

Аналіз впливу характеристик захватних пристроїв промислових роботів на сили їх навантаження

В даній статті наведено приклади силових розрахунків захватних пристроїв при розміщенні їх у різних площинах та різних напрямках руху. Це дає змогу порівняти варіанти затиску деталі та дослідити вплив конструктивних та функціональних характеристик захватних пристроїв промислових роботів на сили затиску.

захватні пристрої, силові розрахунки, промислові роботи

Одним з основних шляхів автоматизації виробничих процесів у машинобудуванні є впровадження промислових роботів. За допомогою цих засобів досягається можливість підвищення продуктивності праці та якості вироблюваної продукції, зниження її собівартості та покращення умов праці і т.н.

Актуальним питанням є дослідження силових навантажень конструкції захватних пристроїв промислових роботів, з розробкою рекомендацій по їх проектуванню та використанню у виробництві.

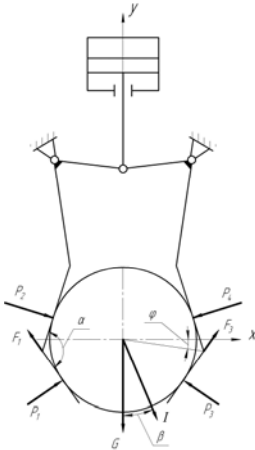
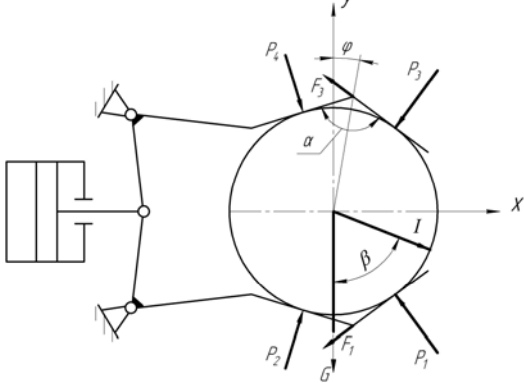
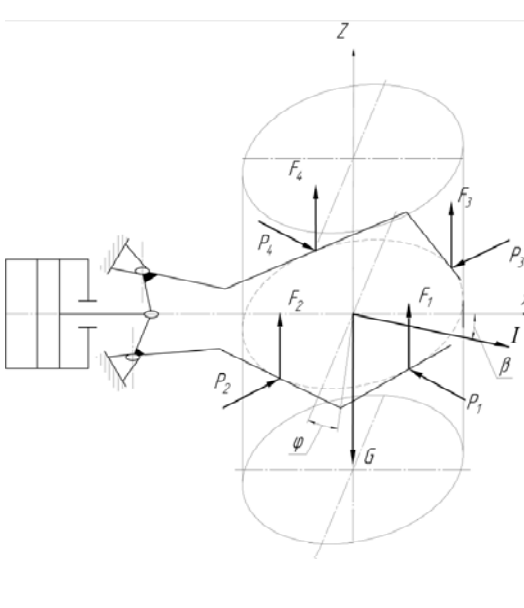
Важливим кроком у вирішенні поставленого завдання є визначення необхідних сил затиску для найбільш типових варіантів просторового розміщення призматичних захватних пристроїв та різноманітних умов переміщення утримуваних захватами деталей.

Як роботи, так і їх захватні пристрої відносяться до універсальних засобів автоматизації, а тому вони повинні забезпечувати різноманітні умови затиску деталей. Це, в першу чергу, пов'язано з тим, що утримувані деталі можуть бути різних діаметрів: від D_{\min} до D_{\max} . При чому захват може спочатку брати деталь (заготовку) одного діаметру, а встановивши її на верстат, після обробки забирати деталь іншого розміру. Все це спричиняє різні особливості затиску деталі, а відповідно й інші варіанти їх розрахунку. Врахування цих умов є важливою складовою розрахунку сил затиску деталі.

Найбільш типовими видами рухів захватного пристрою з утримуваною деталлю, які описуються отриманими рівняннями, при вертикальному та горизонтальному розміщенні захватів, є вертикальний рух, коли напрямок сили інерції співпадає з силою ваги ($\beta = 0$), і горизонтальний рух, коли сила інерції перпендикулярна до сили ваги деталі ($\beta = 90^\circ$).

Нижче, в табл. 1, наведені приклади розрахункових схем та рівнянь сил затиску, які відображують маніпулювання деталі в умовах комбінації рухів, що є характерною особливістю функціонування сучасних конструкцій промислових роботів. В наведених схемах сили інерції перпендикулярні до вісі утримуваних деталей.

Таблиця 1 - Рівняння сил затиску для типових варіантів

№ вар	Розрахункова схема	Рівняння сил затиску
1		<p style="text-align: center;"><u>Умова</u> $0 \leq \beta \leq 90^\circ$</p> $P_1 = \frac{G + I \cos \beta}{2[\cos(\alpha/2 - \varphi) + f \cdot \sin(\alpha/2 - \varphi)]};$ $P_2 = 0;$ $P_3 = \frac{G + I \cos \beta}{2[\cos(\alpha/2 - \varphi) + f \cdot \sin(\alpha/2 - \varphi)]} + \frac{I \sin \beta \cdot \cos(\alpha/2 + \varphi)}{\sin \alpha};$ $P_4 = \frac{I \sin \beta \cdot \cos(\alpha/2 - \varphi)}{\sin \alpha}$
2		$P_1 = \frac{I \sin \beta}{2[\cos(\alpha/2 - \varphi) + f \cdot \sin(\alpha/2 - \varphi)]} + \frac{(G + I \cos \beta) \cdot \cos(\alpha/2 + \varphi)}{\sin \alpha};$ $P_2 = \frac{(G + I \cos \beta) \cdot \cos(\alpha/2 - \varphi)}{\sin \alpha};$ $P_3 = \frac{I \sin \beta}{2[\cos(\alpha/2 - \varphi) + f \cdot \sin(\alpha/2 - \varphi)]};$ $P_4 = 0$
3		$P_1 = \frac{I \cos \beta}{2[\cos(\alpha/2 - \varphi) + f \cdot \sin(\alpha/2 - \varphi)]} + \frac{I \sin \beta \cdot \cos(\alpha/2 + \varphi)}{\sin \alpha} + \frac{G \cos(\alpha/2 + \varphi)}{2f[\cos(\alpha/2 + \varphi) + \cos(\alpha/2 - \varphi)]};$ $P_2 = \frac{I \sin \beta \cdot \cos(\alpha/2 - \varphi)}{\sin \alpha} + \frac{G \cos(\alpha/2 - \varphi)}{2f[\cos(\alpha/2 + \varphi) + \cos(\alpha/2 - \varphi)]};$ $P_3 = \frac{I \cos \beta}{2[\cos(\alpha/2 - \varphi) + f \cdot \sin(\alpha/2 - \varphi)]} + \frac{G \cos(\alpha/2 + \varphi)}{2f[\cos(\alpha/2 + \varphi) + \cos(\alpha/2 - \varphi)]};$ $P_4 = \frac{G \cos(\alpha/2 - \varphi)}{2f[\cos(\alpha/2 + \varphi) + \cos(\alpha/2 - \varphi)]}$

По отриманих рівняннях виконано дослідження впливу на величину необхідних сил затиску конструктивних параметрів захватного пристрою, умов затиску та напрямків переміщення утримуваних деталей. Нижче наведено результати досліджень

для вертикально (варіант 1) та горизонтально (варіанти 2,3) розміщеного захватного пристрою при одному із типових варіантів затиску деталі (див. табл. 1).

Таблиця 2 - Вихідні дані для побудови залежностей сил затиску (P) від кута призми (α) та від напрямку сили інерції (β)

№ вар.	№ кривої	Сили затиску	Умови затиску							
			для P(α)				для P(β)			
			φ	I	β	f	φ	I	α	f
1	1	P ₁	10°	G	90°	0,1	10°	G	120°	0,1
	2	P ₃								
	3	P ₄								
2	4	P ₁	10°	G	0°	0,1	10°	G	120°	0,1
	5	P ₂								
	6	P ₃								
3	7	P ₁	10°	G	90°	0,1	10°	G	120°	0,1
	8	P ₂								
	9	P ₃								
	10	P ₄								

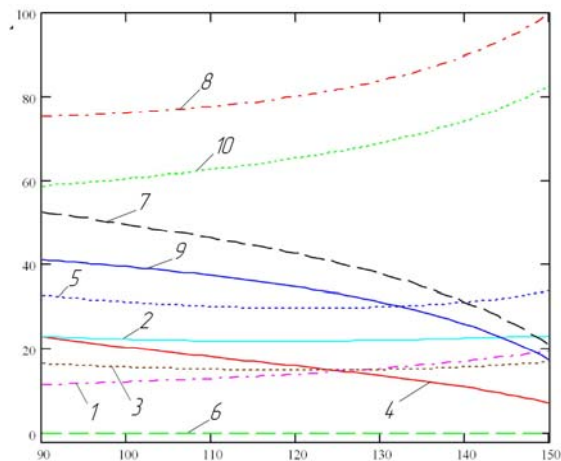


Рисунок 1 – Графіки впливу кута затискових призм (α) на сили затиску (P)

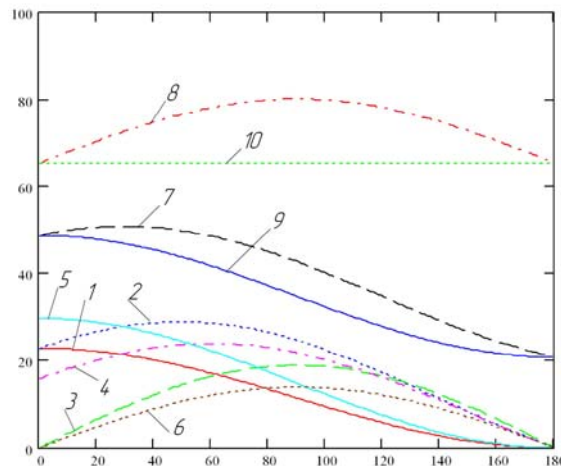
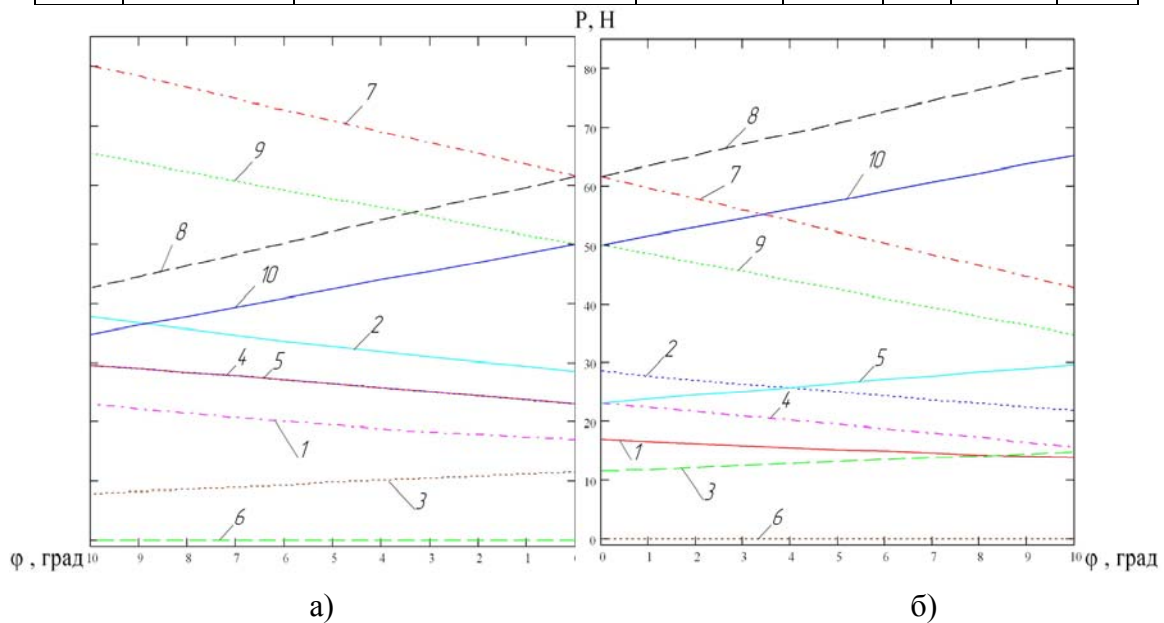


Рисунок 2 – Графіки впливу напрямку сили інерції (β) на сили затиску (P)

Таблиця 3 - Вихідні дані для побудови залежностей сил затиску від кута розміщення затискних призм (φ)

№ вар.	№ крив. на графіку	Зміщення вершин затискних призм	Сили затиску	Умови затиску для P(φ)			
				β	I	α	f
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	в сторону захватного пристрою	P ₁	90°	G	120°	0,1
	2		P ₃				
	3		P ₄				
2	4		P ₁	0°	G	120°	0,1
	5		P ₂				
	6		P ₃				
3	7		P ₁	90°	G	120°	0,1
	8		P ₂				
	9		P ₃				
	10		P ₄				
1	1	в сторону від захватного пристрою	P ₁	90°	G	120°	0,1
	2		P ₃				
	3		P ₄				
2	4		P ₁	0°	G	120°	0,1
	5		P ₂				
	6		P ₃				
3	7		P ₁	90°	G	120°	0,1
	8		P ₂				
	9		P ₃				
	10		P ₄				



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

Рисунок 3 – Графіки впливу зміщення вершини призми (φ) на сили затиску (P)

Проведено аналіз впливу характеристик захватних пристроїв промислових роботів на силові їх навантаження, з якого можна зробити наступні висновки:

а) при вертикальному розміщенні захватного пристрою (вар.1) найбільш доцільним є використання затискних призм з кутом $\alpha=90^\circ\div 120^\circ$, а вплив напрямку сили інерції на величину сил затиску є найбільш значним в межах $\beta=0^\circ\div 60^\circ$;

б) при горизонтальному розміщенні захватного пристрою, коли вісь утримуваної деталі також горизонтальна і сила інерції направлена вниз (вар.2), кут затискних призм доцільно вибирати в межах $\alpha=110^\circ\div 130^\circ$. Залежність сил затиску від напрямку сили інерції в межах $\beta=0^\circ\div 90^\circ$, залишається майже не змінною, а при подальшому збільшенні $\beta>90^\circ$ сили затиску значно зменшуються до нуля;

в) при горизонтальному розміщенні захватного пристрою з вертикально орієнтованою віссю деталі в захватному пристрої (вар.3) коли сила інерції знаходиться в межах $\beta=0^\circ\div 90^\circ$, при збільшенні кута α , характерне зростання для сил P_2 та P_4 , а сили P_1 та P_3 зменшуються. При збільшенні кута напрямку сили інерції, сила P_1 збільшується до $\beta=30^\circ$, а потім зменшує своє значення, сила P_3 постійно зменшується. Сила P_2 збільшує своє значення до $\beta=90^\circ$, після чого починає зменшуватись. Сила P_4 не змінює свого значення;

г) досліджено залежності сил затиску P від кута розміщення вершин призм (φ), з яких видно (див.рис.3), що для затиску деталі, коли її вісь горизонтально орієнтована, всі сили, окрім P_4 , збільшуються при зміщенні вершин призм в сторону до захватного пристрою. Якщо зміщення вершин відбувається в сторону від захватного пристрою, то сили P_1 та P_3 зменшуються, а сили P_2 та P_4 збільшуються. Тому найкращим варіантом затиску буде коли вершини призм зміщені від захватного пристрою на величину $\varphi=3^\circ\div 5^\circ$. При вертикально орієнтованій вісі деталі доцільно проводити затиск коли кут зміщення вершин призм $\varphi=0$.

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. 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.
3. Павленко І.І., Охремчук М.О. Дослідження сил затиску для вертикально орієнтованих призматичних захватних пристроїв./ Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – Краматорськ, 2003. – С.108 – 113.

В данной статье приведены примеры силовых расчетов захватных устройств при размещении их в разных плоскостях при изменении ориентации оси детали. Это дает возможность сравнить варианты захватывания детали и исследовать влияние геометрических параметров при их изменении на силы захватывания.

In this article the examples of power calculations of Grippers are resulted at placing of them in different planes at the change of orientation the landmark of detail. It enables to compare the variants of clamp of detail and probe influence of geometrical parameters at their change on forces of clamp.