



УДК 62-521:62-868:62-531.7

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ВІБРОПРИВОД ДЛЯ ТОРОЇДАЛЬНИХ ВІБРОМАШИН

Чубик Р. В., Скварок Ю. Ю.

Дрогобицький державний педагогічний університет, м. Дрогобич

Деньщиків О.Ю.

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

Анотація: Авторами запропоновано конструктивне рішення керованого вібробуджувача, яке дозволяє дистанційно в довільних межах (і в довільному напрямку) керувати амплітудою коливань робочого органу тороїдальної вібромашини за рахунок зміни кута між дебалансами, розташованими на валу вібробуджувача за допомогою промислового мікроконтролера. Застосування запропонованого керованого вібробуджувача дозволить забезпечити і підтримувати технологічно оптимальне значення амплітуди коливань тороїдального робочого органу на резонансній робочій частоті вібромашини, покращити енергетичні та розширити технологічні характеристики існуючих тороїдальних вібромашин при їх модернізації та створити принципово новий клас тороїдальних вібромашин у випадку проектування їх із нуля.

Abstract: The authors proposed design solution managed of vibration drive, which allows remote arbitrary range (in any direction) to control the amplitude vibration toroidal working body vibration machine by changing the angle between the unbalance located on the shaft using vibration drive industrial microcontroller. The application of the proposed controlled vibration drive will provide and maintain a technologically optimal value of the amplitude of the toroidal working body at the resonant operating frequency vibration machine, improve energy and extend the technological characteristics of existing toroidal vibration machine in their modernization and create a completely new class of toroidal vibration when designing them from scratch.

Ключові слова: Вібробуджувач, вібромашина, дебаланс, тороїдальна машина.

Постановка проблеми. Широкого (масового) застосування у машинобудівній промисловості знайшли [1] універсальні неавтоматизовані вібраційні машини загального призначення із кільцевою (тороїдною) формою робочого органу (контейнера, камери). Контейнери таких вібромашин встановлені на пружинах, що встановлені по окружності контейнера та станини. Під контейнером, вздовж його внутрішньої частини, вертикально розташований інерційний вібратор на валу якого закріплені дві пари дебалансів. Зміною положення верхніх та нижніх дебалансів досягається зміна амплітуди коливань тороподібного робочого органу вібромашини. У роботі [1] показано, що під час роботи тороїдальної вібромашини верхній дебаланс створює сили, що спричиняють горизонтальне переміщення сипучої загрузки (абразивного матеріалу, деталей та технологічної рідини) вздовж окружності, яка лежить у площі перерізу контейнера (камери). Більш тяжчий нижній дебаланс створює вертикальну складову коливань загрузки. В результаті накладання цих сил (коливань) усі структурні елементи загрузки переміщаються безперервно по спіральній траєкторії навколо вертикальної робочої камери. У таких вібромашинах завдяки цій особливості у траєкторії руху маси загрузки відсутні застійні зони (мертві зони), що дозволяє забезпечити більш кращу (та усесторонню) обробку деталей абразивним матеріалом особливо на труднодоступних ділянках із складною конфігурацією. Також особливості геометрії робочого органу та траєкторії руху плоских деталей виключають їхнє злипання при віброабразивній обробці у тороїдальних вібромашинах. Автоматизація процесу керування величиною амплітуди та частоти циклічної вимушеної сили керованого інерційного віброприводу із вертикальним дебалансним валом дозволить оперативно, у процесі циклу віброабразивної обробки, забезпечувати та підтримувати задані технологічно оптимальні параметри вібраційного поля сипучого матеріалу у пустотілії тороїдальній камері вібромашини.

Аналіз останніх досліджень. Найбільш перспективнішим для розвитку та подальшого удосконалення є керований інерційний вібропривод [2]. Він складається із корпусу, в котрім на підшипниках встановлено приводний вал з розміщеним на ньому нерухомим і рухомим дебалансами та механізмом регулювання положення рухомого дебалансу. На валу виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта, а в нормальному перерізі – форму півкруга. Механізм регулювання положення рухомого дебалансу виконаний у вигляді шпонок, розміщених в канавках і зв'язаних з



ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ І ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

рухомим дебалансом, і тяги, зв'язаної із зовнішньою обоймою одного із підшипників, а рухомий дебаланс зв'язаний з внутрішньою обоймою того ж підшипника. Кут нахилу канавок до повздовжньої осі приводного валу, на ділянці між рухомим та нерухомим дебалансами, виконаний плавно змінним від нуля до заданого значення. Його основним недоліком є те, що конструктивна реалізація керованого вібробудувача [2], завдяки зміні спільного статичного моменту площі двох дебалансів дозволяє проводити керування амплітудою циклічної вимушуючої сили віброприводу лише у вібромашинах із горизонтальним положенням приводного валу. Суттєвим недоліком конструктивного рішення [2] є те, що така структурна система в його конструкції як кривошип, маховик та гнучка тяга, через пробуксовування останньої нездатна забезпечити задане технологічно необхідне значення амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого вібробудувача. Ще одним недоліком конструктивного рішення [2] є те, що за допомогою нього керувати амплітудою циклічної вимушуючої сили керованого вібробудувача можна лише в ручну, при цьому його неможливо застосувати в якості виконавчого механізму для автоматичного керування [3, 4] динамічними параметрами циклічної вимушуючої сили віброприводу (вібробудувача). Тороїдальні вібраційні технологічні машини для свого функціонування (приводу) застосовують вертикальний вал із двома дебалансами (відмінними по вазі) котрі розвернуті на 180° . Безпосередньо конструктивне рішення керованого вібробудувача [2] не можливо застосувати у тороїдальних вібромашинах, проте конструктивна реалізація механізму регулювання положення рухомого дебалансу, яке виконано на основі шарикових шпонок, що одночасно розташовані у рухомому дебалансі та у двох діаметрально протилежних зустрічно напрямлених канавках є перспективним для подальшого розвитку та створення на основі нього керованих вібробудувачів різного типу.

Постановка задачі: З метою забезпечення оперативного керування величиною амплітуди та частоти циклічної вимушуючої сили віброприводу в тороїдальних вібраційних технологічних машинах розробити конструктивне рішення автоматизованого інерційного віброприводу із вертикальним дебалансним валом.

Виклад основного матеріалу. На рис. 1 зображено запропонований керований вібробудувач 1 для вібраційних технологічних машин з тороїдальним робочим контейнером.

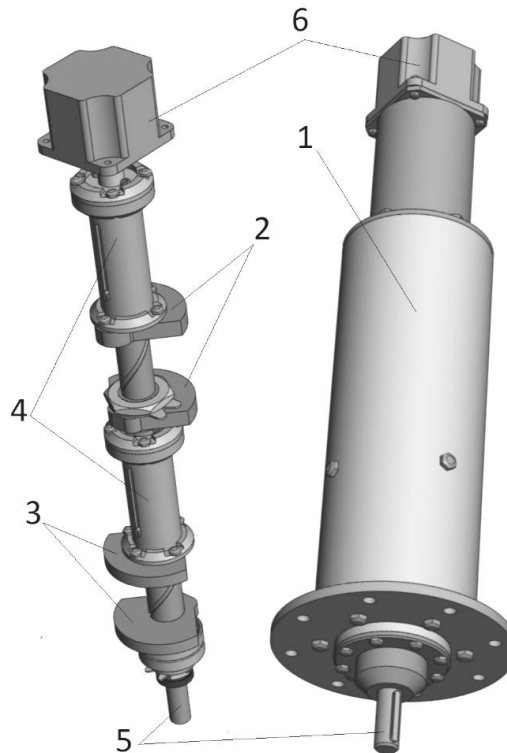


Рис. 1. Загальний вигляд керованого вібробудувача для вібраційних технологічних машин з тороїдальним робочим контейнером

Даний вібробудувач складається із корпусу 7 (рис. 2), в котрому на кінцевих радіально-упорних підшипниках 8 та 9 встановлено приводний вал 5. На приводному валу 5, за допомогою шпонки 56, жорстко



ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ І ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

закріплено нерухомий дебаланс 10 та встановлено рухомий дебаланс 21 нижньої пари дебалансів 3 керованого вібробудувача 1 для вібраційних технологічних машин з тороїдальним робочим контейнером. В сторону від нерухомого дебалансу 10 нижньої пари дебалансів 3, яка протилежна торцю приводного валу 5, на якому у шпонковий паз встановлено приводну шпонку 12, виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки 14, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта, а в нормальному перерізі мають форму півкруга. Конічний підшипник 8 внутрішнім кільцем впирається у втулку 13, котра впирається у нерухомий дебаланс 21, нижньої пари дебалансів 3, а він (21) впирається у буртик приводного валу 5. Зовнішнім кільцем підшипник 8 впирається у штопорне кільце 11 котре болтами кріпиться до корпусу 7. Буртик приводного валу 5 та штопорне кільце 11 обмежують переміщення приводного валу 5 у відповідному осьовому напрямі відносно корпусу 7. Осьовий рух зовнішнього кільця конічного підшипника 9 обмежується фланцем 20. В основі фланця 20 розташований ущільнюючий пристрій (сальник) 19, що запобігає забрудненню підшипників 8, 9 та витіканню мастила із корпусу керованого вібробудувача 1 для вібраційних технологічних машин з тороїдальним робочим контейнером. Регулювання робочого натягу у конічних радіально-упорних підшипниках 8, 9 та фіксація руху в осьовому напрямі приводного валу 5 проводиться з допомогою натяжної гайки 18, штопорної шайби 17 та втулки 16. Штопорна шайба 17 призначена для запобігання саморозгвинчування натяжної гайки 18 при дії на неї вібрації. Керованого вібробудувача 1 для вібраційних технологічних машин з тороїдальним робочим контейнером приводиться в дію за рахунок крутного моменту, що передається приводному валу 5 через приводну шпонку 12. Крутний момент від приводного валу 5 передається нерухомому дебалансу 10 нижньої пари дебалансів 3 через призматичну шпонку 56.

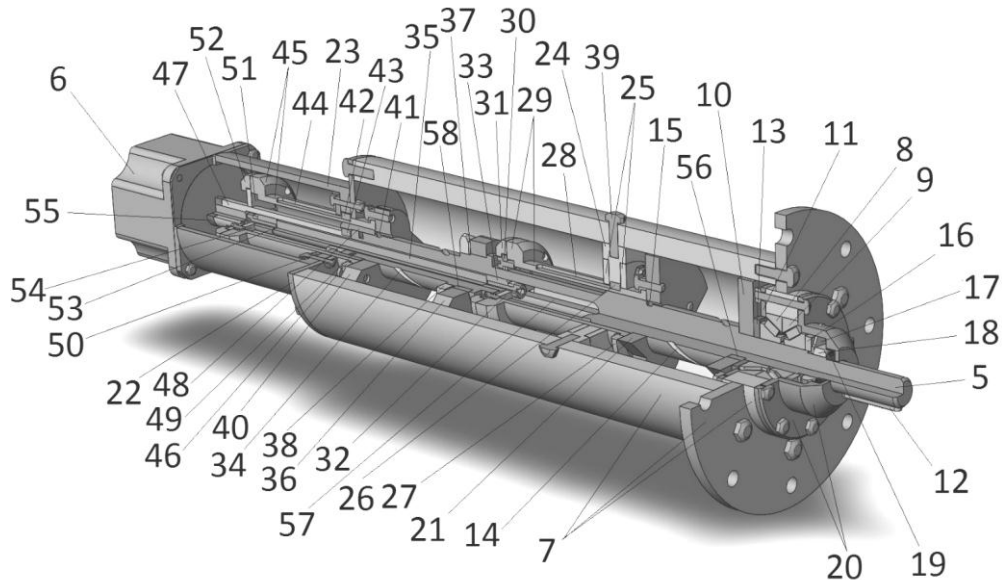


Рис. 2. Конструктивне рішення керованого вібробудувача для вібраційних технологічних машин з тороїдальним робочим контейнером

Механізм регулювання положення 4 рухомого дебалансу 21 нижньої пари дебалансів 3 керованого вібробудувача 1 складається (рис. 3) із двох шарикових шпонок 15, що одночасно розміщені у двох пазах під шпонку 59 (пази у рухомих дебалансах 21 та 40 ідентичні) та у двох діаметрально протилежних зустрічно напрямлених канавках 14 приводного валу 5. Завдяки шариковим шпонкам 15 відбувається передача крутного моменту від приводного валу 5 до рухомого дебалансу 21.



ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ І ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

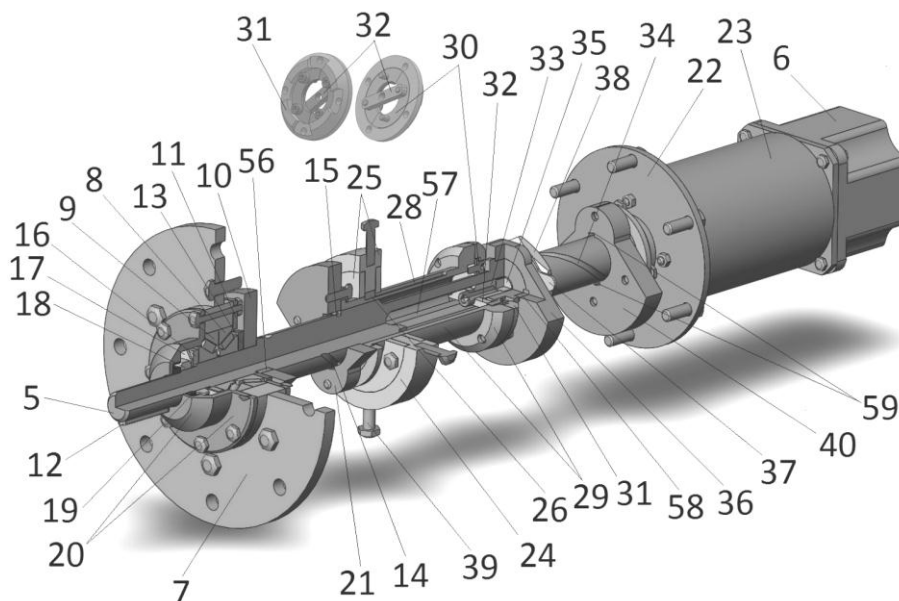


Рис. 3. Конструктивне рішення механізму керування осьовим положенням рухомого дебалансу нижньої пари дебалансів

Для забезпечення переміщення рухомого дебалансу 21 вздовж осі приводного валу 5 використовується ходовий стакан 29, внутрішня поверхня якого точно виготовлена і шліфувана та являє собою одну із частин циліндричної напрямної для прямолінійного руху вздовж осі приводного валу 5, а на його зовнішній поверхні виконано паз під шпонку 28. Ходовий стакан 29 кріпиться до рухомого дебалансу 21 за допомогою малого вінця 27 так, що рухомий дебаланс 21 та ходовий стакан 29 прокручуються один відносно іншого та центральної осі приводного валу 5 (тобто малий вінець 27 жорстко не притискає буртик ходового стакану 29 до рухомого дебалансу 21). Ходовий стакан 29 механізму регулювання положення 4 рухомого дебалансу 21 нижньої пари дебалансів 3 керованого вібробуджувача 1 своєю внутрішньою точно виготовленою шліфованою поверхнею перебуває у спряженні із зовнішньою точно виготовленою шліфованою поверхнею приводного валу 5. Ходовий стакан 29 із приводним валом 5 утворюють циліндричну напрямну для прямолінійного руху рухомого дебалансу 21 вздовж осі приводного валу 5. Приводний вал 5, на торці протилежному до торця із приводною шпонкою 12 має отвір направлений вздовж осі приводного валу 5. Дно даного отвору не є глибшим ніж закінчення двох діаметрально протилежно зустрічно напрямлених канавок 14. Пустотіла частина приводного валу 5 має точно виготовлену і шліфовану внутрішню поверхню, котра являє собою одну із частин циліндричної напрямної для прямолінійного руху вздовж осі приводного валу 5. На пустотілій циліндричній поверхні приводного валу 5 виконано два діаметрально протилежні пази 57, що розташовані вздовж його основної осі. У пазах 57 розташована пластина 32, котра має два зовнішні отвори та отвір в центрі, крізь котрий, за допомогою болта, пластина 32 рухомо з'єднана (із можливістю прокручування) із першим точно виготовленим і шліфованим наконечником 33 (зовнішня поверхня котрого являє собою другу частину циліндричної напрямної для прямолінійного руху вздовж його осі пустотілої частини приводного валу 5) штанги 35. Отворами на зовнішніх кінцях пластина 32 жорстко з'єднана із складеною шайбою 30. Складена шайба 30 є деталлю, що складається із двох шайб, кожна із цих шайб складається із двох ідентичних половин (сегментів) і шайби повернуті на 90° одна відносно іншої. Складена шайба 30, за допомогою вінця 31, кінематично з'єднана із ходовим стаканом 29, причому у даному кінематичному з'єднанні є можливість прокручування складеної шайби 30 та ходового стакану 29 відносно центральної осі приводного валу 5. Ходовий стакан 29, встановлений у направляючий фланець 24, причому встановлений так, що в паз 28 який виконано на його зовнішній поверхні встановлено шпонку 26, котра також знаходиться і у пази на внутрішній поверхні направляючого фланця 24. Рух шпонки 26 в напрямі центральної осі приводного валу 5 обмежується шайбами 25. Фланець 24 кріпиться болтами 39 до корпусу 7 керованого вібробуджувача 1 для вібраційних технологічних машин з тороїдальним робочим контейнером.

**ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ І ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ**

На пустотілій ділянці приводного валу 5 за механізмом регулювання положення 4 рухомого дебалансу 21 нижньої пари дебалансів 3 розташовано верхню пару 2 керованих дебалансів вібробуджувача 1. Верхня пара керованих дебалансів 2 складається із другого жорстко закріпленого за допомогою шпонки 58 нерухомого дебалансу 36 та другого рухомого дебалансу 40. На пустотілій ділянці приводному валу 5 виконано діаметрально протилежно дві зустрічно напрямлені канавки 34, що мають довжину, рівну половині кроку гвинта та в нормальному перерізі мають форму півкруга. Буртик, що виконаний на пустотілій ділянці приводного валу 5 з однієї сторони і штопорна шайба 37 котра запобігає саморозгвинчуванню гайки 38 обмежують переміщення нерухомого дебалансу 36 вздовж осьового напрямку приводного валу 5. Механізм регулювання положення 4 другого рухомого дебалансу 40 верхньої пари керованих дебалансів 2 (рис. 4) складається із двох шарикових шпонок 41, що розміщені у двох пазах під шпонку 59 (другого рухомого дебалансу 40) та одночасно у двох діаметрально протилежно зустрічно напрямлених канавках 34, що виконані на пустотілій ділянці приводного валу 5. Завдяки шариковим шпонкам 41 відбувається передача крутного моменту від пустотілого приводного валу 5 до другого рухомого дебалансу 40. Для забезпечення переміщення другого рухомого дебалансу 40 вздовж осі пустотілої ділянки приводного валу 5 використовується другий ходовий стакан 45, на внутрішній поверхні даного стакану нарізана різьба, а на його зовнішній поверхні виконано паз під шпонку 44. Другий ходовий стакан 45 кріпиться до другого рухомого дебалансу 40 за допомогою другого малого вінця 46 так, що другий рухомий дебаланс 40 та другий ходовий стакан 45 прокручуються один відносно іншого та центральної осі приводного валу 5 (тобто другий малий вінець 46 жорстко не притискає буртик другого ходового стакану 45 до другого рухомого дебалансу 40). Другий ходовий стакан 45 механізму регулювання положення 4 другого рухомого дебалансу 40 верхньої пари керованих дебалансів 2 своєю внутрішньою різьбою накручений на різьбу нарізану на зовнішній поверхні приводного стакану 48. Приводний стакан 48 за допомогою двох паралельно встановлених штифтів 49 та канавки 60, яка виконана на пустотілій ділянці приводного валу 5 встановлений так, що має обмеження руху вздовж основної осі приводного валу 5 та має можливість обертатись (прокручуватись) навколо основної осі приводного валу 5. Приводний стакан 48 за допомогою призматичної шпонки 43 кінематично з'єднаний із приводним пустотілим штоком 47. Приводний пустотілий шток 47 має точно виготовлену і шліфовану внутрішню поверхню котра являє собою одну із частин циліндричної напрямної для прямолінійного руху вздовж його осі, а на його зовнішній циліндричній поверхні виконано два діаметрально протилежні пази 61, що розташовані вздовж його основної осі. У пазах 61 розташована друга пластина 54 котра має два зовнішні отвори та отвір в центрі, крізь котрий за допомогою болта вона рухомо з'єднана (із можливістю прокручування) із другим точно виготовленим і шліфованим наконечником 53 (зовнішня поверхня котрого являє собою другу частину циліндричної напрямної для прямолінійного руху вздовж його осі приводного пустотілого штоку 47) штанги 35. Друга пластина 54 двома зовнішніми отворами жорстко з'єднана із шайбою 51. Шайба 51 кріпиться до другого ходового стакану 45 за допомогою другого вінця 52 так, що шайба 51 та другий ходовий стакан 45 прокручуються один відносно одного та центральної осі приводного валу 5 (тобто другий вінець 52 жорстко не притискає шайбу 51 до другого ходового стакану 45). Другий ходовий стакан 45 встановлений у направляючий стакан 23, причому встановлений так, що паз під шпонку 44 який виконано на його зовнішній поверхні співпадає із пазом під шпонку котрий виконаний на внутрішній поверхні торця направляючого стакану 23. У паз під шпонку 44, який виконано на зовнішній поверхні другого ходового стакану 45, вставлено направляючу призматичну шпонку 42, переміщення якої по шпонковому пазу, виконаному на внутрішній поверхні торця направляючого стакану 23, в процесі висунання другого ходового стакану 45 із направляючого стакану 23 обмежує диск 22 та шайба 50. Направляючий стакан 23 кріпиться до диску 22 котрий у свою чергу кріпиться до корпусу 7. Приводний пустотілий шток 47 механізму регулювання положенням 4 другого рухомого дебалансу 40 верхньої пари керованих дебалансів 2 кінематично через призматичну шпонку з'єднаний із валом сервоприводу (або крокового двигуна) 6. Сервопривод 6 за допомогою обмежувачої втулки 55 та болтів кріпиться до направляючого стакану 23.



ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ І ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

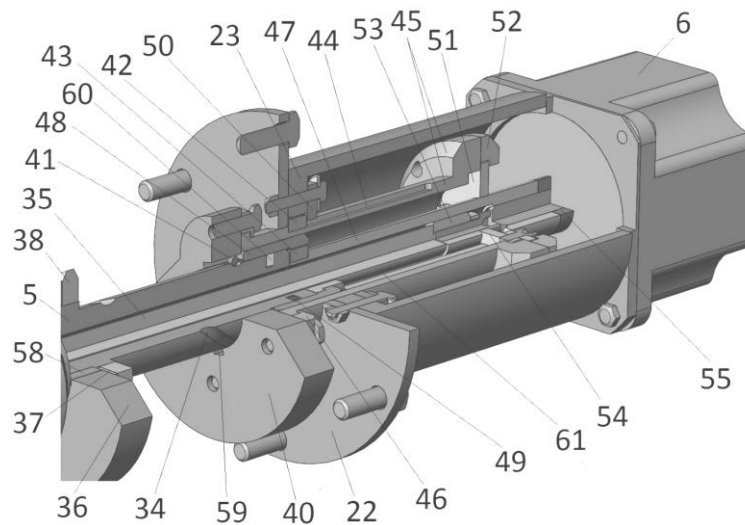


Рис. 4. Конструктивне рішення механізму керування осьовим положенням рухомого дебалансу верхньої пари дебалансів

Перед запуском керованого віброзбуджувача 1 дебаланси 10, 21 нижньої пари дебалансів 3 та 36, 40 верхньої пари дебалансів 2 знаходяться в діаметрально протилежному положенні і кут між їхніми центрами мас становить $\beta = 180^\circ$. Сумарний статичний момент дебалансів у кожній із пар (3 та 2) відносно центральної осі приводного валу 5 рівний нулю. На рис. 1 зображено положення дебалансів у нижній 3 та верхній 2 парі, яке відповідає їхньому максимальному сумарному статичному моменту. При включенні керованого віброприводу 1 шляхом прикладення крутного моменту до приводного валу 5 за допомогою шпонки 12 нерухомий дебаланс 10 і рухомий 21 нижньої пари дебалансів 3 та другий нерухомий дебаланс 36 і другий рухомий 40 верхньої пари дебалансів 2 починають обертатись із заданою частотою ω_p , яка є технологічно оптимальною для початку реалізації своїх функцій певною вібраційною технологічною машиною з тороїдальним робочим контейнером. На протязі незначного періоду часу від початку роботи тороїдальної вібромашини система керування роботою керованого віброзбуджувача 1 (не показана на фігурах) проводить корегування та остаточне виставлення частоти ω_p циклічної вимушуючої сили F (де: $F = F \cdot \sin(\omega_p \cdot t)$) керованого віброзбуджувача 1 на її оптимальне із енергетичної точки зору значення. Після коригування ω_p приводного валу 5 та забезпечення резонансного режиму роботи коливної механічної системи вібраційної технологічної машини з тороїдальним робочим контейнером починається встановлення заданої оптимальної із технологічної точки зору амплітуди коливань тороїдального робочим органу (контейнера). Виведення амплітуди F циклічної вимушуючої сили керованого віброприводу 1 (та керування нею $F \pm \Delta F$) реалізується системою керування на основі промислового мікроконтролера через наступний контур системи керування: одноосьовий модуль позиціонування, кабель, сервопідсилювач, серводвигун – шляхом виведення заданої кількості імпульсів для забезпечення певного кута повороту валу сервоприводу (серводвигуна) 6. В результаті команди від системи керування серводвигун 6 повертає свій вал на заданий кут α (значення величини кута повороту α валу обмежень немає, тобто може бути як більшим за 360° так і меншим за 360° і визначається лише кількістю імпульсів та кутовим кроком самого серводвигуна. Ще однією особливістю сервоприводу є те, що він має здатність утримувати заданий кут повороту в часі). Поворот валу сервоприводу 6 на кут α через шпонку передається приводному пустотілому штоку 47 механізму регулювання положення 4 другого рухомого дебалансу 40 верхньої пари керованих дебалансів 2. Приводний пустотілий шток 47 через шпонку 43 передає крутний момент приводному стакану 48. В результаті чого приводний стакан 48 робить поворот відносно центральної осі пустотілої ділянки приводного валу 5 також на кут α . Враховуючи те, що: приводний стакан 48 своєю зовнішньою поверхнею перебуває у різьбовому з'єднанні із внутрішньою поверхнею другого ходового стакану 45, рух приводного стакану 48 в осьовому напрямі обмежений штифтами 49 та канавкою 60 виконаній на пустотілій ділянці приводного валу 5, обертовий рух другого ходового стакану 45 навколо

**ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ І ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ**

спільної осі із приводним стаканом 48 та пустотілим приводним валом 5 обмежує направляюча шпонка 42, що встановлена на внутрішній поверхні торця направляючого стакану 23 то, поворот приводного стакану 48 на кут α зумовить викручування (закручування) другого ходового стакану 45 та його переміщення вздовж основної осі пустотілої ділянки приводного валу 5. Дане переміщення зумовить рух другого рухомого дебалансу 40 вздовж основної осі пустотілої ділянки приводного валу 5. Завдяки тому, що другий малий вінець 46 жорстко не притискає буртик другого ходового стакану 45 до другого рухомого дебалансу 40 він (дебаланс 40) може обертатись навколо основної осі пустотілої ділянки приводного валу 5 та переміщатись вздовж неї. Переміщаючись вздовж основної осі пустотілої ділянки приводного валу 5 другий рухомий дебаланс 40 починає повертатись відносно його центральної осі завдяки тому, що відбувається переміщення двох шарикових шпонок 41 котрі одночасно перебувають у двох пазах під шпонку 59 та у двох діаметрально протилежно зустрічно напрямлених канавках 34 пустотілої ділянки приводного валу 5. В результаті повороту другого рухомого дебалансу 40 навколо основної осі приводного валу 5 змінюється сумарний статичний момент дебалансів 36 і 40 відносно центральної осі пустотілої ділянки приводного валу 5. Рух другого ходового стакану 45 уздовж осі пустотілої ділянки приводного валу 5 зумовлює переміщення шайби 51. Шайба 51 кріпиться до другого ходового стакану 45 за допомогою другого вінця 52 так, що шайба 51 та другий ходовий стакан 45 прокручуються один відносно одного та центральної осі приводного валу 5 (тобто другий вінець 52 жорстко не притискає шайбу 51 до другого ходового стакану 45). Переміщення шайби 51 вздовж центральної осі приводного пустотілого штоку 47 зумовлює рух по пазах 61 в тому ж самому напрямі другої пластини 54 котра двома зовнішніми отворами жорстко з'єднана із шайбою 51. Переміщення другої пластини 54 вздовж центральної осі приводного пустотілого штоку 47 зумовлює рух точно виготовленого і шліфованого другого наконечника 53 штанги 35 по внутрішній циліндричній напрямній поверхні приводного пустотілого штоку 47. Штанга 35 в осьовому напрямі переміщається по циліндричній напрямній опираючись на точно виготовленого і шліфованого наконечник 33 та 53. Разом із першим наконечником 33 в осьовому напрямі переміщується по пазах 57 на пустотілій ділянці приводного валу 5 пластина 32 котра має два зовнішні отвори до котрих жорстко закріплено складену шайбу 30. Складена шайба 30, за допомогою вінця 31, кінематично з'єднана із ходовим стаканом 29, тому її осьове переміщення зумовлює рух ходового стакану 29 в осьовому напрямі, яке відбувається опираючись на дві напрямні: зовнішню циліндричну точно виготовлену шліфовану поверхню приводного валу 5 та направляючу шпонку 26, котра знаходиться в пазу на внутрішній поверхні направляючого фланця 24. Переміщення в осьовому напрямі ходового стакану 29 зумовлює рух рухомого дебалансу 21 вздовж основної осі приводного валу 5. Завдяки тому, що вінець 31 жорстко не притискає буртик ходового стакану 29 до рухомого дебалансу 21 він (рухомий дебаланс 21) може обертатись навколо основної осі приводного валу 5 та переміщатись вздовж неї. Переміщаючись вздовж основної осі приводного валу 5 рухомий дебаланс 21 нижньої пари дебалансів 3 починає повертатись відносно його центральної осі завдяки тому, що відбувається переміщення двох шарикових шпонок 15 котрі одночасно перебувають у двох пазах під шпонку 59 (пази під шпонку у рухомих дебалансах 21 та 40 ідентичні) та у двох діаметрально протилежно зустрічно напрямлених канавках 14 приводного валу 5. В результаті повороту рухомого дебалансу 21 навколо основної осі приводного валу 5 змінюється сумарний статичний момент дебалансів 10 та 21 відносно центральної осі приводного валу 5. Поворот валу на кут α сервоприводу 6 забезпечує синхронний поворот рухомих дебалансів 21 та 40 відносно нерухомих дебалансів 10 та 36 забезпечуючи тим самим у нижній 3 та верхній 2 парах дебалансів синхронну зміну амплітуди циклічної вимушуючої сили керованого віброзбуджувача 1 для вібраційних технологічних машин з тороїдальним робочим контейнером.

Висновок. Запропоноване конструктивне рішення керованого віброзбуджувача для вібраційних технологічних машин з тороїдальним робочим контейнером дозволить у автоматичному режимі незалежно керувати частотою та амплітудою циклічної вимушуючої сили керованого дебалансного віброприводу у тороїдальних вібромашинах. Наявність роздільного (незалежного) керування динамічними параметрами віброприводу дозволить забезпечити і підтримувати за допомогою широтно-імпульсного перетворювача частоти енергозберігаючий резонансний режим роботи тороїдального робочого органу, а за допомогою одноосьового модуля позиціонування, сервопідсилювача та серводвигуна забезпечити і підтримувати технологічно оптимальне значення амплітуди коливань тороїдального робочого органу на резонансній робочій частоті вібромашини. Застосування запропонованого конструктивного рішення керованого віброзбуджувача для вібраційних технологічних машин з тороїдальним робочим органом (контейнером) завдяки автоматизації процесу керування динамічними параметрами віброприводу дозволить покращити енергетичні та розширити технологічні характеристики існуючих тороїдальних вібромашин при їх модернізації та створити принципово новий клас тороїдальних вібромашин у випадку проектування їх із нуля.

**ТЕХНИЧНІ ЗАСОБИ І ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ****Література**

1. Бабичев А.П. Вибрационные станки для обработки деталей. – М.: Машиностроение. 1984. – 167 с.
2. Пат. 1281312 А1 (СССР), В06В 1/16. Вибровозбудитель. Сердюк Л.И. (СССР). - № 3925547/24-28; Опубл. 07.01.1987; Бюл. № 1, 3 ст.
3. Чубик Р.В. Адаптивна система керування режимами резонансних вібраційних технологічних машин: Автореф. дис... канд. тех. наук. - Львів, 2007. - 20 с.
4. Чубик Р.В., Ярошенко Л.В. Керовані вібраційні технологічні машини. – Вінниця.: ВНАУ, 2011. – 355 с.

**НОВОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ*****Honeywell открывает студенческий конкурс проектов имитационного моделирования 2014 года***

Корпорация Honeywell (NYSE:HON) объявила об открытии ежегодного конкурса студенческих работ в сфере моделирования технологических процессов UniSim Design Challenge, который призван отметить молодые таланты в трех регионах: Северная и Южная Америка, Азиатско-Тихоокеанский регион и регион EMEA (Европа, Ближний Восток и Африка).

В рамках каждого регионального конкурса будут отобраны лучшие инновационные концепции, реализованные с использованием программного обеспечения имитационного моделирования Honeywell UniSim Design, свободный доступ к которому предоставляется преподавателям университетов и колледжей. Перед студентами поставлена задача создания нового проекта или модели, демонстрирующей технологическую проблему и способ ее решения на основе технологий UniSim. В качестве награды авторы лучших работ из каждого региона получают возможность принять участие в региональных конференциях Honeywell Users Group (HUG), которые пройдут в конце этого года в США (для стран Северной и Южной Америки), Австралии (для стран Азиатско-Тихоокеанского региона) и Нидерландах (для стран Европы, Ближнего Востока и Африки).

Конференции HUG дают студентам уникальную возможность ознакомиться с особенностями отраслей обрабатывающей промышленности, а также позволяют наладить новые контакты и представить свои проекты другим участникам и потенциальным работодателям. Научные руководители конкурсантов также смогут принять участие в конференции и пройти курс обучения в одном из учебных центров Honeywell, специализирующихся в области автоматизации. Премия за победу в конкурсе покрывает все дорожные расходы, затраты на проживание и регистрационный взнос.

Как объясняет Вимал Капур, вице-президент и генеральный директор Honeywell Process Solutions: "Каждый год мы с радостью предоставляем студентам шанс выйти на международную арену, чтобы они смогли продемонстрировать свои таланты множеству технологических компаний. Уровень подготовки кандидатов всегда производит на нас исключительное впечатление. Потребность в молодых талантах ощущается во всех сегментах отрасли, и компания Honeywell предлагает платформу, которая позволяет привлечь и вдохновить студентов и открыть для них новые возможности в области научных, технологических и инженерных дисциплин. UniSim Design Challenge дает студентам прекрасную возможность для развития навыков и расширения знаний об отрасли".

Многие победители предыдущих конкурсов впоследствии были наняты Honeywell, ZADCO, Virthualis и другими компаниями, работающими в сфере управления технологическими процессами.

Информация о конкурсе:

Все конкурсные проекты должны быть разработаны с использованием программного обеспечения Honeywell UniSim Design Suite, которое предоставляется бесплатно преподавателям учебных заведений.

Окончательные заявки на участие в конкурсе должны быть поданы до 25 апреля в Северной и Южной Америке, до 27 июня в Азиатско-Тихоокеанском регионе и до 30 сентября в регионе EMEA. Примеры проектов и сведения о победителях прошлогодних конкурсов, подробную информацию, требования к подаче заявок по всем регионам, а также инструкции для преподавателей, желающих получить в пользование программное обеспечение UniSim Design, можно найти на веб-странице студенческого конкурса UniSim.