

УДК 621.798

Оптимізація розкроювання листів білої жерсті під час виготовлення металевої тари

І.І. Регей, д.т.н., Ю.Й. Хведчин, к.т.н., О.Б. Книш, к.т.н., Українська академія друкарства, м. Львів

Матеріаломісткість тари — один з важливих показників ефективності пакувальної індустрії, який визначає відношення вартості загального обсягу матеріальних ресурсів (сировини, основних і допоміжних матеріалів, енергоносіїв) до вартості пакованої продукції. Сьогодні найбільш значні зміни у плані зменшення матеріаломісткості відбуваються в секторі металевої тари. У праці [1] автор стверджує, що «саме пошуки технологічних рішень та прийомів привели до найкращого використання позитивних властивостей жерсті та зменшення значення або зовсім ліквідування тих її недоліків, які стримували використання жерсті для виготовлення упаковки».

- потоншення жерсті, зменшення маси металевих банок;
 - заміна паяного поздовжнього шва зварним;
 - зменшення товщини олов'яного шару або заміна його іншими видами покриття;
 - заміна тридетальних консервних банок на дводетальні;
 - зміна форми тари;
 - збільшення частки повторно використаної сировини.
- З перерахованих тенденцій важливою є раціональне використання білої жерсті (БЖ) — основного матеріалу для виготовлення металевої тари. Ще одним методом зменшення матеріаломісткості тари є виробництво цільнотягнутих банок методом глибокого витягування. Звичайні металеві банки



Реалії конкурентної боротьби та загальна світова тенденція до зменшення маси та кількості використаних матеріалів для упаковки поставили перед виробниками тари та харчовиками питання про переорієнтування виробництва на виготовлення та використання упаковки з тонкої жерсті. Основні напрацювання у цьому напрямку протягом останніх десятиліть зосереджені на зменшенні товщини сталеві основи і олов'яного покриття, що сприяє покращенню економічних показників тари, виготовленої із жерсті [2]. Наприклад, зменшення середньої товщини жерсті з 0,28 до 0,23 мм збільшує площу 1 т жерсті в 1,2 разу (з 454 до 540 м²).

Окреслимо основні тенденції щодо мінімізації витрат під час виготовлення металевої тари:

- підвищення коефіцієнта використання матеріалу шляхом оптимізації розкроювання;

складаються із трьох елементів: циліндричного корпусу, денця і кришки. У разі використання цільнотягнутого корпусу банка стає дводетальною (корпус із денцем і кришка), при цьому зменшується її маса, відпадає потреба у паянні або зварюванні поздовжнього шва корпусу та перевірці банки на герметичність перед фасуванням продукції.

Значний ріст вартості БЖ останніми роками примушує всіх споживачів шукати додаткові шляхи для зниження кількості відходів. Закордонні фірми приділяють цьому питанню значну увагу. Виготовлена за новим способом листовая жерсть за рахунок використання сучасної технології дає можливість значно зменшувати відходи БЖ. Цей спосіб передбачає використання скрольного (scroll line — лінія для розрізування рулонної жерсті на смуги [3]) розрізування жерсті. Як відомо, найбільші втрати жерсті спостерігаються під час виготовлення кінцевих

елементів збірних банок (денця та кришки) і корпусів суцільноштампованих дводетальних банок, які мають форму кола. Відомі такі способи розкроювання листів БЖ (рис. 1): прямий однорядний (а), прямий дворядний (б), прямий дворядний шаховий (в), однорядний вторинного скролу (г), дворядний вторинного скролу (д), однорядний первинного і вторинного скролів (е), дворядний первинного і вторинного скролів (є). Вторинним скролом називають розділення листів БЖ на позовжні смуги фігурним різом (горизонтальні фігурні лінії), первинним — аналогічне обрізування боків листів БЖ. Спочатку використовують вирізування у поперечному напрямку (первинний скрол), а потім — у позовжньому (вторинний скрол). Застосування скрольного розкроювання дає можливість зменшити відходи жерсті під час виготовлення кінцевих елементів банок за рахунок більш щільного розташування контурів їхніх заготовок.

Для оптимізації розкроювання листів БЖ під час виготовлення денця введемо поняття коефіцієнта ефективності k_{ef} розкроювання матеріалу:

$$k_{ef} = \frac{F_{заг}}{F_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

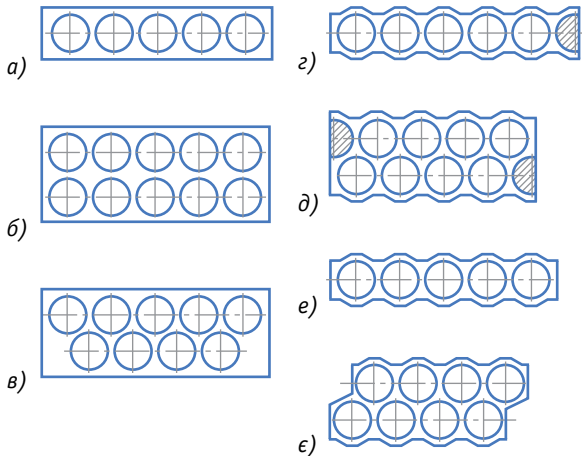


Рис. 1. Способи розкроювання листів БЖ під час виготовлення денця

де $F_{заг}$ — площа вирубаних круглих заготовок для виготовлення денця, яка визначається виразом $F_{заг} = F_3 \cdot m$ ($F_3 = \pi D^2 / 4$ — площа заготовки денця, m — кількість заготовок в одному ряду на смугі БЖ; D — діаметр заготовки); $F_{\Sigma} = B \cdot L$ — площа смуги для вирубання заготовок (B і L — відповідно ширина і довжина смуги жерсті для вирубання заготовок) (рис. 2). Після підстановки вираз (1) набуде вигляду:

$$k_{ef} = \frac{0,785 D^2 \cdot m}{B \cdot L} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Параметри, що входять у чисельник, відомі. Отже, потрібно визначити параметри B і L знаменника. Площа смуги залежить від прийнятої схеми розкроювання. Для аналізу приймемо найбільш уживані види розкрою, зображені на рис. 1, та скористаємось розрахунковою схемою (рис. 2).

Позначимо інтервали між розташуванням заготовок діаметром D на смугі z_1 , а бічні поля по периферії заготовок — на смугі z_2 . Для прямого однорядного розкроювання (рис. 1, а) ширина смуги $B = D + 2z_2$, її довжина $L = D \cdot m + (m - 1)z_1 + 2z_2$. Отже, вираз для k_{ef} за даною схемою приймає такий вигляд:

$$k_{ef(1)} = \frac{0,785 D^2 \cdot m}{(D + 2z_2)[D \cdot m + z_1(m - 1) + 2z_2]} \cdot 100\%. \quad (3)$$

Аналогічно визначаємо для прямого дворядного розкроювання (рис. 1, б) ширину смуги $B = 2(D + z_2) + z_1$, її довжину $L = D \cdot m + z_1(m - 1) + 2z_2$. Тоді коефіцієнт ефективності дорівнює:

$$k_{ef(2)} = \frac{1,57 D^2 \cdot m}{[2(D + z_2) + z_1] \cdot [D \cdot m + z_1(m - 1) + 2z_2]} \cdot 100\%. \quad (4)$$

Вирази для розрахунку коефіцієнта ефективності для:

- прямого дворядного розкроювання (рис. 1, в):

$$k_{ef(3)} = \frac{1,57 D^2 \cdot m}{[D + 2z_2 + 0,866(D + z_1)] \cdot [D(m + 0,5) + z_1(m - 1) + 2z_2]} \cdot 100\%; \quad (5)$$

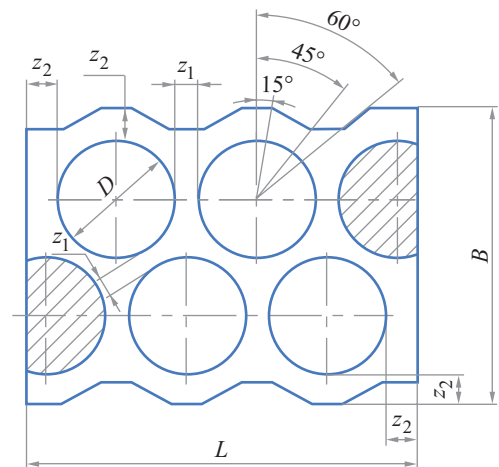


Рис. 2. Схема до розрахунку коефіцієнта ефективності розкроювання листів БЖ

- розкроювання однорядного вторинного скролу (рис. 1, г):

$$k_{ef(4)} = \frac{0,453 D^2 \cdot m}{[0,5D + z_2] \cdot [D \cdot (m + 0,5) + z_1(m - 1) + 2z_2]} \cdot 100\%; \quad (6)$$

- розкроювання дворядного вторинного скролу (рис. 1, д):

$$k_{ef(5)} = \frac{1,57 D^2 \cdot m}{[0,866(2D + 2z_2 + z_1)] \cdot [(D + z_1)m + 0,5D + 2z_2]} \cdot 100\%; \quad (7)$$

- розкроювання однорядного первинного і вторинного скролів (рис. 1, е):

$$k_{ef(6)} = \frac{0,785 D^2 \cdot m}{[1,732(0,5D + z_2)] \cdot [D \cdot m + z_1(m - 1) + 2z_2]} \cdot 100\%; \quad (8)$$

- розкроювання дворядного первинного і вторинного скролів (рис. 1, є):

$$k_{\text{эф}}(7) = \frac{1,57D^2 \cdot m}{[1,732(D + z_2 + 0,5z_1)] \cdot [D \cdot m + z_1(m - 1) + 2z_2]} \cdot 100 \% \quad (9)$$

За отриманими залежностями було розраховано значення коефіцієнта $k_{\text{эф}}$ для таких параметрів заготовки жерсті: $m = 7$, $D = 89$ мм, $z_1 = 1,6$ мм, $z_2 = 2$ мм. Отримані результати розрахунків представлені на рис. 3.

Проведено також дослідження впливу на коефіцієнт ефективності діаметра кінцевих елементів у діапазоні від 50 до 150 мм. Результати аналізу представлені на рис. 4.


Висновки

- Застосування дворядного розкрою характеризується кращими значеннями коефіцієнта $k_{\text{эф}}$ порівняно з однорядним. Наприклад, для прямого розкрою — 74,48 і 73,50 %; для вторинного — 80,20 і 79,30 %; для первинного і вторинного скролів — 86,0 і 84,90 %. Це забезпечує економію матеріалу БЖ у межах 1,0 %.

- Поєднання первинного і вторинного скролів, порівняно із прямим розкроєм, збільшує ефективність використання листів БЖ на 11,37–11,52 %.
- Як видно з результатів, наведених на рис. 4, значення коефіцієнта ефективності зростає в разі збільшення діаметра заготовок. Наприклад, у разі збільшення діаметра заготовки втричі (з 50 до 150 мм) коефіцієнт $k_{\text{эф}}$ зростає в межах 4,20–6,80 %, залежно від виду розкроювання.

Таким чином, урахувавши великі обсяги виробництва металевої тари, очевидна значна економічна доцільність застосування фігурного розкрою листів БЖ, а саме — поєднання первинного і вторинного скролів.

Література

- Кривошей В.М. Упаковка в нашому житті. — К.: ІАЦ «Упаковка», 2001. — 160 с.
- Чухахин В.М., Леонов Н.Т. Производство жестяной консервной тары. — М.: Пищевая промышленность, 1994. — 246 с.
- www.slavutichst.ru 

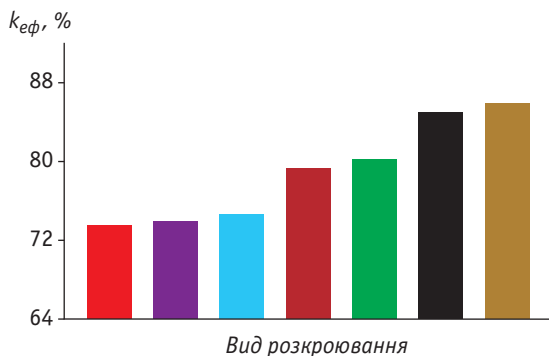


Рис. 3. Значення коефіцієнта ефективності розкроювання листів БЖ для скролів: прямого однорядного (■), прямого дворядного (■), прямого дворядного шахового (■), однорядного вторинного (■), дворядного вторинного (■), однорядного первинного і вторинного (■), дворядного первинного і вторинного (■)

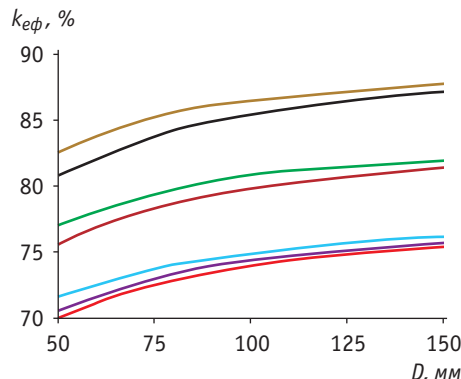


Рис. 4. Залежність коефіцієнта ефективності від діаметра денця для скролів: прямого однорядного (—), прямого дворядного (—), прямого дворядного шахового (—), однорядного вторинного (—), дворядного вторинного (—), однорядного первинного і вторинного (—), дворядного первинного і вторинного (—)

- Упровадження прямого однорядного та прямого дворядного розкроїв забезпечують найменші значення коефіцієнтів ефективності $k_{\text{эф}} = 73,52 \%$ і $k_{\text{эф}} = 74,48 \%$ відповідно, що свідчить про недоцільність застосування даних видів розкрою, оскільки це призводить до значних відходів БЖ (майже 25 %).
- Вторинний скрол значно поліпшує ефективність використання БЖ, оскільки $k_{\text{эф}}$ при цьому збільшується з 73,52 до 79,16 % для однорядного і з 74,48 до 80,20 % для дворядних, що забезпечує зменшення відходів БЖ на 5,60–5,80 %.
- Застосування вторинного скролу у поєднанні з первинним значно збільшує ефективність використання листів БЖ. Наприклад, для однорядного — з 79,16 до 84,89 %; для дворядного — з 80,20 до 86,0 %, що додатково забезпечує економію в межах 5,70–5,80 % площі листів БЖ.



Оптимизация раскраивания листов белой жести при изготовлении металлической тары

И.И. Регей, д.т.н., Ю.И. Хведчин, к.т.н., О.Б. Кныш, к.т.н.

В статье рассматривается вопрос повышения эффективности использования листов белой жести при изготовлении дна и крышек металлической тары. Авторами проанализированы современные тенденции повышения эффективности использования белой жести и предложены направления минимизации отходов при раскраивании листов белой жести путем применения скрольного раскраивания.

Ключевые слова: оптимизация; металлическая тара; скрол; дно; крышка.

Optimization of cutting of tin plate sheets in the manufacture of metalpacks

I.I. Regey, Dr., Y.I. Hvedchin, Ph.D., O.B. Knish, Ph.D.

There question is examined the question of increase of tinplate usage efficiency at metalpack bottom and lid making. Modern tendencies are analysed of tinplate usage efficiency increase and are offered directions of waste minimization at tinplate sheet cutting out by scroll cutt out.

Key words: optimization; metalpacks; scroll line; bottom; lid.

