

составляет 7%. Применении неподвижной корректирующей маски, которая, благодаря своей форме, избирательно экранирует поверхность, позволило получать неравномерность толщины покрытия по всей сферической приемной поверхности в вакуумной установке не более 1,5% .

## ЛИТЕРАТУРА

1. Холлэнд, О. Нанесение тонких пленок в вакууме / О. Холлэнд. – М.: Мир, 1963. –78 с.
2. Справочник технолога-оптика / под ред. М.А. Окатова. – СПб.: Политехника, 2004. –479 с.
3. Трофимова, Ж.П. Анализ распределения конденсата и выбор корректирующих масок для получения равномерных по толщине оптических покрытий. / Ж.П. Трофимова, В.М. Холодов, Т.И. Демидович, Я.В. Петлицкая, А.В. Савченко // Оптико-механическая промышленность – 1987. – №6. – С. 30.
4. Усоскин, А.И. Корректирующие диафрагмы для повышения равномерности толщины вакуумных покрытий / А.И. Усоскин // Оптико-механическая промышленность. – 1984. – № 8. – С. 33.

УДК 534.8: 621.396.6

Касинский Н.К., Томаль В.С.

### **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

*РУП «Оптическое станкостроение и вакуумная техника»,  
г. Минск*

Современная оптическая промышленность, в силу сложившихся обстоятельств, ориентирована на многономенклатурное мелкосерийное производство изделий. Такая ориентация выдвигает специальные требования и к технологиям и к оборудованию. Требуется быстрая переналадка оборудования, его многофункциональность, обеспечение преимущества технологий.

Это в полной мере относится к операциям очистки электронно-оптических изделий.

Разработанные в начале 90-х годов роботизированные комплексы промывки РТКП-1, рассчитанные на массовое производство оптических деталей постоянной номенклатуры, в нынешних условиях оказались дорогими, энергоёмкими и не мобильным в эксплуатации, с невысокой надёжностью, так как система управления имеет устаревшую элементную базу. Модульные установки промывки КП-1М и КП-2 компактны, просты в управлении, но они морально устарели. Промышленности сегодня нужны промывочные комплексы с низкой энергоёмкостью, мобильные, быстро перенастраиваемые, с высокой надёжностью работы системы управления на современной элементной базе [1].

Высокая цена зарубежного оборудования, требования применения фирменных материалов, отсутствие отечественных материалов-аналогов, требования высокой квалификации обслуживающего персонала являются существенными сдерживающими факторами для потребителей стран СНГ к закупке современного оборудования у ведущих фирм дальнего зарубежья.

Альтернативой органическим растворителям является ультразвуковая (УЗ) очистка в водных растворах поверхностно-активных веществ (ПАВ). Воздействие УЗ полей на жидкую среду вызывает в них процессы кавитации, а также макро- и микропотоки в объеме жидкости, прилегающей к излучаемой поверхности ванны. Захлопывание кавитационных полостей сопровождается образованием ударных микроволн, которые разрушают не только загрязнения, но и оксидные пленки на поверхности изделий. Возникающие микро- и макропотоки способствуют удалению загрязнений и ускорению процесса очистки микрорельефной поверхности. Обусловленные кавитацией динамические и тепловые эффекты, а также микро- и макропотоки интенсифицируют удаление загрязнений со сложно профилированных поверхностей изделий под действием УЗ поля [2].

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС УЗ ОЧИСТКИ

В рамках научно-технической Программы союзного государства России и Беларуси разработан автоматизированный технологический комплекс УЗ очистки электронно-оптических изделий модели АКП-1 с использованием органического растворителя и водных моющих растворов для удаления загрязнений.

Комплекс АКП-1 (рисунок 1) состоит из: модулей очистки 1–6, модуля сушки 7, стола загрузки 8, стола выгрузки 9, трубопроводов подачи проточной воды 10; автооператоров 11, 12, направляющей для автооператоров 13, двух захватов 14, двух приводов качания держателей кассет, стойки управления 15, электрощафа 16, а также системы УЗ очистки.

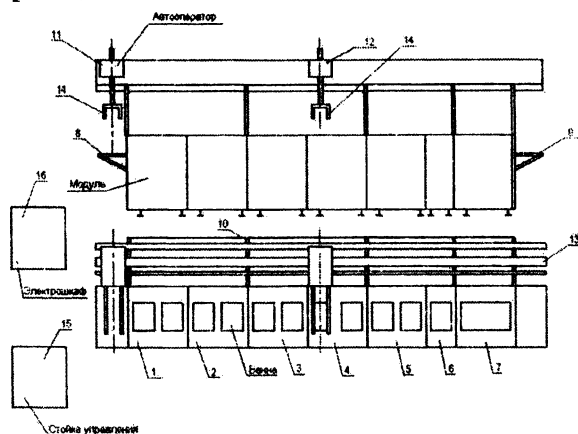


Рисунок 1— Автоматизированный комплекс промывки  
АКП-1

Автооператоры обеспечивают вертикальное и горизонтальное перемещение держателей кассет. Позиционирование перемещений осуществляется с помощью фотоэлектрических датчиков, встроенных в исполнительные серводвигатели автооператоров. Предельно допустимые перемещения дополнительно контролируются датчиками положения. Внешний вид комплекса приведен

на рисунке 2. Одним из главных узлов промывочного комплекса является комплект УЗ ванна – УЗ генератор, где генератор подключен к пьезоэлектрическим преобразователям (ПП), приклеенным ко дну ванны с наружной стороны. Электрическая схема УЗГ построена на принципе самовозбуждения с контуром, включающим в качестве нагрузки – ПП. Согласование УЗ генератора с ванной производится путем регулирования его частоты до достижения резонанса ПП.

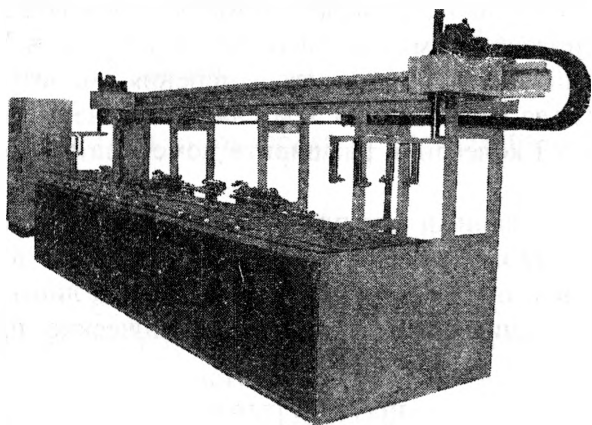


Рисунок 2 – Внешний вид автоматизированного комплекса АКП-1

Электрооборудование комплекса промывки, кроме уже перечисленных элементов, размещено в электрошкафу и стойке управления. В стойке управления расположены: промышленный контроллер, пульт оператора с промышленным терминалом, панель с сервоприводами для автооператоров, панель управления с элементами автоматики и панель разъемов, для связи с модулями промывки и электрошкафом. В электрошкафу расположены УЗ генераторы, панель с элементами автоматики и разъемы для связи с ваннами.

Система управления выполнена на основе программируемого контроллера типа SYSMAC CJ1W (OMRON, Япония) и обеспечивает работу комплекса в следующих режимах: ручном, обнуления координат перемещения автооператоров и автоматическом.

Разработанный автоматизированный комплекс АКП-1 позволяет: качественно удалять технологические загрязнения с деталей различной конфигурации; интенсифицировать процесс очистки за счет применения УЗ колебаний, что снижает время очистки на 50 %; повышать температуру моющего раствора, что снижает время на (50-70)%; регулировать УЗ давление в моющем растворе за счет изменения амплитуды выходного сигнала генератора и тем самым за счет «мягкого» воздействия УЗ колебаний расширить номенклатуру очищаемых деталей.

Автоматизированный комплекс АКП-1 внедрен на РУП «Оптическое станкостроение и вакуумная техника» для очистки электронно-оптических изделий, таких как линзы, призмы, полупроводниковые пластины, керамические платы и другие.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Томаль, В.С. Ультразвуковое оборудование для процессов удаления загрязнений с микрорельефных поверхностей электронно-оптических изделий / В.С. Томаль // Доклады БГУИР. – 2007, №1. — С. 40–45.
2. Savage, T. Ultrasonic cleaning in industry / T. Savage. – Wire Industry, 2005, №6. – P. 424-426.
3. Fuchs, F.J. The Key to Ultrasonics—Cavitation and Implosion / F.J. Fuchs // Precision Cleaning. – 1995, № 3 (10). – P. 13-17.
4. Кундас, С.П. Ультразвуковые процессы в производстве изделий электронной техники / С.П. Кундас [и др.]. – Т.2. – Минск: Бестпринт, 2003. – С. 126–139.