

**РОССТАНДАРТ**  
Федеральное бюджетное учреждение  
**«Государственный  
региональный центр стандартизации,  
метрологии и испытаний  
в Омской области»  
(ФБУ "Омский ЦСМ")**  
24 Северная ул., д. 117<sup>А</sup>, г. Омск, 644116  
Тел. (3812) 68-07-99, факс (3812) 68-04-07  
<http://csm.omsk.ru>  
E-mail: [info@ocsm.omsk.ru](mailto:info@ocsm.omsk.ru)  
ОКПО 02567627, ОГРН 1025500739538  
ИНН 5502029980 КПП550301001

07.09.2023

№ 38-5.1/2412

На №

от

В диссертационный совет  
Д 24.2.404.05

Адрес: 660041, г. Красноярск, пр.  
Свободный, д. 82, стр. 6, Институт нефти  
и газа СФУ,

Получатель: Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 24.2.404.05  
Ю.Ф. Кайзер

## ОТЗЫВ

**официального оппонента Попова Алексея Анатольевича**  
на диссертационную работу Строк Лилии Владимировны  
на тему «**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ГАЗОСТАТИЧЕСКИХ  
И ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ОПОР ПРЕЦИЗИОННЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ  
РАЗМЕРОВ И ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**»,  
выполненной по специальности 2.2.8. «Методы и приборы контроля и диагностики  
материалов, изделий, веществ и природной среды»

Исходя из названия диссертации следует, что в работе решается актуальная и сложная техническая проблема в области обеспечения единства измерений. Нарращивание промышленного потенциала Российской Федерации и выпуск современной продукции требует повышение точности измерений по многим направлениям. При этом парк средств измерений не всегда обеспечивает необходимый уровень точности, а метрологическое обеспечение нуждается в постоянной актуализации как материально-технической, так и нормативной базы.

### **Актуальность темы диссертации.**

В испытательном и измерительном оборудовании для обеспечения точности позиционирования и плавности перемещения подвижных узлов используют опоры скольжения с внешним источником давления нагнетания смазки – газостатические и гидростатические опоры, которые в сравнении с опорами качения обладают рядом преимуществ, например, отсутствие непосредственного контакта между подвижными

поверхностями опор значительно снижает износ подвижных поверхностей, обеспечивает редуцирующий эффект погрешностей изготовления элементов опоры и т.п.

В настоящее время исследователями предложен достаточно большой спектр конструкций как газостатических, так и гидростатических опор, используемых в направляющих контрольно-измерительного и испытательного оборудования. Из проведенных исследований можно выявить индивидуальные преимущества и недостатки каждой конструкции. Однако все методики исследования и расчета характеристик опор основаны на номинальных параметрах, которые входят во все математические зависимости. В реальности, при изготовлении деталей опор и последующей сборки действительные размеры, отклонения формы и расположения отличаются от номинальных, которые закладываются в расчетах, а следовательно действительные характеристики опор, установленных в оборудовании, тоже отличаются от расчетных.

Исследования, направленные на нормирование точности геометрических показателей качества газостатических и гидростатических опор прецизионных средств контроля размеров и испытательного оборудования, способствуют предъявлению четких и обоснованных требований к нормированию геометрических показателей качества данных опор.

Поставленная цель диссертационной работы ограничивает определенный круг задач, которые направлены на конкретные и взаимосвязанные элементы научно-исследовательской работы в рамках темы диссертации.

Учитывая вышеизложенное, можно заключить, что научные исследования, представленные в диссертационной работе Строк Л.В., актуальны, практически значимы и перспективны для дальнейших исследований.

### **Основная идея диссертации.**

Основная идея диссертационной работы заключается в повышении эксплуатационного ресурса прецизионных средств контроля размеров и испытательного оборудования за счет совершенствования методов расчета характеристик газостатических и гидростатических опор, используемых в их направляющих.

Тематика разделов диссертационной работы взаимосвязана и направлена на нормирование геометрических показателей качества газостатических и гидростатических опор. Раскрыт широкий спектр вопросов:

- проведен анализ конструкций и исследований в области газостатических и гидростатических опор, выпускаемых на предприятиях нашей страны и за рубежом. Исследования показали, что опубликованных в разное время работах, приводятся

данные, подтверждающие разносторонние преимущества газостатических и гидростатических опор и даются рекомендации (иногда противоречивые) по выбору их параметров. Каждый автор делает акцент на преимущества своей конструкции или методики.

- для решения данного вопроса предложена система показателей качества газостатических и гидростатических опор, которая позволяет более точно формировать технические требования к параметрам опор;
- в работе предложены уточнения к математическим моделям газостатических и гидростатических опор, которые позволят оперативно проводить расчеты характеристик опор с учетом геометрических отклонений опорных поверхностей. Для этого в решения конкретной задачи в математическую модель предлагается выражение, описывающее форму несущего слоя и исходя из этого выбирается конкретный метод решения задачи. Получены аналитические зависимости для расчета параметров, которые позволяют выбрать оптимальные параметры;
- даны рекомендации по нормированию отклонений размеров, расположения и шероховатость поверхностей газостатических и гидростатических опор прецизионных средств контроля размеров и испытательного оборудования.

### **Наиболее значимые результаты.**

Наиболее значимыми результатами диссертационной работы являются:

- предложена система показателей качества газостатических и гидростатических опор. Система основана на примере других систем показателей качества, и учитывает особенности нормирования точности газостатических и гидростатических опор;
- уточнены математические модели газостатических и гидростатических опор, позволяющие исследовать влияние отклонений геометрических параметров на характеристики опор;
- получены аналитические зависимости для расчета геометрических параметров газостатических и гидростатических опор, которые позволяют выбрать оптимальные параметры опор;
- разработаны рекомендации по нормированию допусков формы и шероховатости газостатических и гидростатических опор.

### **Новизна проведенных исследований.**

Данные результаты получены впервые. Отдельные положения рекомендуются для их практического завершения. Например, система показателей качества

газостатических и гидростатических опор после публичного обсуждения, может быть реализована в виде национальный стандарт.

### **Достоверность полученных результатов.**

Экспериментально подтверждены результаты влияния рельефа опорных поверхностей газостатических опор на нагрузочные характеристики опоры, и влияния отклонений расположения опорных поверхностей гидростатической опоры на точность позиционирования подвижной части опоры.

При экспериментальных исследованиях использовалась методика однофакторного дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ проводится для выявления влияния фактора на изменение исследуемых данных с помощью критерия Фишера.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, четырёх приложений, списка литературы. Полный объем диссертации составляет 172 страниц машинописного текста, 44 рисунков, 7 таблиц. Список литературы включает 164 наименования.

По теме диссертации опубликовано 24 научные работы, в том числе: восемь работ в изданиях, входящих в перечень ВАК, восемь – в базу SCOPUS, семь – в базу Web of Science, три свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

### **Замечания:**

1. В разделе 2.2. «Разработка показателей качества на газостатические и гидростатические опоры» в таблице 2.2 и в тексте показатели качества не совпадают.

2. Имеется разногласие в терминах. Например, на рисунке 1.7. указаны гидравлические опоры азимутального телескопа, а в тексте – гидростатические.

3. При исследовании отклонений расположения опорных поверхностей газостатических опор (раздел 3.5) учтено только отклонение от параллельности опорных поверхностей и не учтено, например, отклонение от соосности.

4. Необходимо также отметить использование в работе терминов и определений, которые отсутствуют в общей метрологической терминологии, например как «безразмерное давление» (стр. 55).

### **Общее заключение по диссертации.**

В целом, несмотря на отмеченные недостатки и замечания, представленная диссертация Строк Лилии Владимировны выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, связанную с совершенствованием методов расчета газостатических и гидростатических опор прецизионных средств

контроля размеров и испытательного оборудования, и соответствует специальности 2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды». В диссертации Строк Л.В. на основании выполненных автором исследований содержится решение задачи по совершенствованию методов расчета газостатических и гидростатических опор прецизионных средств контроля размеров и испытательного оборудования, способствующих снижению производственных затрат.

Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, а ее автор Строк Лили Владимировна достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Начальник отдела метрологического обеспечения и стандартизации  
ФБУ «Омский ЦСМ», к.т.н.

Попов Алексей Анатольевич

Адрес: 644116, г. Омск, ул. 24-я Северная, д. 117-А

E-mail: [metrolog@ocsm.omsk.ru](mailto:metrolog@ocsm.omsk.ru)

т. (3812) 95-76-06

ф. (3812) 68-04-07

Подпись Попова Алексея Анатольевича заверяю:

*Верючий заверяет по картам М.И. Иванов С.В.*

М.П.



