

У ДК 658. 52. 011. 56. 012. 3

А.О. Харченко, профессор, канд. техн. наук;

Д.В. Ревенко, аспирант

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Приведены результаты исследований параметров отказов и переналадки технологического оборудования в автоматизированном авторемонтном производстве, подтверждена возможность использования предложенной математической модели для оценки эффективности при выборе его рационального варианта.

Выбор эффективного технологического оборудования для ремонта автомобильных узлов является актуальной задачей, решение которой связано с получением экономического эффекта за счет повышения производительности труда и качества ремонта автомобилей [1].

Для оценки эффективности принятия решения выбора рационального варианта компоновки технологического оборудования участка в работах [2,3] на основе системного анализа рассмотрены модели, описывающие различные этапы технологических процессов ремонта и восстановления. Предложенный в работе [3] пространственный размеченный граф состояний гибкого производственного модуля (ГПМ) позволяет достаточно полно описать его технологическую систему с учетом потока отказов, восстановлений, а также — переналадки.

Однако для получения численных значений P_{Σ} — показателя безотказно-беспереналадочной работы — при решении системы уравнений финальных вероятностей необходимо проведение экспериментальных исследований

Основными задачами экспериментальных исследований являются следующие:

1) выбор технологических элементов и конструкций ГПМ токарной обработки, соответствующих по структуре и параметрам рациональным вариантам;

2) определение параметров потоков переналадки технологических элементов ГПМ;

3) получение численных значений параметров потоков отказов выбранных структур модулей для обработки деталей типа тел вращения;

4) проверка адекватности теоретической модели, разработанной в работе [3];

5) получение данных, необходимых для расчета коэффициента P_{Σ} .

Целью исследований является оценка надежности и перенастраиваемости технологического оборудования

Для анализа и экспериментальной проверки перспективных вариантов технологического оборудования принята полученная в результате синтеза компоновка ГПС [4], включающая фрезерно-центровальный станок МР-179, токарный станок с ЧПУ 1В340Ф30, шлифовальный станок ЗМ151Ф2, магазин-накопитель и промышленный робот УМ 160Ф281.01.

В производственных условиях посредством сбора статистического материала, фиксируемого в специальных бланках, проведены исследования параметров потоков перенастройки и отказов оборудования структура которого сопоставима со структурой синтезированного варианта ГПС.

При испытании модуля на технологическую и эксплуатационную надежность выделяли элементы, оказывающие основное влияние на точность и работоспособность и которые в первом приближении можно считать независимыми (станок, инструмент, приспособление, загрузочное устройство). На основе принципа аддитивности можно отдельно испытывать эти элементы и их выходные параметры использовать для оценки надежности всего модуля.

В процессе выполнения исследований [2] выявилось ряд факторов, влияющих на формирование отказов ГПС.

Повреждения станка, приспособления, инструмента, которые сразу приводят к остановке всего модуля (с интенсивностями $\lambda_1 \dots \lambda_4$) или к недопустимым условиям его работы, являются причинами отказов его функционирования. Чаще всего эти отказы являются следствием неправильного проектирования, изготовления или эксплуатации.

Параметрические отказы не ограничивают возможности функционирования модуля, но его дальнейшая эксплуатация приводит к отказам по точности обработки (интенсивностям $\lambda_{01}, \lambda_{02}, \lambda'_{01}, \lambda'_{02}$).

Для станка наиболее характерными были параметрические отказы, для инструмента – отказы функционирования которые проявлялись в виде его поломки или потери механических свойств (затуплении режущей кромки, вследствие чего существенно снизилось качество обработки). При работе приспособления и загрузочного устройства возникали как параметрические отказы, так и отказы функционирования

При исследовании параметров переналадки ГПМ оценивались параметры потоков заявок на переналадку и переналадки на токарных операциях на предприятиях единичного и мелкосерийного производства

Статистические данные по результатам исследования для инструмента (T_u), станка (T_c), и приспособления (T_n) показаны на графиках (рисунок 1), где процесс заявок на переналадку рассматривается на оси ОТ, как простейший поток событий (переналадок), появившихся за время (ОТ). В момент появления

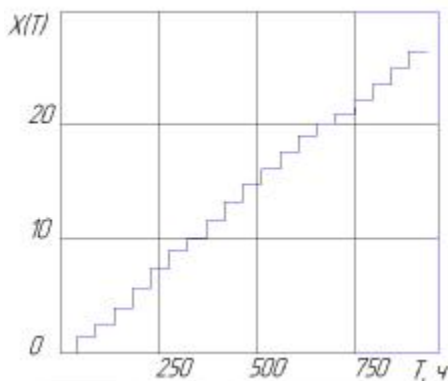


Рисунок 1 – Функция распределения дискретной случайной величины времени между двумя заявками на переналадку станка

очередного события случайная функция $X(T)$ скачком увеличивается на единицу.

В точке разрыва функция $X(T)$ равна тому значению, с которым она подходит к точке разрыва слева. Функция $X(T)$ «непрерывна слева», т.е. при подходе к любой точке слева не терпит разрыва, а при подходе справа может иметь разрыв. Случайная функция $X(T)$

характеризует пуассоновский процесс.

Математическое ожидание дискретных случайных величин времени между двумя заявками на переналадку каждого элемента определялось как

$$M[T] = \sum_i t_i \cdot P_i = m_i, \quad (1)$$

где t_i – возможное значение случайных величин; P_i – соответствующие им вероятности.

Дисперсия вычислялась по зависимости

$$D[T] = \sum_i (t_i - m_i)^2 \cdot P_i = D_t . \quad (2)$$

Анализ статистических данных с последующим расчетом всех численных значений математического ожидания и дисперсии по каждому из переналаживаемых элементов подтверждает гипотезу о том, что случайная величина времени между двумя заявками на переналадку распределяется по закону Пуассона (рисунок 2).

Аналогичным образом произведен расчет значений интенсивностей переналадки. Результаты приведены в таблице 1.

В большинстве случаев относительные частоты $h(T)$ приближаются к экспоненте. Проверка по критерию Бартлетта подтверждает обоснованность применения экспоненциального распределения при описании потоков отказов функционирования элементов ГПМ для обработки деталей типа тел вращения

Таблица 1 – Значения интенсивностей заявок на переналадку и переналадки элементов ГПМ

Элементы ГПМ	Интенсивность	
	Заявки λ , ч ⁻¹	Переналадки μ , ч ⁻¹
Инструмент	0,0218	31,5780
Станок	0,0178	1,1520

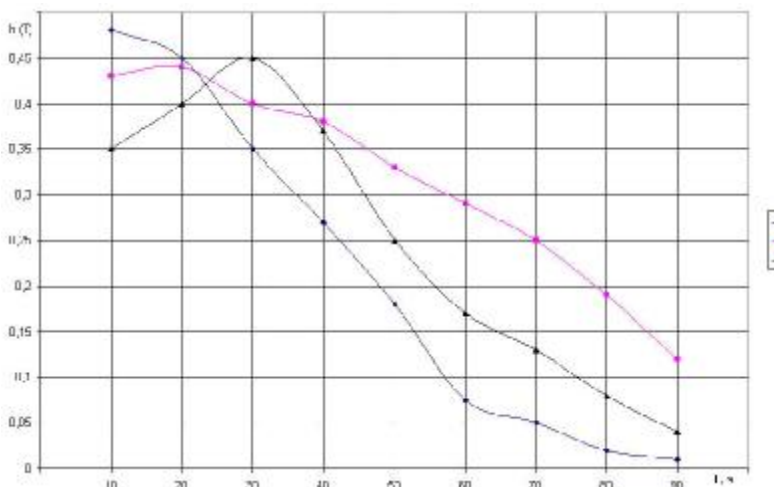


Рисунок 2 – Относительные частоты распределения времени между двумя заявками на переналадку

Приспособление	0,0280	1,1100
----------------	--------	--------

Проведенные исследования и результаты расчетов интенсивностей выявили наиболее слабые с точки зрения надежности элементы ГПМ для обработки деталей типа тел вращения. Так, самая высокая интенсивность отказов зафиксирована у инструмента (резцов). Кроме того, подтверждена возможность применения аппарата цепей Маркова для описания функционирования ГПМ, являющегося частью синтезированной структуры ГПС для обработки деталей типа тел вращения при автоматизации авторемонтного производства

Перспективой дальнейших исследований в данной области является разработка программного комплекса расчета вероятности безотказно-беспереналадочного функционирования синтезированных структур ГПМ и ГПС при автоматизации авторемонтного производства

Библиографический список

1. Харченко А.О. Выбор рациональных структур автоматизированных участков авторемонтного производства / А.О. Харченко, Д.В. Ревенко, Р.А. Акопян // Проектування виробництва та експлуатація автотранспортних засобів та поїздів. — Львів; Чернівці: ВМС, 2004. — №11. — С. 272–278.
2. Ревенко Д.В. Системный подход к автоматизации участков авторемонтного производства / Д. В. Ревенко // Вестн. СевГТУ: Сб. науч. тр. — Севастополь, 2004. — Вып. 58. — С. 49–57.
3. Харченко А.О. Оценка надежности и переналадчиваемости автоматизированного технологического оборудования авторемонтного производства / А.О. Харченко, Д.В. Ревенко // Оптимизация производственных процессов: Сб. науч. тр. — Севастополь 2004. — Вып. 7. — С. 43–47.
4. Харченко А.О. Станки с ЧПУ и оборудование гибких производственных систем / А.О. Харченко — К.: Изд-во “Видавн. дім Професіонал”, 2004. — 304 с.

Поступила в редакцию 4.04.2005 г.