

установке «Автоматизированный комплекс для модифицирования поверхностей мембран молекулярными и ультратонкими слоями» (Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси, Республика Беларусь). Металлизированная поверхность сформирована прокаткой алюминиевого слоя на никелевой матрице, состоящей из полос шириной от 120 до 160 нм и периодом 1 мкм. Гидрофильные свойства поверхности определяли методом лежащей капли, краевых углов смачивания (КУС) на установке DSA 100E (KRUSS, Германия). Морфологию поверхности исследовали на атомно-силовом микроскопе (АСМ) Dimension FastScan (Bruker, США). Также определяли шероховатость (Ra , Rq , Rz), силу адгезии ($F_{ад}$) поверхности и удельную поверхностную энергию (γ).

Структура пленок периодическая и повторяющая структуру подложки схожа для двух кислот (рис. 1) и имеет равномерно распределенные частицы размером 10–30 нм. При этом, шероховатость, сила адгезии и удельная поверхностная энергия ниже при модификации бегеновой кислотой (табл. 1). Краевой угол смачивания исходной поверхности составляет $82,5^\circ$. После модификации стеариновой кислотой, он вырос до $96,72^\circ$, а бегеновой – до $101,2^\circ$.

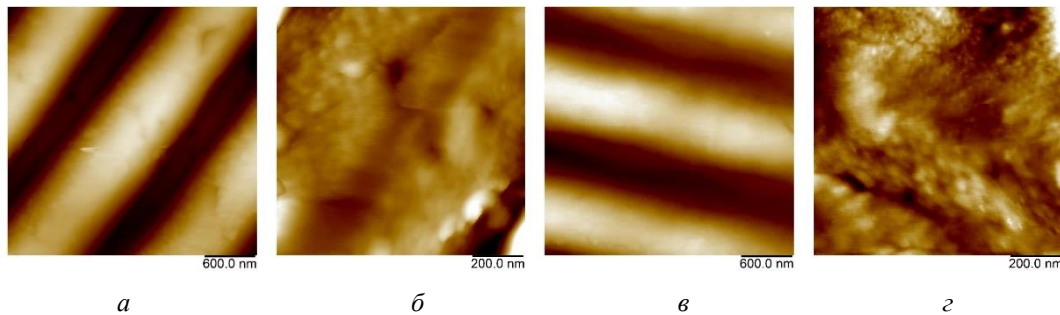


Рис. 1. АСМ изображения металлизированной наноструктурированной поверхности с ЛБ-пленкой из бегеновой (а, б) и стеариновой (в, з) кислот на поле: а, в – 3×3 мкм²; б, з – 1×1 мкм²

Таблица 1 – Характеристики поверхностей, модифицированных кислотами

Кислота	Ra , нм	Rq , нм	Rz , нм	$F_{ад}$, нН	γ Н/м	КУС, °
Бегеновая	13,0	15,8	36,6	30,7	0,544	101,2
Стеариновая	66,6	75,0	241,5	35,5	0,628	96,72

В результате получаем, что модификация наноструктурированной металлизированной поверхности бегеновой и стеариновой кислотами повышает гидрофобность наноструктурированных, металлизированных покрытий. Большее значение КУС $101,2^\circ$ характерно для бегеновой кислоты, что связано с меньшей удельной поверхностной энергией.

УДК 621.372.543.2

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСШИРЕНИЯ ПОЛОСЫ ЗАГРАЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДВУХПРОВОДНИКОВЫХ РЕЗОНАТОРОВ НА ПОДВЕШЕННОЙ ПОДЛОЖКЕ

Студент гр. 130681 Федорович И. Д.
Д-р техн. наук, профессор Макарецкий Е. А.
Тульский государственный университет, Тула, Россия

В сверхвысокочастотном диапазоне (далее – СВЧ) существуют различные способы технической реализации фильтров на различных линиях передачи. Одним из главных недостатков СВЧ фильтров, выполненных на полосковой линии передачи, является наличие паразитных полос пропускания, вызванное резонансами более высоких мод.

Один из методов расширения полосы заграждения заключается в создании фильтра на основе двухпроводниковых резонаторов [1] на подвешенной подложке. Преимущества таких резонаторов по сравнению с резонаторами несимметричной полосковой линии заключаются в более

высокой добротности, меньшей занимаемой площади и более чем двух октавном отношении частоты второй моды к первой [2].

В основе построения фильтра лежит следующий принцип. Резонаторы в фильтре попарно имеют разную ширину проводников, поэтому при общей центральной частоте частота второй моды будет отличаться, что приведет к «развалу» паразитной полосы пропускания.

Был спроектирован четырехзвенный фильтр на основе двухпроводниковых резонаторов. Его модель представлена на рис. 1. Данный фильтр обладает потерями не более 1 дБ в полосе пропускания 10 % относительно центральной частоты и обеспечивает уровень загораживания по уровню минус 65 дБ вплоть до 5 гармоники.

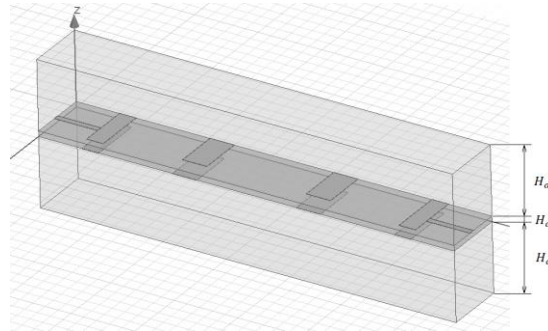


Рис. 1. 3D-модель фильтра в Ansys HFSS: H_a – высота экрана; H_d – толщина подложки

Методика проектирования фильтров n -го порядка с расширенной полосой загораживания:

1. Спроектировать двухпроводниковый резонатор на подвешенной подложке, настроенный на требуемую центральную частоту.
2. Спроектировать $\frac{n}{2} - 1$ (n – порядок фильтра) резонаторов, настроенных на ту же центральную частоту, но с большим отношением частоты второй моды к первой.
3. Объединить резонаторы в фильтр (причем от входа к центру фильтра ширина резонаторов увеличивается, как и расстояние между резонаторами).
4. Подбирая расстояние между резонаторами, согласовать фильтр.

Литература

1. Полосно-пропускающий фильтр: патент РФ 2237320 / Б. А. Беляев, А. А. Лексиков, В. В. Тюрнев, А. В. Казаков. – Оpubл. 27.09.2004.
2. Угрюмов, А. В. Полосковые резонаторы на подвешенной подложке и частотно-селективные устройства на их основе / А. В. Угрюмов, А. А. Лексиков. – Красноярск, 2020. – 125 с.

УДК 620.186.82

НАПРЯЖЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ НА ПОДЛОЖКЕ КАК СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ СТРУКТУРОЙ ПОВЕРХНОСТИ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ ZrN

Аспирант Хабарова А. В.^{1,2}

Кандидат техн. наук Лапицкая В. А.^{1,2}, кандидат техн. наук, доцент Кузнецова Т. А.^{1,2}, д-р техн. наук, профессор Чижик С. А.^{1,2}

¹Белорусский национальный технический университет,

²Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Повышение работоспособности режущих инструментов за счет увеличения их стойкости, надежности и производительности является одним из главных факторов повышения эффективности их эксплуатации [1]. Направленное изменение свойств покрытий путем варьирования их составом, структурой и строением позволяет существенно изменять контактные характеристики процесса резания. Покрытие ZrN имеет высокие механические свойства в условиях, требующих более высокой термической стойкости по сравнению с TiN, CrN и MoN покрытиями. Характеризуется высокой твердостью, хорошей химической стабильностью и биосовместимостью [2, 3].