



Чубик Р. В.

*Прикарпатський
фінансово-
економічний
коледж*

Ярошенко Л. В.

*Вінницький
державний
аграрний
університет*

УДК 621.9.048

МЕТОД СТАБІЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНО ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОГО ПОЛЯ АДАПТИВНИХ ВІБРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

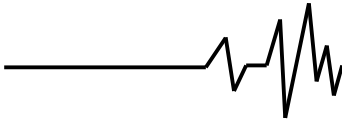
Предложен метод стабилизации технологически оптимальных параметров вибрационного поля адаптивных вибрационных технологических машин позволяющий постоянно поддерживать технологически оптимальные параметры вибрационного поля в процессе изменения массы загрузки рабочего органа машин или режимов их работы.

Method of stabilization of technologically optimal parameters of vibration field of adaptive vibration technological machines is offered allowing, to support constant technological optimal parameters of vibration field in the process of changing load weight of working organ of machines or modes of their operations.

Вібраційна обробка, як один з найбільш ефективних методів фінішної обробки деталей останнім часом набуває все більшого застосування. Вібраційна обробка деталей, або обробка деталей вільними тілами без жорсткого кінематичного зв'язку між ними, під дією вібрації робочої камери, є одним з найбільш ефективних методів реалізації фінішних оздоблювально-зачисних операцій, що становлять 15-40 % від загальної трудомісткості виготовлення деталей. Вібраційні машини дозволяють механізувати такі операції як зняття облою, заокруглення гострих кромки, шліфування, полірування, зміцнення всіх поверхонь деталей одночасно, підготовка їх під гальванічні і лакофарбові покриття. Широкому впровадженню вібраційних машин сприяє великий діапазон технологічних операцій, які на них можна реалізувати, їх універсальність при обробці великої номенклатури деталей складної форми, а також можливість обробки поверхонь, важкодоступних для традиційних методів. Тому пошук шляхів підвищення її ефективності та створення на їх базі високопродуктивного

обладнання є однією із найбільш актуальних задач подальшого прогресивного розвитку машинобудування. Як відомо, для ефективної, рівномірної і всебічної обробки деталей робочими тілами без твердого кінематичного зв'язку між ними, необхідно забезпечити три основні умови: надати робочим тілам певний необхідний для здійснення роботи рівень кінетичної енергії; створити максимальну різницю швидкостей між оброблюваними деталями і робочими тілами; забезпечити рівномірне та інтенсивне перемішування деталей та робочого середовища.

Вібраційні машини мають, як правило, просту конструкцію, зручні в експлуатації і обслуговуванні при великій продуктивності, за рахунок одночасної обробки великих партій деталей. Переважна більшість сучасних вібраційних машин обладнані дебалансними вібробудувачами і працюють у неекономічному та малопродуктивному за резонансному режимі. При роботі таких машин спостерігаються значні не продуктивні втрати енергії а при їх переході через резонансну частоту різко зростає амплітуда коливань



робочих органів, що може призвести до пошкоджень самих машин та оброблюваної ними продукції. Тому останнім часом все більшого розповсюдження набувають високопродуктивні керовані вібраційні машини, що дозволяють здійснювати технологічні процеси зі змінними регульованими параметрами коливань робочих органів, які працюють у резонансних чи близько резонансних режимах. Для даних машин є характерною велика енергія взаємодії робочих тіл та оброблюваних деталей.

Однак існує ряд технологічних процесів обробки легко пошкоджуваних деталей які повинні здійснюватись при точному дотримуванні інтенсивності взаємодії робочих тіл та оброблюваних деталей. Перевищення енергії взаємодії робочих тіл та оброблюваних деталей може призвести до появи забоїв, вм'ятин та подряпин на деталях із пластичних матеріалів, викришування та сколювання на деталях із крихких матеріалів, викривлення форми тонкостінних та ажурних деталей.

Тому виникає необхідність розробки методів керування такими вібраційними машинами, які забезпечують стабілізацію технологічно оптимальних параметрів та режимів роботи цих машин. Запропонований метод стабілізації технологічно оптимальних параметрів роботи вібраційних технологічних машин може знайти застосування в машинобудуванні та приладобудуванні, а також в гірничо-переробній промисловості та сільськогосподарському виробництві.

Відомий пристрій [1], в якому реалізується метод стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля вібраційних технологічних машин (ВТМ) шляхом забезпечення заданого рівня амплітуди коливань робочого органу при зміні маси його завантаження, за рахунок корекції амплітуди циклічної вимушуючої сили віброприводу.

Основним недоліком такого методу стабілізації є те, що система керування намагається підтримувати задану амплітуду коливань вібромашини при одній фіксованій частоті вимушуючої сили віброприводу за рахунок зміни амплітуди. Але, при зміні маси завантаження власна резонансна частота механічної системи змінюється, а частота вимушуючої сили фіксована, тому вібраційна машина не працює в резонансному режимі роботи, і як наслідок не забезпечуються мінімальні енергозатрати на вібропривод ВТМ.

Відомий також спосіб керування роботою машини із коливними рухами робочих органів [2, 3], згідно якого, в процесі роботи адаптивної вібраційної технологічної машини (АВТМ)

система керування контролює два параметри – частоту та амплітуду коливань робочого органу і у випадку зміни завантаження робочого органу або при необхідності зміни режиму роботи машини система керування коректує частоту та амплітуду вимушуючих коливань приводу робочого органу, до частоти яка близька до резонансної частоти пружної системи вібромашини при заданому завантаженні робочого органу і амплітуду коливань на резонансній частоті так, що б вона відповідала оптимальному режиму технологічного процесу.

Недоліком такого методу стабілізації технологічних параметрів вібраційного поля АВТМ є те, що один і той же рівень амплітуди коливань робочого органу АВТМ на різних частотах призведе до різної інтенсивності технологічного процесу, це зумовлюється тим, що якщо наприклад вібромашина працювала при резонансній частоті 50 Гц із амплітудою у 3 мм, і при зміні маси завантаження робочого органу резонансна частота зростає до 52 Гц при тій же амплітуді у 3 мм, що призведе до зміни інтенсивності технологічного процесу АВТМ. Це пояснюється тим, що у першому випадку за 1 с АВТМ робила 50 повних коливань де за кожне коливання виконувалась певна корисна робота, а в другому випадку АВТМ уже робитиме 52 повні коливання при тій же самій амплітуді коливань робочого органу, тому у другому випадку буде більша інтенсивність віброобробки, що для певних технологічних процесів є недопустимим.

Метою роботи є підвищення точності дотримання технологічних режимів роботи адаптивних вібраційних технологічних машин.

Поставлена мета досягається тим, що при стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля адаптивних вібраційних технологічних машин, система керування віброприводом, відслідковує власну частоту коливань механічної коливної системи ω_d , підтримує режим роботи адаптивної вібраційної технологічної машини близький до резонансного, при цьому в процесі роботи адаптивної вібраційної технологічної машини система керування контролює два параметри – частоту ω_d та амплітуду A_d коливань робочого органу і у випадку зміни маси завантаження робочого органу або при необхідності зміни режиму роботи адаптивної вібраційної технологічної машини система керування коректує частоту та амплітуду вимушуючих коливань віброприводу робочого органу, до частоти ω_d яка близька до резонансної частоти пружної коливної системи вібромашини при заданому завантаженні



робочого органу і амплітуду коливань робочого органу A_d на резонансній частоті так, щоб

$$A_d = \omega_z^2 \cdot A_z^2 / \omega_d^2$$

виконувалась умова

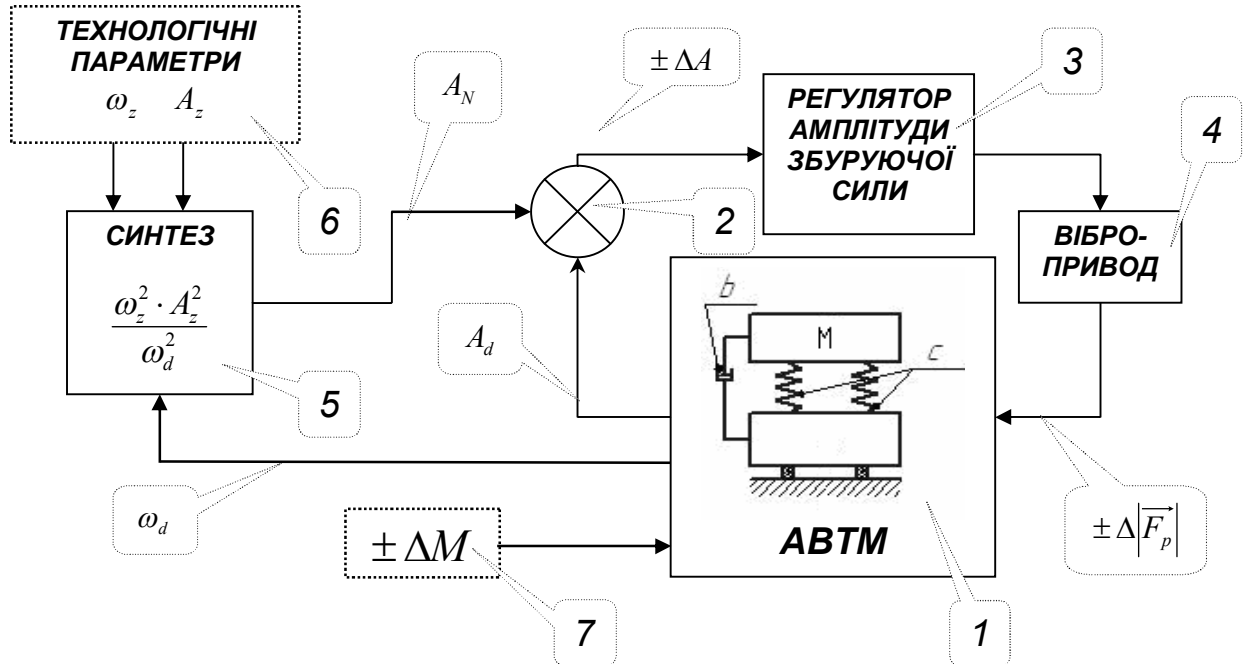
та A_z задані технологічно оптимальні параметри коливань адаптивної вібраційної технологічної машини. Такий метод стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля адаптивних вібраційних технологічних машин базується на забезпеченні рівності питомої роботи вібраційного поля

АВТМ $A_{роб} = A^2 \cdot \omega^2$ [4, 5, 6] при будь-якому завантаженні робочого органу і заданому технологічно оптимальному значенні $A_{роб}$. Даний метод дозволяє постійно підтримувати резонансний режим роботи АВТМ завдяки корекції ω_d , а при резонансній частоті АВТМ проводиться стабілізація питомої роботи вібраційного поля АВТМ шляхом корекції амплітуди коливань робочого органу A_d , що забезпечує мінімальні енергозатрати на вібропривод при незмінній інтенсивності технологічного процесу роботи АВТМ.

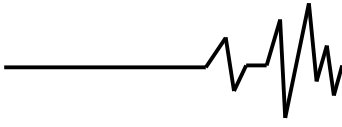
На мал.1 зображено функціональну схему методу стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля адаптивних вібраційних технологічних машин. На адаптивну вібраційну технологічну машину 1 діє

параметричне збурення 7. Адаптивна вібраційна технологічна машина 1 з'єднана із блоком порівняння 2 та блоком синтезу 5, який з'єднаний із блоком 6 введення технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля. Сигнал з виходу блоку синтезу 5 поступає на блок порівняння 2, а з виходу блока порівняння 2 надходить у регулятор амплітуди збурюючої циклічної сили 3 і з його виходу поступає на вібропривод 4, що приводить у рух АВТМ 1.

Метод стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля адаптивних вібраційних технологічних полягає у наступному. За допомогою блоку 6 проводиться ввід технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля ω_z та A_z АВТМ 1. При дії на АВТМ 1 параметричне збурення 7 (зміна маси завантаження робочого органу $\pm \Delta M$), змінюється власна резонансна частота АВТМ 1 [7, 8, 9], що призводить до зміни амплітуди коливань робочого органу АВТМ 1 яка зумовлена переміщенням амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) АВТМ по осі частот у ту чи іншу сторону залежно від напрямку зміни параметричного збурення 7 ($\pm \Delta M$). Для корекції АЧХ застосовується зміна частоти циклічної вимушуючої сили віброприводу з метою забезпечення постійного резонансного режиму роботи АВТМ, у результаті чого виникає зміна технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля, на сам перед частоти, із заданої ω_z на нову дійсну



Мал. 1 - Функціональна схема методу стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля.



ω_d власну резонансну частоту АВТМ 1. Враховуючи нову власну резонансну частоту АВТМ 1 ω_d та технологічно оптимальні параметри вібраційного поля АВТМ ω_z та A_z в блоці синтезу 5 проходить розрахунок необхідного значення амплітуди коливань робочого органу АВТМ A_N при новій дійсній власній резонансній частоті АВТМ ω_d так, щоб оптимальне значення питомої роботи

вібраційного поля $A_{робz} = A_z^2 \cdot \omega_z^2$ залишилось незмінним при новому дійсному значенні ω_d власної резонансної частоти АВТМ 1. Тобто в блоці синтезу 5 проходить визначення необхідного значення амплітуди коливань робочого органу АВТМ A_N виходячи із наступної рівності:

$$A_z^2 \cdot \omega_z^2 = A_N^2 \cdot \omega_d^2 \quad (1)$$

Необхідне значення амплітуди коливань робочого органу A_N , яке забезпечує задане технологічно оптимальне значення питомої роботи вібраційного поля при даній масі завантаження робочого органу поступає на блок порівняння 2. У блоці порівняння 2 проходить порівняння необхідного значення A_N амплітуди коливань робочого органу та дійсного значення амплітуди коливань робочого органу A_d і значення необхідної різниці амплітуд коливань робочого органу $\pm \Delta A$ подається на регулятор амплітуди збурюючої циклічної сили 3, де на підставі величини похибки $\pm \Delta A$ та розроблених оптимальних законів керування формується керуючий сигнал на вібропривод 4. Вібропривод 4 змінює значення амплітуди циклічної вимушуючої сили віброприводу в необхідну сторону та на

необхідну величину $\pm \Delta \left| \overline{F_p} \right|$ і діє на АВТМ 1.

В результаті зворотного зв'язку по ω_d та A_d даний метод стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля адаптивних вібраційних технологічних машин дозволяє постійно підтримувати технологічно оптимальні параметри вібраційного поля в процесі зміни маси завантаження робочого

органу адаптивних вібраційних технологічних машин.

Література

1. Устройство для управления вибрационным грузочным бункером: А.с. № 1093650 СССР, МКИ В 65 G 27/24 А. П. Якименко, А. П. Фоменков, Ю. П. Королев, А. И. Некрасов, В. С. Проходцев (СССР). Заявлено 23.02.83; Оpubл. 23.05.84; Бюл. - № 19, - 2 с.
2. Спосіб керування роботою машини із коливними рухами робочих органів. Пат. 10971 А Україна, В65ВG27/24. П. С. Берник, Р. В. Чубик, В. А. Пашистий. (Україна). - № 200502375; Оpubл. 15.12.2005; Бюл. № 12, - 4 с.
3. Берник П. С., Чубик Р. В. Алгоритм функціонування адаптивної системи керування приводом вібраційних технологічних машин // Вибрації в техніці та технологіях. Всеукраїнський наук.-тех. журнал. 2006. № 1 (43) № - С.4-10.
4. Сергеев А. П. Исследование процесса обработки, механизация и автоматизация вспомогательных работ на машинах для объемной вибрационной обработки// Механизация процесса снятия заусенцев. МДНТП. - М.: 1966. - С.74-85.
5. Сердюк Л. И., Давыденко Ю. А., Осина Л. М. Различные подходы к оценке динамических, энергетических и технологических возможностей вибрационных машин // Вибрації в техніці та технологіях. Всеукраїнський науково-технічний журнал. 2004. - № 3 (35) - С.113-117.
6. Копылов Ю. Р. Амплитудные и фазо-частотные характеристики вибрирующей рабочей среды// Вибрації в техніці та технологіях. Труды III международной научно-технической конференции. - Евпатория: 1998. - С.133-137.
7. Хайкин С. Э. Физические основы механики. - М.: Наука, 1971. - 751 с.
8. Повідайло В. О. Вібраційні процеси та обладнання. - Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2004. - 248 с.
9. Тимошенко С. П., Янг Д. Ж., Уивер У. (Перевод с английского канд. физ.-мат. наук Корнейчука Л. Г. под ред. чл.-корр. АН ССР Григолюка Э. И.) Колебания в инженерном деле. - М.: Машиностроение, 1985. - 472 с.