



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105859** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)
B65G 27/24 (2006.01)
B65G 27/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

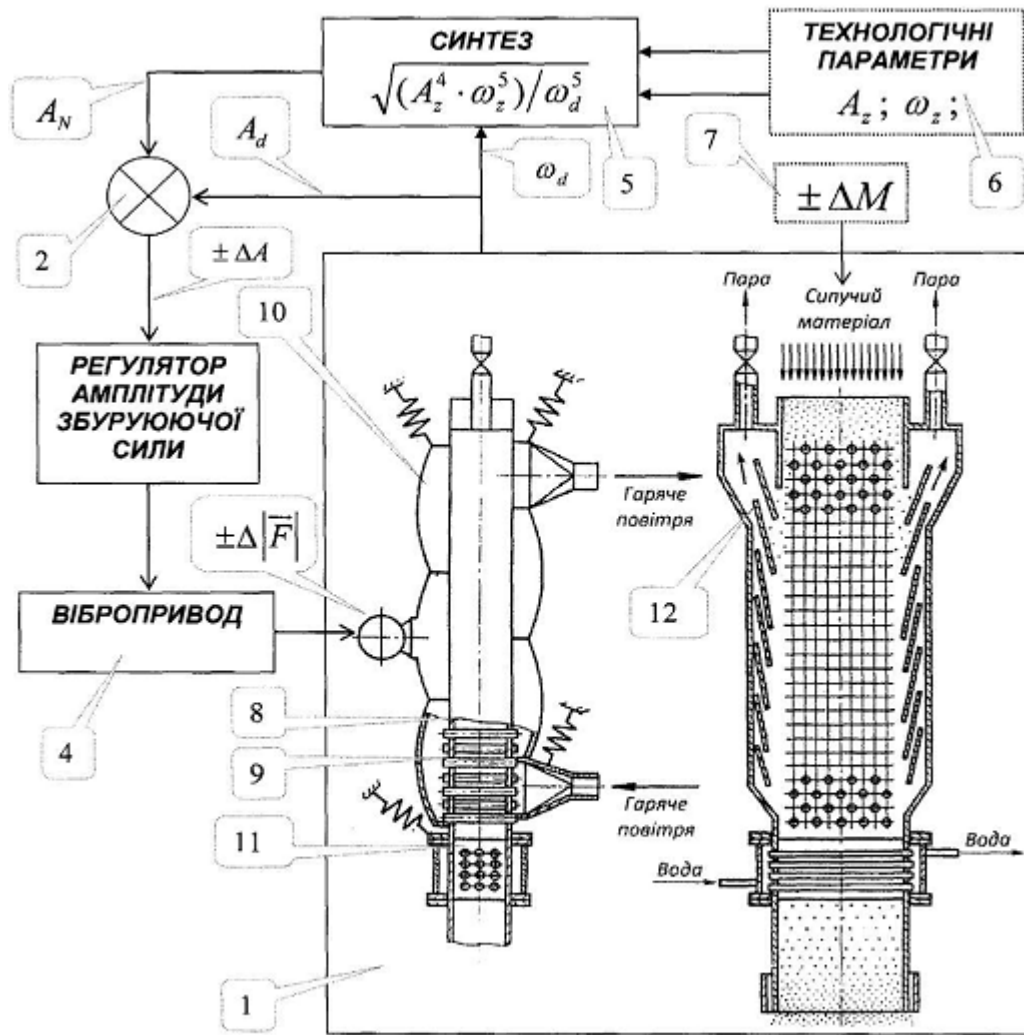
<p>(21) Номер заявки: а 2013 03641</p> <p>(22) Дата подання заявки: 26.03.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.06.2014</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 10.04.2014, Бюл.№ 7</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2014, Бюл.№ 12</p>	<p>(72) Винахідник(и): Чубик Роман Васильович (UA), Ярошенко Леонід Вікторович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 10971 U; 15.12.2005 UA 92041 C2; 27.09.2010 GB 926120 A; 15.05.1963 JP S62218308 A; 25.09.1987 RU 2116143 C1; 27.07.1998 SU 1713866 A1; 23.02.1992 UA 87776 C2; 10.08.2009 UA 90820 C2; 25.05.2010 UA 101196 C2; 11.03.2013</p>
--	---

(54) МЕТОД СТАБІЛІЗАЦІЇ В'ЯЗКОСТІ ВІБРОКИПЛЯЧОГО ШАРУ В АДАПТИВНИХ ВІБРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИНАХ

(57) Реферат:

Метод стабілізації в'язкості віброкиплячого шару в адаптивних вібраційних технологічних машинах (АВТМ), при якому система керування віброприводом, відслідковуючи власну частоту коливань механічної коливної системи ω_d , підтримує режим роботи АВТМ, близький до резонансного. В процесі роботи система керування контролює два параметри - частоту ω_d та амплітуду A_d коливань робочого органу і, у випадку зміни маси завантаження робочого органа або при необхідності зміни режиму роботи АВТМ, коректує частоту вимушуючих коливань віброприводу робочого органа, до частоти ω_d , що близька до резонансної частоти пружної коливної системи вібромашини при заданому завантаженні робочого органа. При цьому амплітуду A_d коливань робочого органа на резонансній частоті коректують системою керування так, щоб виконувалась умова $A_d = \sqrt{(A_z^4 \cdot \omega_z^5) / \omega_d^5}$, де ω_z та A_z задані технологічно оптимальні параметри вібраційного поля АВТМ.

UA 105859 C2



Фіг. 1

Винахід стосується вібраційної техніки і може знайти застосування в машинобудуванні та приладобудуванні, а також в гірничо-переробній, хімічній, харчовій, будівельній промисловості та сільськогосподарському виробництві.

Відомий спосіб керування [1], в якому реалізується метод стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля адаптивних вібраційних технологічних машин (АВТМ) шляхом забезпечення контролю двох параметрів - частоти та амплітуди коливань робочого органа і у випадку зміни його завантаження або при необхідності зміни режиму роботи машини коректування частоти та амплітуди вимушуючих коливань приводу робочого органа до частоти, яка близька до резонансної частоти пружної системи вібромашини при заданому завантаженні робочого органа і амплітуди коливань на резонансній частоті так, щоб вона відповідала оптимальному режиму технологічного процесу.

Недоліком даного методу стабілізації технологічних параметрів вібраційного поля АВТМ є те, що один і той же рівень амплітуди коливань робочого органа АВТМ на різних частотах може призвести до різної інтенсивності технологічного процесу, що для певних технологічних процесів є недопустимим.

Найбільш близьким за технічною суттю є метод стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля АВТМ [2], в якому система керування віброприводом, відслідковуючи власну частоту коливань механічної коливної системи ω_d , підтримує режим роботи адаптивної вібраційної технологічної машини близький до резонансного, і в процесі роботи АВТМ система керування контролює два параметри - частоту ω_d та амплітуду A_d коливань робочого органа і у випадку зміни маси його завантаження або при необхідності зміни режиму роботи АВТМ система керування коректує частоту та амплітуду вимушуючих коливань віброприводу робочого органа до частоти ω_d , яка близька до резонансної частоти пружної коливної системи АВТМ при заданому завантаженні робочого органа і амплітуду коливань робочого органа A_d на резонансній частоті так, щоб виконувалась умова $A_d = \sqrt{(A_z^4 \cdot \omega_z^5) / \omega_d^5}$, де ω_z та A_z задані технологічно оптимальні параметри вібраційного АВТМ.

Недоліком такого методу стабілізації технологічних параметрів вібраційного поля АВТМ є те, що застосування питомої роботи вібраційного поля, як адекватного критерію доцільне лише для якісної та кількісної оцінки технологічних процесів, що пов'язані із віброобразивною обробкою деталей і не може забезпечити необхідної в'язкості шару сипучого матеріалу, яка є визначальною при здійсненні ряду технологічних процесів пов'язаних, наприклад, з тепломасообміном сипучих матеріалів.

В основу винаходу поставлено задачу в методі стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля АВТМ, шляхом дотримання заданої в'язкості шару сипучого матеріалу у їхньому робочому органі, забезпечити точність реалізації технологічного процесу при роботі АВТМ та високу якість вихідної продукції.

Поставлена задача досягається тим, що в методі стабілізації в'язкості віброкиплячого шару в АВТМ, в якому система керування віброприводом, відслідковуючи власну частоту коливань механічної коливної системи ω_d , підтримує режим роботи АВТМ, близький до резонансного, і в процесі її роботи система керування контролює два параметри - частоту ω_d та амплітуду A_d коливань робочого органа, і у випадку зміни маси завантаження робочого органа або при необхідності зміни режиму роботи АВТМ, система керування коректує частоту та амплітуду вимушуючих коливань віброприводу робочого органа до частоти ω_d , яка близька до резонансної частоти пружної коливної системи вібромашини при заданому завантаженні робочого органа, і амплітуду коливань робочого органа A_d на резонансній частоті так, щоб виконувалась умова $A_d = \sqrt{(A_z^4 \cdot \omega_z^5) / \omega_d^5}$, де ω_z та A_z задані технологічно оптимальні параметри вібраційного поля АВТМ.

Такий метод стабілізації в'язкості віброкиплячого шару сипучого матеріалу в АВТМ базується на забезпеченні рівності (стабільності) в часі ефективної динамічної в'язкості μ віброкиплячого шару [3] при будь-якому завантаженні робочого органа на робочій (власній резонансній) частоті АВТМ:

$$\mu = \frac{8 \cdot N}{S^2 \cdot A_d^4 \cdot \omega_d^5 \cdot \rho},$$

де N - потужність, яка передається сипучому матеріалу, що знаходиться у робочому органі АВТМ, S - площа поверхні робочого органа, яка передає коливання сипучому матеріалу, ρ - середня густина сипучого матеріалу, що знаходиться в робочому органі АВТМ.

Даний метод дозволяє постійно підтримувати резонансний режим роботи АВТМ завдяки корекції ω_d , а при резонансній частоті АВТМ проводиться стабілізація динамічної в'язкості шляхом корекції амплітуди коливань робочого органа A_d , що забезпечує мінімальні енергозатрати на вібропривод при незмінній інтенсивності технологічного процесу роботи АВТМ та високій якості вихідної продукції.

На кресленні зображено функціональну схему системи автоматичного керування віброприводом АВТМ, яка дозволяє реалізувати метод стабілізації в'язкості віброкиплячого шару сипучого матеріалу у її робочому органі на прикладі машини 1, що призначена для нагрівання, сушіння та охолодження сипучих матеріалів. АВТМ 1 складається із вертикального прямокутного робочого органа 8, в середині якого у шаховому порядку встановлено та жорстко із ним з'єднано горизонтальні трубчасті нагрівачі 9. Із зовні робочого органа 8 нагрівачі 9 підключені до перетічних коробів 10, через які в труби 9 подається гаряче повітря. На виході сипучого матеріалу із робочого органа 8 в труби 11 охолоджувача подають холодну воду. Вологу, що випаровується при сушінні сипучого матеріалу через жалюзі 12 та патрубки, які встановлені симетрично із двох сторін, виводять на зовні із корпусу АВТМ 1. Датчик параметрів вібрації, що встановлений на робочому органі АВТМ 1 з'єднаний із блоком порівняння 2 та блоком синтезу 5, який з'єднаний із блоком 6 введення технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля. Сигнал з виходу блока синтезу 5 надходить на блок порівняння 2, а з виходу блока порівняння 2 надходить у регулятор амплітуди збуджуючої циклічної сили 3 і з його виходу надходить на вібропривод 4, що приводить у рух АВТМ 1.

В процесі роботи на АВТМ 1 діє параметричне збурення 7, яке являє собою приєднану масу $\pm \Delta M$ сипучого матеріалу, зерна якого (частинки) можуть бути з'єднані механічно або склеєні в грудки за рахунок різних фізико-хімічних процесів. Сипучий матеріал в АВТМ такого типу рухається вниз під дією сили тяжіння, тому неоднорідність характеристик сипучого матеріалу зумовлена склеюванням та зчіплюванням сипучого матеріалу у грудки забезпечувала б нестабільний прохід сипучого матеріалу крізь нагрівачі 9 вздовж робочого органа 8. Нагрівачі 9 розміщені перпендикулярно до потоку сипучого матеріалу, що проходить крізь робочий орган 8, та здійснюють разом із робочим органом 8 коливання по еліптичній траєкторії завдяки циклічній вимушуючій силі віброприводу 4. В результаті чого навколо нагрівачів 9 безпосередньо у потоці сипучого матеріалу утворюється віброкиплячий шар, в якому руйнуються грудки та активізуються тепломасообмінні процеси (між поверхнею нагрівачів 9 та сипучим матеріалом). Від в'язкості шару сипучого матеріалу залежить час перебування довільної частинки (зерна) у камері робочого органа 8. Зміна в'язкості сипучого шару у хаотичному порядку буде причиною того, що різні частинки сипучого матеріалу будуть перебувати в камері робочого органа 8 різний час і температурне поле може або їх перегріти або не догріти. Тому хаотична зміна в'язкості сипучого матеріалу у робочому органі 8 буде призводити до відхилень при реалізації даного технологічного процесу та низької якості вихідної продукції, оскільки в'язкість μ безпосередньо залежить від динамічних параметрів коливань робочого органа, тобто дійсної амплітуди A_d та дійсної (резонансної) частоти коливань ω_d робочого органа 8. Система керування АВТМ 1 при зміні маси завантаження $\pm \Delta M$ робочого органа 8 сипучим матеріалом, постійно проводить корекцію частоти циклічної вимушуючої сили віброприводу 4 з метою забезпечення та підтримання постійного резонансного режиму роботи, як найвигіднішого з точки зору енергозбереження. Для стабілізації в'язкості μ шару сипучого матеріалу (його ефективної динамічної в'язкості [3]), необхідно за допомогою блока 6 вводити задані технологічно оптимальні параметри вібраційного поля (ω_z - задана частота коливань робочого органа 8, A_z - задана амплітуда коливань робочого органа 8). Інформація про задане оптимальне значення параметрів вібраційного поля робочого органа 8 надходить у блок синтезу 5, де визначається A_N необхідне значення амплітуди коливань робочого органа на його власній резонансній частоті коливань ω_d (значення якої постійно надходить у блок 5 від датчика вібрації встановленого на робочому органі 8), яке дозволяє забезпечити заданий коефіцієнт в'язкості μ віброкиплячого шару при будь-якій ω_d робочій резонансній частоті коливань робочого органа 8. Розрахунок значення необхідної амплітуди коливань A_N робочого органа 8 АВТМ 1 проводиться для забезпечення постійної рівності дійсного значення в'язкості

$\mu_d = (8 \cdot N) / (S^2 \cdot A_N^4 \cdot \omega_d^5 \cdot \rho)$ із заданим оператором АВТМ $\mu_z = (8 \cdot N) / (S^2 \cdot A_z^4 \cdot \omega_z^5 \cdot \rho)$, тобто:

$$(8 \cdot N) / (S^2 \cdot A_z^4 \cdot \omega_z^5 \cdot \rho) = (8 \cdot N) / (S^2 \cdot A_N^4 \cdot \omega_d^5 \cdot \rho),$$
 звідки $A_N = \sqrt{(A_z^4 \cdot \omega_z^5) / \omega_d^5}$. У блоці 2 проводиться постійне порівняння необхідного значення амплітуди коливань A_N робочого органа 8 із його дійсною амплітудою коливань A_d , і на виході блока 2 отримується величина відхилення амплітуди $\pm \Delta A$. За її модулем (абсолютною величиною) можна судити наскільки дійсна амплітуда коливань A_d робочого органа 8 АВТМ 1 відрізняється від амплітуди коливань (A_N), що здатна забезпечити задану в'язкість μ_z сипучого матеріалу на довільній робочій резонансній частоті ω_d коливань органа 8 АВТМ 1. А за її знаком (\pm) можна зробити висновок, в яку сторону необхідно проводити корекцію дійсної амплітуди коливань A_d робочого органа 8 АВТМ 1 для того, щоб забезпечити задану в'язкість μ_z сипучого матеріалу на довільній робочій резонансній частоті ω_d . Тому на основі сигналу від блока 2, блок 3 регулятор амплітуди збуджуючої сили постійно в часі проводить корекцію A_d дійсної амплітуди коливань робочого органа 8 АВТМ 1 так, щоб завжди при довільній робочій резонансній частоті ω_d виконувалась умова $A_d = A_N$, тобто в'язкість μ віброкиплячого шару сипучого матеріалу завжди відповідала заданій величині, що є оптимальною для даного технологічного процесу. Блок 3 безпосередньо впливає на вібропривод 4 АВТМ 1, змінюючи амплітуду циклічної вимушуючої сили у певному напрямі на задане значення $\pm \Delta |F|$.

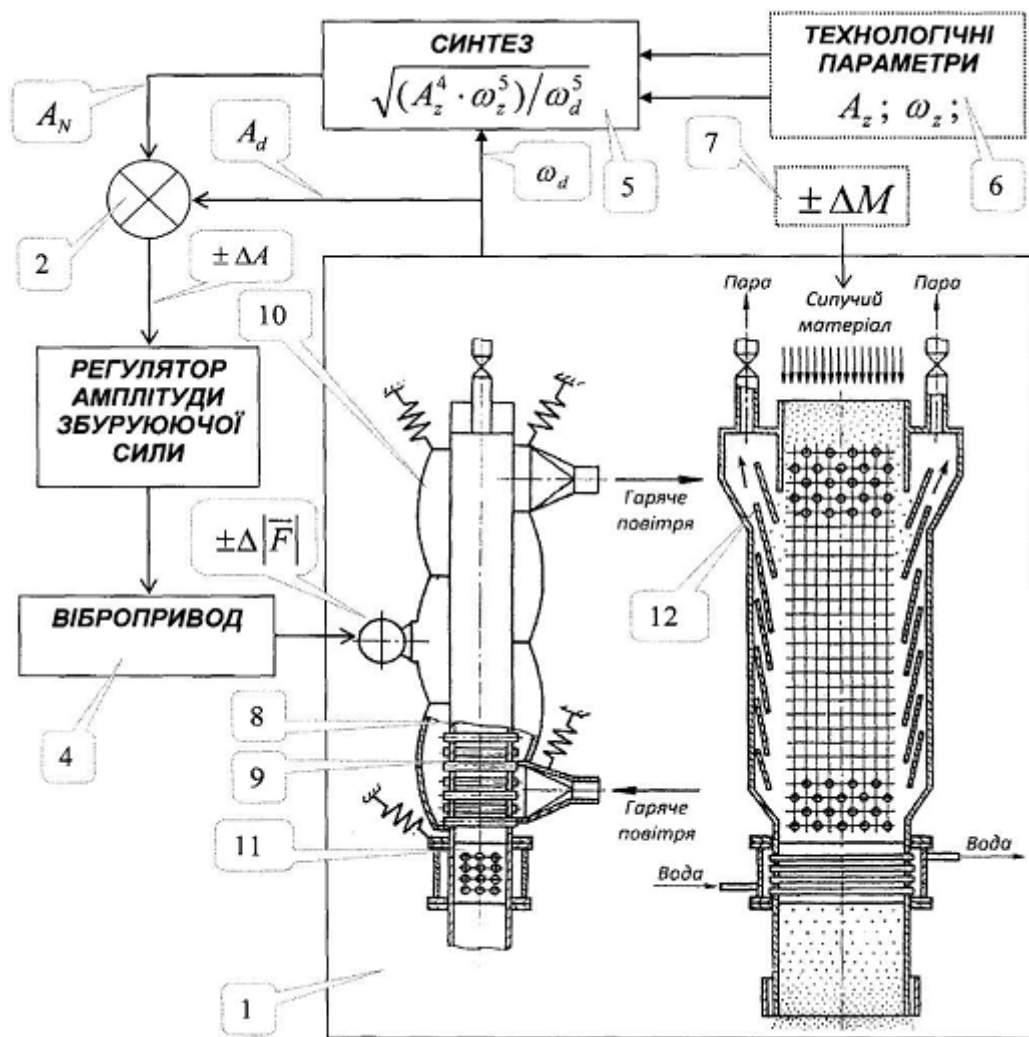
В результаті зворотного зв'язку по ω_d та A_d даний метод стабілізації в'язкості віброкиплячого шару сипучого матеріалу в АВТМ дозволяє на власній резонансній частоті постійно підтримувати задані технологічно оптимальні параметри вібраційного поля в процесі зміни маси завантаження $\pm \Delta M$ робочого органа АВТМ.

Джерела інформації:

1. Спосіб керування роботою машини із коливними рухами робочих органів. Пат. 10971 А Україна, В65G27/24. П.С Берник, Р.В. Чубик, В.А. Пашистий. (Україна). - № 200502375; Опубл. 15.12.2005; Бюл. № 12. - 4 с.
2. Пат. 92041 А Україна, В65G 27/100. Спосіб стабілізації технологічно оптимальних параметрів вібраційного поля адаптивних вібраційних технологічних машин. Середя Л.П., Чубик Р.В., Ярошенко Л.В. (Україна). - № а200806209; Опубл. 27.09.2010; Бюл. № 18, 3 ст.
3. Членов В.А., Михайлов Н.В. Виброкипящий слой. - М.: Наука, 1972. - 341 с.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Метод стабілізації в'язкості віброкиплячого шару в адаптивних вібраційних технологічних машинах (АВТМ), при якому система керування віброприводом, відслідковуючи власну частоту коливань механічної коливної системи ω_d , підтримує режим роботи АВТМ, близький до резонансного, і в процесі її роботи контролює два параметри - частоту ω_d та амплітуду A_d коливань робочого органа, і у випадку зміни маси завантаження робочого органа або при необхідності зміни режиму роботи АВТМ коректує частоту вимушуючих коливань віброприводу робочого органа, до частоти ω_d , що близька до резонансної частоти пружної коливної системи вібромашини при заданому завантаженні робочого органа, який **відрізняється** тим, що амплітуду A_d коливань робочого органа на резонансній частоті коректують системою керування так, щоб виконувалась умова $A_d = \sqrt{(A_z^4 \cdot \omega_z^5) / \omega_d^5}$, де ω_z та A_z задані технологічно оптимальні параметри вібраційного поля АВТМ.



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601