

УДК 676.84.059 + 655.366

С. В. Терницький, Ю. О. Банах, Я. І. Чехман
Українська академія друкарства

МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗУСИЛЬ ВИСІКАННЯ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ РОЗГОРТОК КАРТОННИХ ПАКОВАНЬ

Розроблено метод та засоби дослідження технологічних зусиль операції штанцювання, що дозволяє отримати точне та систематизоване значення технологічно необхідного зусилля залежно від переміщення інструмента.

Технологічне зусилля, висікання, висікальний прес, висікальна лінійка, розгортка пакування, картон

Технологічні зусилля є вихідним параметром для розрахунку штанцювального преса на жорсткість і споживаної ним потужності. Вони необхідні для оптимізації параметрів штанцювального інструмента, визначення матеріалу і технології обробки з метою підвищення стійкості. Важливим для експлуатації пресів є встановлення залежності зусиль висікання від ступеня зношеності висікального інструмента. Зусилля висікання необхідні для встановлення вимог щодо опорної плити натискного органу.

Для правильного проектування та розрахунку силових параметрів штанцювальних пресів будь-якого типу, їх жорсткості, споживаної потужності тощо потрібні систематизовані дані стосовно технологічних зусиль, які виникають в процесі штанцювання. Відомі способи визначення технологічних зусиль базуються на вимірюванні за допомогою тензорезисторів пружної деформації одного з елементів замкнутого контуру преса утворення навантажень. Однак такі дослідження мають ряд суттєвих недоліків — адже неможливо усунути податливості вимірювального елемента та деформації, що виникають у самому пресі, через що і відбувається спотворення отриманих результатів дослідження. У літературі [1, 2, 7–9] розглянуто роль пружних деформацій у пресах плоского та плоскоциліндрового типу і шляхи їх мінімізації, а також специфіку висікання на плоскоциліндрових пресах. Відсутність же залежності технологічного зусилля висікання від величини врізання в картон унеможливило створення методики для розрахунку крутних моментів та споживаної потужності в плоскоциліндрових і ротаційних штанцювальних пресах. Аналіз спеціальних літературних джерел [4–6, 10] показав, що систе-

мативована інформація щодо зусиль висікання відсутня, а наявна носить лише орієнтовний характер. Системних досліджень технологічних зусиль висікання від багатьох важливих факторів не виявлено.

Метою розроблених методу та засобів дослідження технологічних зусиль висікання при виготовленні розгорток картонних паковань є виявлення функціональної залежності величини зусилля від величини врізання висікального інструмента в товщу картону.

Для дослідження технологічних зусиль, які виникають при виготовленні розгорток картонних паковань, запропоновано метод, спроектовано та виготовлено пристрій (рис. 1), що дозволяє усунути недоліки існуючих методів вимірювання зусиль. Прилад має електромеханічний привод і забезпечує одночасну реєстрацію зусилля висікання та переміщення висікального інструмента при заданій циклічності роботи. Це дозволяє точно визначати зусилля висікання в момент його завершення, тобто отримувати максимальне значення зусилля висікання картонної заготовки.

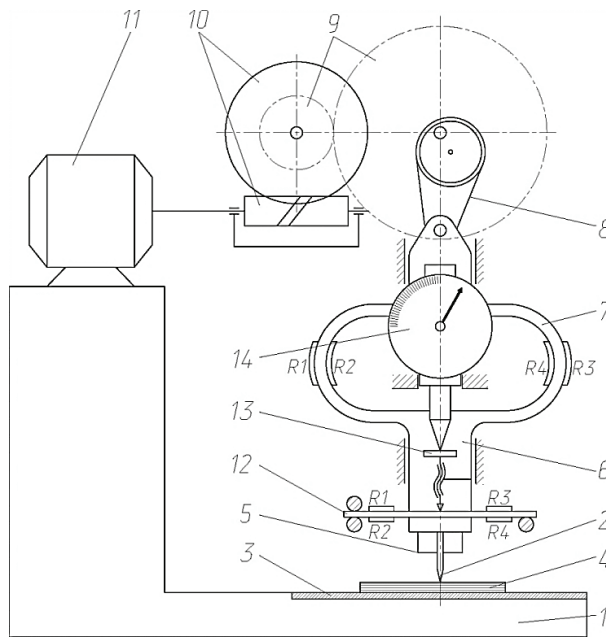


Рис. 1. Схема пристрою для дослідження технологічних зусиль штанцювання при виготовленні картонної розгортки

Відібраний для дослідження зразок картону 4 (див. рис. 1) ставиться на опорну пластину 3, що знаходиться на столі 1 приладу. Висікальний інструмент 2 кріпиться на повзуні 6 за допомогою затискного елемента 5. Повзун виготовлений суцільно з динамометром 7, отримує поступальний рух від ексцентрикового механізму (бугеля) 8, який через циліндричну зубчасту 9 і черв'ячну

10 передачі приводиться в дію від електродвигуна 11. Величина переміщення повзуна, а значить і висікальної лінійки становить 5 мм. Зубчасті передачі при вибраному електродвигуні ($n = 2700$ об/хв, $N = 35$ Вт) забезпечують частоту обертання ексцентрика 54 об/хв, що при товщині картону 1 мм відповідає середній лінійній швидкості 0,6 мм/с.

На зовнішній і внутрішній поверхнях овалоподібної скоби динамометра наклеєні тензорезистори $R_1 - R_4$. Під'єднуються вони в повну мостову схему ($R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4$) для збільшення ступеня чутливості (рис. 2).

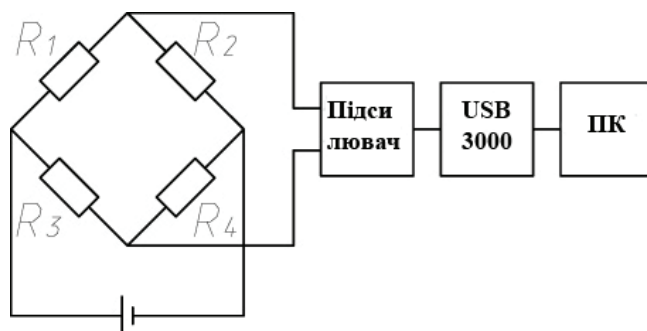


Рис. 2. Схема підключення тензорезисторного моста

Зусилля висікання та переміщення повзуна записується у вигляді графіків за допомогою універсального швидкісного восьмиканального аналогово-цифрового перетворювача (АЦП) — модуля USB-3000. Цей модуль призначений для побудови систем збору й опрацювання аналогової та цифрової інформації; є універсальним вимірювальним пристроєм і може застосовуватись як осцилограф, реєстратор та аналізатор спектра; використовує інтерфейс USB, що значно спрощує процес підключення його до персонального комп'ютера (ПК) і забезпечує роботу у режимі реального Plug&Play [3].

Тарування динамометра виконується на окремому пристосуванні з оцінкою сили за показниками зразкового динамометра стиску ДОС 0,5. Монолітність динамометра забезпечує йому лінійність тарувальної характеристики (рис. 3, а).

Переміщення повзуна під час висікання вимірюється деформацією балки 12, що опирається на дві нерухомі опори. Перед початком висікання мікрометричний гвинт 13, закріплений на повзуні, натискає на середину балки, деформуючи її в міру врізання висікальної лінійки в досліджуваний картон. На балку зверху і знизу наклеєні тензорезистори, що з'єднуються в повну мостову схему. Тарування параметра переміщення здійснюється за допомогою індикатора годинникового типу 14, який кріпиться на нерухомій частині приладу і своїм вимірним наконечником опирається на головку мікрометричного гвинта, котрий закріплений на нижній частині повзуна і деформує балку. Тарувальний графік переміщення також має лінійний характер (рис. 3, б).

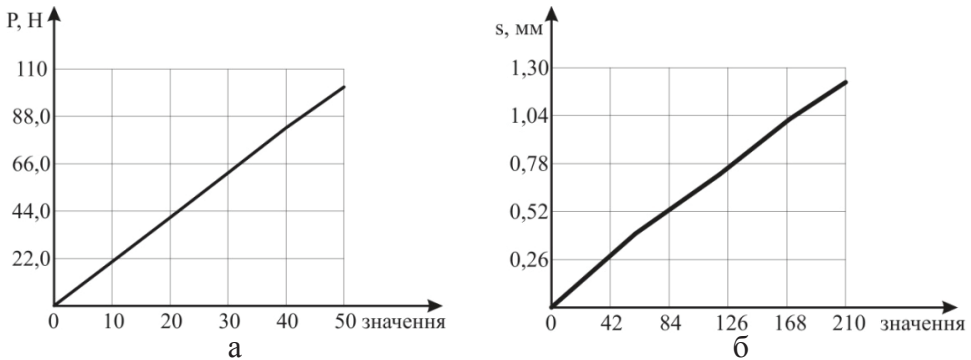


Рис. 3. Тарувальні графіки: а — скоби динамометра;
б — переміщення повзуна

Таким чином, на приладі реалізована можливість одночасного запису технологічного зусилля висікання і переміщення висікального інструмента залежно від часу. Відлік початку переміщення (врізання) починається з моменту зростання технологічного зусилля висікання. Початок горизонтального відрізка на графіку переміщення відповідає завершенню операції розрізування зразка картону. Суміщаючи отримані залежності $q = f(t)$ та $s = f(t)$ по спільній абсцисі (t), встановили експериментальну функціональну залежність лінійного технологічного зусилля висікання від ступеня врізання висікального інструмента в товщу досліджуваного картону — $q = f(s)$.

На рис. 4 представлено зразок запису технологічного зусилля висікання і переміщення висікального інструмента. Для дослідження було обрано картон хром-ерзац з крейдованим покриттям однієї сторони, товщиною 0,3 мм, масою 250 г/м². Ширина заготовки картону — 20 мм. Висікальним інструментом слугувала висікальна лінійка Universal SF завтовшки 3 пункти.

У точці А (рис.4, крива 1) висікальна лінійка торкається картонної заготовки, розпочинається врізання висікального інструмента в картон і зростання зусилля. На певній ділянці воно залишається практично незмінним, досягаючи максимального значення в точці В. Це і є величина технологічно необхідного зусилля висікання для даного картону. Паралельно з реєстрацією зусилля висікання відбувається реєстрація переміщення (рис. 4, крива 2). Очевидно, що при досягненні зусиллям критичного значення руйнується структура матеріалу, унаслідок чого половинки картону миттєво розходяться. При цьому деформація скоби динамометра частково відновлюється (відрізок F — G на кривій 2, деформація скоби на якому в даному випадку складає близько 0,04 мм) і зусилля знижується до точки С у момент підходу висікального інструмента до опорної пластини.

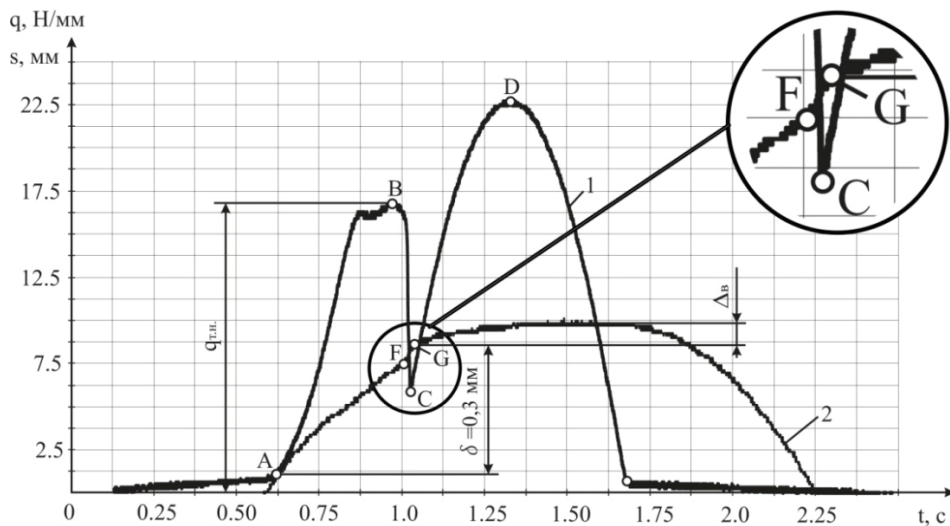


Рис. 4. Типові діаграми запису технологічного зусилля висікання (1) та врізання (2) висікального інструмента в товщу картону

Далі процес відбувається в логічній послідовності: висікальний інструмент (лінійка), досягнувши опорної пластини, залишається нерухомим у нижньому положенні (про це свідчить горизонтальна ділянка кривої 2), а скоба динамометра продовжує деформуватися кривошипно-повзунним механізмом, створюючи в крайньому нижньому положенні повзуна максимальне зусилля (точка *D* на кривій 1).

При підніманні повзуна це зусилля монотонно зменшується до нуля — точка *E*, після чого подальший підйом відбувається вже без деформації скоби. Доречно зауважити, що після завершення операції висікання (праворуч від точки *G*) під дією зростаючого зусилля лінійка врізається в порівняно м'яку (у цьому конкретному випадку) опорну пластину на величину Δ_b , що для нашого випадку становить 0,026 мм.

На підставі залежностей $q = f(t)$ та $s = f(t)$ шляхом комп'ютерної обробки отримано залежність $q = f(s)$, тобто залежність технологічного зусилля висікання від величини врізання висікального інструмента в картон (рис. 5).

Слід відзначити характерну особливість цих діаграм — зусилля руйнування досягає максимального значення до досягнення інструментом крайнього положення. Накопичення подібних експериментальних результатів для картону різних видів і висікального інструмента дозволить сформулювати певні узагальнені теоретичні і практичні висновки.

Таким чином, запропонований метод визначення технологічних зусиль висікання при виготовленні розгортки картонних пакувань з використанням створеного приладу забезпечив виявлення функціональної залежності величини зусилля від величин врізання висікального інструменту в товщу картону.

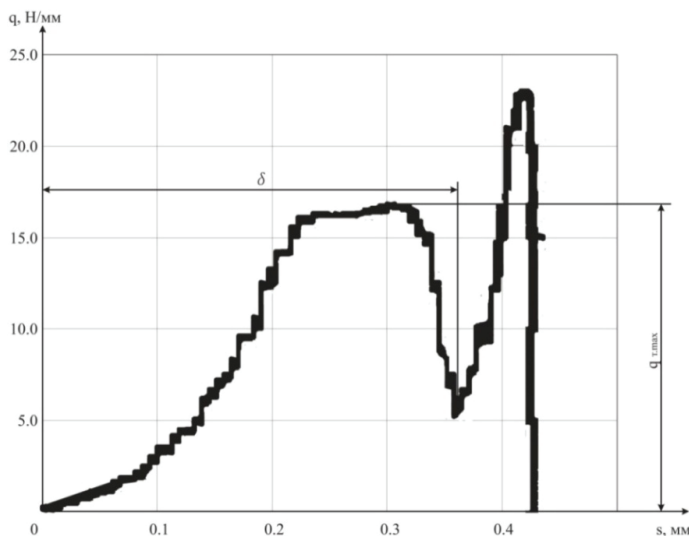


Рис. 5. Залежність величини технологічного зусилля від величини різання висікального інструмента в картон

1. Банах Ю. О. Оцінка скрутних моментів при штанцюванні з урахуванням податливості преса на машині тигельного типу / Ю. О. Банах // Наукові записки УАД. — 1999. — № 1. — С. 15–20.
2. Друкарське устаткування: підруч. / Я. І. Чехман, В. Т. Сенкус, В. П. Дідич, В. О. Босак. — Львів: УАД, 2005. — 486 с.
3. Модуль АЦП/ЦАП USB3000. Руководство пользователя. — 2006. — С. 18.
4. Регей І. І. Теорія розрахунку засобів і процесу вирівнювання зовнішніх випуклих криволінійних контурів у розгортках картонного пакування [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://druk.kpi.ua/files/publications/8707-4_5-04.pdf.
5. Хведчин, Ю. І. Резальні машини і комплекси POLAR : учеб. пособие / Хведчин Ю. И., Шостачук Ю., Оучар А., М. — К. : ПКТ «СТ-Друк», 2004. — 204 с.
6. Хведчин, Ю. Й. Технологічні комплекси і лінії для післядрукарської обробки етикетки / Ю. Й. Хведчин, І. І. Регей // Упаковка. — 2005. — №1. — С. 44–47.
7. Чехман Я. І. Вплив деформацій плоскоциліндрового преса на штанцювання / Я. І. Чехман, І. Я. Попович // Упаковка. — 2006. — №3. — С. 58–61.
8. Чехман Я. І. Особливості визначення зусиль при висіканні картону на плоскоциліндровому пресі / Я. І. Чехман, С. В. Ткач, І. М. Кравчук // Наукові записки УАД. — 2003. — № 6. — С. 21–24.
9. Чехман Я. І. Про доцільність створення попереднього натягу в системі тигельного преса машини при штанцювальних роботах / Я. І. Чехман, Ю. О. Банах // Поліграфія та видавнича справа. — 1996. — №31. — С. 34–39.
10. [б/а] [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.kig.com.ua/index.php?menu_id=1&submenu_id=4&article_type_id=39&article_id=353.

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСИЛИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ РАЗВЕРТОК КАРТОННЫХ УПАКОВОК

Разработаны метод и средства для исследования технологических усилий, возникающих при штанцевании, которые позволяют получить точное и систематическое значение технологически необходимого усилия зависимо от перемещения инструмента.

THE RESEARCH METHOD OF TECHNOLOGICAL FORCES AT PRODUSING INVOLUTES OF CARDBOARD PACKING

The method and facilities is developed to research the technological efforts of die-cutting operation, which allows getting the exact meaning of needed technological effort of cutting from movement of instrument.

Стаття надійшла 30.11.10

УДК 621.914

Я. О. Шахбазов, М. Л. Білявський, Л. А. Білявський, А. Є. Стецько

Українська академія друкарства

ПРОБЛЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ОСНОВНИХ ДЕТАЛЕЙ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ МАШИН

Проведено аналіз літературних джерел, в яких порушується проблема забезпечення довговічності основних деталей когенераційних машин. Запропоновано новий прогресивний підхід забезпечення зносостійкості відповідальних вузлів когенераційних машин на стадії фінішної механічної обробки при ремонті та виготовленні.

Довговічність, деталі, когенераційні машини, забезпечення зносостійкості

Основним напрямком розвитку вітчизняної промисловості є розроблення нових або удосконалення існуючих енергозберігаючих технологій для зменшення собівартості виготовлюваної продукції й підвищення продуктивності машин, призначених для генерації теплової та електричної енергії. Сучасний стан обладнання енергопостачальних підприємств, у тому числі когенераційних машин, не дає можливості раціонально використовувати паливно-енергетичні ресурси, що спричиняє зниження коефіцієнта корисної дії використовуваних машин та рентабельності виробничого процесу загалом. Це пов'язано з тим, що в найближчі роки настає термін виведення з експлуатації основних енергогенеруючих машин, створених наприкінці минулого століття. З огляду на це виникає актуальна задача, пов'язана із забезпеченням довговічності основних деталей когенераційних машин [3, 4, 6, 11, 12, 14, 16, 17, 22, 27–30].