

ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ЛИНИЙ РАВНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ КАРТИНЕ*)

Точность, достижимая при измерениях интерференционными методами определяется в основном возможностями определения положения и формы интерференционных полос. При обычных визуальных и фотографических методах наблюдения положение интерференционной полосы определяется с погрешностью порядка 0,1 ширины полосы. Для увеличения точности измерений можно идти далее двумя путями. Первый путь состоит в сужении полос относительно расстояния между ними. Это достигается в многолучевых интерференционных устройствах и позволяет при благоприятных условиях получать увеличение точности на 2—3 порядка. Однако в ряде измерительных задач, скажем при интерференционном измерении углов, многолучевые интерферометры неприменимы. Тогда приходится становиться на другой путь — изыскание методов более точной локации широких двухлучевых полос. Известный успех в этом направлении может быть достигнут применением фотоэлектрических методов регистрации. Однако по ряду причин, на которых мы не станем здесь останавливаться, непосредственное использование фотоэлектрических приёмников не привело пока к значи-

*) E. Lau, J. Rienitz, C. Roose, Feingerätetechnik 2, № 3, 101 (1953).

тельному увеличению точности. Принципиально новые возможности на этом пути были недавно открыты Г. С. Гореликом и Берштейном *) в результате сочетания фотоэлектрических методов регистрации с модуляцией интерференционной картины. Хотя такой приём и позволяет получить рекордно высокие точности, не уступающие точности многолучевых устройств, сложность аппаратуры и необходимость модуляции интерференционной картины существенно ограничивают область его применения. Поэтому задача увеличения точности промера обычных двухлучевых интерферограмм (в частности, фотографий интерференционных картин) остаётся весьма актуальной.

С этой точки зрения представляет некоторый интерес описываемый ниже способ получения линий равной интенсивности, разработанный авторами реферируемой статьи.

При двухлучевой интерферометрии форма полос определяется простым соотношением:

$$I = \cos^2 \alpha = \frac{1 + \cos 2\alpha}{2},$$

где α — фазовый сдвиг между интерферирующими лучами. Таким образом, интенсивность меняется по строго синусоидальному закону с половинным периодом. Допустим теперь, что нами изготовлены позитив и негатив фотографического изображения одной и той же интерференционной картины, имеющие одинаковую фотографическую плотность. Если бы характеристическая кривая фотографической эмульсии была строго прямолинейной, то при аккуратном наложении позитива и негатива друг на друга мы получили бы поле равномерной плотности, т. е. полное исчезновение интерференционной картины. В действительности характеристическая кривая не линейна. Поэтому при взаимном положении позитива и негатива интерференционная картина исчезает не полностью — остаются сравнительно узкие линии повышенной прозрачности, соответствующие, как нетрудно убедиться, линиям равной интенсивности на исходной интерференционной картине.

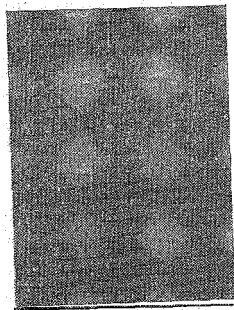


Рис. 1. Перекрещивающиеся интерференционные полосы (увеличено).

Если путём контактной печати получить фотографическое изображение этих линий и вновь повторить процесс изготовления и взаимного наложения позитива и негатива, то резкость линий равной интенсивности вновь возрастёт — линии окажутся несравненно уже первоначальных интерференционных полос и с большей точностью воспроизведут их форму (но не положение).

Таким образом описанный чисто фотографический приём позволяет на 2—3 порядка увеличить точность определения формы (изломов, изгибов и т. п.) двухлучевых интерференционных полос, снятых на фотопластинку обычным образом. Если негатив и позитив будут иметь различную фотографическую плотность, то линии равной интенсивности также получатся, но будут располагаться в других местах.

Авторы использовали этот приём для проверки синусоидальности формы двухлучевых интерференционных полос. Если на одну и ту же фотопластинку дважды заснять одну и ту же интерференционную картину, причём при вторичном экспонировании повернуть пластинку на 90° , то получатся две системы перекрещивающихся полос (рис. 1).

Линии равной интенсивности будут в этом случае соответствовать условию $\cos 2\alpha + \cos 2\beta = \text{const}$, где α и β — относительные фазовые сдвиги

*) См., например, УФН 47, 631 (1952) и 49, 631 (1953).

интерферирующих лучей для двух перекрещивающихся систем интерференционных полос в данной точке (рис. 2 и 3).

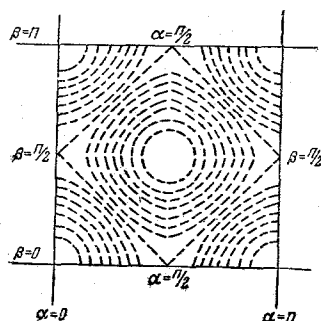


Рис. 2. Теоретически рассчитанное расположение линий равной интенсивности для случая рис. 1.

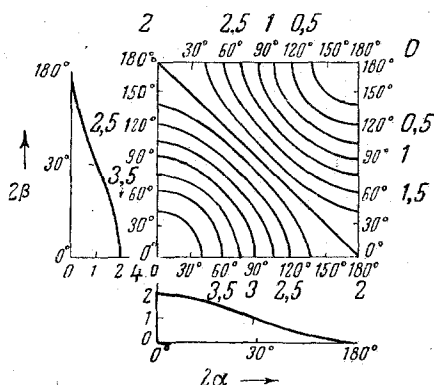


Рис. 3. Теоретически рассчитанные линии равной интенсивности для случая рис. 1.

На рис. 4—7 показаны линии равной интенсивности первого (рис. 4), второго (рис. 5 и 6) и третьего (рис. 7) порядка, т. е. полученные путём одно-, двух- и трёхкратного повторения описанного процесса. Из рисун-

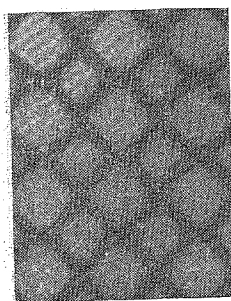


Рис. 4. Линии равной интенсивности первого порядка, полученные из рис. 1.

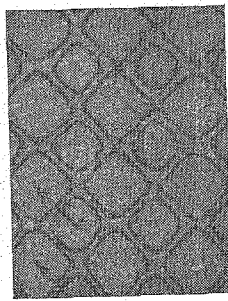


Рис. 5. Линии равной интенсивности второго порядка, полученные из рис. 4.

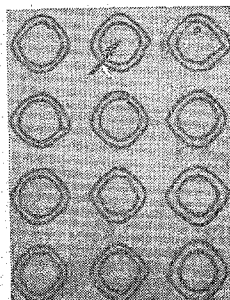


Рис. 6. Линии равной интенсивности второго порядка, полученные из рис. 4 при других оптических плотностях негатива и позитива.

ков отчётливо видно, насколько резкими получаются эти линии и насколько хорошо они выявляют неоднородности интерференционной картины. Основная интерференционная картина (рис. 1) была получена при помощи интерференционного микроскопа Круга—Лау в свете ртутной линии $\lambda = 5461 \text{ \AA}$.

На рис. 8 и 9 показано проекционное наложение этих линий на диаграмму рис. 3. Превосходное совпадение фотографий с предвычисленной

диаграммой свидетельствует о том, что форма интерференционных полос с высокой степенью точности соответствует синусоиде.

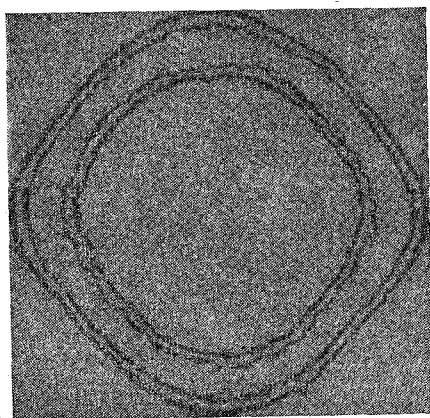


Рис. 7. Линии равной плотности третьего — порядка, полученные из рис. 6.

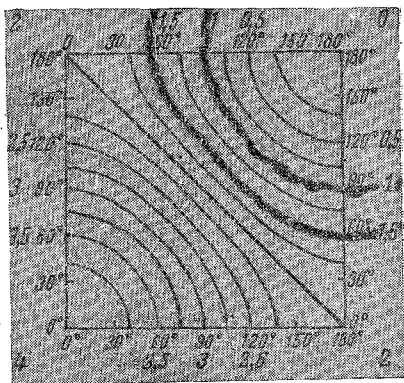


Рис. 8. Наложение линий равной интенсивности (рис. 6, указано стрелкой) на схему рис. 3.

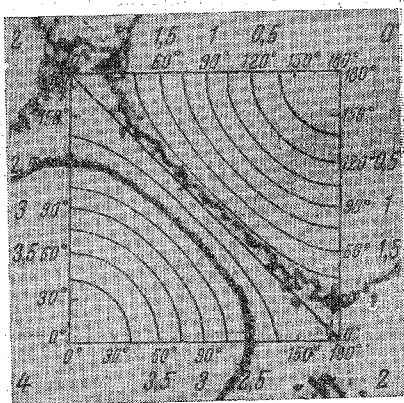
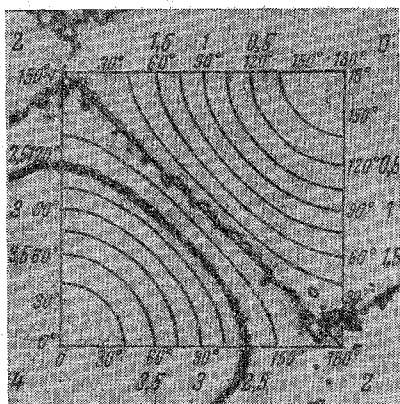


Рис. 9. Наложение линий равной интенсивности (рис. 5) на схему рис. 3 (а—соответствует стрелке 1 на рис. 5; б—соответствует стрелке 2 на рис. 5).

Вряд ли описанный приём сможет найти широкое применение, однако в ряде случаев он может оказаться очень полезным. В частности, он может быть использован для более детального исследования фотографий неповторимых или трудно повторяемых интерференционных картин.

Р. Г.