

Павленко І.І., д.т.н., Охремчук М.О.
КДТУ, Кіровоград, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СУМАРНИХ СИЛ ЗАТИСКУ ПРИЗМАТИЧНОГО ЗАХВАТНОГО ПРИСТРОЮ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА

The article regards the definition of summary gripping force when prismatic gripping mechanism of industrial robot keeps the cylindrical parts. It has been established that constructional parameterizes of gripping, the peculiarities of keeping parts and their transporting influences upon summary gripping forces.

Конструкція призматичного захватного пристрою повинна задовольняти ряду вимог, серед яких особлива увага приділяється мінімізації масово-габаритних параметрів захвату при забезпеченні надійного утримування об'єкту маніпулювання під час його переміщення. Для визначення раціональних конструктивних параметрів шарнірно-важільного призматичного захватного пристрою, а саме кута призми та довжини важелів, пропонується [1] використовувати рівняння моментів сил навколо одного з шарнірів. Проте, як зазначалося в [2], схема, яка приймалася для розрахунків в [1], передбачала випадок, коли вершина призми захватного пристрою знаходиться на вісі, що проходить через центр деталі, і є поодиноким випадком тільки для деталі з номінальним діаметром $D_{ном}$ (рис.1, а). Враховуючи, що на практиці в основному має місце ситуація, коли діаметр деталі не дорівнює $D_{ном}$, а відповідно вершина призми зміщується на кут $\pm\varphi$ (рис.1, б), для дослідження будемо приймати сили затиску, отримані для наведених умов [2].

Для визначення геометричних параметрів призматичного захватного пристрою промислового роботу приймаються сумарні сили затиску RI' і RII' (рис. 1, б), що є проекцією відповідних сумарних сил затиску RI і RII з боку першого і другого важелів на вісь, що проходить через вершину призми. Це пов'язано з тим, що саме проекція цих сил створює моменти навколо точки закріплення важелів і визначає плече L , а відповідно масово-габаритні параметри призматичного захватного пристрою. Тобто сумарний момент сил затиску дорівнює:

$$M_S = [RI' + RII'] \cdot L$$

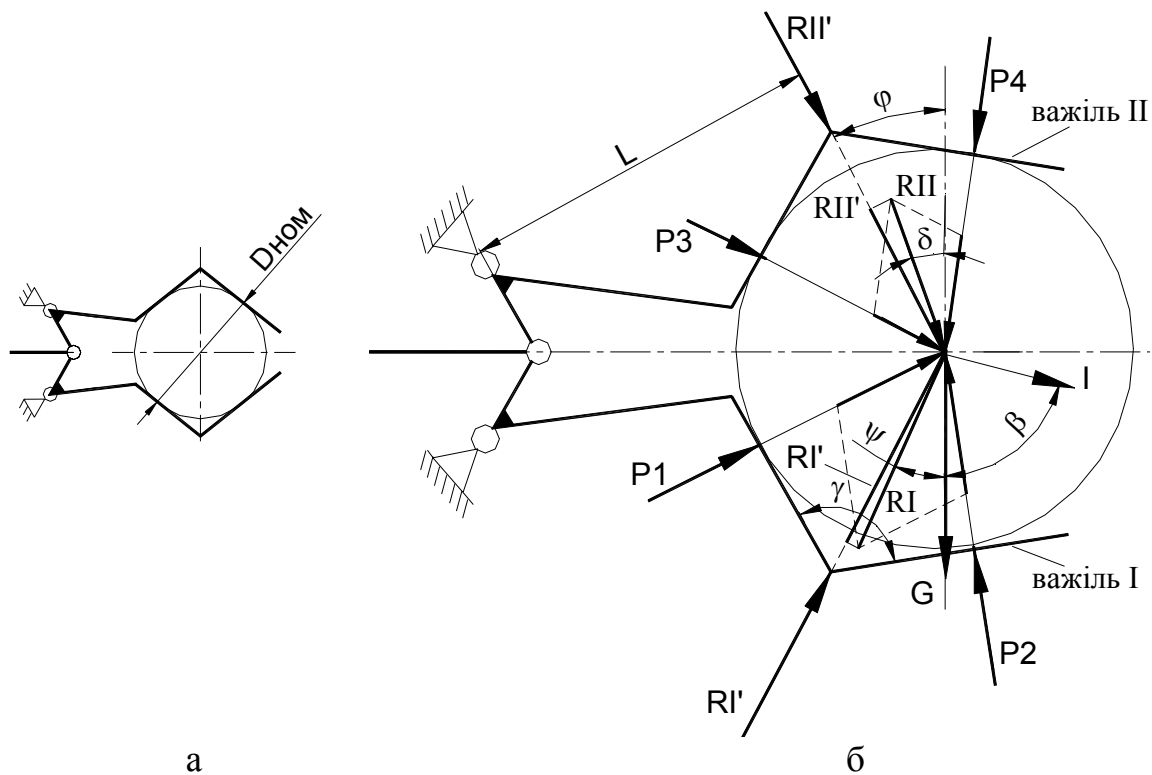


Рис. 2. – Схема для розрахунку сумарних сил затиску

Величина результуючих сил затиску на відповідних важелях знаходиться з паралелограму сил (рис.1, б):

для I важеля

$$RI = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + 2 \cdot P_1 \cdot P_2 \cdot \cos(180 - \gamma)} \quad (1)$$

для II важеля

$$RII = \sqrt{P_3^2 + P_4^2 + 2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot \cos(180 - \gamma)} \quad (2)$$

де P_1, P_2, P_3, P_4 – сили, що утворюються на відповідних робочих елементах призм в місці контакту з об'єктом маніпулювання [2].

Проекція сил RI і RII на вісі, що проходять через вершини призм визначаються як:

$$RI' = RI \cdot \cos(\psi - \varphi) \quad RII' = RII \cdot \cos(\delta - \varphi) \quad (3)$$

де ψ і δ - відповідно кути спрямування рівнодіючих сил RI і RII відносно вісі OY :

$$\psi = \arcsin\left(\frac{P_1 \cdot \sin \gamma}{RI}\right) - 90 + \gamma / 2 + \varphi = \arcsin\left(\frac{P_2 \cdot \sin \gamma}{RI}\right) + 90 - \gamma / 2 + \varphi \quad (4)$$

$$\delta = \arcsin\left(\frac{P_3 \cdot \sin \gamma}{RII}\right) - 90 + \gamma / 2 + \varphi = \arcsin\left(\frac{P_4 \cdot \sin \gamma}{RII}\right) + 90 - \gamma / 2 + \varphi \quad (5)$$

Виходячи з цього, сумарний момент сил затиску визначається як:

$$M_S = [RI \cdot \cos(\delta - \varphi) + RII \cdot \cos(\psi - \varphi)] \cdot L \quad (6)$$

Величина $RS' = RI \cdot \cos(\delta - \varphi) + RII \cdot \cos(\psi - \varphi)$ є сумою проєкцій сумарних сил затиску на вісі призм.

Аналіз рівнянь (1-6) показує, що до параметрів, які впливають на величину сил затиску відносяться кут призми γ та кут зміщення вершини призми φ , співвідношення сил ваги G і інерції I , кут спрямування сили інерції β , а також матеріал робочих елементів захвату (коефіцієнт тертя f).

Враховуючи вимоги, що ставляться до конструкції захватів промислових роботів, за критерій вибору раціональних геометричних параметрів, на даному етапі проектування, приймалася умова забезпечення мінімально необхідних сил затиску і їх найменше розсіювання за величиною, що забезпечує рівномірне стискання об'єкту маніпулювання в зонах контакту:

$$(P_1, P_2, P_3, P_4) \rightarrow \min \quad RI' \rightarrow \min \quad RII' \rightarrow \min \\ RS' \rightarrow \min$$

Дослідження впливу кута β на величину сумарних сил затиску деталі при $I=G$ показує (рис. 2), що при утримуванні деталі при $\varphi=0$ сумарна сила затиску спочатку збільшується в діапазоні кута $\beta=0...45^\circ$, а потім поступово зменшується до нуля при $\beta=45...180^\circ$. Максимальне значення сумарна сила затиску має для схеми з розташуванням сили інерції в I і в II квадрантах. При цьому величини сил затиску при однакових умовах для I-III квадрантів та II-IV квадрантів однакові. При утримуванні деталей при $\varphi>0$ сили затиску зростають, якщо сила інерції розташована в II-IV квадрантах

(рис.2) і при $\varphi < 0$, якщо сила інерції розташована в I-III квадрантах.

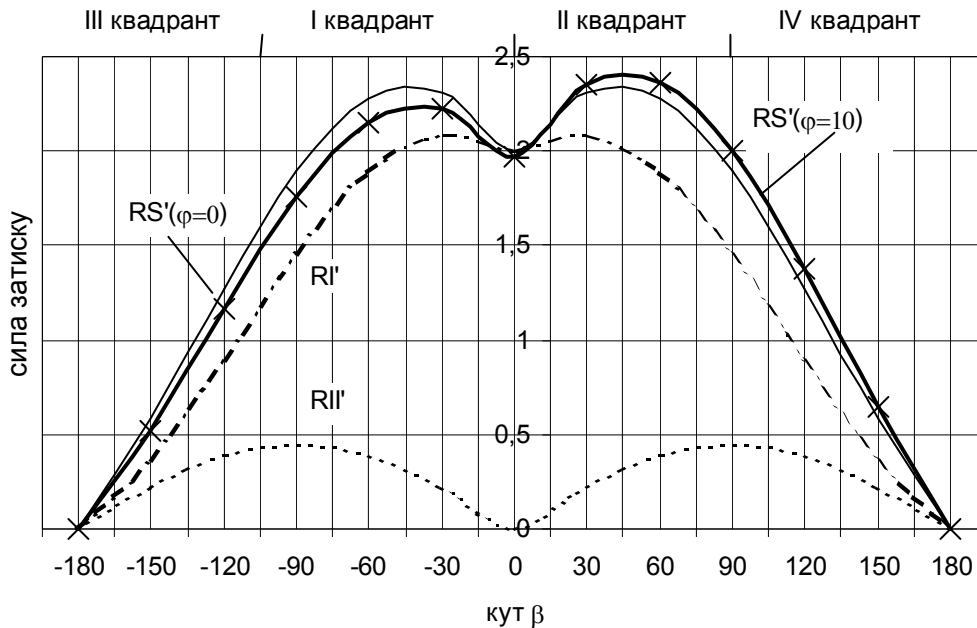


Рис. 2. – Вплив кута розташування сили інерції на сумарні сили затиску при $\varphi=0^\circ$ і $\varphi=10^\circ$

Дослідження показали, що при збільшенні кута призми збільшуються сили затиску (рис. 3). При переміщенні захвату має значення напрямку руху руки робота (вперед, назад) та режим руху (прискорення, гальмування). При режимі руху, коли сила інерції розташована в I квадранті, сумарні сили затиску дещо більші ніж при режимі руху захвату, коли сила інерції розташована в II квадранті. Дослідження показали, що відбувається значне зростання сил затиску при $\gamma=150^\circ$. Найбільш доцільними з точки зору силових навантажень є захвати з кутом призми в межах $60...120^\circ$. Причому, при зменшенні γ нижче 90° сили затиску практично не змінюються.

Аналіз залежності сумарної сили затиску від кута φ (рис.4) показує, що характер зміни сумарної сили затиску теж змінюється в залежності від напрямку дії сили інерції. Так, якщо сила інерції діє в межах першого квадранту, в який і зміщується вершина призми при збільшенні діаметру об'єкту, сумарна сила затиску із збільшенням кута φ зменшується. І навпаки, якщо сила інерції діє в межах другого квадранту, збільшення кута φ призводить до збільшення сумарної сили затиску.

Таким чином, із виконаних досліджень слідує, що найменші сили затиску на важелях і найменша сумарна сила затиску забезпечується в конструкціях захватів з кутом призми в межах $60...120^\circ$. Найбільші сили

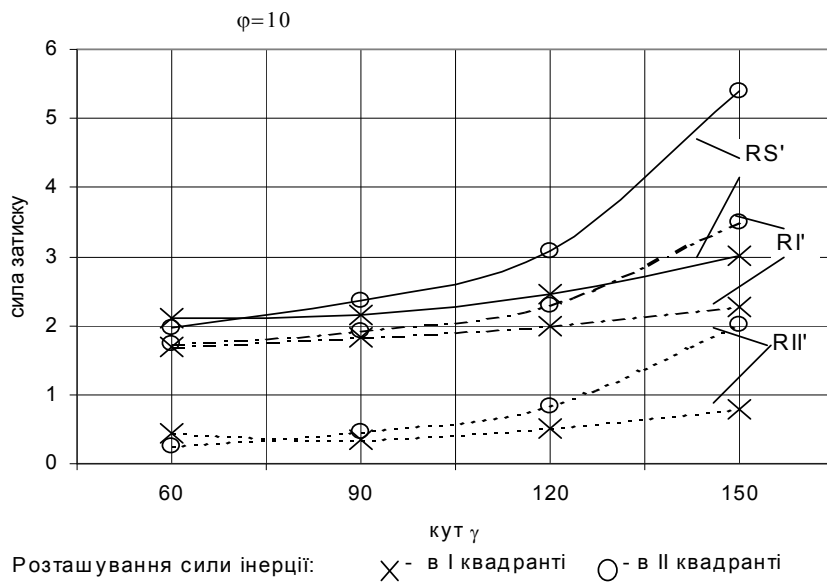


Рис. 3. – Вплив кута призми γ на сили затиску при розташуванні сили інерції в I та II квадрантах

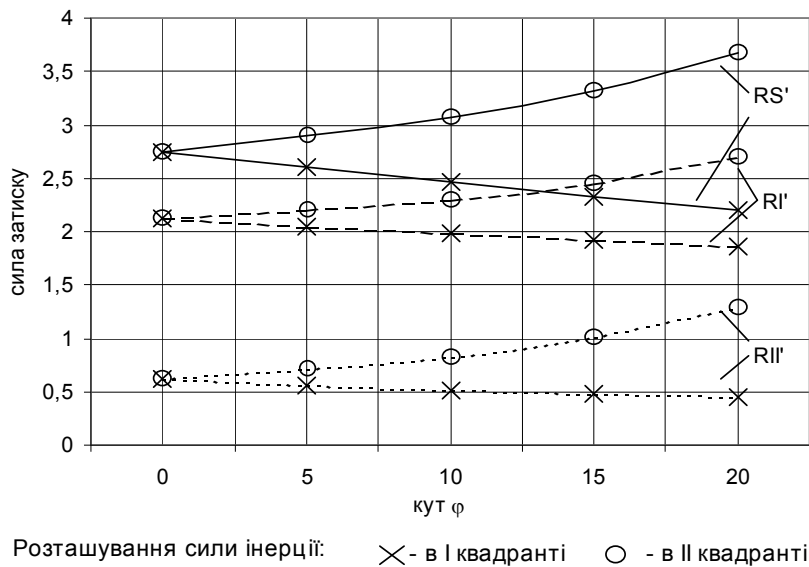


Рис. 4 – Вплив кута φ на сили затиску при розташуванні сили інерції в I та II квадрантах

затиску виникають при переміщеннях захвату під кутом 30...60. Визначені мінімальні сили затиску дають можливість з урахуванням інших показників роботи захватів визначити їх раціональні конструктивні параметри.

Література

1. Детали и механизмы роботов: Основы расчета, конструирования и технологии производства: Учеб. пособие / Под ред. Б.Б.Самотокина. – К.: Выща шк., 1990.343с. С.69-80.

2. І.І.Павленко, М.О.Охремчук. Особливості розрахунку сил затиску для горизонтально розміщених призматичних захватних пристроїв. Збірник наукових праць Кіровоградського державного технічного університету - Вип.12. – Кіровоград: КДТУ, 2003.-с.124-128.