

УДК 686.12.056

## АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОБРОБКИ КОРІНЦЯ КНИЖКОВОГО БЛОКА ЗАСОБАМИ SOLIDWORKS

© А. І. Іванко, к.т.н, доцент, Д. Г. Кухарук,  
магістрант, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

**В данной работе средствами автоматизированного проектирования SolidWorks создана анимация устройства для обработки корешка книжного блока. Создана математическая модель, которая позволяет анализировать кинематические и динамические характеристики устройства.**

**In this work with facilities of SolidWorks for automated design are created animation of device for processing of binding edge. A mathematical model is created, that allows to analyse kinematics and dynamic descriptions of device.**

### **Постановка проблеми**

Проектування нового високопродуктивного поліграфічного обладнання [1] чи удосконалення вже існуючого завжди супроводжується технічними перешкодами, а саме:

- трудомісткістю проектування та планування,
- відносно великими затратами часу на проектування,
- виготовлення тестових взірців та випробування,
- оцінка якості технічного рівня впроваджених результатів проектування у виробництво.

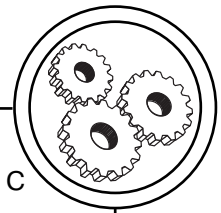
В значній мірі вирішити дані питання щодо моделювання механізму безупинної обробки корінця книжкового блока до нанесення клею, неможливо без інтеграції у даний процес різноманітних систем автоматизованого проектування.

### **Аналіз попередніх досліджень**

Розроблений пристрій для підготовки корінця книжкового

блока до незшивного клейового скріплення [2, 3]. Введення до привода пристрою кривошипно-повзунного механізму з послідовно закріпленими на шатуні дисковими ножами дозволяє здійснити послідовне зрізування корінця книжкового блока. Крім того, дисковим ножем надається відповідна траєкторія руху, яка сприяє зменшенню сумарної сили різання: вертикальної, горизонтальної та лобової. Таким чином, зменшується споживана потужність привода.

Як варіант, вмонтовується торшонуючий різець в останній ніж, що дозволяє одночасно із зрізуванням наносити мікрорельєф на поверхню коріння книжкового блока для більш якісного закріплення на його поверхні клею. Це підвищує міцність клейового скріплення, зменшує кількість необхідних операцій з підготовки корінця та збільшує продуктивність роботи пристрою загалом.



Для отримання найкращого техніко-економічного результату виникає необхідність підбору найбільш оптимальних геометричних та кінематичних параметрів механізму.

**Мета роботи**

Метою роботи є створення анімаційної 3D моделі пристрою обробки корінця книжкового блока до нанесення клею при незшивному клейовому скріпленні. Засобами SolidWorks створити математичну модель пристрою для аналізу кінематичних і динамічних характеристик.

**Результати проведених досліджень**

Пристрій для безупинного обрізування корінця і одночасної підготовки його площини до нанесення клею вміщує в собі кривошип OA, що обертається навколо осі O, ножетримач AB, на якому монтуються дискові ножі та повзун B.

Обрізування корінця відбувається поступово протягом ряду циклів руху ножів. Для прикладу розглянемо характерну точку C, що розміщена на крайці леза ножа (рис. 1).

Модуль швидкості точки C визначається за формулою:

$$v_C = \sqrt{v_{x_C}^2 + v_{y_C}^2}, \quad (1)$$

де  $v_{x_C}$  і  $v_{y_C}$  проекції швидкості точки C на координатні вісі x, y.

Відповідно горизонтальна і вертикальна складові швидкості:

$$v_{x_C} = \frac{dx_C}{d\varphi} = -(r + r_H) \cdot \omega \cdot \sin\varphi - \frac{k_1 \cdot (r + r_H)^2 \cdot \omega \cdot \sin\varphi \cdot \cos\varphi}{l \cdot \sqrt{1 - \frac{(r + r_H)^2 \cdot \sin^2\varphi}{l^2}}}, \quad (2)$$

$$v_{y_C} = \frac{dy_C}{d\varphi} = k_2 \cdot (r + r_H) \cdot \omega \cdot \cos\varphi. \quad (3)$$

де  $r$  — довжина кривошипа,  $r_H$  — радіус дискового ножа,  $k_1$  та  $k_2$  — коефіцієнти, що враховують геометричні співвідношення ділянок ножотримача,  $\omega$  — кутова швидкість кривошипа,  $l$  — довжина шатуна.

Модуль прискорення точки C становитиме:

$$a_C = \sqrt{a_{x_C}^2 + a_{y_C}^2}, \quad (4)$$

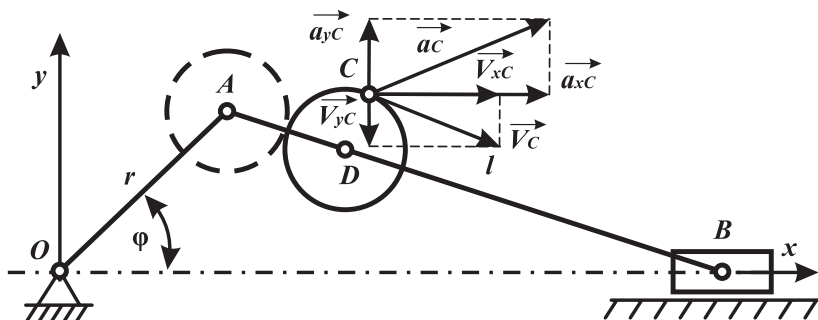
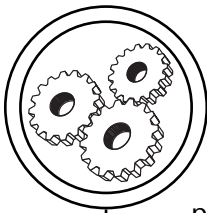


Рис. 1. Розрахункова схема кінематичних величин для заданої точки



де  $a_{xС}$  і  $a_{yС}$  проекції прискорення точки С на координатні вісі  $x$ ,  $y$ .

Відповідно горизонтальна і вертикальна складові прискорення:

$$a_{xС} = \frac{dv_{xС}}{d\varphi} = -(r+r_H) \cdot \omega^2 \cos\varphi - \frac{k_1 \cdot (r+r_H)^4 \cdot \omega^2 \cdot \sin^2\varphi \cdot \cos^2\varphi}{I^3 \cdot \left(1 - \frac{(r+r_H)^2 \cdot \sin^2\varphi}{I^2}\right)^{\frac{3}{2}}} - \frac{k_1 \cdot (r+r_H)^2 \cdot \omega^2 \cdot \cos^2\varphi}{\sqrt{I^2 - (r+r_H)^2 \cdot \sin^2\varphi}} + \frac{k_1 \cdot (r+r_H)^2 \cdot \omega^2 \cdot \sin^2\varphi}{\sqrt{I^2 - (r+r_H)^2 \cdot \sin^2\varphi}}, \quad (5)$$

$$a_{yС} = \frac{dv_{yС}}{d\varphi} = -k_2 \cdot (r+r_H) \cdot \omega^2 \cdot \sin\varphi. \quad (6)$$

Програмне забезпечення SolidWorks дозволяє автоматизувати процес розробки сучасного поліграфічного обладнання на стадії проектування. Так засобами системи автоматизованого проектування SolidWorks можна попередньо візуалізува-

ти технологічний процес обробки корінця книжкового блока різальними інструментами.

Вихідними параметри для САПР є кінематичні залежності, складальні креслення механізму та окреме креслення складальних одиниць. На базі цих даних створюється твердотіла 3D модель механізму та імітується технологічний процес (рис. 2).

Процес створення тривимірної моделі механізму, що має кривошипно-повзунний привод різальних інструментів складається з двох основних етапів:

- створення тривимірних моделей складових одиниць механізму;

- поєднання окремих деталей-одиниць у механізм із заданими кінематичними залежностями пар деталей.

Наступним етапом автоматизованого проектування процесу є створення анімації роботи механізму з врахуванням кінематичних характеристик (наприклад: частота обертання кривошипа, лінійна швидкість книжкового блока) та характер кінематичних

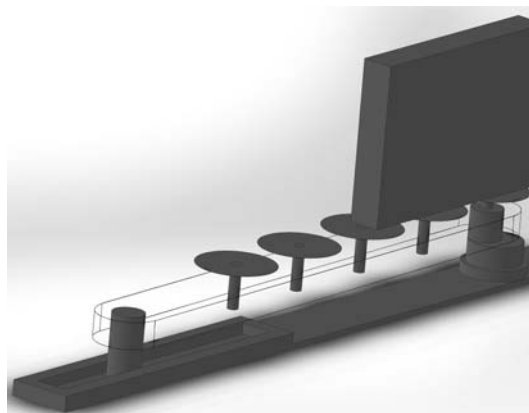


Рис. 2. Моделювання пристрою засобами SolidWorks

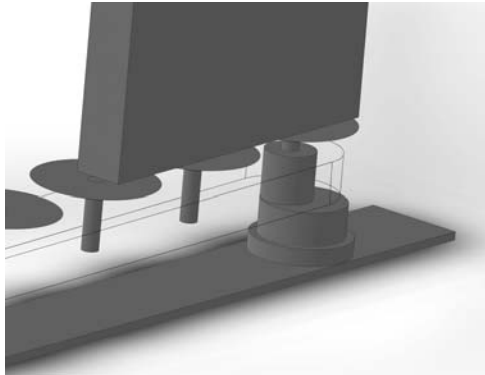
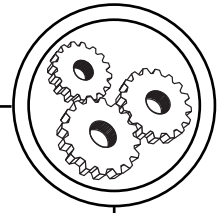


Рис. 3. Розрахунок швидкості виконавчої ланки механізму протягом визначеного проміжку часу

зв'язків у контактних парах з урахуванням сил тертя (рис. 3).

Візуалізація дає можливість більш детального розгляду технологічного процесу підготовки корінця книжкового блока до нанесення клею, як протягом всього періоду обробки корінця, так і в конкретний період, тобто за один оберт кривошипа.

### Висновки

Використання САПР дозволяє створювати математичні моделі для аналізу роботи механізму з відповідним графічним

відображенням кінематичних величин: швидкостей та прискорень будь-якої точки заданого механізму в залежності від часу або кута повороту кривошипа.

Основною перевагою САПР при проектуванні механізму є те, що при зміні ряду вхідних кінематичних даних відбувається автоматизований перерахунок усіх результатів. Це дає змогу вибрати найбільш оптимальний варіант механізму, що проектується та суттєво зменшити час на його дослідження.

1. Топольницький П. В. Нові технології та пристрої для різання поліграфічних матеріалів та книжково-журнальних блоків : навч. посіб. / П. В. Топольницький, О. Б. Книш. — Львів : Афіша, 2003. — 88 с. 2. Пат. 49327 Україна, МПК В 26 D 1/00. Пристрій для безупинного обрізування корінця книжкового блока і підготовки його до нанесення клею / А. І. Іванко. — Заявл. 10.11.2009; Опубл. 26.04.2010. — Бюл. № 8, 2010. — 4 с. 3. Полюдов О. М. Розрахунки циклових механізмів поліграфічних і пакувальних машин на персональному комп'ютері (теорія, програми, інструкції) : навч. посібник / О. М. Полюдов, В. О. Кузнецов, А. Б. Коломієць. — Львів : УАД, 2004. — 94 с. 4. Полюдов О. М. Механіка поліграфічних автоматів : навч. посіб. / О. М. Полюдов. — К. : НМК ВО, 1991. — 168 с. 5. Д. Мюррей. SolidWorks. Второе издание / Дэвид Мюррей. — М. : Издательство «Лори», 2003. — 604 с.

Рецензент — Ю. О. Шостачук,  
к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 21.12.11