

УДК 621.52

О.А.Крестьянполь, О.І. Бреднев

Луцький національний технічний університет

АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ КЕРУВАННЯ МУЛЬТИГОЛОВОЧНИМИ ДОЗАТОРАМИ

В статті розглянуто алгоритми керування мультиголовочними дозаторами і проведений їх аналіз.

Ключові слова: *мультиголовочний дозатор, алгоритм, комірка, комбінація.*

Вступ

В харчовій промисловості виникають великі труднощі при розв'язку задач автоматизації дозування штучних продуктів при високих вимогах до точності маси доз. Найбільш складним є формування доз крупношматкових продуктів, які мають непостійну геометричну форму при великій відмінності мас шматків, не постійній густині і при відносно малому числі шматків в кожній дозі. Для фасування таких продуктів застосовуються мультиголовочні дозатори (МГД). Вони працюють за наступним принципом: в комірках накопичуються порції продукту, відбувається їх зважування, а потім для отримання доз за заданим алгоритмом підбираються такі поєднання порцій, які дають необхідну точність сумарної маси. МГД характеризуються високою потенційною продуктивністю, яка на практиці майже ніколи не досягається. Це відбувається із – за частого виникнення ситуацій, коли система керування не здатна скомбінувати з порцій дозу продукту з масою, яка регламентована в нормативних документах (тупикових ситуацій).

Розв'язання даної проблеми було започатковано в працях А.К. Смирнова [2] і А.А. Аверьянова [1], де розглядаються можливі алгоритми роботи МГД і продовжено на сторінках журналу „Упаковка” [3], де пропонується класифікація алгоритмів роботи МГД.

Отже, важливим завданням є аналіз алгоритмів керування МГД з метою визначення такого алгоритму, при якому кількість тупикових ситуацій (ситуацій, при яких неможливо скомбінувати з окремих порцій дозу продукту масою, яка зазначена в нормативних документах) була б мінімальною.

1. Принцип роботи мультиголовочного дозатора

МГД є автоматичною дозаторною системою з комп'ютерним керуванням, яка складається з 8—24 комірок для зважування, розташованих довкола центрального розподільчого передбункера. Дозатори цього типу призначені для використання в складних високопродуктивних лініях фасування і упаковки більшості сипких, крупношматкових і мілкоштучних продуктів. На рис. 1 показана умовна технологічна схема МГД найбільш поширеної конструкції.

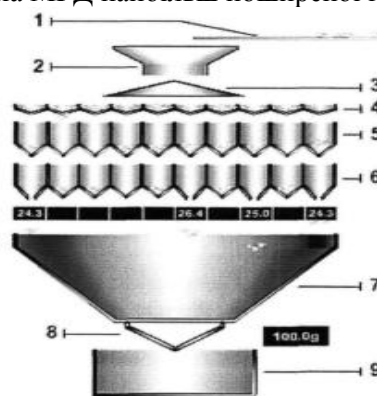


Рис. 1. Спрощена схема конструкції комбінаційного вагового дозатора.

- 1 – завантажувальний пристрій, 2 – передбункер, 3 – розподільник, 4 – віброживильники,
5 – кишені, 6 – комірки вагові, 7 – бункер, 8 – збірник,
9 – пакувальна машина (до конструкції дозатора не відноситься).

Основні параметри дозатора: дійсне відхилення дози m , задане значення дози M , дійсне значення дози N , кількість можливих комбінацій z , максимальна і мінімальна маса продукту в комірці m_1 і m_0 , задане відхилення дози T .

2. Алгоритми керування мультиголовочними дозаторами

В сучасних мультиголовочних дозаторах найбільшого застосування набули п'ять основних алгоритмів керування його роботою:

1. Алгоритм, в основі якого лежить вибір найточнішої дози.
2. Алгоритм, в основі якого лежить підбір комбінацій порцій з обов'язковим використанням комірок з мінімальною і максимальною масою продукту.
3. Алгоритм, основою якого є вибір комбінацій порцій, скидання яких наближує середню масу наповнення комірок, які залишилися, до заданого значення.
4. Алгоритм на основі вибору самої точної дози із всіх можливих комбінацій.
5. Алгоритм, основою якого є складання комбінацій доз з послідовною вибіркою комірок в порядку зменшення відхилення їх маси.

Розглянемо детальніше кожний з наведених вище алгоритмів.

2.1. Алгоритм, в основі якого лежить вибір найточнішої дози

Даний алгоритм найчастіше застосовується на практиці. Вибір дози здійснюється таким чином: серед всіх готових комірок вибирається p - комірок, сумарна маса яких максимально наближена до заданої. В даному випадку p - число порцій, з яких набирається доза, може бути жорстко задане, або ж вибиратися із заданого діапазону - в залежності від моделі дозатора. Даний алгоритм має один недолік. Під час роботи деякі комірки наповнюються масою продукту, що значно відрізняється від номінальної. Із-за значної відмінності в масі, дана комірка вже не може брати участь в складанні комбінацій, в результаті цього відбувається відсторонення даної комірки від роботи, тобто тимчасовому зменшенню загального числа комірок. Це у свою чергу приводить до зменшення числа комбінацій, що проходять в заданий коридор. Через якийсь час число подібних комірок збільшується, що призводить до виникнення тупикової ситуації і зупинці дозатора. Блок – схема даного алгоритму представлена на рис.2.

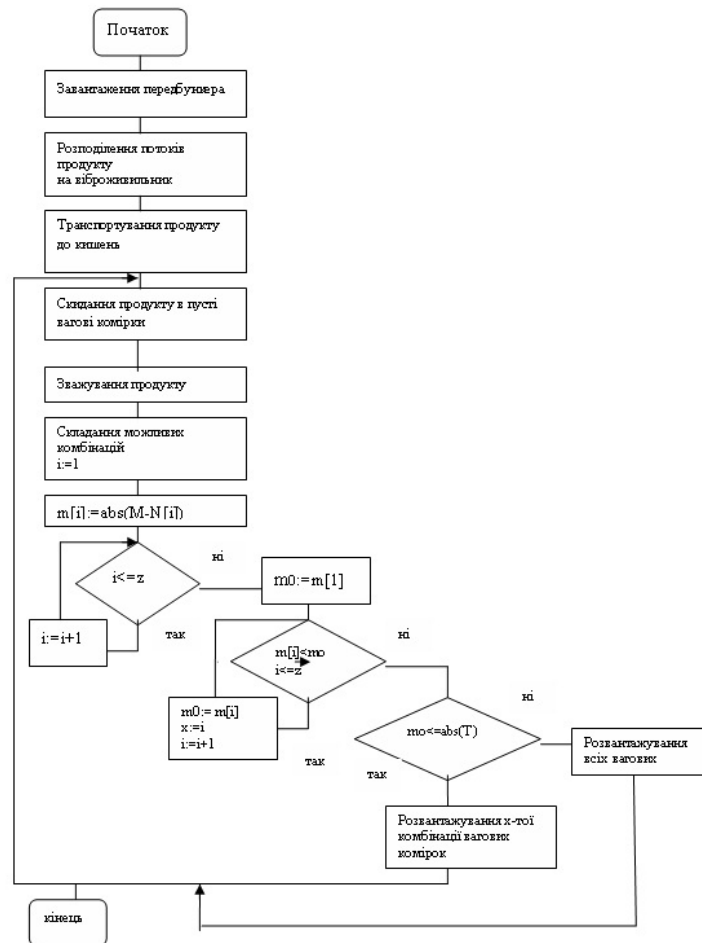


Рис. 2. Блок – схема алгоритму, в основі якого лежить вибір найточнішої дози.

2.2. Алгоритм, в основі якого лежить підбір комбінацій порцій з обов'язковим використанням комірок з мінімальною і максимальною масою продукту

Для того, щоб не виникало ситуацій подібних тим, що прослідковуються в першому алгоритмі керування, для вирівнювання розкиду маси продукту у комірках необхідно примусово використовувати комірки з найбільшою і найменшою масою при складанні комбінацій доз. Інші комірки підбираються з умови попадання підсумкової маси в заданий діапазон. Мінімальна можлива кількість порцій рівна трьом, але максимальної ефективності даного алгоритму можна досягти при числі порцій в дозі від 8 до 9. Застосовуючи велику кількість порцій в дозі, даний алгоритм роботи має перевагу перед алгоритмом з вибором найбільш точної дози, оскільки характеристики останнього погіршуються із збільшенням числа порцій в дозі. На рис.3. наведена блок – схема даного алгоритму.

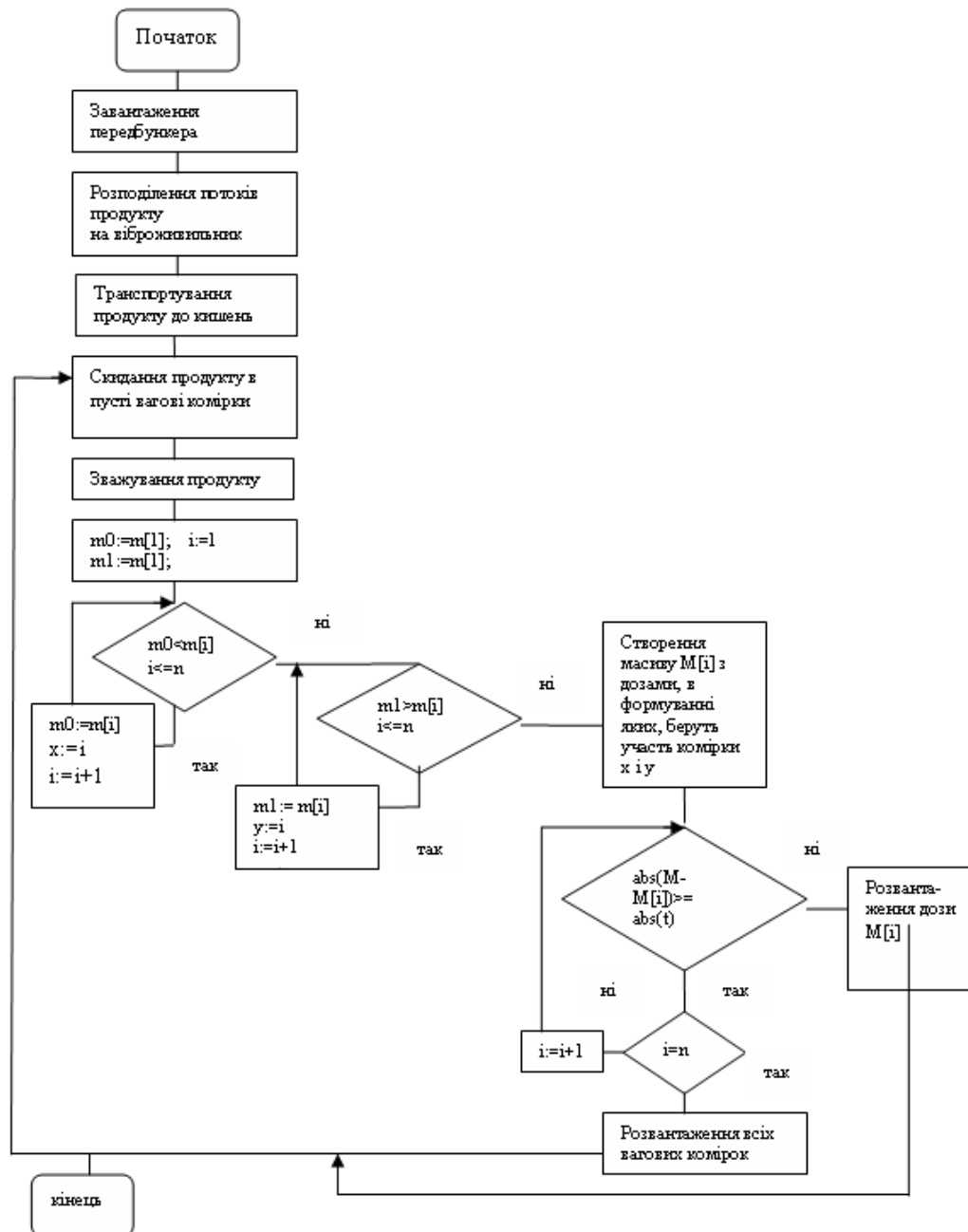


Рис.3 Блок – схема алгоритму, в основі якого лежить підбір комбінацій порцій з обов'язковим використанням комірок з мінімальною і максимальною масою продукту.

2.3. Алгоритм, основою якого є вибір комбінацій порцій, скидання яких наближує середню масу наповнення комірок, які залишилися, до заданого значення

Із всіх можливих комбінацій вибирається та, для якої відхилення середньої маси комірок, що не увійшли до комбінації, від заданої величини наповнення порції найбільш близьке до нуля. При застосуванні даного алгоритму керування збільшується дисперсія маси дози, але він забезпечує більш стабільну роботу МГД. На рис.4 зображено блок – схему даного алгоритму.

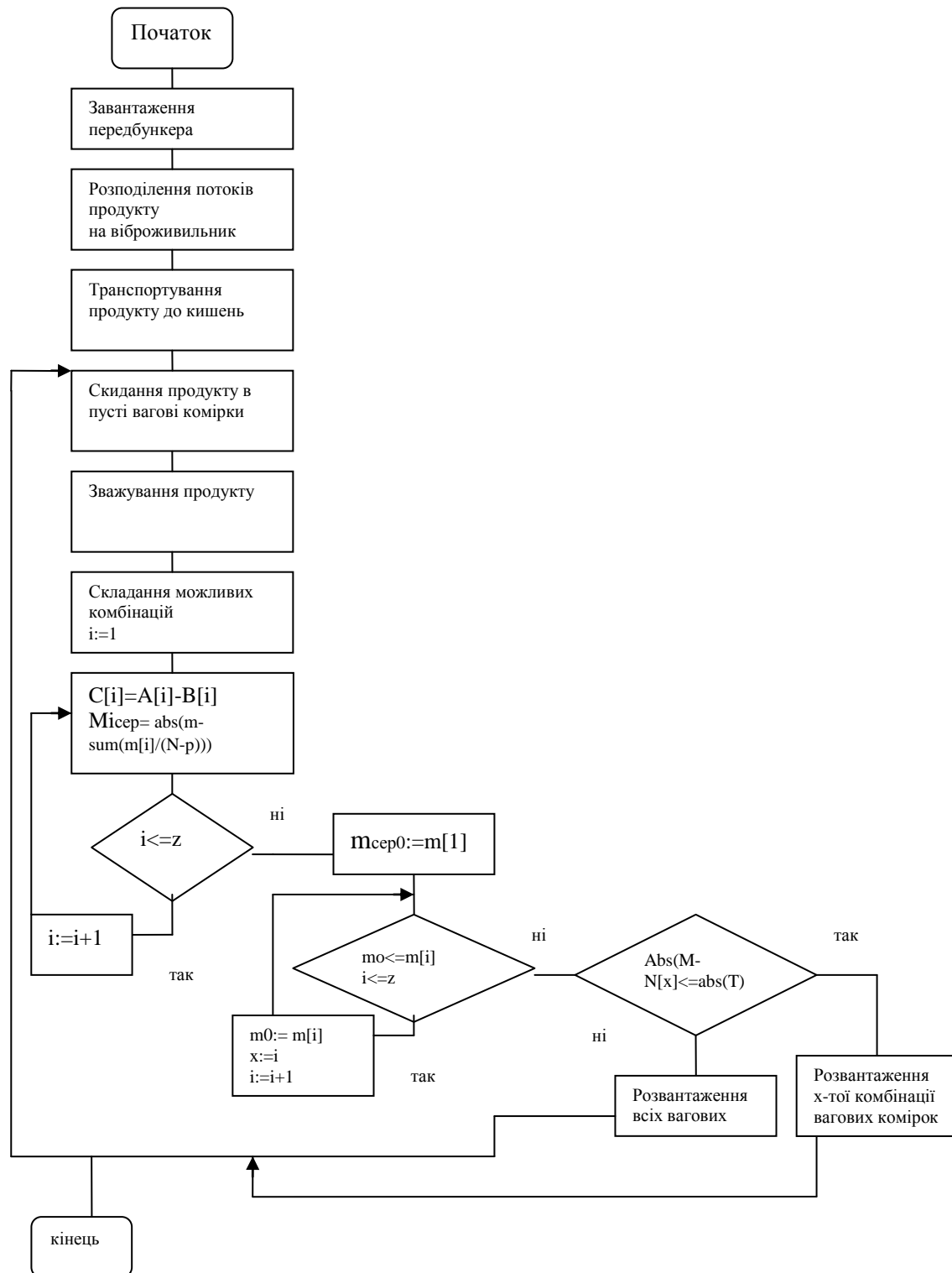


Рис. 4 Блок – схема алгоритму, основою якого є вибір комбінацій порцій, скидання яких наближує середню масу наповнення комірок, які залишилися, до заданого значення.

2.4. Алгоритм на основі вибору самої точної дози із всіх можливих комбінацій

Слід зазначити те, що на практиці даний варіант в чистому вигляді застосовується рідко, оскільки його розрахунок вимагає значних розрахункових ресурсів. Найчастіше здійснюється штучне обмеження числа порцій у складі дози (максимальне і мінімальне значення). Із-за цього обмеження даний алгоритм дещо втрачає в ефективності роботи. В четвертого алгоритму існує значна перевага в порівнянні з попередніми розглянутими - це можливість складання комбінацій доз з числа порцій, відмінного від заданого p . Це дозволяє періодично позбавлятися від продукту у комірках із значним відхиленням маси від середньої величини. Проте залишається недолік, властивий першому алгоритму керування МГД, це відсутність контролю за середньою масою продукту у комірках, також, при малих значеннях середнього квадратичного відхилення маси продукту у комірках, комбінації дози складаються з постійної кількості порцій, і робота даного алгоритму стає практично ідентичною першому. Відповідно, в цьому діапазоні залишаються ті ж характеристики керуючого алгоритму і залишається проблема виникнення тупикових ситуацій. При деякому збільшенні середнього квадратичного відхилення кількість тупикових ситуацій зменшується. Це пов'язано з підбором доз з більш широкого діапазону числа порцій. На рис.5. зображено блок – схему даного алгоритму.

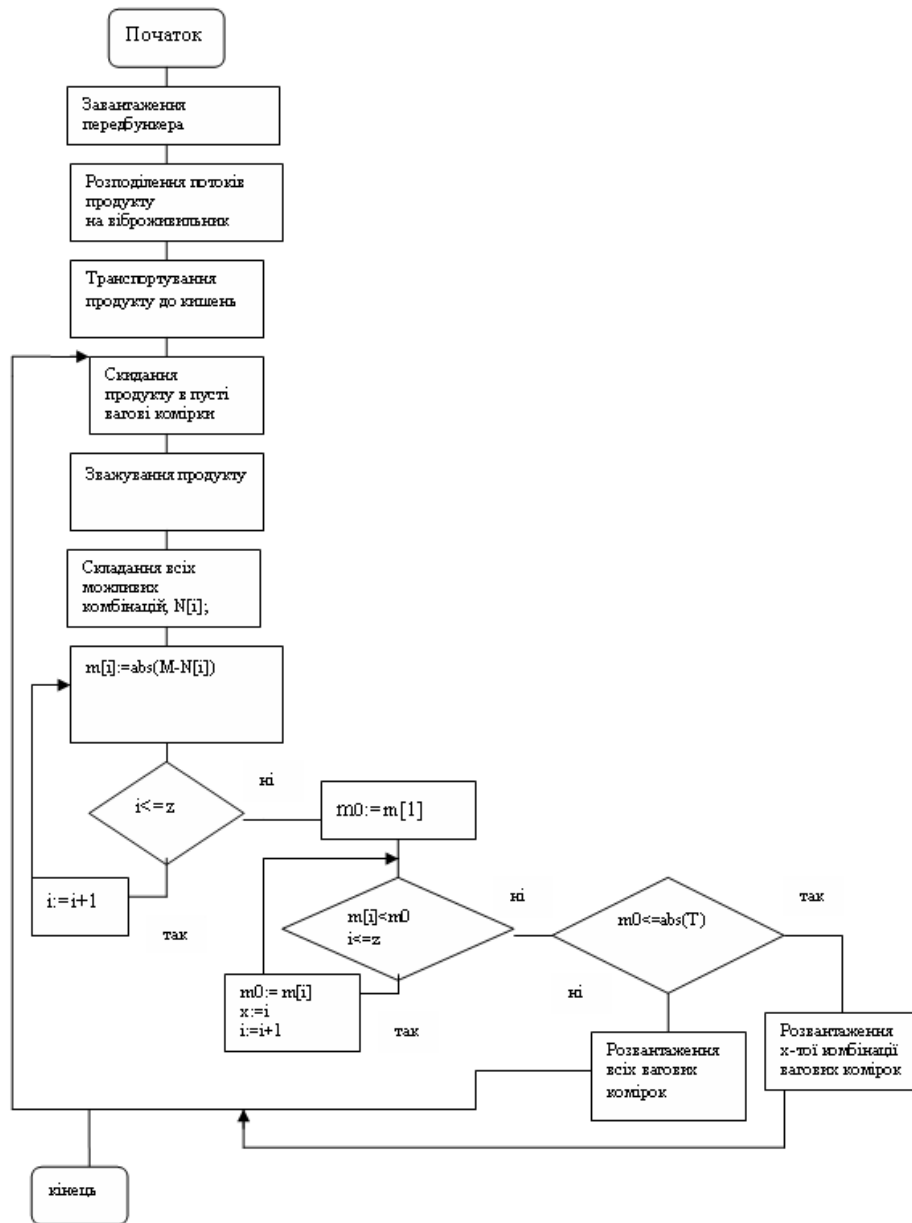


Рис. 5. Блок – схема алгоритму на основі вибору самої точної дози із всіх можливих комбінацій.

2.5. Алгоритм, основою якого є складання комбінацій доз з послідовною вибіркою комірок в порядку зменшення відхилення їх маси

Цей алгоритм заснований на виконанні наступних нормативних вимог і стандартів до кількості фасованого товару в упаковці:

- середня маса партії упаковок не має бути нижче за номінальне значення;
- маса упаковки не повинна виходити за межі вказані в нормативному документі.

Цей алгоритм реалізує стабільну роботу МГД за рахунок забезпечення наступних вимог, отриманих в результаті аналізу роботи попередніх алгоритмів керування:

- контроль за середньою масою продукту у вагових комірках;
- складання комбінацій доз з використанням порцій продукту, що мають найбільше відхилення від середньої величини;
- складання комбінацій доз з різного числа порцій.

Даний алгоритм забезпечує підбір дози з порцій продукту, що мають найбільше відхилення від середнього значення. При цьому кількість порцій у складі дози може мінятися для примусового скидання комірок з максимальним відхиленням. Комбінування порцій в дозі даним способом приводить до примусового скидання комірок з «найнебезпечнішими» відхиленнями маси для вирівнювання середньої маси продукту в комірках, що забезпечує стабільну роботу мультиголовочного дозатора. На рис.6. представлено блок – схему даного алгоритму.

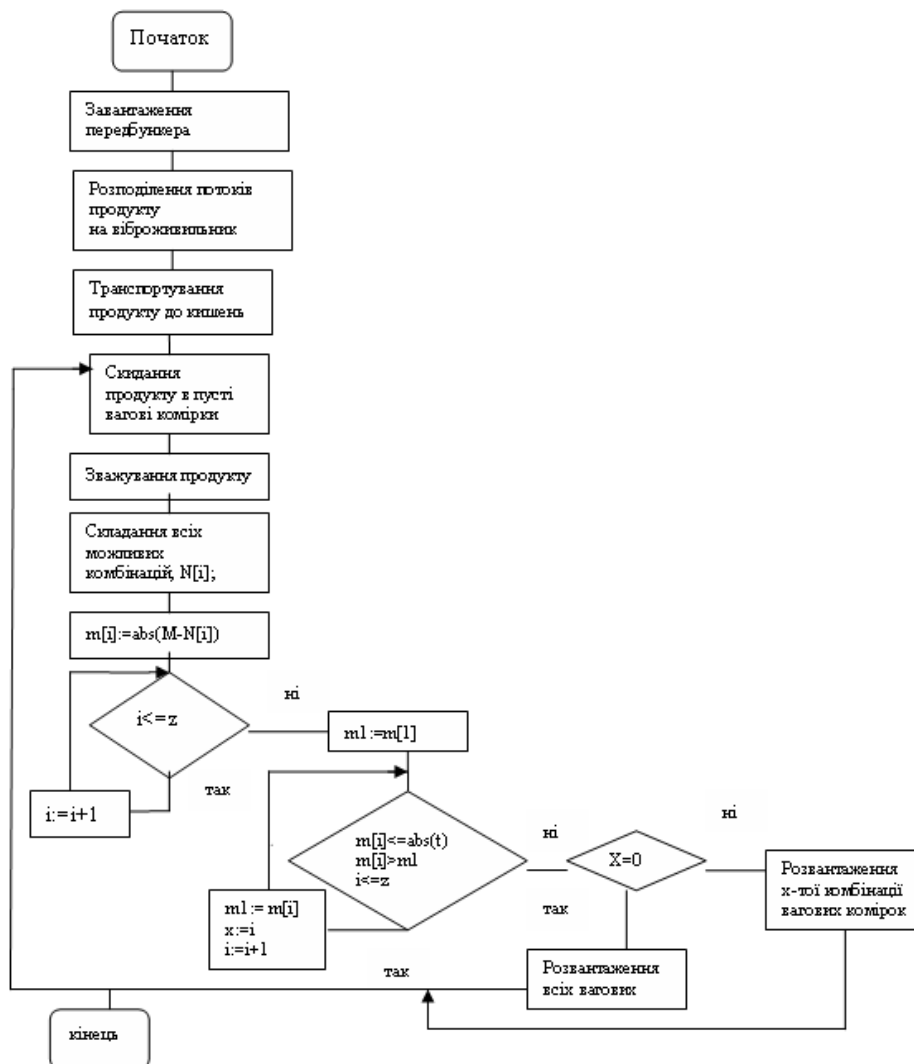


Рис. 6. Блок – схема алгоритму, основою якого є складання комбінацій доз з послідовною вибіркою комірок в порядку зменшення відхилення їх маси.

3. Порівняльний аналіз алгоритмів керування мультиголовочних дозаторів
 Результати аналізу типових алгоритмів роботи МГД зведені в порівняльну таблицю 1.

Таблиця 1

Результати аналізу алгоритмів

№ алгоритму	Ймовірність тупикової ситуації	Точність дози	Дисперсія середньої маси по комірках
1	велика	велика	велика
2	середня	середня	середня
3	середня	мала	мала
4	середня	велика	велика
5	незначна	мала	мала

Отже, провівши аналіз алгоритмів керування мультиголовочними дозаторами, з упевненістю можна сказати, що зробивши синтез алгоритмів керування і застосувавши тільки позитивні їх сторони можна отримати алгоритм керування, який збільшить надійність МГД і зменшить час його простоювання, яке виникає при виникненні тупикових ситуацій. Однак, ця проблема до кінця не вирішена.

Також, слід зазначити, що подальше підвищення надійності даного дозатора можна здійснити створивши алгоритм його керування на основі застосування методів резервування.

1. Аверьянов А.А., Дьяченко В.Ю., Клюкин В.Ю. Разработка программного пакета для исследования процесса функционирования мультидозатора. / XXXI Неделя науки СПбГПУ 4.Ш. Материалы межвузовской конференции. -СПб.:Изд-во СПбГПУ, 2003. -С. 3-4.
2. Смирнов К.А. .Разработка алгоритмов управления мехатронными: Дис. ... канд. техн.наук : СПб.РГБ, 2006.
3. Овчаренко А. І. Класифікація алгоритмів прийняття рішень в комбінаційних дозаторах./ Упаковка, №1, 2008.