

Information is got at researches of the noise loading testify that the requirements of ДБН 360-92 are violated and noise exceeds a possible norm.

For the decline of noise of motor transport it is recommended to apply two methods: decline of rate of movement of transport vehicles and improvement of sound-proofing of houses.

city noise, sound-level, acoustic discomfort, noise description

Одержано 20.05.13

УДК 621.9.06

І.А. Валявський, канд. техн. наук В.Ю.Шапошник, магістр
Кіровоградський національний технічний університет

Кінематичний аналіз верстата з паралельною кінематикою типу «дельта»

В статті розглянуто вирішення зворотної задачі кінематики для верстата з паралельною кінематикою типу «дельта».

зворотна задача кінематики, кінематичний аналіз, верстат з паралельною кінематикою, дельта

И.А. Валявский, В.Ю. Шапошник
Кировоградский национальный технический университет

Кинематический анализ станка с параллельной кинематикой типа «Дельта»

В статье рассмотрены решения обратной задачи кинематики для станка с параллельной кинематикой типа «дельта».

обратная задача кинематики, кинематический анализ, станок с параллельной кинематикой, дельта

Актуальністю проблеми підвищення точності, продуктивності, надійності та довговічності є передача енергетичних потоків та рухів декількома паралельними шляхами.

Технологія компоновки паралельної кінематикою, дозволяє істотно спростити і полегшити конструкцію верстата і створити оптимальні умови для швидкісної обробки різанням.

На обладнанні можуть виконуватися свердлильні, розточувальні, фрезерні, різьбонарізні та шліфувальні роботи.

Замкнутий кінематичний ланцюг забезпечує більш високу жорсткість всієї конструкції і менші навантаження на кожен привід, це в свою чергу призводить до підвищення точності позиціонування робочого органу. До переваг даного класу обладнання також відносяться: простота базової конструкції; простота зборки завдяки обов'язковому введенню в систему управління позицій нерухомих точок і шарнірів; ідентичність використовуваних приводів та інших компонентів, які при масовому виробництві можуть бути легко уніфіковані, що в свою чергу призведе до зниження вартості подібного обладнання; відсутність напруг згину в розсувних штангах працюють тільки на розтягування і стиснення.

Одним з найбільш перспективних видів верстатів з паралельною кінематикою є верстат типу «Дельта». Дельта – технологічне обладнання з паралельною кінематикою, побудоване на основі кінематичного з'єднання штанг, які виконані у вигляді паралелограмного механізму, а перетворення рухів реалізується шляхом примусового обертання опорних шарнірів, змонтованих на нерухомому стаціонарному блоку.

Аналіз існуючих механізмів «Дельта» показує, що усі вони підрозділяються на дві групи: з приводами обертальної дії та з лінійними приводами.

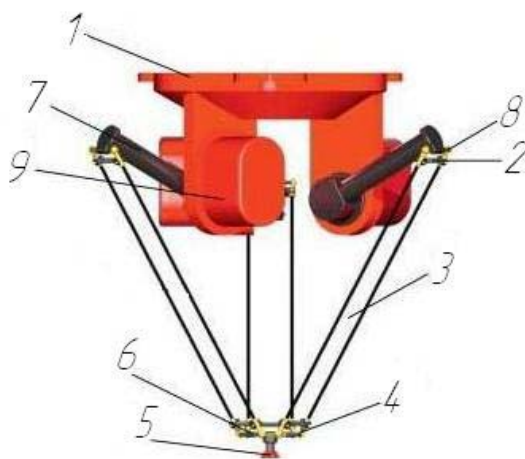
Механізми «Дельта» з приводами постійної дії значно складніші за конструктивним виконанням, ніж механізми з приводами обертального руху внаслідок використання напрямних, які мають різноманітні положення у просторі. Рух виконавчого органу здійснюється при переміщенні опорних шарнірів вздовж напрямних.

Ще одна кінематична ланка забезпечує головний рух від двигуна, розміщеного на нерухомій несучій системі обладнання, до виконавчого органу, змонтованого на рухомій платформі.

Різне розташування напрямних у просторі обумовлюється технологічними задачами та визначеною формою та розмірами робочого простору.

Технологічне обладнання та робота технічні системи з паралельною кінематикою типу «Дельта» з приводом обертального руху знайшли широке використання у харчовій, фармацевтичній промисловості та приладобудуванні.

Одним з недоліків є складність управління подібними механізмами. Потрібно в реальному режимі часу розраховувати кути повороту шарнірів для того, щоб робочий орган перемістився в задане положення. Тобто Необхідно вирішувати зворотню задачу кінематики.



1 – нерухома платформа; 2 – пружина; 3 – паралелограм; 4 – кульовий шарнір; 5 – робочий орган;
6 – рухома платформа; 7 – штанга; 8 – кульовий шарнір; 9 – двигун.

Рисунок 1 – Схема верстата з примусовим обертальним рухом опорного шарніру

При повороті двигуна 9 (рис.1), пов'язані з ним кінематичні ланцюги повертаються, і за допомогою паралелограмних механізмів діють на робочий орган 5, переміщаючи його. Отже, для переміщення інструменту на задану величину необхідно лінійні параметри його переміщення перевести в кутові параметри повороту двигунів.

Введемо позначення (рис.2).

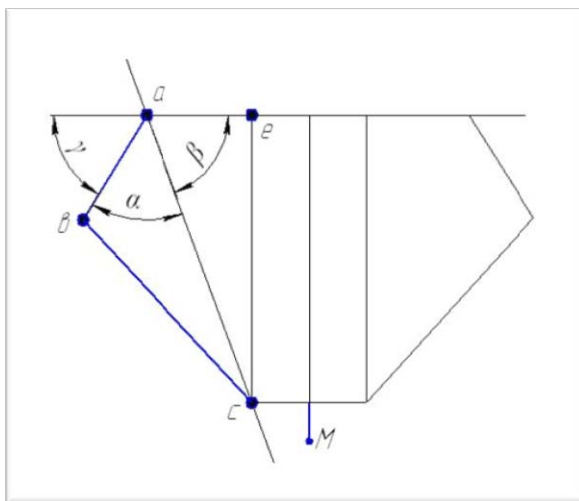
Задача зводиться до знаходження кута γ повороту шарніра а, при заданих координатах точки М.

Таким чином стаття присвячена вирішенню зворотної задачі кінематики для механізму типу «дельта», яка полягає в тому, що за заданими координатами робочого органу треба визначити кути повороту шарніра.

З розрахункової схеми (рис.2) видно, що:

$$\gamma + \beta + \alpha = 180, \quad (1)$$

звідси $\gamma = 180 - (\alpha + \beta)$.



a – точка, в якій вал двигуна з'єднаний з кінематичною ланкою; b – шарнір; c – шарнір, який з'єднаний з рухомою платформою; M – точка ВО, для якої вирішується зворотна задача

Рисунок 2 – Розрахункова схема

З положень аналітичної геометрії можна записати:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{bc^2 + ab^2 - ac^2}{2 \cdot bc \cdot ab}\right), \quad (2)$$

В формулі [2] величини ab та bc відомі (задані конструктивно). Величину ac можна визначити за формулою, яка використовується для визначення довжини кінематичної ланки гексаподу:

Так, довжина кінематичної ланки ac:

$$l_{ac} = \sqrt{x_{ac}^2 + y_{ac}^2 + z_{ac}^2}, \quad (3)$$

де

$$\begin{aligned} x_{ac} &= x_{a(n)} - x_{a(n)} - \cos \varphi_p^h \cdot \cos \psi_p^h \cdot (x_{c(p)} - x_{M(p)}) + \\ &\quad + \cos \varphi_p^h \cdot \sin \psi_p^h \cdot (y_{c(p)} - y_{M(p)}) - \sin \varphi_p^h \cdot (z_{c(p)} - z_{M(p)}); \\ y_{ac} &= y_{A(n)} - y_{M(n)} - (\cos \theta_p^h \cdot \sin \psi_p^h + \sin \theta_p^h \cdot \sin \varphi_p^h \cdot \cos \psi_p^h) \cdot (x_{c(p)} - x_{M(p)}) - \\ &\quad - (\cos \theta_p^h \cdot \cos \psi_p^h - \sin \theta_p^h \cdot \sin \varphi_p^h \cdot \sin \psi_p^h) \cdot (y_{c(p)} - y_{M(p)}) + \\ &\quad + \sin \theta_p^h \cdot \cos \varphi_p^h \cdot (z_{c(p)} - z_{M(p)}); \end{aligned}$$

$$z_{ac} = z_{a(n)} - z_{M(n)} - (\sin \theta_p^h \cdot \sin \psi_p^h + \cos \theta_p^h \cdot \sin \varphi_p^h \cdot \cos \psi_p^h) \cdot (x_{c(p)} - x_{M(p)}) - \\ - (\sin \theta_p^h \cdot \cos \psi_p^h - \cos \theta_p^h \cdot \sin \varphi_p^h \cdot \sin \psi_p^h) \cdot (y_{c(p)} - y_{M(p)}) + \\ + \cos \theta_p^h \cdot \cos \varphi_p^h \cdot (z_{c(p)} - z_{M(p)}).$$

$(x, y, z)_n$ – нерухома система координат, пов'язана з несучою системою верстата;

$(x, y, z)_p$ – рухома система координат, пов'язана з ВО.

Наступний крок у вирішенні даної мети полягає у визначенні кута β , який знаходиться між сторонами ac і ec , за формулою:

$$\beta = \arcsin \frac{ae}{ac}. \quad (3)$$

Звідси кут γ повороту шарніру розраховується як кут між прямою ab і площиною:

$$\gamma = 180 - \left[\left(\arccos \left(\frac{bc^2 + ab^2 - ac^2}{2 \cdot bc \cdot ab} \right) + \left(\arcsin \frac{ae}{ac} \right) \right) \right]. \quad (4)$$

Кути повороту інших шарнірів визначаються аналогічно.

Висновок. Результатом кінематичного аналізу верстата-дельта є математична модель залежності довжини кінематичних ланок від поточного положення виконавчого органу у процесі формоутворення поверхонь деталей. Крім того, визначені математичні залежності утворення особливих положень розташування кінематичних ланок у просторі та вплив кутів поворотів опорних шарнірів на параметри робочого простору. Таким чином можна взяти кут повороту для кожного шарніру.

Список літератури

1. Clavel, R. (1991) *Conception d'un robot parallèle rapide à 4 degrés de liberté*. Ph.D. Thesis, EPFL, Lausanne, Switzerland
2. Bonev, I. (2001) Delta Parallel Robot — the Story of Success, Online article available at <http://www.parallemic.org/Reviews/Review002.html>
3. Клеветов Д.В. Применение механизмов с параллельной кинематической структурой в технологических процессах производства [Текст] /Д.В. Клеветов // Вооружение. Технология. Безопасность. Управление [Текст]: материалы V научно-технической конференции аспирантов и молодых ученых. Вбч. Ч. 4. – Ковров: ГОУ ВПО «КГТА им. В.А. Дегтярева», 2010. С. 59-71.

I. Valyavskaya, V.Shaposhnik

Kirovgrad national technical university

Kinematic analysis of parallel kinematics machine type "delta"

Relevance of improved accuracy, efficiency, reliability and durability is the transfer of energy flows and movements of several parallel paths.

The paper considers the inverse kinematics problem for a machine with parallel kinematics of the "delta".

the inverse problem of kinematics, kinematic analysis, machine tool with parallel kinematics, the delta

Одержано 22.05.13