

## **П.4. ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОНКИХ ПЛЕНОК**

**Цель работы:** изучение способов контроля и измерения геометрических (толщина) и физических (адгезия) характеристик тонкопленочных покрытий, сформированных различными методами.

### **Решаемые задачи**

1. Изучение конструкции интерференционного микроскопа МИИ-4М с фотоэлектрическим микрометром и адгезиметра Elcometer.
2. Изучение базовых принципов работы с автоматизированной программой вычисления микроинтерферометра МИИ-4М в режиме измерения толщины тонкопленочного покрытия.
3. Проведение измерений толщины тонкопленочного покрытия на образцах, подготовленных в лабораторной работе № 3.
4. Проведение измерений адгезии образцов, сформированных методами термического испарения и магнетронного распыления.
5. Сравнительный анализ измеренных толщин на микроскопе МИИ-4 и рассчитанных в лабораторной работе № 3.
6. Оформление отчета и представление его к защите.

### **Методические указания**

Прежде чем приступить к работе на универсальной вакуумной установке, следует изучить инструкцию по эксплуатации установки.

### **Техника безопасности**

Интерференционный микроскоп МИИ-4 управляется напряжением 220 В. Эксплуатацию микроскопа МИИ-4 следует проводить в соответствии с ПТЭ электроустановок потребителей и ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей для электроустановок напряжением до 220 В.

### **Краткий конспект теоретической части**

Изучение теоретической части проводится по методическим указаниям к лабораторным работам по курсу «Высоковакуумные технологические процессы в приборостроении»).

### **Подготовка к проведению лабораторной работы (выполняется преподавателем или инженером)**

1. Выбор материала катода для дугового испарителя и его установка в испаритель.
2. Подготовка универсальной вакуумной установки к работе.

**Проведение лабораторной работы**

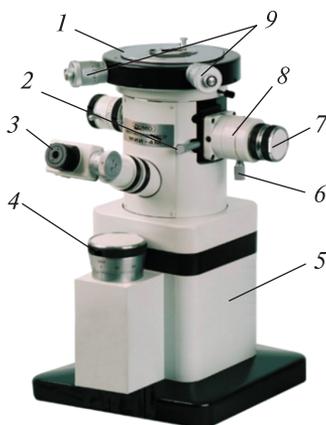
1. Ознакомиться с принципом измерения толщины на интерференционном микроскопе МИИ-4М.
2. Ознакомиться с принципом измерения адгезии с помощью адгезиметра Elcometer.
3. Измерить толщину покрытий, полученных методами термического испарения и магнетронного распыления в лабораторной работе № 3.
4. Сравнить измеренную толщину на микроскопе МИИ-4 с рассчитанной толщиной.
5. Измерить адгезию покрытий, сформированных методами термического испарения и магнетронного распыления.
6. Проанализировать полученные результаты.
7. Подготовить отчет и представить его к защите преподавателю.

**МГТУ им. Н.Э. БАУМАНА                      КАФЕДРА МТ-11**  
**«ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ»**

Отчет по лабораторной работе № 4 «Исследование геометрических и физических характеристик тонких пленок»			
ФИО студента	Группа	Дата выполнения	Подпись студента
Оценка (max 5)	Бонус за сложность	Дата защиты	Подпись преподавателя

### 1. Краткий конспект теоретической части

Из каких основных элементов состоит интерференционный микроскоп МИИ-4?



- 1 — \_\_\_\_\_
- 2 — \_\_\_\_\_
- 3 — \_\_\_\_\_
- 4 — \_\_\_\_\_
- 5 — \_\_\_\_\_
- 6 — \_\_\_\_\_
- 7 — \_\_\_\_\_
- 8 — \_\_\_\_\_
- 9 — \_\_\_\_\_



### 3. Сравнение измеренной толщины и рассчитанной

Факторы, повлиявшие на расхождение расчетного и измеренного значений толщины покрытия:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 4. Результаты измерения адгезии

№ образца	Термическое испарения	Магнетронное распыление	Оценка адгезии
1			
2			
3			

### 5. Сравнение адгезии тонкопленочного покрытия, полученного разными методами

Факторы, повлиявшие на различие адгезионной прочности тонкопленочных покрытий, полученных методами термического испарения и магнетронного распыления:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 6. Выводы

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 7. Контрольные вопросы

**1. Измерение толщины тонкопленочных покрытий на микроскопе МИИ-4 лежит основано на явлении:**

- а) интерференции;
- б) дифракции;
- в) двулучепреломления.

**2. Измерение адгезии методом скрайбирования дает оценку ее значения:**

- а) качественную;
- б) количественную;
- в) достаточную для практического использования.

**3. На значение адгезии наибольшее влияние оказывает:**

- а) энергия осаждаемых на поверхность частиц;
- б) расстояние от технологического источника до подложки;
- в) шероховатость поверхности.