

рующих звеньев, формирующих управляющий сигнал (УС) в системах активной виброзащиты, могут выполнять микропроцессоры, а исполнительные устройства могут быть электрическими, пневматическими и гидравлическими. Два варианта электрических исполнительных устройств систем активной виброзащиты представлены на рисунке 5.

Список использованных источников:

1. Каленкович Н.И. Механические воздействия и защита радиоэлектронных средств/ Н.И. Каленкович, Е.П. Фастовец, Ю.В. Шамгин. – Мн.: Выш. шк., 1989. – 244с.
2. Муромцев, Ю.Л. Основы конструирования и технологии РЭС: учебное пособие/ Ю.Л. Муромцев, А.П. Пудовкин, Н.А.Кольтюков и др. – Тамбов: Изд-во Тамбовского ВВАИУРЭ, 2007. – 267 с.

## АССИСТИРУЮЩАЯ СТУПЕНЬ МАГНЕТРОННОЙ СИСТЕМЫ РАСПЫЛЕНИЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Дятчик А. Ю.

Дик С. К. – канд. физ.-мат. наук, доцент

В связи с ростом актуальности получения высококачественных тонкопленочных слоев и развитием отраслей электронного и оптического приборостроения возрастает интерес к получению покрытий с особыми электрофизическими, оптическими и механическими свойствами на различных органических и неорганических материалах.

Перспективными методами формирования тонкопленочных слоев являются технологические процессы, основанные на ионной бомбардировке выращиваемой фазы [1]. Облучение поверхности подложки ионами в процессе выращивания пленок - ионное ассистирование (ion beam assisted deposition - IBAD), позволяет в широких пределах управлять свойствами наносимых слоев за счет независимой регулировки потоков наносимого материала ионов на подложку. IBAD процессы могут осуществляться при формировании пленок ионно-лучевыми методами, что получило наибольшее распространение. Для осуществления процессов IBAD была разработана интегрированная ионно-плазменная система.

В качестве основы при разработке магнетронной системы с ассистирующей ступенью был положен принцип стимуляции магнетронного разряда ионным пучком. Конструкция выполнена на базе существующего ионно-лучевого источника, исходя из совместно-осевого расположения магнетрона и ионно-лучевого источника (рис. 1).

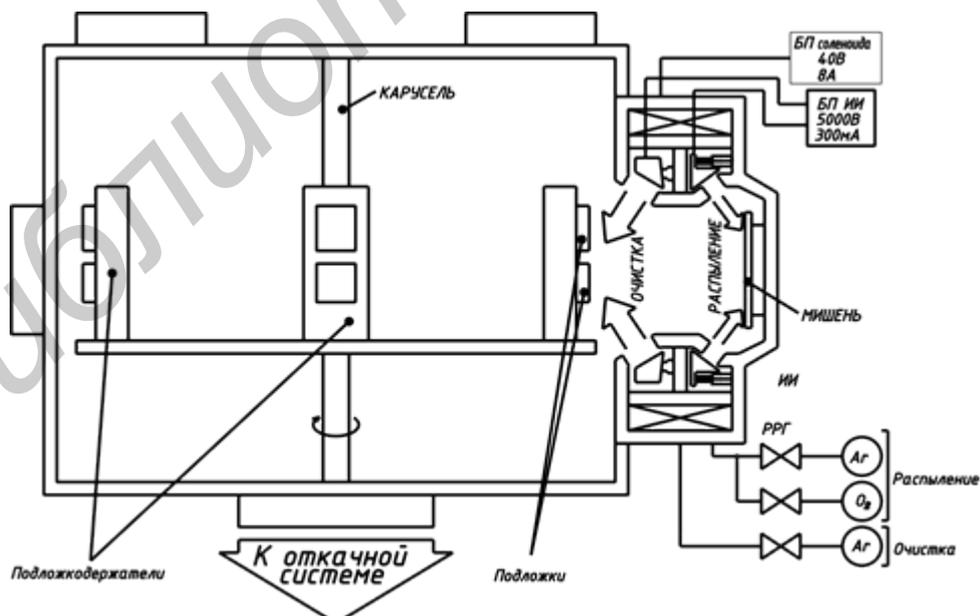


Рис. 1 – Конструкция магнетронной распылительной системы

В вакуумной камере расположена карусель, где установлены подложкодержатели с подложками из кремния или стекла. С помощью регулятора расхода газов осуществляется подача газов (аргон, кислород) для очистки и распыления металлической мишени (цинка). Мишень крепится прижимом к мишенедержателю, в конструкции которого предусмотрена полость для циркуляции жидкости (система охлаждения). В каче-

стве охлаждающей жидкости используется вода. Ее подача и удаление будет производиться при помощи системы из полиуретановых трубок. Герметичность системы охлаждения будет обеспечиваться при помощи прокладок и резьбовых соединений. Напряжение на обмотку центрального соленоида поступает через токовводы, изолированные от основания. В местах крепления магнетрона к основанию установлены изоляторы.

В конструкцию внесены изменения, позволившие ступени очистки работать в более низкоэнергетическом режиме, и реализовать процесс ассистированного нанесения тонкопленочных слоев (рабочее напряжение 500 -800 вольт). Конструкция магнитной системы обеспечивает требуемую конфигурацию магнитной ловушки при величине индукции магнитного поля на поверхности мишени не менее 0,07 Тл. Наиболее стабильная работа ионного источника в диапазоне напряжений разряда 600-1000 В при токе разряда до 180 мА. при токе соленоида 10 А.

С использованием разработанной магнетронной системой были нанесены пленки слоев оксида цинка и исследованы как их свойства, так и характеристики процесса нанесения. Установлено, что скорость нанесения в режиме ассистирования несколько меньше чем без него (ориентировочно на 15 %), что объясняется процессами перераспыления наносимого материала высокоэнергетическими ионами в ассистирующем пучке. Равномерность ионного пучка в зоне конденсации составляет порядка 30% при обработке подложки с диаметром до 250 мм.

Измерялись такие свойства нанесенных пленок как показатель преломления, удельное сопротивление и атомное соотношение компонент в нанесенном слое оксида цинка. Коэффициент преломления ( $n = 2.01$ ) для слоев, нанесенных с ионным ассистированием, слабо зависит от режимов нанесения и близок к показателю объемного материала. Для слоев, нанесенных без ионного ассистирования, показатель преломления имеет ярко выраженный максимум и значительно отличается от объемного материала. Удельное сопротивление нанесенных слоев увеличивается и при содержании кислорода более 30% достигает величины 10<sup>4</sup>-5 степеней, что косвенно свидетельствует о его стехиометрическом составе. Исследование состава нанесенных слоев показало, что в режиме ассистирования соотношение металл-кислород примерно равно 1 (0,95-1,02) в широком диапазоне концентраций кислорода при его формировании в отличие от слоев, нанесенных без ассистирования. Можно сделать вывод о перспективности использования данного метода для нанесения подобных слоев.

Список использованных источников:

1. Технологические процессы и системы в микроэлектронике : плазменные, электронно-лучевые, ультразвуковые / А.П. Достанко [и др.]; под ред. А. П. Достанко: Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники. – Минск : Бестпринт, 2009. – 199 с.

## ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИРУЮЩИХ АЛГОРИТМОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ РЭС

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Каминский Е. С.

Алексеев В. Ф. – канд. техн. наук, доцент

В большинстве случаев конструкций РЭА и ЭВА очень сложны для расчетов вибраций. Этим во многом объясняется ограниченное применение расчетов при проектировании вибро- и ударопрочной аппаратуры, недоверие к таким расчетам, предпочтение экспериментальным методам оценки вибропрочности и виброустойчивости конструкций. В настоящее время вопросы создания подсистем и пакетов прикладных программ для автоматизации анализа вибро- и ударопрочности конструкций РЭА приобретают все большую актуальность.

Рассмотрим принципы построения прикладных программ на уровне описания алгоритмов.

Программные комплексы совместно с ЭВМ образуют некоторую систему, предназначенную для моделирования механических процессов в проектируемой конструкции, возникающих при ударах и вибрациях. Такие системы стали называть имитационными [1].

Имитационная система включает в себя следующие основные блоки:

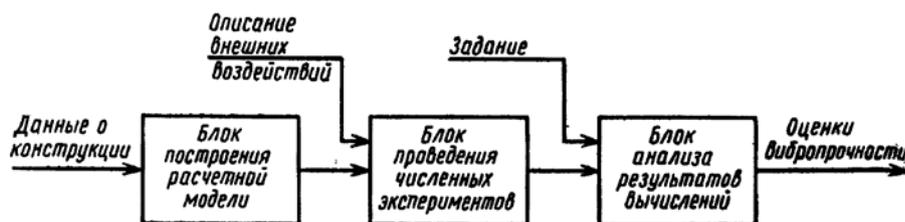


Рис. 1 – Блок-схема имитационной модели