

Список литературы:

1. Самко С.Г., Килбас А.А., Маричев О.И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. Минск: Наука и Техника, 1987г.
2. E. Isaacson, H.B. Keller, Analysis of Numerical Methods, Wiley, New York, 1966г.
3. Э. М. Кольцова, В.А. Василенко, В.В. Тарасов, Численные методы решения уравнений переноса во фрактальных средах, Ж.Ф.Х., 2000г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ГАЗА В ЗАЗОРЕ ЧАСТИЧНО ПОРИСТЫХ ПОДШИПНИКОВ С ВНЕШНИМ НАДДУВОМ ГАЗА

Космынин А.В., Виноградов С.В.

*Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет,
Комсомольск-на-Амуре, Россия*

Одним из направлений повышения точности и производительности металлорежущих станков является применение в шпиндельных узлах подшипников на газовой смазке. Исследованиями установлено, что среди многообразных конструкций газостатических опор лучшими характеристиками обладают пористые подшипники.

Вместе с тем, применение пористых подшипников осложняется трудностью точного изготовления вкладыша. Поэтому перспективными представляются конструкции подшипников, в газонепроницаемом вкладыше которых устанавливаются пористые вставки, предназначенные для подвода газа в зазор опоры. Заметим, что такие подшипники более технологичны по исполнению, чем подшипники с дискретными питающими отверстиями и микроканавками. Анализ многочисленных работ отечественных и зарубежных ученых по исследованию газовых опор говорит, что особенности работы частично пористых подшипников до настоящего времени остаются наименее изученными.

Для теоретического исследования характеристик подшипников с пористыми вставками в КНАГТУ разработана математическая модель распределения поля давления смазки в зазоре подшипников, что, в итоге, позволяет определить основные эксплуатационные характеристики таких опор.

Систему исходных уравнений, описывающих течение смазки, составляют уравнение политропы, движения, неразрывности и энергии. При разработке математической модели приняты следующие допущения:

- течение газа в пористой среде считается вязким и ламинарным. К такому течению применим закон Дарси, что позволяет считать коэффициент проницаемости пористого материала постоянным;
- течение газа в зазоре подшипника изотермическое, а сама газовая смазка сжимаемая, и удовлетворяет уравнению состояния;

- радиус вала намного больше толщины смазочного слоя;
- толщина смазочного слоя позволяет пренебречь течением в пленке в направлении нормали к стенкам подшипника и считать давление в этом направлении неизменным;
- массовые и инерционные силы пренебрежительно малы по сравнению с силами вязкого трения и восстанавливающей силой смазочного слоя, уравновешивающей внешнюю нагрузку;
- режим работы подшипника стационарный.

Можно показать, что с учетом принятых допущений поле давления газа в зазоре частично пористых подшипников можно найти с помощью модифицированного уравнения Рейнольдса. Это уравнение является дифференциальным уравнением эллиптического типа в частных производных, поиск аналитического решения которого является сложной задачей. Поэтому решение уравнения Рейнольдса выполняется численным методом путем аппроксимации входящих в него частных производных трехточечными центральными разностями. При этом краевые условия решаемой задачи ставятся на границе области интегрирования и на границе пористых вставок.

Решение совокупной системы уравнений ведется итерационным методом Гаусса-Зейделя. Необходимыми и достаточными условиями завершения итерационного цикла являются условия малого отличия (в пределах заданной погрешности) давления в любом узле конечно-разностной сетки на двух ближайших итерациях.

Для проверки корректности решения краевой задачи в КНАГТУ выполнен комплекс экспериментальных исследований характеристик частично пористых опор с различным расположением вставок во вкладыше подшипника.

Сопоставление экспериментальных и теоретических характеристик показало, что расхождение в оценке несущей способности подшипника не превосходит 18%, а коэффициента радиальной жесткости 17%.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ПОСРЕДСТВОМ СООУДАРИЙ

Крупенин В.Л

Институт машиноведения РАН, Москва, Россия

Изучаются проблемы, характерные для математического моделирования динамических объектов сложной структуры, взаимодействующих через сильно нелинейные (в данном случае –ударные) силы. Рассматривается семейство стационарных склеромных линейных упруго-вязких систем с полной диссипацией энергии, обозначаемое далее $A = \{A_0, A_1, \dots, A_N\}$. Каждой из систем A_r семейства A от-