

Моделирование динамики автоколебаний процесса резания металлов

Астахов Э. И., Круглик О.С., Кузнецов Е.Н.

Белорусский национальный технический университет

Среди источников возмущающих воздействие на систему СПИД (станок-приспособление-инструмент-деталь) и возникновения автоколебаний в системе СПИД в литературе чаще всего выделяют три: 1) нелинейность характеристики силы резания и наличие участков с отрицательной крутизной; 2) изменение ширины реза (и силы резания) вследствие относительного движения инструмента и заготовки по замкнутой траектории с появлением координатной связи; 3) инерционность процесса резания вследствие сдвига фаз между колебаниями и изменением сил резания. Математическое моделирование причин 1 и 2 автоколебаний показано ранее в литературе. Задачей работы является моделирование автоколебаний вследствие инертности процесса резания методом динамических характеристик. Ограничимся одномассовой динамической моделью с одной степенью свободы, соответствующей, например, строганию в продольно-строгальном станке. Динамическая характеристика резания W_p тогда запишется обратно-линейным уравнением $W_p = K_{рез} / (T_p \cdot P + 1)$, а динамическая характеристика упругой системы СПИД – обратно-квадратным уравнением $W_{yc} = K_{yc} / (T_1^2 \cdot P^2 + T_2 \cdot P + 1)$, где $K_{рез}$, K_{yc} – коэффициенты статической жесткости; T – период собственных колебаний; P – оператор дифференцирования. Каждая АФЧХ W_p и W_{yc} не пересекает отрицательную ветвь вещественной оси, а АФЧХ их последовательного соединения в разомкнутой системе ($W_{раз} = W_p \cdot W_{раз}$) пересекает. После замены в выражении $W_{раз}$ p на $j\omega$ и математических преобразований получается формула для величины отрезка Re на вещественной оси АФЧХ $Re = -K_p \cdot K_{yc} \cdot (T_p \cdot T_1^2 / T_2) / (T_1^2 \cdot T_p^2 + T_p \cdot T_2)$. Тогда предельная ширина среза b_{np} , определяется на основании критерия устойчивости Найквиста

$$b_{np} = c \cdot b / K_p \cdot (T_2 \cdot T_p^{-1} \cdot (T_1^2)^{-1} \cdot (T_1^2 + T_p^2 + T_p \cdot T_2)).$$

Величина b_{np} определяет предельную толщину стружки, при которой возникают автоколебания, поэтому для их ликвидации необходимо или уменьшать толщину стружки, или изменять параметры K_{yc} упругой

системы СПИД.

УДК 621.01.001

Динамический синтез и анализ машинного агрегата HONDA CBR 600

Портянков И.А., Кузьмич В.В.

Белорусский национальный технический университет

Курсовое проектирование по теории механизмов и машин по автотракторным специальностям выполняется на примерах автомобилей с одно- (двух-) цилиндровыми двухтактными ДВС. Использование многоцилиндровых четырехтактных ДВС значительно увеличивает объем расчетных и графических работ; кроме того появляется ряд специальных задач, требующих дополнительных решений и увеличения времени на выполнение проекта при прежних сроках выполнения. Поэтому нами, на примере мотоцикла HONDA CBR 600 с четырехтактным 4-х цилиндровым ДВС, предложен электронный вариант выполнения динамического синтеза и анализа машинного агрегата по заданному коэффициенту неравномерности вращения коленчатого вала с расчетом момента инерции параметров маховика, а так же его угловой скорости и углового ускорения.

В основу расчета кинематических характеристик звеньев положена кинематика кривошипно-ползунного механизма одного (первого) цилиндра с учетом относительного расположения кривошипов коленчатого вала остальных цилиндров, определяемых циклограммой ДВС. Наличие циклограммы, выбор которой определяется заданием, позволяет после обработки индикаторной диаграммы составить таблицу значений сил давления газов, действующих на поршни двигателя. Затем выбирается динамическая модель машинного агрегата мотоцикла и определяются параметры модели: приведенный момент движущих сил и переменная составляющая приведенного момента инерции. Решение задачи динамического синтеза осуществляется методом Н.И. Мерцалова как и в обычном проекте. Программирование всего алгоритма, синтеза и анализа, производится в программе "Delphi XE", с применением "Microsoft Excel", что позволяет на всех этапах проектирования видеть результаты расчетов, которые отображаются в виде таблиц, графиков, а в случае отрицательного результата – вернуться и откорректировать исходные данные. Результаты динамического синтеза и анализа являются базой для последующих графических построений по этой части проекта в программах "AutoCAD" либо "КОМПАС". Таким образом, курсовое проектирование полностью выполняется в электронном варианте под непосредственным контролем руководителя проекта.