

УДК 621.9.077:621.865.85

І.І.Павленко, проф., д-р техн. наук, М.О.Годунко, канд. техн. наук,
В.М. Кропівний, проф., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Основні показники та вимоги до захватних пристроїв промислових роботів

Проаналізовано технічні характеристики захватів роботів та показники їх якості. Також розглянуто вимоги до захватів загального характеру і спеціального призначення, пов'язані з конкретними умовами їх роботи. Надано рекомендації щодо вибору вимог до проектування захватних пристроїв.
промисловий робот, захватний пристрій, експлуатаційні показники, вимоги до захватних пристроїв

Постановка проблеми. Основним напрямком розвитку машинобудування є збільшення випуску продукції та зростання її якості при одночасному скороченні трудових і інших витрат. Це забезпечується шляхом вдосконалення існуючих та впровадження нових, більш продуктивних видів обладнання і технологічних процесів, а також засобів їх механізації і автоматизації.



1 – виконавчий механізм; 2 – ЗП робота; 3 – блок управління; 4 – пульт управління

Рисунок 1 - Основні складові ПР

Сучасне виробництво вимагає комплексного підходу до вирішення задач автоматизації, шляхом створення нового обладнання, технологічних процесів, систем автоматизації управління виробництвом, що забезпечить покращення умов праці та зменшення потреби в робочій силі. Велику роль в автоматизації виробництва відіграють гнучкі автоматизовані системи з промисловими роботами (ПР). Промислові роботи (рис.1) здатні замінити людину в багатьох видах виробничих процесів маючи при цьому ряд переваг. Це висока швидкість, відсутність втомлюваності, можливість функціонування в багатозмінному режимі та ін., що дозволяє збільшити продуктивність праці, здешевити продукцію, швидко переналадитись на випуск нової продукції. Виконання роботом поставлених задач здійснюється за допомогою робочого органу, який є пристроєм ПР для безпосереднього виконання технологічних операцій та допоміжних переходів. Відповідно, робочим органом може бути технологічний інструмент (різальний інструмент, зварювальні лещата, фарборозпилювач, пристрій з'єднання деталей, вимірювальний пристрій та ін.) або захватний пристрій (ЗП). Тому актуальним є визначення основних показників та вимог до робочого органа промислового робота, - його захватного пристрою (рис.1, поз.2).

Аналіз останніх досліджень. Питанням визначення основних вимог та показників оцінки якості ЗП промислових роботів розглядалися в роботах Ю.Г. Козирева [1], В.І. Костюка та ін. [2], І.І. Павленка [3], Г.А. Спиноу [4], І.Б. Челпанова [5] та ін. У машинобудівному виробництві найбільшого розповсюдження набули механічні ЗП з обертовими затискними важелями та призматичними затискними елементами. Вони відрізняються простотою конструкції, невисокою вартістю та надійним затиском значного діапазону утримуваних деталей.

Основними експлуатаційними показниками ЗП є сили затиску, діапазон розмірів утримуваних деталей захватом, його точність, масо-габаритні характеристики, час спрацювання ЗП (затиск або розтиск) та ін.

Основні характеристики ЗП безпосередньо пов'язані з особливостями конструктивного виконання ПР та його технічними параметрами (СТ СЕВ 5948-87):

Номінальна вантажність ПР – найбільше значення маси об'єктів маніпулювання або технологічної оснастки, включаючи масу *захватного пристрою*, при якій гарантується їх затиск, утримування і забезпечення встановлених значень експлуатаційних характеристик ПР. **Максимальна вантажність ПР** – найбільше значення маси об'єктів маніпулювання або технологічної оснастки, включаючи масу *захватного пристрою*, при якій не виникає поломки чи руйнування ПР у випадку обмеження допустимих умов роботи по відношенню до умов, що прийняті для номінальної вантажності.

Простір руху ПР – простір, у якому можуть знаходитися рухомі частини ПР при його русі. **Робочий простір ПР** – простір, в якому *захватний пристрій* виконує свої функції у відповідності з призначенням ПР та встановленими значеннями його характеристик.

Технічні характеристики ЗП можна розділити на п'ять груп. В першу групу об'єднуються показники, що є загальними для всіх типів ЗП, в другу – показники механічних захватів, в третю – вакуумних ЗП, в четверту – магнітних ЗП, в п'яту – струменевих ЗП. Номенклатура загальних показників ЗП наступна:

1. Номінальна вантажність, кг.
2. Сили затиску, Н.
3. Граничні значення прикладених сил і моментів, Н або Н·м.
4. Розміри захоплюваного об'єкту (мінімальні, максимальні), мм;
5. Час затиску, с.
6. Час розтиску, с.

7. Середнє напрацювання на відмову (характеризує надійність), год.
8. Маса ЗП, кг.
9. Габаритні розміри ЗП, мм.
10. Тип приводу.
11. Умови експлуатації:
 - 11.1. Діапазон температури, °С.
 - 11.2. Відносна вологість, %.

Експлуатаційні характеристики ЗП інших груп наступні:

1. Експлуатаційні показники механічних ЗП:
 - 1.1. Сили на вихідній ланці приводу, Н.
 - 1.2. Максимальне переміщення вихідної ланки приводу, мм.
 - 1.3. Тиск робочого середовища приводу, МПа.
 - 1.4. Потужність приводу, Вт.
2. Експлуатаційні показники вакуумних ЗП:
 - 2.1. Розміри контактної площі присмоктувача, мм.
 - 2.2. Номінальний тиск у порожнині присмоктувача, МПа.
3. Експлуатаційні показники магнітних ЗП.
 - 3.1. Число ампер-витків.
 - 3.2. Розміри площі контакту, мм².
 - 3.3. Потужність приводу, Вт.
4. Експлуатаційні показники струменевих ЗП.
 - 4.1. Кількість сопел на торці ЗП.
 - 4.2. Розміри сопла присмоктувача, мм.
 - 4.3. Потужність приводу, Вт.

Основні вимоги до конструкції захватних пристроїв співпадають із основними вимогами до якості ПР (ГОСТ 4.480-87, СТ СЕВ 5335-85) і в більшості повторюють приведену вище номенклатуру основних показників ЗП. Крім того, до ЗП пред'являють додаткові вимоги, пов'язані з конкретними умовами роботи.

До обов'язкових загальних вимог відносять надійність затиску і утримання об'єкту, стабільність базування, неприпустимість пошкоджень або руйнування об'єктів маніпулювання.

Міцність ланок ЗП повинна бути достатньою при мінімальних розмірах і масі. Особлива увага повинна бути звернена на надійність кріплення ЗП до руки робота.

Гнучкість ЗП. Під гнучкістю затиску розуміється його здатність швидко переналагоджуватися на різний тип деталей та їх розміри, можливість регулювання сил затиску, або конструктивних параметрів, які впливають на процес затиску (наприклад, кут приєднання затискних призм і т.п.), здатність затискувати об'єкти, які не точно орієнтовані щодо затиску, а також здатність центрувати і (або) базувати застиснені деталі.

Забезпечення необхідних умов затиску деталей. Існує багато складних умов роботи, коли ЗП разом з роботом повинні автоматично підналагоджуватися до можливих факторів, що виникають у процесі затиску та маніпулювання деталі. Для вирішення даної задачі ПР повинен реагувати на зміну ваги деталі в ЗП, на виникаючі прискорення руху руки ПР, на зміщення вершин затискних призм при затиску деталей різних розмірів та ін.

Пружність (податливість) ланок ЗП. Під пружністю розуміється здатність конструкції ЗП або деякої складової частини, пов'язаної з ним (наприклад, рука робота — пружний елемент — ЗП), до пружної деформації під впливом зовнішніх сил або моментів. При знятті зовнішньої дії система повертається в положення рівноваги.

Пружне захоплення дозволяє адаптуватися до незначних нерівностей поверхні деталі за рахунок власної пружної деформації. Він також дозволяє гасити перевантаження, що виникають при зіткненні з перешкодами.

Податливість ЗП або руки робота дозволяє компенсувати похибки при затиску його в базуючому пристрої, викликане похибкою позиціонування робота.

Універсальність ЗП. Дана вимога має схожість із гнучкістю, але може бути конкретизована у вигляді вимог до затиску в певному діапазоні розмірів утримуваних деталей, їх маси і форми.

Інформаційне оснащення ЗП. Воно залежить від типу ПР та визначається рівнем детермінованості зовнішнього середовища і вимогами виробничого процесу. Залежно від вимог виробництва на ЗП промислових роботів іноді необхідно передбачити встановлення різних по конструкції і призначенню датчиків.

Спеціальні вимоги до ЗП формулюють залежно від умов виробництва. До них можуть відноситися наступні: вибухонебезпечність і жароміцність (при роботі в гарячих цехах); стійкість до дії агресивних середовищ (при роботі в цехах гальванопокриттів). До ЗП роботів, що працюють в умовах серійного виробництва, пред'являються додаткові вимоги забезпечення захоплення близько розташованих деталей, легкість і швидкість заміни (аж до автоматичної зміни) ЗП. У ряді випадків необхідне автоматичне регулювання сил затиску утримуваних об'єктів залежно від їх маси і ін.

Окрім розглянутих експлуатаційних показників, для оцінки ЗП також можливо використовувати систему показників якості [6], які найбільш повно представлятимуть їх основні характеристики. Загальний показник якості ЗП промислових роботів буде:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot K_i}{n} = \frac{P_G \cdot K_G + P_V \cdot K_V + P_M \cdot K_M + P_T \cdot K_T + P_{III} \cdot K_{III}}{n},$$

де P_i (P_G ; $P_{...}$) – окремі показники оцінки якості, які відповідно оцінюють гнучкість, універсальність, масо-габаритні характеристики, точність та швидкодію ЗП;

K_i (K_G ; $K_{...}$) – коефіцієнти, які визначають вагомість вище перерахованих показників. Їх величина вибирається в межах $0 \div 1$;

n – число прийнятих показників якості. Наведена система показників дозволяє комплексно оцінювати якість виконання та функціонування ЗП. При необхідності в цей показник можна включати і інші складові якості ЗП.

Висновки. Підсумовуючи вище сказане відмітимо, що *особливу увагу* при створенні ЗП необхідно приділяти таким умовам та вимогам:

- сили затиску деталі повинні бути достатньо-мінімальними для надійного утримання деталі при всіх режимах її переміщення, що вимагає виконання точних розрахунків ЗП;

- затиск деталей повинен здійснюватися з урахуванням фізико-механічних властивостей деталей, виключаючи пошкодження якості їх поверхонь та інші недоліки;

- забезпечення широкого діапазону розмірів утримування деталей;

- забезпечення необхідної точності утримуваних деталей;

- ЗП повинні бути швидкодіючими;

- форма і розміри затискних елементів повинна відповідати формі і розмірам утримуваних деталей з урахуванням прийнятої схеми базування деталі в ЗП;

- ЗП повинні забезпечувати зручне захоплення деталі у вихідній позиції подавального пристрою та встановлення в робочу і приймальну позицію;

- при використанні змінних захватів та змінних їх елементів необхідно передбачити: взаємозамінність їх стикових поверхонь; високу точність і жорсткість стикування; легкість, швидкість і зручність зміни захватів. Стикування повинно бути як

за механічними параметрами, так і за передачею сил і рухів на захват, а також за енергетичними та інформаційними комунікаціями;

- забезпечення необхідної міцності, жорсткості та динамічної якості конструкції захвата при мінімальних масо-габаритних параметрах, оскільки захват є кінцевою ланкою високорухомої руки робота;

- використання простих, надійних та стандартизованих конструктивних рішень.

Список літератури

1. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. Справочник. – М.: Машиностроение, 1983. – 374 с.
2. Костюк В.И. Промышленные роботы. / Костюк В.И., Гавриш А.Н., Ямпольский Л.С. – К., Вища школа, 1985. – 359 с.
3. Павленко І.І. Промислові роботи: основи розрахунку та проектування - Кіровоград: КНТУ, 2007. – 420 с.
4. Спыну Г.А. Промышленные роботы. Конструирование и применение. – К.: Вища школа, 1991. – 306 с.
5. Челпанов И.Б. Схваты промышленных роботов. / Челпанов И.Б., Колпашников С.Н. – Л.: Машиностроение. 1989. – 285 с.
6. Павленко І.І. Показники оцінки якості захватних пристроїв промислових роботів / Павленко І.І., Годунко М.О. // Збірник наукових праць КНТУ: Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград: КНТУ, 2007. - Вип.18. – С.65 – 68.

І.Павленко, М. Годунко, В. Кропивний

Основные показатели и требования к захватным приспособлениям промышленных роботов

Проанализировано технические характеристики схватов роботов и показатели их качества. Также рассмотрено требования к схватам общего характера и специального назначения, которые связанные с конкретными условиями их работы. Предложено рекомендации по выбору условий проектирования захватных приспособлений.

I.Pavlenko, M. Godunko, V.Kropivniy

Basic indexes and requirement to grippers of industrial robots

The row of basic indexes and requirements is offered to grippers of industrial robots. Technical descriptions are analysed on the groups of grippers of robots and row their general indexes. Additional requirements are also considered to grippers of general character and special, which related to the concrete terms of their work. It is offered to recommendation on the choice of terms and requirements of planning of grippers.

Одержано 10.12.12