

О ЗАВИСИМОСТИ ОСТАТОЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ РОТОРА ОТ ЕМКОСТИ ШАРИКОВОГО АВТОБАЛАНСИРА

А. Н. Горбенко, канд. техн. наук, О.П. Радченко, инженер
Керченский Морской Технологический Институт, Украина

Оценка эффективности автобалансировки ротора шарами на стадии проектирования механической системы «ротор-автобаланси́р» может производиться при помощи численного исследования динамики такой системы, основанного на решении уравнений движения численными методами.

Применение такого расчетного механизма для исследования переходных процессов автобаланси́ровки показало, что важным параметром, влияющим на уровень остаточных колебаний ротора, неизбежно имеющих место в реальных машинах, является емкость автобалансирующего устройства:

$$E = \frac{nmR}{Mg},$$

где m – масса шара, n – количество шаров, R – радиус беговой дорожки, M – масса ротора, g – эксцентриситет ротора.

В данной работе проведено исследование амплитуды колебаний A жесткого однодискового ротора, находящегося в изотропных опорах. Характер изменения амплитуды колебаний, т.е. отклонения

ротора от оси вращения, для переходного процесса автобаланси́ровки при постоянной частоте вращения можно проследить на графике (рис.1). Он соответствует расчету при следующих данных: $M=34,4\text{кг}$; $R=93,5\text{мм}$; $n=2$; $r=0,46\text{мм}$; $m=93\text{г}$; частота собственных колебаний $p=340\text{рад/с}$; расчетная частота $\omega=760\text{рад/с}$; коэффициент внешнего трения ротора 150кг/с ; коэффициент вязкого трения шаров $0,03\text{с}^{-1}$.

Из графика видно, что с течением времени снижение уровня колебаний становится менее заметно. Согласно теории вязкое трение шаров должно полностью погасить колебания корректирующих масс, однако из-за постоянно присутствующего в реальной механической системе внешнего воздействия этого не происходит.

Дальнейшие исследования показали, что при различных значениях емкости наблюдается различная степень снижения отклонения ротора.

Как видно из графика (рис.2, кривая 1) в результате переходного процесса одинаковой

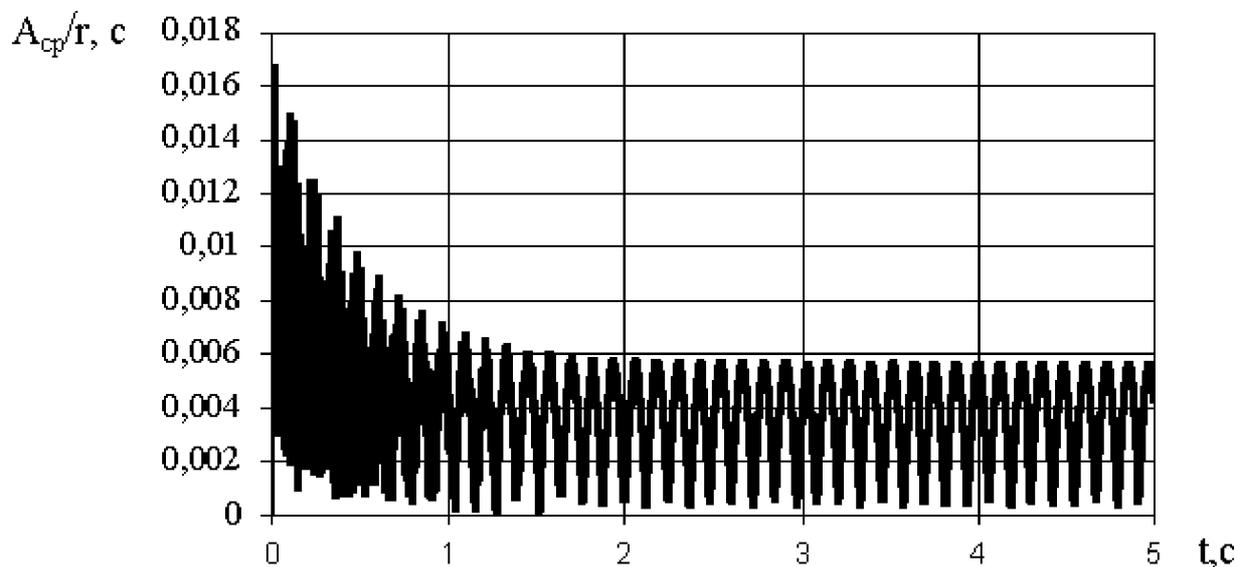


Рис. 1. График изменения относительного отклонения ротора A/g во время переходного процесса

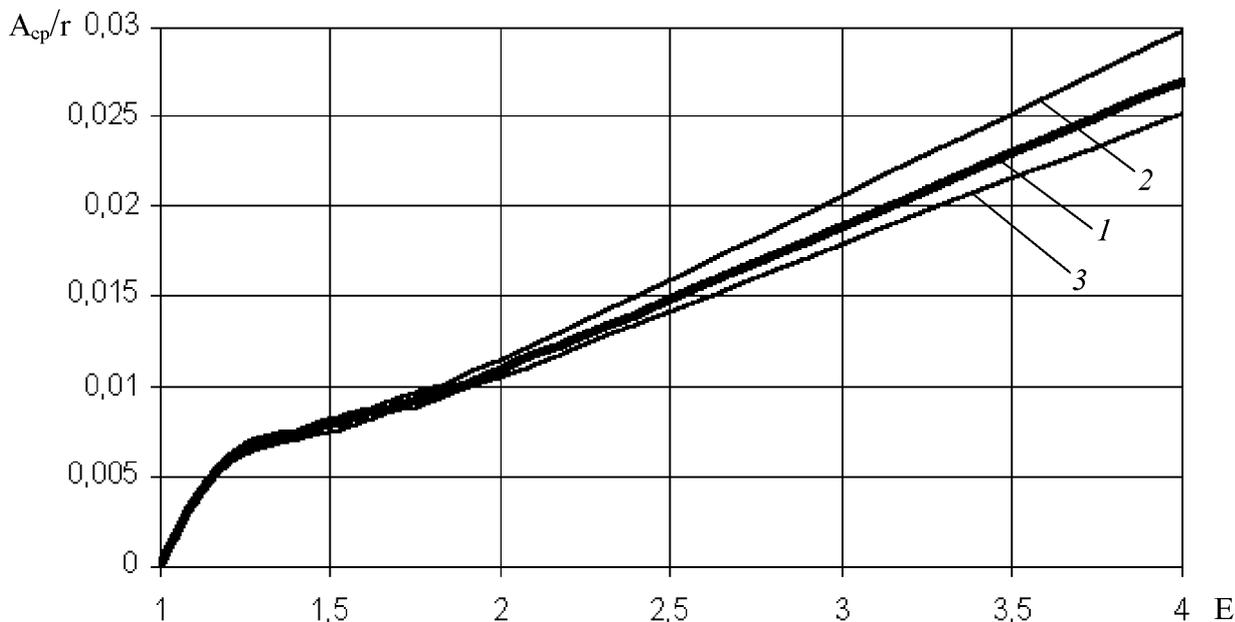


Рис.1. Зависимости относительного среднего отклонения ротора $A_{ср}/г$ в конце переходного процесса от емкости автобалансира при различных частотах вращения ротора ω (кривая 1 – при $\omega = 760$ рад/с, кривая 2 – при $\omega = 800$ рад/с, кривая 3 – при $\omega = 720$ рад/с).

длительности при $E=1$ средняя амплитуда колебаний конца переходного процесса $A_{ср}$ имеет минимальное значение, около $0,001г$, при увеличении емкости сначала наблюдается резкий рост колебаний ротора, а затем (выше $E=1,2$) увеличение средней амплитуды становится умеренным, но имеет место. Причем характер данной зависимости соответствует, как расчетам, в которых емкость менялась за счет изменения массы шаров при фиксированном радиусе беговой дорожки, так и наоборот.

Помимо этого в работе были получены зависимости средней амплитуды колебаний ротора в конце переходного процесса от емкости при различных расчетных частотах вращения (рис.2, кривые 2,3). Сравнительный анализ этих зависимостей показал, что при росте частоты вращения ротора уровень амплитуд остаточных колебаний снижается.

На основании сказанного по результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Емкость установленного на ротор шарикового автобалансирующего устройства влияет на уровень остаточных колебаний ротора, а значит и виброактивность механической системы.

2. При росте емкости автобалансира наблюдается рост амплитуды остаточных колебаний ротора.

3. Режим автобалансировки при котором емкость автобалансира близка к единице является особенно эффективным режимом.

4. При увеличении рабочей скорости вращения уровень остаточных колебаний ротора снижается.

Литература

1. Левит М.Е., Рыженков В.М. Балансировка деталей и узлов. - М.: Машиностроение, 1986. - 248с.
2. Нестеренко В.П. Теория и практика устройств автоматической балансировки: Дисс. на соиск. ст. д.т.н. ; - Томск, 1989.
3. Горбенко А.Н., Радченко О.П. Численный анализ динамики процесса автобалансировки ротора с помощью шаров // Авиационно-космическая техника и технология: Сб. науч. тр. – Харьков: ХАИ, 1999. – Вып. 9. Тепловые двигатели и энергоустановки. – с. 409, 410.
4. Кравченко В.И. Подбор параметров шаров автоматического балансировочного устройства по номограммам// Вестник машиностроения. – 1982.- №1.- С. 58 - 60.
5. Детинко Ф.М. Об устойчивости работы автобалансира для динамической автобалансировки// Изв. АН СССР, ОТН, Механика и машиностроение. – 1959. – №4. – с. 38-45

Библиографическое описание статьи:

Горбенко А.Н., Радченко О.П. О зависимости остаточных колебаний ротора от емкости шарикового автобалансира // *Авиационно-космическая техника и технология: Сборник научных трудов.* - Харьков: "Харьковский авиационный институт", 2001. – Вып. 26. Двигатели и энергоустановки - с. 161-162..