_{-x} соответственно равны $7,3^\circ$ и $-20,9^\circ$ (см. пример 1 в таблице). Если эти три угла совмещения ввести в программу расчета угла оптических осей по методу «засечек», то будет получен угол $2V = 60^\circ$.

Таблица

Сравнение углов совмещения изогри с метками, рассчитанных двусторонним способом, с их действительными значениями.

№ п/п	Исходные данные				Углы совмещения сторон изогриры с метками			ω_0' - ω_0	$2V'$	$2V'$ - $2V$
	Координаты оптических осей	$2V$	Метки	ω_0	ω_1	ω_2	ω_0'			
1	R ₁ =39.6; L ₁ =50.6 R ₂ =59.2; L ₂ =129.4	60	M ₁	7.2	4,3	10,2	7,3	0,1	60,0	0
			M _x	27,4	21,6	32,4	27,0	-0,4		
			M _{-x}	-21,1	-27,4	-14,4	-20,9	0.2		
2	R ₁ =30,2; L ₁ =6,9 R ₂ =30,2; L ₂ =173,1	60	M ₁	-35,9	-37,2	-30,1	-33,6	2,3	60,3	0,3
			M _x	6,8	6,7	7,0	6,9	0,1		
			M _{-x}	-6,9	-7,0	-6,7	-6,8	0,1		
3	R ₁ =59,6; L ₁ =62,6 R ₂ =89,6; L ₂ =117,4	60	M ₁	5,8	0,5	10,9	5,7	-0,1	60,5	0,5
			M _x	9,5	2,6	16,2	9,4	-0,1		
			M _{-x}	-8,1	-15,5	-0,6	-8,1	0		
4	R ₁ =56,7; L ₁ =6,9 R ₂ =30,2; L ₂ =173,1	60	M ₁	-8,1	-12,9	-3,2	-8,0	0,1	59,9	-0,1
			M _x	3,5	-1,7	8,6	3,5	0		
			M _{-x}	-2,1	-9,6	5,4	-2,1	0		
5	R ₁ =14,5; L ₁ =57,5 R ₂ =33,5; L ₂ =122,5	30	M ₁	67,6	61,5	71,1	66,3	-1,3	30,2	0,2
			M _x	-81,0	-94,7	-67,1	-80,9	0,2		
			M _{-x}	-69,7	-82,2	-40,4	-61,3	0,2		
6	R ₁ =43,9; L ₁ =75,1 R ₂ =62,5; L ₂ =104,9	30	M ₁	18,8	14,9	22,4	18,6	-0,2	29,9	-0,1
			M _x	27,1	19,6	34,1	26,8	-0,3		
			M _{-x}	-24,7	-31,9	-17,1	-24,5	0,2		
7	R ₁ =65,4; L ₁ =79,3 R ₂ =87,1; L ₂ =100,7	30	M ₁	8,8	3,0	14,4	8,7	-0,1	29,5	-0,5
			M _x	8,5	1,1	15,8	8,4	-0,1		
			M _{-x}	-8,1	-15,6	-0,5	-8,1	0		
8	R ₁ =22,5; L ₁ =44,0 R ₂ =89,2; L ₂ =136,0	90	M ₁	-2,0	-9,4	4,8	-2,3	-0,3	90,1	0,1
			M _x	-70,8	-79,5	-62,2	-70,8	0		
			M _{-x}	-18,6	-27,0	-10,0	-18,5	0		
9	R ₁ =45,0; L ₁ =60,0 R ₂ =63,5; L ₂ =-60,0	90	M ₁	3,8	-0,6	7,9	3,6	-0,2	90,3	0,3
			M _x	9,2	2,0	16,2	9,1	-0,1		
			M _{-x}	-5,9	-14,4	2,7	-5,9	0		
10	R ₁ =34,6; L ₁ =40,2 R ₂ =83,4; L ₂ =139,8	90	M ₁	-3.3	-5.0	-1.5	-3.3	0	89,8	-0,2
			M _x	-25.7	20.9	29.5	25.2	0,5		
			M _{-x}	-12.9	-20.3	-5.4	-12.9	0		

Более подробное описание двустороннего способа можно найти в статье [«Определение в коноскопе угла оптических осей и ориентировки оптической индикатрисы кристаллов в косых сечениях»](#), с. 15-16. Недостатком ранее выполненных работ, описанных в статье, является отсутствие данных о точности измерения углов совмещения двусторонним способом.

Чтобы исправить этот пробел, проведены опытные расчеты углов совмещения с метками двусторонним способом и углов $2V$ (см. таблицу). Для эксперимента подобраны 10 кристаллов с углами $2V = 30, 60$ и 90° в разных сечениях: от симметричных (2) до косых (1, 3, 4, 6, 7, 9, 10) и умеренно косых с оптическими осями в поле зрения коноскопа (5,8).

В левой части таблицы приведены исходные данные для расчетов: полярные сферические координаты оптических осей и соответствующие им углы $2V$ и действительные значения углов ω_0 совмещения «нулевой» изогиры с метками M_1 , M_x и M_{-x} .

В правой части таблицы приведены результаты расчета углов ω_1 и ω_2 совмещения сторон изогиры с метками M_1 , M_x и M_{-x} , выполненных по специальной компьютерной программе, и средние значения этих углов $\omega_0' = (\omega_1 + \omega_2)/2$. В следующем столбце таблицы показаны ошибки определения углов совмещения двусторонним методом $\omega_0' - \omega_0$. Как видно из приведенных данных в большинстве случаев погрешности очень малы и колеблются в пределах от 0 до $0,3^\circ$, и лишь в одном случае достигает $1,3^\circ$. Такая высокая точность свидетельствует о надежности двустороннего способа.

В последних двух столбцах таблицы приведены результаты определения угла оптических осей методом засечек с учетом рассчитанных двусторонним способом углов совмещения сторон изогиры с метками. Как и следовало ожидать, погрешности определения $2V$ оказались минимальными, не более $0,5^\circ$. На них не стоит обращать внимание, если иметь в виду, что даже на федоровском столике допустимая погрешность равна $\pm 1^\circ$.

Выводы.

1. Двусторонний способ обеспечивает высокую точность определения углов совмещения изогиры с метками.
2. Он может быть рекомендован для определения угла оптических осей в любых сечениях двучисных кристаллов.

Важное замечание. Вывод о высокой точности двустороннего способа сделан на компьютерной модели изогиры с четкими контурами. На практике мы имеем размытые границы изогиры, определяемые приблизительно, на глаз, что отрицательно влияет на точность измерения угла оптических осей.

Статья загружена на сайт 15 мая 2025 года.