

УДК 621.11.012

## **ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СБОРОЧНЫХ АВТОМАТОВ**

С.В. БОЖКО, А.С. ЗЕНКИН

Киевский национальный университет технологий и дизайна

*Представленные в статье методики оценки некоторых технологических параметров и конструктивных факторов сборочного автомата, позволяют выполнять математически-обоснованное проектирование сборочных аппаратов, в том числе для сборки упругих элементов*

Исследования, связанные с оптимальным выбором технологических и конструктивных параметров при проектировании сборочных автоматов, позволяющих собирать в том числе и изделия, состоящие из пластинчатых деталей сложной геометрической формы и пружинные металлические детали, представляют из себя важную задачу для создания сборочных автоматов с высокой степенью надежности.

Функционирование сборочных автоматов - это сложный, тяжело поддающийся прогнозированию в реальных условиях производства процесс, вследствие его неритмичности и случайных остановок, различной производительности сборочной оснастки и других случайных факторов.

### ***Объекты и методы исследования***

Проблема проектирования и создания современных конкурентоспособных сборочных автоматов может быть успешно решена с использованием математических методов прогнозирования характеристик технологических процессов [1].

### ***Постановка задания***

Для выполнения оптимального проектирования сборочных аппаратов необходимо создание методики поиска оптимальных конструктивных и эксплуатационных параметров сборочного автомата, используя многокритериальную оптимизацию по критериям качества, которые характеризуют работу сборочного автомата.

### ***Результаты и их обсуждение***

Модель сборочного автомата представляет из себя сложную систему, на работу которой влияют разнообразные конструктивные и внешние факторы. Предметом исследования были также выбор количества накопителей (их количество связанная со сложностью собираемого изделия), емкостей накопителей ( $K$ , в зависимости от характеристик деталей эти емкости могут быть разными), вероятностей наличия деталей  $i$  на входах накопителей ( $p_i^k$ ), уровней включения ( $r_2^k$ ) и выключения ( $r_1^k$ ) накопителей. Работа сборочного автомата оценивалась по критериям качества, таких как доля времени его простоев ( $q_0$ ) или работы ( $q_1$ ), среднего времени непрерывной работы ( $t_{cp}$ ) и других.

Разработанная вероятностная динамическая модель для анализа производительности сборочного автомата [2] позволяет вычислять технико-экономические показатели его работы, используя предложенный алгоритм и реализацию итеративного процесса на персональном компьютере. В

соответствии с разработанным алгоритмом анализа была написана программа для ПК *Productivity\_analysis*, позволяющая моделировать технико-экономические показатели работы сборочного автомата, которая реализована на языке высокого уровня Visual Basic for Application в среде электронных таблиц MS Excel. Данный вариант реализации был избран в связи с широкой распространенностью электронных таблиц MS Excel и удобством выполнения в них инженерных расчетов. Кроме того, такой способ реализации позволяет использовать данную программу на любом персональном компьютере, на котором установленное приложение MS Excel.

Программа моделирования производительности сборочного автомата *Productivity\_analysis* предназначена для анализа производительности сборочного автомата и позволяет рассчитывать вероятности того, что в указанный  $t$ -й временной интервал количество деталей в каждом  $k$ -м накопителе составляет определенное число  $i$ , количество временных интервалов до установления стационарного режима ( $T$ ) и вероятности того, находится ли автомат в момент времени  $t$  в рабочем состоянии ( $q_1$ ) или простаивает ( $q_0$ ).

Структура выходных данных анализа производительности сборочного автомата на рабочем листе Excel представлена на рис. 1, результаты работы этой программы представлены на рис.2.

Задание параметров накопителей				
Параметры накопителей	1	2	3	4
Емкость k-го накопителя N(k)	6	6	6	6
Вероятность наличия детали на входе k-го накопителя	0,6	0,7	0,5	0,4
Уровень включения k-го накопителя $\alpha_2(k)$	6	6	4	6
Уровень выключения k-го накопителя $\beta_1(k)$	2	2	2	2

Рис. 1. Пример выходных данных программы *Productivity\_analysis*

Задание параметров накопителей				
Параметры накопителей	1	2	3	4
Емкость k-го накопителя N(k)	6	6	6	6
Вероятность наличия детали на входе k-го накопителя	0,6	0,7	0,5	0,4
Уровень включения k-го накопителя $\alpha_2(k)$	6	6	4	6
Уровень выключения k-го накопителя $\beta_1(k)$	2	2	2	2
Результаты расчета уравнений работы сборочного автомата				
Номер накопителя k =	1 = 63	2 = 56,87	3 = 43,13	4 =
$s[0]$	0,2	0,12	1,56	6,08
$s[1]$	1,6	6,8	4,94	14,51
$s[2]$	5,4	1,87	9,68	19,56
$s[3]$	1,56	4,13	12,35	20,82
$s[4]$	3,99	7,92	15,38	18,55
$s[5]$	6,97	13,66	17,15	13,54
$s[6]$	17,87	20,58	16,98	6,93
$s[7]$	30,19	26,53	14,29	
$s[8]$	36,7	24,81	8,67	

Рис. 2. Результаты работы программы *Productivity\_analysis*

Было установлено, что одной из ключевых проблем при проектировании сборочных автоматов является определение времени его непрерывной работы. Проведенный стохастический анализ времени непрерывной работы сборочного автомата [3], позволил представить макропрограмму *Calc\_time\_distrib*, позволяющую решить данную задачу. Структура исходных данных, необходимых для работы данной программы, приведенная на рис. 3, результаты работы этой программы представлены на рис.4.

Следует отметить, что направления достижение оптимальных значений критериев качества работы сборочного автомата могут быть противоречивыми. Так, например, одновременно желательно, чтобы среднее время непрерывной работы ( $t_{cp}$ ) стремилось к максимуму, в то время как доля времени простоя ( $q_0$ ) должна стремиться к минимуму.

Таблица задания исходной информации				
Задание количества накопителей K= 4				
Задание параметров накопителей				
Параметры накопителей	1	2	3	4
Емкость k-го накопителя N(k)	22	16	10	16
Вероятность наличия детали на входе k-го накопителя	0.5	0.4	0.7	0.7
Уровень включения k-го накопителя r2(k)	10	16	8	16
Уровень выключения k-го накопителя r1(k)	4	6	3	6

Рис. 3. Пример выходных данных программы *Calc\_time\_distrib*

t	P(T>=t) %	P(T=) %
0	100	0
1	100	0
2	100	0
3	100	0
4	100	0
5	100	0
6	99.9271	0.073
7	99.6209	0.308
8	90.8798	0.75
9	97.4705	1.4
10	5.8745	91.596
11	2.6732	3.201
12	1.1494	1.524
13	0.4699	0.679
14	0.1607	0.286
15	0.069	0.115
16	0	0.069
17	0	0

Рис. 4. Результаты работы программы *Calc\_time\_distrib*

Для расчета оптимальных значений параметров сборочного автомата была использована макропрограмма *OptObjCh*, которая приведенная в [4] с именуемым на компакт-диске файлом *Rozdil7.xls*.

Представленная программа, учитывая задаваемую важность (вес) каждого выбранного нами критерия качества (среднего времени непрерывной работы ( $t_{cp}$ ) и доли времени простоев ( $q_0$ )), определяет оптимальный объект в своей первой строке. Выходные данные и результаты работы программы *OptObjCh* представлены на рис.5.

Цели	max	min
Вес	0.5	0.5

  

r2	tср	q0
3	2.74	35.96
4	4.57	36.74
5	6.50	41.02
6	8.30	43.01
7	8.97	44.80
8	7.22	46.44
9	3.94	47.91
10	1.50	49.16
11	0.39	50.07
12	0.07	50.57

  

Объекты	Эффективность
5	0.68644284
6	0.654718273
4	0.625616079
7	0.572154419
3	0.505349354
8	0.474175793
9	0.298493598
10	0.128065877
11	0.035035269
12	0

Рис. 5. Выходные данные и результаты работы программы *OptObjCh*

Отметим, что в нашем примере аналогом объекта для данной программы были только значение уровней включения накопителей ( $r_2^k$ ). Оптимальное значение уровня включения любого из накопителей ( $r_2^k$ ) может быть определяющим фактором для определения высоты каждого накопителя (а соответственно и емкости ( $N_k$ )) при их проектировании. При необходимости мы можем рассмотреть также общее сочетание двух и более факторов, которые вместе и будут аналогом объекта для данной программы. Например, сочетание значений уровней включения любого из накопителей ( $r_2^k$ ) и их емкости ( $N_k$ ). Присвоив каждому соединению свой код (который будет записан вместо r2 на рис. 5), и просчитав для каждого соединения все значения среднего времени непрерывной работы сборочного автомата ( $t_{cp}$ ), а также долю времени его простоев ( $q_0$ ), мы получим в первой строке "Результатов поиска оптимального объекта" наиболее эффективный код, а то есть наиболее эффективное сочетание

значений уровнем включение любого из накопителей ( $r_2^k$ ) и их емкости ( $N_k$ ).

Представленные методики поиска некоторых технологических и конструктивных параметров сборочного автомата, позволяют выполнять математически-обоснованное проектирование сборочных автоматов для сборки в том числе и изделий, состоящих из пластинчатых деталей сложной геометрической формы с пружинными металлическими деталями.

#### **Выводы**

В результате проведенных исследований по выбору технологических и конструктивных параметров при проектировании сборочных автоматов были созданы методики поиска указанных оптимальных параметров, используя многокритериальную оптимизацию по критериям качества, которые характеризуют работу сборочного автомата.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Соколов Е.В. Выбор оптимальных объемов технологической оснастки. - М.: Машиностроение, 1985.- 431 с.
2. Божко С.В., Зенкин А.С. Приближенная вероятностная динамическая модель для анализа производительности сборочного автомата с накопителями собираемых деталей // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сборник научных трудов. - Донецк: ДонГТУ, 1999. Выпуск 7.- С. 18-25.
3. Божко С.В., Зенкин А.С. Стохастичний аналіз часу безперервної роботи складального автомата з накопичувачами збираємих деталей // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні: Український міжвідомчий науково-технічний збірник. - Львів: Видавництво Державного університету "Львівська політехніка", 1999.- № 34.- С. 49-53.
4. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистика в науке и бизнесе. --- К.: МОРИОН, 2002. --- 640 с.

Надійшла 15.07.2010

УДК 006.015.05

## **МЕТРОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ, ЩО ВИРОБЛЯЄТЬСЯ**

**В.А. ГОДІК, З.А. ЗДЕЛЬНИК, А.С. ЗЕНКІН**

Київський національний університет технологій та дизайну

*В статті запропонована послідовність проведення метрологічної експертизи на всіх стадіях життєвого циклу виробу. Отримано результати розробки системи метрологічної експертизи, що дозволяють здійснювати дієвий контроль продукції, що виробляється та забезпечують підвищення її якості й конкурентоспроможності*

Аналіз науково-технічної літератури [1,2] показав, що понад 60% порушень вимог стандартів та технічних умов (ТУ), випуску продукції незадовільної якості відбувається через недотримання метрологічних правил, тобто вимог, що пред'являються до забезпечення єдності та необхідної точності вимірювань. Значна