

УДК 681.142.4 : 621.382.2

УПРАВЛЕНИЕ НАПЫЛЕНИЕМ ПЛЕНОК ЗАДАННОЙ ТОЛЩИНЫ С ПОМОЩЬЮ ЭЦВМ

В.А. Львов, В.А. Стерелюхин, Е.И. Черепов

Автоматизированные системы напыления пленок в вакууме предусматривают поддержание параметров технологического процесса в заданных пределах, в частности, при помощи введения обратной связи по скорости испарения, с целью получения пленок заданной толщины [1,2,3]. Однако стабилизация скорости испарения, особенно при больших значениях скоростей, затруднена из-за тепловой инерции испарителя [4].

В связи с этим в данной работе рассматривается возможность использования управляющей электронной цифровой вычислительной машины (ЭЦВМ) для оперативного учета изменения скорости напыления на основе математической модели процесса истечения молекул пара из испарителя. В качестве испарителя нами был выбран замкнутый испаритель дискретного действия (ЗИДД), для которого известна зависимость скорости напыления от температуры испарителя [5]. Для напыления пленок с помощью ЭЦВМ использовалась автоматизированная вакуумная установка, в которой были размещены ЗИДД и механизм перемещения масок и подложек [1].

Блок-схема управления процессом получения тонких пленок с помощью ЭЦВМ приведена на рис.1. В качестве датчика температуры камеры ЗИДД применялась термопара, причем для преобразования выходного напряжения термопары в нормированные электрические сигналы для передачи в ЭЦВМ использовался электронный потенциометр ЭПП-09 с встроенным дополнительным реохордом. Элект-

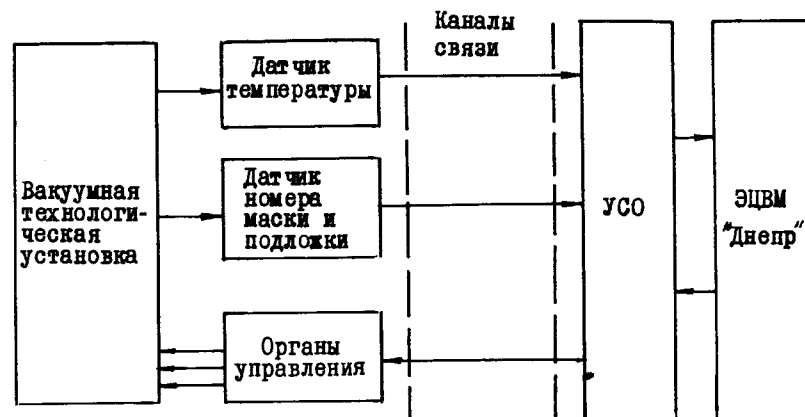


Рис.1

рический сигнал передается по каналу связи в устройство связи с объектом (УСО) ЭЦВМ "Днепр", где осуществляется преобразование аналоговых величин в цифровой код. Частотный диапазон шумов в каналах связи лежит значительно выше частоты полезного сигнала, что позволяет отфильтровать основной сигнал, используя простейший сглаживающий фильтр.

Для напыления большого числа пленок за один вакуумный цикл в установке используются диски с укрепленными на них подложками и масками. Диски приводятся в движение электродвигателем, управляемым от ЭЦВМ. Сигналы расположенных на дисках дискретных датчиков также передаются по каналам связи в УСО, что позволяет ЭЦВМ контролировать номера подложки и маски, находящихся в рабочем положении, и вести учет количества напыленных пленок.

Время напыления пленок задавалось временем открытия затвора ЗИДД, который приводился в движение при помощи электромагнита, включаемого по сигналам от ЭЦВМ. Корректировка времени напыления осуществлялась программно с помощью ЭЦВМ на основе анализа поступающей информации о температуре камеры ЗИДД и проведения соответствующих расчетов изменения интенсивности потока молекул пара испаряемого вещества.

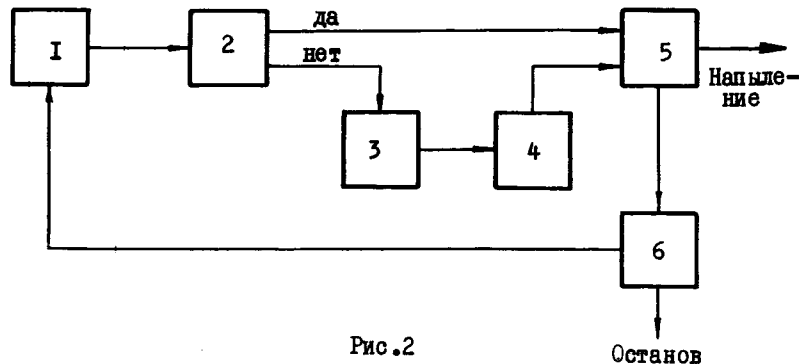


Рис.2

Блок-схема алгоритма управления установкой для получения пленок заданной толщины с помощью ЭЦВМ приведена на рис.2.

В блоке 1 производится опрос датчика температуры испарителя. В блоке 2 сравниваются значения полученных результатов с некоторой величиной, полученной расчетным путем по заданной величине толщины пленки. При совпадении управление передается в блок 5, который управляет электромагнитом затвора ЭИДД, открывая его на расчетное время, и производит выбор следующей маски и подложки, согласно программе напыления. В случае же несовпадения сравниваемых величин в блоке 3 производится расчет интенсивности потока молекул по математической модели [5], а в блоке 4 производится корректировка времени напыления на основе расчетов, проведенных в блоке 3. После корректировки управление передается в блок 5. Блок 6 производит контроль программы напыления по номерам подложек и масок, а также подсчитывает количество напыленных пленок, по окончании программы выдает сигнал останова. Описанную схему и алгоритм управления напылительной установкой особенно удобно применять для напыления с помощью ЭИДД большого количества пленок заданной толщины (необязательно одинаковой) в тех случаях, когда температура испарителя может изменяться, а для управления процессом производства пленок используется ЭЦВМ.

В качестве примера ниже приводятся результаты, полученные при экспериментальном напылении двух партий пленок. При прочих равных условиях (температура в пределах $1200^{\circ}\text{C} \pm 0,5\%$) производилось напыление 64 пленок с коррекцией и без коррекции времени их напыления. Вероятностные кривые напе-

ренных значений толщины пленок приведены на рис.3. Кривая 1 - с коррекцией, 2 - без коррекции.

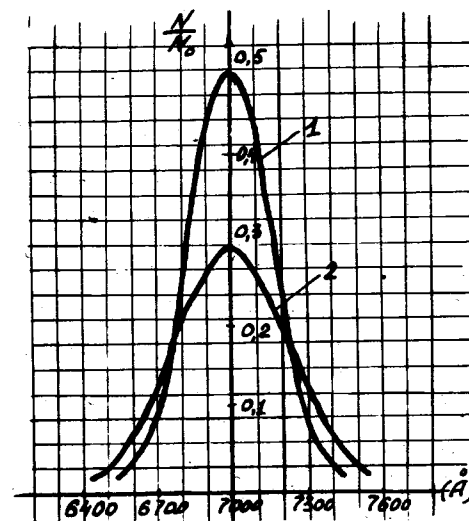


Рис.3

Использование коррекции времени напыления с помощью ЭЦВМ при изменении температуры испарителя показывает, что дисперсию толщины пленок можно уменьшить почти в два раза.

Следует отметить, что описанный выше метод может быть применен и к испарителям открытого типа с той разницей, что в качестве датчика изменения интенсивности потока молекул пара испаряемого вещества используется не датчик температуры, а датчик скорости напыления.

Л и т е р а т у р а

1. И.С. ЛИСКЕР, В.А. СТЕРЕЛИХИН, Е.И. ЧЕРЕПОВ. Система автоматизированной технологии напыления пленок. Вычислительные системы, Новосибирск, 1968, вып. 29, стр.133-146.
2. Н.Н.А.ВАТН, Y. ENGLISH, W. STECKELMACHER. - Electronic Compend, 1966, vol.7, № 3, p.239-247.
3. Н.Н.А.ВАТН. - Journal of scientific Instrument, 1966, vol.43 № 5, p.344-376.
4. БРАУНЕР и др. Приборы для научных исследований, 1964, № 9, стр. 47-51.
5. Е.И. ЧЕРЕПОВ. О некоторых молекулярно-кинетических характеристиках термических испарителей. - Вычислительные системы, Новосибирск, 1968, вып.29, стр.99-118.

Поступила в редакцию
14 октября 1968 г.