

Янович В. П.

Драчишин В. І.

Паламарчук В. І.

*Вінницький
національний аграрний
університет*

Сизова Т. Ю.

*Київський національний
університет
будівництва і
архітектури*

Yanovich V. P.

Drachyshyn V. I.

Palamarchuk V. I.

*Vinnitsia National
Agrarian University*

Sizova T. Y.

*Kyiv National University
of Construction and
Architecture***УДК 534.1****ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА
АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНИХ
ХАРАКТЕРИСТИК
ВІБРОКОНВЕЄРНОЇ
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ МАШИНИ**

В даній роботі досліджено амплітудно-частотні характеристики з різним за об'ємною вагою наповнювачем. За допомогою побудови графічних залежностей виявлено зміну пікових значень резонансних частот. Визначено оптимальний інтервал кутових швидкостей для стабілізації коливального режиму при виконанні досліджуваного процесу.

Ключові слова: амплітудно-частотні характеристики, технологічна машина, псевдозрідження, вібромашина, резонанс.

Вступ. Одним з найбільш розповсюджених та ефективних засобів інтенсифікації технологічних процесів є використання вібраційного поля. Внаслідок впливу такого технологічного фактору має місце інтенсивний як циркуляційний, так і відносний рух часток продукції в робочій камері по найрізноманітнішим та як завгодно складним траєкторіям, що зумовлює оптимальні умови для здійснення тепло- та масообміну. Крім того, можливість регулювання параметрів вібрації в широких межах дозволяє впливати як на значні об'єми продукції, так і на дуже локалізовані її області.

У «вібраційному полі» зчеплення між частками технологічної маси послаблюється, що

призводить до виникнення в системі станів псевдозрідження і псевдотекучості. Такий стан оброблюваного середовища характеризується створенням сприятливих умов як для ефективного перемішування маси за рахунок збільшення площі контактної взаємодії, так і для зниження витрат на переміщення матеріалу внаслідок зменшення величини внутрішнього тертя.

По досягненні величини прискорення силового поля рівного прискоренню вільного падіння спостерігається найбільш повна укладка часток продукції, що успішно використовується в процесах ущільнення і формування технологічної маси. Подальше підвищення прискорення силового поля зумовлює перехід



від стану псевдозрідження до псевдокипіння маси продукції, що характеризується значним збільшенням взаємодіючих поверхонь і швидкості конвективної дифузії, зниженням сил внутрішнього тертя і ефективної в'язкості в технологічній масі. Це дозволяє ефективно здійснювати процеси сушіння ряду дисперсних систем, насичення сировини газовим середовищем; гомогенізації ряду технологічних мас, тобто при подрібненні матеріалу з одночасним його перемішуванням по всьому робочому об'ємі. Застосування вібрації доцільно застосовувати також спільно з іншими видами безперервних механічних видів обробки: при екструзійному формуванні виробів, тобто обробці методом безперервного зрушення; в умовах об'ємного стискання систем в процесах ущільнення дисперсних структур.

При цьому кінематичні параметри вібрації визначають переважно напрямок, глибину розповсюдження та інтенсивність коливального руху всередині технологічного середовища. Так, внаслідок коливного руху робочих органів вібромашини спостерігають достатньо складні траєкторії руху часток робочого середовища та запасається значна потенціальна енергія внаслідок якісної зміни характеру положень рівноваги структурних елементів системи, розділення часток продукції в залежності від їхніх фізико-механічних властивостей,

інтенсивного перемішування маси матеріалу, руйнування структури матеріалу в резонансних режимах та інші віброефекти, що зумовлює актуальність даних досліджень.

Викладення основного матеріалу.

Експериментальні дослідження здійснено з використанням у якості технологічного наповнювача металеві кульки. Вимірювання технологічних та якісних показників проводилося згідно з означеною послідовністю. На рис. 1 показано експериментальну залежність амплітуди коливань від кутової частоти контейнера при експлуатаційних параметрах змушеної сили $F=3,6$ кН, звідки видно, що зі зростанням величини кутової швидкості ω аналітична крива амплітуди коливань контейнера A поділяється на три зони: дорезонансну, у якій поступово відбувається зростання амплітуди $A=3$ мм у діапазоні значень кутової частоти $\omega=0...36$ рад/с; резонансну, де спостерігається максимальне значення амплітуди $A=7,8$ при $\omega=36...60$ рад/с; зарезонансну, де відбувається стабілізація амплітуди коливань у межах $A=2,0...2,2$ мм. З підвищенням ступеня завантаженості загального об'єму робочої камери вібромашини пікові значення амплітуди коливань, а саме в резонансному періоді, зменшуються внаслідок зростання дисипативних сил технологічного середовища.

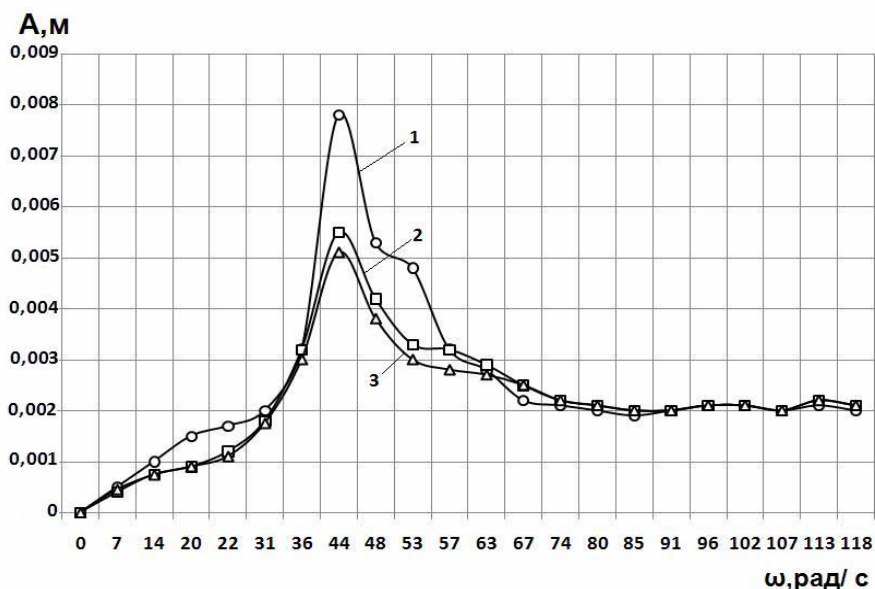


Рис. 1. Залежність амплітуди коливань від кутової частоти контейнера: 1 – при відсутності технологічного завантаження; 2 – при завантаженні $\frac{1}{2}$ від загального об'єму контейнера; 3 – при завантаженні $\frac{3}{4}$ від загального об'єму контейнера



Аналіз експериментальної залежності віброшвидкості виконавчого органа дезінтегратора від кутової частоти обертання (рис. 2) показав пікові значення 350 мм/с, що відбуваються як наслідок явища резонансу при 45 рад/с, після чого залежність набуває лінійного характеру зростання із значенням 220 мм/с за експлуатаційного режиму роботи. Також

було визначено експериментальну залежність віброприскорення та віброінтенсивності виконавчого органа дезінтегратора від кутової частоти обертання приводного вала (рис. 3), на яких чітко відображено їх пікові значення, що відбуваються як наслідок явища резонансу при 45 рад/с, після чого залежність набуває лінійного характеру зростання.

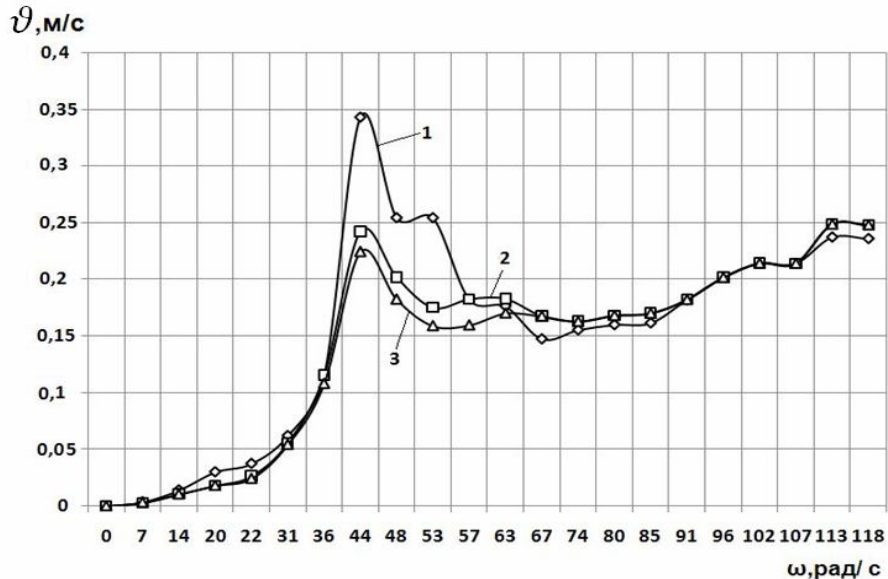


Рис. 2. Залежність віброшвидкості від кутової частоти обертання приводного вала: 1 – при відсутності технологічного завантаження; 2 – при завантаженні $\frac{1}{2}$ від загального об'єму контейнера; 3 – при завантаженні $\frac{3}{4}$ від загального об'єму контейнера

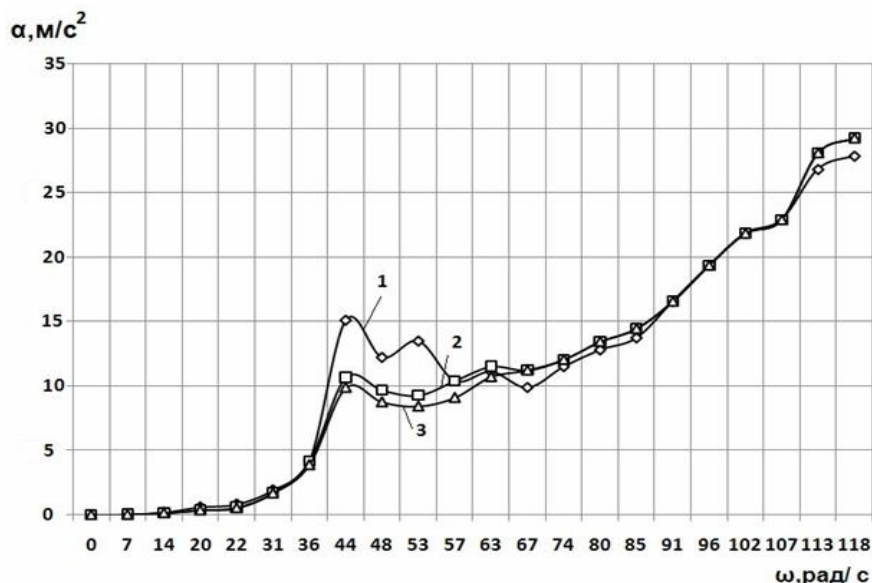


Рис. 3. Експериментальна залежність віброприскорення від кутової частоти обертання приводного вала: 1 – при відсутності технологічного завантаження; 2 – при завантаженні $\frac{1}{2}$ від загального об'єму контейнера; 3 – при завантаженні $\frac{3}{4}$ від загального об'єму контейнера

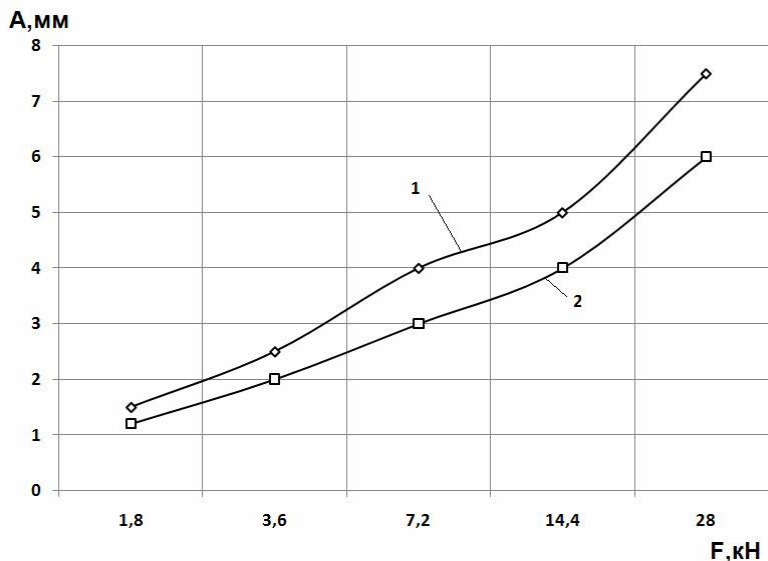
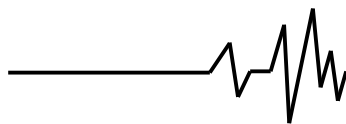
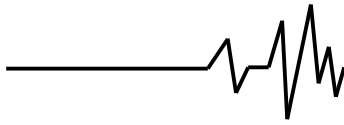


Рис. 4. Залежність амплітуди коливань від величини змушуючої сили:
1 – при завантаженні контейнера на ½ від його повного об’єму; 2 – при завантаженні контейнера на ¾ від його повного об’єму

Таблиця 1
Експериментальні дані для побудови амплітудно-частотної характеристики досліджуваних приводів

	Кутова швидкість приводного вала, W, с ⁻¹	Амплітудні параметри приводів					
		динамічні		комбіновані			
		при P=918Н	при Ак=3.5мм	зрівноважені		Без зрівноваження	
		Ак(Ап), мм		Ап, мм	Ак, мм	Ап, мм	Ак, мм
	1	2	3	4	5	6	7
Без робочого навантаження	13,2	2.3	5.1	1.4	3.0	4.5	5.3
	26,4	1.8	4.7	0.8	3.6	3.3	3.8
	39,6	1.9	4.8	1.1	3.9	6.0	4.4
	52,8	2.64	2.1	1.2	5.2	2.1	4.5
	66	1.76	2.9	1.0	4.1	3.0	5.5
	79,2	1.6	3.4	0.65	3.4	2.5	5.4
	92,4	2.4	4.5	1.05	2.8	3.2	3.8
	106	2.48	4.2	0.7	2.6	4.4	4.2
	118,8	1.12	2.8	0.4	3.4	4.65	4.65
	132	36 1.44	3.5	0.3	3.7	3.8	3.8
	145,1		4.0	0.2	3.6		2.6
	158,3			0.4	3.5		2.8
Робочий наповнювач: Абразивний мінерало-кекераміка	13,2	---	4.75	0.9	3.4	3.9	5.2
	26,4		4.3	1.35	3.1	2.75	3.8
	39,6		3.8	1.8	4.6	5.6	4.4
	52,8		2.0	1.4	3.4	5.65	5.7
	66		3.2	1.25	3.5	2.5	4.7
	79,2		3.4	1.4	3.2	4.2	4.7
	92,4		4.6	1.0	3.6	3.0	3.4
	106		4.0	0.65	2.1	4.1	4.0
	118,8		2.7	0.45	3.4	4.2	2.5
	132		3.5	0.35	3.45	3.8	2.1
	145,1		3.6	0.4	3.5		
	158,3		3.9	0.45	3.55		



Використовуючи експериментальні дані, що занесені у таблицю 1, будуємо графічні залежності амплітудно-частотних характеристик досліджуваного приводу віброзміцнюючої машини із різним технологічним завантаженням.

З поданої залежності (рис. 4) видно, що зі зростанням величини змушуючої сили F амплітуда коливань контейнера вібромашини A та споживана потужність N збільшується практично пропорційно. Коли відбувається підвищення ступеня завантаженості робочої камери, амплітуда коливань контейнера зменшується, а витрати потужності зростають. Водночас, як видно з рис. 1, зростання амплітуди A коливань контейнера дезінтегратора супроводжується майже квадратичним зростанням потужності N , яку споживає електродвигун із мережі, а отже, дедалі більша частина енергії розсіюється у технологічному середовищі у вигляді тепла.

Також під час аналізу енергетичних характеристик досліджуваного обладнання було виявлено збільшення енерговитрат залежно від загального об'єму завантаження камер вібромашини, що при робочій частоті машини $\omega=100$ рад/с становлять: $N=1000$ Вт, при $\frac{1}{2}$ завантаження; $N=1100$ Вт, при $\frac{3}{4}$ завантаження; $N=1200$ Вт, при цілковитому завантаженні.

Висновки

1. Дослідження амплітудно-частотних характеристик з різним за об'ємною вагою наповнювачем виявило збільшення пікових значень резонансних частот в 1,5 – 1,6 рази зі зменшенням питомої ваги технологічного завантаження.

2. Спостерігаються два резонанси амплітуди коливань, що пояснюється подвійним пружним зв'язком у досліджуваній конвеєрній вібромашині.

3. Стабілізація коливального режиму для досліджуваного процесу має місце в інтервалі $\omega = 65\dots 90$ рад/с не зважаючи на зміну питомої ваги технологічного завантаження.

Список використаних джерел

1. Ананьев И.В. Справочник по расчету собственных колебаний упругих систем. – М.: Гостехиздат, 1946. – 223 с.

2. Арсультев В.Л. Применение вибрации для интенсификации процессов перемешивания жидких сред. – М.:

Цветметинформация, 1977. – 48 с.

3. Балицкий В.В. Влияние массы загрузки на амплитуду колебаний рабочей камеры вибрационной машины // Сб. трудов НИИМАШ.– 1973. – № 11. С. 75–85.

4. Берник П.С., Паламарчук И.П. Конвеєрні вібраційні машини для оздоблювально-зміцнювальної обробки. – К.: Вища школа, 1996. – 237 с.

5. Берник П.С., Паламарчук И.П., Величко Л.Д., Романов А.М. Исследование частотных характеристик вибросистем с двойной гибкой связью // Вопросы вибрационной технологии: Межвуз. сб. науч. статей. – Ростов-на-Дону: Изд. центр ДГТУ, 1996. – С. 103–104.

6. Паламарчук И.П. Исследование влияния технологической загрузки на стабилизацию колебательной системы // Вибрации в технике и технологиях. – 1998. – № 2(6). – С. 47–51.

7. Паламарчук И.П., Липовий І.Г., Кухарчук В.Т. Математичне моделювання закономірностей руху виконавчих органів коливальної системи при інженерному розрахунку та проектуванні вібраційних машин // Вибрации в технике и технологиях. – 2003.– №5 (31). – С. 58 – 60.

Список джерел в транслітерації

1. Anan'ev I.V. Spravochnik po raschetu sobstvennykh kolebaniy uprugih sistem. –М.: Gostehizdat, 1946. – 223 s.

2. Arsulev V.L. Primenenie vibratsii dlya intensivatsii protsessov peremeshivaniya zhidkikh sred. – М.: Tsvetmetinformatsiya, 1977. – 48 s.

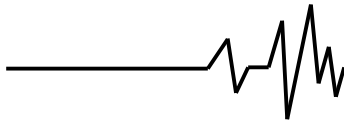
3. Balitskiy V.V. Vliyanie massyi zagruzki na amplitudu kolebaniy rabochey kamery vibratsionnoy mashiny // Sb. trudov NIIMASH.– 1973. – № 11. S. 75–85.

4. Bernik P.S., Palamarchuk I.P. Konveєrnl vibratsiynl mashini dlya ozdobyvalno-zmitsnyuvalnoyi obrobki. – К.: Vischa shkola, 1996. – 237 s.

5. Bernik P.S., Palamarchuk I.P., Velichko L.D., Romanov A.M. Issledovanie chastotnykh harakteristik vibrosistem s dvoynoy gibkoy svyazyu // Voprosyi vibratsionnoy tehnologii: Mezhvuz. sb. nauch. statey. – Rostov-na-Donu: Izd. tsentr DGTU, 1996. – S. 103–104.

6. Palamarchuk I.P. Issledovanie vliyaniya tehnologicheskoy zagruzki na stabilizatsiyu kolebatelnoy sistemy // Vibratsii v tehnikе i tehnologiyah. – 1998. – № 2(6). – S. 47–51.

7. Palamarchuk I.P., Lipoviy I.G., Kuharchuk V.T. Matematichne modelyuvannya



zakonomlnostey ruhu vikonavchih organlv kolivalnoYi sistemi pri Inzhenernomu rozrahunku ta proektuvanni vibratsynih mashin // Vibratsii v tehnikе i tehnologiyah. – 2003. – № 5 (31). – S. 58–60.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА
АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНОЙ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИБРОКОНВЕЙЕРНОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ**

Аннотация. В данной работе исследованы амплитудно-частотные характеристики с разным по объемному весу наполнителем. С помощью построения графических зависимостей выявлено изменение пиковых значений резонансных частот. Определен оптимальный интервал угловых скоростей для стабилизации колебательного режима при выполнении исследуемого процесса.

Ключевые слова: амплитудно-частотные характеристики, резонанс, вибромашина, псевдосжижение, технологическая машина.

**EXPERIMENTAL EVALUATION FREQUENCY
RESPONSE VIBROCONVEYOR
TECHNOLOGICAL MACHINE**

Annotation. This work investigates the frequency response with different volume weight filler. With the help of graphic dependencies detected change in peak resonance frequency. Defined the optimal interval angular velocity to stabilize the oscillatory regime in carrying out the process.

Key words: frequency response, technological machine, fluidization, vibration, resonance.