

УДК 621.793

## **ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ТОНКОПЛЁНОЧНОГО ПОКРЫТИЯ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ**

Сокол Георгий Михайлович, Пильник Игорь Сергеевич, Тымина Александр

*Студенты 3 курса, кафедра «Электронные технологии в машиностроении».  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Ю.В. Панфилов, доктор технических наук, профессор  
кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

Объектом исследования были тонкопленочные микроструктуры на кремниевой подложке. Была поставлена задача измерить высоту микроструктуры (ступени) тремя методами и сравнить полученные результаты. Измерение проводилось тремя приборами: атомно-силовым микроскопом (АСМ) SolverNEXT, микроинтерферометром МИИ-4М и профилометром TR220.

Проведение измерений высоты одной и той же микроструктуры разными приборами позволяет выявить систематические ошибки при проведении эксперимента, сравнить показатели точности каждого прибора и оценить влияние случайных факторов.

Сканирующий зондовый микроскоп SolverNEXT [1] позволяет исследовать топографию поверхности с разрешением менее 1 нм, благодаря чему изображение получается качественным, но сканирование занимает много времени. Микроскоп чувствителен к любым колебаниям. Виброизолирующий стол Halcyonics Micro 40 позволяет уменьшить вибрацию, но он не защищает от звуковых волн.

Интерференционный микроскоп МИИ-4М [2] предназначен для измерений высоты микронеровностей и получения изображения шероховатости поверхности. Проведение измерений высоты микронеровности возможно благодаря получению интерференционной картины в клине. Измерение основано на многолучевой интерференции света, получаемой разделением пучка лучей, исходящего из одной точки, на два пучка. Проведению измерений мешает смещение интерференционных полос вследствие вибраций и низкое качество получаемого изображения.

Профилометр TR220 [3] предназначен для измерения шероховатости поверхности специальным индентором, закрепленном на выступающей из корпуса балке. Шероховатость измеряется как отклонения высоты поверхности от некоторого условного нуля (выставляется при настройке). Индентор, физически контактируя с поверхностью, фиксирует отклонения от выбранного уровня. К прибору прилагается эталон – образец с известной шероховатостью, по которому оценивается качество регулировки. Высота ступеньки определяется разностью уровней на изображении, полученном в программном обеспечении к этому прибору.

Высота ступеньки, измеренная на АСМ SolverNEXT, оказалась равной 1,2 мкм. На микроскопе МИИ-4М та же ступенька была измерена 12 раз, среднее значение составило 1,5 мкм. С помощью профилометра TR220 ступенька была измерена три раза, среднее значение оказалось равным 1,53 мкм. Все результаты измерений оказались достаточно близкими, отличие результатов измерений на приборах TR220 и МИИ-4 можно объяснить присущей им погрешностью, а также непостоянной высотой ступеньки.

### **Литература**

1. NEXT-II Brochure. <https://www.ntmdt-si.ru>:
2. МИИ-4М. <https://datchiki.com>:
3. Измеритель шероховатости TR220. <https://www.geo-ndt.ru>: