

Проведя несложный анализ габаритных размеров и массы станков, любому специалисту понятно, где выше жесткость, и, как следствие, размерная стойкость, а где ниже.

Поэтому в рамках нашей конференции, кроме обсуждения технических вопросов, надеемся обсудить и комплекс вопросов экономического плана.

УДК 621.9.02-192

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

М. И. Михайлов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

Переориентация промышленности на выпуск широкого ассортимента продукции малыми сериями (партиями), в совокупности с постоянным снижением трудовых ресурсов, привела к изменению использованных ранее форм организации производства и применяемому оборудованию, т. е. к переходу от автоматизированных систем на основе аналогового управления к системам с числовым программным управлением (ЧПУ) [1]–[9]. Достижения в области микроэлектроники способствовали быстрому развитию этого направления в станкостроении и расширении номенклатуры станков с ЧПУ. Из исследований, выполненных в ФРГ, США, Швейцарии и других странах, известно, что эффективное время обработки на традиционных металлорежущих станках и станках с ЧПУ в случае участия человека (оператора) составляет только 6–10 % годового фонда рабочего времени. Известно также, что в структуре времени обработки деталей на основе традиционных технологий доля основного времени составляет только около 30 %, а оставшаяся часть приходится на вспомогательное и подготовительно-заключительное время [1], [2] и др.

Как известно, эффективность работы автоматизированного производства зависит от организации технологического процесса, т. е. от формирования и реализации потоков деталей и инструментов, а также от степени согласованности их взаимодействия. В свою очередь, эти потоки формируются в зависимости от степени интеграции оборудования и их можно разделить на участки станков с ЧПУ, гибкие производственные модули (ГПМ), робототехнические комплексы (РТК) и гибкие производственные системы (ГПС) [10]–[13].

Эффективным средством комплексной автоматизации производственных процессов в промышленности являются РТК. Для современных робототехнических комплексов надежность является необходимым условием их использования. Это качество тем важнее, чем сложнее и дороже система.

Современные тенденции обеспечения высокой надежности РТК следующие:

- использование высоконадежных структур РТК;
- использование надежных комплектных систем ЧПУ и приводов;
- органическое включение в управляющую систему подсистемы автоматической диагностики функционирования узлов, элементов, а также РТК в целом;
- повышение надежности функционирования механических элементов РТК;
- блочно-модульное построение узлов, элементов и систем.

При работе без резервирования элементов РТК эффективность его состояния характеризуется параметром $\gamma = \frac{\lambda}{\mu}$, а функция готовности будет иметь вид:

$$K_r(t) = \frac{1}{1+\gamma} + \frac{\gamma}{1+\gamma} e^{-\mu(1+\gamma)t},$$

где λ , μ – соответственно интенсивности отказов и восстановлений работоспособности РТК. Влияние γ и τ/τ_B на функцию готовности показано на рис. 1.

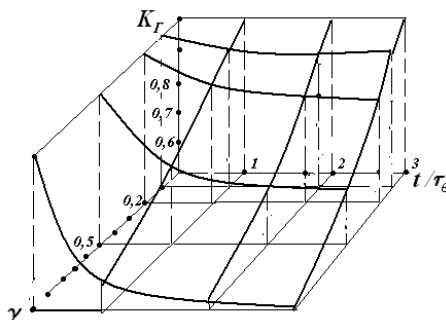


Рис. 1. Графики зависимости функции готовности РТК от γ и τ/τ_B

Структурное обеспечение надежности предусматривает различные виды резервирования элементов РТК. Анализ таких систем производится на основе графов состояний, пример которого приведен на рис. 2.

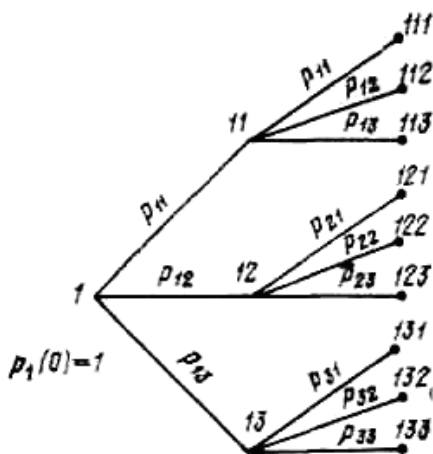


Рис. 2. Дерево изменений состояния системы

Приведенное дерево состояний позволяет сформировать выражение для расчета вероятности любого состояния:

$$P_2(2) = p_1(0)(p_{11}p_{12} + p_{12}p_{22} + p_{13}p_{32}).$$

Функция готовности восстанавливаемых систем с постоянным резервированием моделируется по выражению

$$K_r(t) = k_r + \frac{1-k_r}{\alpha_1 - \alpha_2} (\alpha_1 e^{-\alpha_2 t} - \alpha_2 e^{-\alpha_1 t}),$$

где

$$\alpha_{1,2} = (M_1 + M_2 + \Lambda_0 + \Lambda_1) / 2 \pm \sqrt{(M_1 + M_2 + \Lambda_0 + \Lambda_1)^2 / 4 - (M_1 M_2 + \Lambda_0 M_2 + \Lambda_0 \Lambda_1)}.$$

Таким образом, приведенные зависимости позволяют оптимизировать состав РТК и повысить эффективность его эксплуатации.

Л и т е р а т у р а

1. Теоретические основы проектирования технологических комплексов / А. М. Русецкий, П. А. Витязь, М. Л. Хейфец [и др.] ; под общ. ред. А. М. Русецкого. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 239 с.
2. Автоматизация и управление в технологических комплексах / А. М. Русецкий, П. А. Витязь, М. Л. Хейфец [и др.] ; под общ. ред. А. М. Русецкого. – Минск : Беларус. навука, 2014. – 375 с.
3. Михайлов, М. И. Надежность и диагностика технологических систем / М. И. Михайлов. – Минск : РИВШ, 2022. – 360 с.
4. Основы автоматизации машиностроительного производства / Е. Р. Ковальчук, М. Г. Косов, В. Г. Митрофанов [и др.] ; под ред. Ю. М. Соломенцева. – М. : Высш. шк., 1999. – 312 с.
5. Технологические основы гибких производственных систем / В. А. Медведев, В. П. Вороненко, В. Н. Брюханов, В. Г. Митрофанов, Л. М. Червяков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. Ю. М. Соломенцева. – М. : Высш. шк., 2000. – 255 с.
6. Каштальян, И. А. Повышение эффективности использования станков с ЧПУ в условиях нестационарного резания / И. А. Каштальян. – Минск : БНТУ, 2008. – 311 с.
7. Иванов, А. А. Модернизация промышленных предприятий на базе современных систем автоматизации и управления / А. А. Иванов. – М. : ФОРУМ : Инфра-М, 2015. – 384 с.
8. Козырев, Ю. Г. Применение промышленных роботов / Ю. Г. Козырев. – М. : КНОРУС, 2021. – 488 с.
9. Булгаков, А. Г. Промышленные роботы: Кинематика, динамика, контроль и управление / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев. – М. : СОЛОН-Пресс, 2018. – 484 с.
10. Болотин, В. В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В. В. Болотин. – М. : Машиностроение, 1984. – 312 с.
11. Надежность и эффективность в технике : справочник : в 10 т. – М. : Машиностроение, 1987. – Т. 2 : Математические методы в теории надежности и эффективности / под ред. Б. В. Гнеденко. – 1987. – 280 с.
12. Михайлов, М. И. Повышение надежности сборного режущего инструмента / М. И. Михайлов. – Гомель : ГГТУ им. П.О. Сухого, 2016. – 272 с.
13. Повышение ресурса трибосопряжений активированными методами инженерии поверхности / П. А. Витязь, В. И. Жорник, М. А. Белоцерковский, М. А. Леванцевич ; под общ. ред. П. А. Витязя. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 452 с.

УДК 621.914.22

ТОРЦЕВАЯ ФРЕЗА, ОСНАЩЕННАЯ ТВЕРДОСПЛАВНЫМИ ПЛАСТИНАМИ ВУТС PNUQ 13T708

А. Н. Жигалов

Институт технологии металлов НАН Беларуси, г. Могилев

В ИТМ НАН Беларуси создано современное высокоэффективное производство твердосплавного инструмента. Закуплено за средства инновационного фонда высокопроизводительное и высокого качества научное и технологическое оборудование. Создана современная, на основе научных разработок ИТМ НАН Беларуси, белорусская технология «ВУТС» прессования, спекания, шлифования, мойки, нанесения покрытий и контроля качества выпускаемой твердосплавной продукции.