

УДК 531.1; 621.01

Канд. техн. наук Л. М. Мартовицький, Б. М. Кутепов, Ю. С. Курлаєва,
Д. О. Мельник, А. В. Дубов

Національний технічний університет, м. Запоріжжя

ВАЖІЛЬНИЙ ПРИВІД ДЛЯ ДІЛИЛЬНИХ СТОЛІВ

Запропоновано Sin-привід як рушій до 8-позиційного ділильного роторного столу автоматизованої лінії збирання-зварювання автомобільних коліс. Розроблена аналітична функція положення шарнірної точки столу, як залежність від структури та розмірів приводу. Доведено, що під час робочого пуску завантаженого столу надмірність пускового моменту компенсується збільшенням передаточним числом, яке є функцією від структури Sin-приводу.

Ключові слова: роторний ділильний стіл, Sin-привід, передаточне число, функція положення, структурна схема, замкнені векторні контури.

Останнім часом здійснюється наукова робота з досягнення абсолютної керованості динамічних процесів, особливо це важливо при перехідних процесах розгону-гальмуванні руху великих мас. Ці явища мають місце при розгоні-гальмуванні швидкісних пасажирських ліфтів та цивільного транспорту, механізмів підйому вантажопідйомних кранів, механізмів роторних та ковшових кар'єрних екскаваторів, пасажирських ескалаторів, конвеєрів тощо. Надмірні перевищення пускових моментів в приводах при перехідних процесах зазвичай виводять з ладу двигуни.

Здебільшого регулювання та керування функціями розгону та гальмування в приводах важких та потужних машин, особливо пов'язаних з переміщенням пасажирів, здійснюється автоматичними системами, що не завжди досягається просто та з незначними витратами коштів. Одним із способів досягнення керованості динаміки приводів є використання важільно-сінусних, або просто Sin-приводів. Sin-приводи можуть знайти застосування в конструкціях чотирьохопорного крокуючого ходу кар'єрних екскаваторів, приводах крокуючих

конвеєрів, приводах різних ділильних та поворотних столів автоматизованих роторних ліній тощо.

На виробничому об'єднанні АвтоЗАЗ була створена автоматична лінія для збирання-зварювання автомобільних коліс, основою якої був роторний ділильний стіл з Sin-приводом. Конструкцією роторів та приводу передбачено переміщення столу на 4, 6, 8 позицій за один оберт. Схему роторно-ділильного столу приведено на рис. 1.

Гідроциліндр 1 закріплено шарнірно до корпусу 8. Він приводить у коливання двоплечий важіль 2, який через шатун 3 передає рух ламаному важелю 4–5, що зв'язаний з корпусом стола шарнірно одним плечем 4, іншим плечем 5 – з платформою 6. Поворотна платформа зв'язана з планшайбою 9 роторного столу через палець гідрозамка 11. На платформі 9 закріплені ротори 13 із колесами 14, які збираються за допомогою зварювання. Ротори кінематично зв'язані з нерухомою колоною 7 через зубчасті конічні зачеплення 12.

При прямому русі штока привідного циліндра 1 двоплечий важіль 2 коливається та приводить до руху

ланки 4 та 5. Все це призводить до повороту платформи 6, а через гідрозамок 11 до обертального руху планшайби 9 разом з роторами 13 та колесами 14.

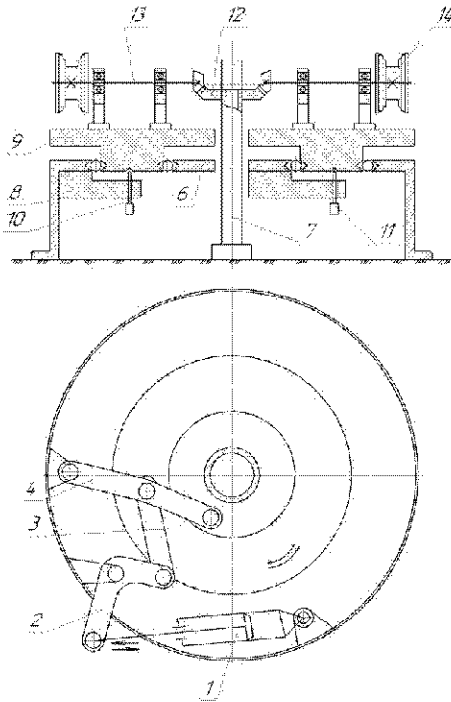


Рис. 1. Схема 8-позиційного роторно-ділильного столу

Оскільки колона 7 нерухома, то кінчні шестерні роторів 13 обкочуються по кінчному зубчастому колесу 12, що викликає обертання роторів.

Кути обертання планшайби за один цикл можуть бути $\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$ в залежності від кінематичної структури Sin-приводу.

При реверсному русі штоку циліндра всі важелі рухаються в зворотньому напрямку. В цьому випадку гідрозамок 11 відкривається, а замок 10 вмикається, що призводить до від'єднання платформи 6 від планшайби 9 та її фіксації. Платформа 6 рухається в зворотньому напрямку порожньою.

Із схеми видно, що запропонований Sin-привід дозволяє перетворювати зворотньо-поступальний рух штока циліндра 1 в циклічний обертальний рух планшайби 9 з роторами 13. Наявність та почергова робота гідрозамків 10, 11 забезпечує здійснювати однонаправлене обертання роторного столу.

На рис. 2 наведена структурна схема Sin-привода 8-позиційного роторного столу автоматичної лінії збирання-зварювання коліс автомобіля ЗАЗ-1102. Кут робочого повороту ділильного столу складає $\varphi = \frac{\pi}{4}$. Для кінематичного аналізу механізму Sin-приводу використано метод замкнених векторних контурів. Загальну схему (рис. 2, а) було розбито на структурні групи (рис. 2, б), які розглядалися як замкнені векторні контури.

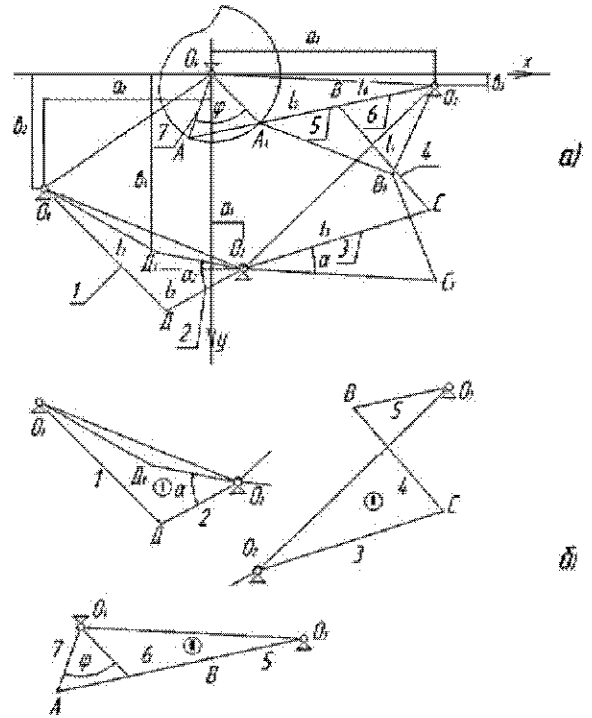


Рис. 2. Структурна схема Sin-приводу:

а – структурна схема; б – замкнені векторні контури структурної схеми

Аналітичне дослідження векторних контурів дозволило визначити функцію положення точки С як функцію $\alpha = f(\varphi)$, де α – кут обертання двоплечого важеля, φ – кут обертання столу. В загальному вигляді ця функціональна залежність має такий вигляд

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= -44,15^\circ - \arctg U - \arctg V \\ U &= \frac{K}{F}, V = -\sqrt{\frac{E}{L}} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де $K = \sin \beta$; $F = 1,47 - \cos \beta$; $E = -0,33 + \cos \beta$; $L = 1,07 - \cos \beta$;

$$\left. \begin{aligned} \beta &= 45,78^\circ - \arctg \left(\frac{\sin \varphi}{2,8 - \cos \varphi} \right) - \\ &- \arctg \left(-\sqrt{\frac{0,15 + \cos \varphi}{1,6 - \cos \varphi}} \right) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Кутова швидкість ω і пришвидження ϵ отримані методом чисельного диференціювання функції (1) протягом робочого циклу повороту завантаженого столу. Розрахункові залежності кута повороту φ , швидкості ω та пришвидження ϵ столу протягом робочого циклу наведені на рис. 3.

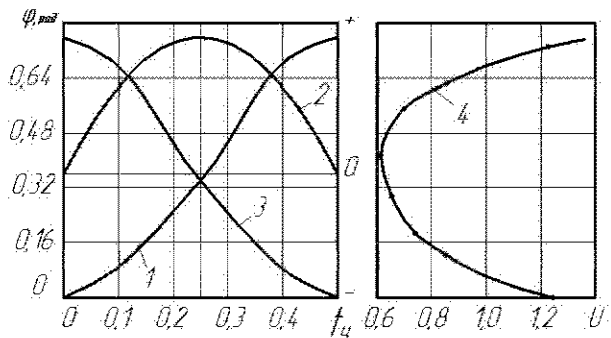


Рис. 3. Результати дослідження Sin-приводу векторним методом замкнених контурів:

1 – кут обертання φ столу за робочий цикл; 2 – швидкість ω столу; 3 – пришвидження ε столу; 4 – передаточне число U Sin-приводу

Похідні від кутів φ та α дають кутові швидкості ланок 7 та 3. Стіввідношення між ними є передаточним числом U Sin-приводу

$$U = \frac{\dot{\alpha}}{\dot{\varphi}}, \quad (3)$$

$$\dot{\alpha} = \frac{(\cos \beta - 0,68)\dot{\beta}}{2(1,07 - \cos \beta)} - \frac{\sin \beta \cdot \dot{\beta}}{\sqrt{(1,07 - \cos \beta)(-0,33 + \cos \beta)}}, \quad (4)$$

$$\dot{\beta} = -\frac{(\cos \varphi - 0,36) \cdot \dot{\varphi}}{2(1,58 - \cos \varphi)} - \frac{\sin \beta \cdot \dot{\varphi}}{\sqrt{(0,15 + \cos \varphi)(1,6 - \cos \varphi)}}. \quad (5)$$

Розрахункові значення передаточного числа U в залежності від робочого кута φ повороту столу з роторами і колесами наведені на рис. 3.

Під час робочого пуску роторного столу виникають сили опору та великі сили інерції (пусковий момент), які перевантажують двигун приводу. Ефектив-

ним методом зниження динамічних навантажень на привід є введення, на скільки можливо, великого передаточного числа під час пуску. Графік залежності передаточного числа U від кута повороту столу свідчить про те, що структурна схема Sin-приводу якраз і забезпечує найбільше передаточне число під час пуску і гальмування столу. Мінімум передаточного числа припадає на сталий режим роботи привідного циліндра.

Стівставлення результатів залежностей передаточного числа U від кута φ повороту роторного столу (рис. 3) доводить, що найбільше передаточне число співпадає з максимальним пришвидшенням столу під час його розгону та гальмування в робочому циклі. Реверсний хід столу менш напружений, оскільки роторна платформа столу з колесами при цьому зафіксована і є нерухомою. Тому в роботі розглянуто тільки робочий цикл Sin-приводу.

У результаті дослідження виявлена доцільність використання Sin-приводів у машинобудуванні в якості рушія, структурна схема якого дозволяє забезпечити сприятливі умови пуску та гальмування при виконанні робочих циклів різних машин, особливо, вантажопідійомних. У нестаціонарних режимах двигуни Sin-приводів працюють рівномірніше, а пускові сили і моменти не набувають надмірних величин, як це має місце в традиційних приводах.

Список літератури

1. Артоболевский И. И. Механизмы в современной технике: справ. пособие для инженеров, конструкторов и изобретателей / И. И. Артоболевский. – [2-е изд.]. – М.: Наука, 1979.
2. Кіницький Я. Т. Теорія механізмів і машин: підручник / Я. Т. Кіницький. – К.: Наукова думка, 2002. – 700 с.

Одержано 08.06.2011

Мартовицкий Л.М., Кутепов Б.Н., Курлаева Ю.С., Мельник Д.А., Дубов А.В. Рычажный привод для делительных столов

Предложен Sin-привод в качестве движителя к 8-позиционному делительному роторному столу автоматизированной линии сборки-сварки автомобильных колес. Разработана аналитическая функция положения шарнирной точки стола как зависимость от структуры и размеров привода. Доказано, что во время рабочего пуска загруженного стола, чрезмерность пускового момента компенсируется большим передаточным числом, которое является функцией от структуры Sin-привода.

Ключевые слова: роторный делительный стол, Sin-привод, передаточное число, функция положения, структурная схема, замкнутые векторные контуры.

Martovytskyi L., Kutepov B., Kurlayeva J., Melnik D., Dubov A. Lever drive for separating tables

The Sin-drive as an engine to the 8-position rotary table fission automated lines for assembling and welding of automobile wheels was proposed. An analytical function of the hinge point of the table, the dependence on the structure and size of the drive was researched. During a working trigger table loaded excessive starting torque is compensated by a large reduction ratio, which is a function of the Sin-drive structure.

Key words: rotary dividing table, Sin-drive, gear number, position function, block diagram, closed vector paths.