

МОДЕЛЬ ПОВЫШЕНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ УПОРНО-РАДИАЛЬНЫХ ПОДШИПНИКОВ НА ОСНОВЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОМПЛЕКТОВАНИЯ

Е.В.МУХИНА, А.В.КОРОЛЕВ, А.Ф.БАЛАЕВ, А.А.КОРОЛЕВ, А.С.ЯКОВИШИН

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

(СГТУ имени Гагарина Ю.А.)

E-mail: lento4ka.2013@mail.ru

Произведен анализ исследований в области совершенствования технологии комплектования упорно-радиальных подшипников качения. Показано, что упорные подшипники относятся к тихоходным подшипникам, для которых к наиболее важным эксплуатационным параметрам относится не циклическая прочность, как для упорно-радиальных подшипников, а статическая грузоподъемность. Особенно широкое применение упорные подшипники получили в качестве верхней опоры передней стойки автомобилей, которые работают не только при высоких нагрузках, но в условиях периодических ударов. Выявлены недостатки существующих технологий комплектования упорно-радиальных подшипников. Обоснована необходимость комплектования упорных подшипников, работающих под комбинированной нагрузкой, как упорно-радиальных подшипников с рациональным углом контакта тел и дорожек качения, обеспечивающих повышенную нагрузочную способность.

В качестве объекта исследований использовался подшипник 1118-2902840, применяемый в качестве верхней опоры передней подвески автомобилей семейства ВАЗ – Калина, Гранта, Приора и другие. Отличительной особенностью подшипника является то, что кожухи колец выполнены из полиамида, а металлические кольца изготовлены из малоразмерного проката, а именно из металлической ленты 70-2П-0,3x2 ГОСТ 21997-71, туго свернутой в рулон по форме профиля дорожки качения.

Для исследований влияния угла контакта в подшипнике на его статическую грузоподъемность было изготовлено в одинаковых условиях 5 групп подшипников по 5 подшипников в каждой группе с разным углом контакта: $\beta = 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ, 80^\circ$. Последнее значение угла контакта выходит за пределы максимально допустимого, значение которого составляло $\beta_{\max} = 78^\circ$. Заданный угол контакта обеспечивался разницей диаметров дорожек качения верхнего и нижнего колец $\Delta = D_n - D_v$.

После операции шлифования на дорожки качения наносился тонкий слой сажи, после чего подшипники собирались с шестью шариками диаметром 5 мм, установленными в сепаратор. Под осевой нагрузкой 426 Н, соответствующей рабочей нагрузке на шарики, кольца вращали с притормаживанием сепаратора. После остановки вращения подшипника на этом же приспособлении, но при неподвижном подшипнике, в соответствии с рекомендациями ОАО САЗ «Подшипник верхней опоры стойки передней подвески 1118-2902840-00,01,02,03. Технические требования» при осевой нагрузке 304 Н производилось измерение момента сопротивления вращения подшипника. Измерение момента сопротивления вращению подшипника производится вручную моментомером DB6N4 TONN1CH1 производства Японии.

Затем подшипник устанавливался в специальное приспособление, обеспечивающее приложение внешней сосредоточенной нагрузки под углом 7,5 градусов. При этом следили за тем, чтобы 2 шарика находились в направлении действия радиальной составляющей внешней нагрузки. Начальная статическая нагрузка составляла 4000 Н. После выдержки с такой нагрузкой в течении 10 секунд подшипник разбирался и, если на поверхности дорожек качения отсутствовала пластическая деформация от шариков, то подшипник снова собирался и осуществлялось воздействие на подшипник с увеличенной нагрузкой на 100 Н. За критическую нагрузку принималась нагрузка, предшествующая той, при которой на дорожках качения остаются пластические вмятины от шариков. После окончания испытания

на критическую нагрузку у каждой пары колец замерялся диаметр окружности контакта и по формуле рассчитывался фактический угол контакта.

Приведены результаты и выполнен анализ экспериментальных исследований, определены рациональные условия комплектования подшипника 1118-2902840.

На рисунке 1 показан основной результат экспериментальных исследований. На рисунке 3 представлены зависимости критической силы, при которой на поверхности дорожек качения появляются пластические следы от шариков, от угла контакта в подшипнике. Линиями с точками показаны границы поля рассеивания, а сплошной линией – теоретические значения.

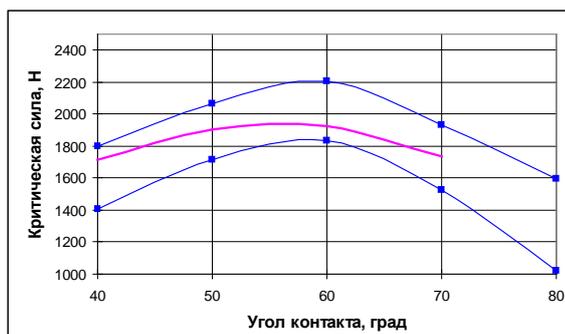


Рисунок 1 – Зависимость критической нагрузки от угла контакта в подшипнике

Как видно, максимум значений критической силы соответствует углу контакта 60° , что согласуется с теоретическими значениями. Объясняется такая зависимость тем, что при угле, близком к 60° внешняя нагрузка при заданном соотношении осевой и радиальной составляющей $R/A = 0,13$ обеспечивает минимальную нагрузку на шарики. С уменьшением угла контакта возрастает роль осевой составляющей и нагрузка на шарики возрастает. С увеличением угла контакта возрастает влияние радиальной нагрузки, что также приводит к возрастанию нагрузки на шарики. При угле контакта более 70° критическая нагрузка заметно снижается. Это объясняется тем, что, как показано в теоретической части работы, при угле контакта более критического $\beta > \beta_{\max}$ (с условиях эксперимента $\beta_{\max} = 77^\circ$) кольца подшипника теряют устойчивость, их оси смещаются, уменьшается число контактирующих шариков, повышается нагрузка на шарики.

Таким образом, выполненные экспериментальные исследования подтверждают положения, сформулированные в теоретической части работы.

Помимо представленных результатов выполнены исследования влияния таких важных факторов, как соотношения радиусов кривизны, разность диаметров дорожек качения колец, волнистости дорожек качения на момент сопротивления вращению подшипника и статическую грузоподъемность. Выполнены сравнительное исследование статической грузоподъемности подшипника с рациональным углом контакта и серийного подшипника, у которого угол контакта равен 90 градусов. Показано, что подшипник с рациональным углом контакта обеспечивает в $1,5-2$ раза выше статическую грузоподъемность, чем серийный подшипник.

Список литературы

1. Мухина Е.В. Математическая модель стохастического способа комплектования шариковых подшипников //Механическое оборудование металлургических заводов, изд-во МГТУ им. Г.И. Носова.-2015.-№1(4).-С.35-42.