

УДК 686.1.05, 676.84.052

Я.Б. Стеців, Н.М. Кандяк, А.Б. Коломієць*Українська академія друкарства***МЕТОДИКА ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ САМОНАКЛАДУ
ПЛОСКИХ НАПІВФАБРИКАТІВ**

Для перевірки роботоздатності розробленого самонакладу проведено серію експериментів. Для обробки даних використано розширені можливості MathCAD та MS Excel. У середовищі останнього було створено макрос на мові програмування Visual Basic for Applications.

Самонаклад, експеримент, дані, обробка, макрос, тренд, програмування

У друкарському, післядрукарському і пакувальному обладнанні широко застосовують самонаклади плоских напівфабрикатів (зошити, картонні сторонки палітурок, книжково-журнальні блоки, розгортки паковань). На кафедрі ППМТП Української академії друкарства розроблено новий пристрій переміщення цих напівфабрикатів з магазину самонакладу в робочу зону машин [5]. До складу кулачково-важільного механізму приводу штовхачів введено ланку змінної довжини. Завдяки застосуванню програмованої трансформації руху робочої ланки усунуто недоліки існуючих самонакладів. При цьому забезпечуються технологічно необхідний хід і продуктивність без зростання інерційних навантажень.

Для перевірки роботоздатності розробленого самонакладу та аналітичних залежностей і результатів комп'ютерного моделювання проведено серію експериментів. Спроектовано і виготовлено стендовий зразок самонакладу із запропонованим механізмом у вигляді окремого модуля [6]. Дані датчиків зчитувалися за допомогою аналого-цифрового перетворювача і записувалися в окремий текстовий файл для подальшого опрацювання.

Обробку даних було вирішено виконати із застосуванням розширених можливостей відомих програмних пакетів — *MathCAD* та *MS Excel*.

Система *MathCAD* має широкі можливості в області обробки експериментальних даних [3]. Багато вбудованих статистичних функцій, функції інтерполяції і регресії, різноманітність графіків і поверхонь дозволяють найкращим чином представити отримані результати вимірювань. Найскладніше завдання — переклад даних у вигляд, доступний для системи *MathCAD*. Якщо проведено небагато вимірювань, то можна створити відповідні матриці, вектори, безпосередньо заповнивши їх вручну. Однак, якщо даних багато, то такий спосіб може бути неефективним.

Для зчитування даних із зовнішніх файлів у системі *MathCAD* передбачено декілька методів [4]. Один з них — вбудована функція *READPRN* («файл»),

де файл — це ім'я текстового файла (якщо він збережений у тому ж каталозі, що й *MathCAD*), або за допомогою меню *Data*, що дозволяє імпортувати або експортувати дані в одному з трьох способів і в різних форматах.

Вставка елемента в аркуш, який зчитує з файлів дані, можливий у наступних форматах: текстовому *ASCII*, *MATLAB*, *Microsoft Excel*, *Lotus 1-2-3*, *Quattro Pro*, і *Dbase III*.

MathCAD здатний читати як структуровані, так і неструктуровані текстові *ASCII*-файли. При цьому в першому випадку результатом буде стандартний для програми вектор, у другому — відповідна матриця. Для того щоб в *MathCAD* було можливим імпортування даних з текстового файла, слід враховувати наступні правила: числа в *ASCII*-файлі повинні бути розділені пробілами, комами, символами табуляції, керуючими символами закінчення рядка тощо.

Для опрацювання результатів експерименту в системі *MathCAD* складено програму, в яку спочатку імпортуються дані одним з перелічених вище методом. Після того проводиться тарування даних. По осі ординат визначаємо ціну одного значення (масштабний коефіцієнт фізичної величини), а потім множимо на масив експериментальних даних, щоб отримати реальні значення цієї величини (момент або сила). По осі абсцис відкладаємо час, який отримаємо шляхом ділення кількості значень на частоту вибірки аналогово-частотного перетворювача (утворюється масштабний коефіцієнт часової величини). Результат виводимо на графік (рис. 1, а).

При проведенні експерименту на результат впливає багато факторів: зазори в кінематичних парах, характеристики приводу, шуми електронних приладів. Тому для об'єктивної оцінки результатів здійснювали фільтрацію даних за допомогою цифрових фільтрів. Використовували фільтр на основі швидкого перетворення ряду Фур'є (результат виведено на графік рис. 1, б). Після попередньої обробки результатів можемо порівняти показники, отримані експериментальним та аналітичним шляхом, або провести інтерполяцію, регресію залежно від того, що потрібно отримати внаслідок виконання експерименту. Було визначено дійсні кінематичні і динамічні характеристики окремих найбільш навантажених вузлів (коромисло коромислово-повзунного контуру) та в цілому механізмі переміщення аркушевих напівфабрикатів з магазину в робочу зону машини-автомата. Окремо було проведено серію експериментів з оцінювання впливу форми і ваги напівфабрикатів на параметри руху механізму.

Для обробки експериментальних показників у програмі *Excel* передбачено багато статистичних функцій, функцій згладжування, опису кривих. Можна імпортувати відомості до наявного аркуша як діапазон зовнішніх даних на вкладці «дані» в групі «зовнішні дані» або відкрити текстовий файл в *Excel*. Оскільки є обмеження в кількості комірок, то до недоліків цих двох методів можна віднести те, що зчитуються всі значення підряд і залежно від розміру

файла може не вистачити комірок для запису показників [1, 2]. Для усунення цього недоліку створено макрос (рис. 2), який зчитує вибіркові дані із зовнішнього файлу і записує їх у комірки. За допомогою макросу можливо зчитувати кожне десяте або соте значення, або почати зчитувати дані з деякого значення, що дозволяє зменшити їх кількість і полегшити подальшу обробку.

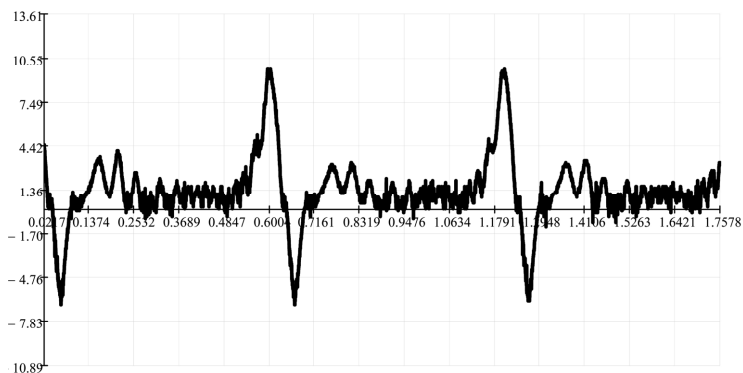
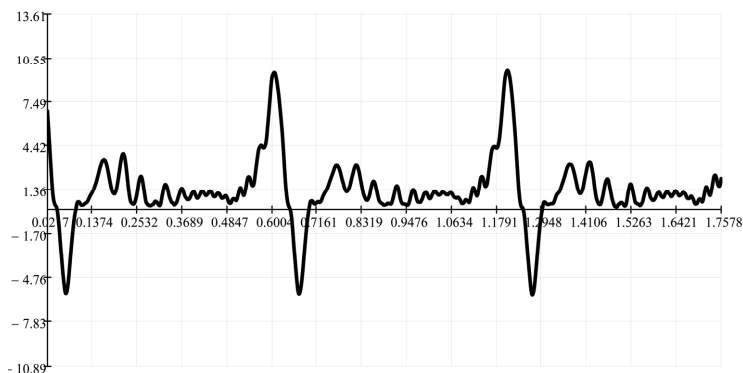
*a**б*

Рис. 1. Графік крутного моменту на експериментальному стенді

Після імпорту показників можна провести їх тарування та вивід на діаграму. На експериментальну криву в діаграмі можна накладати фільтри для спрощення або апроксимації (за допомогою лінії тренду). Використання лінії тренду (рис. 3) дозволяє математично описати функцію, отриману експериментальним шляхом, та виконувати прогнозування результатів.

Можливі наступні варіанти функцій апроксимації експериментальних даних:

лінійна (застосовується в простих випадках, коли експериментальні дані зростають або убують з постійною швидкістю);

логарифмічна (для опису експериментальних показників, які спочатку швидко зростають або зменшуються, а потім поступово стабілізуються;

степенева (для даних з швидкістю, що постійно збільшується або зменшується, дані не повинні мати нульових або негативних значень);

експоненціальна (для даних, які швидко зростають або убують, а потім поступово стабілізуються);

поліноміальна (для опису експериментальних даних, що поперемінно зростають і зменшуються, ступінь полінома визначається кількістю екстремумів кривої).

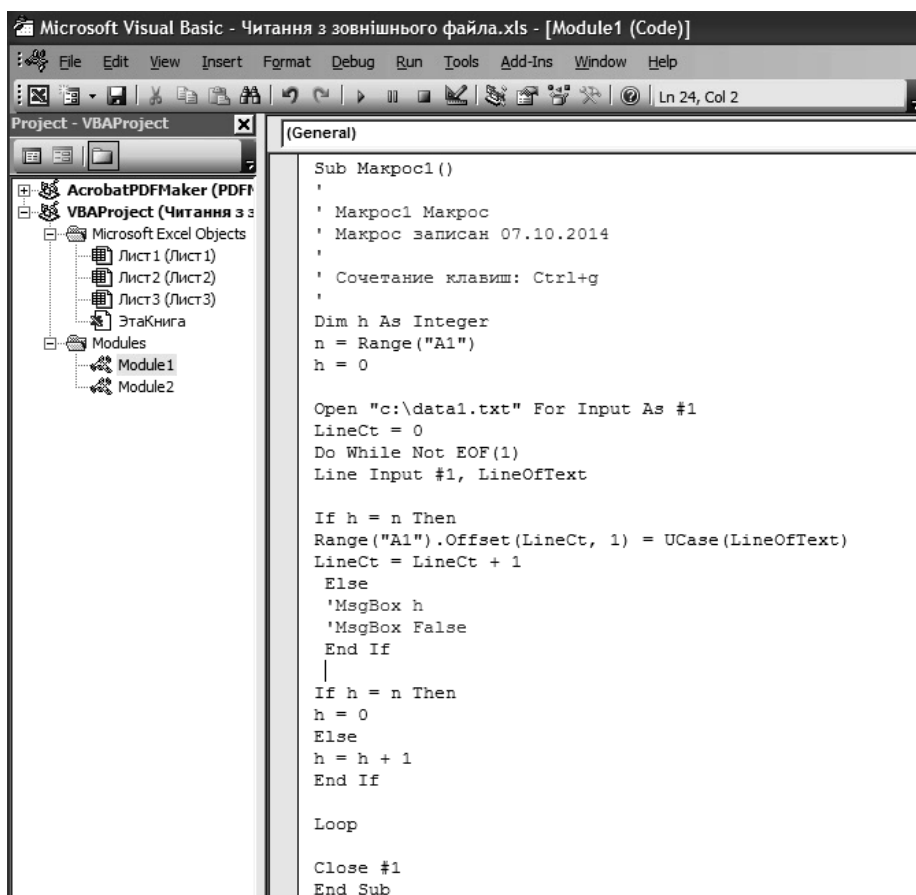


Рис. 2. Вікно макросу для зчитування із зовнішнього файла

Підібрано функцію (рис. 3), що найкращим чином згладжує експериментальну залежність між змінними і точно відображає загальну тенденцію залежності, виключає погрішності вимірювань і випадкові відхилення. Для цього додатково контролювалася ступінь близькості апроксимації експериментальних даних вибраною функцією, що оцінюється коефіцієнтом детермінації

(R^2). Перевірялося декілька відповідних варіантів апроксимуючих функцій, серед них вибрано функцію з більшим коефіцієнтом детермінації (прагнучим до одиниці). Наприклад, у розглянутому випадку найбільший коефіцієнт R^2 має поліном шостої степені. Проте використання його недоцільне, через те що поліном нижчої степені має незначно менші значення R^2 , але простішу формулу.

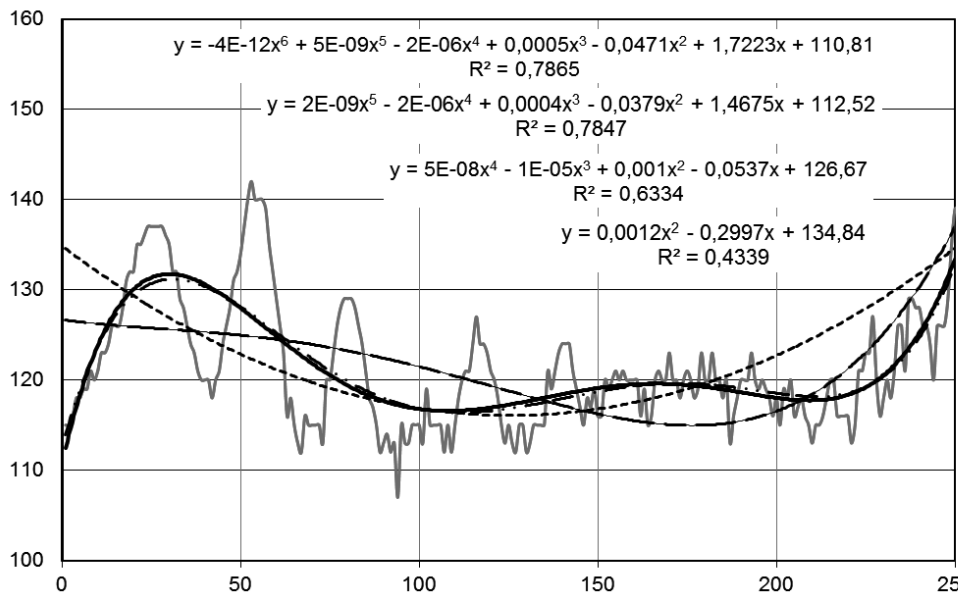


Рис. 3. Експериментальні криві з накладеними лініями тренда

З вищевикладеного випливають наступні висновки:

- для обробки отриманих сигналів від датчиків стенда дані експортувалися в середовище Mathcad, використано розширені функціональні особливості;
- розроблено макрос у MS Excel для експорту даних, що значно спрощує їх обробку без втрати точності, можливе керування дискретністю даних;
- у результаті обробки експериментальних даних запропоновано апроксимувати їх поліномами не вище п'ятої степені;

виявлені під час обробки експериментальних досліджень залежності дозволили виробити рекомендації з удосконалення конструкції самонакладу.

1. Берндт Г. Измерение, управление и регулирование с помощью макросов VBA в Word и Excel / Г. Берндт, Б. Каинка. — К. : МК-Пресс; СПб. : Корона-Век, 2008. — 256 с. 2. Кандяк Н. М. Експериментальні дослідження комбінованого мальтійського механізму / Н. М. Кандяк. // Науковий вісник НЛТУ. — Львів : НЛТУ. — 2011. — Вип. 21.18. — С. 81–86. 3. Косарев Е. Л. Методы обработки экспериментальных данных : учеб. пособ. для вузов / Е. Л. Косарев. — М. : Физматлит, 2008. — 208 с. 4. Кузнецов В. О. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Інженерні розрахунки на ПЕОМ» / В. О. Кузнецов, А. Б. Коломісць. — Ч. 2. Розрахунки в

середовищі Mathcad. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2005. — 62 с. 5. Пат. 103240 Україна. МПК В65В 41/00. В65Н 5/00. F16Н 21/00. Пристрій для переміщення плоских напівфабрикатів / О. М. Полюдов, І. І. Рєгей, А. Б. Коломієць, Я. Б. Стеців; заявник і патентовласник Укр. акад. друкарства. — № 201113964 ; заявл. 28.11.2011 ; опубл. 25.09.2013, Бюл. № 18. — 4 с. 6. Стеців Я. Б. Експериментальні дослідження самонакладу аркушевих напівфабрикатів для поліграфічних і пакувальних машин: тези доп. наук.-техн. конф. проф.-викл. складу, наук. працівн. і асп.: 4–7 лют. 2014 р., Львів / Я. Б. Стеців. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2014. — С. 10.

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ САМОНАКЛАДА ПЛОСКИХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Для проверки работоспособности разработанного самонаклада проведена серия экспериментов. Для обработки данных использованы расширенные возможности MathCAD и MS Excel. В среде последнего создан макрос на языке программирования Visual Basic for Applications.

METHODOLOGY OF TREATMENT OF EXPERIMENTAL RESEARCH RESULTS OF FLAT SEMI-FINISHED ITEMS' FEEDER

The series of experiments are conducted for verification of the worked out feeder's capacity. The extended possibilities of MathCAD and MS Excel are used for processing of data. A special macro was created in environment of Visual Basic for Applications programming language.

Стаття надійшла 31.10.2014