

ходимость определения уровня усвоения им основных понятий, терминов, количественных соотношений, методов и принципов технологических и иных процессов микроэлектронного производства.

Одним из эффективных методов контроля уровня усвоения студентом материала дисциплины, является тестирование. В процессе модульного контроля, при защите индивидуальных заданий и тестов к ним, студенты более полно и осознанно представляет учебный материал курса, с пониманием излагают содержание материала конкретного вопроса и со знанием дела формулируют базовые вопросы по разделу и ответы на них. Обсуждение содержания индивидуальной работы и тестов, позволяют уяснить степень интереса, проявленного студентами к данной дисциплине и уровень знаний на каждом этапе ее изучения помодульно.

Такой подход к адаптивной форме контроля, предполагает повышение значимости самостоятельности студента в учебном процессе, где ведущая роль отводится учению самих студентов, когда поощряется свободный выбор индивидуальных путей в процессе обучения, при котором выявляются индивидуальные способности обучающегося и мотивация обучения.

УДК 534.8: 621.396.6

Моделирование ультразвукового давления в жидких моющих средах

Томаль В.С.

РУП «Оптическое станкостроение и вакуумная техника»

Распространение УЗ волн в среде описывается волновым уравнением:

$$\frac{1}{\rho_0 c_w^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial z} \right) = 0, \quad (1)$$

где ρ_0 – плотность жидкой среды; p – давление; c_w – скорость распространения звуковых волн в среде; t – время; x, y, z – декартовы координаты.

Для решения волнового уравнения задавались следующие граничные условия:

– на границах емкости

$$n \cdot \left(\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial z} \right) \right) = 0; \quad (2)$$

– на ультразвуковых излучателях(фаза А):

$$P_A = p_0 \sin(\omega t) + p_0 \sin(\omega t - 100 \mu) + p_0 \sin(\omega t + 100 \mu);$$

на ультразвуковых излучателях(фаза В) :

$$P_B = p_0 \sin(\omega t + 4/6\pi) + p_0 \sin([\omega - 100] + 4/6\pi) + p_0 \sin([\omega + 100] + 4/6\pi).$$

– на ультразвуковых излучателях (фаза С) :

$$P_B = p_0 \sin(\omega t + 2/6\pi) + p_0 \sin([\omega - 100] + 2/6\pi) + p_0 \sin([\omega + 100] + 2/6\pi)$$

В начальный момент времени полагалось равенство давления нулю давления жидкости: $p(x, y, z) = 0$. Задавая граничные условия для системы излучателей А, В и С, расположенных на дне ванны, получена объемная картина распределения УЗ давления в ванне.

В результате моделирования определены области наибольшего акустического давления, расположенные на расстояниях от плоскости излучения, кратных $\pi/4$, где возникают вихревые макро- и микропотоками (шлихтинговского или рэлеевского типа), которые интенсифицируют процессы массопереноса и растворения загрязнений.

УДК 534.8: 621.396.6

Проблемы очистки электронно-оптических изделий

Томаль В.С., Касинский Н.К.

РУП «Оптическое станкостроение и вакуумная техника»

Очистка электронных изделий после пайки – заключительная операция, ответственная за полноту удаления всех загрязнений, сопровождающих производство печатных плат, хранение, сборку и пайку. Поэтому очистка должна удалять загрязнения всех типов: очистки солей электролитов, травящих растворов, флюсов, активаторов флюсов, жировые отпечатки пальцев, пыль, абразивные частицы. Некачественная очистка изделий при их эксплуатации или хранении приводит к снижению сопротивления изоляции, физическому разрушению проводников в результате коррозии, сами продукты коррозии могут привести к утечке тока, нарушению влагозащитного покрытия и т.д. Все это приводит к снижению показателей надежности изделий.

Для возбуждения УЗ колебаний в ваннах очистки используют различное число пакетных пьезоэлектрических преобразователей мощностью (50 – 100 Вт), закрепленных на боковых стенках и днище ванны в определенном порядке, с параллельным их подключением к генератору. В этом случае эффективность и устойчивость работы преобразователей зависит от ширины рабочей полосы частот, что позволяет перекрывать амплитудно-частотные характеристики отдельных преобразователей и компенсировать неизбежный разброс их собственных резонансных частот. Воздействие УЗ полей на жидкие среды вызывает в них процессы кавитации, а также макро- и микропотоки в объеме жидкости, прилегающей к излучаемой поверхности ванны. Захлопывание кавитационных газовых полостей сопро-