границі дефектного шару та матеріалу композита. Дослідження [1] показали, що зменшення міцності на вигин проявляється при товщині дефектного шару від 50 – 350 мкм. Зі збільшенням товщини дефектного шару зменшується межа витривалості.

Таким чином можна зробити висновок, що зі збільшенням товщини дефектного шару знижується статична, ударна та втомна міцність ВПКМ.

Для забезпечення експлуатаційних характеристик виробу з ВПКМ необхідно створити такі умови різання при яких товщина дефектного шару була би мінімальна при його обробці. Для визначення можливості використання інструменту з модифікованою робочою поверхнею у вигляді дискретних ділянок з регулярно розташованими на них глобулами необхідно провести експериментальні дослідження.

Список посилань

1. Тарасюк А.П. Технологія механічної обробки полімерних матеріалів. Монографія/ А.П.Тарасюк, О.Л.Кондратюк, Н.В.Верезуб. – Харків, 2015. – 226 с.

2. Лупкин Б. В. Свердління ПКМ свердлами с підрізуючими ріжучими кромками /Б. В. Лупкин, О. М. Кошкина, А. Л. Касс // Відкриті інформаційні и комп'ютерні інтегровані технології. – 2011. – № 49. – С. 68-80.

3. Тарасюк. Вибір раціональних умов різання полімерних композитів, що забезпечують максимальні А.П. показники якості поверхні / А.П. Тарасюк. // Вісник СумДУ, Серія «Технічні науки». – №4. – 2012. – с. 155-161.

4. Корбут Є.В. Особливості обробки ВПКМ різанням. / Є.В. Корбут // Перспективні технології та прилади. – Луцьк, 2018. – С. 82-87.

5. Внуков Ю.Н. Проблеми ефективного впровадження процесів високошвидкісного різання / Внуков Ю.Н., Павлюченко И.Н., Папашев К.О., Саржинская А.Г. // Сучасні технології в машинобудуванні. Збірник наукових статей. – Харків.: НТУ «ХПИ» – 2006. – том 1. – с. 43-57;

6. Wang X., Wang I., Investigation on trust in vibration drilling of fiber-reinforced plastics // Journal Mater. Process. Technol. – 2004. – vol. 1486. – pp. 239-244.

УДК 621.865.8

Лапковський С.В., канд. техн. наук, доцент
Фролов В.К., канд. техн. наук, доцент
Гладський М.М., канд. техн. наук, доцент
Шаповалов Г.Ю., бакалаврант
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», lapkovsky@ukr.net

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ МОРФОЛОГІЧНОГО КЛАСИФІКАТОРА

Стан економічного та промислового розвитку країни визначається рівнем автоматизації виробництва, впровадженням у різні сфери промисловості промислових роботів і робототехнічних систем (РС). Прискорення процесу роботизації можливе за рахунок скорочення термінів технологічного підготовлення роботизованого виробництва (ТПРВ), зокрема, шляхом формалізації вибору структурних елементів РС.

Метою даної роботи є спрощення і прискорення вирішення задачі вибору структурних елементів робототехнічних систем і формалізація даного процесу.

При виборі альтернативних технічних рішень визначення структурних елементів РС необхідно обмежити область можливих рішень, в якій здійснюється вибір. Її можна поділити на чотири зони. Перша зона відповідає множині $E_{1i}^{\text{Ш}}$ матеріально реалізованих і вже готових технічних рішень структурного елемента i-го виду. Наприклад, такою множиною може бути парк верстатного обладнання з ЧПК, парк промислових роботів, наявний запас різального інструмента, якими володіє підприємство, тощо. Друга зона відповідає множині $E_{2i}^{\text{Ш}}$ вже готових рішень, на які існує вся необхідна технологічна та

конструкторська документація, тобто перша зона входить у склад другої: $E_{1i}^{Ш} \subset E_{2i}^{Ш}$. Третя зона відповідає множині $E_{3i}^{Ш}$ всіх відомих проєктних рішень, у тому числі і таких, на які необхідна технологічна та конструкторська документація відсутня: $E_{1i}^{Ш} \subset E_{2i}^{Ш} \subset E_{3i}^{Ш}$. Четверта зона відповідає множині $E_{4i}^{Ш}$ всіх можливих допустимих технічних рішень: $E_{1i}^{Ш} \subset E_{2i}^{Ш} \subset E_{3i}^{Ш} \subset E_{4i}^{Ш}$.

Для прискорення ТПРВ раціонально застосовувати інформаційно-пошукові системи технологічного призначення, що призначені для пошуку, видачі та збереження довідкової та нормативної інформації та інформації щодо технічних рішень елементів РС. Інформаційно-пошукові системи необхідно орієнтувати на створення та використання таких масивів інформації, організаційна основа яких містить морфологічні принципи класифікації ймовірних можливих технічних рішень структурних елементів РС. Морфологічний класифікатор (МК) формально описує область множини $E_{4i}^{Ш}$ і, тим самим, надає можливість систематизувати опис зон множин $E_{1i}^{Ш}$, $E_{2i}^{Ш}$ і $E_{3i}^{Ш}$.

Побудова МК, яка забезпечує максимально повне охоплення всіх можливих технічних рішень будь-якого структурного елемента РС, складається з чотирьох етапів.

Перший етап полягає у виявленні характерних ознак *i*-го класу структурних елементів РС як об'єктів проєктування або вибору. Обрана сукупність ознак розглядається як низка характеристичних функцій, які утворюють базис простору ймовірних технічних рішень.

Другий етап полягає у визначенні вектору дискретних станів для кожної характеристичної функції. Прямий добуток всіх отриманих векторів надає можливість отримати шукану множину можливих альтернативних варіантів технічних рішень класу Ш структурних елементів: $X(x_i) \cdot Y(y_j) \cdot \ldots \cdot V(v_k) \cdot W(w_q) = E_{4t}^{Ш}$.

Третій етап полягає в побудові математичної моделі МК. Принцип побудови МК спрямований на приведення *N*-мірної моделі класифікації до такого вигляду, що може забезпечити графічну побудову МК. Для досягнення поставленої мети формуються парні добутки векторів типу $[X(x_i) \cdot Y(y_j)] \cdot \ldots \cdot [V(v_k) \cdot W(w_q)] = E^1 \cdot E^2 \cdot \ldots \cdot E^u = E_{4t}^{Ш}$. Прямий добуток кожної пари функцій являє собою матрицю властивостей, що характеризують усі можливі поєднання дискретних станів характеристичних функцій, які перемножуються:

$$E^1 = \begin{bmatrix} x_1y_1 & x_2y_1 & \ldots & x_iy_1 & \ldots & x_ny_1 \\ x_1y_2 & x_2y_2 & \ldots & x_iy_2 & \ldots & x_ny_2 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ x_1y_j & x_2y_j & \ldots & x_iy_j & \ldots & x_ny_j \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ x_1y_m & x_2y_m & \ldots & x_iy_m & \ldots & x_ny_m \end{bmatrix}.$$

Аналогічним чином записуються матриці $E^2, \ldots, E^u$.

Множина $E_{4i}^{Ш}$, яка була утворена як добуток просторів, що визначаються множинами $E^2, \ldots, E^u$, також може бути записана у вигляді матриці: $x_i \cdot y_j \cdot \ldots \cdot v_k \cdot w_q = e_{ts}^{Ш} \in E_{4t}^{Ш}$. Елементи матриці – це сполучення усіх дискретних станів характеристичних функцій.

Принцип утворення матриці у графічному вигляді, що відображає множину $E_{4t}^{Ш}$ і являє собою модель МК, наведено на рис. 1. З практичної точки зору кожний елемент $e_{ts}^{Ш}$ МК відповідає певному ймовірному технічному рішенню, характеристики якого визначають за дискретними станами по координатах даного елемента у матриці класифікатора.

Побудована матриця МК відображає всю ймовірну множину варіантів технічних рішень. Загальна кількість можливих варіантів визначається добутком $n \cdot m \cdot \ldots p \cdot r$ і, зрозуміло, може досягти великого значення. Слід зазначити, що не кожен з альтернативних варіантів технічних рішень буде представляти собою практично здійсненне та економічно доцільне рішення. Тому на цьому етапі здійснюється аналіз матриць, з яких складається МК, і виділення практично можливих і економічно доцільних поєднань дискретних станів.

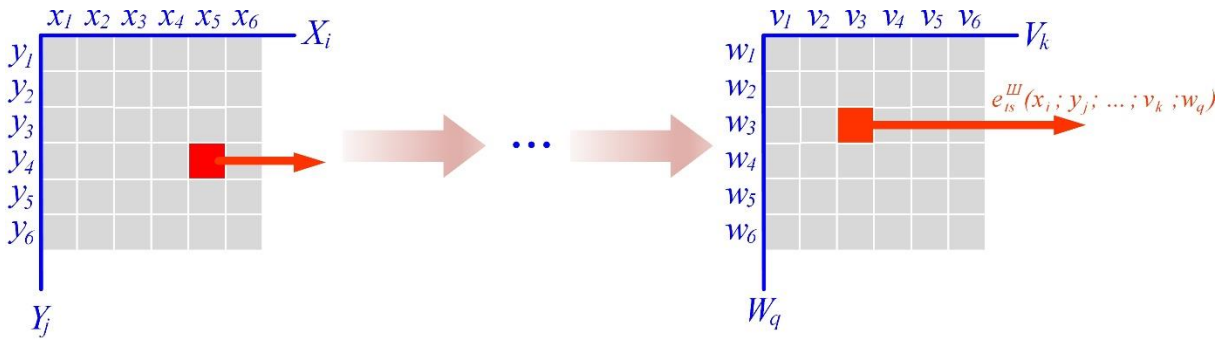

Рис. 1 – Модель морфологічного класифікатора

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.