

Т. Сабирзянов, П. Плешков, М. Кубкин, В. Солдатенко, В. Мартыненко
Пути усовершенствования систем энергоснабжения

В статье рассмотрена проблема перехода от традиционных систем энергоснабжения, базирующихся преимущественно на невозобновляемых источниках энергии, к комплексным системам с возобновляемыми источниками энергии, а также указаны пути усовершенствования этих систем.

T. Sabirjanov, P. Pleshkov, M. Kubkin, V. Soldatenko, V. Martynenko

The ways of improvement of the energysupply systems
In the article is regarded the problem of passage from the traditional systems of energysupply, wich are based on unresumption energy sources, to the resumption ones. The ways of improvement of the systems are outlined.

Одержано 03.01.12

УДК 621.9.06

І.І. Павленко, проф., д-р техн. наук, Д.В. Вахніченко, асп.
Кіровоградський національний технічний університет

Визначення параметрів ВПК при виконанні свердлильних операцій

В статті визначаються конструктивні параметри верстатів з паралельною кінематикою при виконанні типових технологічних рухів механізмів з паралельною кінематикою.
верстат, гексапод, МПК, ВПК, верстат з паралельною кінематикою

Ефективне використання механізмів з паралельною кінематикою (МПК) як основи відповідних верстатів можливе при умові обґрунтованого визначення їх конструктивних параметрів.

Подальші дослідження конструктивних параметрів ВПК – гексаподів виконано на прикладах реалізації різних типових варіантів свердлильних операцій.[4]

Для кожного із варіантів обробки складається своя розрахункова схема на якій наведено основні параметри, що характеризують даний процес обробки. В роботі наведено більш загальний варіант обробки представлений на рис.1. На даній схемі вказані розміри оброблюваних деталей по горизонталі - D_{∂} ; d_{∂} та по вертикалі H_{∂} ; h_{∂} , а також глибина оброблюваних отворів l_{∂} та координати їх розміщення T, φ .

На схемі суцільною лінією показано вихідне положення рухомої платформи відведене від оброблюваної деталі на величину H_V , що необхідно для виводу вершини різального інструменту на позицію початку обробки. Ця величина (H_V) буде відповідати швидкому установчому руху інструменту до деталі за яким почнеться процес обробки на величину:

$$l = l_o + l_{вр.}, \text{ де } l_{вр.} = 2 \div 4 \text{ мм.}$$

В подальшому із-за малого значення величини врізання $l_{вр.}$ будемо вважати, що вона входить в l_o : $l = l_o$.

Нижнє положення платформи по завершенню обробки показано пунктирною лінією.

На вертикальне положення рухомої платформи будуть впливати технологічні фактори: висота оброблюваної деталі ($H_{\partial.}$); висота необхідного технологічного пристрою ($H_{пр.}$); відстань між торцем деталі та вершиною різального інструменту (H_Y); довжина різального інструменту та довжина пристрою для його закріплення ($H_{ін.}$).

Сума вище наведених величин складає технологічну висоту ($H_{Т.}$) ВПК:

$$H_{Т.} = H_{пр.} + H_{\partial.} + H_Y + H_{ін.}$$

Остання складова визначається:

$$H_{ін.} = h_{р.ч.} + h_{\partial.ч.} + h_{з.п.} + h_{р.о.},$$

де $h_{р.ч.}$ – необхідна довжина робочої частини інструменту;

$h_{\partial.ч.}$ – допоміжна частина інструменту, яка включає довжину конструктивно неробочої частини інструменту та запас робочої частини для переточування, наладки та ін.;

$h_{з.п.}$ – довжина затискного інструментального пристрою (патрону, цанги та ін.);

$h_{р.о.}$ – величина виступу шпindelного вузла робочого органу нижче рухомої платформи.

Другою частиною висоти ВПК є конструкторська складова, яка визначає необхідні параметри МПК для реалізації потрібних технологічних рухів. Її мінімальні розміри залежать від можливого втягнутого положення кінематичних ланок (штанг), що в свою чергу залежить від конструктивних параметрів гексапода, основними із яких є:

a, b - відповідно відстань між опорами нерухомої і рухомої платформ;

l_{\min} - мінімальна довжина штанги;

L - положення рухомої платформи при обробці отворів деталі;

L_{\max} - максимальна довжина штанги;

$\alpha, \beta, \gamma, \lambda$ - кути обертання штанг в опорах.

Відзначені параметри впливають не тільки на висоту, а і ширину (діаметр) ВПК.

Відстань між опорами рухомої платформи:

$$b = D_{шп.} + b_{оп}$$

де $D_{шп.}$ - діаметр (габарит) шпindelного вузла;

$b_{оп}$ - розміри опорних вузлів.

Із виконаних досліджень [1-4] відстань між опорами рухомої платформи (b) повинна бути по можливості меншою ($b/a = 0,1...0,3$), що в свою чергу залежить від розмірів шпиндельного вузла встановлюваного на даній платформі. Розмір між опорами нерухомої платформи в плані рухових можливостей повинен бути в межах $a/L = 0,6...1,0$.

З точки зору зменшення габаритних розмірів ВПК та забезпечення необхідних умов обробки відстань між опорами визначається:

$$a < D_M + b,$$

де D_M - положення максимально віддаленого отвору для обробки заданої деталі.

З іншого боку, з точки зору покращення силових умов обробки деталі, штанги при обробці деталей не повинні переходити за вертикальне їх положення, а тому відстань між опорами повинна бути:

$$a \geq D_M + b.$$

При цьому також повинна враховуватись можливість обмежень руху ВО конструкцією шпиндельного вузла. Враховуючи вище перераховані положення для даних досліджень приймається умова $a = D_M + b$.

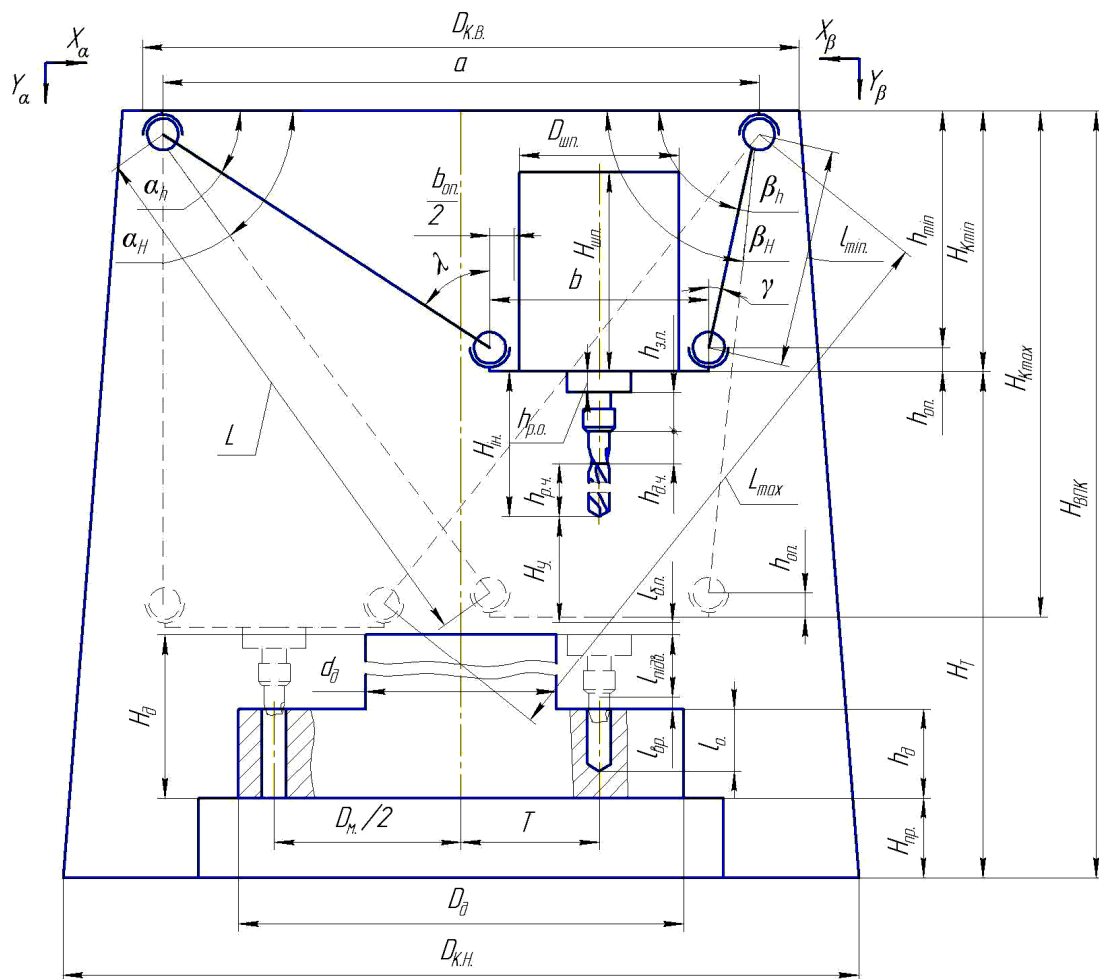


Рисунок 1 – Розрахункова схема гексапода для свердління отвору паралельно вісі верстату з наявністю обмежень руху інструменту

Мінімальна довжина штанги l_{\min} визначається параметрами конструкції штанги, конструкції опори, силовими особливостями експлуатації механізму, висотою шпindelного вузла $H_{\text{шп.}}$ (при наявності обмежень з боку верхньої частини нерухомої платформи ВПК) та обмеженнями кутів в опорах нерухомої платформи.

Величина відстані між стояками або стінками каркасу ВПК в нижній його частині повинна бути достатньою для обробки деталі та виконання всіх технічних та експлуатаційних умов роботи верстата, а тому згідно аналізу існуючих конструкцій ВПК:

$$D_{\text{кн}} = (1,2\dots2,0) \cdot a.$$

Розмір верхньої частини каркасу залежить від форми його виконання:

- для прямокутного $D_{\text{кв}} = D_{\text{кн}}$;
- для трапецевидного (конічного) $D_{\text{кв}} = (1,0\dots1,2) \cdot a.$

Вертикальні розміри каркасу залежать від конструктивних особливостей виконання МПК, де основними характеристиками є розміри штанг (L_{\max}, l_{\min}) та технологічні параметри обробки. В плані забезпечення максимальних рухових можливостей відношення l_{\min}/L повинно змінюватися від якомога меншої величини наближеної до $(a-b)/2$ і до одиниці.

З урахуванням вищенаведених та деяких інших умов мінімальна висота положення рухомої платформи для аналізованого варіанту обробки (рис.1) МПК дорівнює h_{\min} [4]. При визначенні цієї величини розраховується можливість МПК здійснювати необхідний рух ВО та різального інструменту для виконання заданих операцій. Загальна мінімальна конструкторська величина ВПК буде:

$$H_{\text{К min}} = h_{\min} + h_{\text{оп.}}$$

$h_{\text{оп.}}$ - відстань між віссю опори і рухомою платформою.

Для спрощення розрахунків приймемо умову, що вісь опори знаходиться на лінії нижньої площини рухомої платформи, а тому в подальших дослідженнях приймаємо: $H_{\text{К min}} = h_{\min}$.

Максимальна величина конструкторської складової висоти також залежить від величини установчих рухів $-H_{\text{У}}$, розмірів оброблюваної деталі (діаметра- $D_{\text{д}}$ та висоти- $H_{\text{д}}$) та параметрів обробки: глибини оброблюваного отвору $l_{\text{о}}$ та розташування отворів по відношенню до вісі симетрії верстату T . Тоді максимальна конструкторська складова для різного зміщення інструменту буде:

$$H_{\text{К max}} = h_{\min} + l_{\text{о}} + H_{\text{У}} = \sqrt{l_{\min}^2 - \left(\frac{D_{\text{д}} - 2T}{2}\right)^2} + l_{\text{о}} + H_{\text{У}}.$$

Знаючи максимальну конструкторську величину $H_{\text{К max}}$ визначаємо довжину штанг рухомої платформи L при обробці даних отворів:

$$L = \sqrt{H_{K \max}^2 + \left(\frac{a-b}{2} + T\right)^2}.$$

При максимальному зміщенні отвору і обробки його на максимальну глибину довжина штанг досягає свого максимального значення: $L = L_{\max}$.

Для дослідження впливу складових елементів ВПК на його максимальну висоту вводимо додаткові позначення, що характеризують співвідношення розмірів деталі та параметрів обробки: $K_o = \frac{l_o}{H_\partial}$; $K_{зм} = \frac{2T}{D_m}$; $K_\partial = \frac{H_\partial}{D_m}$.

Підставляючи прийняті значення у вихідну формулу отримуємо:

$$H_{K \max} = \sqrt{l_{\min}^2 - \left(\frac{D_m - K_{зм} D_m}{2}\right)^2 + K_o \cdot K_\partial \cdot D_m + H_Y} =$$

$$= \sqrt{l_{\min}^2 - \left(\frac{D_m \cdot (1 - K_{зм})}{2}\right)^2 + K_\partial \cdot K_o \cdot D_m + H_Y}.$$

По отриманому рівнянню побудовані графічні залежності, які представлені на рис.2.-рис.4.

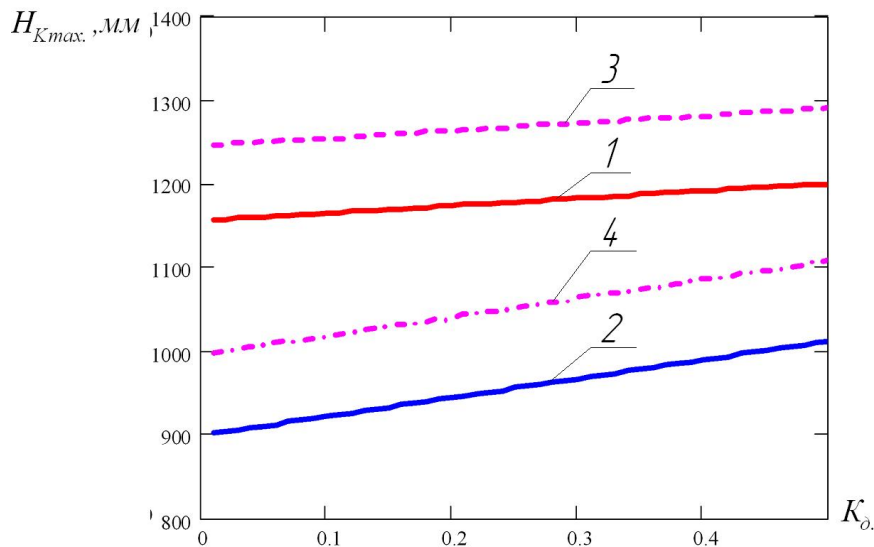


Рисунок 2 – Графік впливу на конструкторську складову висоти верстату $H_{K \max}$ показника розмірів деталі K_{∂} при:

1. $l_{\min} = 600$ мм; $D_m = 900$ мм; $H_Y = 600$ мм; $K_{зм} = 0,5$; $K_o = 0,1$.
2. $l_{\min} = 600$ мм; $D_m = 900$ мм; $H_Y = 300$ мм; $K_{зм} = 1$; $K_o = 0,25$.
3. $l_{\min} = 600$ мм; $D_m = 900$ мм; $H_Y = 750$ мм; $K_{зм} = 0,25$; $K_o = 0,1$.
4. $l_{\min} = 600$ мм; $D_m = 900$ мм; $H_Y = 500$ мм; $K_{зм} = 0,75$; $K_o = 0,25$.

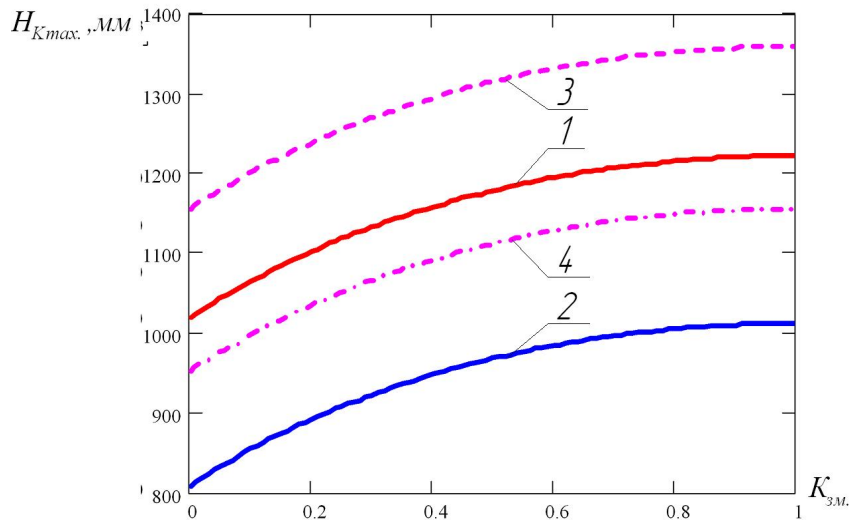


Рисунок 3 – Графік впливу на конструкторську складову висоти верстату H_{Kmax} показника зміщення отвору від осі деталі $K_{зм}$ при:

1. $l_{min} = 600$ мм; $D_M = 900$ мм; $H_V = 600$ мм; $K_{д.} = 0,25$; $K_{о.} = 0,1$.
2. $l_{min} = 600$ мм; $D_M = 900$ мм; $H_V = 300$ мм; $K_{д.} = 0,5$; $K_{о.} = 0,25$.
3. $l_{min} = 600$ мм; $D_M = 900$ мм; $H_V = 750$ мм; $K_{д.} = 1,0$; $K_{о.} = 0,1$.
4. $l_{min} = 600$ мм; $D_M = 900$ мм; $H_V = 500$ мм; $K_{д.} = 0,25$; $K_{о.} = 0,25$.

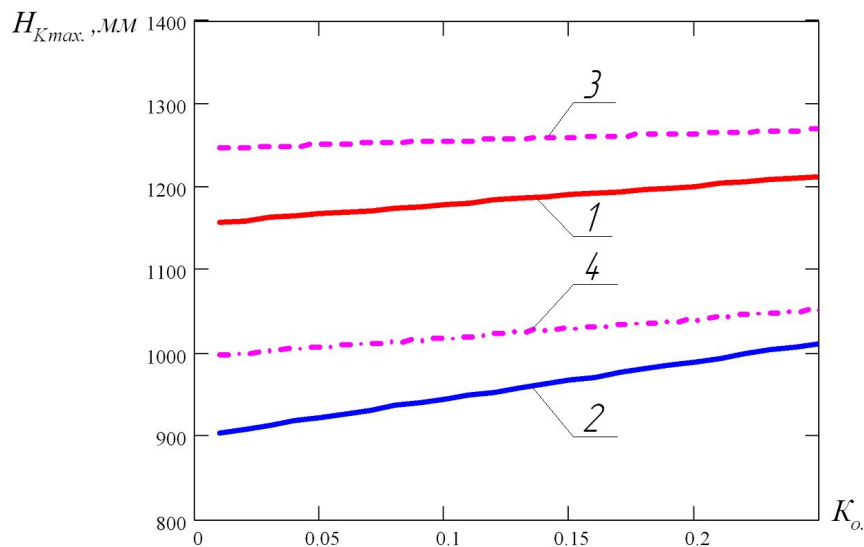


Рисунок 4 – Графік впливу на конструкторську складову висоти верстату H_{Kmax} показника глибини обробки $K_{о}$ при:

1. $l_{min} = 600$ мм; $D_M = 900$ мм; $H_V = 600$ мм; $K_{д.} = 0,25$; $K_{зм.} = 0,5$.
2. $l_{min} = 600$ мм; $D_M = 900$ мм; $H_V = 300$ мм; $K_{д.} = 0,5$; $K_{зм.} = 1,0$.
3. $l_{min} = 600$ мм; $D_M = 900$ мм; $H_V = 750$ мм; $K_{д.} = 1,0$; $K_{зм.} = 0,25$.
4. $l_{min} = 600$ мм; $D_M = 900$ мм; $H_V = 500$ мм; $K_{д.} = 0,25$; $K_{зм.} = 0,75$.

Аналіз отриманих даних дозволяє зробити наступні висновки:

5. Конструктивно доцільні розміри ВПК залежать від необхідних рухів виконавчого органу верстата та особливостей конструктивного виконання використовуваного механізму з паралельною кінематикою.

6. При дослідженні залежності величини конструкторської складової висоти $H_{K \max}$ від показників оброблюваної деталі $K_{зм.}$, $K_{\delta.}$, $K_{o.}$ (рис.2- рис.4) видно, що при зростанні технологічного показника $K_{зм.}$ конструкторська складова висоти верстата збільшується, тобто для зменшення висоти верстата бажано вести обробку максимально наближено до осі симетрії верстату і при зростанні інших показників $K_{\delta.}$, $K_{o.}$ конструкторська складова висоти верстата також збільшує своє значення, тобто при збільшенні висоти деталі і довжини обробки по відношенню до загальної висоти деталі відповідно зростає конструкторська складова висоти верстата.

7. Визначення максимальної конструкторської величини $H_{K \max}$ дозволяє визначити загальну висоту верстата-гексапода:

$$H_{ВПК} = H_{K \max} + (H_{ин.} - l_{o.} - l_{пидв.}) + H_{\delta.} + H_{пр.}$$

Список літератури

1. Павленко І.І. Промислові роботи: основи розрахунку та проектування./ Павленко І.І. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 420с.
2. Павленко І.І., Валявський І.А. Рухові характеристики верстатів з паралельною кінематикою / І.І. Павленко, І.А. Валявський / Збірник наукових праць КНТУ: техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград, 2008. – Вип.21 - С.128-134.
3. Павленко І.І., Валявський І.А. Дослідження впливу конструктивних параметрів механізму паралельної структури на функціональні можливості верстата з паралельною кінематикою. / Павленко І.І., Валявський І.А. / Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин – Кіровоград: КНТУ, 2008.- вип. 38 ч.1. -С. 284-287.
4. Павленко І.І., Вахніченко Д.В. Дослідження впливу конструктивних параметрів механізму паралельної структури на функціональні можливості верстата з паралельною кінематикою. / Павленко І.І., Вахніченко Д.В. / Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин – Кіровоград: КНТУ, 2011.- вип. 41 ч.2. -С.99-105.

И.Павленко, Д.Вахниченко

Определение параметров СПК на выполнение сверлильных операций.

В статье определяются конструктивные параметры станков с параллельной кинематикой при выполнении типичных технологических движений механизмов с параллельной кинематикой.

I.Pavlenko, D. Vakhnichenko

Definition of design data MPK at performance of typical technological movements.

In article design data of machine with parallel kinematics are defined at performance of typical technological movements of the mechanism tool with parallel kinematics.

Одержано