

**Р. Д. Іскович-Лотоцький, д.т.н., професор,
Я. В. Іванчук, к.т.н., доцент,
Я. П. Веселовський, аспірант**

Вінницький національний технічний університет

ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ РОБОЧИХ РЕЖИМІВ ВІБРАЦІЙНОГО ТА ВІБРОУДАРНОГО ОБЛАДНАННЯ З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ

В сучасних умовах науково-технічного розвитку підвищення якості, економічності і продуктивності технологічних процесів і устаткування відноситься до важливих задач науково-технічного прогресу. Одним із ефективних шляхів вирішення цієї проблеми є створення і впровадження у виробництво нового високоефективного енергозощаджувального обладнання, що базується на використанні вібраційних та віброударних технологій для інтенсифікації виробничих процесів у різних галузях промисловості [1, 2, 3].

Вібраційною системою (ВС) називають коливання механічної системи (об'єкта обробки або виконавчого елемента) з невеликою амплітудою (порядку кілька міліметрів або часток міліметра) і достатньо високою (до 100 Гц) частотою [4].

Віброударною системою (ВУС) називають коливання механічної системи при якому відбувається систематичне співударання між її окремими елементами [4].

Висока ефективність даних процесів забезпечується завдяки реалізації найоптимальніших силових впливів на об'єкт обробки, а також досягнення в результаті цього його необхідних внутрішніх фізико-механічних параметрів. Класифікація процесів за ознаками вібраційних та віброударних здійснюється в залежно від того, яка із складових навантаження коливальна (пульсуюча) або ударна (імпульсна) є основним фактором інтенсифікації даних технологічних процесів [1-4]. Саме тому актуальною задачею є визначення і формалізація ознак вібраційного і віброударного режимів роботи на основі математичної моделі робочих процесів вібраційного та віброударного технологічного обладнання, що дозволить більш точно визначити критерії синтезу даних динамічних систем.

В таблиці 1 представлена класифікація вібраційних і віброударних режимів навантаження за критеріями необхідності і достатності на основі теоретичних досліджень робочих режимів різних типів вібраційного і віброударного обладнання на базі гідроімпульсного привода.

Із таблиці 1 видно, що необхідною умовою усіх вібраційних і віброударних процесів є наявність спільної періодичної функції $F(t)=F(t+T)$ коливання робочого органу ВС та ВУС, де T – період коливального руху системи, а t – поточний час роботи системи. Причому для вібраційних машин дана умова і є достатньою. Більше того, періодична функція $F(t)$ коливання робочого органу ВС та ВУС для машин із силовим збудженням [3] може виражатись як функція збуджуючої сили $P(t)$, так і функція переміщення робочого органу $x(t)$ для машин із кінематичним збудженням, як результат дії робочого зусилля від дії привода.

Достатньою умовою усіх віброударних процесів можна розділити по відповідним типам технологічних машин [3]. Для віброударних машин, що працюють у поштовховому режимі [5, 6], достатньою умовою є імпульсна форма періодичної збуджуючої сили $P(t) = S\delta(t - t_0)$ на виконавчому органі, яка діє із частотою $\omega > 5,6\omega_0$, де ω_0 – частота вільних коливань виконавчого органу віброударної машини, δ – функція Дірака [5, 6], S – імпульс збуджуючої сили $P(t)$.

Таблиця 1 – Ознаки ВС та ВУС

Тип техно-логічного процесу	Необхідні умови виникнення технологічного процесу	Достатні умови виникнення технологічного процесу	Типова розрахункова схема	Приклади технологічних процесів
Вібрацій-ний	$ F(t) - F(t + T(\varepsilon)) \leq \varepsilon,$ $\varepsilon \rightarrow 0.$			<p>Транспортування, розвантаження, навантаження сипучих вантажів; обробка матеріалів (різання, витяжка, штампування, калібрування, волочіння, прокатка); ресурсні, форсовані та інші типові випробування; змішування, фільтрування, обезводнювання вологих дисперсних матеріалів в харчовому виробництві; шліфування, полірування, доробка і зміцнення деталей.</p>
Віброу-дарний	$\left \frac{F(t) - F(t + T(\varepsilon))}{F(t)} \right \leq \varepsilon,$ $\varepsilon \rightarrow 0.$	$P(t) = S\delta(t - t_0),$ $\omega > 5,6\omega_0$		<p>Забивання паль, ущільнення та рихлення ґрунтів, пісків, бетонів; дроблення (грохот) крупнокускових матеріалів (гірських порід); формоутворення, ущільнення, пресування непластичних порошкових матеріалів; ресурсні, форсовані та інші типові випробування; транспортування, розвантаження, навантаження крупнокускових матеріалів і мерзлих ґрунтів; збирання врожаю фруктів і ягід.</p>
		$0 < \Delta < a$		
		$A\omega^2 \geq \pi g \frac{1 - R}{1 + R}$		

Для інерційно-струшувальних віброударних машин [5, 6], достатньою умовою є наявність жорсткого упору на відстані $0 < |D| < a$, який обмежує вимушений коливальний рух виконавчого органу ВУС амплітудою a і спричиняє його ударну взаємодію, яка характеризується коефіцієнтом відновлення R .

Для віброударних машин, що працюють із підкиданням [5, 6], достатньою умовою є значення віброприскорення $A\omega^2$, яке більше за співвідношення $\pi g \frac{1-R}{1+R}$, що залежить від R – коефіцієнту відновлення, прискорення вільного падіння $g=9,82 \text{ м/с}^2$ і зазвичай лежить в межах від 0 до 30 м/с^2 .

Основні технологічні процеси, в яких використовуються вібраційні і віброударні режими також наведені в таблиці 1.

Класифікація ВС та ВУС за критеріальними ознаками на основі математичних моделей динамічних процесів та систем вібраційного та віброударного обладнання з гідроімпульсним приводом займає важливу роль в термінологічній діяльності. Саме через класифікаційну схему ВС та ВУС по критерію необхідності і достатності розкривається і наглядно демонструється логіко-понятійна структура предметної області у всьому різноманітті її зв'язків і відношень.

Література

1. Іскович-Лотоцький Р. Д. Основи теорії розрахунку та розробка процесів і обладнання для віброударного пресування. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 338 с.
2. Іскович-Лотоцький Р. Д. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук // Монографія. - Монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2012. – 156 с.
3. Іскович-Лотоцький Р. Д. Машины вибратонного и виброударного действия / Р. Д. Іскович-Лотоцький, И. В. Матвеев, В. А. Крат. – Киев: Техніка, 1982. – 208 с.
4. Бабицкий В. И. Теория виброударных систем / В. И. Бабицкий, М.: Наука, 1978. – 352 с.
5. Іскович-Лотоцький Р. Д. Математическое моделирование усилия на рабочем органе вибропресса с гидроимпульсным приводом / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовский // Сборник трудов по материалам международного научного симпозиума технологов-машиностроителей «Перспективные направления развития финишных методов обработки деталей; виброволновые технологии»: (Ростов-на-Дону, 14-17 сентября 2016г.). – Ростов н/Д: ДГТУ, 2016. - С. 64-68.
6. Іскович-Лотоцький Р. Д. Математичне моделювання робочих процесів інерційного вібропрес-молота з електрогідравлічною системою керування гідроімпульсною привода для формоутворення заготовок з порошкових матеріалів // Р. Д. Іскович-Лотоцький, В. П. Міськов, Я. В. Іванчук // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. – 2016, – №3(237). – С. 176 – 180.