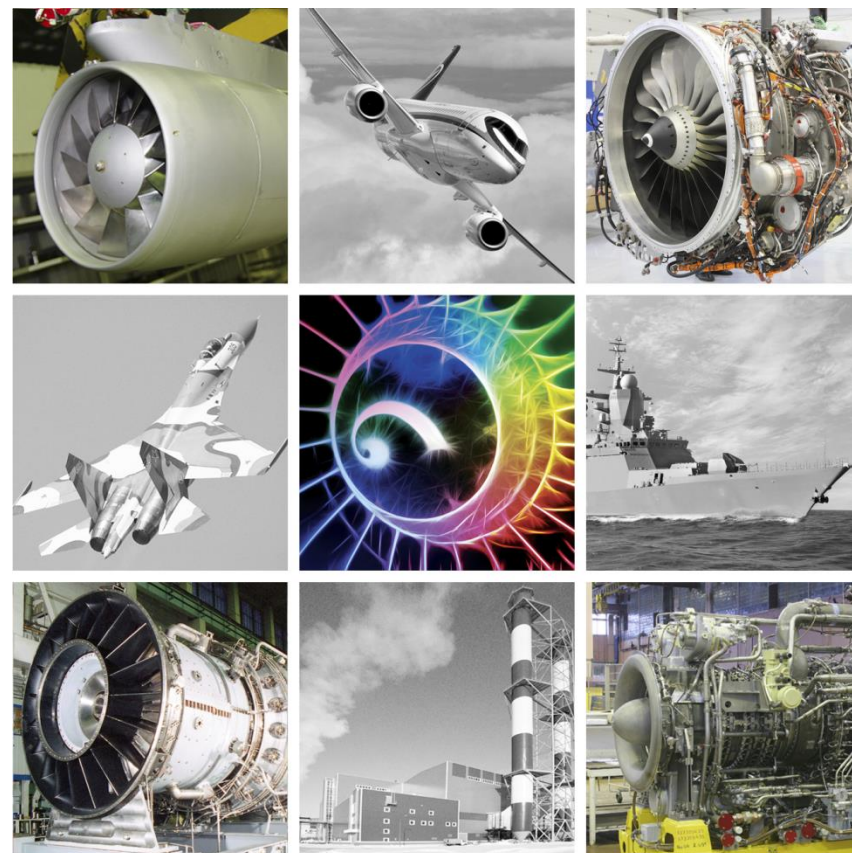


Внедрение метода измерения осевой нагрузки на радиально-упорный подшипник с помощью динамического тензометрирования

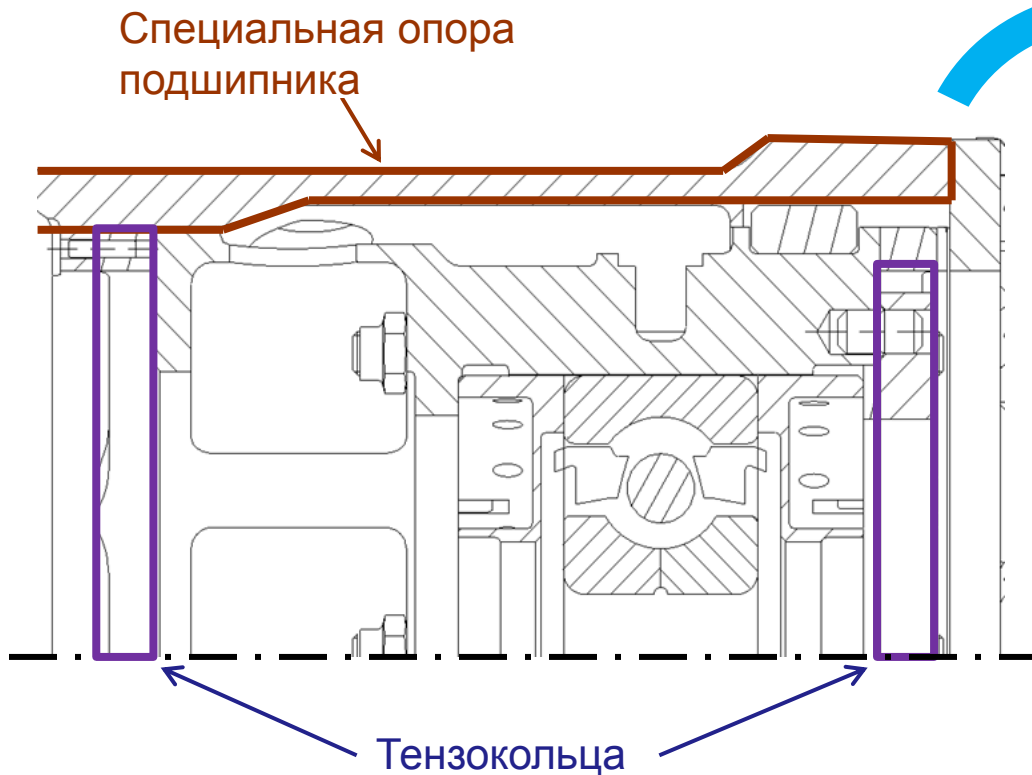
Авторы:
Слободской Д.А.
Веселов А.В.



При проектировании и доводке ГТД необходимо экспериментально подтверждать величину осевых нагрузок на подшипники, т.к. это напрямую связано с работоспособностью и ресурсом, как самих подшипников, так и ГТД в целом. Применяемый в настоящее время на НПО «Сатурн» метод измерения осевой нагрузки использует динамометрические кольца, которые устанавливаются по обе стороны от подшипника. Постановка таких колец приводит к проектированию специальной опоры подшипника (которая может значительно отличаться от типовой конструкции) и выводу большого количества препарации. Наиболее проблематично использовать такой метод на малоразмерных ГТД.

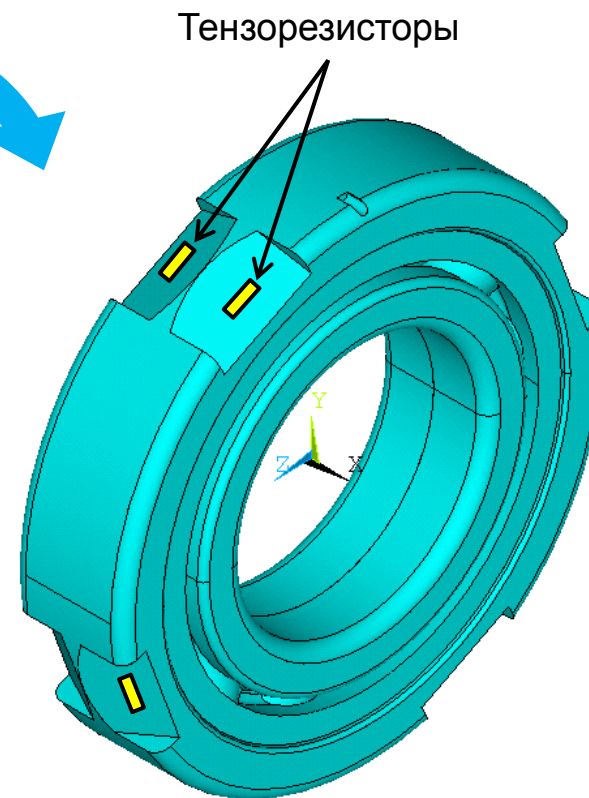
Для решения возникающих проблем предлагается применить кардинально другой метод, который позволяет проводить измерения без значительных изменений типовой конструкции, а лишь с некоторыми доработками – динамическое тензометрирование наружного кольца подшипника.

Классическая схема измерения



- ⊖ Проектирование специальной опоры
- ⊖ Изменение условий работы ш/п
- ⊖ Большое количество препарации

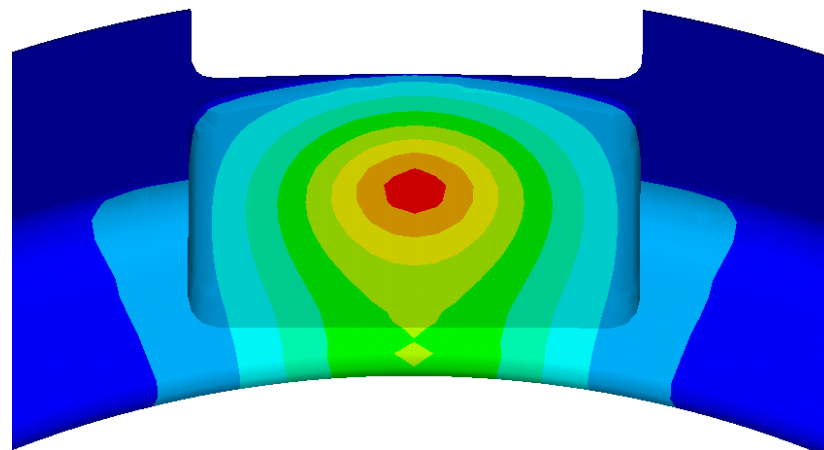
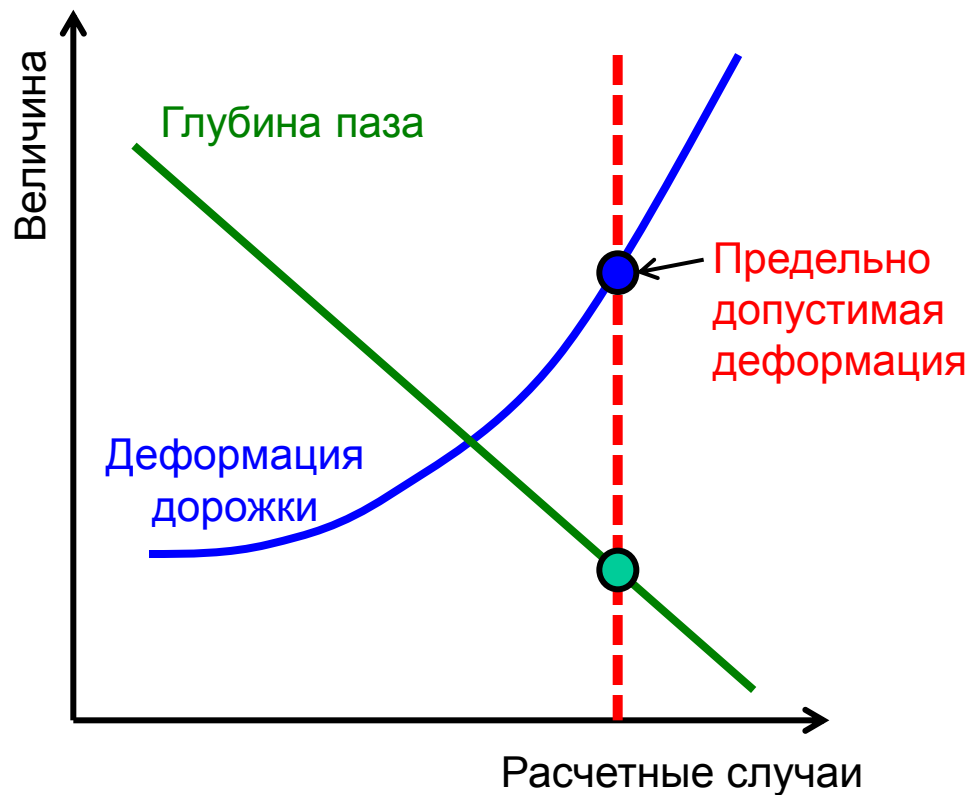
Предложенная схема измерения



- ⊕ Минимальные доработки узла опоры
- ⊕ Штатные условия работы ш/п
- ⊕ Минимальный вывод препарации

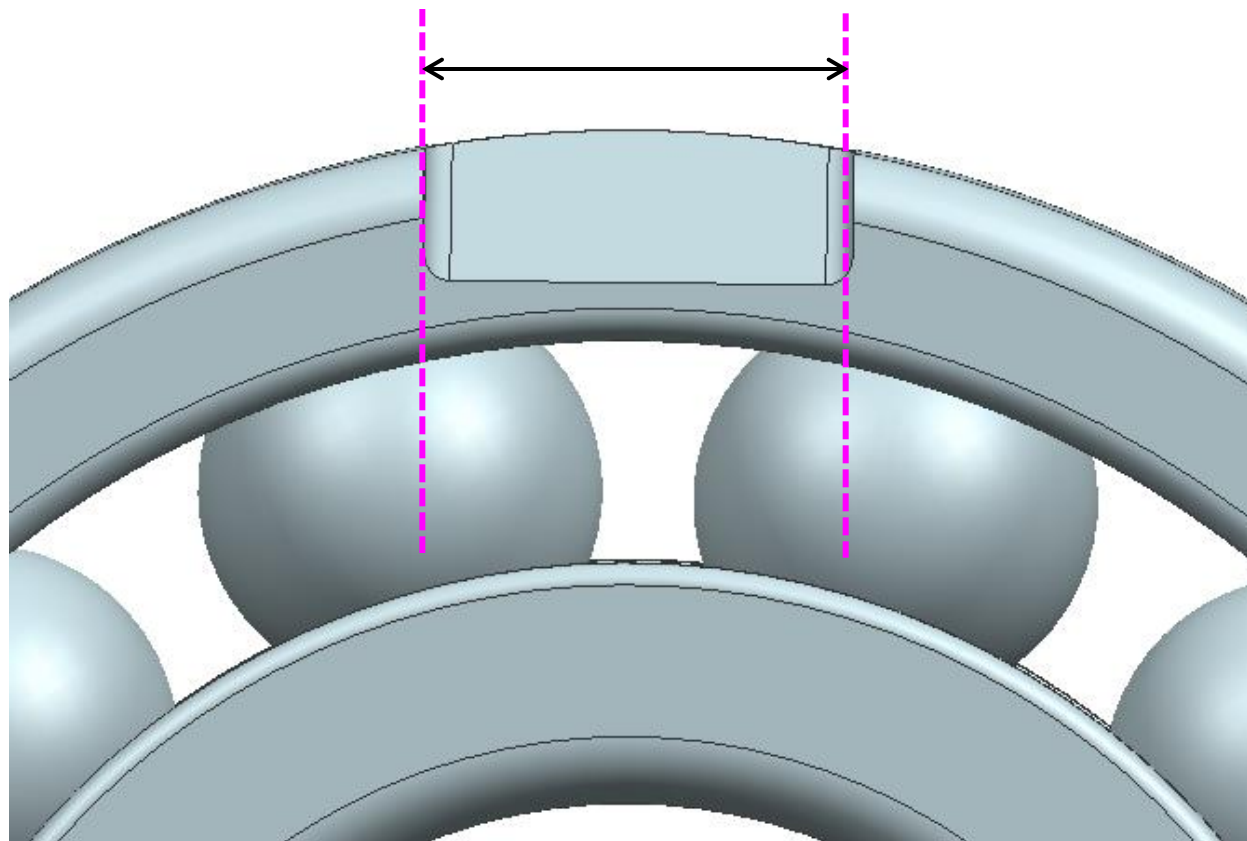
- ✓ Выбор геометрических параметров пазов
- ✓ Исследование и верификация метода измерения
- ✓ Верификация в составе изделия
- ✓ Применение метода на малоразмерных ГТД

Выбор глубины паза основывается на предельно допустимой величине деформации беговой дорожки

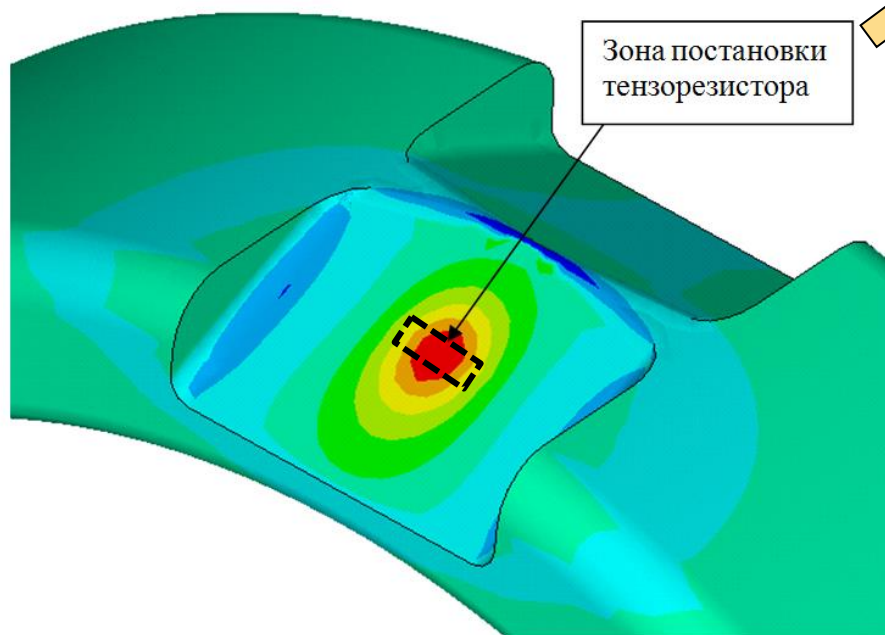


Деформации обоймы

Выбор ширины паза основывается на окружном шаге тел качения таким образом, чтобы два шарика одновременно не могли находиться под пазом.



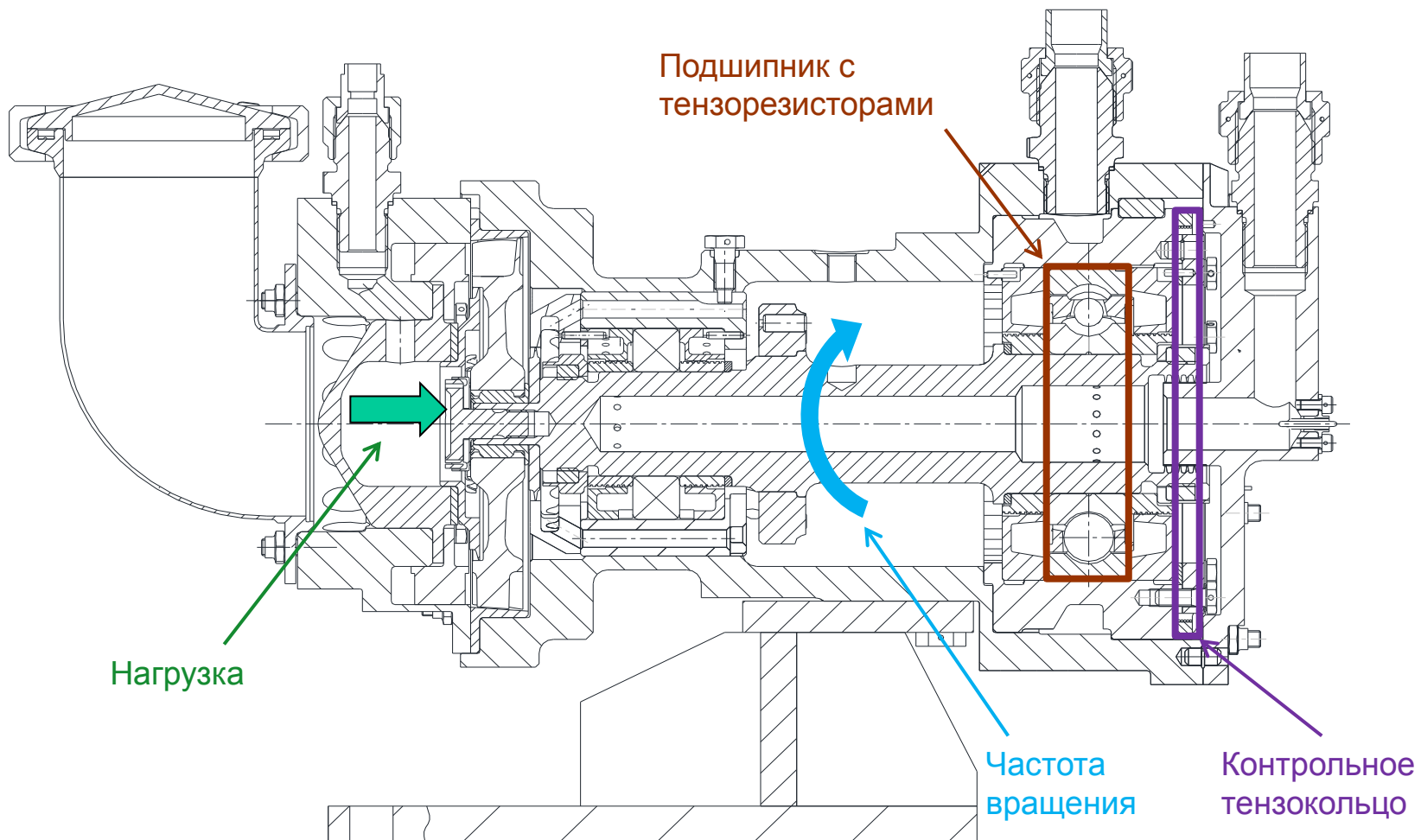
Тензорезисторы измеряют переменные напряжения во время пробегания шариков в зоне пазов и определяется амплитуда напряжений на частоте мелькания шариков.



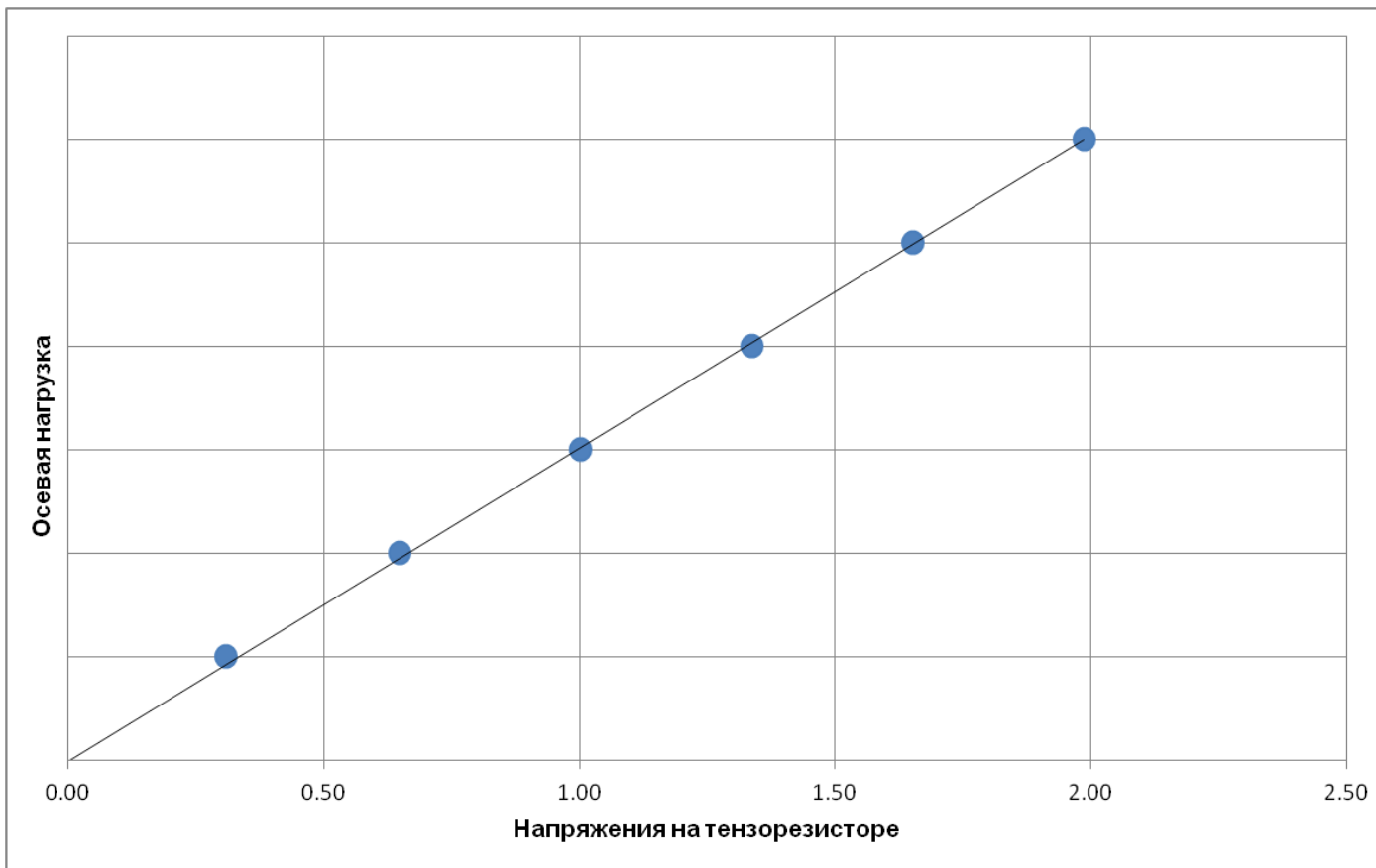
Карта напряжений при положении шарика по центру паза



Установка для испытаний

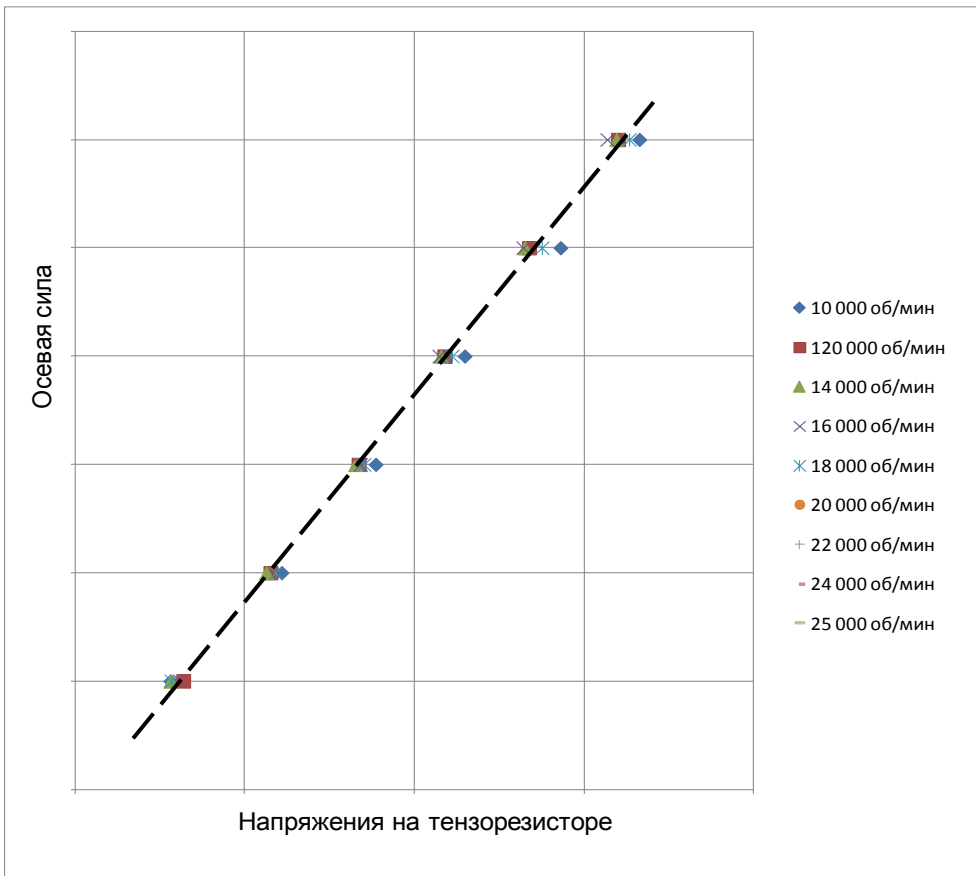


Результаты испытаний на установке

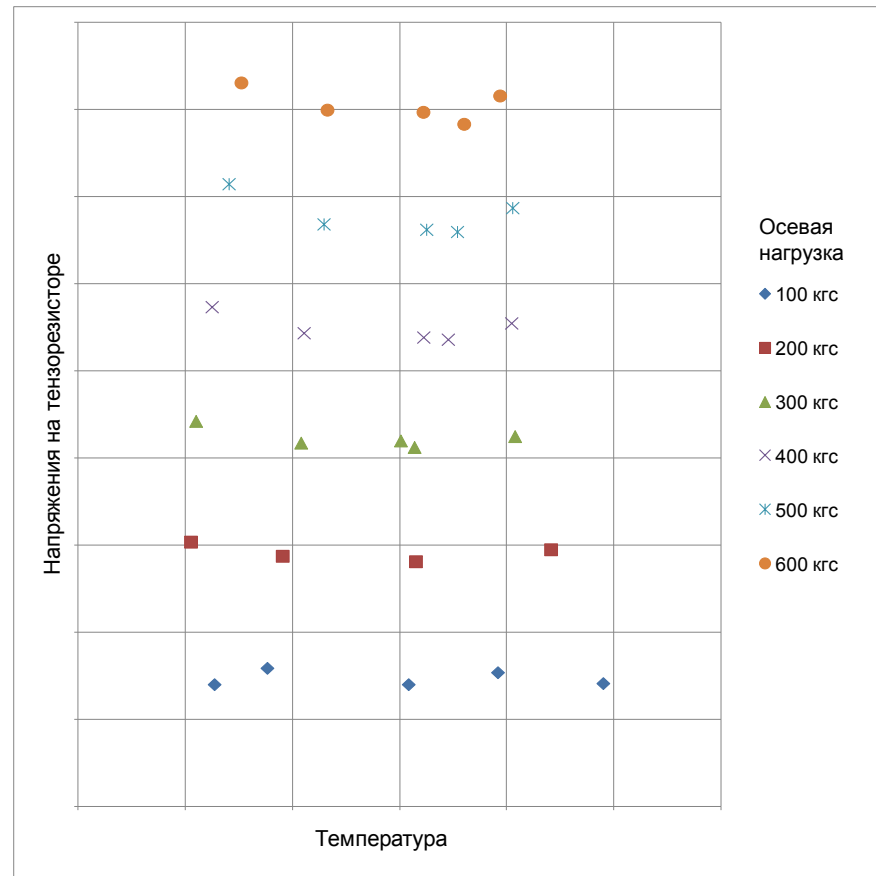


По результатам испытаний зависимость напряжений на тензорезисторах имеет линейный характер, что позволяет применить градуировочный коэффициент для перевода показаний тензорезисторов в осевую нагрузку.

Исследование влияния частоты вращения

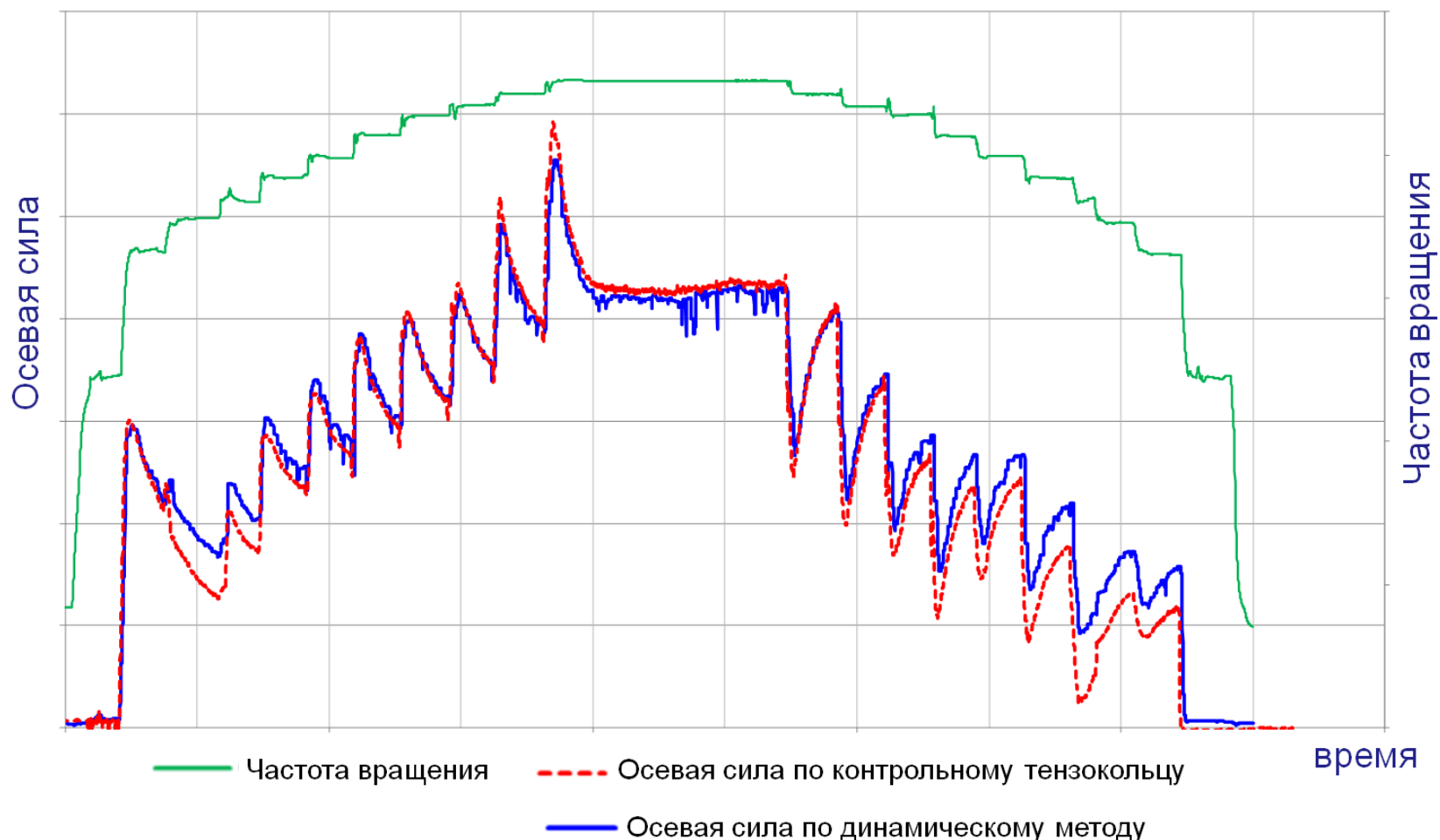


Исследование влияния температуры



По результатам исследования влияния условий работы подшипника на показания тензорезисторов разброс значений составляет менее 10%

Для подтверждения корректности измерений выполнены испытания в составе изделия с контрольным замером осевой нагрузки тензокольцом.



Отклонение на номинальном режиме не более 5%

- ✓ Разработан и верифицирован метод измерения нагрузки на ш/п с помощью динамического тензометрирования
- ✓ Разработанная методика согласована с ЦИАМ
- ✓ Разработанная методика внедрена в опытные ГТД