

УДК 664.66.028

К.А.Смирнов (асп., каф. АиАПП, СПбГУНиПТ), В.Л.Жавнер, д.т.н., проф.

## НОВЫЕ АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ МУЛЬТИГОЛОВОЧНЫМИ ДОЗАТОРАМИ

В работе рассмотрены причины возникновения тупиковых ситуаций во время работы мультиголовочного дозатора, а также методы по борьбе с ними. Мультиголовочный дозатор это мехатронная система, объединяющая в единую систему исполнительные механизмы, измерительно-информационные системы, управляющие системы, программное обеспечение и человеко-машинные интерфейсы. Данный вид дозаторов может быть применен для дозирования различных сухих и замороженных продуктов, но наибольшие преимущества проявляются при дозировании крупнокусковых продуктов и продуктов нерегулярной формы.

К достоинствам МГД относится высокая теоретическая производительность, но, как правило, недостижимая на практике. Значительное расхождение между теоретической и фактической производительностью, прежде всего, вызвано возникновением тупиковых ситуаций, когда дозатор не способен подобрать массу дозы продукта в соответствии с требованиями нормативов. Для некоторых видов продуктов этот технологический переход ухудшает товарный вид или же приводит к частичной потере продукта. Периодичность возникновения тупиковых ситуаций зависит от характеристик продукта, конструкции и настроек МГД, а также, от алгоритма выбора комбинации порций, составляющих дозу. Проблема возникновения тупиковых ситуаций является общей для дозаторов данного типа.

Целью работы является разработка управляющих алгоритмов МГД, позволяющих устранить возникновение тупиковых ситуаций, на основе исследования процесса комбинационного дозирования на базе имитационного компьютерного моделирования.

Задачи данной работы:

- разработка компьютерной модели МГД для выявления причин и условий возникновения тупиковых ситуаций, а также мер по их устранению и проверка соответствия ее работы реальному мультиголовочному дозатору;
- проверка влияния различных алгоритмов управления МГД на стабильность работы дозатора на базе разработанной компьютерной модели;
- разработка алгоритма подбора дозы с улучшенными характеристиками, учитывающего требования ГОСТР 8.579-2001.

Основное назначение компьютерной имитационной модели:

- выявление причин и условий возникновения тупиковых ситуаций, а также мер по их устранению;
- сравнение работы МГД под управлением различных алгоритмов выбора дозы;
- нахождение минимального количества головок, необходимого для безостановочной работы дозатора;

Для устранения влияния внешних факторов на объективность сравнения были введены следующие ограничения:

- данная компьютерная модель не рассматривает скоростные характеристики МГД;
- не учитываются свойства продукта, такие как липкость, отражающиеся на характере перемещения продукта по элементам МГД;
- считается, что распределение массы кусков продукта происходит по нормальному закону;
- выдача одной дозы для однопоточного дозатора происходит в один такт и времени между тактами достаточно для восполнения наполнения весовых бункеров.

Для выполнения программной реализации модели был выбран язык программирования C++ и среда разработки *Borland C++ Builder 5*. Компьютерная модель дозатора, позволяет имитировать различные алгоритмы управления МГД. Настраиваются конструктивные параметры дозатора: количество головок, число порций составляющих дозу, с.к.о. массы порции продукта дозируемой одной головкой. Также задаются масса конечной дозы и допуск на нее. В режиме моделирования наполнения бункеров кусками продукта задаются масса и с.к.о. одного куска. Возможны два режима работы: пошаговый и моделирование выдачи заданного количества доз с составлением статистического отчета. Для проверки допустимости замены кускового наполнения бункеров продуктом нормальным распределением было проведено исследование, доказавшее возможность подобной замены для ряда продуктов.

Для удобства анализа данных программная реализация модели дозатора позволяет производить их экспорт в *Excel*.

Было проведено моделирование работы следующих алгоритмов управления:

- подбор наиболее точного значения массы с жестко заданным количеством порций в дозе;
- то же, с принудительным использованием бункеров с продуктом минимальной и максимальной массы;
- подбор дозы с выравниванием суммарной массы оставшегося в бункерах продукта;
- составление комбинации доз с последовательной выборкой бункеров в порядке уменьшения отклонения массы их продукта.

Результаты по количеству тупиковых ситуаций представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Алгоритм выбора	Количество остановов на 1000 тактов работы	
	$\sigma_{\text{яч}}=30$ г	$\sigma_{\text{яч}}=50$ г
1. Самая точная доза из $p$ -порций.	28	31
2. Самая точная доза из всех вариантов.	16	12
3. Выравнивание средней массы продукта.	8	18
4. Последовательная выборка бункеров по отклонению массы продукта.	4	0

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы.

1. Алгоритмы, обеспечивающие подбор наиболее точной дозы, приводят к выборке бункеров имеющих наилучшую массу. Согласно нормативным требованиям, масса дозы должна находиться в установленных пределах и среднее ее значение не может быть ниже требуемой массы. Следовательно, максимальная точность не может быть критерием подбора дозы.

2. Вероятность возникновения тупиковой ситуации зависит от отклонения средней массы продукта в бункерах. Таким образом, система управления должна осуществлять контроль средней массы продукта в бункерах.

3. Алгоритм управления необходимо составлять таким образом, чтобы при составлении комбинации дозы, в первую очередь сбрасывались бункеры с максимальным отклонением массы продукта.

4. Вероятность возникновения тупиковой ситуации зависит от полноты обновления бункеров.