



Рис. 2. Результат моделирования полета квадрокоптера

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александров А. Г. Оптимальные и адаптивные системы. – М.: Высшая школа, 2003. – 264 с.
- Разоренов Г.Н., Бахрамов Э.А., Титов Ю.Ф. Системы управления летательными аппаратами. М.: Машиностроение, 2003. – 583 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ОБРАБОТКИ НА ОПЕРАЦИЯХ КОНЦЕВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

© 2012 Скуратов Д.Л.

Самарский государственный аэрокосмический университет, Самара

MATHEMATICAL MODEL FOR THE DETERMINATION OF RATIONAL TREATMENT CONDITIONS ON THE MILLING OPERATIONS IN THE MANUFACTURE OF AIRCRAFT PARTS

© 2012 Skuratov D.L.

The mathematical model is submitted for definition of rational conditions of processing at the end-milling, consisting of linear objective function and linear restrictions – inequalities. As objective function the equation determining machine time of processing is used, and as restrictions – inequalities, the restrictions connected in functional parameters and parameters, determining quality of processing.

При изготовлении деталей авиационной техники на большинстве операций их формообразования используют механические методы обработки, в том числе процессы концевого фрезерования. Концевые фрезы применяются при фрезеровании пазов, уступов, узких плоскостей, контурной обработки, обработки сложных фасонных поверхностей и т.д.

В предлагаемой работе представлена математическая модель для определения рациональных условий обработки для операций концевого фрезерования. Отличие данной линейной модели от существующих [1] заключается в том, что в технические ограничения введены ограничения, связанные с

результатами исследования кинетики тепловых процессов. При постоянной скорости подачи смазывающе-охлаждающей жидкости в зону резания ограничения, обусловленные результатами исследования кинетики тепловых процессов, основаны на использовании диаграмм, связывающих метастабильные диаграммы состояния материалов со скоростью резания.

Данная модель представляет собой линейные целевую функцию и ограничения-неравенства. При этом в качестве целевой функции f_m используется уравнение, определяющее машинное время обработки, а ограничениями-неравенствами являются ограничения, связанные со стойкостью

инструмента, эффективной мощностью и температурой резания, кинематическими возможностями станка, результатами исследования кинетики тепловых процессов и обобщенное ограничение, учитывающее марку обрабатываемого и инструментального материалов, жесткость упругой системы, шероховатость обработанной и геометрическую форму обрабатываемой поверхностей.

Данная математическая модель имеет вид

$$\left\{ \begin{array}{l} x_1 + y_v x_2 + x_v x_3 \leq b_1; \\ z_N x_1 + y_N x_2 + x_N x_3 \leq b_2; \\ x_2 + x_s x_3 \leq b_3; \\ z_\theta x_1 + y_\theta x_2 + x_\theta x_3 \leq b_4 \\ x_1 \geq b_5; \\ x_1 \leq b_6; \\ x_1 + x_2 \geq b_7; \\ x_1 + x_2 \leq b_8; \\ x_3 \geq b_9; \\ x_3 \leq b_{10}; \\ x_1 \geq b_{11}; \\ x_1 \leq b_{12}. \end{array} \right.$$

$$f_0 = c_0 - x_1 - x_2,$$

где $x_1 = \ln n_\phi$; $x_2 = \ln(100S_z)$;

$x_3 = \ln(100t_\phi)$;

$$b_1 = \ln \frac{318 C_v D_\phi^{(q_v-1)} 100^{(x_v+y_v)}}{T^m B^{u_v} z^{p_v}};$$

$$b_2 = \ln \frac{1,2 N_{эд} \eta 100^{(x_N+y_N)}}{C_N 10^{-5} D_\phi^{q_N} B z k_{N1} k_{N2}};$$

$$b_3 = \ln \frac{C_S D_\phi^{q_S} (100)^{(1+x_S)} k_{S1} k_{S2} k_{S3} k_{S4}}{B^{u_S}};$$

$$b_4 = \ln \frac{318 z_\theta 100^{(x_\theta+y_\theta)} \theta_{кр}}{C_\theta D_\phi^{(z_\theta-x_\theta)} B^{u_\theta}};$$

$$b_5 = \ln n_{cm \min}; \quad b_6 = \ln n_{cm \max};$$

$$b_7 = \ln \frac{100 S_{m.cm \min}}{z};$$

$$b_8 = \ln \frac{100 S_{m.cm \max}}{z}; \quad b_9 = \ln(100 t_{\phi.min});$$

$$b_{10} = \ln(100 t_{\phi.max}); \quad b_{11} = \ln \frac{1000 v_{np.наим}}{\pi D_\phi};$$

$$b_{12} = \ln \frac{1000 v_{np.наиб}}{\pi D_\phi}; \quad f_0 = \ln f_m;$$

$$c_0 = \ln A = \ln \left(\frac{100L}{z} \right),$$

где n_ϕ - частота вращения фрезы, об/мин; S_z - продольная подача, мм/зуб; z - число зубьев фрезы; C_v - коэффициент, характеризующий нормативные условия обработки; T - заданный период стойкости фрезы, мин; D_ϕ - диаметр концевой фрезы, мм; B - ширина фрезерования, мм; m , x_v , y_v , q_v , u_v , p_v - показатели степени, характеризующие соответственно влияние T , t_ϕ , S_z , D_ϕ , B , z на скорость резания; $N_{эд}$ - мощность электродвигателя механизма главного движения станка, кВт; η - КПД кинематической цепи механизма главного движения; C_N - коэффициент, характеризующий влияние нормативных условий обработки на эффективную мощность при фрезеровании концевыми фрезами; $k_{N1} = \left(\frac{\sigma_a}{750} \right)^{0,3}$, k_{N2} - поправочные коэффициенты, учитывающие соответственно влияние прочности обрабатываемого материала и величины переднего угла на эффективную мощность резания; x_N , y_N , q_N - показатели степени, характеризующие соответственно влияние t_ϕ , S_z , D_ϕ на мощность резания; C_S - ко-

ээффициент, характеризующий уровень подачи; k_{S1} - коэффициент, учитывающий жесткость упругой технологической системы; k_{S2} - коэффициент, учитывающий инструментальный материал; k_{S3} - коэффициент, учитывающий шероховатость обработанной поверхности; k_{S4} - коэффициент, учитывающий форму обрабатываемой поверхности; x_S, q_S, u_S - показатели степени, характеризующие соответственно влияние t_{ϕ}, D_{ϕ}, B на величину подачи; $\theta_{кр}$ - критическая температура в зоне резания, °С; C_{θ} - коэффициент, отражающий влияние условий обработки на температуру в зоне резания; $x_{\theta}, y_{\theta}, z_{\theta}$ - показатели степени, характеризующие интенсивность влияния соответственно t_{ϕ}, D_{ϕ}, S_z и v на величину температуры резания; $n_{cm \min}$ - минимальная частота вращения шпинделя станка, об/мин; $n_{cm \max}$ - максимальная частота вращения шпинделя станка, об/мин; $S_{m.cm \min}$ - минимальная минутная

подача станка, мм/мин; $S_{m.cm \max}$ - максимальная минутная подача станка, мм/мин; $t_{\phi, \min}$ - минимальная глубина фрезерования; $t_{\phi, \max}$ - максимальная глубина фрезерования; $v_{пр.наим}$ - наименьшая предельно допустимая скорость резания, м/мин; $v_{пр.наиб}$ - наибольшая предельно допустимая скорость резания, м/мин; L - длина рабочего хода фрезы, мм.

Полученная математическая модель реализована в программе расчета, написанной на языке Delphi.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скуратов, Д.Л. Определение рациональных условий обработки для операций фрезерования деталей ГТД концевыми фрезами / Д.Л. Скуратов, Д.В. Слепушкин // Материалы докладов международ. науч.-техн. конф. «Проблемы и перспективы развития двигателестроения» 21-23 июня 2006 г.- Самара, 2006.- Ч.2.- С. 26-26.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ: АНАЛИЗ СТАТУСА С ПОЗИЦИЙ ТЕОРИИ ПРЕДМЕТА ТРУДА

© 2012 Соснина Т.Н.

Самарский государственный аэрокосмический университет (Национальный исследовательский университет), Самара

INDUSTRIAL MATERIALS: ANALYSIS OF THE STATUS OF THE POSITIONS THEORY OF OBJECT OF LABOUR

© 2012 Sosnina T.N.

The author analyzes the quality of industrial materials in the context of the theory of labour.

Промышленные материалы в производственных процессах выполняют две базовые функции: предмета труда (ПТ) и средства труда (СТ). Подобного рода различия - есть следствие своеобразия контактов человека с каждым из этих «простых» элементов деятельности: средства труда есть проводник целеполагающих и целереализующих

усилий субъекта; предмет труда есть объект, в котором запечатлевается результат усилий человека и средств, приводимых им в действие. Каждый из элементов процесса труда – человек, средство труда и предмет труда – проходят свой жизненный цикл, в рамках которого проявляется ряд констант, фиксируемых