

УДК 621.313

Гавва О.М., д.т.н., професор

Кривопляс – Володіна Л.О., к.т.н., доцент

Волчко А.І., к.т.н., доцент

Національний університет харчових технологій(НУХТ), м. Київ, Україна

## АНАЛІЗ ВІБРАЦІЙНО-ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ МАШИН ДЛЯ ПАКУВАННЯ ДРІБНО-ШТУЧНИХ ВИРОБІВ ТА ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЇХ КОМПОЗИЦІЙНИХ РІШЕНЬ

**Вступ.** Автоматизація завантажувальних операцій дрібно-штучної продукції під час роботи пакувальних машин є однією із найбільш складних і актуальних задач з автоматизації технологічних процесів пакування. Складність процесу автоматизації обумовлюється фізико-механічними і реологічними характеристиками продукції, а також забезпеченням спеціальної конструкції завантажувальних систем, які дозволяють попередньо покроково розділити потік продукції перед подачею в упаковку (лунки блістера). Вібруючі завантажувальні пристрої (ВЗП) відрізняються простотою конструкції, універсальністю, надійністю і економічністю. В цих пристроях переміщення дрібно – штучної продукції забезпечується коливаннями бункера або лотка за певним законом, а орієнтування - застосуванням спеціальних контактних і безконтактних методів та засобів. Вібруючі дозволяють виділяти дрібно – штучну продукцію з бункера без захватних органів; зменшує сили тертя між продуктом і поверхнями завантажувального пристрою, що сприяє розвороту і руху їх у бункері; запобігає ушкодженню поверхні і у ряді випадків є єдиною можливістю автоматизації завантаження; виключає утворення стійких зведень і заторів у бункерах. Це підвищує маневреність і універсальність завантажувальних пристроїв і дозволяє одним і тим же видом вібруючо – інерційного пристрою подавати дрібно – штучний продукт у правильно зорієнтованому напрямку на подальші операції оброблення і пакування. За принципом виконання орієнтації усі існуючі способи поділяються на пасивні і активні. Пасивний спосіб орієнтації полягає в тому, що при неправильному розташуванні продукту видаляється із загального потоку (наприклад, назад у бункер). На позицію захоплення поступають тільки правильно орієнтований дрібно – штучний продукт. При активному способі орієнтація продукції здійснюється примусово.

**Основна частина.** За характером дії робочих органів на продукт, розрізняють контактний і безконтактний методи орієнтації. Контактний метод полягає в тому, що дрібно – штучному продукту необхідне положення надається шляхом безпосередньої дії орієнтуючого органа. Безконтактний метод орієнтації передбачає безпосередньо відсутність дії на дрібно – штучний орієнтуючого органа (гравітаційним і електромагнітним силовими полями, пневматичними і гідравлічними силами). Орієнтація дрібно – штучної продукції в автоматизованому технологічному процесі може поділятися на різні етапи [3] :

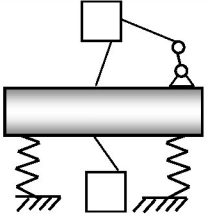
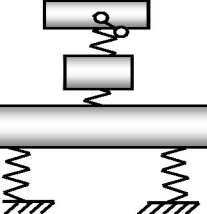
- орієнтація безпосередньо в завантажувальному пристрої;
- орієнтація на вихідній для захоплення позиції;
- орієнтація в процесі міжопераційного транспонування;
- орієнтація в процесі захоплення робочим органом;
- орієнтація при переміщенні продукту робочим органом;
- орієнтація продукту на позиції його оброблення.

Конструктивні рішення пакувальних машин, що містять бункер – живильник і лотки з вібросистемами дозволяють використовувати різні типи приводів, що забезпечує великий діапазон зміни динаміки характерних технологічних процесів [2].

Підсумкова характеристика вібруючо – інерційних систем у вигляді класифікації наведена в таблиці.

Таблиця - Класифікація вібраційно – інерційних систем

Тип машини	Тип привода(режим роботи)	Схема	Зрівноваженість	Коефіцієнт зусилля	Стабільність
1	2	3	4	5	6
Одномасові	Кривошипно – шатунний з жорстким шатуном (над резонансні)		--	-	++
			-	-	+
	Дебалансний (над резонансні)		+	-	+
	Електромагнітний (резонансний)		--	+	--
Двохмасові	Кривошипно – шатунний (резонансний)		+	+	-
			-	+	+
	Дебалансний (резонансний)		+	+	--
	Електромагнітний (резонансний)		++	+	--

1	2	3	4	5	6
Трьохмасові	Кривошипно – шатунний (резонансний)		+	+	-
	Дебалансний (міжрезонансний)		+	+	+
	Електромагнітний (міжрезонансний)		++	+	+

В ході аналізу існуючих конструкцій одномасових машин, були проведені дослідження ВЗП з дебалансним електричним і пневматичним приводом.

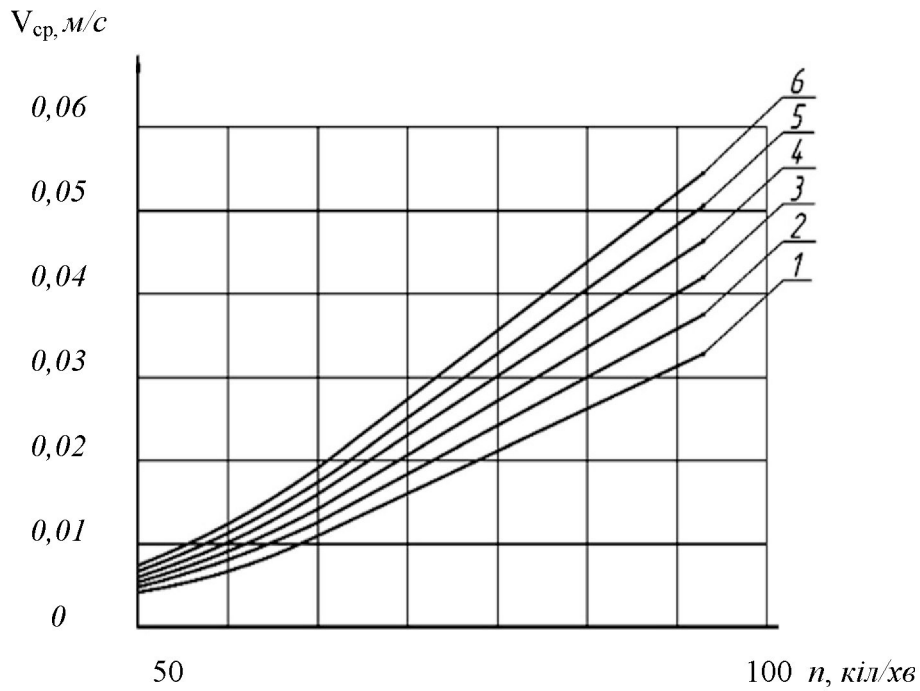
Підсумок результатів теоретичного дослідження показує, що на величину середньої швидкості вібропереміщення одиниці продукції істотний вплив мають кінематичні і динамічні параметри. Вплив таких параметрів як амплітуда коливань опорної поверхні  $A$  і число коливань опорної поверхні за хвилину  $n$  представляє великий інтерес, оскільки в умовах виробництва вони є найбільш зручними для керування.

Залежності середньої  $V_{cp}$  швидкості переміщення продукту від  $n$ , зображені на рис.1, ці залежності отримані для  $A = 10$  мм,  $n = 100$  кол/хв.

Залежності середньої  $V_{cp}$  швидкості переміщення продукту від  $A$  для різних значень кута  $\beta$  нахилу коливань опорної поверхні наведені на рис. 2. Зміна  $n$  від 50 до 100 кол/хв призводить до збільшення  $V_{cp}$  в середньому в 7,3 рази. Зміна кута  $\beta$  на 1 градус для усіх розглянутих поєднань призводить до зміни  $V_{cp}$  в середньому в 1,11 разів. Вплив зміни  $n$  при цьому незначний.

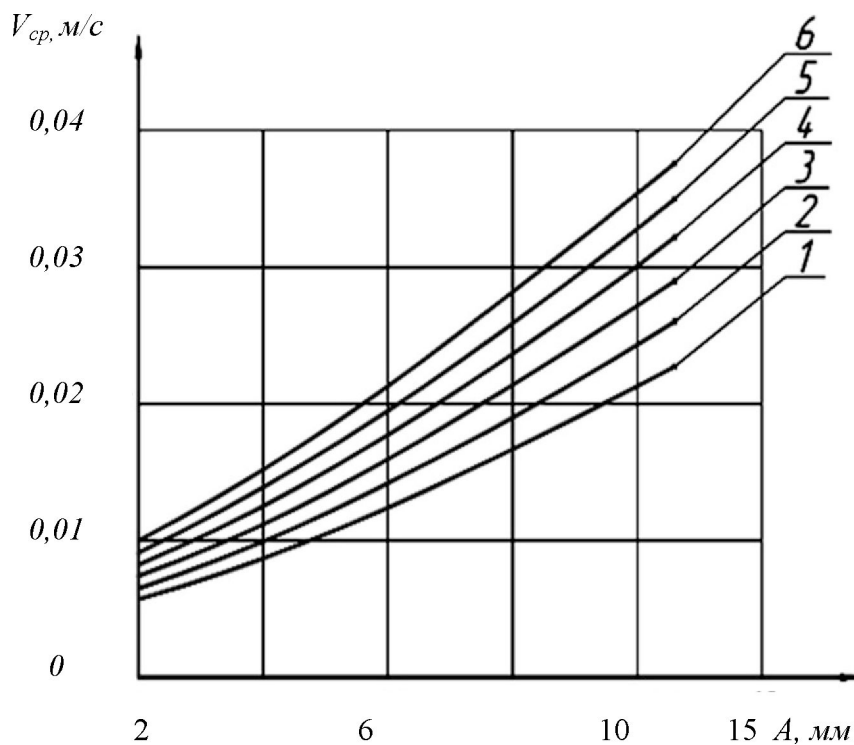
На рис. 3 наведені залежності середньої  $V_{cp}$  швидкості від  $A$  для різних значень кута встановлення пластин на опорній поверхні. Зміна  $A$  від 3 до 10 мм призводить до збільшення  $V_{cp}$  в середньому в 3,7 разу. Зміна  $\alpha$  на 1 градус для найбільшого з досліджених значень  $A = 10$  мм призводить до зміни  $V_{cp}$  в середньому в 1,05 разу. Це співвідношення збільшується зі зменшенням  $A$  і для значення  $A = 10$  мм складає - 1,08 разів.

Із залежностей видно, що зменшення кута  $\gamma$  наближає залежність середньої швидкості до лінійної. Зі збільшенням  $\gamma$  відбувається зменшення середньої  $V_{cp}$  швидкості. Так, збільшення кута  $\gamma$  на 1 градус призводить до зменшення  $V_{cp}$  в середньому на 0,0055 м/с або 5,5 мм/с.



**Рисунок 1 - Залежність середньої  $V_{cp}$  швидкості переміщення продукції від числа коливань опорної поверхні  $n$  в хвилину для різних значень кута нахилу опорної поверхні  $\alpha$  і кута розміщення напрямної  $\gamma = 8^\circ$ :**

- 1)  $\alpha = 10^\circ$ ;    2)  $\alpha = 15^\circ$ ;    3)  $\alpha = 20^\circ$ ;  
 4)  $\alpha = 25^\circ$ ;    5)  $\alpha = 30^\circ$ ;    6)  $\alpha = 35^\circ$



**Рисунок 2 – Залежність середньої  $V_{cp}$  швидкості переміщення продукції від амплітуди  $A$  коливань для різних значень кута  $\beta$  – дії збурюючої сили відносно горизонталі, при  $\alpha = 40^\circ$ ,  $\gamma = 8^\circ$ :**

- 1)  $\beta = 4^\circ$ ;    2)  $\beta = 5^\circ$ ;    3)  $\beta = 6^\circ$ ;  
 4)  $\beta = 7^\circ$ ;    5)  $\beta = 8^\circ$ ;    6)  $\beta = 9^\circ$

$V_{cp}$ ,  
м/с

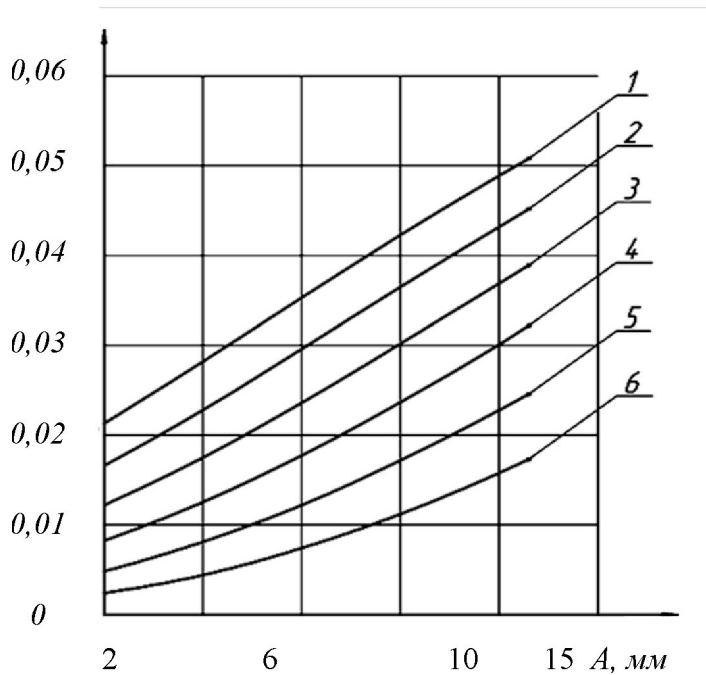


Рисунок 3– Залежність середньої  $V_{cp}$  швидкості від амплітуди  $A$  коливань для різних значень кута  $\gamma$  встановлення пластин на опорній поверхні до горизонталі при  $\alpha = 40^\circ$ ,  $\beta = 7^\circ$ :

- 1)  $\gamma = 42^\circ$ ; 2)  $\gamma = 43^\circ$ ; 3)  $\gamma = 44^\circ$ ;  
4)  $\gamma = 45^\circ$ ; 5)  $\gamma = 46^\circ$ ; 6)  $\gamma = 47^\circ$

вібраційно – інерційного завантажувального лотка, що надасть змогу підвищити продуктивність при умові збереження цілісності продукту.

#### Література

1. Заплетніков І.Н., Фалько Л.Г., Фалько О.Л. Визначення оптимального кута коливань деки віброадгезійного сепаратора. Тези допов. на наук.- паркт. конф. «Стан і проблеми розвитку торгівлі і харчування в Україні». Харківська держ. акад. технол. та організ. харч. - Харків. 1997, с. 39-40.
2. Allgaier Process Technology (Опто-електронная и рентгеновская система сортировки в вибромашинах) - [www.allgaier.de](http://www.allgaier.de).
3. Прейс, В.В., Усенко, Н.А., Давыдова, Е.В. Автоматические загрузочно-ориентирующие устройства. Ч. 1. Механические бункерные загрузочные устройства. - Тула, Изд-во ТулГУ, 2006. – 125 с.
4. Антипов, С. Т. Системное развитие техники пищевых технологий / С. Т. Антипов, В. А. Панфилов, О. А. Ураков [и др.] ; под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. — М. : КолосС, 2010. — 762 с.

З отриманих залежностей видно, що найбільший вплив на зміну величини середньої  $V_{cp}$  швидкості робить зміна кута  $\gamma$  установки пластин на опорній поверхні, а найменше - зменшення кута  $\alpha$  нахилу опорної поверхні до горизонту[1,4].

**Висновок.** Під час проведення аналізу існуючих конструкцій вібраційно – інерційно завантажувальних пристроїв у пакувальних машинах, зроблені висновки про необхідність розгляду питань пов'язаних із визначення раціональних параметрів коливань механічної системи на початковій стадії проектування машини. Від характеру коливань залежить технічний ефект роботи машини. Зокрема, вібраційний вплив на дрібно – штучну продукцію залежно від характеру дії, може призвести до руйнування зовнішньої поверхні продукту, тому потрібно встановити раціональні параметри роботи