

УДК 621.397.331.1

В. В. Ткаченко, зав. лаб., канд. техн. наук;
В. К. Ероховец, вед. науч. сотр., канд. техн. наук
(ОИПИ НАН Беларусь, г. Минск)

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЛАЗЕРНОЙ МИКРОЗАПИСИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В основу работы современного оптико-механического оборудования цифровой печати положен принцип растрового развертывающего преобразования изображений со сканирующим лазерным лучом. Требуемая производительность растровых развертывающих систем достигается применением исполнительных механизмов с приводами вращательного или возвратно-поступательного движения светоотклоняющего элемента. Причем, как показано нами [1], зеркальные дефлекторы резонансного типа с торсионными или пластинчатыми вибраторами при известных ограничениях в выборе материалов для деталей конструкции имеют наилучшее быстродействие. Это преимущество реализуется при управлении разверткой, в котором учитывается непостоянство скорости записи в границах растровой строки, сканируемой в режиме колебаний зеркала дефлектора.

В идеальном случае (при минимальном времени холостых ходов) строчная развертка должна осуществляться по пилообразному закону симметричной или несимметричной формы. Гармонический состав соответствующего сигнала единичной амплитуды для симметричной формы колебаний определяется выражением:

$$x_c(t) = 8\pi^{-2} \left(\sin\omega t - \frac{\sin 3\omega t}{9} + \frac{\sin 5\omega t}{25} - \dots \right), \quad (1)$$

Колебания симметричной формы по сравнению с несимметричными обеспечивают большую частоту строчной развертки за счет использования прямого и обратного сканирования строк. Ошибки записи, которые возникают из-за взаимного наклона прямых и обратных строк могут быть устранены с помощью дефлектора, отклоняющего пучок вдоль направления кадровой развертки по закону с колебаниями несимметричной формы.

Оптимальные параметры системы стабилизации скорости строчной развертки можно определить с помощью интегрального квадратичного критерия качества системы:

$$I_K = \int_0^{\infty} (\varepsilon_t^2 + T_{xx}^2 \dot{\varepsilon}_t^2) dt, \quad (2)$$

где ε_t – координата ошибки в системе, T_{xx} – параметр, определяемый желаемым временем достижения номинальной скорости сканирования (время холостого хода). Однако такая постановка задачи аналитического конструирования регулятора с минимальными потерями практически нецелесообразна в силу сложности получения достаточно точной идентификационной модели объекта управления.

Нами рассмотрена задача синтеза закона управления колебаниями в постановке, учитывающей ограничения на управление для оптимальной по быстродействию системы, в которой дефлектор представлен консервативным звеном:

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = u, \quad (3)$$

где x – угловое положение зеркала, u – управление, ω_0 – собственная круговая частота. Максимальное управление в системе включается на интервалах реверса зеркала (холостого хода). На рабочем ходу в зоне записи управление отслеживает движение выходной координаты с постоянной скоростью и пропорционально углу отклонения зеркала с упругим элементом. Оценка эффективности релейного управления получена как отношение средних затрат на управление u^{cp} для дефлектора с упругим подвесом и для дефлектора, не имеющего упругого элемента:

$$u_{\omega_0 \rightarrow 0}^{cp} = 2v_0^2 / x_0(1 + \gamma), \quad (4)$$

где v_0 и x_0 — скорость сканирования и размер строки.

Численная оценка эффективности управления по формуле:

$$u^{cp} / u_{\omega_0 \rightarrow 0}^{cp} = \Gamma^2(1 - \gamma) + \gamma \Gamma \operatorname{ctg} \Gamma, \quad (5)$$

где $\Gamma = \omega_0 x_0 / v_0$, показывает, что при отношении времени холостого хода к времени рабочего хода $\gamma = 0,1$ относительный рост затрат не превышает 10%, если собственная частота подвижной части дефлектора с упругим элементом составляет 1/3 от частоты пилообразной развертки с симметричной формой колебаний. Расчет для развертки с несимметричной формой колебаний по формулам, полученным аналогично формулам (4) и (5), дает значение 1/5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ероховец В.К., Леонов А.М. Лазерная микрография. Препринт №29, ИТК АН БССР, 1989. – 17 с.