

УДК 621.9.06-192:620.1

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ  
НАДЕЖНОСТИ МНОГОЦЕЛЕВОГО СТАНКА С ЧПУ

В.П.ГОРБУНОВ, В.Ф.ГРИГОРЬЕВ, А.Н.РУДИЮК

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

Важнейшим условием при эксплуатации многоцелевых станков (МС) с ЧПУ является обеспечение требуемой точности обработки деталей и сохранение ее в процессе заданного периода эксплуатации, что определяется их параметрической (точностной) надежностью.

Показателями качества обработки, характеризующими МС с ЧПУ как элемент технологической системы, являются: точность размеров, формы и расположения обрабатываемых поверхностей, их шероховатость, а в ряде случаев и физико-механические характеристики поверхностного слоя. Событие, заключающееся в выходе любого из заданных параметров качества (точности) обработки за установленные пределы, считается отказом по точности обработки. Точность обработки на МС с ЧПУ изменяется при эксплуатации вследствие действия различных процессов, которые, как правило, имеют случайный (стохастический) характер, поэтому отказы по точности обработки имеют дисперсию и подчиняются закономерностям для случайных событий.

Для оценки параметрической надежности МС с ЧПУ необходимо, опираясь на общую модель формирования параметрического отказа, предложенную проф. А.С. Прониковым, применять следующие основные показатели:  $P(t)$  - вероятность безотказной работы станка по точности обработки за межналадочный период  $T_{ми}$ ;  $\delta_T$  - резерв (запас) МС с ЧПУ по точности обработки;  $K_T$  - коэффициент резерва МС с ЧПУ по точности обработки (запас надежности);  $\gamma_T$  - скорость изменения резерва МС с ЧПУ по точности обработки;  $\gamma_K$  - скорость изменения коэффициента резерва МС с ЧПУ по точности обработки  $K_T$  (скорость изменения запаса надежности) и  $T_p$  - ресурс МС с ЧПУ по точности обработки.

В дополнение к основным показателям параметрической надежности, указанным выше, необходимо рассматривать также ряд частных показателей:  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  - которые характеризуют долю неиспользованного резерва выходного параметра, и долю, которую в поле допуска на выходной параметр занимают случайные и систематические погрешности выходного параметра. Использование этих показателей упрощает определение и прогнозирование запаса надежности по выходному параметру. Тогда в совокупности с показателями  $\delta_T$ ,  $P(t)$ , они являются исходными данными для прогнозирования ресурса по выходному параметру МС с ЧПУ.

При обработке корпусных деталей и деталей типа «плита», где высокие требования предъявляются к размерам межосевых расстояний, в качестве выходного параметра МС с ЧПУ была принята точность координатных перемещений (в рабочем объеме станка), то есть точность выхода рабочих органов в запрограммированное положение. Все составляющие погрешности, формирующие этот выходной параметр, будут являться частными выходными параметрами МС с ЧПУ, как-то: геометрическая точность, жесткость, точность позиционирования, тепло- и износостойкость.

Оценка параметрической надежности МС с ЧПУ за межналадочный период проводилась на примере многоцелевого станка модели МС12-250ВМФ4 в следующей последовательности.

1. Определение лимитирующих выходных параметров в плоскости стола станка и установление диагностических сигналов.
2. Проведение контрольных испытаний, обработка результатов экспериментов и диагностических сигналов.
3. Расчет показателей качества и параметрической надежности.
4. Оптимизация параметров станка и режимов обработки.

Анализ конструкции МС и проведенные предварительные (установочные) испытания показали, что расчет показателей параметрической надежности необходимо проводить по критерию  $\Delta Y$  - погрешности выходного параметра вдоль координаты  $Y$ .

Статистическая обработка результатов контрольных испытаний позволила определить параметры геометрической точности, погрешности позиционирования, выявить закон изменения выходного параметра и диагностических факторов для определения  $\gamma_T$ ,  $\gamma_K$  и дальнейшего прогнозирования. Причем оценка влияния тепловых полей станка проводилась при различных режимах работы шпинделя по методике ускоренных испытаний.

По результатам расчета показателей параметрической надежности была определена область состояния параметра  $\Delta Y$  и запас надежности, который в начальный момент эксплуатации составил:  $K_T=1,43$ , при  $P(t) \rightarrow 0$ , а в конце межналадочного периода  $K_T=1,06$  (при частоте вращения шпинделя  $n=1000 \text{ мин}^{-1}$  и максимальном положении ползуна). Резерв МС с ЧПУ по точности снизился с 20 мкм до 3 мкм (допуск лимитирующего размера составлял 46 мкм). При стабилизации теплового поля возможна обработка по IT7.

Таким образом, при эксплуатации МС с ЧПУ возможно прогнозирование его параметрической надежности и обеспечение нахождения выходного параметра в области допустимых значений, управляя при этом наиболее значимыми технологическими и эксплуатационными факторами.