

Аналіз впливу конструктивних параметрів захватних пристроїв роботів на сумарні сили затиску деталей

В даній статті наведено приклад розрахунку сумарних сил затиску захватних пристроїв при вертикальному його розміщенні і дії сили інерції під певним кутом. Це дає змогу дослідити процес затиску деталі та вплив конструктивних, а також функціональних характеристик захватних пристроїв промислових роботів на сумарні сили затиску.

захватні пристрої, силові розрахунки, сумарні сили затиску, промислові роботи

Утримування деталей захватом здійснюється чотирма силами, які відносяться до двох затискних призм. Таким чином кожна з призм створює по дві сили затиску, які через відповідні важелі та проміжні передачі передаються на двигун привода захватного пристрою. Тому важливо визначити сумарні сили, створювані кожною затискною призмою.

Вирішення цієї задачі здійснюється за умови коли сумарні сили на кожній із затискних призм проходять через центр призми та центр утримуваної деталі. Це найбільш доцільний варіант, так як визначені сили прикладаються до центру призми і такі сили зручно приводити через проміжні передачі до двигуна привода захватного пристрою. За прийнятої умови, складаємо розрахункову схему для вертикально орієнтованого пристрою (рис.1). Для зручності, сили затиску P_1 ; P_2 ; P_3 ; P_4 приведені до центру утримуваної деталі. Проектуємо векторно сили затиску на вісь симетрії призми. Тоді сумарна сила затиску для лівої призми буде:

$$P_{c1} = P_1 / \sin \alpha / 2 + P_2 / \sin \alpha / 2 = (P_1 + P_2) / \sin \alpha / 2. \quad (1)$$

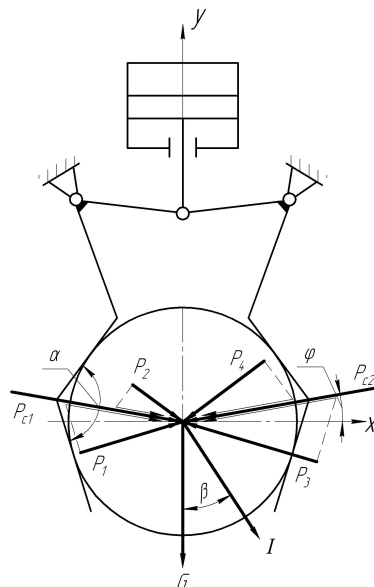


Рисунок 1 – Розрахункова схема для визначення сумарних сил затиску ($\varphi > 0$)

Подібно знаходиться сумарна сила затиску для правої призми:

$$P_{c2} = (P_3 + P_4) / \sin \alpha/2, \quad (2)$$

де α – кут призми.

Загальна сумарна сила затиску утримуваної деталі двома призмами буде:

$$P_c = P_{c1} + P_{c2} = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) / \sin \alpha/2. \quad (3)$$

Підставляючи в отримані рівняння раніше визначені сили затиску для вище наведеної розрахункової схеми [4], отримуємо:

$$P_{c1} = \frac{G + I \cos \beta}{2[\cos(\alpha/2 + \varphi) + f \cdot \sin(\alpha/2 + \varphi)] \cdot \sin \alpha/2}; \quad (1)$$

$$P_{c2} = \frac{G + I \cos \beta}{2[\cos(\alpha/2 + \varphi) + f \cdot \sin(\alpha/2 + \varphi)] \cdot \sin \alpha/2} + \frac{I \sin \beta \cdot \cos(\alpha/2 - \varphi)}{\sin \alpha \cdot \sin \alpha/2} + \frac{I \sin \beta \cdot \cos(\alpha/2 + \varphi)}{\sin \alpha \cdot \sin \alpha/2}.$$

При $\varphi = 0$ сумарні сили затиску будуть:

$$P_{c1} = \frac{G + I \cos \beta}{2(\cos \alpha/2 + f \cdot \sin \alpha/2) \cdot \sin \alpha/2}; \quad (4)$$

$$P_{c2} = \frac{G + I \cos \beta}{2(\cos \alpha/2 + f \cdot \sin \alpha/2) \cdot \sin \alpha/2} + \frac{I \sin \beta \cdot \cos \alpha/2}{\sin \alpha \cdot \sin \alpha/2} + \frac{2 \sin \beta \cdot \cos \alpha/2}{\sin \alpha \cdot \sin \alpha/2}. \quad (5)$$

При співпаданні сили інерції I з вагою деталі G (при $\beta = 0$) сумарні сили затиску визначаються:

$$P_{c1} = \frac{G + I}{2(\cos \alpha/2 + f \cdot \sin \alpha/2) \cdot \sin \alpha/2}; \quad (6)$$

$$P_{c2} = \frac{G + I}{2(\cos \alpha/2 + f \cdot \sin \alpha/2) \cdot \sin \alpha/2}. \quad (7)$$

Загальна сумарна сила затиску при цих умовах:

$$P_c = P_{c1} + P_{c2} = \frac{G + I}{(\cos \alpha/2 + f \cdot \sin \alpha/2) \cdot \sin \alpha/2}. \quad (8)$$

Для варіанту коли вершина затискного пристрою зміщена вниз від горизонтальної вісі (рис.2) сумарні сили затиску визначаються подібно, і в підсумку дорівнюють:

$$P_{c1} = \frac{G + I \cos \beta}{2[\cos(\alpha/2 - \varphi) + f \cdot \sin(\alpha/2 - \varphi)] \cdot \sin \alpha/2}; \quad (9)$$

$$P_{c2} = \frac{G + I \cos \beta}{2[\cos(\alpha/2 - \varphi) + f \cdot \sin(\alpha/2 - \varphi)] \cdot \sin \alpha/2} + \frac{I \sin \beta \cdot \cos(\alpha/2 + \varphi)}{\sin \alpha \cdot \sin \alpha/2} + \frac{I \sin \beta \cdot \cos(\alpha/2 - \varphi)}{\sin \alpha \cdot \sin \alpha/2}.$$

По отриманих рівняннях виконано дослідження впливу на величину необхідних сил затиску конструктивних параметрів захватного пристрою, умов затиску та напрямків переміщення утримуваних деталей. Нижче наведено приклад результатів досліджень для вертикально розміщеного захватного пристрою коли вершини призм зміщені від захватного пристрою $\varphi > 0$ (табл. 1).

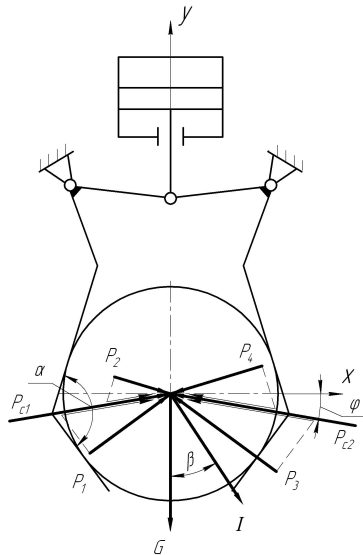


Рисунок 2 – Розрахункова схема для визначення сумарних сил затиску ($\varphi < 0$)

Таблиця 1 - Вихідні дані для побудови залежностей сил затиску (P) від кута призми (α) та від напрямку сили інерції (β)

№ кривої	Сили затиску	Умови затиску							
		для P(α)				для P(β)			
		φ	I	β	f	φ	I	α	f
1	P _{c1}	10°	G	90°	0,1	10°	G	120°	0,1
2	P _{c2}								
3	P _c								
4	P _{c1}	10°	G	0°	0,1	10°	0.5G	120°	0,1
5	P _{c2}								
6	P _c								

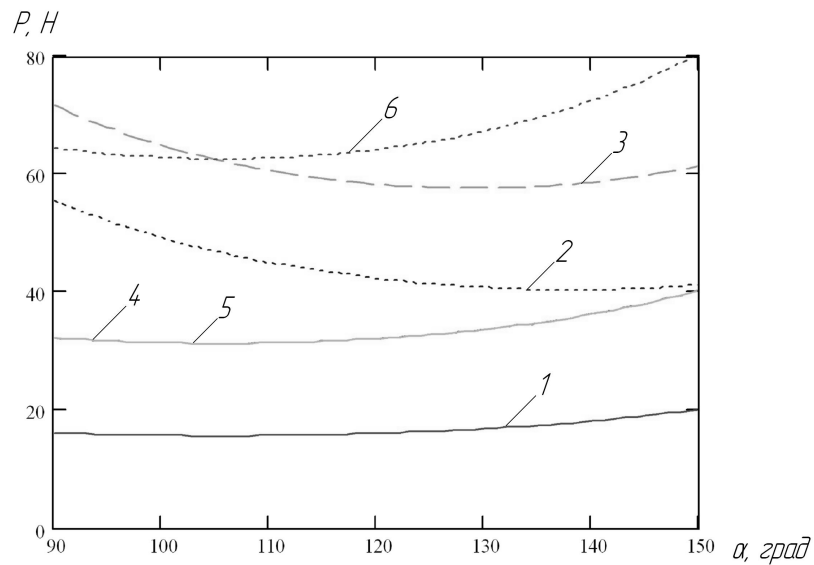


Рисунок 3 – Графіки впливу кута затискних призм (α) на сили затиску (P)

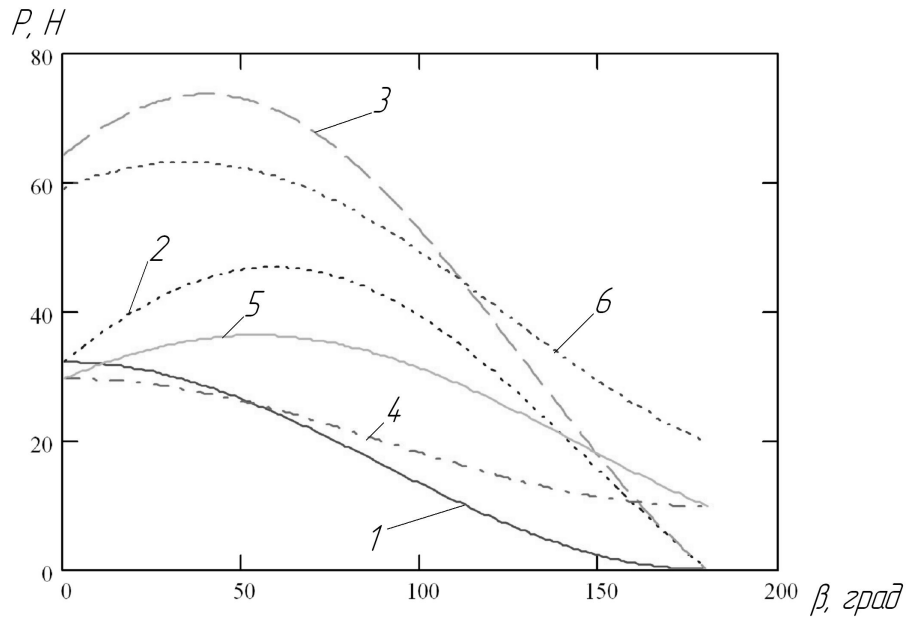
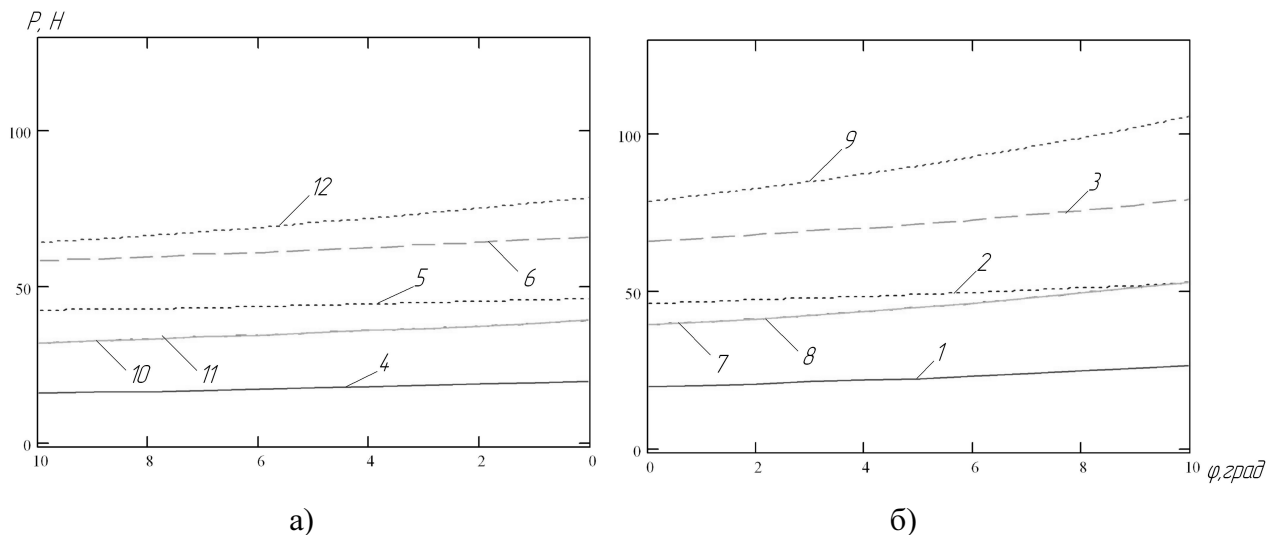


Рисунок 4 – Графіки впливу напрямку сили інерції (β) на сили затиску (P)

Дослідження впливу кута зміщення вершин призми (φ) на сумарні сили затиску (рис.5) виконано по результатам розрахунків наведених в табл.2.

Таблиця 2 - Вихідні дані для побудови залежностей сил затиску від кута розміщення затискних призм (φ)

№ крив. на графіку	Зміщення вершин затискних призм	Сили затиску	Умови затиску для $P(\varphi)$			
			β	I	α	f
2	3	4	5	6	7	8
1	в сторону захватного пристрою	P_{c1}	90°	G	120°	0,1
2		P_{c2}				
3		P_c				
4	в сторону від захватного пристрою	P_{c1}				
5		P_{c2}				
6		P_c				
7	в сторону захватного пристрою	P_{c1}	0°	G	120°	0,1
8		P_{c2}				
9		P_c				
10	в сторону від захватного пристрою	P_{c1}				
11		P_{c2}				
12		P_c				



а) - вершина призми зміщена в сторону від захватного пристрою; б) - вершина призми зміщена в сторону захватного пристрою

Рисунок 5 – Графіки впливу зміщення вершини призми (φ) на сили затиску (P)

Із виконаного аналізу впливу характеристик захватних пристроїв промислових роботів на сумарні сили затиску P_c , з якого можна зробити наступні висновки: при вертикальному розміщенні захватного пристрою, коли одночасно здійснюється рух захвату в горизонтальному та вертикальному напрямку, найбільш доцільним є використання затискних призм з кутом $\alpha=100^\circ\div 120^\circ$ (див.рис.3), а вплив напрямку сили інерції на величину сумарних сил затиску є найбільшим в межах $\beta=30^\circ\div 60^\circ$ (див.рис.4). Досліджено залежності сумарних сил затиску P_c від кута розміщення вершин призм (φ), з яких видно (див.рис.5), що сили збільшуються при зміщенні вершин призм в сторону до захватного пристрою ($\varphi > 0$). Якщо зміщення вершин відбувається в сторону від захватного пристрою ($\varphi < 0$), то сумарні сили зменшуються.

Список літератури

1. Павленко И.И. Расчёт механических захватных устройств роботов./ Проблемы прочности, надёжности и долговечности деталей и конструкций. – Кировоград, 1983. – С.35-36.
2. Детали и механизмы роботов.: Основы расчёта, конструирования и технологии производства: Учеб. Пособие / Под ред. Б.Б.Самотокина.-К.: Вища шк., 1990.- 343с.
3. Механика промышленных роботов. Учеб. Пособие для вузов: В 3-х кн./ Под ред. К.В.Фролова, Е.И.Воробьёва. Кн.2: Расчёт и проектирование механизмов / Е.И.Воробьёв, О.Д.Егоров, С.А.Попов.- М.: Высш.Шк.,1988 – 368с.
4. Павленко И.И.,Годунко М.О.,Мажара В.А. Исследование силовых нагрузок захватных устройств промышленных роботов./ Високі технології в машинобудуванні. Збірник наукових праць НТУ «ХП», - Харків, 2008 – С.216-220.

В данной статье приведен пример расчета суммарных сил зажима захватных устройств при вертикальном его размещении и действии силы инерции под определенным углом. Это дает возможность исследовать процесс зажима детали и влияние конструктивных, а также функциональных характеристик захватных устройств промышленных роботов на суммарные силы зажима.

In this article the example of calculation of total forces of clamp of grippers is resulted at his vertical placing and action of force of inertia under a certain corner. It enables to probe the process of clamp of detail and influence structural, and also functional descriptions of grippers of industrial robots on total forces of clamp.