

МАРКІВСЬКІ ЛАНЦЮГИ В ПРОЦЕСАХ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Анотація. Розглянуто існування марківських процесів при механічній обробці металів різанням, коли в результаті обробки отримують випадкові величини – розмір та шорсткість. Ці величини характеризуються наступними факторами: переміщеннями інструмента та заготівки, їх розмірами, жорсткістю та коливаннями системи «верстат-приспосовування-інструмент-деталь» тощо. При відомих значеннях отриманої випадкової величини «розмір» або «шорсткість» та нормальному законі розподілення можна очікувати, що їх послідовність буде представляти собою марківські ланцюги з деякими матрицями переходу.

Ключові слова: обробка поверхні, розмір, шорсткість, випадкова величина, марківський процес, матриця переходу, дискретний час.

Марківський процес представляє собою сукупність подій, для кожної з яких ймовірність настання визначається виключно попереднім станом [1, 2]. Розрізняють марківські ланцюги однорідні та неоднорідні. Неоднорідним називають марківський ланцюг, для якого ймовірність переходу системи від одного стану до іншого не змінюється з часом. Часто розглядають неоднорідні марківські ланцюги, які залежать від часу (фінанси, біологія, медицина, інформаційні технології, процеси та системи масового обслуговування, тощо). У промисловому виробництві при виготовленні великої кількості деталей також мають місце послідовності випадкових величин, наприклад, «розмір» та «шорсткість» поверхні після механічної обробки, величини відхилень форми та розташування поверхонь та ін., коли дані параметри мають різні значення зазвичай в деяких наперед визначених межах. Виникає питання про можливість представлення даних випадкових величин, зокрема «розмір» та «шорсткість» обробленої поверхні, як марківських ланцюгів, при розгляді багатьох послідовних ділянок однієї оброблюваної поверхні або великої кількості деталей.

Значну частину деталей механізмів транспортних та технологічних машин, незважаючи на розвиток та розповсюдження інших точних методів отримання деталей (штампування, точне лиття, зварювання) продовжують отримати шляхом механічної обробки на металорізальних верстатах. Як правило, обробка на верстатах дозволяє отримати поверхні практично будь якої форми, точності та чистоти поверхні [3], тому часто є завершальним етапом технологічного процесу. Основними параметрами, які характеризують оброблену поверхню, є отримані розмір та шорсткість. Чистове точіння, фрезерування або шліфування часто забезпечує остаточне отримання необхідних розмірів та якості поверхні. Конструктивні розміри на робочих кресленнях завжди задаються в певних межах. Це пояснюється наступними причинами: практично неможливо виконати розмір абсолютно точним (номінальним); відсутня сама необхідність виконувати абсолютно точний розмір, оскільки зазвичай його отримання в певних, заздалегідь обґрунтованих, межах забезпечує необхідну посадку в передачах або з'єднаннях.

Можна припустити, що при безперервній обробці поверхні існує певний зв'язок між роботою (положенням) інструменту в даному положенні та його роботою (положенням) в положенні попередньому. Таким чином, є підстави розглядати процес утворення випадкової величини отриманого розміру (шорсткості), як простий марківський ланцюг з дискретним часом.

Розглянемо однорідність за часом такого марківського ланцюга. Очевидно, що рух деталі (при токарній обробці) або інструменту (при фрезерній) є періодичним, рух відповідно інструменту та деталі є змінним у часі. Також змінними у часі є розміри різальних кромок інструменту, величина наросту, яка може мати періодичний характер. Тоді будемо розглядати неоднорідний марківський ланцюг.

Якщо шорсткість після обробки забезпечена відповідно вимог, то її показники теж знаходяться в певних межах, як і у випадку отриманого при обробці розміру. Якщо розбити оброблену поверхню на n , наприклад, рівних частин, то, очевидно, показник шорсткості кожної

i -ї ділянки обробленої поверхні, як і середній розмір, буде величиною випадковою. Якщо розглядати коливання середніх величин розміру або шорсткості від ділянки до ділянки на одній обробленій поверхні, тоді можна говорити про дискретний час, де проміжок часу дорівнює тривалості обробки кожної ділянки оброблюваної поверхні. Якщо оцінювати параметри шорсткості або розміру для всієї обробленої ділянки від деталі до деталі, то очевидно, що час також буде дискретним. Залишається відкритим вибір критерію оцінювання розміру чи шорсткості обробленої деталі по кількох ділянках обробленої поверхні чи для всієї обробленої поверхні. На наш погляд, застосування того чи іншого виду критерію буде залежати від довжини оброблюваної поверхні, вимог до якості поверхні та методів її оцінки.

Для марківського ланцюга параметр (розмір, шорсткість) на i -й ділянці (деталі) буде визначатись, крім попереднього параметру, на $(i-1)$ -й ділянці або деталі, ще і перехідною функцією, тобто ймовірністю отримання i -го параметру. Якщо здійснюється обробка на, наприклад, токарних верстатах, то така перехідна функція буде визначатись точністю переміщення супорту з різцем, пружними коливаннями різальної кромки, зміною величини наросту на вершині різця, радіальними вібраціями деталі при обертанні шпинделя, коливаннями радіального розміру деталі, варіативністю механічних властивостей оброблюваного матеріалу деталі. При обробці плоских поверхонь фрезеруванням отриманий параметр буде визначатись пружними коливаннями оправки, коливанням радіального розміру фрези, вібраціями стола, який переміщується разом із заготовкою тощо. При дослідженні параметру від деталі до деталі необхідно додати неточність переміщення інструмента або стола в початкове положення, неточність набору глибини різання і т.ін. Таким чином, вид перехідної функції є досить складним і на сьогоднішній день невизначеним.

Таким чином, параметр R_i (розмір, шорсткість) на даній ділянці оброблюваної деталі буде визначатись його значенням на попередній ділянці R_{i-1} та матрицями переходу, які характеризують ймовірності перебування заготовки P_1 та інструмента P_2 в певних положеннях, досягання розміру інструменту певного значення P_3 , пружних коливань інструмента (заготовки) P_4 , тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Погоруй А. О. Вступ до теорії випадкових процесів : навчальний посібник / А. О. Погоруй, О. А. Чемерис – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2020. – 70 с.
2. Випадкові процеси: теорія, статистика, застосування : підручник / Ю. С. Мішура, К. В. Ральченко, Л. М. Сахно, Г. М. Шевченко. – 2-ге вид., випр. і допов. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2023. – 496 с.
3. В.М. Клименко, О.П. Шиліна, А.Ю.Осадчук К 49 Технологія конструкційних матеріалів. / Частина третя. Основи механічної обробки матеріалів. Навчальний посібник. – Вінниця: УНІВЕРСУМВінниця, 2008. – 73 с.

Шостачук Андрій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, викладач кафедри «Загально-технічні дисципліни», Житомирський агротехнічний фаховий коледж, Житомир, e-mail: vbnauka@i.ua

MARK'S PROCESSES IN METAL CUTTING

Abstract. They considered the existence of Markov processes in the mechanical processing of metals by cutting, when random variables are obtained as a result of processing - size and roughness. These variables are characterized by the following factors: the movements of the tool and work piece, their sizes, the rigidity and the oscillations of the system "machine-tool-fixture-tool-part", etc. With a known value of the random variable "obtained size" and "obtained roughness" and its normal distribution law, it can be expected that the sequence of the random variable size or roughness will be a Markov chain with some transition matrix.

Keywords: surface treatment, roughness, random variable, Markov process, transition function, discrete time.

Shostachuk Andrii, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, teacher of the Department of general technical disciplines, Zhytomir Agricultural Technical Professional College, Zhytomir, e-mail: vbnauka@i.ua