

Рис. 4. Метки. Цифры в кружках — номера квадрантов.

Fig. 4. Markers. Numbers in circles — numbers of quadrants.

Таблица 1

Характеристики меток  $M_1$  и  $M_x$

Characteristics of  $M_1$  and  $M_x$  markers

Метка	Координаты меток				Обратное уравнение изогирь
	сферические		гномонические		
	$\rho$	$\lambda$	$x$	$y$	
$M_1$	$\rho_\kappa$	$45^\circ$	$0.5\sqrt{2}R$	$0.5\sqrt{2}R$	$\sqrt{2}Ra' + \sqrt{2}Rb' - (R^2 + 2)c' + R^2d - 2R^2 = 0$
$M_x$	$\rho_\kappa$	$0^\circ$	$R$	$0$	$Rb' - c' = 0$

Таблица 2

Значения параметров  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  и  $d'$  обратных уравнений, выраженные через координаты оптических осей в стандартной позиции

Values of  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  and  $d'$  parameters of inverse equations expressed through coordinates of optical axes in a standard position

Сечение	Стандартная позиция оптических осей: гномонические координаты оптических осей				Позиция после поворота столика на угол $\omega$ : параметры обратного уравнения изогирь			
	$A_1$		$A_2$		$a'$	$b'$	$c'$	$d'$
	$x$	$y$	$x$	$y$				
$\perp$ ПОО	0	$b_1$	0	$b_2$	$(b_1 + b_2)\sin \omega$	$(b_1 + b_2)\cos \omega$	$b_1 b_2 \sin 2\omega$	$b_1 b_2$
$\perp$ (ОБ— $N_m$ )	$a_1$	$b_1$	$-a_1$	$b_1$	$2b_1 \sin \omega$	$2b_1 \cos \omega$	$(a_1^2 + b_1^2) \sin 2\omega$	$b_1^2 - a_1^2$
$\perp$ (ТБ— $N_m$ )								

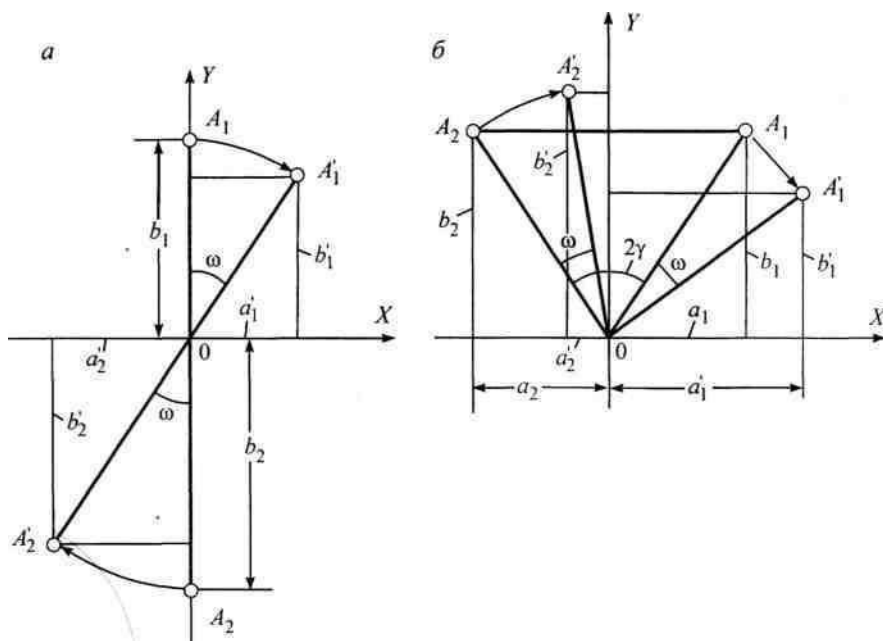


Рис. 5. Положение и координаты оптических осей  $A_1$  и  $A_2$  в стандартной позиции и после поворота столика на угол  $\omega$  ( $A_1'$  и  $A_2'$ ).

Fig. 5. Positions and coordinates of optical axes  $A_1$  and  $A_2$  in the standard position and after turning the table on angle  $\omega$  ( $A_1'$  and  $A_2'$ ).

#### ОБРАТНЫЕ УРАВНЕНИЯ ИЗОГИРЫ И ИХ РЕШЕНИЕ

Если в уравнение изогирь (1) вместо  $x$  и  $y$  подставить известные координаты точки изогирь (например, метки после совмещения изогирь с ней), то будет получено обратное уравнение изогирь, в котором в качестве неизвестных выступают параметры уравнения  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и  $d$ . Рассчитав их значения, можно определить координаты оптических осей и угол  $2V$ .

Обратные уравнения для меток  $M_1$  и  $M_x$  приведены в табл. 1.

**Сечения, перпендикулярные плоскости оптических осей.** В этих сечениях в стандартной позиции оптические оси  $A_1$  и  $A_2$  находятся на оси  $Y$  (рис. 5, а) и имеют соответственно следующие гномонические координаты  $x$  и  $y$ :  $0, b_1$  и  $0, b_2$ . После поворота столика на некоторый угол со оптические оси займут новое положение  $A_1'$  и  $A_2'$ . Их новые гномонические координаты  $x$  и  $y$  будут соответственно равны:  $b_1 \sin\omega$ ,  $b_1 \cos\omega$  и  $b_2 \sin\omega$ ,  $b_2 \cos\omega$ . Подстановкой этих координат в формулы, приведенные в пояснениях к уравнению (1), найдены новые параметры  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  и  $d'$ , выраженные через гномонические координаты оптических осей в стандартной позиции и характеризующие изогирь после поворота столика на угол  $\omega$  (табл. 2).

Из обратных уравнений изогирь (табл. 1) для меток  $M_1$  и  $M_x$  составим систему уравнений

$$\sqrt{2} Ra' + \sqrt{2} Rb' - (R^2 + 2)c' + R^2 d' - 2R^2 = 0, \quad Rb' - c' = 0,$$

из которой после подстановки значений  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  и  $d'$  (табл. 2) и преобразований получена следующая система линейных уравнений:

$$A_1 b + B_1 z + C_1 = 0,$$

$$A_2 b + B_2 z = 0,$$

где  $b$  и  $z$  — промежуточные неизвестные, равные

$$b = b_1 + b_2,$$

$$z = b_1 b_2, \quad (4)$$

а коэффициенты уравнений имеют следующие значения:  $A_1 = \sqrt{2}R (\sin\omega_1 + \cos\omega_1)$ ,  $B_1 = R^2 - (R^2 + 2) \sin 2\omega_1$ ,  $C_1 = -2R^2$ ,  $A_2 = R \cos\omega_x$ ,  $B_2 = -\sin 2\omega_x$ .

Решая систему уравнений методом исключения, находим  $b$ :

$$b = \frac{B_2 C_1}{A_2 B_1 - A_1 B_2},$$

а затем  $z$ :  $z = -A_2 b / B_2$ .

Подстановкой в выражение (4)  $b_2 = b - b_1$  получено квадратное уравнение

$$b_1^2 - b b_1 + z = 0, \text{ корни которого}$$

$$b_{1,2} = \frac{b}{2} \pm \sqrt{\frac{b^2}{4} - z}$$

являются ординатами оптических осей.

Зная  $b_1$  и  $b_2$ , находим угол оптических осей:

$$\operatorname{tg} V' = b_1; \operatorname{tg} V'' = b_2; 2V = V' - V''.$$

**Сечения, перпендикулярные к плоскостям симметрии ОБ— $N_m$ , ТБ— $N_m$ .** В исходной позиции гномонические ординаты  $b_1$  и  $b_2$  оптических осей  $A_1$  и  $A_2$  равны между собой и имеют положительное значение, а абсциссы  $a_1$  и  $a_2$  также равны между собой, но имеют противоположные знаки (рис. 5, б). После поворота столика на угол  $\omega$  новые координаты оптических осей рассчитываются по известным из аналитической геометрии формулам поворота осей координат:

$$a_1' = a_1 \cos\omega + b_1 \sin\omega; b_1 = b_1 \cos\omega + a_1 \sin\omega,$$

$$a_2' = a_2 \cos\omega + b_2 \sin\omega; b_2 = b_2 \cos\omega + a_2 \sin\omega.$$

Дальнейшая процедура вывода обратных уравнений для меток  $M_1$  и  $M_x$  совпадает с таковой для сечения  $\perp$  ПОО. Рассчитанные новые параметры  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  и  $d'$  приведены в табл. 2. После их подстановки в обратные уравнения изогриды для меток  $M_1$  и  $M_x$  (табл. 1) составлена система уравнений, решение которой дает квадратное уравнение

$$A b_1^2 + B b_1 + C = 0, \text{ в котором } A = 2R, \quad B = 2\sqrt{2}(\sin\omega_1 + \cos\omega_1) - [(R^2 + 2)\sin 2\omega_1 + R^2] / \sin\omega_x, \quad C = -2R.$$

Корни этого уравнения равны

$$b_{1,2} = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}.$$

За ординату оптических осей принимается положительное значение  $b_1$ . Гномонические абсциссы оптических осей рассчитывают по формулам:  $a_1 = b_1 R / \sin\omega_x - b_1^2$ ;  $a_2 = -a_1$ .