

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису
УДК 621.9.048.6.04/088.8/

ПАЛАМАРЧУК ІГОР ПАВЛОВИЧ

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ МЕХАНІЧНИХ ПРИВОДІВ ТА
ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ КОНВЕЙЕРНОЇ ВІВРА-
ЦІЙНОЇ МАШИНИ

Спеціальність 05.02.03 "Системи приводів"

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук

Вінниця - 1995

Дисертація в рукописом.

ДВ 32,525

Робота виконана у Вінницькому державному сільськогосподарському інституті.

Науковий керівник - кандидат технічних наук, доцент
Верник Павло Степанович

Офіційні опоненти - доктор технічних наук, професор
Пномарчук Анатолій Федосійович;
- кандидат технічних наук, доцент
Костогриз Сергій Григорович

Провідна організація - Вінницький інструментальний завод

Захист дисертації відбудеться "16" 06 1995 р.
о "10" год. на засіданні спеціалізованої вченої ради
К Ю.01.02 при Вінницькому державному технічному університеті
за адресою: 286021 м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, ВДТУ.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Вінницького
державного технічного університета за вказаною адресою.

Автореферат розісланий "15" 05 1995 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради,
кандидат технічних наук



Дерибо О.В.

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00779102 (Q)

ЛННБ і. В. Стефаніка
Н України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Використання вібротехнології в сучасному виробництві обумовлюється потребами підвищення інтенсивності, поліпшенням якісних показників, а в деяких випадках і можливістю реалізації технологічних процесів. Застосування при цьому поточного методу виробництва дозволяє поліпшити всі показники роботи, реалізувати пропорційність, динамічність і спрямованість. Завдяки вузькій спеціалізації процесу з'являються можливості для більш повного використання технологічного обладнання. Відомі вібраційні конвейєри, в більшості, використовуються для переміщення вантажів у різних напрямках та іноді виконують технологічну обробку вантажів: сушку, класифікацію, обезвожування, гранулювання і т.п. Механічна обробка продукції, особливо в декілька стадій, вимагає значного ускладнення конструкції і викликає труднощі при здійсненні окремих стадій процесу.

При створенні раціональної конструкції конвейєрної вібраційної машини /КЕМ/ для об'ємної обробки та приводу для її реалізації у роботі розглядаються механічні способи збудження коливань. При цьому існуючі механічні віброприводи відрізняються недостатньою надійністю через відсутність ефективною системи поглинання інерційних навантажень та вимагають порівняно великих енерговитрат внаслідок наявності значних коливальних мас.

Таким чином, актуальність дисертаційної роботи обґрунтовується необхідністю: перевірки працездатності схеми КЕМ для об'ємної обробки, дослідження динаміки механічних приводів з різним способом віброзбудження з метою вибору оптимального варіанту, розробки інженерної методики розрахунку основних параметрів КЕМ.

Мета роботи полягає в розробці конструкції та оцінці можливих областей використання КЕМ, дослідженні динаміки машини і отриманні амплітудно-силових характеристик /АСХ/, необхідних для вибору оптимального механічного приводу і створення методики інженерного розрахунку машин подібного типу.

Загачі досліджень:

- вибір принципової схеми вібраційної машини /ВМ/ для обробки деталей, що легко пошкоджуються, приводу для її реалізації при можливості забезпечення автоматизації процесу і порівняльної простоти конструктивного виконання;
- створення експериментальної моделі ВМ для реалізації одної та багатостадійної обробки і практичне опробування її при здійснен-

ні таких процесів, як віброзміцнення лезвійного металооброблявального інструменту, очистки деталей двигунів від нагару, миття плодовоовочевої продукції;

- дослідження динаміки вібросистеми, що розглядається, та вибір раціональної схеми механічного віброзбуджувача;

- розробка методики інженерного розрахунку КЕМ.

Наукова новизна роботи. Розроблена схема КЕМ для багатостадійної обробки, що при раціональній конструкції забезпечує можливість автоматизації процесу. Розроблена схема механічного комбінованого приводу /КП/, що поєднує кінематичне віброзбудження з наявністю пружної системи та протизаг для врівноваження стаціонарних мас. Запропоновано ряд схем відомих ВМ із застосуванням подібного приводу.

Проведено дослідження динаміки КЕМ з різними способами механічного віброзбудження, отримані АСХ, необхідні для вибору оптимального віброприводу. Розроблена методика інженерного розрахунку КЕМ. Досліджені поведінка робочого середовища в залежності від швидкості і напрямку переміщення еластичної стрічки; вплив типу наповнювача на зміну АСХ КЕМ; визначено баланс потужності розглянутої системи, що дозволяють вдосконалити існуючу методику проектування ВМ.

Практична цінність. Створена експериментально-промислова модель КЕМ для одно- і двостадійної обробки легкопошкоджуваних деталей. Створена експериментальна модуль механічного КП, що дозволяє заощадити енерговитрати за рахунок зменшення коливальних мас та розвантажити опорні вузли привідного вала внаслідок використання системи врівноваження інерційних зусиль.

На основі дослідження технологічних можливостей КЕМ розроблено ряд практичних рекомендацій щодо реалізації на розглянутій ВМ процесів віброзміцнення тристоронніх дискових фрез /економічний ефект від впровадження процесу у виробництво складає 17,6 млн. карб. на 1000 деталей за цінами на вересень 1994 р./, очистки поршнів та клапанів двигунів внутрішнього згорання від нагару, миття коренеклубнеплодів.

Апробація роботи. Основні положення дисертації і результати досліджень були розглянуті у доповідях на науково-технічних конференціях у Вінниці /1992-1993/, Воронежі /1993/. У повному обсязі дисертаційна робота заслуговувалася на 2-й міжнародній науково-технічній конференції "Використання коливань у технологіях. Розра-

хунок і проектування машин для реалізації технологій" /Вінниця, 1994/, розширеному засіданні кафебри ЕМТП і ІМ ВДСГІ /Вінниця, 1994/, засіданні кафедр теоретичної механіки і ТАП ДУ" Львівська політехніка" /Львів, 1995/, засіданні кафебри МВ та ОАВ ВДТУ /Вінниця, 1995/.

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковані 12 друкованих робіт.

Автор висловлює подяку к.ф.-м.н. доц. Величко Л.Д. за консультації по деяких розділах роботи.

Обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, 5 глав, заключення, списку літератури із 119 найменувань, 6 додатків, викладена на 140 стор. основного тексту з 59 малюнками та 19 таблицями.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

І. "Обґрунтування принципової схеми досліджуваної конвейерної вібромашини і вибір механічного приводу для її реалізації".

При виборі схеми ВМ та віброприводу для реалізації конвейерної вібротехнології проаналізовані роботи відомих вчених та їх шкіл: А.П. Бабічева, І.Ф. Гончаревича, В.О. Повігайло, В.М. Потураєва, М.Б. Шаїнського, Л.І. Сердюка, Г.В. Серги, П.Д. Денісова, П.С. Берника та інших і була запропонована конструкція, що містить елементи стрічкового конвейера і механічного віброзбуджувача як найбільш простого в конструктивному виконанні і обслуговуванні. Аналіз відомих подібних конструкцій показав, що саме наявність транспортуючого гнучкого елемента ускладнює конструкцію машини, утруднює її обслуговування і регулювання, а при реалізації багато-стадійної обробки має місце відносно висока пошкоджуваність виробів, ускладнення конструктивного виконання машини, труднощі здійснення окремих стадій процесу, зокрема вилучення деталей із маси технологічного завантаження.

Досліджувана ВМ включає три основних вузли /рис. 1/: раму зі стандартних металоконструкцій, механічний віброзбуджувач і направляючу частину. Вібропривід становлять електродвигун, платформа 3, контейнер, що складається з двох бокових дисків 11, з'єднаних втулкою, всередині якої розміщений привідний вал 9. Платформа опирається на раму завдяки пружним елементам. Направляючу частину складає нескінченна еластична стрічка 1 і система опорних котків, один з яких має незалежний привід, два інші /5, 6/ зв'язані з пружною підвіскою 2, а решта жорстко закріплена в рамі. Робоча ка-

мера створюється поверхнями бокових дисків, втулки і стрічки. Таким чином, стрічка БМ виконує три функції:

- є місцем для кріплення деталей;
- служить направляючою для потоку виробів;
- створює днище робочої камери.

При реалізації схеми КЕМ для багатостаційної обробки /рис.1/ установка містить загальну направляючу частину і ряд незалежних віброприводів. Подібне конструктивне рішення дозволяє створити єдину конвеєрну лінію з можливістю варіації режимів обробки і типів робочого наповнювача. На відміну від її прототипу і аналогів завдяки наявності приводу стрічки і особливостей конструкції вібробуджувача створюються умови для автоматизованого процесу обробки легкопошкоджуваних деталей; конструкція пружних опорних вузлів обумовлює регулювання натягу стрічки; використання спроектованих вивантажуючих пристроїв забезпечує можливість обробки деталей "насіпом".

2. Методика проведення експериментів та обробка отриманих даних.

На основі вибраної схеми була створена експериментальна модель КЕМ для одно- і двостадійної обробки з можливістю реалізації трьох досліджуваних варіантів механічних віброприводів. Метою експериментального дослідження було визначити основні амплітудно-силові характеристики розглянутої вібросистеми для вибору раціональної схеми вібробуджувача; оцінити робочі параметри і дати практичні рекомендації щодо технологічних процесів по віброзміцненню лезвійного інструменту, очистки деталей двигунів від нагару, миття плодоовочевої продукції, здійснених за допомогою КЕМ.

При визначенні робочих параметрів КЕМ було створено два незалежних пульти керування для секцій вібробуджувачів і стрічкопротяжного механізму, які дозволяють повільно змінювати оберти привідних валів вібраторів та ведучого котка машини, вимірювати активну потужність, силу струму та напругу електромережі установки. Застосований в роботі метод сумісних точок дозволяє також спостерігати зміну траєкторії коливань та вимірювати амплітуду коливань елементів вібробуджувачів. Враховуючи особливості КЕМ та досвід подібних процесів, в роботі була розроблена методика експериментальних досліджень по використанню машин в процесах віброзміцнення тристоронніх дискових фрез, очистки від нагару поршнів і клапанів, миття партій картоплі, буряка і моркви. При цьому

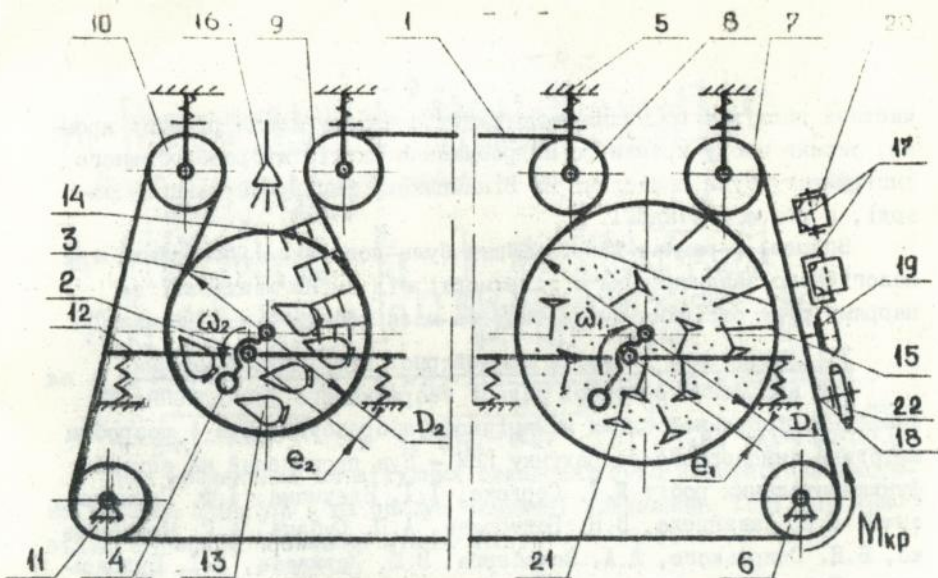


Рис. 1. СХЕМА КОНВЕЙЕРНОЇ ВІБРОМАШИНИ ДЛЯ ОДНО-
ТЯ БЛАГОУСТАДНОЇ ОБРОБКИ.

1-стрічка; 2-привідний ексцентрикний вал; 3-боковий виск; 4-протирага; 5-пружна підвіска; 6-ведучий коток; 7,8,9,10,11-впорні котки; 12-платформа; продукція (вироби): Буряк 13, фреза 22, поршень 20, клапан 21; 14,15-вбивантажуючі пристрої; 16-розпилювач води; кріплення: механічні 17,18, магнітні 19.

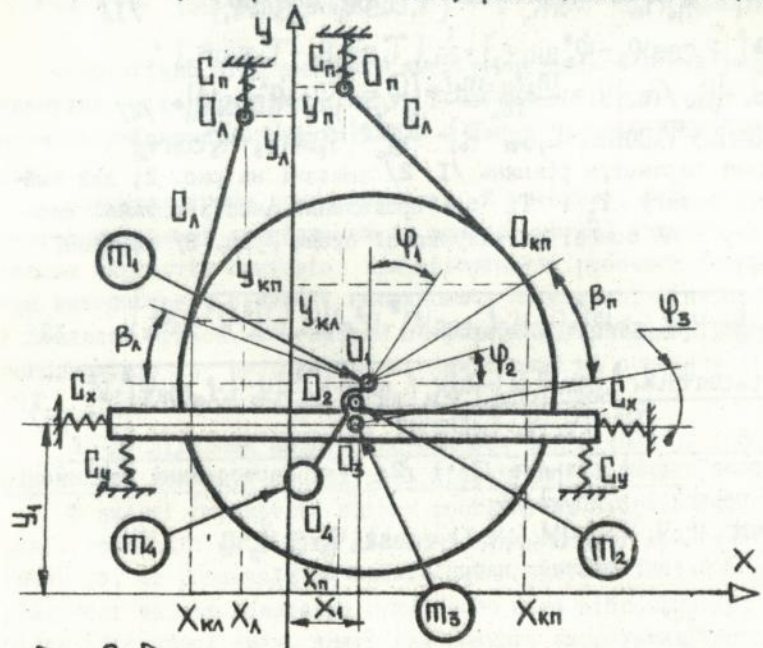


Рис. 2. Розрахункова схема комбінованого віброприводу.

частина дослідів по визначенню радіуса заокруглення ріжучої кромки, ширини зносу кромки по випробуванню партій віброобробленого інструменту були проведені на Вінницькому інструментальному заводі, а решта - в ВДСГІ.

Вперше, в рамках даної роботи були досліджені поведінка технологічного завантаження в залежності від зміни швидкості та напрямку руху стрічки, зміни типу та маси робочого наповнювача.

3. Дослідження динаміки конвейерної вібраційної машини.

При вирішенні основної задачі теоретичного дослідження - вибору раціональної схеми механічного вібробуджувача і розробки методики інженерного розрахунку КЕМ - був проведений на основі фундаментальних робіт Л.І. Сердюка, І.І. Влехмана, І.Ф. Гончаревича, Е.Е. Лавандела, В.Н. Пютураєва, А.П. Субача, А.Г. Червоненко, В.Я. Опирського, Л.А. Вайсберга, В.Ш. Холжаєва, І.І. Биховського, Р.Д. Іскович-Лотоцького та інших, аналіз динаміки розглянутих вібросистем. Для кожної системи були знайдені кінематичні, силові та енергетичні параметри, складені диференціальні рівняння руху КЕМ. Так, для комбінованого вібробуджувача рівняння, що описують рух привільного вала, мають вигляд:

$$X_1 + \alpha_x \dot{X}_1 + \frac{C_x}{m_0} X_1 = \frac{m_2 l_{12} - m_4 l_{14}}{m_0} [\ddot{\varphi}_1 \cos \varphi_1 - \dot{\varphi}_1^2 \sin \varphi_1] - \frac{m_3 l_{13}}{m_0} [\ddot{\varphi}_3 \cos \varphi_3 - \dot{\varphi}_3^2 \sin \varphi_3] + \frac{1}{m_0} [T_\lambda \sin \beta_\lambda - T_n \sin \beta_n] ; \quad /1/$$

$$Y_1 + \alpha_y \dot{Y}_1 + [C_y / m_0] Y_1 = \frac{m_2 l_{12} - m_4 l_{14}}{m_0} [\ddot{\varphi}_1 \sin \varphi_1 + \dot{\varphi}_1^2 \cos \varphi_1] + \frac{1}{m_0} [T_\lambda \cos \beta_\lambda + T_n \cos \beta_n + C_y \delta_{ст} - P_0] - \frac{m_3 l_{13}}{m_0} [\ddot{\varphi}_3 \sin \varphi_3 + \dot{\varphi}_3^2 \cos \varphi_3] \quad /2/$$

Основні параметри рівнянь /1, 2/ вказані на рис. 2; для визначення сил натягу T_λ і T_n був проведений аналіз пружної системи приводу і на основі розрахункової схеми /рис. 3/ виведені залежності:

$$T_\lambda = \frac{C_\lambda C_n}{C_\lambda + C_n} \sqrt{[X_\lambda - X_1 + l_{12} \sin \varphi_1]^2 + [Y_\lambda - Y_1 - l_{12} \cos \varphi_1]^2 - R^2 - \sqrt{X_\lambda^2 + Y_\lambda^2 - R^2} + R \varphi_2} \quad /3/$$

$$\operatorname{tg} \beta_\lambda = \frac{[Y_\lambda - Y_1 - l_{12} \cos \varphi_1](X_\lambda - l_{12} \sin \varphi_1 - X_1) - R \sqrt{[X_\lambda - l_{12} \sin \varphi_1 - X_1]^2 + [Y_\lambda - Y_1 - l_{12} \cos \varphi_1]^2 - R^2}}{R^2 - [Y_\lambda - Y_1 - l_{12} \cos \varphi_1]^2} \quad /4/$$

При розв'язанні рівнянь /1/ і /2/ були застосовані наближені методи та прийняті припущення:

$$\beta_\lambda = \beta_n = \text{const}; Y_\lambda = Y_n; |X_\lambda| = |X_n|; \dot{\varphi}_1 = \dot{\varphi}_2 = \text{const}; \varphi_3 = 0; \ddot{\varphi}_2 = 0 \quad /5/$$

Тоді необхідні рішення набувають вигляду:

$$X_1 = \left[\frac{A_4 \alpha_x \omega_i \cos \vartheta_1 t}{[\omega_i^2 - k_x^2]^2 + \alpha_x^2 \omega_i^2} + \left[\frac{U_{x0}}{\vartheta_1} - \frac{A_4 [k_x^2 - k_x^2 - \frac{\alpha_x^2}{2}]}{\vartheta_1 [\omega_i^2 - k_x^2]^2 + \alpha_x^2 \omega_i^2} \right] \omega_i \sin \vartheta_1 t \right] e^{-\frac{\alpha_x}{2} t} - \frac{A_4 [\omega_i^2 - k_x^2] \sin \omega_i t + \alpha_x \omega_i \cos \omega_i t}{[\omega_i^2 - k_x^2]^2 + \alpha_x^2 \omega_i^2} ; \quad /6/$$

$$Y_1 = \left[\frac{A_6 [\omega_i^2 - k_y^2]}{[\omega_i^2 - k_y^2]^2 + \alpha_y^2 \omega_i^2} + \frac{A_7}{k_y^2 + 1} \right] \cos \vartheta_2 t + \left[\frac{A_6 \alpha_y [\omega_i^2 - k_y^2 - \frac{\alpha_y^2}{2}]}{\vartheta_2 [\omega_i^2 - k_y^2]^2 + \alpha_y^2 \omega_i^2} + \frac{\alpha_y A_7}{2 \vartheta_2 k_y^2} + \frac{\alpha_y h}{2 \vartheta_2} + \frac{U_{y0}}{\vartheta_2} \right] \sin \vartheta_2 t \right] e^{-\frac{\alpha_y}{2} t} + \frac{A_4 [\alpha_y \omega_i \sin \omega_i t - [\omega_i^2 - k_y^2] \cos \omega_i t]}{[\omega_i^2 - k_y^2]^2 + \alpha_y^2 \omega_i^2} \frac{A_7}{k_y^2} ; \quad /7/$$

де $A_4 = \frac{m_2 l_{12} - m_1 l_{11}}{m_0} \omega_i^2$; $A_6 = A_4 - \frac{2 C_0 Y_n l_{12} \cos \vartheta_2}{m_0 \sqrt{A_n^2 + Y_n^2 - R^2}}$; $A_7 = \frac{P_0 - C_y \delta \text{ст}}{m_0}$

$$\vartheta_1 = \sqrt{k_x^2 - \alpha_x^2 / 4} ; \quad \vartheta_2 = \sqrt{k_y^2 - \alpha_y^2 / 4} ; \quad k_x^2 = \frac{C_x}{m_0} ; \quad k_y^2 = \frac{1}{m_0} \left[C_y + \frac{2 C_0 Y_n \cos \vartheta_2}{\sqrt{A_n^2 + Y_n^2 - R^2}} \right]$$

При визначенні амплітудних складових була використана частина рівнянь /6/, /7/, що описує вимушені коливання. Тоді для привідного вала ці величини становлять:

$$A_{nx} = \frac{A_4}{\sqrt{[\omega_i^2 - k_x^2]^2 + \alpha_x^2 \omega_i^2}} ; \quad A_{ny} = \frac{A_6}{\sqrt{[\omega_i^2 - k_y^2]^2 + \alpha_y^2 \omega_i^2}} ; \quad /8/$$

Для контейнера комбінованого віброприводу:

$$A_{nx} = \sqrt{l_{12}^2 + \frac{A_4 [A_4 - 2 l_{12} [\omega_i^2 - k_x^2]]}{[\omega_i^2 - k_x^2]^2 + \alpha_x^2 \omega_i^2}} ; \quad A_{ny} = \sqrt{l_{12}^2 + \frac{A_6 [A_6 - 2 l_{12} [\omega_i^2 - k_y^2]]}{[\omega_i^2 - k_y^2]^2 + \alpha_y^2 \omega_i^2}} ; \quad /9/$$

Аналогічно були знайдені амплітудні складові для інших розглянутих варіантів віброприводу і побудовані теоретичні амплітудно-частотні характеристики /АЧХ/ з використанням ПЕОМ IBM PC/AT /рис. 4/.

Використовуючи приведену в гл. 2 методику, були проведені експериментальні дослідження по визначенню АЧХ кожного з альтернативних варіантів приводів: при відсутності робочого завантаження, при використанні в якості наповнювача абразивної мінералокераміки і сталевих кульок. Результати теоретичних досліджень показують погодженість із експериментальними даними на основних ділянках АЧХ.

4. Дослідження амплітудно-силових характеристик розглянутих механічних приводів конвейерної вібраційної машини.

В якості параметрів оцінки розглянутих вібросистем були вибрані /табл. I/: амплітуда коливань контейнера і привідного вала приводів, що розвивається при рівних збуджуючих силах в певному діапазоні частот обертання привідного вала віброприводу; потужність збуджуючої сили, зняті для певного експлуатаційного режиму

Таблиця I

Критерії порівняльної оцінки досліджуваних приводів

Показники	Умови випробувань	Комбінований привід				Динамічний привід		
		з врівнов.		без врівнов.		теор.	експ.	
		теор.	експ.	теор.	експ.			
I	2	3	4	5	6	7	8	
1. Маса приводу, кг	Збуджуюча сила $F = 918 \text{ Н}$, частота обертання привідного валу $\omega_1 > 145 \text{ 1/с}$...	41,97	...	40,51	...	43,44	
2. Амплітуда коливань контейнера A_k , мм		3,47 0,01	3,50 0,02	2,00 0,01	2,00 0,02	1,70 0,01	1,45 0,02	
3. $\alpha_1 = \frac{A_{ki}}{A_{kl}}$		2,04	2,06	1,25	1,81	1,00	1,00	
4. Амплітуда коливань привідного валу $A_{п}$, мм		0,39 0,01	0,20 0,10	2,13 0,01	2,25 0,02	1,70 0,01	1,45 0,02	
5. $\alpha_2 = \frac{A_{pi}}{A_{pk}}$		1,00	1,00	5,46	11,25	4,36	7,20	
6. Потужність збуджуючої сили N_F , кВт		Амплітуда контейнера $A_k = 3,5 \text{ мм}$, $\omega_1 > 145 \text{ 1/с}$	0,82 0,05	-	-	-	1,50 0,05	-
7. $\alpha_3 = \frac{N_{Fi}}{N_{Fk}}$			1,00	-	-	-	1,78	-
8. Потужність приводу $N_{пр}$, кВт			-	0,70 0,10	-	-	-	1,00 0,10
9. $\alpha_4 = \frac{N_{прi}}{N_{прk}}$		-	1,00	-	-	-	1,45	

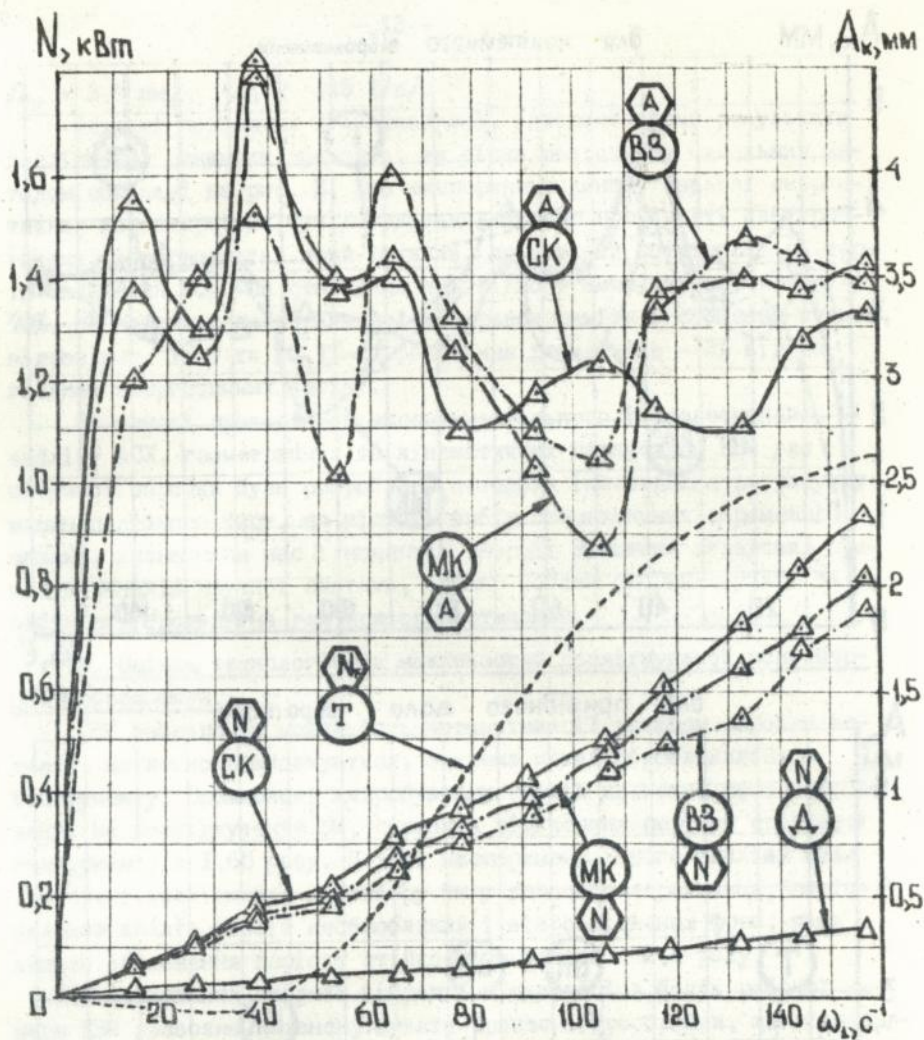


Рис. 3. Амплітудно-силова характеристика комбінованого віброприводу.

- Т: теоретична характеристика;
 - · - ВЗ: експериментальна х-ка при відсутності завантаження;
 - МК: робочий наповнювач — абразивна мінерало-кераміка;
 - СК: робочий наповнювач — сталеві кульки;
 - Δ: експериментальна х-ка двигуна.
- А — для амплітуди коливань контейнера;
 N — для потужності приводу; N_F — для потужності звучуючої діли.

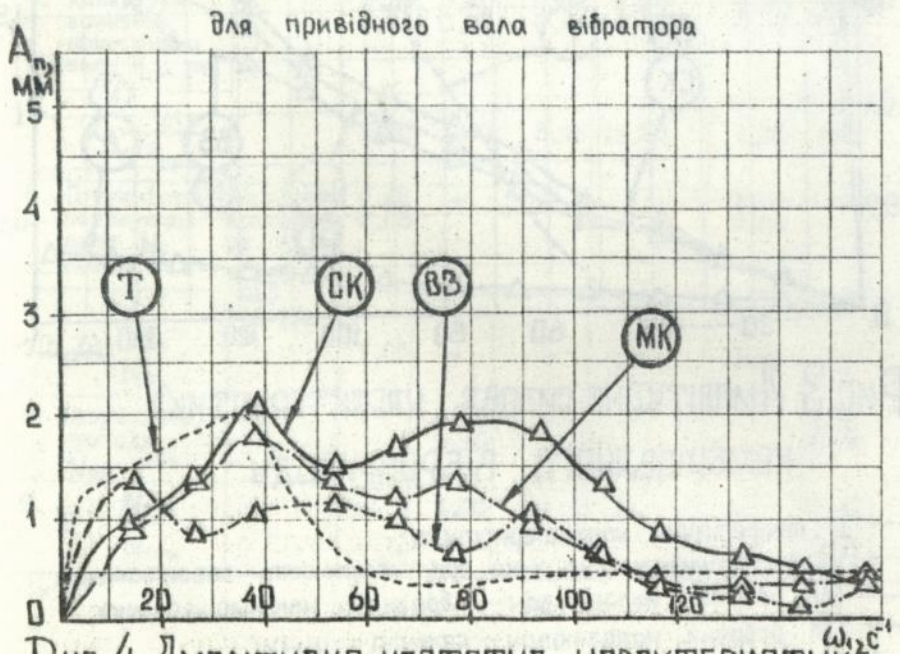
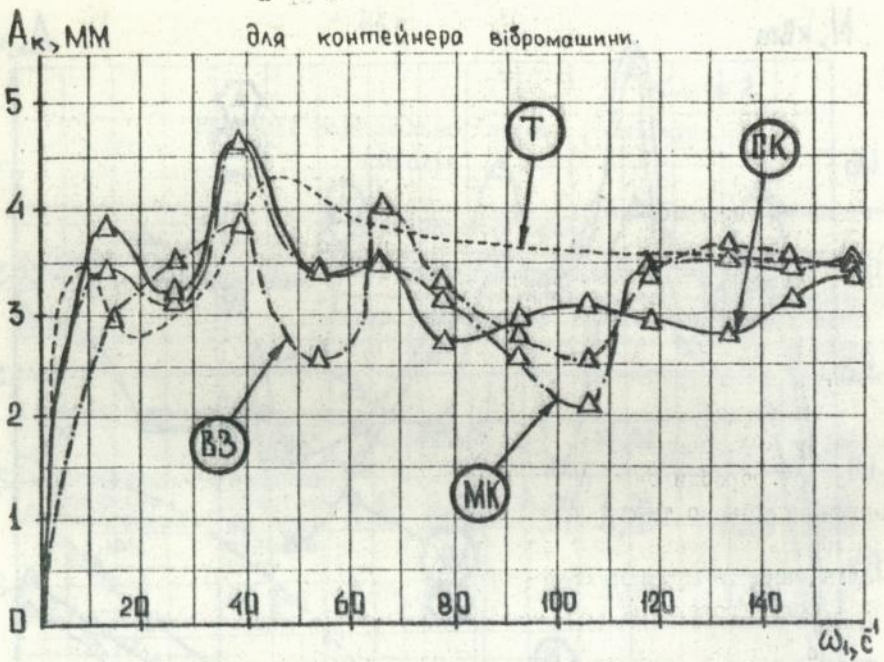


Рис. 4. Амплітудно-частотна характеристика комбінованого віброприводу.

$A_K = 3,5 \text{ мм}, \quad \omega_1 > 145 \text{ 1/с/}$.

Останні показники були знайдені, використовуючи результати дослідження динаміки приводів, та після розрахунку чисельним методом показані на рис. 3. При експериментальному аналізі енергетичних характеристик був побудований баланс потужності альтернативних віброприводів, який показав, що затрати потужності на тертя складають 28%, на створення необхідного амплітудного режиму - 70%, на переміщення абразивної мінералокераміки і сталевих кульок, відповідно, 16,7 та 23,1% на обертання дебалансів - 2% від загальних енергетичних витрат.

На основі проведеного експериментального і теоретичного аналізу АСХ, геометричних та кінематичних параметрів КЕМ для об'ємної обробки була розроблена методика інженерного розрахунку машин подібного типу, що містить вибір геометричних параметрів машини, визначення мас і моментів інерції основних складових приводів, аналіз пружної системи, оцінку роботи опорних вузлів та вибір електродвигуна для приводу установки.

5. Оцінка технологічних можливостей досліджуваної конвейерної вібромашини.

КЕМ забезпечує можливість автоматизації процесу обробки деталей, що легко пошкоджуються, зокрема металооброблювального інструменту. Промислові випробування партій дискових фрез, оброблених на досліджуваній ЕМ, показали підвищення періоду стійкості інструменту в 1,65 разу. В ході експериментального аналізу були проведені дослідження по вибору типу робочого середовища, порівняльний аналіз партій необроблених і віброзміцнених фрез, який виявив збільшення періоду стійкості останніх в 2,4 разу.

Розташування джерела вібрації в центрі і з боків робочої камери КЕМ дозволяє інтенсифікувати процес віброобробки, що підтверджується при здійсненні на ній процесу очистки клапанів і поршнів двигунів внутрішнього згоряння від нагару. При цьому час практично повної очистки поршнів складає 15-20 хв., клапанів - 20-25 хв. в середовищі фарфорових кульок, при $A_K = 3,5 \text{ мм}, \quad n_s = 1500 \text{ об/хв}$. При дослідженні даного процесу були розглянуті залежності степеню очистки поверхонь деталей /направляючої частини, головки, днища/, товщини нагару від часу віброобробки.

В ході експериментальних досліджень обробки партій картоплі, буряка і моркви на КЕМ були проведені вибір оптимального завантаження контейнера, оптимальної подачі води, оцінка впливу міц-

ності шару забруднень на час очистки.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

1. На основі аналізу відомих машин з гнучкою направляючою вибрана схема та створена експериментально-промислова модель КВМ для об'ємної обробки деталей, що легко пошкоджуються, з можливістю забезпечення автоматизації процесу і раціонального конструктивного виконання.

2. Вперше на основі приведеної КВМ розроблена схема та створена експериментальна модель установки для багатостадійної обробки.

3. Вперше запропонована схема та створена експериментальна модель механічного комбінованого приволу, що поєднує кінематичне віброзбудження з наявністю пружних елементів платформи і системи врівноваження стаціонарних мас.

4. Проведені дослідження вказують на особливості пружної системи КВМ: так, наявність подвійного пружного зв'язку контейнера відображається двома піками АЧХ, що підтверджується додатковим складовим в формулі власної частоти коливань механічної системи у вертикальному напрямі, який залежить від жорсткості стрічки та підвіски, їх геометричних параметрів.

5. Вперше проведений аналіз динаміки КВМ, на основі результатів якого вибрана раціональна схема механічного віброприволу, що складається з привідного ексцентрикового вала, системи врівноваження стаціонарних мас і контейнера, який має пружний зв'язок із рамою через платформу і підвіску.

6. Експериментальними та теоретичними дослідженнями показано, що використання комбінованого приволу зі статичним балансуванням порівняно з дебалансним приволом дозволяє при рівних збуджуючих силах в зарезонансному режимі / $\omega_1 > 145$ І/с/ підвищити амплітуду коливань контейнера в 2 рази та знизити амплітуду коливань привідного вала в 4,5-7 раз; знизити енерговитрати на привід в 1,5-1,7 разу при рівних АЧХ / $A_k = 3,5$ мм, $\omega_1 > 145$ І/с/ на контрольному режимі. Запропоновано ряд схем реалізації комбінованого приволу у відомих ВМ.

7. Експериментальні дослідження впливу робочого наповнювача на зміну АСХ; поведінки гранульованого середовища в залежності від зміни швидкості і напрямку переміщення стрічки, від ваги гранул, що вперше були проведені у роботі; зміни енергетичного балансу для різних режимів роботи машини дозволяють вдосконалити

існуючу методику проектування ІМ. Встановлено ряд залежностей між кутом нахилу робочого сереловища і швидкістю стрічки для різних напрямів циркуляції наповнювача.

8. Дослідженнями підтверджено, що реалізація процесу віброзміцнення дискових фрез за допомогою КЕМ можна розглядати як розвиток технології заокруглення ріжучої кромки інструменту. Розроблені практичні рекомендації по здійсненню процесу віброзміцнення дискових тристоронніх фрез, що включають вибір оптимального типу робочого наповнювача і основних параметрів робочого процесу. При цьому економічний ефект на 1000 фрез від впровадження даного методу складає 17,6 млн. карб. в цінах на вересень 1994 року.

9. При дослідженні процесів очистки поршнів і клапанів двигунів від нагару на КЕМ була розглянута залежність степеня очистки окремих поверхонь даних деталей, товщини нагару на головці клапана, способів обробки поршнів від часу очистки на заданому робочому режимі.

10. Розроблені практичні рекомендації по реалізації процесу миття картоплі, буряка, моркви за допомогою КЕМ, що включають: вибір оптимального завантаження контейнера, оптимальної подачі води, параметрів робочого процесу.

Основні положення дисертації надруковані в таких працях:

1. Берник П.С., Паламарчук И.П. Конвейерная обработка деталей на вибрационной машине. //Тез. докл. I международной НК "Совершенствование и развитие отделочно-зачистной, финишной и поверхностной обработки деталей". - Винница: Винницкий гос. сельскохоз. инст., 1992. С. 29.
2. Берник П.С., Паламарчук И.П., Ярошенко Л.В. Исследование технологического процесса гидровибрационной мойки и очистки плодово-овощной продукции. //Тез. докл. научно-практической конференции. "Гидроаппаратура и гидроприводы сельскохозяйственных машин". - Винница: ВИ, 1993. С. 13.
3. Берник П.С., Ярошенко Л.В., Паламарчук І.П. Розширення технологічних можливостей та меж застосування вібраційної обробки. // Тези доповіді I міжвуз. наукової конференції "Наука - ринковий економіці". - Вінниця: Вінницький державний сільськогосп. інститут, 1993. С. 98.
4. Берник П.С., Паламарчук І.П. Вибір схеми збудження коливань у вібромашинах з еластичними стінками. //Тези доповіді I міжвуз. наукової конференції "Наука - ринковий економіці" - Вінниця:

ВДСГІ, 1993. С. 99.

5. Берник П.С., Серета Л.П., Ярошенко Л.В., Паламарчук І.П. Розробка технологічного процесу вібраційної обробки деталей гідроапаратури бурякозбиральних комбайнів. //Звіт про госбюджетну НДР № 4 "Розробка і впровадження прогресивних технологій та удосконалення сільськогосподарської техніки" - Вінниця: ВДСГІ, 1993 - III с.
6. Берник П.С., Лунгол И.В., Паламарчук И.П., Пахнюдий И.О., Ярошенко Л.В. Упрочнение лезвийного инструмента в конвейерной вибрационной машине. //Тез. докл. II международной НТК. "Применение колебаний в технологиях: Расчет и проектирование машин для реализации этих технологий". - Винница: Винницкий гос. сельскохоз. инст., 1994. С. 142-143.
7. Берник П.С., Паламарчук И.П., Вукатов А.С. Очистка деталей двигателей внутреннего сгорания. //Тез. докл. II междунар. НТК "Применение колебаний в технологиях. Расчет и проектирование машин для реализации технологий". - Винница: ВГСХИ, 1994. С. 55-56.
8. Берник П.С., Величко Л.Д., Паламарчук И.П. Аналитическое исследование комбинированного способа возбуждения колебаний. //Тез. докл. II междунар. НТК "Применение колебаний в технологиях. Расчет и проектирование машин для реализации технологий". - Винница: ВГСХИ, 1994. С. 13-14.
9. Паламарчук И.П. Исследование изменения показателей стойкости лезвийного инструмента при виброупрочнении. //Тез. докл. II международной НТК "Применение колебаний в технологиях. Расчет и проектирование машин для реализации этих технологий". - Винница: Винницкий гос. сельскохоз. ин-т., 1994. С. 154-155.
10. Берник П.С., Паламарчук І.П., Ярошенко Л.В. Розробка конвейерної вібраційної машини //Звіт про госбюджетну НДР № 3. "Розробка і впровадження прогресивних технологій та удосконалення сільськогосподарської техніки" - Вінниця: ВДСГІ, 1994 - 86 с.
11. Паламарчук И.П., Омельянов О.Н., Хомяковский Ю.Л. Виброконвейерная машина для мойки корнеклубнеплодов. //Тез. докл. II международной НТК "Применение колебаний в технологиях. Расчет и проектирование машин для реализации технологий". - Винница: Винницкий гос. сельскохоз. ин-т., 1994. С. 62.
12. Серета Л.П., Берник П.С., Паламарчук И.П. Разработка основ проектирования вибрационных машин для конвейерной обработки. - Вибрации в технике и технологиях. № I-Винница, 1994. С. 4-17.

Паламарчук И. П. Исследование динамики механических приводов и технологических возможностей конвейерной вибрационной машины.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.03 - системы приводов. Винницкий государственный технический университет. Винница, 1995.

В настоящей работе выполнено исследование существующих конвейерных вибромашин и обоснован выбор схемы подобной машины для объемной обработки легкоповреждаемых деталей в одну или несколько стадий. Произведено также исследование динамики конвейерной вибромашин с различными способами возбуждения колебаний и получены амплитудно-силовые характеристики, необходимые для выбора оптимального варианта вибропривода. Выбранная схема комбинированного вибропривода, сочетающего кинематическое вибровозбуждение с наличием системы уравнивания стационарных масс и упругой системы контейнера позволяет по сравнению с известным дебалансным виброприводом снизить энергозатраты в 1,5...1,7 раз, уменьшить амплитуду колебаний опорных узлов - в 4,5...7 раз. Произведенные теоретические и экспериментальные исследования, позволяют усовершенствовать методику проектирования вибромашин с центральным расположением источника вибрации.

Palamarchuk I.P. Research of the power drives dynamics and process possibilities of the conveyer vibration machine.

The thesis being submitted for the scientific degree of Candidate of technical sciences on speciality 05.02.03 -drive systems.

In this work there has been carried out the reseach of the existing conveyer vibromachines and substantiated the choice of the similar machine scheme for mass processing easily damage parts in one or several stages. There is also made the research of conveyer vibromachine dynamics with different means of the oscillation generating and obtained amplitude power characteristics necessary to chose the optimal variant of vibrodrive. The chosen scheme of the combinational vibrodrive which combines cinematic vibrogeneration and the system of balancing the stationary mass and the elastic container system allows to reduce 1,5....1,7 times the energy consumption compared with the knowed debalancing vibrodrive and to decrease 4,5...7 times the oscillation amplitude of the main units. These theoretical and experimental researches permit to improve designing vibromachines.

Ключові слова: конвейерна вібраційна машина, комбінований віброзбуджувач, віброзміцнення, пружна опора, статичне балансування, амплітудно-силові характеристики.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

1. В соответствии с требованиями...

2. В соответствии с требованиями...

3. В соответствии с требованиями...

4. В соответствии с требованиями...

5. В соответствии с требованиями...

6. В соответствии с требованиями...

7. В соответствии с требованиями...

8. В соответствии с требованиями...

9. В соответствии с требованиями...

10. В соответствии с требованиями...

11. В соответствии с требованиями...

12. В соответствии с требованиями...

13. В соответствии с требованиями...

14. В соответствии с требованиями...

15. В соответствии с требованиями...

16. В соответствии с требованиями...

17. В соответствии с требованиями...

18. В соответствии с требованиями...

19. В соответствии с требованиями...

20. В соответствии с требованиями...

21. В соответствии с требованиями...

22. В соответствии с требованиями...

23. В соответствии с требованиями...

24. В соответствии с требованиями...

25. В соответствии с требованиями...

26. В соответствии с требованиями...

27. В соответствии с требованиями...

28. В соответствии с требованиями...

29. В соответствии с требованиями...

30. В соответствии с требованиями...

31. В соответствии с требованиями...

32. В соответствии с требованиями...

33. В соответствии с требованиями...

34. В соответствии с требованиями...

35. В соответствии с требованиями...

36. В соответствии с требованиями...

37. В соответствии с требованиями...

38. В соответствии с требованиями...

39. В соответствии с требованиями...

40. В соответствии с требованиями...

41. В соответствии с требованиями...

42. В соответствии с требованиями...

43. В соответствии с требованиями...

44. В соответствии с требованиями...

45. В соответствии с требованиями...

46. В соответствии с требованиями...

47. В соответствии с требованиями...

48. В соответствии с требованиями...

49. В соответствии с требованиями...

50. В соответствии с требованиями...

Подписано в печать 12.05.1995 г.
 Печать офсетная. Бумага офсетная.
 Зак. № 11. Тир. 100 экз.
 Хмельницкое шоссе, 97. СКТБ "Модуль"

AB 32.525

AB 32.525