

*Щенятский А.В., Рудин Р.А., Горбунова К.А., Пушкарева А.А.  
Ижевский государственный технический университет  
имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАВНОЖЕСТКИХ ОПОР

В современных поточных линиях, например, в бумагоделательных машинах применяется большое число подшипниковых узлов, которые требуют своевременного обслуживания во время эксплуатации. Несмотря на существующие планы технического осмотра и ремонта встречаются ситуации, когда подшипниковые узлы выходят из строя, при этом повреждаются как подшипники, так и посадочные места на валах и в корпусах конструкций. Восстановление поверхностей деталей в некоторых случаях приводит к возникновению остаточных напряжений или изменению жесткости конструкции узла.

Одной из причин снижения срока эксплуатации подшипника качения (ПК) является неравномерность распределения нагрузки между телами качения и влияние остаточного напряженно-деформированного состояния (НДС), которое после процесса релаксации [1] вызывает нежелательные деформации восстановленных поверхностей, что приводит к еще большей неравномерности распределения нагрузки. Например, максимальная нагрузка на самом нагруженном теле качения может достигать половины от всей внешней радиальной нагрузки на ПК, а на соседний – в несколько раз меньше [2].

Для снижения неравномерности распределения контактного давления по телам качения было предложено изготовление неравножесткой опоры. Это обеспечит, на наш взгляд, увеличение долговечности подшипникового узла (ПУ) за счет оптимального распределения нагрузки между телами качения от рабочей нагрузки.

В работе [3] предложен один из способов обеспечения неравножесткости опоры подшипника (рис. 1) путем установки кольца, имеющего локальную зону переменной жесткости и установленного с зазором по отношению к наружному кольцу подшипника и натягом с корпусом.

Стенд позволяет обеспечить совпадение плоскости минимальной жесткости с вектором (6) реакции опоры подшипника качения. Размеры и форма локальной зоны (4) задают нужный закон распределения нагрузки между телами качения (5). В работе распределение нагрузки между телами качения определялся с помощью метода конечных элементов (МКЭ).

Проведенные предварительные испытания показали, что направление реакции опоры может изменяться в зависимости от режимов нагружения, точности изготовления корпуса, его жесткости, условий смазки и состояния самого подшипника. Для определения угла отклонения реакции в опоре и оценки влияния неравножесткости опоры на долговечность работы подшипника на кафедре «Мехатронные системы» ФГБОУ ВПО ИжГТУ имени М.Т. Калашникова изготавливается автоматизированный испытательный стенд. Для определения направления реакции опоры была разработана математическая модель интегрированного датчика направления силы (ИДНС).

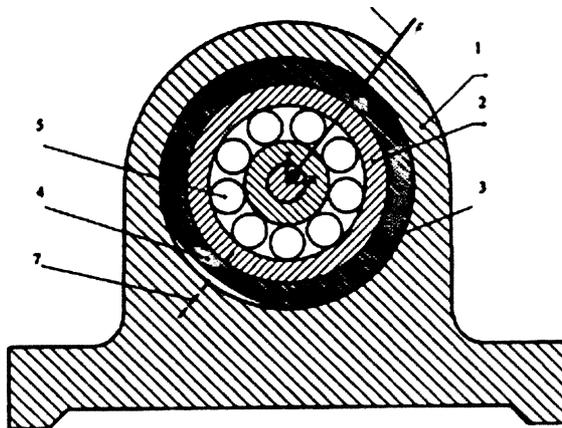


Рисунок 1 – Конструкция подшипниковой опоры с переменной жесткостью

ИДНС (рис. 2) представляет собой металлическую пластину-3 с посадочным местом для ПУ-1 с тензодатчиками-2 расположенными определенным образом. Используя МКЭ, была получена зависимость направления силы реакции опоры от показаний тензодатчиков.

Зная направление реакции опоры, остаточное НДС составных частей можно определить оптимальное положение плоскости минимальной жесткости и проектировать ПУ с увеличенным сроком службы.

Благодаря правильному расположению плоскости минимальной жесткости упругая деформация обеспечивает более равномерное контактное давление на тела качения, находящиеся в зоне нагружения.

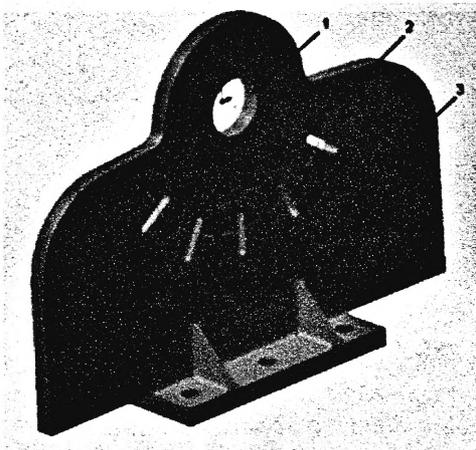


Рисунок 2 – Модель ИДНС

*Лойко В.А., Сёмин Е.В.*

*Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь*

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ ХРОМ – НИТРИД ХРОМА В СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТЫХ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЯХ

Постоянно обостряющийся дефицит материалов на основе вольфрама и его соединений диктует необходимость поиска альтернативных материалов и технологий нанесения покрытий. Нанесение вакуумно-плазменных покрытий из нитридов переходных металлов, особенно TiN и CrN, в значительной мере позволяют решать поставленные задачи, однако возможности повышения твердости поверхностного слоя при их нанесении ограничены. Поэтому более перспективными являются сложнелегированные конденсаты.

Твердость покрытий повышается за счет дисперсной структуры, характерной для композиционных пленок. Однако необходимо принимать во внимание, что измельченная структура может вызвать изменение термодинамических характеристик и привести к сдвигу фазовых полей на диаграммах состояния.

Высокая температура плавления многих нитридов, их своеобразные физико-механические свойства (большая твердость, абразивная способность, тугоплавкость, пластичность при высоких температурах и др.) обуславливают широкий интерес к материалам на их основе.

Важным отличием тугоплавких соединений, построенных по типу фаз внедрения, является способность образовывать дефектные структуры с недостатком атомов неметалла в решетке. Дефектность структуры в большой степени влияет на их свойства. Идеальная стехиометрия в этих фазах обычно не наблюдается, для них более характерны отклонения от стехиометрии. При образовании таких дефектных структур до определенного содержания неметалла структура остается неизменной, меняется лишь параметр соответствующей кристаллической решетки, а также физические свойства.