

УДК 621.52

**Датчик измерения чистоты рабочей поверхности изделия
в вакууме**

Коротченя М. А., студент,

Сивак Д. И., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Бабук В. В.

Аннотация:

Современное развитие нанотехнологий, как одного из приоритетных направлений современной науки, мнелзя представить без применения вакуумных устройств и технологий). Это связано с тем, что именно в вакууме можно сохранить рабочую поверхность «атомарно-чистой» в течение всего технологического процесса.

В вакууме получают тонкие пленки нанометровой толщины, выращивают кристаллы для полупроводников, изготавливают полупроводниковые приборы и интегральные схемы, изготавливаем микроэлектромеханические системы (МЭМС), для таких операций просто необходимо сохранить рабочую поверхность «атомарно-чистой» т. е. такую поверхность материала изделия, на которой количество примесей в виде адсорбированного газа будет незначительным, по сравнению с атмосферным давлением. И чем лучше вакуум (ниже давление), тем «чище» получается поверхность, что очень важно для нанотехнологий. Чтобы подготовить изделие к дальнейшему технологическому процессу в вакууме используют традиционные методы очистки рабочей поверхности такие как химическая обработка в водном растворе в атмосферных условиях, сухая очистка в плазме агрессивных газов, ионная-лучевая обработка, нагрев в вакууме и т. д. [1, 2]. Тем не менее, такие методы имеют свои недостатки и нельзя с уверенностью сказать, что после такой очистки поверхность стала «чистой».

Так как же определить чистоту поверхности или количество молекулярных слоев адсорбированного газа на рабочей поверхности изделия особенно в промышленном масштабе, где именно чистота рабочей поверхности является ключевым параметром технологиче-

ского процесса и оказывает существенное влияние на выходные параметры конечного изделия? Одним из вариантов является использование изотерм адсорбции. Однако, такие расчеты являются трудоемкими и требуют разработки математических моделей для различных режимов работы вакуумной системы [3].

Другим вариантом является использование датчика измерения чистоты рабочей поверхности изделия в вакууме, разработанного в МГТУ им. Н. Э. Баумана совместно с ЗАО «АМТ» с использованием отечественных комплектующих, аналогов которому не существует (рисунок 1). Главной особенностью разработанного датчика является его универсальность, т. е. возможность измерения чистоты рабочей поверхности или количества молекулярных слоев адсорбированного газа на поверхности изделия в диапазоне рабочих давлений от 10^{-5} Па до 10^{-10} Па (экстремально высокий вакуум), в диапазоне рабочих температур от -40 °С до $+150$ °С и в диапазоне влажности рабочей атмосферы от 0,1 до 0,95 RH.

Принцип работы датчика основан на использовании зависимостей силы страгивания ФТ контактирующих поверхностей пластин (подвижной, прижимной и неподвижной пластин) датчика, моделирующих рабочую поверхность контролируемого изделия, от коэффициента покрытия поверхности сорбатом [4]. Экспериментальные исследования коэффициента статического трения в вакууме и теоретические расчеты показали возможность единого представления различных исходных параметров, таких как давление остаточных газов, температура, относительная влажность, свойства материала поверхности и др. в виде функции коэффициента покрытия [5–10].



Рис. 1 – Макет измерительного блока датчика измерения чистоты рабочей поверхности изделия в вакууме

Измерительный блок датчика расположен в рабочей зоне изделия и определяет силу страгивания F_T . Далее измеренное значение силы F_T поступает в блок обработки информации, где, с учетом прижимной силы F_N , свойств материала поверхности контролируемого изделия и параметров окружающей среды (давления, температуры и влажности), производится вычисление значения чистоты поверхности пластин по калибровочным кривым. Для датчика предусмотрены сменные пластины, на которые наносятся тонкие пленки материала, идентичного материалу контролируемого изделия. Поскольку измерительный блок датчика располагается в непосредственной близости от контролируемого изделия, то при работе датчика принимается, что количество сорбата на рабочей поверхности изделия и на контактирующих поверхностях пластин датчика одинаково. Вычисленное значение чистоты рабочей поверхности изделия в виде количества молекулярных слоев сорбата выводится на дисплей блока обработки информации.

Список использованных источников

1. Кеменов, В. Н. Вакуумная техника и технология / В. Н. Кеменов, С. Б. Нестеров. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 84 с.
2. Крымов, Д. В. и др. Технологические особенности вакуумно-дуговой очистки поверхности конструкционных материалов на малогабаритных установках с форвакуумной откачкой / Д. В. Крымов [и др.] // ВТТ, 2012. – Т. 22. – № 2. – С. 23–127.
3. Устройство контроля чистоты поверхности объектов. Заявка на патент № 2016115692 от 22.04.2016.
4. Механика и физика точных вакуумных механизмов, в двух томах; под ред. Е. А. Деулина. – Владимир, 2001. – Т. 1. – 176 с.
5. Деулин Е. А. Способ измерения вакуума. Патент РФ № 2316744.

УДК 621.514.54

Улучшение тепловых характеристик спирального змеевика путем изменения формы змеевика

Кукишев А. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Орлова Е. П.

Аннотация:

В данной статье описывается способ улучшения производительности конденсаторного змеевика путем изменения его формы.

Винтовой конденсаторный змеевик широко применяется в холодильных машинах для нагрева воды благодаря более высокой теплоотдаче, компактной конструкции, высокой энергоэффективности, простоте изготовления и компоновки. Кроме того, разработка и оптимизация конструкции спирального змеевика конденсатора считается устойчивым решением для повышения производительности системы. Исходя из этого, выполняются исследования и эксперименты, основные задачи которых это выявить связь влияния различных форм и конструкций змеевика конденсатора на теплопередачу и рас-