

УДК 621.865.8

С.С. Заєць асис., Н.С. Строкань студентка гр. ПБ-91м, В.В. Шевченко к.т.н.  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

## АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ РОБОТИЗОВАНОГО СКЛАДАННЯ

**Анотація.** Задачею роботи є розробка пристрою для роботизованого складання та моделювання автопошукового процесу роботизованого складання підвищеної точності деталей типу вал втулка. В роботі проведено аналіз методів та засобів роботизованого складання, аналіз теоретичних і експериментальних досліджень роботизованого складання, моделювання автопошукового процесу складання, розробка складального креслення захвату з автопошуковим модулем.

**Ключові слова:** Роботизоване складання, автопошуковий модуль, прецензійні деталі, ситема моделювання.

### ВСТУП

Застосування промислових роботів (ПР) розширює можливості виробництва підвищує точність, конкурентна здатність, і темпи виробництва. В нашій країні застосування ПР ще не набуло широкого вжитку в зв'язку з скрутним економічним становищем в 90 роках двадцятого сторіччя.

Роботи що застосовуються на виробництвах в Україні в більшій мірі мають вузький профіль застосування, й конструкції які морально застаріли. Для застосування нових технологій в виробництві необхідно застосовувати нове обладнання яке здатне виконувати данні технологічні операції. В основному ПР застосовують при обробці деталей, нанесення різноманітних видів покриття і складанні деталей з різноманітним видом з'єднання.

Не зважаючи на точність з якою працює ПР і терміном його використання при роботі все рівно відбувається похибка виконання операції. Для того, щоб відкоригувати дії механізмів роботів застосовують різноманітні методи корекції. Одного чи декількох способів корекції деталей при роботизованому складанні не існує, тому в залежності від виду виробництва і габаритних розмірів деталей, що складаються, використовують різноманітні способи й механізми складання. Кожен з цих методів і механізмів має свої переваги і недоліки, тому постійно проводиться розробка нових методів і конструкцій приладів.

### ОПИС РОБОТИ

В залежності від специфіки виробництва тій чи іншій країні світу розвиток конструкцій ПР зазнає певних змін. В сполучених штатах Америки використовують роботи в більшості в машинобудуванні при складанні автомобілів, і на виробництвах з вузьким профілем їх використання. В країнах Азії широке застосування знайшли універсальні ПР, які легко переналагоджуються на новий тип продукції і можуть виконувати більше різноманітних функцій. В Європі з її різноманітними промисловими центрами знайшли застосування обидва метода використання роботів, лідерами в їх використанні в Європі є: Німеччина, Франція, Великобританія, Данія, і інші країни. В Україні впровадження робото технічних технологій проводиться повільніше ніж у всьому світі, тому однією з головних умов відбудови промисловості нашої держави є впровадження промислових роботів в різні

галузі народного господарства, це дозволить значно підвищити рівень якості праці і темпів розвитку.[5]

Задачі роботизованого складання з'єднань виконуються переважно двома шляхами: розрахунком розмірних ланцюгів з'єднань з урахуванням точних характеристик складальних роботів і застосуванням методів компенсації погрішності відносно орієнтації об'єктів складання. Практика експлуатації складального устаткування показує, що цей шлях є більш ефективним з погляду забезпечення надійності і достатньої продуктивності устаткування.

Компенсацію неточності взаємної орієнтації деталей можливо здійснювати пасивною або активною корекцією положення об'єктів складання.

В залежності від умов жорсткого базування, при якому активними силами впливу на деталь є складальні зусилля  $F$  й сила тяжіння  $mg$  ( де:  $m$  – маса приєднувальної деталі;  $g$  – прискорення вільного падіння), умови пружного базування характеризуються додатковим впливом на складальні компоненти пружною силою  $jx$  або моментом  $M(jx)$  сил ( де  $j$  - жорсткість пружних елементів;  $x$  – координата зміщення), сприяючих умовам складання і дозволяючи розширити область допустимих початкових зміщень об'єктів складання. При цьому необхідно, щоб піддатливість елементів значно перевищувала сумарну піддатливість руки маніпулятора, т.е. відповідно  $\lambda_1 \geq \lambda_2$ . [1]

Разом з тим, метод пасивної корекції, прикладом реалізації якого є пружне базування деталей, допустимих при умові, якщо неузгодженість об'єктів складання не перевищує розмірів направляючих конструктивних елементів деталей ( фасок, і т.д.). Незважаючи на це, навіть в цьому випадку не може бути гарантовано 100% складання деталей в наслідок можливості їх відносного перекоосу й заклинювання. Тому для складання прецензійних з'єднань пружне базування застосовують тільки в поєднанні з одним з методів активної корекції відносно положення складальних компонентів[2].

Ці методи розділяються на дві основні групи: пошукові й адаптивні. Прикладом стохастичного пошуку є орієнтування деталей за допомогою обертаючого потоку газів. метод оснований на газодинамічних процесах, що відбуваються у обертаючому потоку газів й впливаючи на деталі, що складаються, розміщені в цьому потоці[3]. В наслідок чого відбувається суміщення з'єднувальної й базової деталей відповідних мас  $m \leq m$  під дією центробіжної сил  $F(t)$ , створюючи обертовий момент. Даний метод дозволяє здійснити складання циліндричних, різьбових, шпоночних й шліцевих з'єднань, забезпечує при цьому високу продуктивність складання в умовах масового виробництва. Але обмеження, що накладаються типорозмірами деталей на параметри газодинамічної труби, не дозволяє в повній мірі ефективно використовувати цей метод в умовах мало серійного виробництва, що характеризується широкою номенклатурою з'єднань не тіль по виду, а й по типорозмірам деталей, що складають.

Другим ефективним методом активної корекції відносного положення об'єктів складання є траєкторний авто пошук. Суть цього методу полягає в тому, що з з'єднувальних деталей (іноді обома) при пружнім базуванні сповіщають переміщення по заданій траєкторії, т.е. проходить пошук,

сканування області неузгодженості об'єктів складання, кінцевою метою якого є компенсація похибки відносної орієнтації й суміщення контурів чи геометричних осей з'єднувальних поверхонь.

Параметри траєкторії – амплітуда  $a_i$  й крок  $s_i$  пошуку залежать від величини похибки орієнтації, точності з'єднань, допустимого зміщення й етапу з'єднувальних об'єктів складання. Активними силами є рушійна сила пошуку  $F(t)$ , що є функцією часу й змінюється по періодичному закону, складальні зусилля  $P$ , а також пружною силою  $j_x$  базових елементів, характеризується їх жорсткістю й величиною деформації при суміщенні по відповідній координатній вісі [2].

Дослідження процесу складання деталей за допомогою авто пошуку й створенню функціональних пристроїв складальних автоматів, реалізуючи даний метод, присвячено багато робіт [4,5,6,7].

В основу запропонованого методу поставлено задачу підвищення точності й швидкості автоматизованого складання деталей типу вал – втулка. Розроблений спосіб маніпулювання реалізується шляхом того, що деталь типу втулка закріплюється нерухомо, і орієнтується на поверхні за допомогою заживних пристроїв, а вал орієнтують в захваті за допомогою захватних пристроїв. Вал розміщений в захваті транспортують в зону складання маніпулятором промислового робота, піджимають до робочої поверхні втулки й задають йому пошуковий рух, при після здійснення кожного пошукового руху реєструють зменшення зусиль підтискання при збігу з'єднувальних поверхонь, при не поєднанні осей з'єднувальних деталей проводять повторно авто пошукові рухи до того часу поки не відбудеться повне поєднання осей деталей, що з'єднуються.

В приладобудуванні, при проведенні корекції під час складання деталей типу вал – втулка за допомогою промислових роботів використовують різноманітні способи маніпулювання деталей. За допомогою даних способів проводять авто пошукові дії, корекцію положення деталей одна відносно іншої. Для різних видів виробництва застосовують різні способи маніпулювання, в залежності від точності складання часу який затрачується на проведення даних дій. Для того щоб прискорити і вдосконалити процес авто пошуку, розроблюється новий метод маніпулювання для роботизованого складання деталей типу вал - втулка.

Поставлена задача досягається тим, що складання деталей типу вал – втулка, при нерухомому закріпленні деталі типу втулка вал орієнтують за допомогою захватних пристроїв, транспортують в зону складання, підтискають до робочої поверхні втулки й задають закон пошукового руху з максимальною амплітудою, фіксують дотик з'єднувальних деталей, змінюють амплітуду, проводять корекцію положення деталей одна відносно іншої. Після проведення процесу корекції повторно задають пошуковий рух, але з меншою амплітудою коливань, далі задають переміщення по осі з'єднання, якщо спів падіння осей не відбулося і процес складання провести не можливо проводиться повторно корекція положення деталі і проведення авто пошукових рухів до тих пір поки не відбудеться повний збіг осей деталей, після чого проводять остаточне з'єднання.

Виконання способу маніпулювання можливе із-за конструктивних особливостей захвату з авто пошуковим модулем. Особливістю є використання в конструкції п'єзоелементів. За вдяки фізичним особливостям п'єзоелементів можливо виконувати різноманітні авто пошукові рухи.

В залежності від умов складання на п'єзоелемента задається різноманітний по амплітуді електричний сигнал, що приводить до змінення форми п'єзоелемента, він може, як збільшитися так і зменшитись. Використовуючи властивості п'єзо елемента задають закон пошукового руху з максимальною амплітудою.

Після проведення авто пошукових рухів реєструють зменшення зусиль підтискання при збігу з'єднувальних поверхонь, змінюють амплітуду пошукових рухів, задають переміщення по осі з'єднання, і проводять процес складання деталей типу вал - втулка при мінімальному значенні амплітуди.

## ВИСНОВОК

Для використання того чи іншого способу маніпулювання на виробництві чи дослідницьких цілях необхідно застосовувати захвати з авто пошуковими модулями. В світі є багато різноманітних конструкцій захватів в залежності від виду виробництва умов складання і призначення захвату, вони мають різне призначення. Для здійснення розробленого методу маніпулювання необхідно використовувати захват з авто пошуковим модулем. Так як для здійснення методу вже розробленого захвату не було знайдено, тому було проведено розробку нового захвату з авто пошуковим модулем для виконання розробленого способу маніпулювання.

Запропонований спосіб маніпулювання при складанні деталей типу вал втулка, дозволяє підвищити якість складання зменшити затрати часу на пошукові дії маніпулятором, зменшити машинний час, збільшити продуктивність, а також збільшити можливості застосування в різних умовах і на різних видах виробництва від штучного до масового виробництва.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] А.А Гусев Адаптивні пристрої складальних машин. – М.: *Машинобудування*, 25-34 с.1979.
- [2] Л.С. Ямпольский, О.Н. Калін, М.М. Ткач Гнучкі автоматизовані виробничі системи. К: *Техніка*, 42-76 с.1985.
- [3] А.В. Воронін, Д.М. Левчук, Автоматичне складання з'єднань з зазором у обертаючому потоці газів .- М.: *Машинобудування*, 54-67 с.1976.
- [4] В.Н. Давигора, Автопошукові модулі багато номенклатурних складальних машин. – К.: *Знання*. 22-46 с.1981.
- [5] В.Н. Боміру, В.А. Добзов, Визначення ефективності методів відносного орієнтування при автоматизованому складанні. –Рига.: *Знання*. 12-48 с. 1972.
- [6] В.Н. Кабанов, В.А. Яхимович, Оцінка ефективності скануючих розгортки складальних автоматів. *Київ Приладобудування*. 65-98с. 1977.
- [7] М.С. Лебедовский, А.І. Федотов, В.Л. Вейц, Наукові основи автоматичного складання . – Л.: *Машинобудування*, 22-68 с.1985.