

А.И. ОБЧАРЕНКО, д-р техн. наук, проф. НТУ «ХПИ»,
В.В. КОЛБАСЕНКО, ИГ «ТФК» (г. Харьков)

КОНЦЕПЦИЯ ОТВОДА ЛОЖНОЙ ДОЗЫ В ЛИНЕЙНЫХ И КОМБИНАЦИОННЫХ ДОЗАТОРАХ

Пропонується розгляд концепції відводу помилкової дози (ВПД) у лінійних та комбінаційних дозаторах для підвищення якості фасування сипких продуктів. Сутність ВПД полягає в організації вбудованого контролю маси кожної дози, тобто її статичного зважування й визначення відповідності зоні допуску.

The concept of removal of a false doze is offered which is a strong means of increase of quality of packing of friable products. The essence of removal of a false doze consists in organization of the control of weight of each doze, i.e. its static weighing and definition of a zone of the admission.

Постановка проблеми. Для анализа ценовых характеристик и качества дозаторов уместно рассмотреть рис. 1.

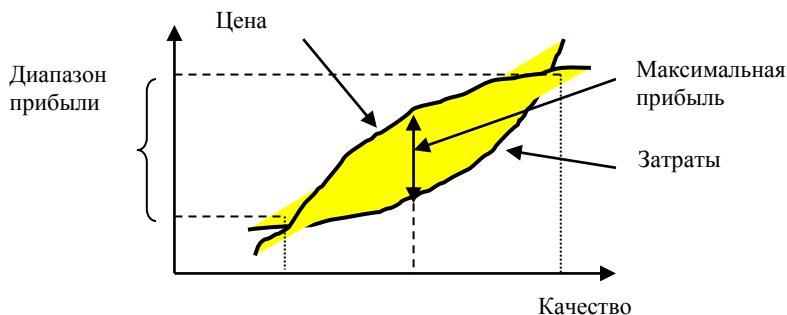


Рис.1. К анализу ценовых характеристик и качества

Разность между ценой и затратами (прибыль) должна быть положительной, поэтому рассматривается затемненный сектор рис.1. Всегда имеется экономически оптимальное для производителя качество, при котором прибыль максимальна. Конкурентоспособность увеличивается повышением качества. Очевидно, что рост качества требует увеличения затрат. При этом по разным причинам цена не может линейно увеличиваться и прибыль падает.

По нашим оценкам линейные дозаторы, производимые в Украине такими фирмами, как «Током», «Элопак» и т. д., очень близки по качеству к экономическому оптимуму для производителя. Поэтому при разработке и производстве многоканальных дозаторов серии ТФК ПАК-3 мы

руководствовались целью повышения конкурентоспособности продукции и пошли на увеличение качества, в том числе и за счет ввода системы ОЛД.

Анализ литературы. Концепция отвода «ложной» дозы (ОЛД) является мощным средством повышения качества фасовки в плане улучшения основного параметра фасовки – точности [1]. Сущность ОЛД состоит в организации встроенного контроля массы каждой уже сформированной дозы, т.е. ее статического взвешивания и определения соответствия зоне допуска. В случае несоответствия осуществляется возврат «ложной» дозы на подающий транспортер фасовочной системы. Причем, что очень важно, возврат происходит до упаковки. Это обстоятельство позволяет экономить достаточно дорогой упаковочный материал, притом не только в режиме эксплуатации, но и в режиме наладки, где количества требуемых для регулировки и наладки дозатора доз составляют сотни и тысячи. Теоретические аспекты построения комбинационных дозаторов и вспомогательных устройств, необходимых для их функционирования, рассмотрены нами в работах [2 – 8]. Здесь же рассматривается концепция отвода ложной дозы и аспекты ее алгоритмизации.

Цель. Целью исследований является обоснование и выбор путей построения систем отвода ложной дозы и ложной составляющей дозы.

Процедура ОЛД. С технической точки зрения процедура ОЛД иллюстрируется рис. 2, где изображены законы распределения погрешностей.

Правильно настроенный дозатор (рис. 2А) обеспечивает близкую к нулю систематическую составляющую $\Delta_{\text{сис}}$ инструментальной погрешности $\Delta_{\text{инп}}$. Случайная погрешность $\Delta_{\text{сл}}$ при этом такова, что с высокой степенью вероятности формируемые дозы попадают в интервал $\pm \Delta_{\text{доп}}$. Задачей устройства ОЛД в этом случае фактически является отвод маловероятных, но все-таки имеющих место «ложных» доз. Основная функция устройства ОЛД в этом случае – это обнаружение прогрессирующих погрешностей, которые со временем приводят к появлению систематического смещения (рис. 2В), что, естественно, требует метрологической коррекции каналов дозатора.

Таким образом, в отсутствие встроенной системы метрологического контроля его функции вполне может выполнять устройство ОЛД. Помимо основной функции, на устройство ОЛД можно возложить функции подсчета числа сформированных доз N за некоторый интервал времени и числа отведенных доз $N_{\text{олд}}$ за этот же интервал времени. Отношение $(N - N_{\text{олд}})/N$ является текущей числовой характеристикой вероятности формирования правильной дозы. Понятно, что, если это значение в процессе эксплуатации начинает уменьшаться по сравнению с исходным значением, то имеет место либо увеличение систематической погрешности (рис. 2В), либо увеличение случайной погрешности (рис. 2С). Устройство в таких ситуациях должно выводить сообщения оператору о метрологических нарушениях. Таким

образом, устройство ОЛД в процессе эксплуатации выполняет идентификацию ухудшений метрологической надежности и режиме советчика оператору способствует их ликвидации.

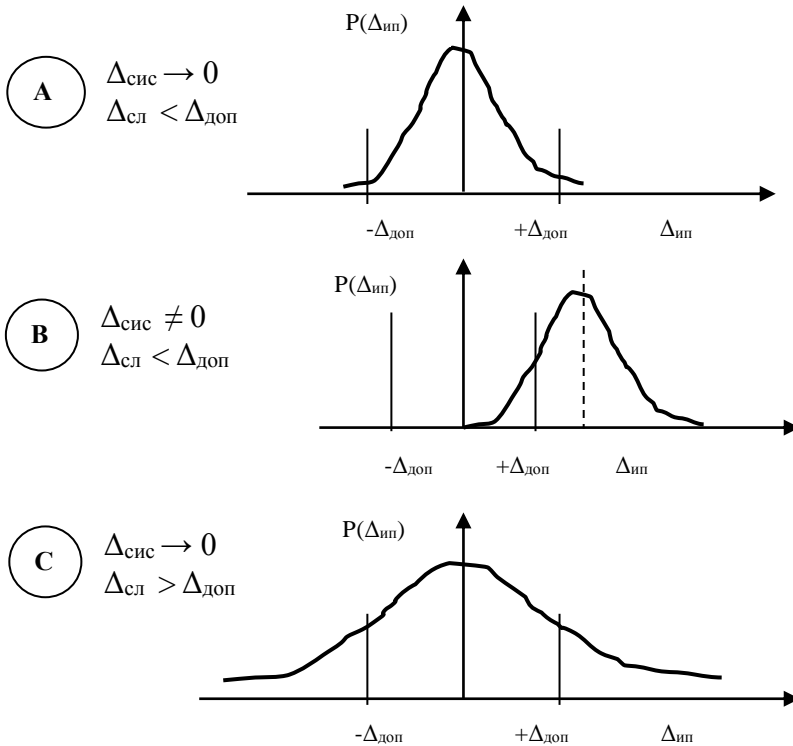


Рис. 2. Варианты взаимных расположений инструментальных погрешностей и зоны допуска

Концепция ОЛД для комбинационных дозаторов. Совершенно новый оттенок приобретает концепция ОЛД для комбинационных дозаторов, которые постепенно внедряются в украинской промышленности, но пока, к сожалению, в виде продукции иностранных фирм (в основном – японской фирмы “Ишида”). Помимо описанного применения процедуры ОЛД, здесь можно и нужно рассматривать аспекты отвода «ложной» составляющей дозы (ОЛСД). При работе дозатора (особенно – при запуске) возникают ситуации, когда во всем множестве возможных комбинаций отсутствуют комбинации, подходящие по точности. Кроме того, в процессе работы комбинационного дозатора возникают ситуации, когда составляющая одного из каналов вообще не используется длительное время, либо используется намного реже, чем

остальные. Наиболее вероятной причиной возникновения такой ситуации является резкое отличие этой составляющей по массе от остальных.

Естественно, что при возникновении такой ситуации в итоге уменьшается производительность, поскольку комбинации с неиспользуемой составляющей фактически выходят за поле допуска (рис. 2С) и вероятность подбора нужной по точности комбинации уменьшается.

Центральной проблемой при организации ОЛСД является выбор номеров тестируемых каналов. В простейшей ситуации (детерминистский подход) тестируются каналы, которые участвуют в создании подходящих комбинаций. Это удобно в том смысле, что бункеры (потерны) этих каналов освобождаются, и есть объективная возможность проводить как аддитивные, так и мультипликативные тесты. В то же время интуитивно ясно, что, прежде всего, надо было бы тестировать как раз те каналы, которые не участвуют в образовании подходящих комбинаций вообще или участвуют редко. Кроме того, при детерминистском подходе фактически предполагается регулярное тестирование освободившихся каналов, и частота тестирования может оказаться избыточной, что, конечно же, в итоге повлияет на производительность.

Как альтернатива детерминистскому подходу, может быть предложен вероятностный подход, сущность которого сводится к следующему. В процессе функционирования КД при любом критерии отбора комбинаций осуществляется накопление статистических данных о частотах использования каналов. В простейшем случае процедура выбора номера тестируемого канала может состоять в выборе канала с наименьшей частотой использования. Такой способ не требует информации о законе распределения частот использования и статистического анализа этих данных. Более сложные случаи ориентированы на априорное (модельное) знание закона распределения или апостериорное (фактическое) его построение и идентификацию. Далее осуществляется статистический анализ принадлежности минимальной частоты использования к генеральной совокупности и принятие решения о необходимости тестирования этого канала. Нами предложен алгоритм ОСЛД (рис. 3). Он основан на априорном знании закона распределения частот использования каналов (составляющих).

Правильно настроенный дозатор (рис. 2А) обеспечивает близкую к нулю систематическую составляющую $\Delta_{\text{сис}}$ инструментальной погрешности $\Delta_{\text{ин}}$. Случайная погрешность $\Delta_{\text{сл}}$ при этом такова, что с высокой степенью вероятности формируемые дозы попадают в интервал $\pm \Delta_{\text{доп}}$. Задачей устройства ОЛД в этом случае фактически является отвод маловероятных, но все-таки имеющих место «ложных» доз. В отсутствии встроенной системы метрологического контроля его функции вполне может выполнять устройство ОЛД.

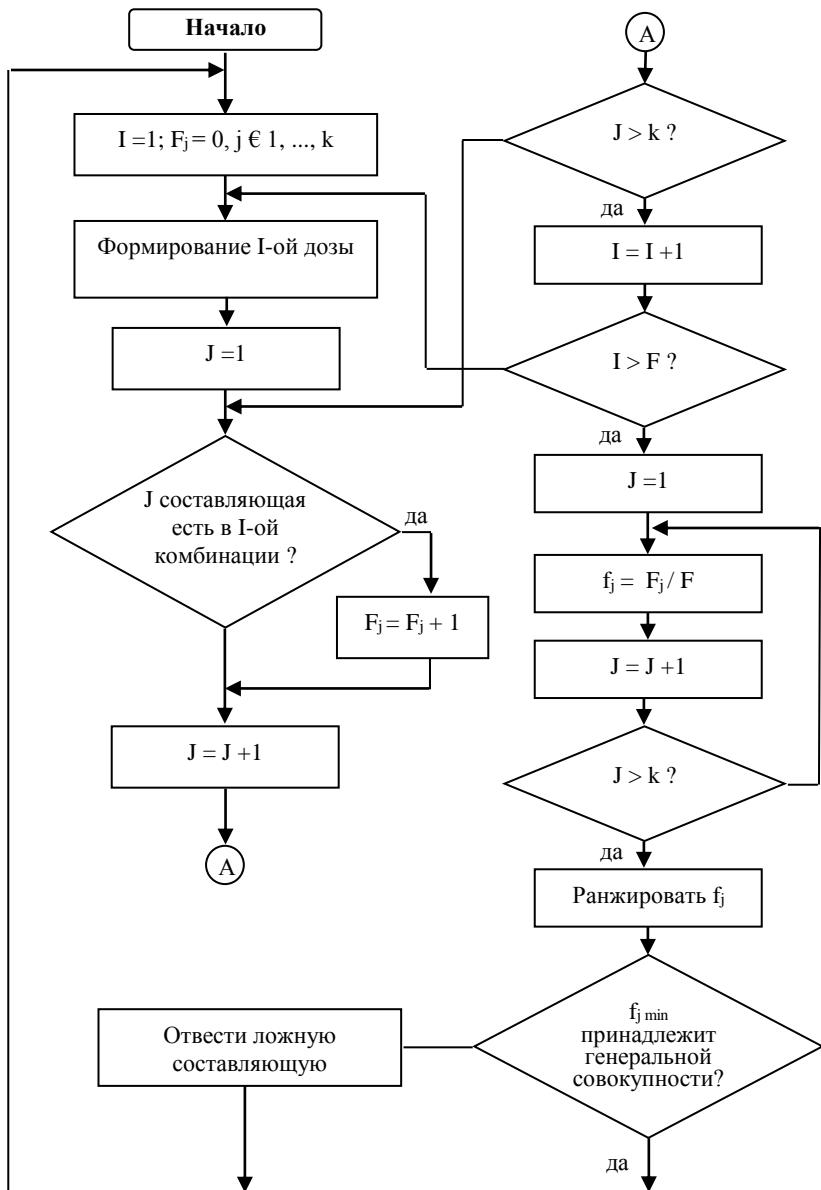


Рис. 3. Алгоритм ОЛСД

Помимо основной функции, на устройство ОЛД можно возложить функции подсчета числа сформированных доз N за некоторый интервал времени и числа отведенных доз $N_{\text{олд}}$ за этот же интервал времени.

Отношение $(N - N_{\text{олд}})/N$ является текущей числовой характеристикой вероятности формирования правильной дозы. Понятно, что если это значение в процессе эксплуатации начинает уменьшаться по сравнению с исходным значением, то имеет место либо увеличение систематической погрешности (рис. 2В), либо увеличение случайной погрешности (рис. 2С). Устройство в таких ситуациях должно выводить сообщения оператору о метрологических нарушениях. Таким образом, устройство ОЛД в процессе эксплуатации выполняет идентификацию ухудшений метрологической надежности и режиме советчика оператору способствует их ликвидации.

Алгоритм (рис. 3) верифицировался методом статистического (имитационного) моделирования. Погрешности в каналах предполагались распределенными по нормальному закону. В результате моделирования установлено, что для числа каналов k от 8 до 16 и числа составляющих дозы g от 2 до 5 закон распределения частот f_j близок к нормальному.

Выводы. Алгоритмы ОЛД и ОЛСД целесообразно использовать в линейных и комбинационных дозаторах сыпучих продуктов. Качество фасовки при этом улучшается настолько, что практически исключает ложные дозы на выходе фасовщика. Экономические затраты на отвод ложной дозы оказываются таким образом оправданными.

Список литературы: 1. *Серета О.Д.* Високоточні дозуючі пристрої з часовим розподілом складових дози для фасовочних систем. Автореф. дис. канд. техн. наук. – Харків, 2004. 2. *Овчаренко А.И., Колбасенко В.В.* О выборе типа управляющего автомата в комбинационных дозаторах // Вестник НТУ "ХПИ". – Вып. № 7. – 2003. – Т.3. – С. 119 – 123. 3. *Овчаренко А.И., Колбасенко В.В.* Классификация алгоритмов формирования дозы в комбинационных дозаторах. // Материалы третьей международной научно-технической конференции Проблемы информатики и моделирования – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2003. – С. 17. 4. *Овчаренко О.И., Колбасенко В.В.* Вибір керуючого автомата для комбінаційних дозаторів. Удосконалення системи і засобів метрологічного забезпечення озброєння та військової техніки // 4 науково-технічна конференція. – Харків: 9-10 жовтня 2003 р. – С. 7. 5. *Овчаренко А.И., Колбасенко В.В.* О точности формирования дозы в комбинационных дозаторах // Вестник НТУ ХПИ, 2003. – Вып. № 21. — Т.3. – С. 131 – 136. 6. *Овчаренко А.И., Колбасенко В.В.* Никогда мимо цели // Брутто. – 2003. – № 5. — С. 36 – 38. 7. *Овчаренко А.И., Мальшаков Г.Н., Овчаренко Т.А., Колбасенко В.В.* Опыт применения сигнализаторов уровня в системах управления транспортировкой сельхозпродуктов // Хранение и переработка зерна. – 2004. – № 4 (58).– С. 61 – 64. 8. *Овчаренко А.И., Колбасенко В.В.* Анализ вибрототка как инструмента дозирования по времени // Хранение и переработка зерна. – 2004. – № 7 (61).– С. 37 – 38.

Поступила в редакцию 15.09.2004