

УДК 621.9.06

**І.А. Валявський, асист.
А.М. Кириченко, к.т.н., доц.***Кіровоградський національний технічний університет***ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОСТОРУ ВЕРСТАТІВ-ГЕКСАПОДІВ**

В статті розглянуто вплив конструктивних параметрів верстата-гексапода на розміри та форму його робочого простору.

Постановка проблеми. Формоутворення поверхонь деталі реалізується відносними координатними переміщеннями деталі та інструмента у межах відповідного робочого простору верстата, форма та розміри якого є постійними параметрами для конкретного типорозміру та моделі верстатів традиційної компоновки залежно від їх технічних характеристик.

Специфічною властивістю верстатів-гексаподів є досить складна конфігурація робочого простору, параметри та розташування якого змінюються залежно від положення виконавчого органу (рис. 1).

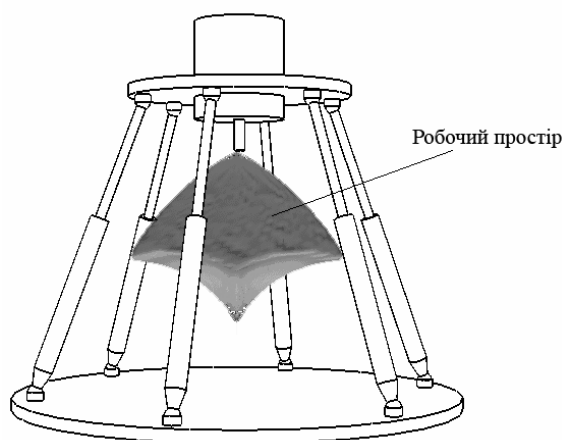


Рис. 1. Форма і розташування робочого простору верстата-гексапода

Зміна параметрів робочого простору обумовлює певні переваги використання верстатів-гексаподів у багатомоделному серійному виробництві порівняно з верстатами традиційної компоновки, але одночасно створює визначені складності ідентифікації розташування оброблюваної деталі у межах робочого простору. Крім того, верстат-гексаподи характеризуються неефективним співвідношенням параметрів робочого простору до відповідних параметрів верстата [1].

Форма, розміри та об'єм робочого простору верстата-гексапода залежать від компоновочної схеми, діапазону зміни довжини кінематичних ланок, а також кількості груп опорних шарнірів на основних елементах верстата та розташування кінематичних ланок у просторі.

Отже, **метою** даної роботи є дослідження впливу конструктивних параметрів основних елементів верстатів-гексаподів на геометричні параметри робочого простору.

Розглянемо вплив на параметри робочого простору верстата-гексапода кожного визначеного параметра окремо.

Викладення основного матеріалу. Компоновочна схема верстата-гексапода характеризується структурою компоновки $N \cdot S$, що визначає кількість груп опорних шарнірів кінематичних ланок, змонтованих на його несучій системі (N) та виконавчому органі (S).

Узагальнені компоновочні схеми верстатів-гексаподів, які відрізняються взаємним розташуванням кінематичних ланок та формою робочого простору, наведені у табл. 1.

Кожна компоновочна схема верстата-гексапода утворює відповідну форму робочого простору з різними параметрами, що визначають його об'єм.

Наведена діаграма об'ємів робочого простору (рис. 2) показує, що при зменшенні кількості груп опорних шарнірів, змонтованих на основних елементах верстата, зменшується його об'єм.

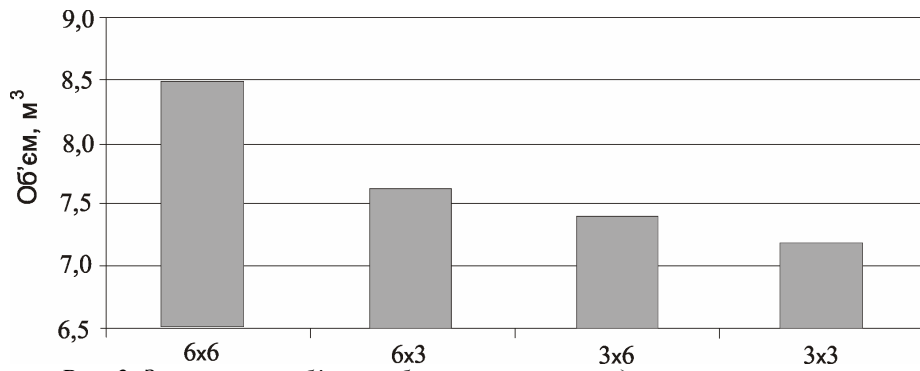


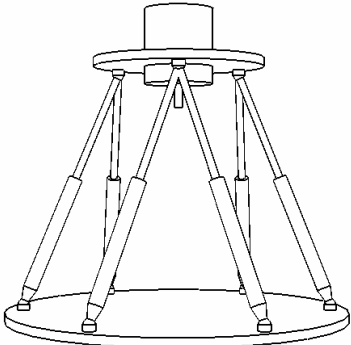
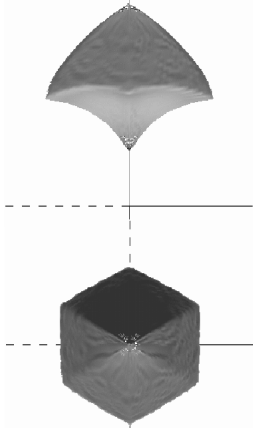
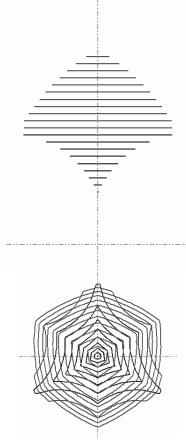
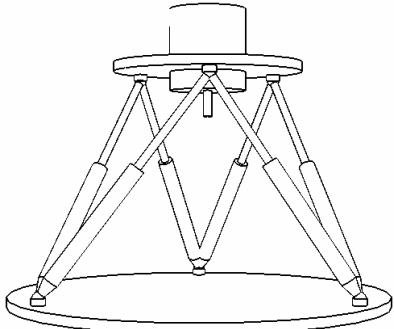
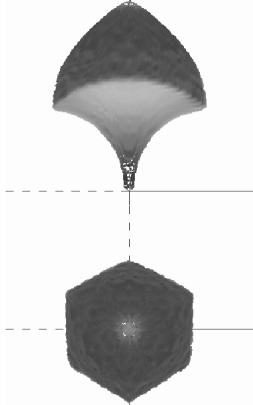
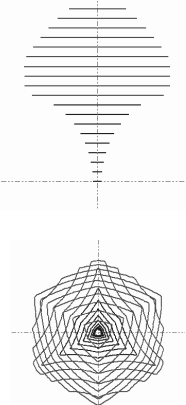
Рис. 2. Залежність об'єму робочого простору від компоновочної схеми

Таблиця 1

Залежність форми робочого простору від компоновочної схеми

Компоновочна схема верстата-гексапода	Об'ємна форма робочого простору	Робочий простір у вигляді ліній рівня
1	2	3
<p>$N*S = 6*6$</p>		
<p>$N*S = 3*6$</p>		

Закінчення таблиці 1

1	2	3
 <p style="text-align: center;">$N*S = 6*3$</p>		
 <p style="text-align: center;">$N*S = 3*3$</p>		

Так, верстати, виконані за структурою $N*S = 6*6$, мають найбільший об'єм робочого простору, а найменший – верстат зі структурою $N*S = 3*3$. Зменшення об'єму робочого простору відбувається за рахунок зменшення його діаметральних розмірів (D), а також висоти (H) робочого простору (рис. 3). Найбільший діаметр при найменшій висоті має верстат структури $N*S = 6*6$, але для верстата структури $N*S = 3*3$ спостерігається зміна співвідношень визначених параметрів на протилежне.

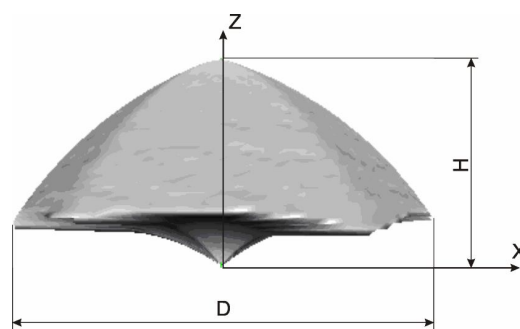


Рис. 3. Параметри робочого простору

Отже, можна зробити висновок, що для обробки деталей у вигляді високого циліндра ($H > D$) доцільно застосовувати компоновочну схему структури $N*S = 3*3$, а для обробки деталей типу дисків ($H < D$) – верстати-гексаподи зі структурою $N*S = 6*6$.

Верстати-гексаподи, створені за іншими запропонованими компоновочними схемами ($N*S = 6*3$ та $N*S = 3*6$), мають значення параметрів та об'єму робочого простору у діапазоні між розглянутими компоновочними схемами верстатів.

Поточне положення виконавчого органа під час обробки поверхонь забезпечується зміною довжини кожної кінематичної ланки залежно від геометричної форми поверхні, що обумовлює відповідні траєкторії формоутворюючих рухів інструмента. Дослідження виконувалися для компоновочної схеми $N*S = 6*6$, при цьому довжина кінематичних ланок змінювалася від $L_{\min} = 0,4$ м до $L_{\max} = 0,72$ м. Враховуючи забезпечення необхідної жорсткості кінематичних ланок та мінімальних пружних деформацій стрижневої просторової конструкції механізму паралельної структури як основного компонента верстата-гексапода, співвідношення L_{\max} / L_{\min} не повинно перевищувати 1.8 при використанні кінематичних ланок телескопічного виконання.

Результати досліджень показують, що збільшення діапазону довжин кінематичних ланок провокує зміну форми, розмірів та об'єму робочого простору (рис. 4).

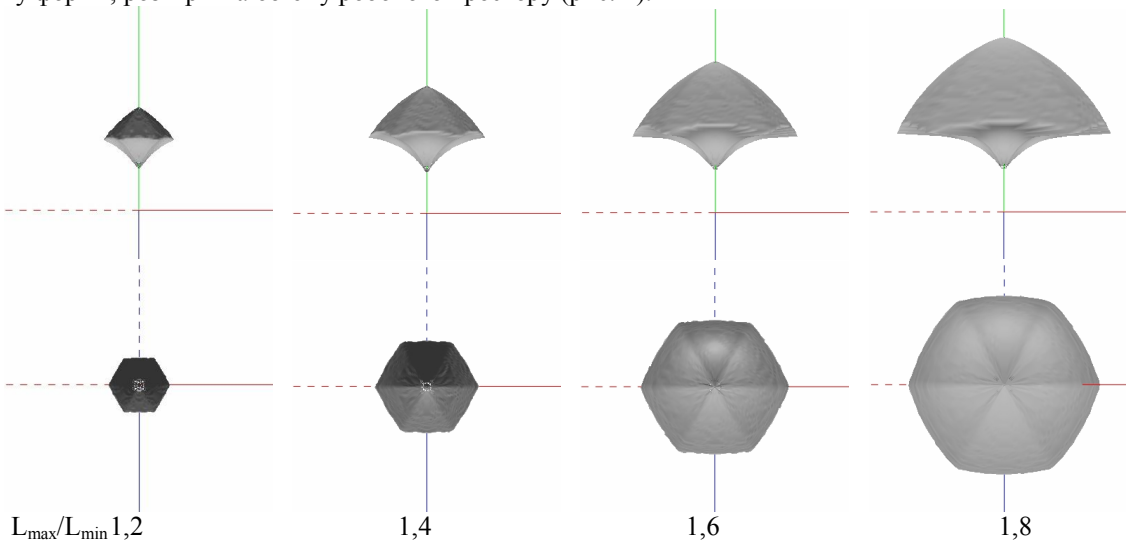


Рис. 4. Залежність форми робочого простору від діапазону довжин кінематичних ланок

При збільшенні діапазону довжин кінематичних ланок до $L_{\max}/L_{\min} = 1.8$, діаметр D робочого простору зростає у 9,5 раза, а висота – у 5,5 раза (рис. 5). Поряд з цим інтенсивно зростає об'єм робочого простору – майже у 100 разів (рис. 6).

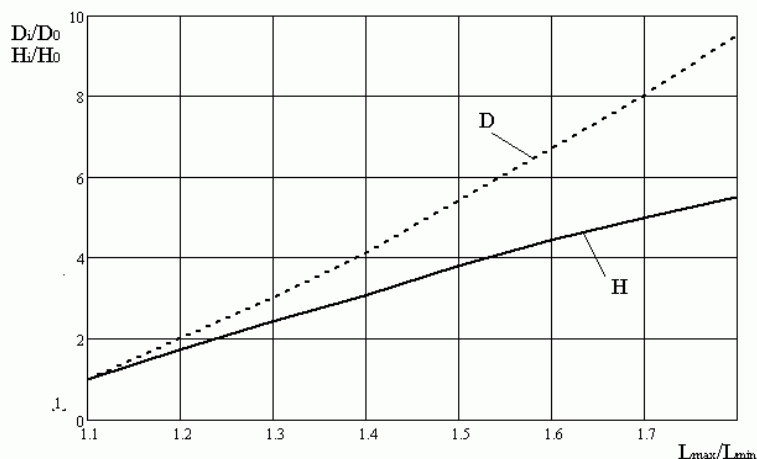


Рис. 5. Залежність параметрів робочого простору від довжини кінематичних ланок

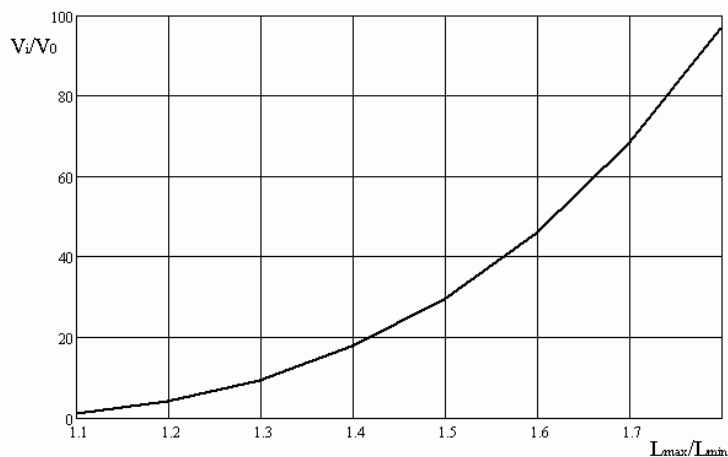


Рис. 6. Залежність об'єму робочого простору від діапазону довжини кінематичних ланок

Отже, найбільший вплив на зростання об'єму робочого простору відбувається при збільшенні діапазону зміни довжини кінематичних ланок.

Обробка похилих площин, фасонних поверхонь та отворів, вісь яких розташована під кутом до осі симетрії верстата-гексапода (вісь Z), передбачає необхідність нахилу виконавчого органу на відповідний кут, що впливає на розміри, форму і об'єм робочого простору внаслідок зміни довжини кінематичних ланок за відповідним законом (рис. 7).

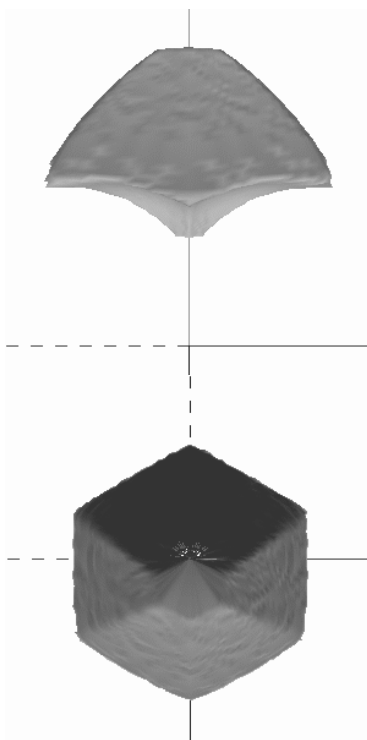


Рис. 7. Форма робочого простору верстата-гексапода при повороті виконавчого органу: а) на 20° навколо осі X

Вплив зміни кута нахилу виконавчого органу на об'єм робочого простору наведений на рис. 8.

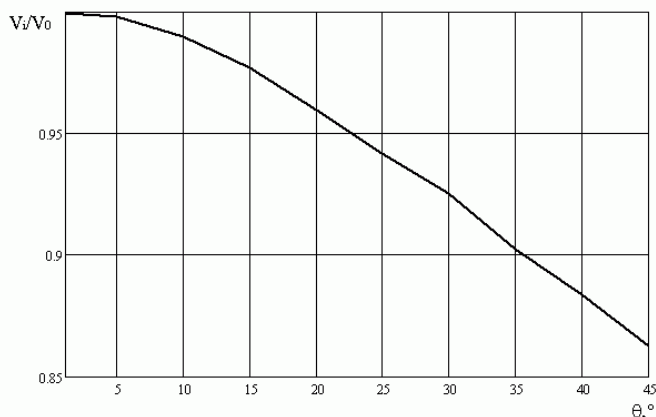


Рис. 8. Залежність об'єму робочого простору від кута θ нахилу ВО відносно осі X

Зростання кута нахилу виконавчого органу до 45° зменшує діаметр поперечного перерізу у 1,25 раза, а його висоту – у 1,6 раза, що призводить до зменшення об'єму робочого простору у 1,2 раза.

Висновок. Аналіз отриманих результатів свідчить, що найбільш інтенсивно впливає на об'єм робочого простору збільшення довжини кінематичних ланок (майже у 100 разів), а вплив компоновочної схеми та кута нахилу виконавчого органу можна оцінювати як незначні (1.2 та 1.1 раза відповідно).

ЛІТЕРАТУРА:

1. Крижанівський В.А., Кузнєцов Ю.М., Валявський І.А., Скляр Р.А. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою: Навчальний посібник для ВНЗ / Під ред. Ю.М. Кузнєцова. – Кіровоград, 2004. – 449 с.
2. Валявський І.А., Крижанівський В.А. Математичне моделювання положення вихідного органу I-координатного механізму // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: Збірник наук. праць. – Кіровоград: КДТУ, 2003. – Вип. 12. – С. 223–229.
3. Валявський І.А., Крижанівський В.А. Графічне моделювання робочого простору верстата-гексапода // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: Збірник наук. праць – Кіровоград: КДТУ, 2003. – Вип. 13.

ВАЛЯВСЬКИЙ Іван Анатолійович – асистент кафедри металорізальних верстатів та систем Кіровоградського національного технічного університету.

Наукові інтереси:

– дослідження та проектування верстатів з паралельною кінематикою.

КИРИЧЕНКО Андрій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри металорізальних верстатів та систем Кіровоградського національного технічного університету.

Наукові інтереси:

– дослідження та проектування верстатів з паралельною кінематикою.

Подано 09.07.2008

Валявський І.А., Кириченко А.М. Дослідження робочого простору верстатів-гексаподів
Валявский И.А., Кириченко А.Н. Исследование рабочего пространства станка-гексапода.
Valyavskiy I.A., Kirichenko A.N. Research of hexapod's workspace.

УДК 621.9.06

Исследование рабочего пространства станка-гексапода / И.А. Валявский, А.Н. Кириченко

В статье рассмотрено влияние конструкторских параметров станка-гексапода на размеры и форму его рабочего пространства

УДК 621.9.06

Research of hexapod's workspace / I.A. Valyavskiy, A.N. Kirichenko

The influence of hexapod's design parameters on the size and form of its workspace is considered in the article