

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИАЛЬНЫХ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ БЫСТРОХОДНОГО РОТОРА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАСТИНЧАТЫХ ДЕМПФЕРОВ

В работе излагается метод и результаты определения радиальных сил, действующих на подшипники качения высокооборотного ротора, при установке подшипников на пластинчатые демпферы, принцип действия которых основан на гидродинамическом демпфировании.

Метод базируется на динамической тарировке, когда на валу ротора создается добавочный тарированный дисбаланс. При этом силы, действующие на подшипники, измеряются тензодатчиками, установленными на кольцевой проточке стакана подшипников. Благодаря линейной зависимости деформаций стакана подшипников от различных тарированных дисбалансов, создаваемых на роторе, можно получить зависимость между силой, действующей на вал (по известному дисбалансу), и деформацией стакана (по показаниям тензодатчиков).

Таким образом, динамическая тарировка (на определенной частоте вращения вала ротора) дает возможность определить фактическую силу, действующую на подшипники ротора для различных случаев демпфирования, а следовательно, выбрать оптимальный вариант демпфирования.

Настоящая работа позволяет также определить фактический дисбаланс ротора, а, следовательно, радиальные силы на подшипниках во время работы в реальных условиях эксплуатации.

Результаты экспериментов позволяют судить о характере процессирования ротора и подшипников в имеющихся зазорах при различных условиях демпфирования.

Проведенные измерения показали, что применение пластинчатых демпферов, основанных на гидродинамическом демпфировании, позволяет значительно снизить радиальные нагрузки на подшипники.

М. И. Курушин

О ГИРОСКОПИЧЕСКОМ ВЕРЧЕНИИ ШАРИКОВ В БЫСТРОХОДНОМ ПОДШИПНИКЕ ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ ТРЕНИЯ

В быстроходных слабо нагруженных радиально-упорных шарикоподшипниках при больших значениях гироскопических моментов возможно интенсивное проскальзывание шариков в радиальной

(осевой) плоскости, что одновременно приводит к появлению гироскопических моментов в плоскости, касательной к траектории шариков, и движение их становится более сложным. Для случая нормально работающего двухточечного шарикоподшипника, когда нет значительного проскальзывания в контактах, приводится нелинейная система уравнений для определения кинематических параметров движения шариков и дается метод ее решения.

Как следует из анализа этих уравнений, составляющая гироскопического момента в касательной плоскости влияет на значения компонент угловой скорости шариков, а через них (в условиях гидродинамики) и на скорости скольжения в контактах. При этом радиальная составляющая угловой скорости уменьшается, что ведет к уменьшению величины составляющей гироскопического момента в радиальном сечении и одновременно к уменьшению составляющей угловой скорости вращения шарика в касательной плоскости. Таким образом, увеличение проскальзывания от действия гироскопического момента в радиальной плоскости ведет к уменьшению причины, вызывающей это скольжение. В случае же быстроходных малонагруженных шарикоподшипников гироскопическое вращение может существенно сказаться на кинематике движения шарика, что, кстати, и наблюдалось в ряде экспериментов. Правильно это явление можно объяснить, вероятно, только на основе представлений неизотермического характера трения в контактах в силу нелинейности сопротивлений от скоростей скольжения.

В работе показано, что если воспользоваться экспериментально найденным выражением для коэффициента трения в случае качения со скольжением цилиндрических роликов и для шарикового контакта и принять такую же зависимость и в случае скольжения в перпендикулярном направлении, то можно получить систему уравнений для определения компонентов угловой скорости шарика от действия компонентов гироскопического момента. Из решения этой задачи следует, что сумма компонент угловых скоростей гироскопического вращения пропорциональна оборотам вала и что угловая скорость вращения в радиальной плоскости от действия гироскопического момента в этой же плоскости имеет максимальное значение, соответствующее началу проскальзывания, и в дальнейшем не только не увеличивается, но даже уменьшается, асимптотически стремясь к нулю с ростом оборотов.

Получено выражение для определения оборотов ротора, соответствующее началу интенсивного проскальзывания. Угловая же скорость гироскопического вращения в касательной плоскости с момента проскальзывания начинает непрерывно увеличиваться, стремясь к асимптотическому значению, равному проекции угловой скорости качения шарика относительно наружного кольца на радиальное направление.