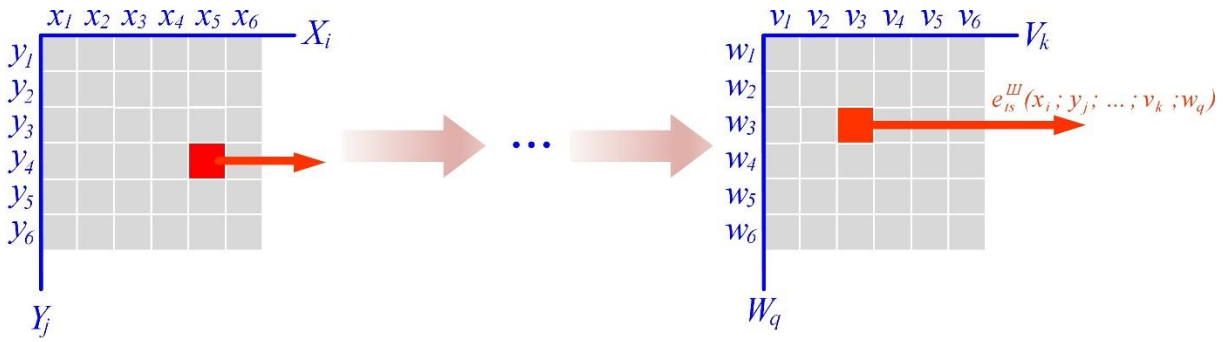

Рис. 1 – Модель морфологічного класифікатора

Четвертий етап полягає у побудові класифікатора проєктних рішень.

Розроблення МК технічних рішень структурних елементів РС дозволяє:

1) у систематизованому вигляді охопити не тільки вже всі існуючі на виробництві технічні рішення, але й знайти такі, створення яких можливе і доцільне;

2) відзначати у полі МК існуючі технічні рішення, які вже реалізовані безпосередньо на виробництві, або ті, які забезпечені технічною документацією, що буде сприяти мінімізації часу пошуку та оперативному вибору готових рішень;

3) формалізувати процедуру вибору структурних елементів РС з урахуванням всіх конкретних обмежень та виробничих умов.

УДК 621.865.8

Фролов В.К., канд. техн. наук, доцент
Лапковський С.В., канд. техн. наук, доцент
Гладський М.М., канд. техн. наук, доцент
Данилова Л.М., канд. техн. наук, доцент
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,
v.k.frolov@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ РОЗМІРНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ РОБОТИЗОВАНОГО СКЛАДАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Вирішенню питань розмірного аналізу (РА) присвячено публікації [1, 2], в яких наведені вимоги щодо проведення процедури синтезу роботизованих складальних процесів. Метою даної роботи є систематизація вирішення задач РА роботизованих складальних систем, адже наразі розмірний аналіз є ефективним засобом забезпечення проведення як якісного, так і кількісного аналізу технологічності роботизованих складальних систем і роботизованих складальних процесів.

Метою РА складання є забезпечення необхідної якості виробу та можливості роботизувати складання.

Основні задачі РА складання наступні:

– виявлення розмірних зв’язків на всіх етапах проєктування роботизованих складальних процесів;

– вибір методів та засобів здійснення роботизованих складальних процесів;

– визначення вимог до деталей, що складаються;

– визначення вимог до точності роботи використовуваних складальних засобів.

РА включає наступні етапи.

1. Аналітично чи експериментально визначають вимоги щодо точності положення та руху виконавчих поверхонь виробу або складальної одиниці, виходячи з їх службового призначення.

2. Визначають конструкторські розмірні зв'язки побудовою розмірних ланцюгів, де вихідною інформацією є вимоги до точності виробу.

3. Обирають метод досягнення точності: повна, неповна, групова взаємозамінність, регулювання або підгонка з урахуванням економічно досяжної точності виготовлення ланок при заданому обсязі виробництва та можливостей роботизації.

4. Розраховують допуски розмірів деталей, що з'єднуються, які необхідно витримати при виготовленні деталей для того, щоб було можливо досягти вимог точності при складанні обраним методом досягнення точності.

5. Обирають методи та засоби орієнтування та транспортування деталей, що складаються. Оцінюють технологічність конструкції деталей.

6. Визначають необхідну точність відносного положення деталей, що з’єднуються перед складанням, з урахуванням можливостей збільшення допусків завдяки використанню напрямних фасок.

7. Обирають спосіб досягнення необхідної точності відносного положення деталей (з координацією положення деталей робочими органами складального промислового робота або пошуковою системою).

8. Обирають схему базування деталей, що складаються, та розробляють пристрої, які реалізують необхідну схему з урахуванням забезпечення свободи переміщень і поворотів деталей по окремих координатних осях.

9. Обирають схему складальної позиції і будують складальні розмірні ланцюги; при цьому вихідною інформацією є допустимі відхилення відносного положення локальних систем координат деталей, що з’єднуються.

10. Розраховують допуски розмірів складових ланок розмірних ланцюгів, якими можуть бути:

– просторові відхилення положення поверхні кожної деталі, що з’єднується, відносно її технологічних баз при складанні;

– розміри елементів маніпулятора складального промислового робота.

Перші чотири етапи характерні та обов'язкові при проєктуванні технологічного процесу виготовлення виробу з будь-яким ступенем автоматизації. Для роботизованого складання слід враховувати особливості вибору та реалізації методу досягнення точності, а також технологічність конструкції виробу. Інші етапи для умов ручного складання не потрібні. Вони необхідні тільки для роботизованого складання.

В результаті проведеного РА роботизованих складальних процесів можна виявити:

– допустимі відхилення розмірів поверхонь, що з’єднуються, які необхідні для реалізації обраного методу досягнення точності;

– допустимі відхилення розташування поверхонь деталі, що з’єднується, відносно її технологічних баз, які використовуються при складанні;

– параметри фасок по поверхнях, що з’єднуються, – для покращення умов складання;

– вимоги до поверхонь, які використовуються в якості технологічних баз при роботизованому складанні, наприклад, з метою зменшення похибки базування деталі, що з’єднується, в захватному пристрої складального промислового робота;

– вимоги до конструкції деталі – для полегшення її орієнтації.

Виявлення та розрахунок складальних розмірних зв'язків рекомендується проводити в наступній послідовності:

1) в положенні кожної деталі, що складається, визначити гранично допустимі відхилення відносно базової деталі, при яких забезпечується з’єднання;

2) побудувати розмірні ланцюги, в яких допустимі відхилення є вихідними ланками;

3) скласти рівняння розмірних ланцюгів та визначити можливі поля розсіювання складових ланок;

4) обрати метод досягнення точності вихідних ланок розмірних ланцюгів з урахуванням його реалізації у роботизованому виробництві;

5) провести розрахунок допусків складових ланок та обрати методи і засоби реалізації роботизованих складальних процесів з урахуванням необхідної точності складових розмірів розмірного ланцюга.

Таким чином, РА складання дозволяє:

– виявити взаємозв'язок розмірів деталей, що з'єднуються, та елементів складальної системи;

– обґрунтувати необхідну точність розмірів, що забезпечують роботизоване складання, та необхідні параметри складальної одиниці.

Список посилань

1. Pan, G., Chen, W., & Wang, H. (2020). Inverse kinematics solution and posture optimization of a new redundant hybrid automatic fastening system for aircraft assembly. Industrial Robot, 47(1), pp. 57-67. https://doi.org/10.1108/IR-06-2019-0129

2. Chen, F., Carbonari, L., Canali, C., D'Imperio, M., & Cannella, F. (2015). Design of a novel dexterous robotic gripper for in-hand twisting and positioning within assembly automation. Assembly Automation. 35(3), pp. 259-268. https://doi.org/10.1108/AA-05-2015-046

УДК. 621.91.01

Приходько В.П. канд. техн. наук, доцент
Данилова Л.М., канд. техн. наук, доцент
Лапковський С.В., канд. техн. наук, доцент
Фролов В.К. канд. техн. наук, доцент
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,
privas@bigmir.net

ОЦІНКА ВЗАЄМОКОМПЕНСАЦІЇ ПОХИБОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗМІРІВ

При проєктуванні технологічних процесів (ТП) виробництва деталей, одним із важливих завдань є прогнозування точності конструкторських розмірів (КР), що забезпечуватиметься при реалізації розробленого ТП та обґрунтоване призначення параметрів точності технологічних розмірів (ТР), дотримання яких приведе до досягнення заданої якості деталей при мінімізації витрат.

Задача якісної оцінки точності КР залежить від багатьох факторів, у тому числі від якості оцінки точності технологічних розмірів, що забезпечується при обробленні, а також від повноти та якості оцінки впливу точності ТР на точність КР, і вирішується на етапі розмірного моделювання та аналізу технологічних процесів (РМА ТП). Якість прогнозування точності КР, що буде забезпечуватись при обробленні, впливатиме на обґрунтованість та ефективність висновків щодо придатності розробленого ТП, а також щодо необхідності та напрямків його коригування.

Відомо [1, 2], що взаємокомпенсація похибок ТР є важливим чинником, який має суттєвий вплив на точність КР, і, який необхідно враховувати при оцінці точності КР. Неврахування або неповне врахування взаємокомпенсації приводить до хибної оцінки точності КР та ТП у цілому, щодо здатності забезпечити задану точність параметрів виробу і, як наслідок – до хибних рекомендацій щодо необхідності коригування ТП. Взаємокомпенсація виникає тоді, коли в операційному розмірному ланцюгу (1) є одна або декілька пар технологічних розмірів-складових ланок, в яких зв'язані складові ланки мають різні знаки, тобто одна є збільшуючою, а друга – зменшуючою, при цьому їх похибки змінюються однаково за напрямом і, в значній мірі, за величиною. Наприклад, якщо в ОРЛ (1) буде мати місце одночасна зміна технологічних розмірів F1 та F2 на одну і ту ж величину (рис.1), то в ідеалі це приведе до повної їх компенсації та відсутності зміни КР А (рівняння 3), не зважаючи на зміну обох складових ланок ОРЛ.