

# Особенности оптической метрологии для сложных измерительных ситуаций

**А.М. БАЗАРОВА, старший преподаватель кафедры электроэнергетики, метрологии и лесопромышленных технологий Ухтинского государственного технического университета (ФГБОУ ВО УГТУ)**

## Введение

Оптическая метрология является важной частью современного производства [1], [2], поскольку световые характеристики можно легко и быстро настроить в соответствии с условиями измерения — свет бесконтактен и обычно не влияет на окружающую среду. Что касается параметров измерений в зависимости от условий производства, то, по видимому, не существует универсальных определений таких терминов, как, например, “метрология в процессе производства”, “локальные измерения” и т. д. [3], [4].

На сегодняшний день оптическая метрология является важным элементом многочисленных производственных сфер. Лучше всего, если подобные измерения осуществляются непосредственно во время производства в соответствии со скоростью самого производственного процесса. При этом не имеет значения, насколько сложную форму имеют изготавливаемые детали и насколько они труднодоступны.

Недавно в [1] было подробно представлено использование метрологии поверхности в рамках прецизионной обработки. Данную классификацию можно представить следующим образом:

метод измерения поверхности на производственной линии — поверхность заготовки измеряется непосредственно на производственной линии без перемещения за ее пределы;

метод измерения поверхности на станке — поверхность заготовки измеряется непосредственно на производственном станке, где производится заготовка;

метод измерения поверхности в процессе производства — поверхность заготовки измеряется непо-

средственно в процессе производства.

Таким образом, задачей современной оптической метрологии в процессе производства является создание способов проведения точных, быстрых и одновременно надежных измерений независимо от сложности геометрической формы. Отдельные методы таких измерений можно наглядно продемонстрировать на примере тетраэдра оптических измерений. В зависимости от области применения возможно использование методов, основанных на интерферометрии или геометрической оптике. В настоящей статье основное внимание уделяется важности повышения комплексности и надежности методов измерения.

## Измерение и оценка в процессе производства

Производственные технологии вызывают все больший интерес аддитивного производства (АП), позволяющего формировать сложные структуры слой за слоем. Авторы в [7] указывают на растущий спрос на производственные технологии, особенно в отношении процессов лазерной сварки металлов в порошковом слое (PBF-LB/M). Как следствие, все больше внимания привлекают такие области, как контроль качества, управление технологическими процессами и мониторинг.

Существует более 50 технологических параметров, фиксированных или изменяемых в отношении технологий аддитивного производства [8]. Среди прочего для лазерной сварки металлов в порошковом слое важны параметры лазера, а также сканирование, состав используемого порошкового материала,

равно как и его характеристики. Внимание также обязательно обращается и на условия, при которых наносится каждый слой металла.

Применяемые во время производственных процессов различные техники измерения, например видеокамеры или устройства для измерения температуры (пирометры) [9], в основном используются для отслеживания температурных условий в расплавленном металле. В исследовании [10] описывается двухканальный пирометр, интегрированный коаксиально с лазерной указкой, для точного измерения температурных характеристик с детализацией до 10 микрометров. Кроме того, применяют и другие бесконтактные методы, например, при селективном лазерном плавлении [11] и селективном лазерном спекании [12] используют оптическую когерентную томографию. Однако ни один из упомянутых методов не показал, что измеряемые параметры напрямую зависят от внутренних качеств или геометрической формы объекта. Обзор технологических дефектов и методов мониторинга на месте производства при сварке металла в порошковом слое можно найти в [13].

Поскольку поры, образующиеся при плавлении лазерным лучом, непосредственно влияют на качество продукции, необходимо избегать или сводить к минимуму их наличие. На данный момент не существует метода для сбора данных о пористости или ее изменениях во время производственного процесса.

**Статью целиком читайте в бумажной версии журнала**