

УДК 621.798

Металеві кришки з жерсті (оптимальне розкроювання)

В.О. Кузнєцов, д.т.н., Ю.Й. Хведчин, к.т.н., Я.М. Угрин, к.т.н., Українська академія друкарства, м. Львів

Зниження матеріаломісткості промислових виробів є нагальним завданням промислових підприємств, особливо у сучасний період, коли світова економіка зазнає кризових явищ і значно зросла вартість матеріальних і енергетичних ресурсів. Одним з об'єктів такої уваги є виготовлення металевих консервної тари, а саме її елементів — круглих кришок і донець. Для цього листи жерсті розрізаються на поздовжні смуги, з яких на штампувальних пресах вирубуються круглі заготовки. Така форма створює при розкроюванні прямокутних листів жерсті значні нераціональні витрати. Корисне використання цінної сировини — білої жерсті (БЖ), тобто сталевих листів, покритих антикорозійним шаром олова, при цих операціях становить лише 73–75 %, тобто кожний четвертий лист потрапляє у відходи [1].

Основним матеріалом для виготовлення елементів металевих тар є листи жерсті, геометричні параметри яких обумовлені стандартом. Згідно з ДСТ 13345–85 листи БЖ виготовляють завширшки 712–1024 мм, завдовжки 512–910 мм. БЖ у рулонах поставляється завширшки 635–1024 мм.

Встановлено, що у виробничих умовах застосовується 7 основних видів розкроювання жерсті. Це однорядні і дворядні, з прямими і фігурними краями [2].

Основний критерій оцінювання цієї операції — коефіцієнт ефективності розкроювання листа БЖ, який є відношенням корисної площі, зайнятої вирубленими кришками, до загальної площі листа:

$$k_{\text{эф}} = F_{\Sigma \text{заг}} / F_{\Sigma},$$

де $F_{\Sigma \text{заг}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot N$ — площа заготовок для виготовлення кришок, при цьому:

N — кількість заготовок на листі БЖ;

D — діаметр заготовки;

$F_{\Sigma} = B \cdot L$ — площа листа БЖ для вирубання заготовок;

$B \times L$ — формат листа.

Аналіз ситуації [3], що склалася у виготовленні металевих консервної тари, а саме її елементів — круглих кришок і донець, свідчить, що з метою зниження нераціональних



витрат вартісних матеріалів завдання вибору оптимального формату листа або рулону БЖ для заданого діаметра кришки необхідно вирішувати у кожному конкретному випадку виробничого замовлення. А для цього у розпорядженні виробника за сучасного рівня розвитку комп'ютерної техніки має бути спеціальне програмне забезпечення. При цьому воно має бути достатньо ефективним і одночасно недорогим, не збільшуючи певною мірою накладні витрати на виготовлення замовлення.

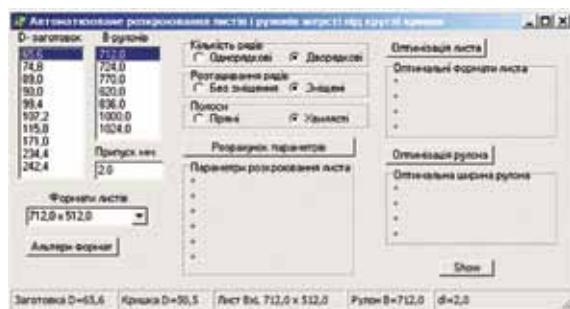


Рис. 1. Діалогове вікно системи розкроювання

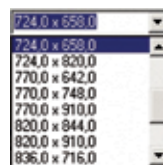


Рис. 2. Формати листів БЖ

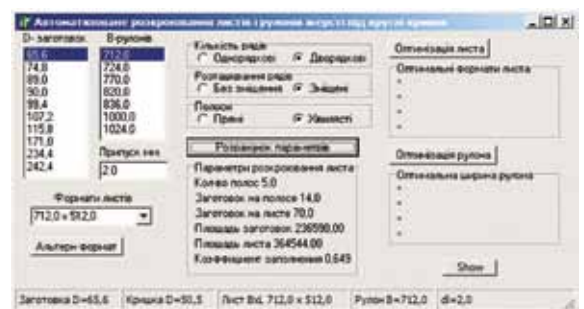


Рис. 3. Параметри розкроювання: прямий формат

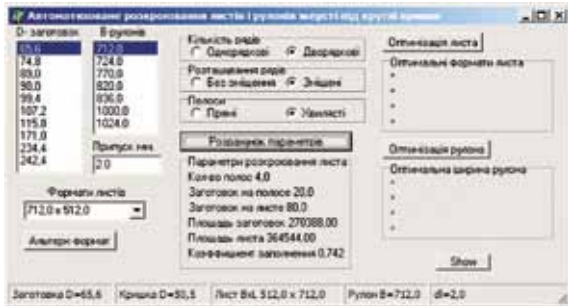


Рис. 4. Параметри розкrojовання: альтернативний формат

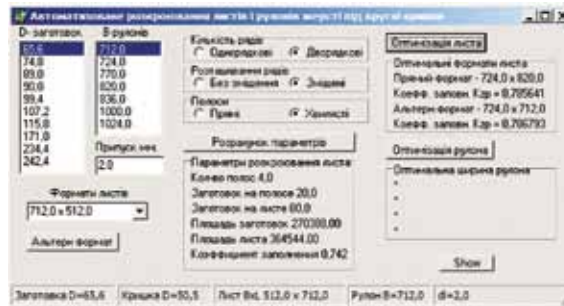


Рис. 5. Параметри пошуку оптимального формату листа

Для вирішення зазначеного завдання пропонується спеціальна комп'ютерна програма. По мірі удосконалення і з урахуванням побажань користувачів програма розроблялася у двох варіантах – інтегрована у базову конструкторську систему AutoCAD (фірми Autodesk, [4, 5]) і автономна, створена на основі інтегрованого середовища розробки (IDE – Integrated Development Environment) Delphi (мова Pascal) [6]. Програми подібні за своїм змістом і діями, що виконуються у процесі вирішення поставленого завдання. При цьому програма, інтегрована у систему AutoCAD, вимагає для своєї роботи встановлення і відповідного налаштування базової системи, дещо ускладнюючи її використання. Проте базова система забезпечує можливість виводу креслень розкroю комп'ютером. Програма на основі Delphi може працювати автономно, без додаткових базових систем, але замість креслення розкroю може видавати тільки його графічне зображення. Критерієм оптимізації у розробленій програмі є коефіцієнт ефективності розкrojовання листа або рулону БЖ, який для оптимального формату листа має бути найбільшим. При значній кількості стандартних форматів листів та рулонів БЖ і діаметрів заготовок кришок сформульоване завдання оптимізації, або визначення $(k_{ef})_{max}$, вирішується чисельним, пошуковим методом. У процесі пошуку оптимального рішення у програмі досліджуються всі види розкrojовання, але основна увага приділяється розкrojованню дворядному з фігурними краями як найбільш ефективному. Обидві версії програм автоматизованого проектування розкrojовання мають подібний інтерфейс і працюють у діалоговому режимі, найбільш зручному для користувача.

Після виклику автономної програми на екрані комп'ютера активізується діалогове вікно (рис. 1). Активне діалогове вікно забезпечує процес підготовки параметрів розкrojовання, поточні значення яких відображаються у рядочку (Status Bar) інформації у нижній частині діалогового вікна. У процесі підготовки параметрів можна обрати:

- діаметр заготовки (зі стандартних, наведених у вікні); при цьому у рядочку інформації відображаються обраний діаметр заготовки і діаметр кришки, який отримується з неї;
- рулон необхідної ширини;
- формат листа жерсті з відомих стандартних, які наведено у спеціальному списку (рис. 2), що розкривається за бажанням користувача; при натисненні кнопки «Альтерн формат» розміри формату ширина – довжина міняються місцями: ширина отримує розмір довжини, а довжина – ширини;
- величину припуску, який залишається між двома висіченими кришками або на краю листа жерсті (встановлення припуску визначається технологічними параметрами висікального устаткування);
- кількість рядів (1 чи 2), їх розташування (зі зміщенням або без нього), вид смуг (зі скрольними вирізами – «хвилясті» чи без них – «прямі»).

Встановлені значення вихідних параметрів – заготовки, листа або рулону і кількість смуг забезпечують можливість поточного розрахунку параметрів розкrojовання, який активізується командою (кнопка «Розрахунок параметрів»). Отримані розрахункові значення візуалізуються у діалоговому вікні на панелі «Параметри розкrojовання листа» (рис. 3).

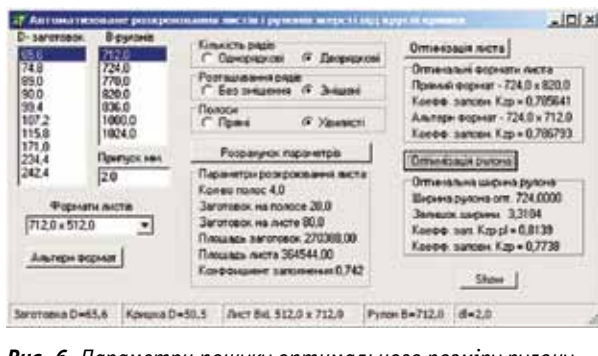


Рис. 6. Параметри пошуку оптимального розміру рулону

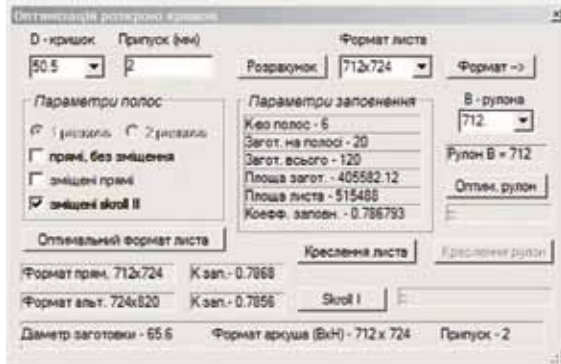


Рис. 7. Параметри оптимального розкroю у дві хвилясті смуги

Наведені результати розрахунків свідчать, що для кришок діаметром 50,5 мм на форматному листі 712,0x512,0 мм коефіцієнт заповнення дорівнює $k_{ef} = 0,649$ (рис. 3), а на альтернативному форматі — 512,0x712,0 мм (рис. 4) відповідно $k_{ef} = 0,742$ збільшився на $\approx 10\%$.

Натиснення кнопки команди «Оптимізація листа» активізує процес пошуку такого формату листа, на якому коефіцієнт заповнення (k_{ef}) буде найбільшим для заданих вихідних параметрів: кришка діаметром 50,5 мм (заготовка — 65,6 мм), смуга дворядна, зі зміщенням, скрольним обрізуванням з боків.

Результати візуалізуються на панелі «Оптимальні формати листа». У процесі пошуку знайдено, що коефіцієнт заповнення стає максимальним $k_{ef} = 0,7856$ на форматі 724,0x820,0 мм або $k_{ef} = 0,7867$ на альтернативному форматі 724,0x712,0 мм (рис. 5).

Аналогічно відбувається пошук оптимальної ширини рулону. Натиснення кнопки «Оптимізація рулону» запускає процес пошуку, результати якого виводяться на панель «Оптимальна ширина рулону» (рис. 6).

Відповідно до рис. 6 оптимальна ширина рулону 724,0 мм збігається з шириною оптимальних листів як для прямого значення формату 724,0x820,0 мм, так і для альтернативного 724,0x712,0 мм (рис. 5, на панелі «Оптимізація листа»). При цьому залишок по ширині рулону 3,31 мм майже наближається до технологічного припуску (2,0 мм), а коефіцієнт заповнення окремої смуги $k_{ef} = 0,8139$ більший за коефіцієнт заповнення листа $k_{ef} = 0,7738$.

Програма, інтегрована у систему AutoCAD (рис. 7), забезпечує побудову креслення для визначеного розташування кришок на листі жерсті. Так, наприклад, за результатами попередньої оптимізації за вихідними параметрами: кришка — 50,5 мм, заготовка — 65,6 мм, дворядна, зі зміщенням, смуги хвилясті (скрольна побудова), отримано: оптимальний формат листа жерсті — 712x724 мм (альтернативний формат — 724x820 мм), заготовок на смугі — 20 шт. (2x10), смуг на листі жерсті — 6, загальна кількість кришок — 120 шт., коефіцієнт заповнення — $k_{ef} = 0,786793$ (рис. 7, 8).

Створена комп'ютерна програма забезпечує швидко, автоматизоване вирішення складних завдань оптимального розкроювання стандартних листів і рулонів білої жерсті при виготовленні круглих кришок і донець металеві тари. При цьому для заданих розмірів кришки забезпечується автоматизований пошук таких листів або рулонів жерсті, на яких залишається мінімальна кількість відходів. Виводиться схема або креслення можливої розкладки кришок на листі або рулоні.

Література

1. Угрин Я.М. Основи пакувальної справи. Металева тара: навч. посібн. / Я.М. Угрин, Ю.Й. Хведчин, І.І. Регей. — Львів: УАД, 2011. — 120 с.
2. Регей І.І. Оптимізація розкроювання листів білої жерсті під час виготовлення металеві тари / І.І. Регей, Ю.Й. Хведчин, О.Б. Книш // Упаковка. — 2011. — № 4. — С. 25–27.
3. Хведчин Ю.Й. Шляхи зменшення матеріаломісткості тари / Ю.Й. Хведчин, О.Б. Книш // Матеріали І міжнар. наук.-практ. конф. «Пакувальна індустрія: сучасні тен-

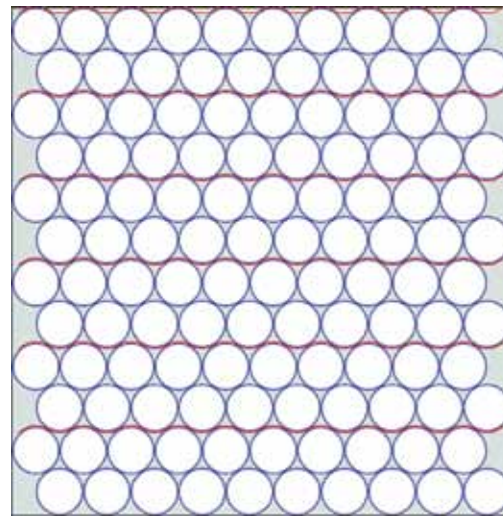


Рис. 8.
Креслення
розкладки

денції розвитку та підготовки кадрів». — Львів, 2012. — С. 61–64.

4. Поleshuk Н.Н. Visual LISP и секреты адаптации AutoCAD / Н.Н. Поleshuk. — СПб.: БХВ–Петербург, 2001. — 576 с.: ил.

5. Зуев С.А. САПР на базе AutoCAD — как это делается / С.А. Зуев, Н.Н. Поleshuk. — СПб.: БХВ–Петербург, 2004. — 1168 с.: ил.

6. Тейксейра С. Delphi5. Руководство разработчика. Т.1. Основные методы и технологии программирования: пер. с англ. / С. Тейксейра, К. Пачеко. — М.: Издат. дом «Вильямс», 2001. — 832 с.: ил. *Ж*

Металлические крышки из жести (оптимальный раскрой)

В.А. Кузнецов, д.т.н., Ю.И. Хведчин, к.т.н., Я.М. Угрин, к.т.н.

В статье рассматриваются работа и возможности программы автоматизации оптимального раскроя стандартных листов или рулонов белой жести при изготовлении круглых крышек или дна металлической тары. Программа обеспечивает автоматизированный поиск листов или рулонов с такими стандартными размерами, при которых круглые крышки или дно располагаются на выбранном формате с минимальным количеством отходов. Созданные версии программы могут работать как отдельный модуль с выводом схемы раскроя, так и в составе конструкторской системы AutoCAD, обеспечивающей вывод чертежа раскроя.

Ключевые слова: автоматизация; оптимальный; раскрой; крышки круглые; тара металлическая.

Metal lids of the tin (optimal cutting)

V.A. Kuznetsov, Dr., Yu.I. Khvedchyn, Ph.D., Ya.M. Ugryn, Ph.D.

In the article work and possibilities of the program for automation of the optimal cutting out of standard tinplate sheets or rolls are examined at production of metal pack round lids or bottoms. The program provides automated search of sheets or rolls with such standard sizes at that round lids or bottoms are situated on the chosen format with a least of wastes. Created versions of the program can work both separate as a module with output of cutting out chart or inside of AutoCAD designer system that provides output of cutting out drawing.

Keywords: automation; optimal; cutting; round lids; metal pack.