



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **38199** (13) **U**
(51) МПК
B24B 31/067 (2008.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ПУСКУ ВІБРАЦІЙНОЇ МАШИНИ З ДЕБАЛАНСНИМ ПРИВОДОМ

1

2

(21) u200809884

(22) 29.07.2008

(24) 25.12.2008

(46) 25.12.2008, Бюл.№ 24, 2008 р.

(72) ЯРОШЕВИЧ ТЕТЯНА СЕРАФИМІВНА, UA,
СЕЛИВОНЮК АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA,
ПЕТУХОВ МИКОЛА ВАСИЛЬОВИЧ, UA

(73) ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІ-
ВЕРСИТЕТ, UA

(57) Спосіб пуску вібраційної машини з дебалансним приводом, який полягає у тому, що при досягненні кутовою швидкістю вібратора значення, близького до частоти власних коливань, електродвигун вимикають, а після проходження періоду часу, протягом якого кутова швидкість до-

сягає зарезонансного значення, виконують повторне вмикання електродвигуна, який **відрізняється** тим, що в процесі розбігу вібратора застосовують систему керування, яка контролює зміну швидкості вібратора, а саме в момент часу, коли прискорення набуває від'ємного значення, електродвигун вимкнеться і повторно увімкнеться при зміні знака прискорення, а процес вимикання та повторного вмикання двигуна виконують з використанням програмного забезпечення промислового контролера, який разом з перетворювачем частоти та датчиком кутової швидкості, встановленим на валу вібратора, утворює замкнену систему автоматичного керування пуском.

Корисна модель відноситься до галузі машино- і приладобудування та може бути використана для зниження рівня вібрації, що виникають при пуску та зупинці вібраційних машин.

Відома вібраційна машина з дебалансним приводом, що складається з вібруючого робочого органу (контейнера), встановленого на станині за допомогою м'яких сталених гвинтових циліндричних пружин. Під робочим органом жорстко закріплено дебалансний вібратор (незбалансований ротор), що приводиться в рух від трифазного асинхронного двигуна [див. Вибрационные станки для обработки деталей. Бабичев А.П., Трунин В.Б., Самодумский Ю.М. и др. - М.: Машиностроение. - 1984. - С. 56-57]. Зазвичай, вібраційні машини з інерційним приводом є зарезонансними. Частоти власних коливань пружно підвішеного робочого органу є в кілька разів нижчими за частоту вимушених коливань. Тому недоліками вібраційної машини з дебалансним приводом є те, що в процесі розбігу та вибігу під час збігу власних частот із вимушеною виникають інтенсивні резонансні коливання. При цьому вони у багато разів перевищують амплітуди усталеного режиму руху. Відповідно, зростають динамічні навантаження на елементи конструкції вібраційних машин. Крім того, для проходження ротором електродвигуна ре-

зональної зони необхідно істотно завищувати його потужність.

Відомий спосіб розбігу незбалансованого ротора у зарезонансну зону, котрий полягає у тому, що вмикання та вимикання привода ротора здійснюють у зоні резонансу. З метою зменшення енерговитрат при розбігу та забезпечення врахування змін незрівноваженості ротора вимикання та вмикання привода здійснюють з урахуванням порогових значень вібраційного та обертового моментів привода; порогові значення вібраційного моменту вибираються рівними $\pm(10-15)\%$ від обертового моменту двигуна [див. А.С. СССР № 1025460, кл. В 06 В 1/16; G 01 М 1/06, 1983 р.]. Однак відомо, що визначення з достатньою точністю обертового моменту, що діє на ротор, є досить складною задачею (зокрема, набагато складнішою, ніж визначення швидкості ротора). Керування вимиканням та вмиканням двигуна, виходячи з порогового значення вібраційного моменту $\pm(10-15)\%$ від обертового моменту двигуна, є досить далеким від оптимального.

Найбільш близьким до запропонованого корисної моделі є спосіб зменшення резонансних амплітуд при пуску вібраційної машини, який полягає у тому, що при досягненні кутовою швидкістю вібратора значення, близького до частоти власних коливань, електродвигун вібратора вимикають, а

(13) **U**

(11) **38199**

(19) **UA**

після проходження періоду часу, протягом якого кутова швидкість досягає зарезонансного значення, виконують повторне вмикання електродвигуна [див. АС. СССР № 255760, кл. B021, 1970 р.].

Однак, як відомо, для кожної конкретної коливальної системи потрібно досить точно (до 0,01 с) визначати час вимикання та повторного вмикання двигуна. Для цього, крім виконання складних розрахунків, потрібно визначити параметри конкретної коливальної системи, окремі з яких знайти з необхідною точністю досить проблематично, наприклад - коефіцієнти демпфування. Відомо, що на відміну від режимів, віддалених від резонансних, для яких силами опору в коливальній системі зазвичай нехтують, при дослідженні перехідних режимів навіть незначна зміна коефіцієнтів демпфування істотно впливає на характер перебігу процесу проходження резонансної зони. Таким чином, запропонований підхід досить чутливий до похибок моделі, що ставить під сумнів ефективність його практичного використання. Істотним недоліком також є те, що визначений час вимикання та повторного вимикання двигуна потрібно вручну набирати на пульті керування машиною.

В основу корисної моделі поставлено задачу зменшити резонансні коливання робочого органу та знизити витрати енергії шляхом використання методу подвійного пуску двигуна з забезпеченням автоматичного керування процесом вимикання та повторного вмикання двигуна в залежності від перебігу процесу розбігу.

Поставлена мета досягається тим, що у спосіб зменшення резонансних амплітуд при пуску вібраційної машини, який полягає у тому, що при досягненні кутовою швидкістю вібратора значення, близького до частоти власних коливань, електродвигун вимикають, а після проходження періоду часу, протягом якого кутова швидкість досягає зарезонансного значення, виконують повторне вмикання електродвигуна. Згідно з запропонованим способом в процесі розбігу вібратора застосовують систему керування, яка контролює зміну швидкості вібратора, а саме в момент часу, коли пришвидшення набуває від'ємного значення, електродвигун вимкнеться і повторно увімкнеться при зміні знаку пришвидшення, а процес вимикання та повторного вмикання двигуна виконують з використанням програмного забезпечення промислового контролера, який разом з перетворювачем частоти та датчиком кутової швидкості, встановленим на валу вібратора, утворює замкнену систему автоматичного керування пуском.

Спосіб відрізняється тим, що програму керування пуском розроблено з врахуванням зміни швидкості вібратора, величину якої найбільш просто і точно можна визначити експериментально, й яка повністю відображає перехідні процеси розбігу.

Такий спосіб пуску дозволяє автоматизувати процес вимикання та повторного вмикання двигуна з урахуванням дійсних параметрів коливальної системи і динамічних процесів, що мають місце під час розгону.

За допомогою комп'ютерного моделювання процесу пуску вібраційної машини з дебалансним приводом показано, що на відміну від процесу

розбігу, протягом якого вібраційний момент є здебільшого гальмівним, після вимкнення електродвигуна він практично в рівній мірі стає і гальмівним, і обертальним. Звичайно, від'ємний вібраційний момент відповідає передаванню енергії від обертового руху вібратора до коливального руху робочого органу, при цьому в зоні резонансних частот відбувається істотне накопичення енергії пружно підвішеним робочим органом; додатній вібраційний момент відповідає передаванню енергії вібратору, що супроводжується суттєвим пришвидшенням останнього. Цей факт і використовується у випадку застосування методу подвійного пуску електродвигуна. Запропонований спосіб дозволяє найбільш раціонально використати енергію, накопичену пружно підвішеним робочим органом під час розбігу.

На Фіг.1 наведено залежності від часу вібраційного моменту (1) та моменту електродвигуна (2), які діють на ротор вібратора, а на Фіг. 2-кутової швидкості (1) та пришвидшення (2) вібратора в разі застосування подвійного пуску електродвигуна недостатньої потужності. На Фіг.3 зображено просторову модель вібраційної технологічної машини з системою керування пуском.

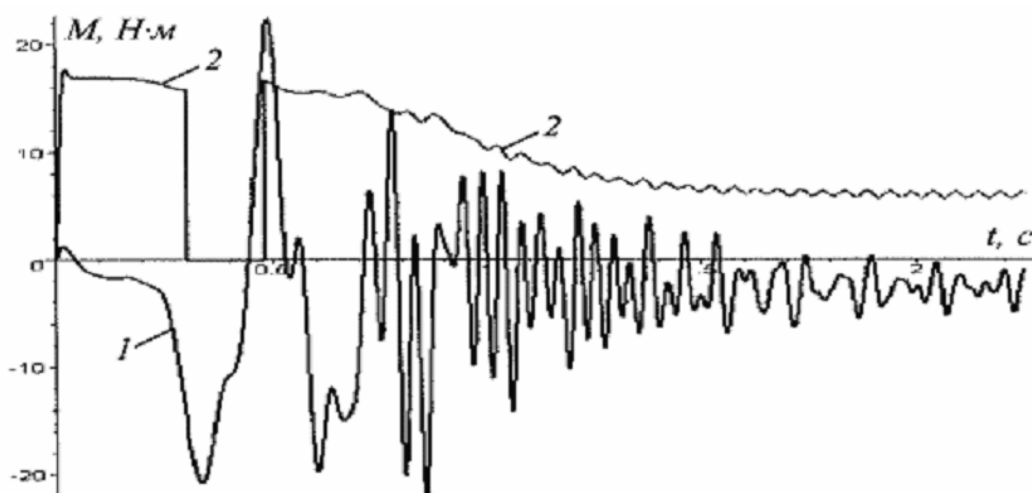
Вібраційна машина містить: 1 - підпружинений робочий орган; 2 - вібратор; 3 - пружини; 4 - компенсуючу еластичну муфту; 5 - трифазний асинхронний електродвигун; 6 - станину. До складу системи керування входять: 7 - датчик кутової швидкості; 8 - перетворювач частоти; 9 - промисловий контролер.

Спосіб керування пуском вібраційної машини наступний: при натисканні на промисловому контролері 9 кнопки «Пуск», подається сигнал перетворювачу частоти 8 і відбувається увімкнення асинхронного трифазного електродвигуна 5. Вібратор 2, на валу якого встановлено датчик кутової швидкості 7, починає набирати швидкість. Промисловий контролер 9 зчитує сигнал, пропорційний до значення кутової швидкості, з датчика кутової швидкості 7, який передається на вхід диференціюючого блока, реалізованого програмне в промисловому контролері 9. Таким чином одержуємо значення кутового пришвидшення. При досягненні кутовою швидкістю вібратора 2 значення, при якому має місце її «зависання», а точніше у випадку, коли пришвидшення приймає від'ємне значення, промисловий контролер 9 подає команду перетворювачу частоти 8 на вимкнення асинхронного трифазного електродвигуна 5. Після проходження періоду часу, протягом якого кутова швидкість вібратора 2 знову почне зростати, а саме коли кутове пришвидшення стає більшим за нуль, промисловий контролер 9 подає команду на увімкнення асинхронного трифазного електродвигуна 5. Промисловий контролер 9 постійно зчитує дані з датчика кутової швидкості 7, що дозволяє в режимі реального часу одержувати значення кутового пришвидшення вібратора і разом з перетворювачем частоти 8 та датчиком кутової швидкості 7 утворює замкнену систему автоматичного керування пуском. Алгоритм роботи промислового контролера 9 виключає можливість повторення процесів вимкнення-увімкнення асинхронного трифазного електродвигуна 5.

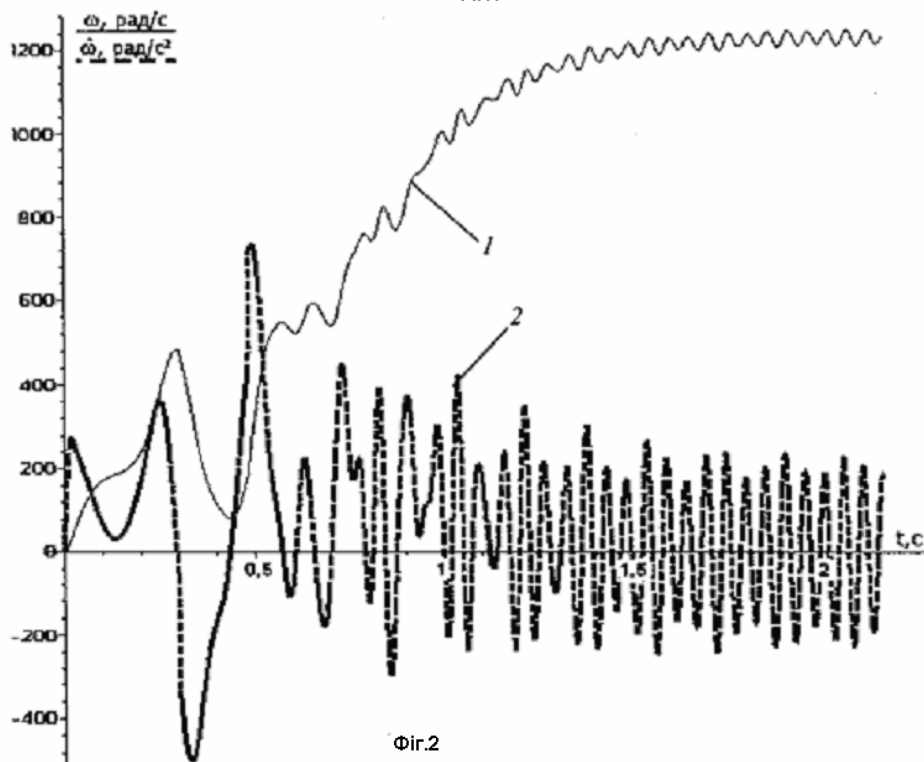
Зазначимо, що при програмуванні промислового контролера 9 за $t_{\text{вимк}}$ було взято момент часу початку «зависання» швидкості вібратора 2; після вимкнення електродвигуна 5 зменшення швидкості вібратора 2 має коливальний характер, і $t_{\text{повт.вмик}}$ вибирався з першого часового проміжку, протягом якого швидкість вібратора 2 зростала. Як бачимо (Фіг.1), у момент повторного вмикання електродвигуна 5 на ротор вібратора 2, окрім електромагнітного моменту, додатково діє обертальний вібраційний момент, який є співрозмірним із пусковим моментом електродвигуна 5. У результаті має міс-

це значно інтенсивніший розгін вібратора 2 і кутова швидкість ротора електродвигуна 5 досягає номінальної величини.

Таким чином, застосування запропонованого способу пуску вібраційної машини з дебалансним приводом дозволяє повністю автоматизувати процес керування подвійним пуском електродвигуна. Даний спосіб забезпечить зниження резонансних амплітуд та, відповідно, динамічних навантажень на елементи конструкції вібраційної машини, зменшить потрібну потужність привода.



Фіг.1



Фіг.2

