

УДК 621.88.084

А.Т. Скойбеда, Д. Эльмессауди

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ В ШАРИКОВЫХ РАДИАЛЬНЫХ ПОДШИПНИКАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЛИЧЕСТВА ТЕЛ КАЧЕНИЯ И РЕЖИМА

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Распределение нагрузки, действующей на подшипник, между отдельными телами качения всегда неравномерно. Эта неравномерность особенно существенна в радиальных подшипниках. Она обусловлена геометрическими особенностями этих подшипников и погрешностями их изготовления и монтажа, поэтому изучение данного влияния является весьма актуальным.

Ниже рассматриваются некоторые теоретические положения о влиянии характера распределения нагрузки между шариками подшипника 6-305AE на его работоспособность.

В данном эксперименте использовалась программа APM Win Bear. Исходные данные

Геометрия		
Внешний диаметр	26 мм	
Внутренний диаметр	25 мм	
Диаметр тел качения	11.509 мм	
Число тел качения	7	
Число рядов тел качения	1	
Точность		
Радиальная Биения дорожки качения внешн. кольца		0.013 мкм
Радиальная Биения дорожки качения внутр. кольца		0.008 мкм
Условия работы		
Радиальная сила	2500 Н	
Скорость вращения	6700 об/мин	
Коэффициент динамичности	1.3	

Из рисунков 1 и 2 видно, что все характеристики подшипникового узла (частота, амплитуда, мощность) претерпевают изменения во время работы подшипника. В таблицах 1-2 приведены характерные графики зависимости распределения нагрузки между элементами качения.

Из графиков (таблица 1,2) видно, что при вращении подшипника распределение нормальной силы между элементами качения не одинаково (и непостоянно), число нагруженных шариков меняется. Графики показывают, что равномерность шариков по диаметру оказывает определенное влияние на изменение распределения радиальной нагрузки между шариками. При вращении подшипника шарики с большими диаметрами непрерывно вызывает перераспределение нагрузки между другими шариками от минимума до максимума.

Из графиков видно, что:

График 1:

Нагрузка на шарики в позиции 3,5 больше чем нагрузка на центральный шарик поз. 4; нагрузка на шарики поз. 1,2,6,7 - нулевая;

График 2:

Нагрузка на шарик (поз.3) уменьшается, но значение нагрузки на шарики ппоз.4,5 почти не изменяется; нагрузка на шарики поз.1,2,6,7 нулевая.

График 3:

Нагрузка на центральный шарик увеличивается (максимальная), увеличивается и нагрузка на шарики поз. 3 и 6; нагрузка на шарик поз.5 уменьшается; нагрузка на шарики поз.1,2,7 - нулевая.

График 4:

Нагрузка на шарики поз. 1,2,3,6,7 нулевая, только 2 шарика поз. 4,5 нагруженные.

Шарики воспринимают пульсирующую нагрузку аналогично динамической. При этом процесс качения шариков сопровождается дополнительным скольжением.

При постоянной нагрузке радиальные биения и ее распределение соответствует закону Гауса, а при переменной нагрузке радиальные биения не симметричны.

Потери энергии как видно из графиков (рис.1,2) вследствие действия момента трения очень значительны. Повышенное скольжение шариков ускоряет процесс износа шариков и дорожек качения, что приводит к уменьшению срока службы подшипника.

В настоящее время практические вопросы, связанные с изготовлением и испытанием подшипников, удобно решать при помощи пакетов объективного моделирования, позволяющих визуализировать движение и взаимодействие его элементов при различных условиях нагружения.

Таблица 1.

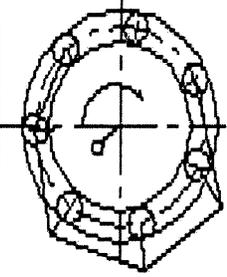
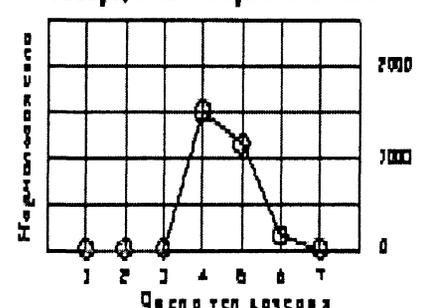
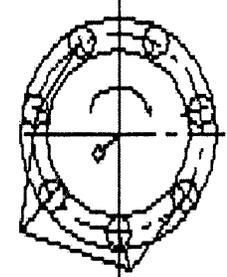
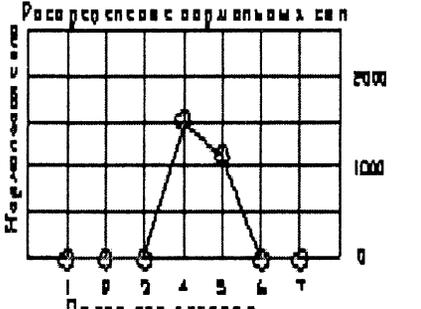
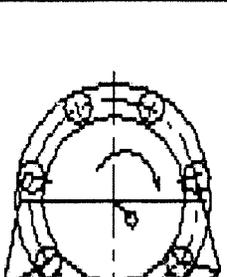
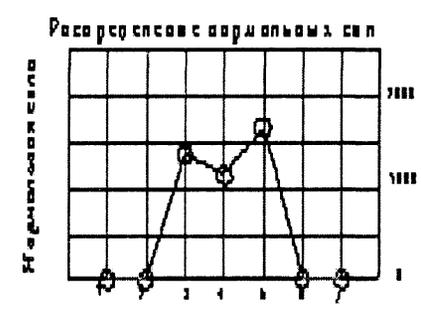
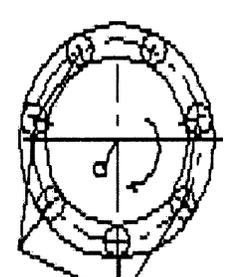
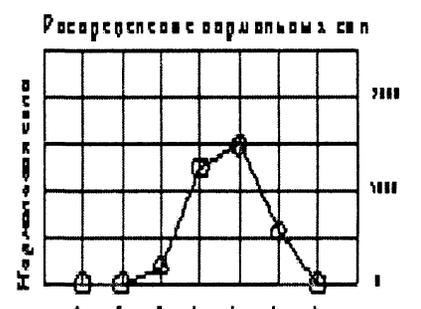
Результаты распределения рад.нзгр.между элементами качения при постоянной нагрузке

Номер итерации	Тел качения	Нагруженных	Макс. сил., Н	Рад. смещение	Бок смещение	Радиальная сила
1	7	3	$1,8 \cdot 10^3$	29,1	22,2	$2,5e+1,3$
2	7	3	$1,44 \cdot 10^3$	27,7	20,8	$2,5e+0,3$
6	7	4	$1,78 \cdot 10^3$	31,9	22,2	$2,5e+1,3$
7	7	2	$1,41 \cdot 10^3$	26,3	-43,5	$2,5e+1,3$

Итерация	1	2	3	4	6	7
Итерация 1	0	0	1500	1000	1500	0
Итерация 2	0	0	500	1500	1500	0
Итерация 6	0	0	500	1500	1500	0
Итерация 7	0	0	0	1500	1000	0

Таблица 2

Результаты распределения рад.нагр. между
элементами качения при переменной нагрузке

Номер итерации 1 Тел качения 7 Нагруженных 3 Макс. сил.,Н $1,56 \cdot 10^3$ Рад. смещение 29,1 Бок. смещение -20,8 Радиальная сила $2,5 \cdot 10^3$		<p>Распределение сил с вариацией сил</p> 
Номер итерации 2 Тел качения 7 Нагруженных 2 Макс. сил.,Н $1,58 \cdot 10^3$ Рад. смещение 27,7 Бок. смещение -48,5 Радиальная сила $2,5 \cdot 10^3$		<p>Распределение сил с вариацией сил</p> 
Номер итерации 7 Тел качения 7 Нагруженных 3 Макс. сил.,Н $1,64 \cdot 10^3$ Рад. смещение 27,7 Бок. смещение 22,2 Радиальная сила $2,5 \cdot 10^3$		<p>Распределение сил с вариацией сил</p> 
Номер итерации 10 Тел качения 7 Нагруженных 4 Макс. сил.,Н $1,55 \cdot 10^3$ Рад. смещение 29,1 Бок. смещение -20,8 Радиальная сила $2,5 \cdot 10^3$		<p>Распределение сил с вариацией сил</p> 

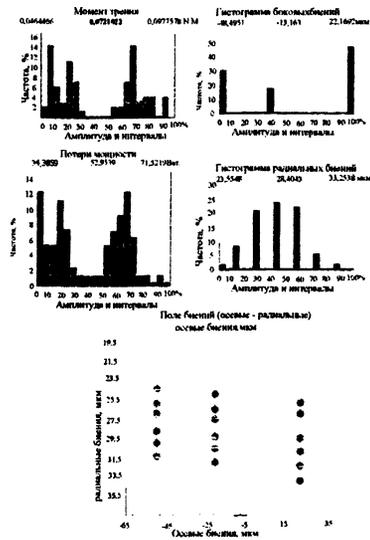


Рис. 4. Результаты изменения динамических параметров подшипника 6-305AE при переменной нагрузке

ЛИТЕРАТУРА

1. Галахов М.А., Бурмистров А.Н. Расчет подшипниковых узлов. – М.: Машиностроение, 1988. – 272с.: ил.;
2. Герасимова Н.Н., Суханова В.В. Исследование влияния волнистости рабочих поверхностей деталей радиальных шарикоподшипников на уровень вибрации// Тр.ин-та Всесоюз.н.-и.конструк.-технол.ин-т подшип.пром-сти. 1965.N 2.с.74-83.

УДК 620.178.16; 620.178.3

Л.А. Сосновский¹⁾, С.С. Щербаков²⁾

О КЛАССИФИКАЦИИ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СИЛОВЫМ СИСТЕМАМ МАШИН

¹⁾Белорусский государственный университет транспорта
Гомель, Беларусь

²⁾Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

Контактные задачи составляют отдельное и широкое направление исследований в механике деформируемого твердого тела [1–6 и мн.др.]. В трибофатике [7, 8] развивается нетрадиционный подход к постановке и решению контактных задач, поскольку требуется их приложение к специфическим объектам – силовым системам машин и оборудования. Силовой называют всякую механическую систему, в которой реализуется процесс трения в любых его проявлениях (при качении, скольжении, проскальзывании, ударе и т.д.) и которая одновременно воспринимает и передает рабочую циклическую нагрузку [9]. В таблице 1 приведены типичные силовые системы и указаны основные виды их эксплуатационного повреждения и разрушения. Применительно к ним, очевидно, требуется комплексный анализ как поверхностного