Известия НАН Армении, Физика, т. 29, № 1—2, с. 46—49 (1994)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 530.12:537.531

ОПЫТ САНЬЯКА В РЕНТГЕНОВСКОМ ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН

А. Г. РОСТОМЯН

Ереванский государственный университет

(Поступило в редакцию 5 сентября 1993 г.)

Рассматривается влияние вращательного движения системы на рентгеноинтерференционную картину интерферометра. Экспериментально обнаружен эффект Саньяка в рентгеновском диапазоне длин волн.

Идея опытов первого порядка (по ϑ/c) во вращающихся системах—о возможности обнаружения абсолютного вращательного движения с помощью электромагнитных явлений, была высказана Майкельсоном и экспериментально подтверждена Саньяком (1913 г.) в опыте с вращающимся диском с зеркалами [1].

Строгое объяснение оптических эффектов при вращательных движениях дает только общая теория относительности. Однако предсказания специальной теории относительности и нерелятивистской механики также хорошо объясняют опытные результаты при вращательных движениях, так как в этих предсказаниях не учтены только очень малые поправки, пока не поддающиеся обычному экспериментальному обнаружению. Поэтому в эффекте Саньяка для накопленной разности фаз между интерферирующими пучками, однократно обегающими в противоположных направлениях рабочую поверхность S резонатора, используют формулу [2]

$$\Psi_{\text{рез.}} = \frac{8\pi S}{c\lambda_0}\Omega, \qquad (1)$$

полученную из нерелятивистской механики, где c—скорость электромагнитной волны с вакууме, λ_0—используемая длина волны, Ω—угловая скорость вращения всей системы.

Несмотря на то, что подобные опыты многократно повторялись, что созданы лазерные гироскопы, а в последнее время—интерферометрический нейтронный гироскоп [3, 4, 5], однако в рентгеновском диапазоне длин волн до сих пор аналогичных опытов нет.

Цель настоящей работы—рентгеноинтерферометрические исследования влияния вращательного движения на интерференционную картину: фактически, проведение аналогичного опыта Саньяка в рентгеновском диапазоне длин волн.

В поставленном нами опыте расщепленные первым блоком интерферометра пучки обходят площадь S по ее двум противолежащим по-

лупериметрам и интерферируют на третьем блоке. Поэтому вместо формулы (1) в случае интерферометра для разности фаз имеем значение, в два раза меньшее:

$$\Psi_{\text{инт.}} = \frac{4\pi S}{c\lambda}\Omega. \qquad (2)$$

Обычные рентгеновские интерферометры [6, 7], как правило, дают интерференционную картину, богатую муаровыми узорами. В плоскости xy рентгенограммы с линейными размерами a и b разность фаз $\Psi_0(xy)$ интерферирующих пучков быстро и хаотично меняется. Это обстоятельство обусловлено главным образом деформациями тонких отражающих блоков в гравитационном поле Земли. Поэтому возникла необходимость изготовить специальный интерферометр (так называемый «жесткий»), в котором практически отсутствовало бы изменение вышеуказанной побочной разности фаз. С этой целью был изготовлен кремниевый интерферометр с толстыми верхним и нижним основаниями, соединенными четырьмя толстыми колоннами и с рабочей поверхностью $S=4{,}28$ см^2 [8] (рис. 1). Исследование интерфе-

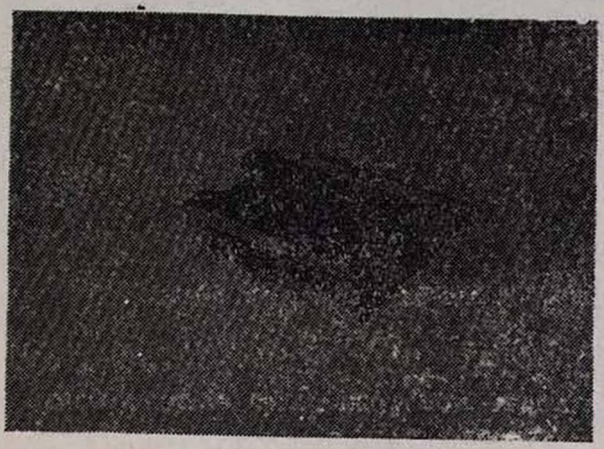

Рис. 1. Кремниевый трехблочный «жесткий» интерферометр. Отражающие атомные плоскости (220), длина волны используемого излучения $\lambda=1{,}54$ А, рабочая площадь обхода лучей $S=4{,}28$ см^2, линейные размеры рабочих участков отражающих блоков $a=b=15$мм.

ренционной картины этого интерферометра показало, что в обширном участке рентгенограммы распределение разности фаз достаточно равномерно. Таким образом, выяснилось, что изготовленный «жесткий» интерферометр не подвержен влиянию гравитационного поля Земли и пригоден для регистрации исследуемой разности фаз.

Специальные исследования показали, что даже «жесткий» интерферометр, особенно его второй блок, чувствителен к термическим нестабильностям и к способам связки интерферометра с его подложкой.

Поэтому связка интерферометра была произведена в четырех точках под основаниями колонн с последующим исследованием распределения разности фаз по интерференционной картине, а интерферометр был помещен в специально изготовленную теплоизолирующую коробку, реагирующую на изменение внешней температуры со сравнительно большим опозданием.

Опыт производился следующим образом. После юстировки интерферометра на брэгговский угол он сканировался в горизонтальном направлении x под игольтато-коллимированным падающим тонким пучком при неподвижных источнике и счетчике с непрерывной записью интенсивности на диаграммной ленте (рис. *2а*) для исследования

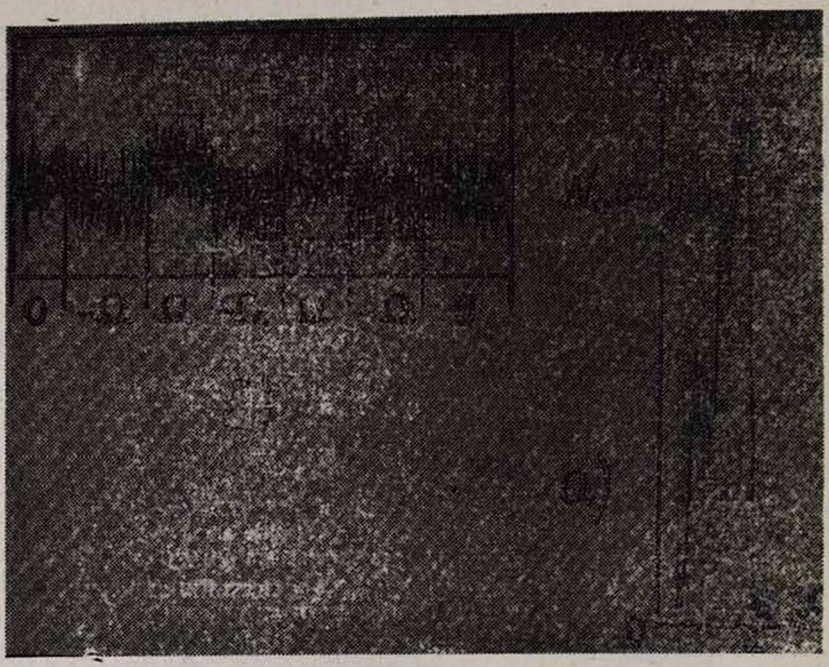

Рис. 2. а) Распределение интенсивности $N_0(xy)$ при сканировании интерферометра в направлении $x(0 \leqslant x \leqslant 15$ мм) для $\Omega = 0$. Исходная разность фаз $\Psi_0(x_0y_0) \approx 0{,}8$, соответствующая ей интенсивность $-N(x_0y_0) = 270$ имп/сек.

б) Изменение интенсивности $N_\Omega(x_0y_0)$ для угловых скоростей вращения $\Omega = 0$ и $|\Omega| = 0{,}45$ сек$^{-1}$.

распределения исходной разности фаз $\Psi_0(xy_0)$ в интерференционной картине. Потом выбирался участок вокруг точки $(x_0; y_0)$ интерференционной картины с интенсивностью $N_0(x_0y_0) = 270$ имп/сек, максимально чувствительной к изменению разности фаз интерферирующих пучков. Затем велись съемки при неподвижной системе $\Omega = 0$, при вращениях осей системы в одном $\Omega = 0{,}45$ сек$^{-1}$ и в противоположном $\Omega = -0{,}46$ сек$^{-1}$ направлениях в горизонтальной плоскости с непрерывной записью интенсивности $N_\Omega(x_0y_0)$ на диаграммной ленте (рис. *2б*).

Один из характерных рисунков распределения $N_0(xy_0)$ и $N_2(x_0y_0)$ приведен на рис. 2. Как видно из рис. *2б*, ожидаемый эффект изменения интенсивности из-за возникновения дополнительных разностей фаз при вращении всей системы в противоположных направлениях наблюдается и согласуется с расчетным по формуле (2).

Таким образом, мы с уверенностью утверждаем, что опыт Саньяка подтверждается и в рентгеновском диапазоне длин волн, т. е. по схеме Саньяка идея Майкельсона—установить неинерциальность системы с помощью рентгеноинтерференционных картин, возможна и в рентгеновском диапазоне.

ЛИТЕРАТУРА

1. **С. И. Вавилов.** Экспериментальные основания теории относительности. Собр. соч., том 4, М., АН СССР, 1956.
2. **А. Зоммерфельд.** Оптика. М., ИЛ, 1959.
3. **A. W. Overhauser, R. Colella.** Phys. Rev. Lett., 33, 1237 (1974).
4. **R. Colella, A. W. Overhauser.** Phys. Rev. Lett., 34, 1472 (1975).
5. **S. A. Werner, J. Staudenmann, R. Colella.** Phys. Rev. Lett., 42, 1103 (1979).
6. **U. Bonse, M. Hart.** Appl. Phys. Lett., 6, 155 (1965).
7. **Ф. О. Эйрамджян, П. А. Безирганян.** Изв. АН Арм.ССР, Физика, 5, 453 (1970).
8. **А. Г. Ростомян и др.** А. с. 1458781 (СССР), БИ 1989, № 6.

ՍԱՆՅԱԿԻ ՓՈՐՁԸ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐԻ ՏԻՐՈՒՅԹՈՒՄ

Ա. Հ. ՌՈՍՏՈՄՅԱՆ

Դիտարկված է համակարգի պտտական շարժման ազդեցությունը ռենտգենյան ինտերֆերենցիոն պատկերի վրա։ Փորձնականորեն հայտնաբերված է Սանյակի էֆեկտը ռենտգենյան ալիքների տիրույթում։

SAGNAC'S EXPERIMENT FOR THE X-RAY WAVELENGTH RANGE

A. H. ROSTOMYAN

The influence of the rotation of the system on the X-ray interferometric pattern is considered. Sagnac's effect for the X-ray wavelength range is experimentally found.