

УДК 621.822.73

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ПОДШИПНИКОВ В УСЛОВИЯХ ВАКУУМА

Гучков Андрей Русланович

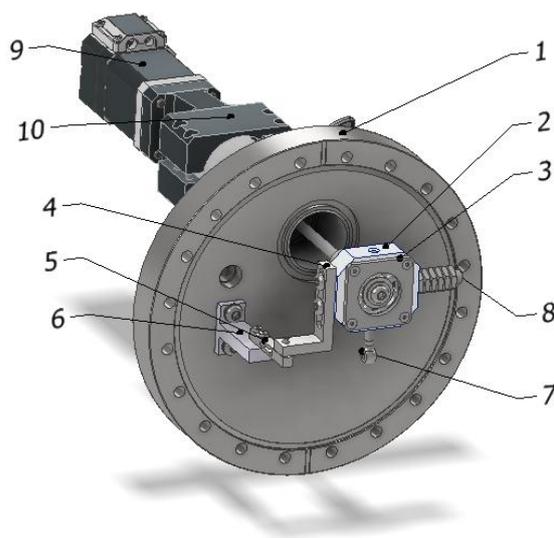
*Студент 4 курса,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет*

Научный руководитель: А.И. Беликов,
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»

В вакууме традиционные стальные подшипники нуждаются в специальных смазках либо в магнитном или феррофлюидном уплотнении. Однако органические материалы при нагревании выделяют газ, а даже углеродистые покрытия теряют свои свойства под высокими нагрузками и температурами, характерными для динамических вращающихся систем. В таких условиях наилучшим решением является применение твёрдосмазочных покрытий – слоев с низким коэффициентом трения и высокой износостойкостью, которые способны работать в экстремальных средах без дегазации [1].

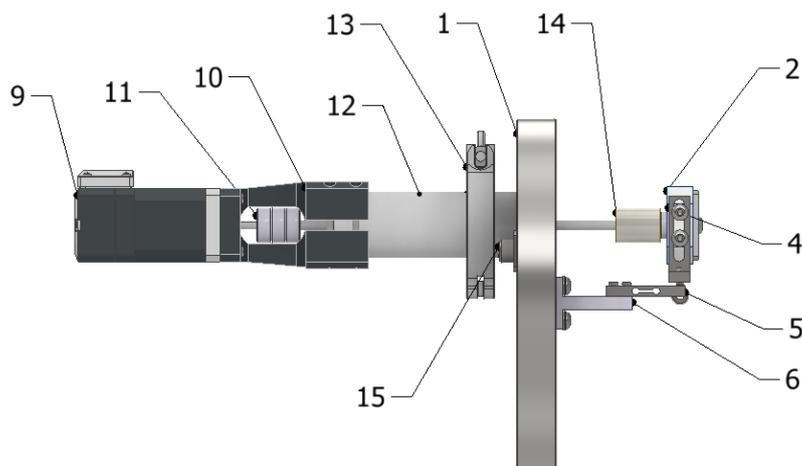
Основной целью представляемой работы являлось разработка экспериментального стенда для испытания подшипников в условиях вакуума. В рамках работы была спроектирована конструкция стенда, обеспечивающая возможность проведения испытаний при пониженном давлении с контролем основных параметров работы подшипников.

Для реализации поставленной задачи была разработана 3D-модель стенда и комплект конструкторской документации с использованием системы автоматизированного проектирования Autodesk Inventor. Конструкция стенда предусматривает установку подшипника в вакуумной камере, привод вращения, а также систему измерения момента сопротивления через тензодатчик.



1 – фланец CF160; 2 – держатель подшипника; 3 – крышка; 4 – уголок; 5 – тензодатчик; 6 – консольная опора; 7 – винт для подвешивания грузов; 8 – шпилька с гайками; 9 – шаговый двигатель; 10 – держатель двигателя

Рис. 1 Вид стенда для испытаний в изометрии



1 – фланец CF160; 2 – держатель подшипника; 4 – уголок; 5 – тензодатчик; 6 – консольная опора; 9 – шаговый двигатель; 10 – держатель двигателя; 11 – муфта для соединения двигателя с вводом вращения; 12 – ввод вращения; 13 – хомут KF40; 14 – жёсткая муфта; 15 – электрический разъём для тензодатчика

Рис. 2 Вид сбоку стенда для испытаний

Вся оснастка находится на фланце CF160 (1), которая крепится на вакуумную камеру. Вращение передаётся от двигателя (9) на ввод вращения (12) и на подшипники, закреплённые в держателе (2) и крышке (3). Соединение осуществляется через муфты (11, 14), держатель (10) и хомут (13). Вращаясь внутреннее кольцо подшипника передаёт момент на внешнее кольцо и на держатель из-за сопротивления. К держателю крепится уголок (4), через который передаётся усилие на тензодатчик (5). Момент сопротивления определяется по деформации изгиба тензодатчика, закреплённого на консоли (6). Для подключения тензодатчика во фланец был врезан герметичный разъём (15). Для балансировки конструкции предусмотрена шпилька с гайками (8). С помощью винта (7) можно крепить тарированные веса для нагрузки подшипников. Момент сопротивления определяется по формуле [2]:

$$M_{\text{изг}} = F_{\text{тр}} * L, \quad (1)$$

В дальнейшем коэффициент трения определялся по формуле [2]:

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{F_{\text{н}}}, \quad (2)$$

Покрyтия на основе дисульфида молибдена (MoS_2) способны обеспечивать стабильную работу подшипников в экстремальных условиях без выделения газов. Такие покpытия демонстрируют коэффициент трения в вакууме на уровне 0,03–0,06 и значительно снижают интенсивность износа контактирующих поверхностей за счёт слоистой кристаллической структуры материала.

Разработанный стенд позволяет проводить экспериментальные исследования трибологических характеристик подшипников с различными типами покpытий в условиях, приближенных к реальным условиям эксплуатации в вакууме. Это обеспечивает возможность оценки эффективности твёрдосмазочных покpытий и выбора оптимальных решений для применения в машиностроении и космической технике.

Литература

1. Берлин, А. А. Твердосмазочные покpытия для подшипников : монография / А. А. Берлин, С. А. Сырцов. — Москва : Наука, 2010.
2. Воронков, Б. Д. Подшипники сухого трения / Б. Д. Воронков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ленинград : Машиностроение, Ленинградское отделение, 1979. — 224 с.