

Експериментальні статичні дослідження сил затиску захватних пристроїв промислових роботів

В даній статті описано експериментальні статичні дослідження сил затиску захватних пристроїв промислових роботів, які підтверджують правильність раніше виконаних теоретичних розрахунків.

захватні пристрої, експеримент, промислові роботи

Конструктивне розміщення захватного пристрою в кінці кінематичного ланцюга робота вимагає виконання точних силових розрахунків з метою забезпечення гарантованого утримування транспортованої деталі при мінімальних масо-габаритних параметрах захвату.

Авторами статті розроблено методику розрахунку силових навантажень за допомогою визначення мінімально необхідних сил затиску [1, 2, 3]. Першим кроком для перевірки результатів теоретичних розрахунків необхідних сил затиску виконана розробка схеми та методика експериментальних досліджень. Такі дослідження носять статичний характер, так як враховують дію на захватний пристрій тільки сили ваги деталі без врахування сили інерції, тому що експериментальна установка в процесі досліджень нерухома. Для надійності експериментів була розроблена спрощена двоточкова схема затиску деталі (рис.1) у відповідності до якої була розроблена конструкція експериментального захватного пристрою (рис.2).

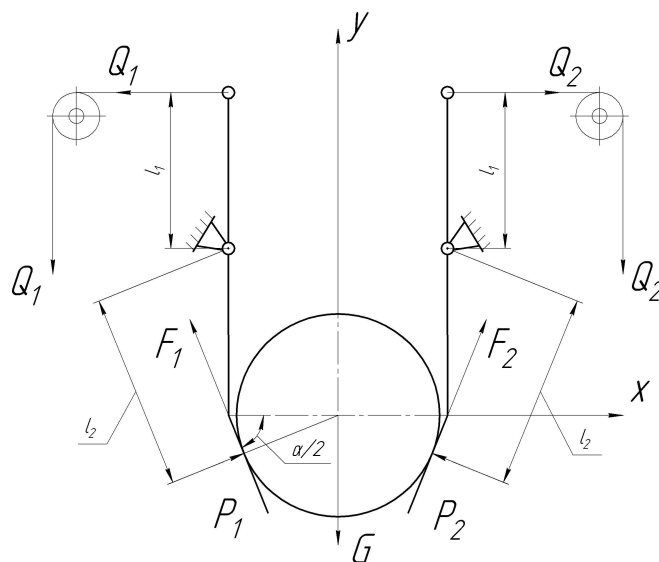


Рисунок 1 – Двоточкова схема затиску деталі

Конструкція такого пристрою представляє собою раму 1, в опорних підшипниках якої розміщені затискні важелі 2. Останні закінчуються секторною частиною 3, до якої жорстко приєднуються затискні важелі 4. Такий варіант приєднання дозволяє важелі 4 розміщувати під різними кутами по відношенню до важелів 2, що імітує утримування деталей з різними кутами призми. Важелі 2 можуть мати різну відстань між своїми опорами, що дозволяє надавати їм вертикальне положення в залежності від діаметра

утримуваної деталі та кута призми, згідно розрахункової схеми (див. рис.1). До верхніх кінців важелів 2 приєднуються гнучкі стрічки 5, які перекинуті через опорні ролики 4. До других кінців стрічок прикладаються таровані навантаження (гирі).

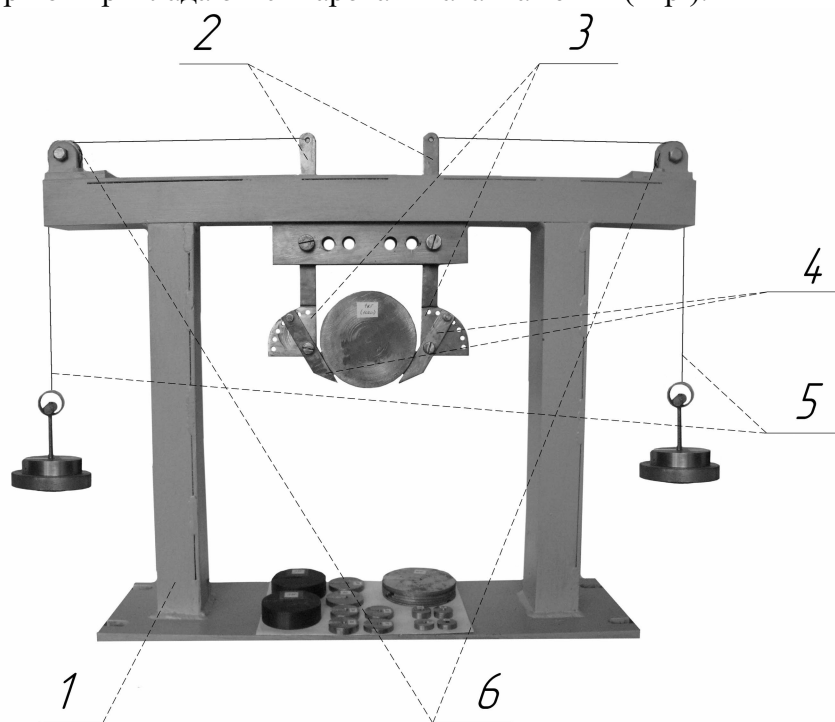


Рисунок 2 – Двоточкова конструкція експериментального захватного пристрою

Так як в експериментальних дослідженнях враховується дія тільки двох сил затиску, то для об'єктивності досліджень необхідно встановити відповідність між розрахунковою та експериментальною схемами. Основною умовою для цього є прийняте повне співпадання між цими схемами як в плані конструктивної так і силової відповідності. Виходячи з цього по розрахунковій схемі (див. рис.1) відповідно розробленій методиці мінімальні розрахункові зовнішні сили будуть:

$$Q_p = P_p \frac{l_2}{l_1} . \quad (1)$$

Таким чином виконано теоретичні розрахунки по визначенню мінімально необхідних розрахункових сил затиску (P_p) деталей вагою: 5, 10, 15, 20Н. Після цього такі деталі встановлювались в експериментальний пристрій і до важелів прикладались мінімальні сили Q_e , які забезпечують мінімальні експериментальні сили (P_e) затиску. Величину цих сил визначаємо через сили Q_e

$$P_e = Q_e \frac{l_1}{l_2} . \quad (2)$$

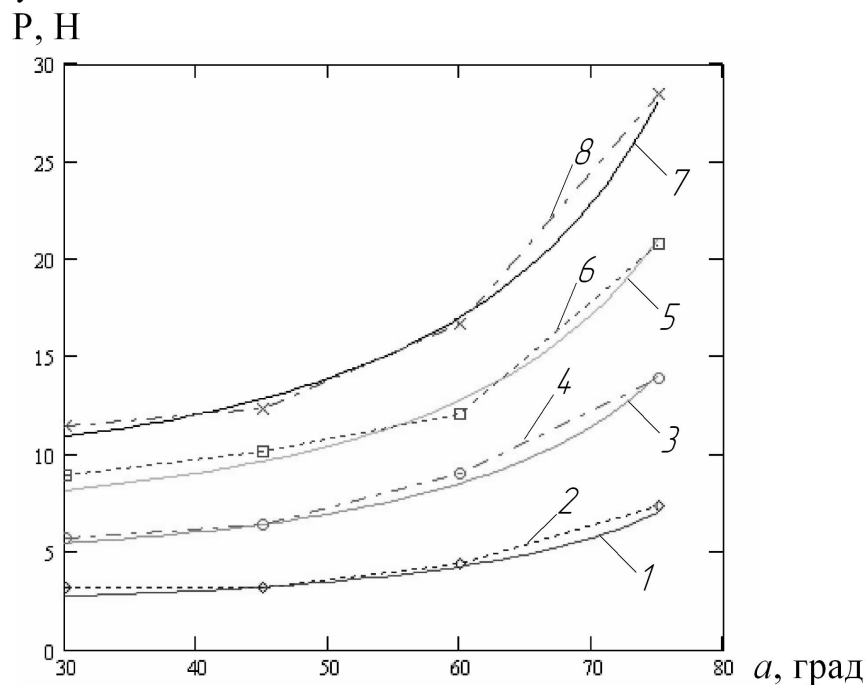
Додатковою умовою проведення експериментальних досліджень є врахування зміни кута (α) затискної призми (в розрахунках та експерименті половина кута призми ($\alpha/2$)), а відповідно і сил затиску. З урахуванням цих умов виконані дослідження, результати яких зведені до таблиці 1.

Таблиця 1 - Результати досліджень

№ експ.	Вага деталі (G), Н	Половина кута призми ($\alpha/2$)	Коефіцієнт тертя f	Розрахункові сили затиску P_p , Н	Експеримен- тальні сили затиску P_e , Н	Переда- вальне відно- шення l_1/l_2	Зовнішні сили Q_e , Н
1	5	30	0,1	2,729	3,162	1,15	2,75
2		45	0,1	3,214	3,217	0,99	3,5
3		60	0,1	4,262	4,403	0,927	4,75
4		75	0,1	7,034	7,4	0,925	8,25
5	10	30	0,1	5,458	5,75	1,15	5,0
6		45	0,1	6,428	6,435	0,99	6,75
7		60	0,1	8,524	9,038	0,927	9,75
8		75	0,1	14,068	13,875	0,925	15,75
9	15	30	0,1	8,188	8,912	1,15	7,75
10		45	0,1	9,642	10,147	0,99	10,25
11		60	0,1	12,785	12,051	0,927	14,0
12		75	0,1	21,102	20,813	0,925	23,5
13	20	30	0,1	10,917	11,5	1,15	10,0
14		45	0,1	12,856	12,375	0,99	13,5
15		60	0,1	17,047	16,686	0,927	18,75
16		75	0,1	28,136	28,444	0,925	31,0

За результатами досліджень побудовані графіки (рис.3), де суцільною лінією наведені розрахункові залежності сил затиску (P_p) від кута утримування (α) деталі, а пунктиром експериментальні графіки (P_e).

По наведеним даним видно, що експериментальні дані досить близько співпадають з розрахунковими. Величина експериментальних сил на 1 - 3% відрізняється від розрахункових, що визвано наявністю тертя в шарнірах експериментальної установки.

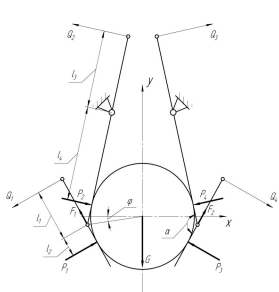
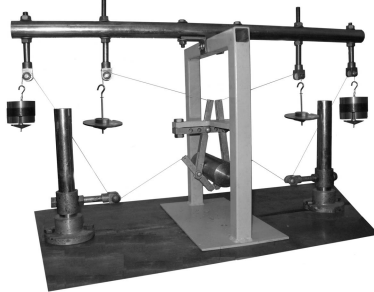
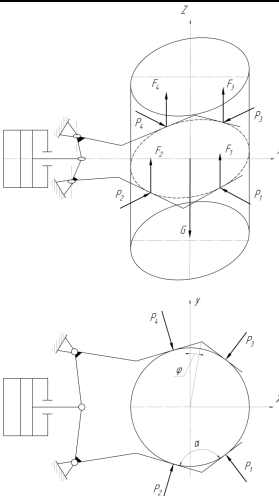
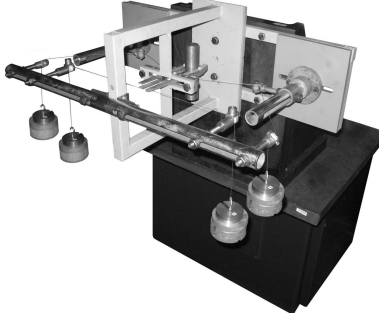
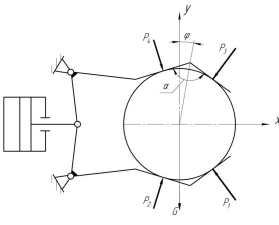
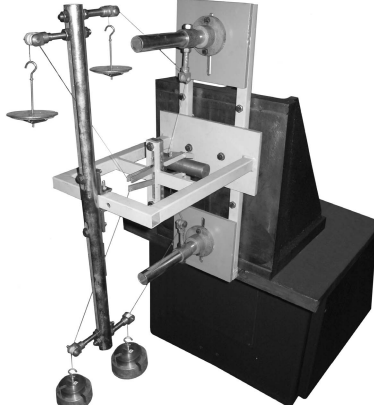


де 1,2 – (G=5Н); 3,4 – (G=10Н); 5,6 – (G=15Н); 7,8 – (G=20Н)

Рисунок 3 – Розрахункові (1, 3, 5, 7) та експериментальні (2, 4, 6, 8) криві залежності сил затиску від кута призми α

Для більш повної перевірки правильності теоретичних досліджень були розроблені конструкції експериментальних захватних пристроїв, які забезпечують чотири точки затиску утримуваної деталі (табл.2). В цих конструкціях має місце повне співпадіння між розрахунковими схемами, що описані в роботах [1, 2, 3]. Такі варіанти затиску деталі дозволяють імітувати різні просторові орієнтації захватного пристрою, а відповідно і варіанти силового його навантаження. В даних дослідженнях також розглядався статичний характер навантаження.

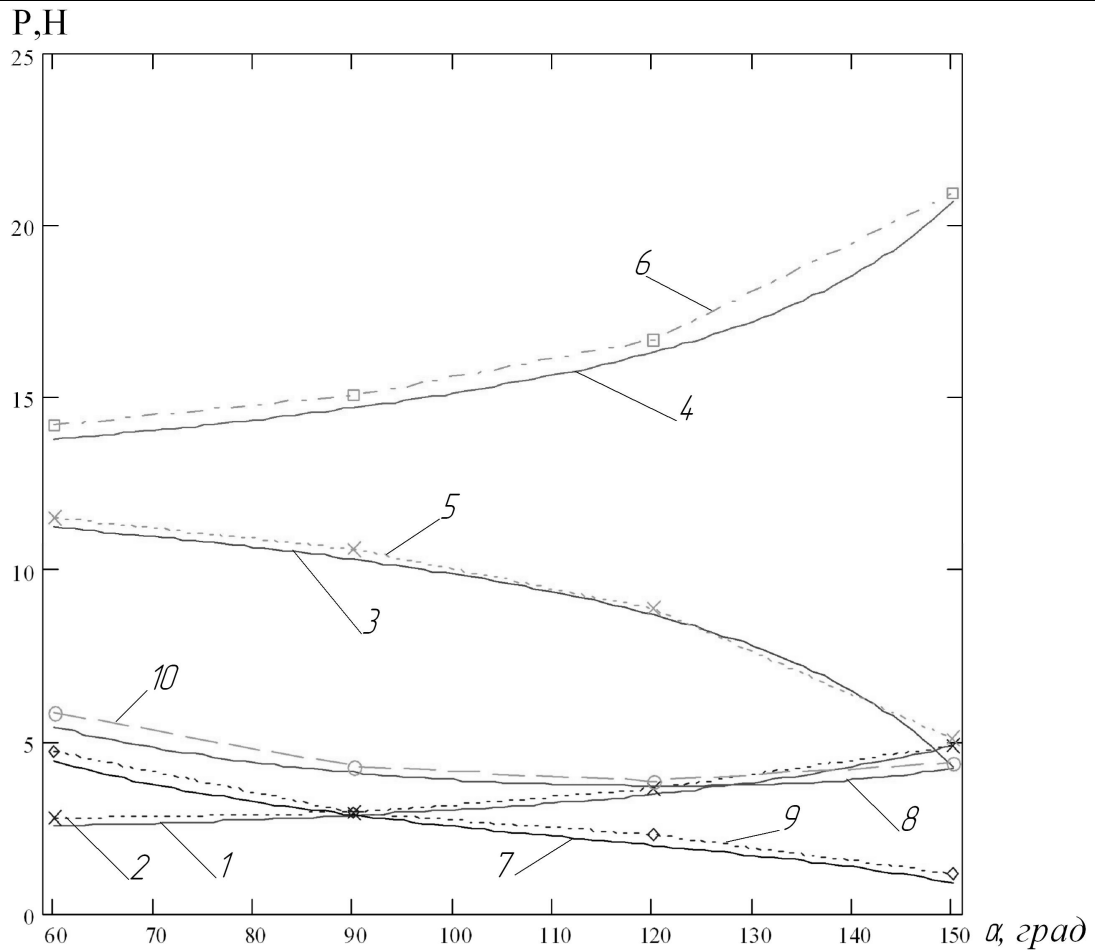
Таблиця 2 - Чотириточкові статичні експериментальні дослідження

№	Схема затиску деталі	Конструкція експериментального захватного пристрою	Розрахункові сили затиску
1		$P_{p1} = \frac{G}{2[\cos(\alpha/2 - \varphi) + f \cdot \sin(\alpha/2 - \varphi)]}$ $P_{p2} = 0;$ $P_{p3} = \frac{G}{2[\cos(\alpha/2 - \varphi) + f \cdot \sin(\alpha/2 - \varphi)]}$ $P_{p4} = 0$	
2		$P_{p1} = \frac{G \cos(\alpha/2 + \varphi)}{2f[\cos(\alpha/2 + \varphi) + \cos(\alpha/2 - \varphi)]}$ $P_{p2} = \frac{G \cos(\alpha/2 - \varphi)}{2f[\cos(\alpha/2 + \varphi) + \cos(\alpha/2 - \varphi)]}$ $P_{p3} = \frac{G \cos(\alpha/2 + \varphi)}{2f[\cos(\alpha/2 + \varphi) + \cos(\alpha/2 - \varphi)]}$ $P_{p4} = \frac{G \cos(\alpha/2 - \varphi)}{2f[\cos(\alpha/2 + \varphi) + \cos(\alpha/2 - \varphi)]}$	
3		$P_{p1} = \frac{G \cdot \cos(\alpha/2 + \varphi)}{\sin \alpha},$ $P_{p2} = \frac{G \cdot \cos(\alpha/2 - \varphi)}{\sin \alpha},$ $P_{p3} = 0,$ $P_{p4} = 0$	

По результатам досліджень наведені комплексні графіки (рис.4), котрі були побудовані за результатами розрахунків, які відповідають трьом видам розміщення експериментального захватного пристрою (табл.2). Вихідні дані зведено в таблицю 3.

Таблиця 3 - Вихідні дані для побудови комплексного графіка залежності сил затиску від кута призми α

№ експерим.	Вид розміщ. ЗП (табл.2)	Вага дет. (G), Н	Вихідні дані			Розрахункові дані				Експериментальні дані			
			α	φ	f	P_{p1}	P_{p2}	P_{p3}	P_{p4}	P_{e1}	P_{e2}	P_{e3}	P_{e4}
1	1	5	60	10	0,1	2,73	2,73	0	0	3,16	3,16	0,75	0,75
2			90	10	0,1	3,21	3,21	0	0	3,22	3,22	0,75	0,75
3			120	10	0,1	4,26	4,26	0	0	4,4	4,4	0,75	0,75
4			150	10	0,1	7,03	7,03	0	0	7,4	7,4	0,75	0,75
5	2	5	60	10	0,1	11,23	13,77	11,23	13,77	10,49	13,35	10,49	13,35
6			90	10	0,1	10,3	14,7	10,3	14,7	10,8	15,04	10,8	15,04
7			120	10	0,1	8,68	16,32	8,68	16,32	8,89	16,91	8,89	16,91
8			150	10	0,1	4,27	20,73	4,27	20,73	5,07	21,86	5,07	21,86
13	3	5	60	10	0,1	4,42	5,43	0	0	4,82	5,84	0,75	0,7
14			90	10	0,1	2,87	4,1	0	0	2,7	4,28	0,75	0,7
15			120	10	0,1	1,98	3,71	0	0	2,27	3,38	0,75	0,7
16			150	10	0,1	0,87	4,23	0	0	1,17	5,12	0,75	0,7



де 1,2 – (вертикальне розташування захватного пристрою); 3,4,5,6 - (горизонтальне розташування захватного пристрою та вертикальна орієнтація вісі деталі); 7,8,9,10 - (горизонтальне розташування захватного пристрою та горизонтальна орієнтація вісі деталі)

Рисунок 4 – Розрахункові (1, 3, 4, 7, 8) та експериментальні (2, 5, 6, 9, 10) криві залежності сил затиску від кута призми α

Із даних, представлених в табл. 3 та на графіках, впливає результат подібний до вищенаведеного, що вказує на незначну (1-3g) розбіжність між розрахунковими та експериментальними. На графіках розрахункові залежності представлені суцільною лінією, а експериментальні – пунктирною. Все це підтверджує обґрунтованість виконаних теоретичних розрахунків та зроблених на їх основі висновків.

Із наведених досліджень впливає, що для захватних пристроїв (ЗП) зі зміщеними вершинами призм від ЗП потрібно приймати кут затискної призми: для вертикально розміщеного захватного пристрою $\alpha=60^\circ$, т.к. важелі при цьому найменш навантажені; для горизонтально розміщеного захватного пристрою з вертикальною орієнтацією вісі деталі $\alpha=60^\circ-90^\circ$; для горизонтально розміщеного захватного пристрою з горизонтальною орієнтацією вісі деталі $\alpha=90^\circ-120^\circ$.

Список літератури

1. Павленко І.І., Годунко М.О., Мажара В.А. Дослідження силових навантажень захватних пристроїв промислових роботів // Збірник наукових праць НТУ «ХП». Високі технології в машинобудуванні, ХП, 2008, випуск 1(16). – С. 216 – 220.
2. Павленко І.І., Годунко М.О. Силові навантаження захватних пристроїв промислових роботів при направленні сили інерції вздовж вісі утримуваної деталі // Міжнародний збірник наукових праць, ДНТУ, 2008, випуск 36. – С. 142 – 146.
3. Павленко І.І., Годунко М.О. Аналіз впливу конструктивних параметрів захватних пристроїв роботів на сумарні сили затиску деталей // Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація, КНТУ, 2008, випуск 21. – С.168 – 172.

В данной статье описаны экспериментальные статические исследования сил зажима захватных устройств промышленных роботов, которые подтверждают правильность ранее описанных теоретических расчетов.

Static researches of forces of clamp of gripper of industrial robots which confirm the rightness of the before described theoretical calculations are described in this article.