

Отзыв

на автореферат (диссертацию) Минкина Александра Михайловича
«Технологические основы формообразования чувствительного элемента из
кварцевого стекла методом химического травления через текстурированное
молибденовое покрытие», представленный на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.17.01 - /Технология неорганических веществ/.

Кварцевые компенсационные маятниковые акселерометры (типа Q-flex) в настоящее время нашли широкое применение в качестве измерителей ускорения в платформенных и бесплатформенных навигационных системах, в строительстве различных сооружений, в первую очередь, в системах диагностики их состояния в процессе возведения и продолжительной эксплуатации, в системах для инклинометрии наклонных и горизонтальных нефтяных и газовых скважин, в том числе, в процессе их бурения, а также во многих других отраслях техники.

К точностным и эксплуатационным характеристикам Q-flex приборов предъявляются все более высокие требования, для обеспечения которых в первую очередь необходимо иметь качественно выполненные кварцевые маятники. В связи с этим, разработка новых технологических методов формирования маятников из кварцевого стекла представляет значительный научный и практический интерес и поэтому тему диссертации следует признать актуальной.

Среди разработанных методов формообразования маятниковых узлов из кварцевого стекла, применение находят лазерные и ультразвуковые резки, алмазобразивная обработка, а также методы химического, в первую очередь, жидкостного травления в растворах плавиковой кислоты, создающие минимальные нарушения структуры кварцевой заготовки. При использовании лазерной и ультразвуковой резки, в структуре кварцевого маятника возникают остаточные напряжения, приводящие к деформации его элементов поэтому таких методов резки следует избегать.

Для получения качественного маятника необходимо при его травлении на поверхности кварцевой заготовки иметь абсолютно непроницаемую для травителя «маску». Наибольшее распространение имеют «маски» выполненные из золота, напыленного на поверхность заготовки с подслоем хрома. При использовании золотых «масок» плавиковая кислота через поры в покрытии проходит к поверхности заготовки, в результате чего нарушается ее целостность на защищаемых от травителя участках... В большинстве случаев поры пломбируют, нанося поверх слоя золота толстый слой фоторезиста и применяя специальную технологию его задубливания. В результате удается получить качественные маятники, имея однако при этом значительный процент брака.

Автор диссертации разрабатывает альтернативную технологию выполнения «масок» из текстурированного молибдена, причем в диссертации уделяет наибольшее внимание получению покрытия, непроницаемого для плавиковой кислоты. Новым в работе является нахождение режимов напыления, при которых текстура напыленного материала защитной пленки соответствует (211) вместо обычно формируемой при напылении текстуры (100).

Автор исследует зависимости текстуры от давления рабочего газа, от мощности разряда, от толщины напыляемой пленки и дает рекомендации по выбору оптимального режима напыления, позволяющего получить защитную пленку умеренной толщины (около 1 микрометра), обеспечивающую качественную защиту поверхности заготовки из

плавленого кварца. В результате существенно повышается выход маятников, не имеющих дефектов.

Автор диссертации использует при анализе состояния молибденовых защитных пленок современную измерительную и исследовательскую аппаратуру. Следует отметить большой практический вклад автора в отладку технологических процессов серийного изготовления кварцевых маятников на базовом предприятии (ПНППК). Хотя описанные в 4 главе диссертации технологические процессы и являются близкими к традиционным, но освоение их в комплексе и отладка для условий серийного производства, является достаточно трудоемкой задачей, требующей наличия высокой квалификации у исследователя.


Диссертация не свободна от недостатков.

1. Утверждение автора, содержащееся в главе 1: «Доказано, что именно молибден является наиболее подходящим материалом для использования в качестве «маски» при формировании структуры на поверхности кварцевой подложки, выглядит слишком смелым и не согласуется с результатами работ многих ведущих исследователей в этой области.
2. Использование автором алмазно-абразивной обработки наружной поверхности маятника является крайне нежелательной с точки зрения точности кварцевых компенсационных акселерометров, т.к. возникшие при такой обработке неизбежные нарушения структуры плавленого кварца, сохраняются и после химического травления. Автору следовало бы использовать более современные технологические процессы, например процессы формирования в теле заготовки из плавленого кварца кристаллических слоев под воздействием излучения фемтолазера и последующего формирования точного наружного контура маятника методом жидкостного травления в растворе щелочи.

Наличие указанных недостатков не сказалось на оценке автореферата диссертации в целом. Диссертация является законченной научно-квалифицированной работой, в которой содержится решение реальной задачи, имеющей важное значение для отрасли навигационного приборостроения. В ней содержатся теоретические и практические решения технологических задач формирования защитных пленок на поверхностях кварцевых пластин, обеспечивающих получение высококачественных маятниковых узлов для производства акселерометрических приборов.

Диссертация отвечает требованиям П. 9 «Порядок присуждения ученой степени в ПНК ПУ» утвержденного ректором ПНИ ПУ от 9.01.2018 г.

Автор диссертации заслуживает присуждения ему искомой ученой степени.

Профессор кафедры «Приборы ориентации, стабилизации
и навигации» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
д.т.н., профессор,  геть науки РФ

1020

Коновалов Сергей Феодосьевич.

«ВЕРНО»

НАЧАЛЬНИК

Адрес: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 105005, Москва, ул. Бауманская
Тел. 8-495-263-04-23, Эл. почта: y_mishchenko@bmastr.ru

В
МАНА

Подпись Коновалова Сергея Феодосьевича удостоверено.

ПНИКОВ