

УДК 655.366

К. Я. Сенчина*Українська академія друкарства***АНАЛІТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗМІНИ
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗУСИЛЛЯ
ПРИ РОЗРІЗУВАННІ КАРТОННОЇ СТРІЧКИ**

Проводиться аналітичне обґрунтування зміни технологічного зусилля від глибини проникнення інструмента в товщу матеріалу, яке виникає в процесі розрізування картонної стрічки на аркуші, що дозволяє отримати поточне значення сили різання. Експериментальні дані руйнування матеріалу описуються поліноміальними функціями.

Лінійне зусилля, поліноміальна функція, різальний інструмент, картонна стрічка

Удосконалення сучасних аркушерізальних машин здійснюють у напрямі підвищення продуктивності їх роботи, точності та якості різання матеріалів, широкого застосування мікропроцесорної техніки, підвищення зручностей при обслуговуванні та зменшення енерговитрат. Якщо підприємство закуповує папір чи картон у рулонах, то розрізування стрічки являється відповідальною операцією технологічного процесу виготовлення поліграфічної продукції чи засобів пакування.

Підвищення точності та якості лінії різу залежить від цілого ряду технологічних параметрів процесу і конструктивних особливостей аркушерізального пристрою [2–3]. Дослідження мікропроцесу, що відбувається при врізанні ножа в картон, дозволяє аналізувати особливості руйнування аркуша. Варто зазначити, що ніж є основним робочим інструментом різальної машини, що визначає точність і якість лінії різання. Навіть за умови ідеального технічного стану машини, високої кваліфікації оператора та дотримання всіх інших умов неможливо отримати продукцію високої якості без якісного та гострого інструмента. Сили різання змінюються залежно від фізико-механічних характеристик картону, ступеня його вологості, стану різального інструмента (зокрема геометрії робочої крайки та ступеня затуплення). Робота затупленим ножом призводить до різкого зростання технологічних навантажень, перевантаження машини та її передчасне зношування [5].

Забезпечення ефективної працездатності аркушерізального обладнання ґрунтується на проведенні досліджень фізичної сутності та закономірностей процесу розрізування стрічки на аркуші. Експериментальні дослідження впливу різноманітних чинників на технологічно необхідне зусилля і точність розрізування наведені в праці [4]. У ній автор констатує, що збільшення товщини матеріалу призводить до аналогічної зміни технологічного зусилля розрізування не пропорційне його товщині. На рис. 1 наведено графік залежності лінійних зусиль від глибини врізання інструмента в картон.

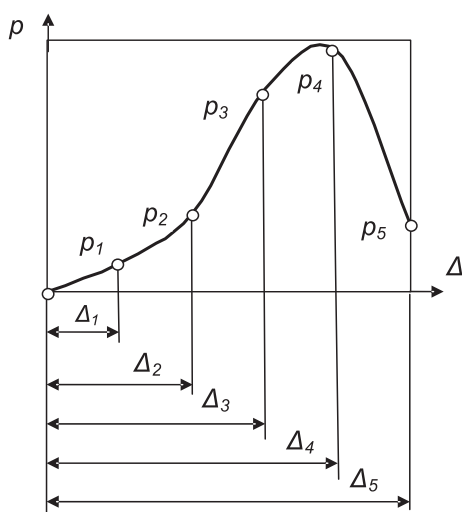


Рис. 1. Характер зміни лінійного зусилля від візання ножа в картон

Сила різання, прикладена до ножа 1 (рис. 2), необхідна для розрізування картонної стрічки КС

$$F_p = k \cdot B \cdot p, \quad (1)$$

де k — коефіцієнт, що враховує гостроту ножа; p — лінійне зусилля різання; B — довжина лінії різання.

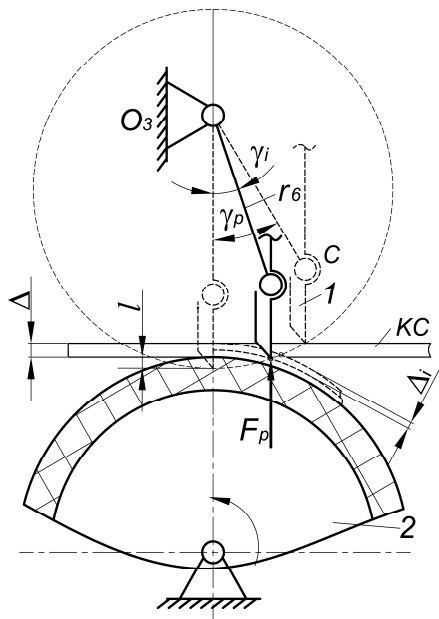


Рис. 2. Схема до розрахунку поточної сили при розрізуванні картонної стрічки

Використовуючи поліноміальні функції для математичного опису зміни лінійного зусилля різання, складаємо програму та розв'язуємо рівняння в програмі Mathcad. Відповідно до умов складаємо систему лінійних рівнянь з невідомими коефіцієнтами A_i [1]:

$$\begin{cases} p_1 = A_2 \cdot \Delta_1^2 + A_3 \cdot \Delta_1^3 + A_4 \cdot \Delta_1^4 + A_5 \cdot \Delta_1^5 + A_6 \cdot \Delta_1^6, \\ p_2 = A_2 \cdot \Delta_2^2 + A_3 \cdot \Delta_2^3 + A_4 \cdot \Delta_2^4 + A_5 \cdot \Delta_2^5 + A_6 \cdot \Delta_2^6, \\ p_3 = A_2 \cdot \Delta_3^2 + A_3 \cdot \Delta_3^3 + A_4 \cdot \Delta_3^4 + A_5 \cdot \Delta_3^5 + A_6 \cdot \Delta_3^6, \\ p_4 = A_2 \cdot \Delta_4^2 + A_3 \cdot \Delta_4^3 + A_4 \cdot \Delta_4^4 + A_5 \cdot \Delta_4^5 + A_6 \cdot \Delta_4^6, \\ p_5 = A_2 \cdot \Delta_5^2 + A_3 \cdot \Delta_5^3 + A_4 \cdot \Delta_5^4 + A_5 \cdot \Delta_5^5 + A_6 \cdot \Delta_5^6; \end{cases} \quad (2)$$

де A_i — коефіцієнти; Δ_i — величина врізання ножа в товщину картону; p_i — поточне значення лінійного зусилля різання.

З виразу (2) кожному зі змінних, яка має безпосередній вплив на коефіцієнт технологічного зусилля A_p , можна розглядати як їх лінійну комбінацію і в загальному вигляді записуємо матричним рівнянням

$$A_i = \Delta_i^{-1} \cdot p_i, \quad (3)$$

або в розгорненому вигляді

$$\begin{pmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta_1^2 \Delta_1^3 \Delta_1^4 \Delta_1^5 \Delta_1^6 \\ \Delta_2^2 \Delta_2^3 \Delta_2^4 \Delta_2^5 \Delta_2^6 \\ \dots \\ \Delta_n^2 \Delta_n^3 \Delta_n^4 \Delta_n^5 \Delta_n^6 \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \dots \\ p_n \end{pmatrix}. \quad (4)$$

За результатами розв'язку системи (4) для заданих p_i та Δ_p , визначивши коефіцієнти A_p , складаємо рівняння залежності сили різання від товщини картону

$$F_p = (A_2 \cdot \Delta_i^2 + A_3 \cdot \Delta_i^3 + A_4 \cdot \Delta_i^4 + A_5 \cdot \Delta_i^5 + A_6 \cdot \Delta_i^6) \cdot B \cdot k. \quad (5)$$

Розрізування починається в момент контакту леза ножа зі стрічкою і закінчується після повороту коромисла O_3C на кут γ_p (рис. 2). Спроектвавши радіус обертання ножа на вертикальну вісь, отримуємо

$$r_6 - \Delta - l = r_6 \cdot \cos \gamma_p, \quad (6)$$

де l — глибина врізання леза ножа в марзан; r_6 — радіус коромисла, на якому шарнірно закріплений ніж 1.

З виразу (6) знаходимо кут повороту коромисла O_3C

$$\gamma_p = \arccos \left[\frac{r_6 - \Delta - l}{r_6} \right]. \quad (7)$$

Глибина різання Δ_i залежить від поточного кута повороту γ_i

$$\Delta_i = r_6 \cdot [\cos(\gamma_p - \gamma_i) - \cos(\gamma_p)] \quad (8)$$

Параметри товщини картону і радіуса коромисла є заданими. Далі визначаємо поточні значення кута γ_i та підставляємо у вираз (5)

$$F_p = (A_2 \cdot \gamma_i^2 + A_3 \cdot \gamma_i^3 + A_4 \cdot \gamma_i^4 + A_5 \cdot \gamma_i^5 + A_6 \cdot \gamma_i^6) \cdot B \cdot k. \quad (9)$$

Розв'язок залежності (9) дає можливість визначати сумарну силу різання картону різної товщини від кута повороту ножа γ_p .

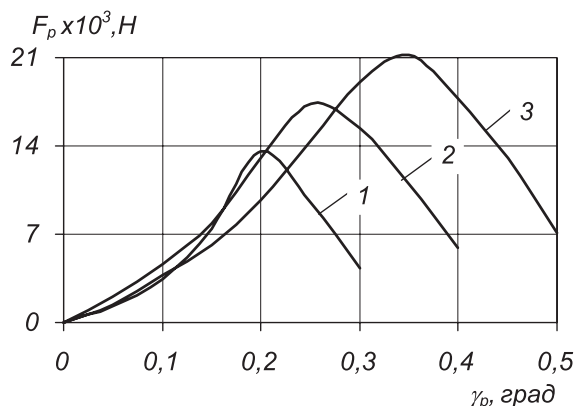


Рис. 3. Графіки залежності сил різання від глибини різання ножа в картон завтовшки:
 $\Delta = 0,3 \text{ мм}$ (1); $0,4 \text{ мм}$ (2); $0,5 \text{ мм}$ (3)

Аналізуючи отримані графіки залежностей (рис. 3), констатуємо, що при зміні товщини картону характер кривих залишається незмінним. При цьому змінюються лише максимальні значення сили різання (для кожної товщини картону існує певне значення технологічного зусилля різання). З графіків видно, що кінцеве руйнування аркушів здійснюється без входження ножа в нижні шари картону. Для розрізування картонної стрічки завтовшки 0,3 мм, що розмотується з рулону, і завширшки 840 мм максимальне значення сила різання досягає $13,4 \times 10^3 \text{ Н}$, а завтовшки 0,5 мм — $21,1 \times 10^3 \text{ Н}$.

Узагальнюючи отримані результати, можна дійти таких висновків, що за базовий варіант взято експериментальну оцінку руйнування матеріалу при розрізуванні картону клиноподібним інструментом, проведено аналітичне обґрунтування умов його руйнування. Запропоновано аналітичний вираз для оцінки поточних значень зусиль різання використанням поліноміальних функцій; аналітично встановлено залежність поточних зусиль різання від товщини картону; розроблена методика оцінки зміни силових навантажень при розрізуванні картонної стрічки пропонується для використання при модернізації діючого та проектуванні нового обладнання.

1. Полюдов О. М. Розрахунки циклових механізмів поліграфічних і пакувальних машин на персональному комп'ютері: навч. посіб. / О. М. Полюдов, В. О. Кузнецов, А. Б. Коломієць. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2004. — 90 с. 2. Регей І. І. Розрізування картонної стрічки на аркуші (кінематика пристрою з кулісним приводом) / І. І. Регей, К. Я. Сенчина // Упаковка. — 2010. — № 6. — С. 32–34. 3. Сенчина К. Я. Дослідження енергосилових характеристик кулісно-важільного механізму при розрізуванні картонної стрічки / К. Я. Сенчина // Упаковка. — 2011. — № 3. — С. 20–22. 4. Терницький С. В. Дослідження технологічно-необхідних зусиль висікання розгортки картонних пакувань / С. В. Терницький // Упаковка. — 2011. — № 3. — С. 28–31. 5. Хведчин Ю. І. Резальные машины и комплексы POLAR : учеб. пос. / Ю. И. Хведчин, Ю. А. Шостачук, М. Оучар. — К. : ПКТ «СТ-Друк», 2004. — 204 с.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УСИЛИЯ ПРИ РАЗРЕЗАНИИ КАРТОННОЙ ЛЕНТЫ

Проведено аналітичне обосновання змінення технологічного зусилля в залежності від глибини проникнення інструмента в товщу матеріала, що виникає в процесі розрізання картонної ленти на листи, що дозволяє отримати поточне значення сили різання. Експериментальні дані руйнування матеріала описані поліноміальними функціями.

ANALYTICAL JUSTIFICATION OF CHANGE OF THE TECHNOLOGICAL EFFORTS CUTTING CARDBOARD RIBBON

Conducted analytical study of change of technological effort from the depth of penetration of the tool in the material that arises in process of cutting the cardboard ribbon on sheets, to give the current value of cutting forces. The experimental data of material destruction described by polynomial functions.

Стаття надійшла 04.08.2011

УДК 004.942+[341.24+349.6]:005

Е. П. Семенюк, Т. В. Олянишен

Національний лісотехнічний університет України

В. М. Сеньківський, О. В. Мельников

Українська академія друкарства

ЕКОЛОГІЧНА КОНСТИТУЦІЯ ЗЕМЛІ: ІДЕЯ, КОНЦЕПЦІЯ, ПЕРЕШКОДИ

Розглянуто ідею Екологічної Конституції планети та перешкоди на шляху її реалізації. Запропоновано ієрархічну схему цих перешкод. Сформовано множинну лінгвістичних змінних, які відповідають даним факторам

Перешкоди, ієрархія, Екологічна Конституція Землі, лінгвістичні змінні

У квітні 1992 р. на одній з міжнародних наукових конференцій в Нью-Йорку член української делегації професор Ю. Ю. Туниця виступив з доповіддю, де вперше було сказано про доцільність підготовки й ухвалення світової екологічної конституції, а також створення органів контролю за дотриманням її норм. Конференція підтримала ідею такої конституції та ухвалила резолюцію «Про створення нових організаційних структур міжнародного екологічного співробітництва». Про це були тоді ж повідомлення в пресі (США та України), а пізніше доповідь Ю. Ю. Туниці з обґрунтуванням його ідеї вийшла друком у лондонському видавництві «Грінвуд прес» [1]. Так було зафіксовано пріоритет щодо цієї помітної наукової і водночас суспільно-політичної ініціативи. У публікаціях подальших років поступово чітко закріпилася назва пропонованого міжнародного документа — Екологічна Конституція Землі.

Ця ідея з самого початку привернула до себе увагу вчених своєю несподіваністю, незвичністю. Слід зазначити, що подібні оригінальні ідеї (як очевидний прояв активності, евристичності людського інтелекту) завжди відіграють особливо важливу роль у розвитку науки і суспільної практики. З історії науки відомо, що подекуди несподіваність змісту певних думок робила їх спочатку цілком неприйнятними для багатьох або навіть для більшості (досить пригадати міркування видатних фізиків ХХ ст. з приводу значення їхніх «божевільних ідей»). Але рано чи пізно настає час, коли такі ідеї швидко долають бар'єр неприйнятності у суспільній свідомості, їх зміст поступово переосмислюється і вже починає схвально сприйматися громадською думкою. Так сталося і з пропозицією підготувати та ухвалити Екологічну Конституцію Землі (далі — ЕКЗ). Вона, до речі, відчутно поєднувала в собі два аспекти — суспільно-практичний та науково-теоретичний.

З моменту зародження ідеї ЕКЗ минуло майже два десятки років, і сьогодні цілком певно можна говорити вже про наукову концепцію, що склалася