

УДК 621.822.5.001.5

С.С. УДОВКИНА (5 КУРС, КАФ. ГАК),
В.А. ПРОКОПЕНКО, К.Т.Н, ДОЦ.

ДИНАМИКА РАЗОМКНУТЫХ ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ОПОРНЫХ СИСТЕМ

Целью работы является анализ динамического качества гидростатических опорных систем (ГО) для металлорежущих станков, полученного в результате их конструктивного исполнения. Основные геометрические и гидравлические параметры, как правило, выбирают с учетом обеспечения, прежде всего, несущей способности, а также других характеристик (расхода, потерь давления и трения, статической точности и т. п.).

Динамические характеристики ГО определяются совокупностью взаимосвязанных механико-гидравлических процессов, происходящих при нагружении, изменении нагрузки или воздействии периодических сил, возникающих при обработке металлов резанием. Важнейшими характеристиками, определяющими динамические качества ГО, являются коэффициент динамичности и эффективное демпфирование переходных процессов, возникающих при изменении нагрузки, или стационарных колебаний при периодическом высокочастотном нагружении.

Характер динамического воздействия при обработке деталей на различных станках определяется рядом факторов, среди которых следует выделить следующие.

- дисбаланс деталей узлов приводов, прежде всего привода главного движения;
- дисбаланс, обусловленный эксцентриситетом обрабатываемой детали или инструментом, или способом его крепления и погрешностями установки;
- периодическое воздействие при обработке с переменным припуском заготовки;
- периодическое воздействие, обусловленное последовательным введением режущих элементов многолезвийного инструмента (фрезы, многолезвцовые оправки и т.п.);
- ступенчатое нагружение в момент входа (выхода) режущего элемента в (из) заготовку, обработка со ступенчатым изменением припуска и т.п.;
- импульсное нагружение при обработке по пазам или выступам заготовки; при воздействии, обусловленном неоднородностью структуры заготовки (раковины, твердые включения и т.д.);
- автоколебания, причиной которых является сам процесс обработки резанием;
- колебательные движения, причинами которых являются динамические свойства приводов подачи и главного движения.

Основным методом исследований является анализ переходных и стационарных процессов в ГО на основе математической модели ГО, описываемой системой нелинейных дифференциальных уравнений. Для разомкнутой ГО такая система содержит уравнения равновесия и баланса расходов жидкости [1]. Интегрирование системы уравнений производится методом Рунге-Кутты с использованием программы на языке программирования FORTRAN и последующим построением переходного процесса графическим редактором GRAPHER.

Одновременно с этим для оценки и сопоставления результатов полезно проводить расчеты переходных процессов на основе линеаризованной системы. Как показывает сравнительный анализ, проведенный для типовых параметров ГО, линейная модель достаточно хорошо (с погрешностью не более 10 %) описывает переходные процессы при малых нагрузках ($|R_n| < 0.2R_p$, где R_p – предельная нагрузка). Переходные процессы для разомкнутой ГО, рассчитанные для линейной и нелинейной модели при больших нагрузках ($R_n = -0.6R_p$), существенно отличаются. Их сравнение в зависимости от направления действия внешней силы показывает, что при прижимающих нагрузках линейная модель дает превышение по статиче-

ской ошибке около 10% относительно нелинеаризованного варианта, в то время, как по фактической нелинейной модели демпфирование колебательной составляющей существенно выше и переходный процесс ближе к апериодическому. При отрывных нагрузках демпфирующие свойства весьма близки между собой по затуханию колебательной составляющей, однако, линеаризованная модель занижает статическую ошибку на величину порядка 30%.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Болотников М.А. Проектирование гидростатических направляющих металлорежущих станков и станочных комплексов: Метод. указания.- СПб.ГТУ, 1993. – 28 с.