

на топливе MON-3+ММН в диапазоне массового соотношения компонентов топлива  $K_m=1,60\dots 1,685$  равнялось 3060 м/с. Если же комплектовать двигатель удлинённым соплом с геометрической степенью расширения  $\bar{F} = 250$  (как у зарубежных аналогов) то согласно расчету удельный импульс тяги возрастет до 3100...3119 м/с. Следовательно, двигатели ФГУП «НИИМаш» по энергетическим и экономическим параметрам могут

составить конкуренцию зарубежным аналогам.

Огневые испытания были подвергнуты двигатели без доработки и оптимизации рабочего процесса под топливо MON-3+ММН. Дальнейшее улучшение их энергетических характеристик может быть достигнуто за счет оптимизации рабочего процесса в камере сгорания с учетом физико-химических свойств монометилгидразина и без значительных изменений конструкции существующих двигателей.

УДК 621.9.06-529

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ МНОГОКООРДИНАТНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Исмаилова Е.Ю.

Самарский государственный аэрокосмический университет

### ACCURACY RESEARCH OF MULTICOORDINATE PROCESSING ON THE MACHINE TOOLS WITH THE NUMERICAL CONTROL BY PROGRAM

*Ismaylova E.Y. Are examined the factors, which influence on the numerical value, position in space and character of distribution of a closing vector of a dimensional chain which expresses the sum of the production errors, existing when multicoordinate processing on machine tools with the numerical control by program.*

Процесс формообразования поверхностей деталей при обработке на станках с числовым программным управлением связан с управлением по двум, трем и более координатам, следовательно, на точность обработки заготовок будут оказывать влияние действующие в технологической системе систематические постоянные, систематические зако-

номерно изменяющиеся и случайные факторы по каждой управляемой координате.

При управлении обработкой по двум координатам X и Y формообразование происходит в координатной плоскости  $X_1O_1Y_1$ . В этом случае суммарное действие производственных погрешностей графически можно представить вектором  $\square R_1$  (рис. 1).

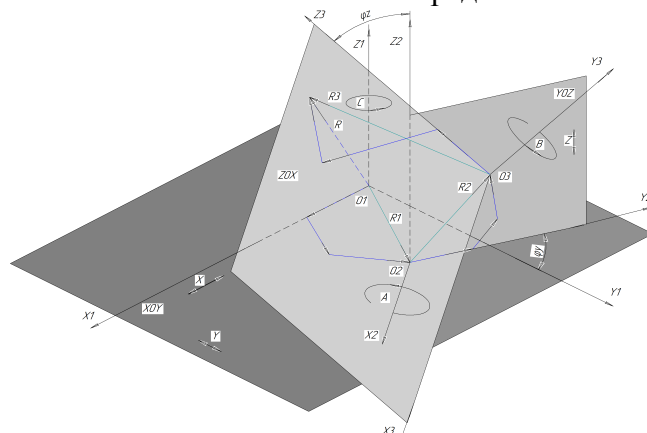


Рис. 1. Схема связей координатных плоскостей и векторных погрешностей при управлении станком с ЧПУ по пяти координатам

Поворот вокруг оси  $Z$  – третья управляемая координата «С» – внесет угловую ошибку. При этом повороте координатная плоскость  $Y_1O_1Z_1$  повернется на угол  $\varphi$ . На рис. 1 показано новое возможное положение системы координат –  $X_2Y_2Z_2$ , начало которой смещено в конец вектора  $R_1$ .

Перемещение в плоскости  $YOZ$  добавляет к автоматическому управлению четвертую координату –  $Z$ . Погрешности, которые действуют в координатной плоскости  $Y_2O_2Z_2$ , графически могут быть выражены суммарным вектором  $\square R_2$ . Подобным образом, вектором  $\square R_3$  выражены суммарные погрешности, действующие в координатной плоскости  $Z_3O_3X_3$ , и вектором  $\square R_4$  – суммарные погрешности в плоскости  $X_4O_4Y_4$ , которая не совпадает с первоначальной координатной плоскостью  $X_1O_1Y_1$ .

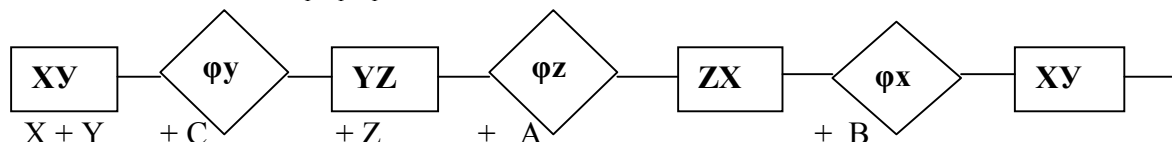


Рис. 2. Схема размерных связей

Цепь связей можно продолжать, исходя из требований к расположению обрабатываемых поверхностей заготовки.

Полученные схемы отражают всю совокупность линейных и угловых связей обрабатываемых размеров и погрешностей, действующих при обработке.

В данной работе рассмотрены факторы, оказывающие влияние на числовую величину, положение в пространстве и характер распределения замыкающего вектора  $\square R$  пространственной размерной цепи, который выражает сумму производственных погрешностей, действующих при многокоординатной обработке на станках с ЧПУ. Такими факторами являются:

- число управляемых координат;
- углы поворота одной системы координат относительно другой;
- длины составляющих векторов;
- способы задания и форма области рассеивания конца вектора (см. рис.3);
- последовательность суммирования составляющих векторов;
- законы распределения составляющих векторов и соотношение систематической и

Поворот «А» вокруг оси  $X$  реализует пятую управляемую координату. При этом система координат с началом, перенесенным в конец вектора  $R_2$ , повернутая на угол  $\varphi z$ , займет возможное положение  $X_3Y_3Z_3$ .

Шестая управляемая координата – поворот «В» вокруг оси  $Y$  – приведет систему координат, смещенную в конец вектора  $R_3$ , через угол  $\varphi x$  в следующее возможное положение  $X_4Y_4Z_4$  (на рис. 1 не показано).

Таким образом, погрешности при обработке заготовки на станке с ЧПУ с управлением по шести координатам можно определить тремя векторами и тремя поворотами. Последовательность размерных связей при этом представлена схемой на рис. 2.

случайной погрешности композиции законов распределения.

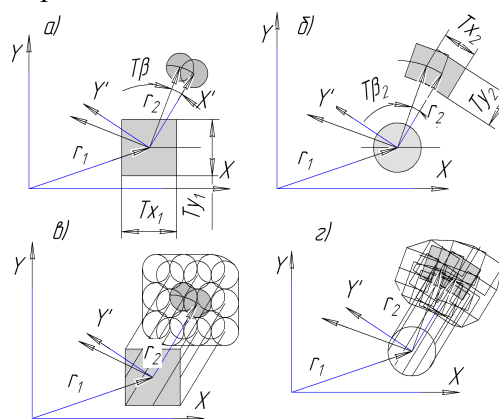


Рис. 3 – Суммарная область рассеивания двух векторов

### Библиографический список

1. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения. - М.: «Машиностроение». 2007. – 736с.
2. Демин, Ф.И. Расчеты точности геометрических систем и моделей. /Основы теории точности машин и приборов. - С-Пб: Наука/РАН/Институт проблем машиноведения. 1993. - С.87-125.