

УДК 62-251

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СФЕРИЧЕСКИХ УЗЛОВ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ**

**Павлова М.В.** (Университет ИТМО, АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»)

**Научный руководитель – д.т.н., доцент Юльметова О.С.**  
(АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор, Университет ИТМО)

В работе рассмотрена возможность формирования тонкопленочного хромового покрытия с целью выявления технологических методов и средств управления оптическими параметрами растрового рисунка и обеспечения однородной поверхностной проводимости сферического ротора электростатического гироскопа. Выявлена зависимость увеличения контраста поверхности от толщины хромового покрытия.

**Введение.** Точность работы шарового гироскопа, например, электростатического гироскопа (ЭСГ) напрямую зависит от точности и качества его основного узла - сферического ротора. Основными функциональными параметрами сферического ротора являются: форма, величина дисбалансов, а также контрастность и равномерность растрового рисунка. Выявление дополнительных управляющих факторов, позволяющих регулировать оптические параметры за счет структурной модификации поверхности ротора, позволит расширить технологические возможности процесса изготовления ротора. Кроме того, перспективным требованием, предъявляемым к сферическому ротору, является однородность поверхностной проводимости, так как в результате формирования оптического изображения методом лазерной маркировки на поверхности нитрида титана образуется растровый рисунок, представляющий собой оксид титана. Следовательно, поверхность сферического узла имеет разную электропроводность, что негативно влияет на динамику вращения сферического ротора в электростатическом подвесе. Для обеспечения возможности управления процессом формирования оптических параметров и более однородной поверхностной проводимости было предложено исследовать возможность напыления тонкопленочного хромового покрытия на финишную поверхность сферического ротора, что и является целью настоящего исследования.

**Исследование влияния тонкопленочного хромового покрытия на функциональные параметры сферического ротора.** В ходе экспериментально-исследовательских работ были выявлены режимы напыления хромового покрытия, при которых наблюдалось изменение цветовой гаммы базовой поверхности и поверхности растрового рисунка вследствие протекания топохимических взаимодействий в системе оксид титана-хром. Изменение цветовой гаммы базовой поверхности и поверхности растрового рисунка определенным образом влияет на контрастность растра. А именно, было выявлено, что при увеличении толщины хромового покрытия контраст поверхности увеличивается. Это говорит о возможности формирования оптического рисунка на поверхности сферического ротора при меньшем количестве проходов лазера без снижения контраста поверхности, причем уменьшение числа проходов лазера способствует сохранению формы и дисбаланса ротора. При проведении экспериментальных исследований было выявлено, что необходимую итоговую величину контраста (0,4-0,5) после напыления пленки хрома можно получить, если предварительно на поверхности нитрида титана оптический рисунок будет сформирован за 2 прохода лазера. При этом хромовое покрытие обеспечивало и уменьшение неоднородности поверхностной проводимости ротора.

Для анализа изменения контраста поверхности была произведена оценка коэффициентов отражения базовой поверхности и поверхности растра. Оптические параметры сферического ротора контролировались с помощью карт отражений поверхности. Для оценки формы

ротора были получены круглограммы в экваториальном сечении ротора. Поверхностная проводимость сферического ротора контролировалась определением электрического сопротивления поверхностного слоя.

**Выводы.** В ходе настоящего исследования разработана технология напыления хрома методом катодно-ионной бомбардировки, позволяющая получить хромовое покрытие толщиной 40-50Нм. Определены параметры процесса напыления хромового покрытия, от которых зависит характер модификации поверхностной структуры. Выявлена принципиальная возможность управления контрастом растрового рисунка и определены управляющие факторы процесса модификации поверхностной структуры, позволяющие регулировать коэффициент отражения поверхности растра посредством нанесения покрытия хрома. Это позволяет при лазерной маркировке формировать оптический рисунок с минимальным контрастом (0,1-0,2), что минимизирует возможное искажение формы и дисбаланса ротора.