

3. Oldengarm Y. Two-dimensional laser Doppler velocimetry // The Accuracy of Flow Measurements by Laser Doppler Methods.— Copenhagen, 1976.
4. 55X00 Two-color LDA-system Instruction and Service Manual. Denmark, 1977.
5. 55L90 LDA Counter Processor Instruction Manual. Denmark, 1976.
6. Щербина Ю. А. Локальные оптические методы измерений турбулентных пульсаций скорости. Одночастичный режим.— М.: МФТИ, 1977.
7. Белов И. А., Колганов Н. А., Семейкин Н. П., Филатов А. И. Исследование спектральной плотности пульсаций скорости газового потока с помощью ЛДПС // Экспериментальные методы и аппаратура для исследования турбулентности.— Новосибирск: ИТФ СО АН СССР, 1979.

Поступило в редакцию 19 декабря 1980 г.

УДК 621.791.1 : 621.3.049.77.002

В. А. ХАНОВ
(Новосибирск)

ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРОКОЛЕБАНИЙ СВАРОЧНОГО ИНСТРУМЕНТА

Для ультразвуковой микросварки (УЗС) проволочных выводов с контактными площадками полупроводниковых приборов и микросхем применяют квантовый инструмент, возбуждаемый поперечными колебаниями [1]. При этом из трех основных параметров процесса УЗС: контактного давления инструмента, времени сварки и амплитуды колебаний конца инструмента — калибровка последнего встречает наибольшие трудности. Традиционные методы исследования микродвижений сварочного инструмента (емкостные, пьезоэлектрические индуктивные, механические контактные) не обеспечивают требуемой точности измерений, а при изучении формы колебаний инструмента — пространственного разрешения. Ниже приведены результаты исследования виброколебаний сварочной иглы установки УЗС интерференционным методом.

Упрощенная схема колебательной системы установки УЗС приведена на рис. 1. По этой схеме игла 1 совершает поперечные изгибные колебания, возбуждаемые продольными колебаниями концентратора 2 и преобразователя 3. Измерение амплитуды колебаний иглы проводилось с помощью интерференционного преобразователя линейных перемещений (ИЛП) [2], включающего лазер 4, интерферометр 5, зеркало 6, объектив 7 и фотоприемный блок 8. Поворотное зеркало 6 и объектив 7 установлены на каретке 9, перемещающейся в направлении, параллельном исследуемой грани иглы 1. Излучение лазера 4 расщепляется светоделителем интерферометра на два пучка. Один пучок направляется на отражателе 10 опорного плеча интерферометра, а другой после отражения от зеркала 6 фокусируется с помощью объектива 7 на поверхность иглы 1. Для увеличения коэффициента отражения поверхность была дополнительно шлифована. Лучи, отраженные от иглы 1 и возвращенные отражателем 10, объединяются на светоделителе и интерференционный сигнал анализируется фотоприемным блоком 8, а интерференционный вход осциллографа соединен с генератором 12, возбуждающим колебательную систему установки. Частота выходного сигнала в процессе измерений не изменялась и составляла 66 кГц.

Возникновение поперечных колебаний иглы вызывает периодические смещения интерференционной картины относительно апертуры фотоприемника 8. Размах (двойная амплитуда) колебаний иглы определяется по числу интерференционных полос N , прошедших в поле зрения фотоприемника, в соответствии с выражением

$$\Delta l = N(\lambda/2)k,$$

где λ — длина волны лазера, равная 0,6328 мкм; k — корректирующий коэффициент, определяемый как

$$k = f(f^2 + h^2)^{-1/2}$$

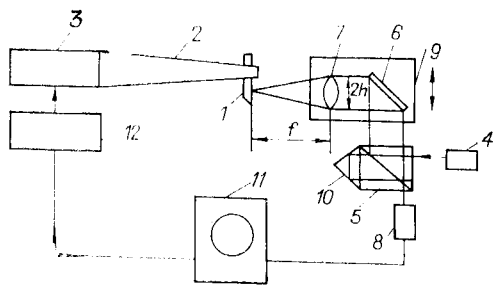


Рис. 1

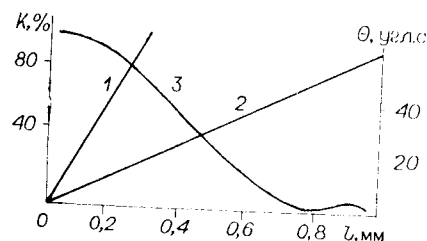


Рис. 2

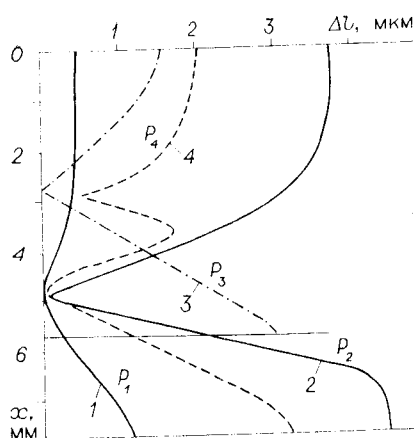


Рис. 3

до 25%. При необходимости регистрации виброколебаний с амплитудой, большей 0,5 мм, следует применять объектив с большим фокусным расстоянием.

Результаты измерений распределений поперечных колебаний сварочной иглы приведены на рис. 3. По оси ординат отложен размах колебаний иглы, а по оси абсцисс — координата x контролируемой точки на поверхности иглы. Кривые 1 и 2 характеризуют изменения уровня колебаний иглы при увеличении мощности возбуждающего генератора ($P_1 < P_2$). При анализе кривых обращает внимание смещение узла колебаний на 0,23 мм. Кривая 3 показывает распределение колебаний после уменьшения вылета иглы на 2 мм ($P_2 = P_3$). При некоторых значениях мощности P_4 ($P_1 < P_4 < P_2$) была зарегистрирована более сложная форма колебаний, характеризующаяся наличием двух узловых точек (кривая 4). Предполагается провести более детальное исследование условий возникновения таких колебаний.

Приведенные результаты позволяют оценить возможность применения интерференционного метода для оптимизации параметров установки УЗС, изучения дрейфа ультразвукового генератора, исследования характеристик зажима иглы и т. п. Кроме того, можно ожидать, что использование этого метода непосредственно в производственных условиях для калибровки и отладки установок УЗС на холостом ходу позволит улучшить надежность и воспроизводимость процесса ультразвуковой сварки.

В заключение автор благодарит В. Г. Беспалова и Л. П. Кузьмина за полезные обсуждения результатов исследований и В. В. Опина за помощь в проведении измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грачев А. А., Кожевников А. П., Лебига В. А., Россошинский А. А. Ультразвуковая микросварка.— М.: Энергия, 1977.
2. Информационный листок/ЦНТИ.— Новосибирск, 1985.— № 85—6. Интерференционный преобразователь линейных перемещений/В. А. Хапов.
3. Коронкевич В. П., Ханов В. А. Современные лазерные интерферометры.— Новосибирск: Наука, 1985.

Поступило в редакцию 19 февраля 1986 г.

УДК 621.373.826

Н. В. КРАВЦОВ, Б. В. ЛЬВОВ, В. Ю. ПЕТРУПЬКИН,
К. Б. САМУСЕВ, А. Н. ШЕЛАЕВ, В. П. ШОКАЛО
(Ленинград)

СИНХРОНИЗАЦИЯ ПРОДОЛЬНЫХ МОД В ТВЕРДОТЕЛЬНОМ КОЛЬЦЕВОМ ЛАЗЕРЕ С ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ НАКАЧКОЙ

Проведенные ранее исследования твердотельных кольцевых лазеров (ТКЛ) на кристалле алюмоиттриевого граната с неодимом показали, что одним из наиболее эффективных методов получения устойчивых бешней встречных волн является их пространственное разделение в фазосинхронном многомодовом режиме [1, 2]. Вместе с тем стремление к миниатюризации и минимизации энергопотребления таких лазеров стимулировало исследования в области создания полупроводниковых систем накачки, результаты которых нашли свое отражение в [3, 4].