

Алгоритъм за пасивно-активно относително ориентиране при автоматично сглобяване

Иванка Пеева, Чавдар Костадинов, Владимир Витлиев

Algorithm for passive-active relative orientation at automatic assembly: An algorithm is developed for work in passive-active relative orientation of parts in the process of their assembly, that provide the necessary conditions for reliable automatic assembly of cylindrical parts with clearance. The possible axis dislocation compensation variants are considered based on the described in the article hybrid assembly device. The presented algorithm is usable in the automated assembly and logistics equipment.

Key words: automatic assembly, passive-active relative orientation, assembly with clearance.

ВЪВЕДЕНИЕ

Създаването на устройства за автоматично сглобяване, реализиращи пасивно-активно относително ориентиране на детайлите в процеса на тяхното съединяване се обосновава от необходимостта да се осигурят условия за надеждно сглобяване на отговорни и прецизни съединения. Съчетаването на пасивно ориентиране на комплектования детайл с активно ориентиране на базовия детайл разширява обхвата на решаваните задачи при сглобяване и гарантира успешното съединяване на детайлите с необходимата точност, при поддържане на минимални контактни сили.

Съществуват множество съединения, чиито експлоатационни параметри налагат високи изисквания за качество на сдружаваните повърхнини на комплектованите детайли (точност на размери, форма, грапавост). Процесът на сглобяване има важно значение за качеството на сглобяваното изделие. В някои случаи е необходимо следене на контактните ситуации по време на съединяването, а цел недеформиране на сдружаваните повърхнини и избягване на потенциално опасни контактни състояния, като засядане или заклиняване.

Настоящата работа е посветена на разработване на алгоритъм, позволяващ анализ на възможните варианти за компенсация на разсъгласуване между осите на съединяваните повърхнини при пасивно-активно относително ориентиране при създаване на машини за автоматично сглобяване.

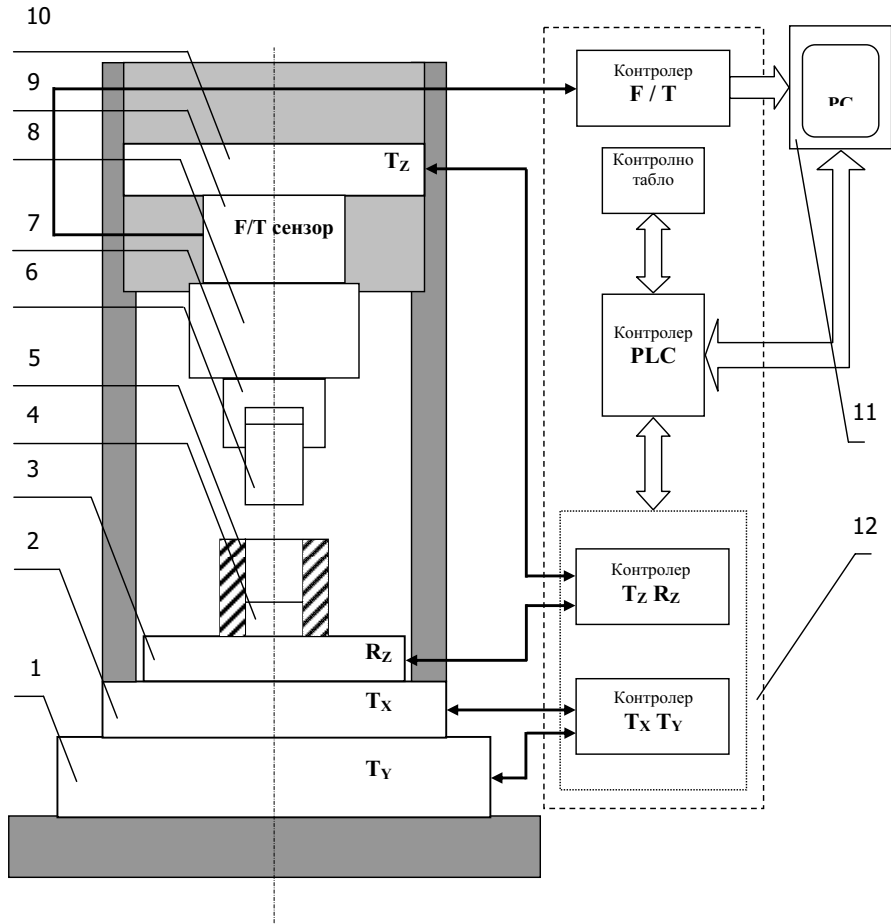
ИЗЛОЖЕНИЕ

В техническата литература са известни различни структурни варианти на хибридни сглобяващи системи [1, 2, 3, 4, 5]. В лаборатория "Автоматизация и роботизация на производството" към катедра ТММРМ на РУ "А. Кънчев" – Русе е създадена опитна уредба на хибридна сглобяваща система, показана на фиг.1. Тя е резултат от решаване на част от задачите на едно широко теоретично и експериментално изследване, проведено по проект, финансиран от Европейската програма COPERNICUS: CR 940510 Advanced Robot Assembly – ROBAS. Системата е изградена на модулен принцип, като пасивната компенсация се извършва от комплектования детайл, а активни коригиращи премествания извършва базовият детайл.

Работата започва с преместване на бърз ход на вала надолу до зададена позиция над втулката. Следва равномерно движение за сглобяване с предварително зададена стъпка. При възникване на първоначален контакт между детайлите, шесткомпонентният силомоментен преобразовател (F/T) регистрира възникналите сили и моменти. Получените сигнали се подават към F/T – контролера, където се сравняват с предварително зададени гранични стойности за компонентите на контактната сила по трите оси. Едновременно с това, фоторастерните преобразователи (ФРП) за обратна връзка на модулите от блока за активни корекции изпращат сигнали към съответните им управляващи устройства за текущото положение по всяка от осите. Ако отчетените от F/T преобразователя сили превишат зададените, блокът за активно относително ориентиране се включва в действие.

При необходимост от коригиращи въздействия за промяна на положението на базовия детайл се генерират управляващи сигнали за активни премествания по направление на осите X и Y. Действието на блока за активно ориентиране продължава докато контактните сили се редуцират до зададените гранични стойности, което гарантира успешно съединяване на двойката детайли. Този алгоритъм за хибридно относително ориентиране

се изпълнява до окончателно сглобяване на детайлите. Избран е силомоментен преобразовател модел 91-5-GAMMA-I 65/5, произведен от ATI Industrial Automation (USA).



Фиг. 1 Схема на опитната установка за пасивно-активно относително ориентиране

1 – транслационен модул за преместване по ос Y; 2 – транслационен модул за преместване по ос X; 3 – ротационен модул за завъртане по ос Z; 4 – хващащо устройство за базовия детайл; 5 – базов детайл тип втулка; 6 – комплектоващ детайл тип вал; 7 – хващащо устройство за вала; 8 – устройство за пасивно компенсиране при сглобяване тип RCC; 9 – силомоментен преобразовател; 10 – транслационен модул за преместване по ос Z; 11 – персонален компютър; 12 – управляващо устройство.

На фиг. 2 е представена блок-схема на алгоритъм за работа при пасивно-активно относително ориентиране при сглобяване. В началото (1) се задават входните данни, имащи отношение към работата на системата: техническите параметри на сглобяваното изделие (хлабина, дълбочина на сглобяване,

особености на детайлите), характеристики на силомоментния сензор (F/T) и RCC устройството за пасивна компенсация, технически параметри на модулите за активна корекция и други изисквания, относно условията на работа и необходимата производителност. За правилното протичане и управление на процеса е необходимо определяне (2) на граничните стойности на силите при възможните контактни ситуации, както и необходимата скорост на сглобяване, имаща отношение към изискването за производителност.

За регламентиране на дейностите при необходима активна корекция в хода на сглобяване е целесъобразно анализиране на възможностите за компенсиране на текущото разсъгласуване между осите на сглобяваните детайли. Големината на стъпката зависи от избраната концепция за сглобяване – с твърдо зададена стъпка (позиционно управление) или с променлива, която зависи от възникналата контактна сила (силово управление на коригиращите премествания). Когато изискването за производителност не е определящо и при относително голяма хлабина в съединението се препоръчва компенсиране с постоянна стъпка на корекция положението на базовия детайл по осите X и Y. Ако детайлите са със значителни отклонения във формата, съизмерими с хлабината в съединението, е възможно включване на корекция в положението на базовия детайл чрез ротация около ос Z.

При зададена голяма производителност на системата е необходимо корекцията на положението на сглобяваните детайли да става за по-малък брой стъпки, като големината им зависи от възникналите контактни сили. Други възможни варианти за избор на големината на компенсиращите движения (4) са те да бъдат нарастващи или намаляващи с постоянна стъпка. След като бъде избран съответният вариант за компенсация следва да бъдат определени и самите стойности на компенсиращите стъпки (5). Обикновено се задават като част от хлабината в съединението.

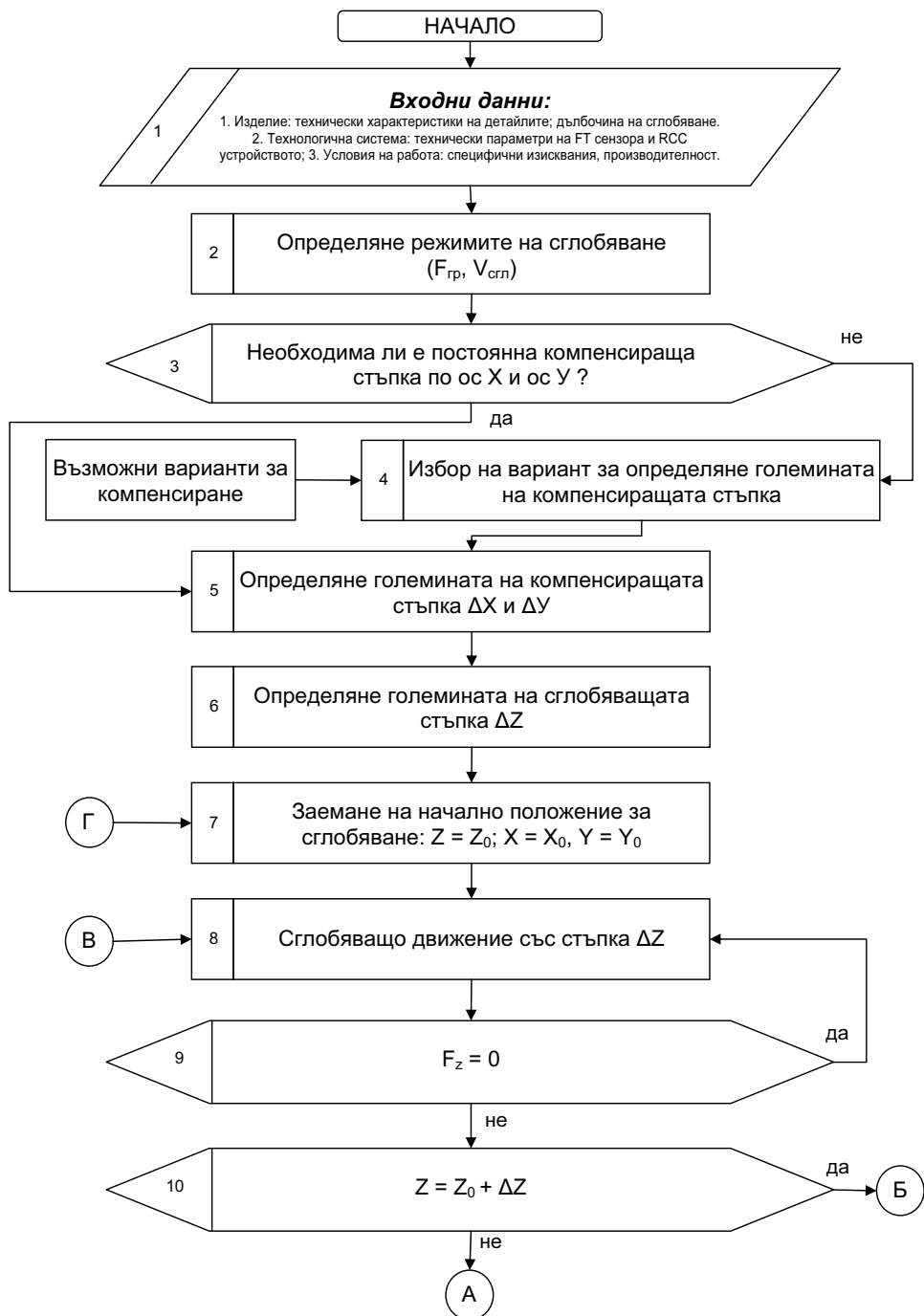
Следва определяне големината на стъпката на сглобяващото движение (6), съобразно дълбочината, скоростта на сглобяване и други специфични изисквания.

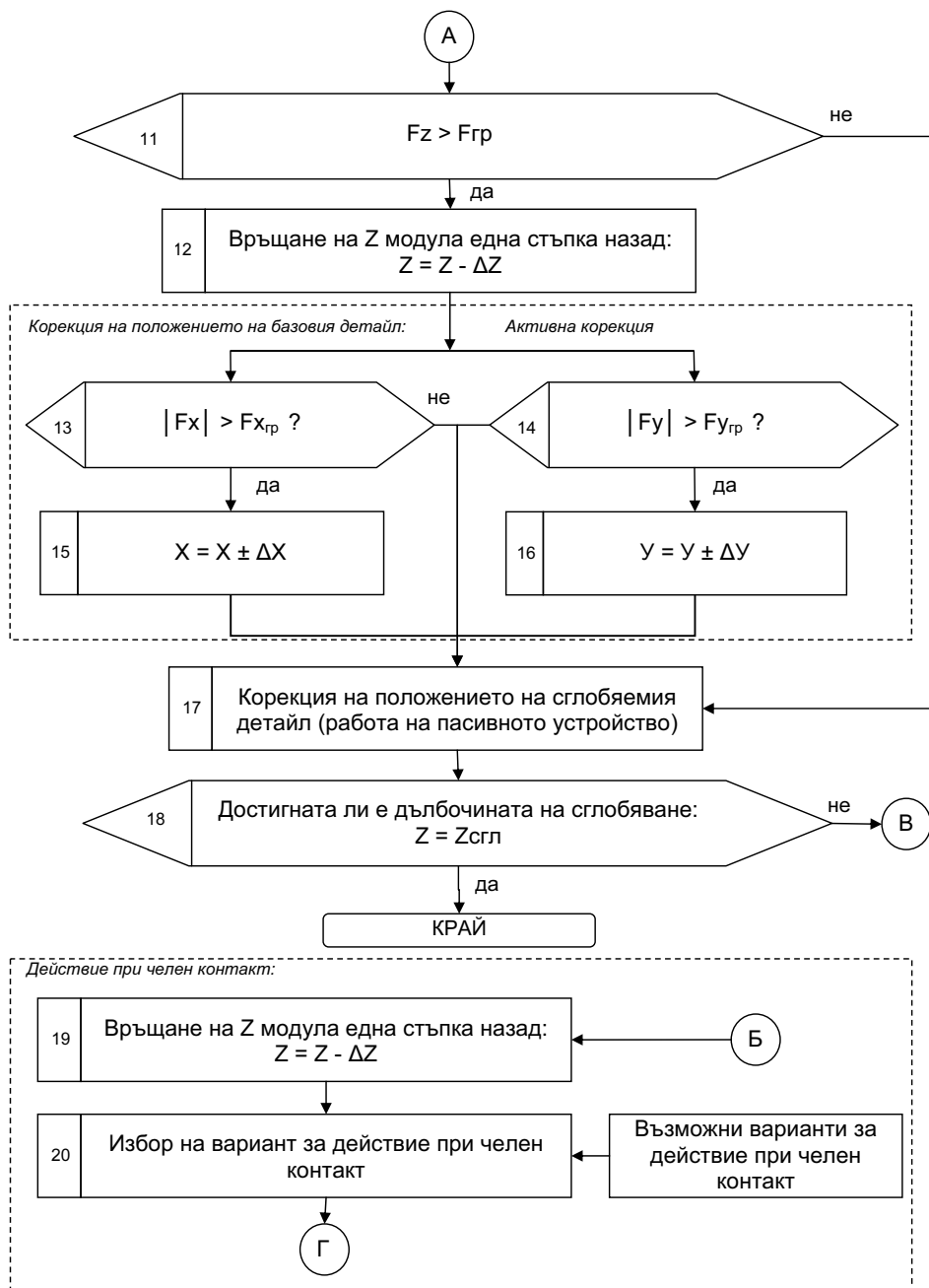
Сглобяването започва със заемане на начално положение (7) на транслационните модули T_x , T_y и T_z . Положението на базовия детайл може да бъде задавано, съобразно изискванията на конкретното сглобяване.

Блок (8) задава движение на Z модула надолу на разстояние една сглобяваща стъпка. Следва проверка за контакт между двата детайла (9). Ако силата F_z е различна от нула, това означава, че има контакт между базовия и сглобявания детайли. Ако тази сила не се е променила, това означава, че липсва контакт между сглобяваните детайли и може да се пристъпи към повторение на движението на Z модула надолу на разстояние една стъпка. Първата проверка при отчетено взаимодействие е за наличие на челен контакт. Той е възможен в началото на сглобяването и за това се налага проверка на позицията на Z модула (10).

Тъй като при челен контакт е невъзможно продължаване на сглобяването, следва Z модулет да се върне една стъпка нагоре (19) и да се извърши корекция на положението. От възможните варианти за действия при челен контакт е необходимо да бъде избран (20) такъв, който да съответства на приетата концепция за сглобяване: да се завърти базовия детайл на определен ъгъл; да се завърти комплектования детайл на определен ъгъл и т.н. След приключване на действията по преодоляване на челния контакт, може отново да се пристъпи към съединяване на двата детайла.

Ако възникналият контакт не е в първата стъпка на сглобяването, това означава, че е достигната зоната на фаската и следва да се провери големината на получената сила F_z (11).





Фиг. 2 Блок-схема на алгоритъм за работа при пасивно-активно относително ориентиране

При положение, че тази сила превишава зададената гранична стойност, следва да сработи активната част на системата за корегирание. Необходимо е да се установи по коя от координатните оси X и/или Y се налага компенсиращо движение. Z -модулът се връща една стъпка нагоре (12). Следва корекция на положението на базовия детайл, като се проследява големината и посоката на действие на възникналите сили F_x и F_y (13,14,15,16).

RCC-устройството компенсира разсъгласуване в положението на двата детайла, при възникнали контактни сили в диапазона на техническите му параметри (17), чрез промяна на положението на вала.

Следва проверка дали е достигната дълбочината на сглобяване (18). При необходимост цикълът на работа се повтаря. След приключване на сглобяването, системата се връща в изходно положение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният алгоритъм предлага възможност за използване на пасивно-активно относително ориентиране за сглобяване на съединения с широк диапазон от хлабини и при различни условия на сухо триене.

Този алгоритъм може да се използва при програмното обезпечаване на система за управление на автоматично сглобяващо оборудване.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Витлиев В. Д., Р. М. Сечи Относно методите за относително ориентиране при автоматично сглобяване. Международен семинар АДП, Созопол, 1990.

[2] Whitney D. E. Historical perspective and state of the art in robot force control. The international journal of robotic research, vol. 6, № 1, 1987.

[3] Ко В. К., H. S. Cho Active force feedback control for assembly processes using a flexible and sensible robot wrist. In Toward factory of the future, H. J. Bullinger, H. J. Warnecke, 1985.

[4] De Fazio T. L., D. S. Seltzer, D. E. Whitney The instrumented remote center compliance, the industrial robots, December 1984.

[5] Hopkins S. H., C. J. Bland, M. H. Wu Force sensing as an aid to assembly. The international journal of robotic research, vol. 29, № 2, 1991.

За контакти:

*д-р инж. Иванка Василева Пеева, Тел.: 082 888 712, E-mail: ipeeva@manuf.ru.acad.bg
маг. инж. Чавдар Георгиев Костадинов, Тел.: 082 888 742, E-mail: chkostadinov@ru.acad.bg
проф. д.т.н. Владимир Денев Витлиев, Тел.: 082 888 713, E-mail: vdv@manuf.ru.acad.bg*

Русенски университет „Ангел Кънчев“, Машинно-технологичен факултет,
катедра Технология на машиностроенето и металорежещи машини

Докладът е рецензиран.