

УДК 681.513.2

АЛГОРИТМ АДАПТАЦИИ УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ К ОТКАЗАМ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Уткина Т.Ю., Моамар Д.Н.

Черкасский государственный технологический университет, г. Черкассы

Кафедра специализированных компьютерных систем

E-mail: utia_chdtu@yahoo.com

Аннотация

Уткина Т.Ю., Моамар Д.Н. Алгоритм адаптации управляющей системы к отказам исполнительных механизмов. В статье рассматриваются особенности алгоритма управляющей системы, обеспечивающего уменьшение технологических потерь тары и фасуемых продуктов при отказах исполнительных механизмов.

Общая постановка проблемы. В цепочке последовательно расположенных механизмов, выполняющих технологические операции по фасовке и укупориванию скоропортящихся продуктов, могут возникнуть неисправности. При этом приходится останавливать все механизмы и устранять поломку. Это может занять продолжительное время. В это время на рабочем столе остается продукция с незавершенными операциями. При продолжительном ремонте она может испортиться и обычно списывается как технологические потери. Учитывая, что механизмы работают в условиях неблагоприятной окружающей среды (повышенная влажность) вероятность возникновения неисправностей очень велика, поэтому потери продукции и тары могут быть значительными.

Постановка задач исследования. Предлагается разработать алгоритм управления автоматизированной системы адаптированный к возможным отказам исполнительных механизмов, который обеспечит продолжение выполнения операций механизмами, которые расположены в цепочке после отказавшего механизма, а отключатся только неисправный механизм и механизмы, расположенные в цепочке раньше отказавшего механизма. Тогда с частью упаковочной тары будут завершены все технологические операции, и она может быть отправлена потребителю. Такой адаптированный алгоритм управления механизмами позволит уменьшить технологические потери продукции, а главное обеспечить высокое качество продукции за счет сокращения времени нахождения ее на столе во время ремонта фасовочно-упаковочной машины.

Решение задачи и результаты исследований. При разработке встраиваемых микропроцессорных систем, осуществляющих управление технологическими процессами, актуальной остается задача выбора метода разработки и отладки алгоритмов функционирования исполнительных механизмов.

Рассмотрим функционирование автомата, управляющего механизмами фасовочно-упаковочной машины (ФУМ), которая обеспечивает поворот карусели, отделение стаканчиков, заполняет их продуктом с помощью дозатора, закрывает фольговой крышкой, приваривает крышку к стаканчику или коробке, ставит дату, укупоривает тару полимерной крышкой и выгружает продукцию.

Технологические процессы выполняются параллельно, но при этом механизмы должны согласовывать свои действия для достижения общей цели. Если в установленный момент времени не достигнуто одно из заданных на циклограмме положений какого-либо исполнительного механизма, о чем свидетельствуют данные, полученные от соответствующих датчиков, то может произойти аварийная остановка машины, при этом на столе машины останется тара, с которой не выполнены все технологические операции.

Для исключения попадания потребителям продукции, с которой не выполнены все технологические операции, ее обычно списывают как технологические потери.

Для устранения данного недостатка предлагается использовать модель цифрового автомата, в которой управление исполнительными механизмами осуществляется параллельно, а при возникновении отказа одного из них остальные механизмы продолжают работать до окончания выполнения запрограммированных операций [1].

Сформулируем правила адаптации алгоритма управления к отказам исполнительных механизмов.

Правило 1. Пусть в ФУМ карусельного типа имеется n исполнительных механизмов, последовательно выполняющих технологические операции и передвигающих фасуемую тару. Причем первый из них осуществляет вращение карусели, последний продвигает готовую продукцию на приемный столик. Тогда технологический процесс нельзя адаптировать к отказам первого, $n - 1$ -го и n -го механизмов, т.к. поломка первого не позволяет перемещать фасуемую тару с позиции на позицию, поломка $n - 1$ -го не позволяет продвинуть продукцию на позицию выгрузки, а поломка n -го механизма не обеспечивает съём готовой продукции.

Правило 2. Если вышел из строя k -ый механизм, причем $k \notin \{1, n - 1, n\}$, то адаптировать технологический процесс к такому виду отказа возможно.

Правило 3. При выполнении условия, указанного в правиле 2, для обеспечения минимальных потерь фасуемого продукта и тары при отказе k -ого механизма $k + 2$ механизм должен сработать еще один раз, $k + 3$ два раза и т.д.

Для ФУМ, имеющей 8 исполнительных механизмов, с учетом приведенных выше правил количество возможных циклов работы при отказе механизмов, расположенных на предыдущих позициях карусели, приведено в табл. 1.

Таблица 1. Количество циклов работы механизмов при отказе

Номер отказавшего механизма	Механизмы							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	5	0	0	1	2	3	4	5
3	4	0	0	0	1	2	3	4
4	3	0	0	0	0	1	2	3
5	2	0	0	0	0	0	1	2
6	1	0	0	0	0	0	0	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0

Зависимость количества циклов срабатывания исполнительных механизмов от номера отказавшего исполнительного механизма представлена на рис. 1.

Как видно из рис. 1, при отказе первого исполнительного механизма, предпоследнего и последнего в виду невозможности адаптации количество циклов работы для каждого механизма равно нулю.

При отказе второго исполнительного механизма (отделение стаканчиков), выполнение в параллельном режиме последующей операции (заполнение продуктом стаканчика, который не отделился), т.е. срабатывание третьего механизма невозможно, но срабатывание четвертого возможно, так как на предыдущем шаге в параллельном режиме третий механизм сработал правильно (результатом операции было заполнение продуктом стаканчика, который отделился) и теперь необходимо завершить все технологические операции для всех механизмов (как для четвертого механизма, так и для последующих), которые сработали в параллельном режиме до поломки второго механизма.

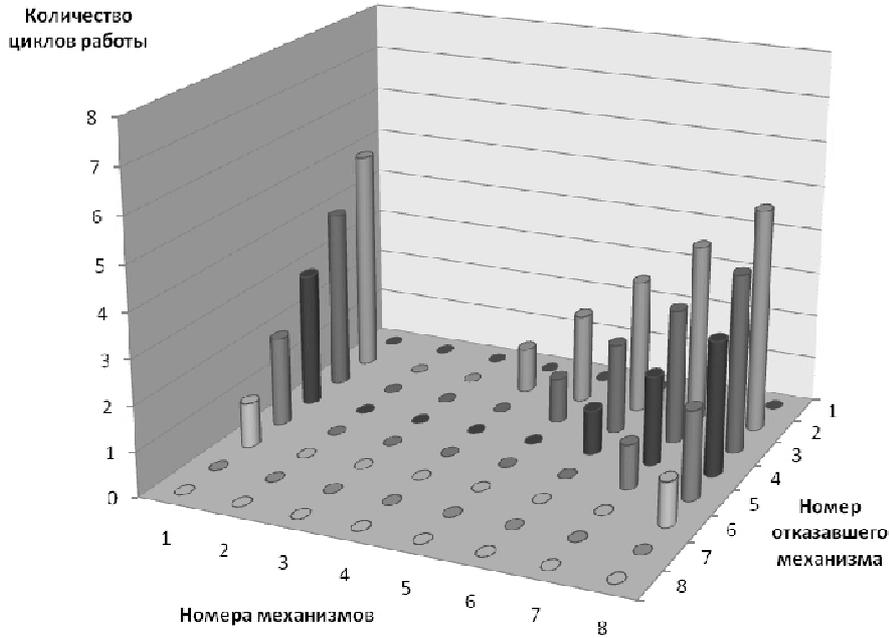


Рисунок 1 - Зависимость количества циклов работы механизмов от номера отказавшего исполнительного механизма

Иерархическая модель верхнего уровня цифрового автомата, реализующего алгоритм адаптации к отказам, приведена на рис. 2.

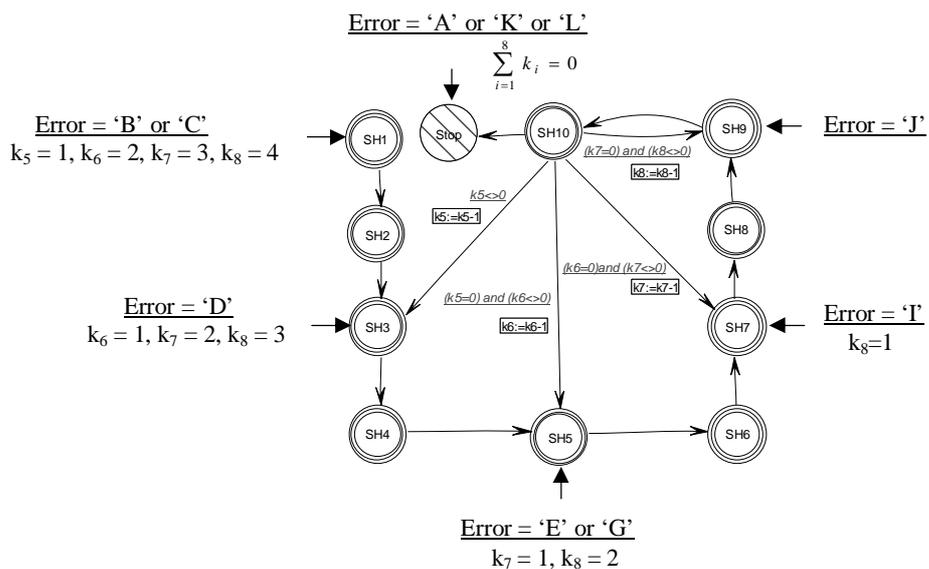


Рисунок 2 - Иерархическая модель цифрового автомата, реализующего алгоритм адаптации к отказам

На входы автомата поступают сигналы об отказах механизмов Error A-Error L, которые обрабатываются таким образом, чтобы обеспечить продолжение работы оставшихся работоспособных механизмов по правилам 1-3, с целью минимизации количества тары и продукции, с которой не завешены все технологические операции.

В иерархических состояниях с нечетными номерами формируются сигналы управления первым механизмом, т.е. осуществляется вращение карусели ФУМ. В состоянии HS2 включается 4-ый механизм, в состоянии HS4 – 5-ый, HS6 – 6-ой, HS8 – 7-ой, HS10 – 8-ой. Повторное включение механизмов обеспечивается при соблюдении условий, которые указаны на дугах обратной связи, приведенных на графе.

В тех случаях (Error = 'A' or Error = 'K' or Error = 'L'), когда продолжать работу невозможно, происходит аварийный останов ФУМ.

При применении алгоритма управления, адаптированного к отказам исполнительных механизмов, потери тары и продуктов соответствуют данным, приведенным в табл. 2.

Таблица 2 Технологические потери из-за отказов исполнительных механизмов

Номер отказавшего механизма	Величина технологических потерь	
	тары	продуктов
1	5	5
2	1	0
3	2	1
4	3	2
5	4	3
6	5	4
7	6	5
8	6	5

Зависимость величины технологических потерь тары и фасуемых продуктов от номера отказавшего механизма представлена на рис. 3.

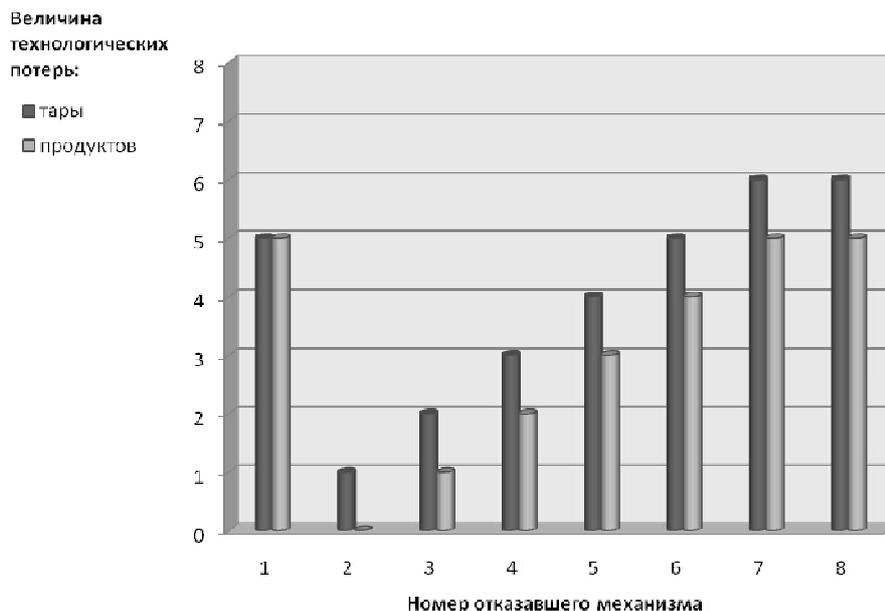


Рисунок 3 - Зависимость величины технологических потерь тары и фасуемых продуктов от номера отказавшего механизма

Выполним расчет сокращения технологических потерь упаковочной тары и фасуемых продуктов за счет применения предлагаемого алгоритма адаптации технологического процесса к отказам исполнительных механизмов ФУМ, имеющей 8 механизмов, из которых

первый вращает карусель, а восьмой выгружает готовую продукцию. Без данного алгоритма отказ любого механизма приводил к останову машины.

Как видно из рис. 3, в стопку тары можно вернуть пустой стаканчик или пустую коробку с первой позиции, а из последней позиции можно снять пригодную для продажи продукцию.

Таким образом, потери тары и фасуемого продукта для данной ФУМ составят:

$$P_m = P_{np} = 5.$$

Если учесть, что вероятности возникновения отказов механизмов одинаковы, то можно рассчитать среднюю величину технологических потерь для такой ситуации.

Среднее количество потерь тары вычисляется по формуле:

$$P_{cp_m} = \frac{5+1+2+2+4+5+6+6}{8} = \frac{32}{8} = 4.$$

Среднее количество потерь фасуемых продуктов определяется следующим образом:

$$P_{cp_np} = \frac{5+1+2+3+4+5+5}{8} = \frac{25}{8} = 3,125.$$

Экономия потерь фасуемой тары составляет:

$$\mathcal{E}_m = \left(1 - \frac{P_{cp_m}}{P_m}\right) * 100 = \left(1 - \frac{4}{5}\right) * 100 = 20\%.$$

Экономия потерь фасуемых продуктов определяется следующим образом:

$$\mathcal{E}_{np} = \left(1 - \frac{P_{cp_np}}{P_{np}}\right) * 100 = \left(1 - \frac{3,125}{5}\right) * 100 = 37,5\%.$$

К тому же уменьшение технологических потерь тары и продукта в свою очередь приводит к снижению величины массы отходов, подлежащих утилизации, тем самым предприятие сокращает расходы на утилизацию отходов производства.

Выводы

Разработан алгоритм системы автоматизированного управления, адаптированный к отказам исполнительных механизмов, что позволило на 20 % уменьшить технологические потери упаковочной тары, на 37,5 % фасуемых продуктов и улучшить качество выпускаемой продукции за счет сокращения времени нахождения ее на столе при ремонте машины, а также сократить расходы предприятия на утилизацию отходов производства.

Список литературы

1. Моамар Д.Н., Рябцев В.Г., Уткина Т.Ю. Моделирование процесса адаптации технологических операций к отказам исполнительных механизмов. // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2009. – № 5 (39) – С. 39-43.