

*Стоянов Сергей Сергеевич*

*Студент*

*Легаев Владимир Павлович*

*Научный руководитель, Доктор техн. наук, профессор*

*Владимирский Государственный Университет*

*институт информационных технологий и радиоэлектроники*

## **ГАЗОСТАТИЧЕСКИЕ ОПОРЫ С СИСТЕМОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ ВАЛА И РАСШИРЕННЫМ ДИАПАЗОНОМ НАГРУЗОК**

Аннотация. В статье приведен обзор на повышение нагрузочных и динамических характеристик газостатических опор. Предложена конструкция системы автоматической стабилизации. Также приведена структурная схема системы.

Ключевые слова: газостатическая опора, нагрузки, смазочный материал, система автоматического регулирования

Annotation. The article provides an overview on increasing the load and dynamic characteristics of gas-static bearings. The design of the automatic stabilization system is proposed. The block diagram of the system is also shown.

Key words: gas-static bearing, loads, lubricant, automatic control system

**Актуальность темы.** Газостатические опоры широко применяются в разных областях техники из-за их значительного преимущества перед другими видами опор. Опоры с газовой смазкой имеют: расширенный диапазон рабочих температур и давлений; крайне низкое трение, которое обусловлено очень маленькой динамической вязкостью газа, что значительно продлевает их срок службы. Газостатические опоры исключают загрязнение окружающей среды и не требуют сложных агрегатов смазочной системы.

Главными недостатками всех видов газовых опор являются слабая нагрузочная способность и невысокие динамические характеристики. При использовании системы автоматического регулирования появляется возможность устранения указанных недостатков, а также повысить точность положения и вращения исполнительного элемента в шпиндельных узлах станков, измерительном и испытательном оборудовании.

**Цель и задачи.** Цель работы заключается в повышении нагрузочных и динамических характеристик с помощью усложнения механизмов автоматического регулирования в газовых опорах.

- проанализированы конструкции существующих газостатических опор и предложена конструкция газостатической опоры с системой автоматического регулирования (рис.1);

- предоставлены расчеты повышения несущей способности и жесткости, на основании чего было предложено техническое решение газостатической опоры с замкнутой системой автоматического регулирования по положению вала и с поворотной втулкой;

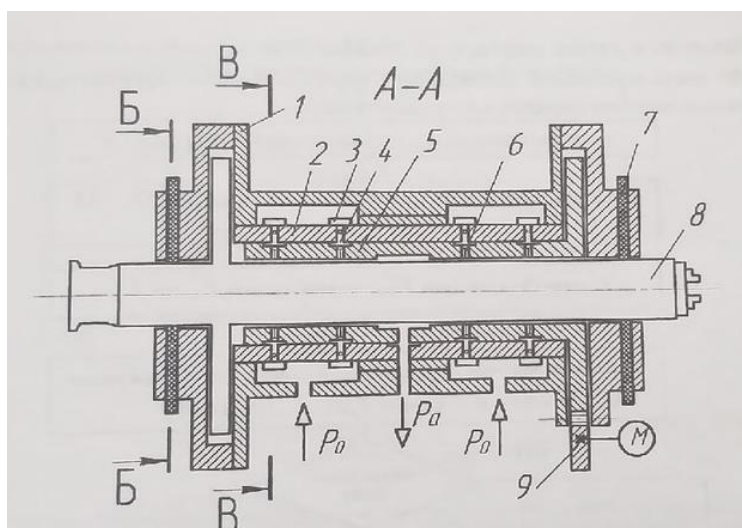
- проведены экспериментальные исследования, результаты которых показали сходимость (разница не более 10%) с теоретическими результатами.

**Научная новизна** состоит в расширении возможностей газостатической опоры за счет создания новой конструкции с использованием системы автоматического регулирования положения вала и расчета её характеристик.

**Практическая ценность** заключается в разработке нового технического решения, создании теоретической методики расчета статических характеристик.

**Достоверность и обоснованность** полученных результатов обуславливаются использованием основных положений термодинамики, теоретической механики, теории автоматического регулирования, теории дифференциальных уравнений, численных методов интегрирования; использованием современного пакета MathLab-simulink.

**Практическая часть.** Разработана конструкция газостатической



опоры с САР по положению вала с помощью поворотной втулки:

Рис. 1. Газостатическая опора с САР по положению вала и поворотной втулкой. 1 - корпус, 2 - неподвижная втулка, 3 - регулируемые

пневмосопротивления, 4 - секторная канавка, 5 - поворотная втулка, 6 – жиклёр, 7 – датчик ёмкостного типа, 8 – вал, 9 – шаговый электродвигатель с редуктором

Основные параметры для опоры рассчитываются по следующим формулам (подробные расчеты представлены в источниках):

Значение несущей способности  $W$  газостатической опоры:

$$W = D \sin \frac{\pi}{n} (L - l) \sum_{i=1}^n P_2(i) \cos \theta(i)$$

где  $D$  – диаметр опоры,  $L$  – длина опоры,  $l$  – расстояние от края опоры до оси жиклёра,  $P_2(i)$  – абсолютное давление в зазоре опоры,  $n$  – количество питающих жиклёров по окружности.

Значение жесткости газостатической опоры:

$$G_i = - \frac{dW_i}{dh} = D(L - l) \sin \frac{\pi}{n} \left( \frac{a}{f_2 l K_1} \right)^{1/3} \sum_{i=1}^n F_2(i) \cos \theta$$

Также приведена структурная схема газостатической опоры:

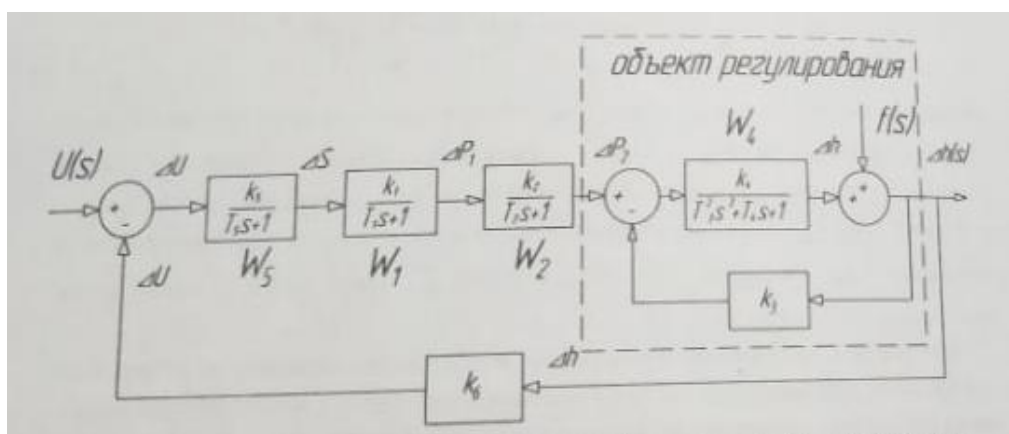


Рис.2. Структурная схема газостатической опоры с САР.  $U(s)$  – задающее воздействие,  $f(s)$  – возмущающее воздействие,  $W_i$  – передаточные функции

## Список использованных источников

1. Легаев В.П. , Гавшин В.В. «Газовые опоры станков и приборов», Владимир 1996 г.
2. С.В. Пинегин, А.В. Орлов «Прецизионные опоры качения и опоры с газовой смазкой», справочник Москва «машиностроение» 1984 г.
3. Клименков Ю.С. «Газовая опора с повышенной несущей способностью и жесткостью» / В.П. Легаев, Ю.С. Клименков // Вест. машиностроения. – 2008 г.
4. Клименков Ю.С. «Газовая опора с повышенной виброустойчивостью и расширенным диапазоном воспринимаемых нагрузок». сб. материалов Всеросс. науч.-техн. конф. М.: Российская академия ракетных и артиллерийских наук 2008 г.