УДК 535.41

ДИНАМИЧЕСКАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ ПАРАМЕТРОВ ОПТИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ЖИДКИХ СРЕД

П. Я. ЧУДАКОВСКИЙ, К. Н. ЛУКЬЯНОВА, М. И. БЫЧКОВА
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

В работе предложен и экспериментально апробирован экспресс-метод лазерной диагностики состояния оптических поверхностей и жидких сред, основанный на интерференционных явлениях. Оптическая схема, используемая в этом методе, проста в реализации, не требует дорогостоящего оборудования по сравнению с классическими интерферометрическими схемами. Предложенный подход обеспечивает бесконтактный и неразрушающий контроль локальных изменений поверхностного слоя (детектирование загрязнений, микропленок и т. д.), тонких жидких пленок и микрокапель, что представляет интерес для исследования кинетики испарения, смачивания и динамики микрообъемов жидкости и задач биометрической робототехники.

Согласно рис. 1, *а*, основными элементами оптической схемы являются гелий-неоновый лазер *1*, двояковыпуклая линза *3* и цифровая камера *5*.

а) *б*) *в*)

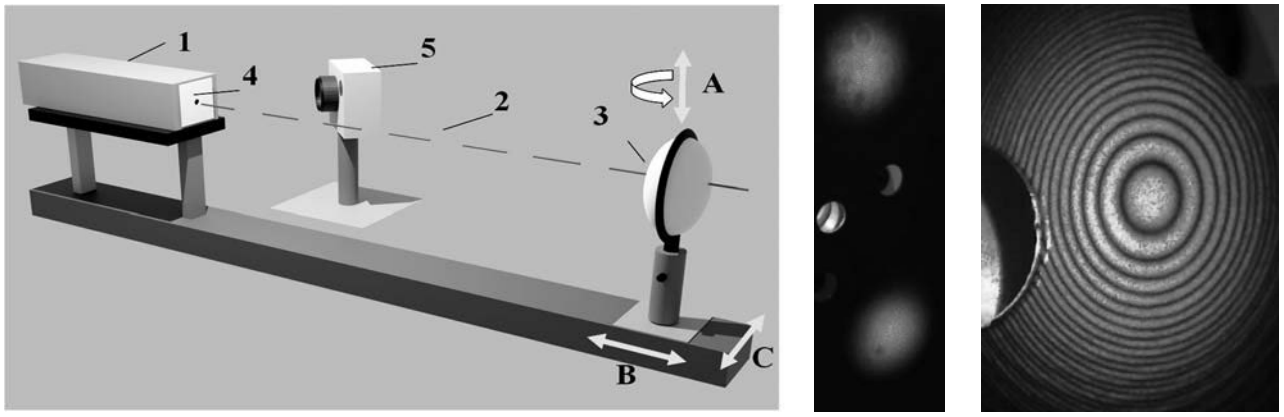

Рис. 1. Принципиальная оптическая схема (*а*), изображение пучков (*б*) и их интерференция (*в*)

Лазерный пучок *2*, достигнув передней грани линзы, делится на два пучка. Один пучок отражается от передней грани линзы. Второй распространяется внутрь линзы, испытывает отражение от задней грани и выходит через переднюю грань. Изображения пучков проецируются на экран *4*, расположенный в плоскости выходного окна лазера. Полученные пучки являются расходящимися в силу сферичности линзы. На рис. 1, *б* представлены изображения пучков в условиях реального эксперимента. Осуществляя поворот линзы вокруг собственной вертикальной оси, а также совершая линейные перемещения вдоль направлений A, B, C (см. рис. 1, *а*), можно добиться наложения этих пучков, тем

самым получить опорную устойчивую интерференционную картину в виде светлых и темных колец. По опорной картине можно судить о состоянии поверхности. Результат наложения пучков представлен на рис. 1, *в*. Наблюдаемая интерференционная картина характеризуется симметричностью, четкостью и высокой контрастностью, что обусловлено чистотой поверхности, большой пространственной когерентностью излучения лазера. В любых экспериментах всегда присутствуют вибрации, приводящие к паразитным эффектам; чем больше оптических элементов задействовано, тем сложнее их синхронизировать. Предложенная установка обладает виброустойчивостью, т. к. грани линзы жесткие, а в случае вибраций испытывают синхронные колебания. Если на одну из граней нанести тонкую жидкую пленку, возникает еще одна интерференционная картина – «бегущие» полосы. Она накладывается на опорную картину в виде колец, в результате чего возникает эффект пульсирующих колец. При этом пульсации проявляются в большей степени в центре колец, так что центральный максимум меняется на минимум и обратно. Это обстоятельство заметно на рис. 2, где представлены изображения интерференционных картин для двух разных моментов времени (см. рис. 2, *а*, *б*) и одномерные пространственные распределения интенсивностей (см. рис. 2, *в*). По изменению скорости пульсаций появляется возможность определить физические параметры жидкой среды.

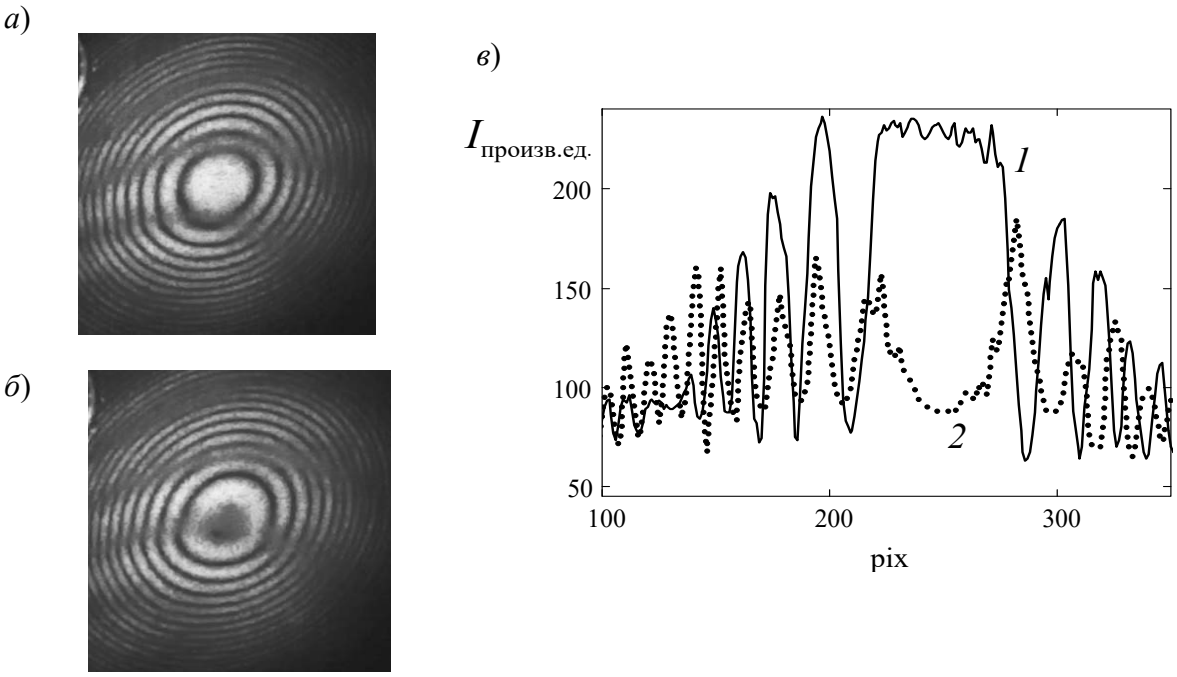

Рис. 2. Изменение интерференционной картины во времени (*а*, *б*) и одномерное пространственное распределение интенсивности интерференционных картин (*в*): *1* – для картины (*а*); *2* – для картины (*б*)

Миниатюризация данной схемы, использование технологий компьютерного зрения с целью автоматизации сбора и обработки экспериментальных данных в режиме реального времени могут представлять интерес для биометрической робототехники при разработке адаптивных жидких линз на твердой подложке для зрительной системы антропоморфных роботов.