

УДК 621.9.06

І.І. Павленко, проф., д-р техн. наук, Д.В. Вахніченко, канд. техн. наук, А.В. Кропивна, доц., канд. техн. наук

*Кіровоградський національний технічний університет, м. Кіровоград, Україна,
E-mail: vakhnichenkodima@rambler.ru*

Визначення крутного навантаження МПС при свердлінні експериментальним методом

В статті розглянуто експериментальне дослідження розподілу крутного навантаження між штангами МПС при виконанні свердлильних операцій. Представлено розроблену та складену експериментальну установку із спеціальними тензодатчиками та вимірвальним блоком. В роботі наведено результати експериментальних досліджень навантаження виконавчого органа по вісі та паралельно вісі симетрії МПС, за отриманими даними побудовані графіки поверхонь відгуку. **верстат, гексапод, МПС, верстат з МПС, верстат з механізмом паралельної структури**

И.И. Павленко, проф., д-р техн. наук, Д.В. Вахниченко, канд. техн. наук, А.В. Кропивная, доц., канд. техн. наук

Кировоградский национальный технический университет, г. Кировоград, Украина

Определение крутящей нагрузки МПС при сверлении экспериментальным путем

В статье рассмотрены экспериментальное исследование распределения крутящего нагрузки между штангами МПС при выполнении сверлильных операций. Представлена разработанная и составленная экспериментальная установка со специальными тензодатчиками и измерительным блоком. В работе приведены результаты экспериментальных исследований нагрузки исполнительного органа по оси и параллельно оси симметрии МПС, по полученным данным построены графики поверхностей отклика.

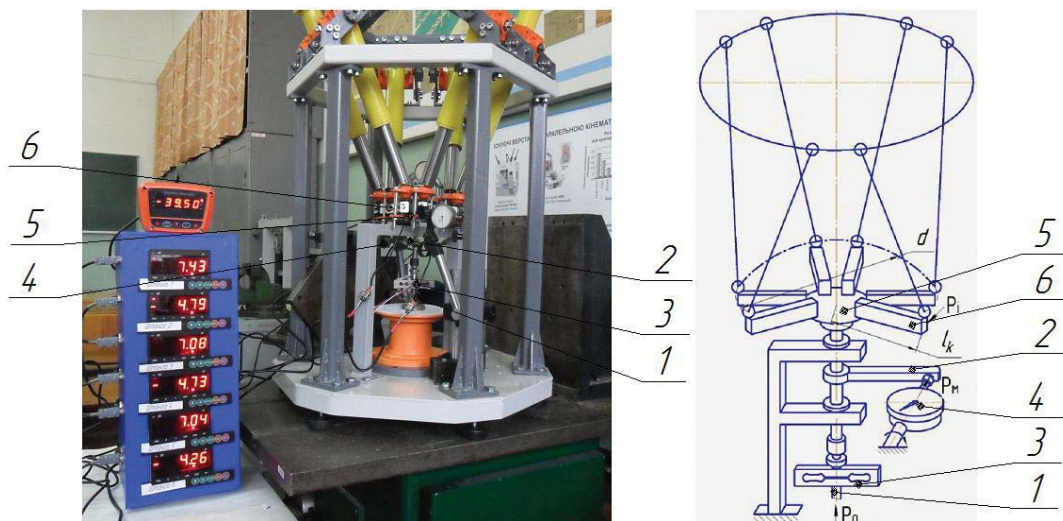
станок, гексапод, МПС, станок с МПС, станок с механизмами параллельной структуры

Виконуючи свердлильні операції, конструкція гексапода сприймає силове навантаження, яке визначається умовами роботи системи та особливостями виконання заданої операції. Для визначення цього силового навантаження було складено відповідну розрахункову схему процесу свердління. У процесі обробки деталі виникають осьова сила різання P_o та крутний момент різання M_p , які діють на свердло і відповідно передаються на конструкцію гексапода.

Осьова сила різання створюється приводами, які забезпечують рух штанг в осьовому напрямку, що реалізує рух платформи, на якій закріплено привід обертання свердла. В попередніх дослідженнях [3] було визначено розподіл осьового навантаження між штангами. Крутний момент різання на інструменті створюється двигуном, розміщеним на рухомій платформі, що передає аналогічний момент на рухому платформу.

Для перевірки правильності результатів теоретичних розрахунків розподілу крутного моменту різання при виконанні свердлильних операцій виконана розробка схеми, методики та конструкції установки для експериментальних досліджень. Експеримент проводився на установці, де використовувалися пристрої осьового навантаження та крутного моменту. При виконанні досліджень контролювались осьове навантаження (P_o), навантаження в штангах (P_i), крутний момент різання (M_p). Навантаження на штанги проводилися при різній висоті рухомої платформи та різному її зміщенні.

Експериментальна установка складалася з експериментального зразка верстату з МПС, вмонтованих в конструкцію тензодатчиків, блоку живлення (~12В, 400 Гц), вимірювального блоку, датчика осьового навантаження (рис.1). Для виводу та обробки отриманих даних, використовувався вимірювальний блок із вбудованим аналого-цифровим перетворювачем.



1 – пристрій осьового навантаження; 2 – пристрій крутного навантаження; 3 – датчик осьового навантаження; 4 – динамометр; 5 – рухома платформа; 6 – датчик сил крутного навантаження

Рисунок 1 – Дослідна установки та її схема для визначення крутного навантаження МПС по вісі його симетрії сумісно з осьовим навантаженням при компоновці $(3 \times 2) \times (3 \times 2)$

Для обробки інформації, що надходила з тензодатчиків, та виведення її на вимірювальний блок, була використана вимірювальна схема, яка дає можливість фіксувати розподіл навантаження від крутного навантаження на штанги.

В роботі розглянуто осьове та крутне навантаження ВО по вісі симетрії МПС та при різних положеннях рухомої платформи по висоті та при різній величині зміщення центру рухомої платформи від вісі симетрії МПС (Рис.1) для компоновки $(3 \times 2) \times (3 \times 2)$.

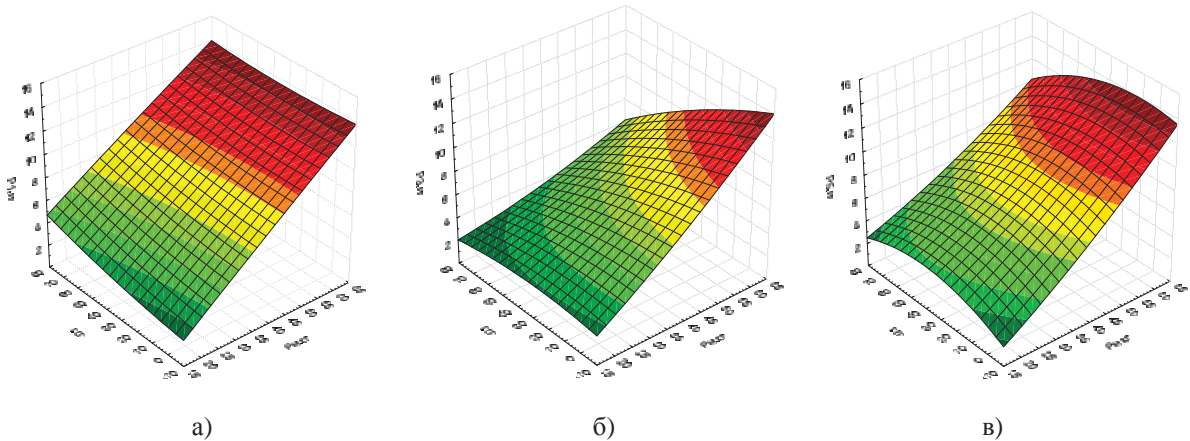
Результати отримані при виконанні експериментальних досліджень занесені в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати експериментальних досліджень при навантаженні ВО по вісі та паралельно вісі симетрії МПС при компоновці $(3 \times 2) \times (3 \times 2)$.

№ експ	Вихідні дані					Експериментальні дані сил, кг					
	P_m , кг	P_0 , кг	r , мм	ω , град	δ , град	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
1	20	0	0	27,583	22,617	3,84	-2,98	3,57	-2,83	3,72	-2,92
2			35	27,583	22,617	4,35	-3,55	3,57	-2,89	4,71	-2,26
3			70	27,583	22,617	5,02	-4,23	2,39	-3,17	3,64	-1,31
4		20	0	27,583	22,617	4,52	-2,56	4,27	-2,35	4,69	-2,33
5			35	27,583	22,617	4,68	-3,23	3,42	-2,86	4,52	-2,34
6			70	27,583	22,617	5,11	-3,68	2,86	-3,21	3,44	-1,43
7		40	0	27,583	22,617	4,34	-2,31	4,67	-2,56	4,37	-2,81
8			35	27,583	22,617	4,25	-3,54	3,29	-2,91	4,38	-2,67
9			70	27,583	22,617	4,79	-3,73	2,46	-3,08	3,61	-1,42

Для виконання аналізу експериментальних даних досліджувалися показники значимості впливу розглядаємих факторів (P_M , P_0 , r) на розподіл осьового навантаження між штангами. Так як штанги розташовані в досліджуваному варіанті конструкції попарно симетрично, і зміщення платформи виконується перпендикулярно вісі симетрії МПС достатньо виконати аналіз для трьох штанг, інші три будуть носити той же характер розподілу навантаження.

На рис. 2 зображено поверхні відгуку впливу сили крутного моменту (P_M) та зміщення рухомої платформи (r) на сили P_1 , P_3 та P_5 , оскільки ці фактори мають найбільший вплив на розподіл крутного моменту між штангами. Розрахункові значення G – критерію для зазначеної серії дослідів $G_{P_1} = 0,1763$; $G_{P_3} = 0,1786$; $G_{P_5} = 0,1902$ підтверджують однорідність дисперсії, оскільки розрахункові значення критерію Кохрена не перевищують табличного.



а – вплив крутного навантаження та зміщення ВО на силу діючу на штангу P_1 ;
б – на штангу P_3 ; в – на штангу P_5

Рисунок 2 – Поверхні відгуку впливу сили крутного моменту (P_M) та зміщення рухомої платформи (r) на сили P_1 , P_3 та P_5 для компоновки $(3 \times 2) \times (3 \times 2)$

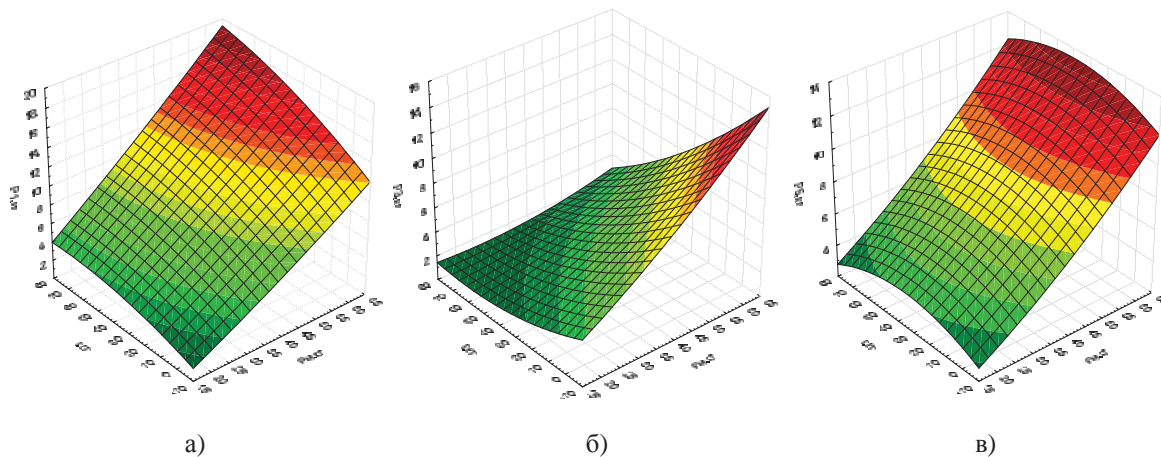
Також в роботі розглянуто крутне навантаження на МПС для компоновки $6 \times (3 \times 2)$ (Рис.3).



Рисунок 3 – Визначення крутного навантаження по вісі симетрії МПС сумісно з осьовим навантаженням при компоновці $6 \times (3 \times 2)$

Експерименти було проведено відповідно до матриці дрібнофакторного експерименту, а для чистоти даних, які отримувалися та для виключення з розрахунку помилково отриманих значень сил, кожен з паралельних дослідів було перевірено за декількома критеріями, які виявляють та виключають можливу помилку.

На рис. 4 зображено поверхні відгуку впливу сили крутного моменту (P_M) та зміщення рухомої платформи (r) на сили P_1 , P_3 та P_5 . Значення G – критерію для другої серії дослідів мають наступні значення $G_{P_1} = 0,1909$; $G_{P_3} = 0,1728$; $G_{P_5} = 0,1919$, що підтверджує однорідність дисперсії.



а – вплив крутного навантаження та зміщення ВО на силу діючу на штангу P_1 ;
б – на штангу P_3 ; в – на штангу P_5

Рисунок 4 – Поверхні відгуку впливу сили крутного моменту (P_M) та зміщення рухомої платформи (r) на сили P_1 , P_3 та P_5 для компоновки $6 \times (3 \times 2)$

Результати досліджень дозволяють стверджувати, що вказані конструктивні параметри мають різний вплив на окремі складові силових навантажень гексапода, в тому числі різної структури, а тому їх вибір повинен здійснюватися за умови комплексного урахування усіх оцінюваних складових рухів та конкретного призначення верстата.

Висновок. За результатами вимірювань під час визначення крутного навантаження встановлено, що сили навантаження між парами з двох штанг розподіляється однаково, а в самій парі штанги сприймають навантаження з різницею в межах до 20÷30% і мають різний знак, оскільки одна штанга сприймає деформації на розтяг, а інша – стискання. Різниця між різними компоновками складає 38÷45%.

Список літератури

1. Павленко І.І. Промислові роботи: основи розрахунку та проектування / І.І. Павленко. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 420 с.
2. Вахніченко Д.В. Особливості силового навантаження гексаподів при свердлінні під кутом / Д.В. Вахніченко, І.І. Павленко // Вісник Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”: Машинобудування. – 2015. – №73. – С.119-123.
3. Павленко І.І. Експериментальне дослідження силового навантаження МПС / І.І. Павленко, Д.В. Вахніченко, В.М. Кропивний // Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – 2014. – Вип.27. – С.45-49.

Ivan Pavlenko, Prof., DSc., Dmitriy Vakhnichenko, PhD tech. sci., Alyona Kropivna, Assos. Prof., PhD tech. sci.

Kirovograd national technical university, Kirovohrad, Ukraine

Determination of torsional load MPK drilling experimentally

The purpose of this work is an experimental study of the distribution of torque between the load bars MPS when the drilling operations. The article presents a developed and produced an experimental setup with special strain gauges and measuring unit.

The results of experimental studies with a load of the working body of the axis, and parallel to the axis of symmetry of the MPK which graphs of response surfaces. The research results suggest that these design parameters have different effects on the individual components of the power loads hexapod, including various structures, so their choice should be subject to comprehensive consideration of all components of the estimated movements and specific purpose of the machine.

By results of measurements when determining twisting loadings it is established that loading forces between couples from two bars it is distributed equally, and in the couple of a bar perceive loadings with a difference to 21% and have a different sign as one bar perceives deformations on stretching, and another - compression. The difference between various configurations of PKM makes $38 \div 45\%$.

machine, hexapod, PKM, machinetool MPK, machine of parallel structure

Одержано 22.02.16

УДК 681.5.015

В. О. Кондратець, проф., д-р. техн. наук, А. М. Мацуй, доц., канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет, м. Кіровоград, Україна,
E-mail:matsuyan@mail.ru

Дослідження перемішування матеріалів у кульовому млині як багатовимірному керованому об'єкті

Встановлено, що осереднення твердого у кульовому млині відбувається достатньо швидко, практично за 34 с. Більш проблематичним є перемішування твердого з водою. Запропоновано воду у кульовий млин до необхідного розрідження пульпи подавати трьома потоками – на поверхню вихідної руди, у приймальний пристрій завиткового живильника до граничного розрідження пісків класифікатора та безпосередньо у горловину кульового млина, розбризкуючи її в широкій зоні завантаження.

кульовий млин, перемішування твердого, твердого і води

В. А. Кондратець, проф., д-р техн. наук, А. Н. Мацуй, доц., канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет, г. Кіровоград, Україна

Исследование перемешивания материалов в шаровой мельнице как многомерном управляемом объекте

Установлено, что осреднение твердого в шаровой мельнице осуществляется достаточно быстро, практически за 34 с. Более проблематичным является перемешивание твердого с водой. Предложено воду в шаровую мельницу до необходимого разжижения пульпы подавать тремя потоками – на поверхность исходной руды, в приемное устройство улиткового питателя до граничного разжижения песков классификатора и непосредственно в горловину шаровой мельницы, разбрызгивая ее в широкой зоне загрузки.

шаровая мельница, перемешивание твердого, твердого и воды

Постановка проблеми. В Україні у сировині металургійної галузі понад 50% складає частка, отримана збагаченням бідних залізних руд, якою є магнетитові концентрати. Найбільша частка витрат при їх отриманні припадає на подрібнення вихідної руди у кульових млинах, де допускаються значні збитки, причиною яких є ряд