

УДК 621.9.06

**І.І. Павленко, проф., д-р техн. наук, Д.В. Вахніченко, асп., В.М. Кропівний, проф., канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

## **Експериментальне дослідження силового навантаження МПС**

В статті розглянуто експериментальне дослідження силового навантаження МПС при виконанні свердильних операцій. Представлено розроблену та виготовлену експериментальну установку із спеціальними тензодатчиками та вимірювальним блоком. В роботі представлено результати експериментальних досліджень при навантаженні ВО по вісі та паралельно вісі симетрії МПС по яким побудовані графіки поверхонь відгуку.

**верстат, гексапод, МПС, верстат з МПС, верстат з механізмами паралельної структури**

**И.И. Павленко, проф., д-р техн. наук, Д.В. Вахниченко, асп., В.Н. Кропивный, проф., канд. техн. наук**

*Кировоградский национальный технический университет*

**Экспериментальное исследование силовой нагрузки МПС**

В статье рассмотрены экспериментальное исследование силовой нагрузки МПС при выполнении сверлильных операций. Представлено разработанная и изготовленная экспериментальную установку со специальными тензодатчиками и измерительным блоком. В работе представлены результаты экспериментальных исследований при нагрузке ПО по оси и параллельно оси симметрии МПС по которым построены графики поверхностей отклика.

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

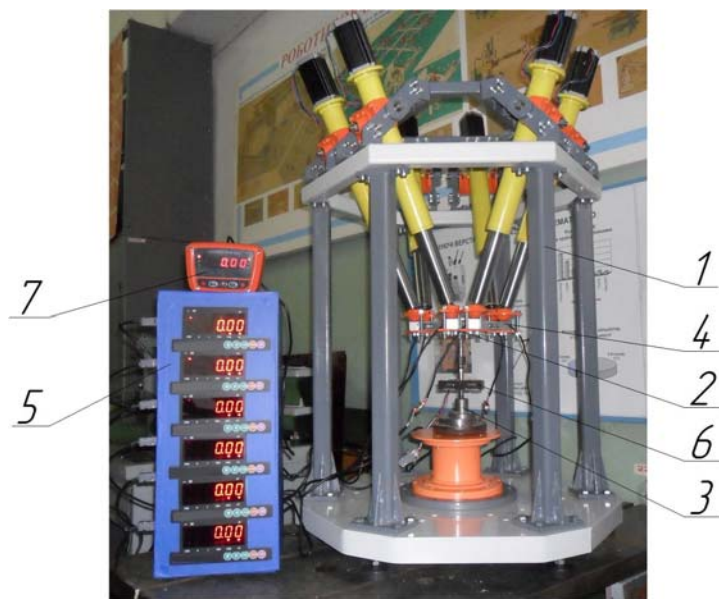
При виконанні свердильних операцій конструкція верстата-гексапода сприймає силове навантаження, яке визначає умови роботи системи та особливості виконання заданої операції. Осьова сила різання при свердлінні створюється приводами, які забезпечують рух штанг в осьовому напрямку, що реалізує рух платформи на якій закріплено привід обертання свердла. Останній і реалізує створення крутного моменту різання.

Важливим етапом перевірки правильності результатів теоретичних розрахунків розподілу осьового зусилля і крутного моменту різання при виконанні свердильних операцій є розробка схеми, методики та конструкції установки для експериментальних досліджень осьового навантаження. Ці експерименти проводилися на установці, де використовувалися пристрої осьового навантаження  $P_0$  та крутного моменту  $M_p$ . В дослідженнях контролювалися такі параметри: осьове навантаження ( $P_0$ ), навантаження в штангах ( $P_i$ ), крутний момент різання ( $M_p$ ). Вимірювання зусиль в штангах проводилися при різній висоті рухомої платформи та різному її зміщенні.

Експериментальна установка (рис.1) складалася з експериментального зразка верстату з МПС, вмонтованих в конструкцію тензодатчиків, блоку живлення (~12В, 400 Гц), вимірювальний блок, датчик осьового навантаження.

Для виводу та обробки отриманих даних, використовувався вимірювальний блок із встроєним аналого-цифровим перетворювачем (АЦП). Джерело живлення поступає від блоку живлення. Усі дані від датчиків потрапляли на плату з АЦП оброблялися відповідним мікропроцесором і виводились на блок індикації у вигляді готових значень. Вхідне навантаження створюється навантажувальним пристроєм, фіксується датчиком осьового навантаження і виводиться на екран блоку вимірювання зусилля.

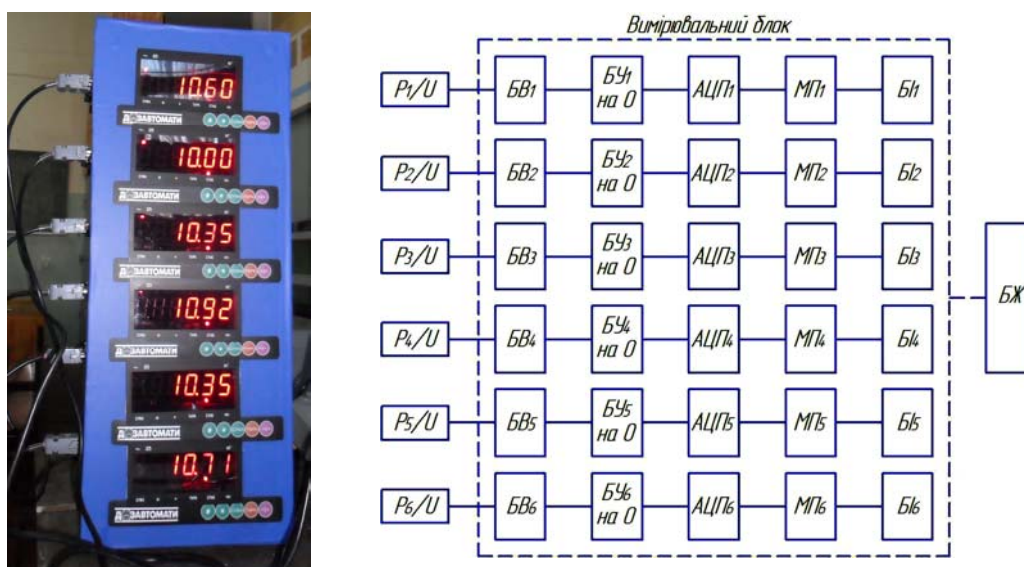
Головною особливістю дослідної установки є її оригінальні елементи конструкції та вимірювання силових навантажень окремо по кожній штанзі.



1 – експериментальний зразок верстата з МПС; 2 – конструкція експериментальної рухомої платформи; 3 – механізм створення осевого зусилля; 4 – тензодатчики; 5 – вимірювальний блок; 6 – датчик осевого зусилля; 7 – блок вимірювання осевого зусилля

Рисунок 1 – Експериментальна установка для дослідження осевого навантаження та крутного моменту МПС

Для обробки інформації, що надходила з тензодатчиків, та виведення її на вимірювальний блок, була використана структурна схема, представлена на рис.2, яка дає можливість фіксувати розподіл навантаження від осевого зусилля на штанги.



$P_i/U$  – тензодатчик відповідної штанги; БВ – блок випрямлення напруги; БУ на 0 – блок установки на 0; АЦП – аналого-цифровий перетворювач; МП – мікропроцесорний перетворювач; БІ – блок індикації БЖ – блок живлення системи

Рисунок 2 – Загальний вид та структурна схема вимірювального блоку

Далі, розглянуто осьове навантаження ВО по вісі симетрії МПС та при паралельному його зміщенні для компоновки  $(3 \times 2) \times (3 \times 2)$ . Дослідження проводилися при різних положеннях рухомої платформи по висоті та при різній величині зміщення. Дані виводилися на вимірювальний блок (рис.3).



Рисунок 3 – Навантаження в максимально видовженому положенні при компоновці  $(3 \times 2) \times (3 \times 2)$ .

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

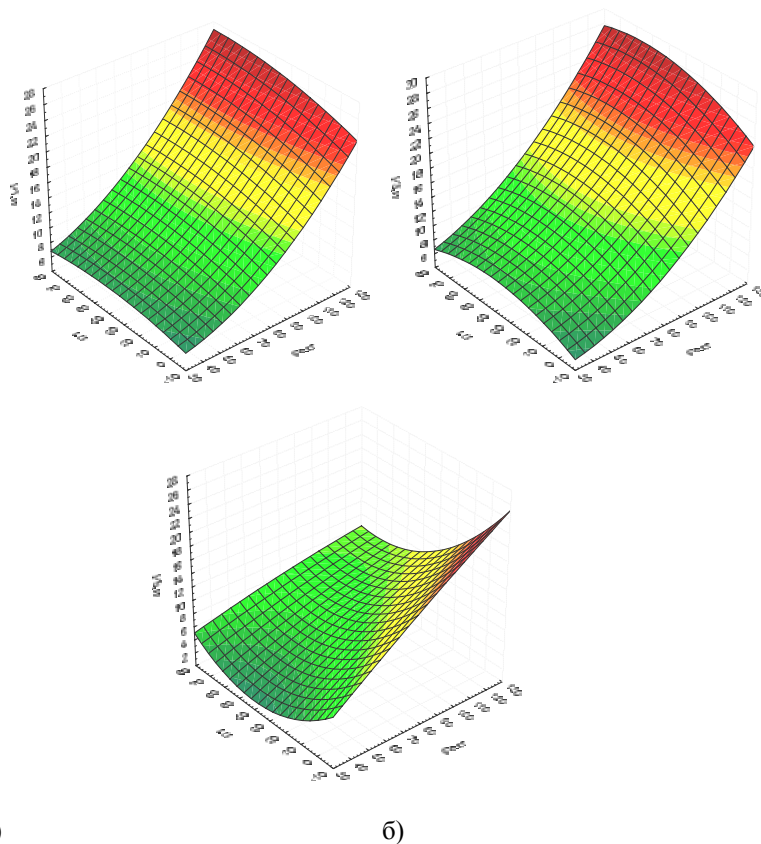
Таблиця 1 – Результати експериментальних досліджень при навантаженні ВО по вісі та паралельно вісі симетрії МПС

№ експ	Вихідні дані			Експериментальні дані, кг					
	$P_0$ , кг	$h$ , мм	$r$ , мм	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$
1	40	300	0	6,75	6,94	6,76	6,95	6,87	6,80
2			35	8,19	8,84	8,45	4,52	4,48	8,24
3			70	8,48	8,60	9,35	4,49	4,14	9,07
4		350	0	6,39	6,53	6,41	6,50	6,74	6,61
5			35	8,07	8,70	9,06	3,89	3,79	8,92
6			70	8,52	8,77	8,87	4,09	4,02	8,68
7		400	0	6,57	6,62	6,63	6,52	6,83	6,62
8			35	8,48	8,60	9,35	4,49	3,14	9,07
9			70	8,28	8,43	9,28	3,96	3,67	8,99

Підсумовуючи, можна зазначити, що в даних дослідженнях розрахункові значення розподілу осьового навантаження між штангами підтверджені експериментальними даними з величиною розбіжності (до 3%). 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.

Для виконання аналізу експериментальних даних досліджувалися показники значимості впливу розглядаємих факторів ( $P$ ,  $h$ ,  $r$ ) на розподіл осьового навантаження між штангами. Так як штанги розташовані в досліджуваному варіанті конструкції

симетрично, і зміщення платформи виконується вздовж та паралельно вісей достатньо виконати аналіз для трьох штанг, інші три будуть носити той же характер розподілу навантаження.



а – вплив осевого зусилля та зміщення на розподіл осевого зусилля на штанги  $P_1$ ;  
б – на штанги  $P_3$ ; в – на штанги  $P_5$

Рисунок 4 - Поверхні відгуку впливу осевого навантаження ( $P_0$ ) та зміщення рухомої платформи ( $r$ ) на сили  $P_1$ ,  $P_3$  та  $P_5$

**Висновок.** За результатами вимірювань осевого зусилля можна зробити висновки, що при осевому навантаженні по вісі симетрії МПС, різниця навантажень на штанги відрізняється в межах до 3%. А при зміщенні платформи, навантаження між різними штангами залежать від величини зміщення платформи і можуть відрізнитися в межах до 50%

## Список літератури

1. Павленко І.І. Промислові роботи: основи розрахунку та проектування // І.І. Павленко. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 420 с.
2. Вахніченко Д.В. Дослідження переміщення рухомої платформи під кутом при здійсненні технологічних рухів / Д.В. Вахніченко, І.І. Павленко // Збірник наукових праць Житомирського державного технічного університету/ Процеси механічної обробки в машинобудуванні./ Житомир: ЖДТУ, 2011. – Вип. 10. – С.73-80.
3. Павленко І.І., Вахніченко Д.В. Визначення параметрів ВПК при виконанні свердильних операцій // І.І. Павленко, Д.В. Вахніченко / Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація.– 2012.– Вип. 25 ч.1. –С.166-173.

**Ivan Pavlenko, Dmitry Vakhnichenko, Vladimir Kropivniy**

*Kirovograd National Technical University*

**Experimental study of power load MPK**

The purpose of this work is the quantitative analysis of variants of kinematic schemes of industrial robots for definition of expedient variants and the analysis of the obtained data on the basis of the created working zones.

The article describes the experimental study of power load when the MPK drilling operations. Submitted designed and manufactured with special experimental setup with strain gauges and measuring unit . The paper presents the results of experimental studies with load axis and parallel to the axis of symmetry of the MPK which the graphs of response surfaces.

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

Одержано 19.05.14

**УДК 621.9.048.4**

**В. М. Боков, проф., канд. техн. наук**

*Кировоградський національний технічний університет*

## **Обработка дугою отворів з використанням мідного електрода-інструмента**

Розроблено основи прогнозування технологічних характеристик процесу обробки електричною дугою отворів мідними електродами-інструментами. Запропоновано та випробувано новий ефективний спосіб обробки малих отворів.

**електрична дуга, мідний електрод-інструмент, отвори, гідродинамічний режим, технологічні характеристики, обробка малих отворів**

**В. М. Боков, проф., канд. техн. наук**

*Кировоградский национальный технический университет*

**Обработка дугой отверстий с использованием медного электрода-инструмента**

Разработаны основы прогнозирования технологических характеристик обработки электрической дугой отверстий медными электродами-инструментами. Предложен и испытан новый эффективный способ обработки малых отверстий.

**электрическая дуга, медный электрод-инструмент, отверстия, гидродинамический режим, технологические характеристики, обработка малых отверстий**

**Актуальність.** Методи електроерозійної обробки отворів є сучасними, бо дозволяють обробляти будь-який за твердістю електропровідний матеріал (наприклад, загартовані сталі та тверді сплави), а також отримувати отвори складного (не круглого) перерізу при використанні простого поступального руху електрода-інструмента.

Одним із найбільш перспективних високопродуктивних методів електроерозійної обробки отворів є спосіб розмірної обробки металів електричною дугою (РОД) [1-3]. У порівнянні з відомими способами електроерозійної обробки, спосіб РОД дозволяє збільшити продуктивність обробки приблизно на порядок і більше, зменшити