

УДК 621.7.073
DOI <https://doi.org/10.15673/swonaft.v87i1.2697>

РОЗРОБКА ШТАМПУ ДЛЯ ЦІЛЬНОТЯГНУТОЇ ЖЕРСТЯНОЇ БАНКИ №6

Всеволодов О.М., к.т.н. доц., Фарофонов В.С., бакалавр
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Анотація. В статті розглянуті питання, що стосуються виготовлення жерстяних банок для фасування в них харчових продуктів. Надана коротка класифікація застосованих видів і типів жерстяних банок. Описані способи виготовлення збірних та суцільнотягнутих жерстяних банок для консервної промисловості. Розглянуто переваги та недоліки виробництва збірних і суцільнотягнутих жерстяних банок. Пояснені причини зменшення виготовлення збірних жерстяних банок через присутність в припої свинцю. В статті визначено переваги використання і виготовлення суцільнотягнутих металевих банок перед збірними. Також наведені недоліки суцільнотягнутих банок. З метою розробки інструменту для виготовлення суцільнотягнутих банок були визначені зусилля для вирубування заготовки, зусилля витяжки для циліндричної банки, сила, необхідна для притиску жерсті під час штампування банки та коефіцієнт витяжки. Крім того розраховано: діаметр заготовки, найбільш ефективний вид розкрою листової жерсті фігурним скролом. Розроблений рельєф денця суцільнотягнутої банки №6. Наведено креслення загального виду розробленого інструмента – штампа для виготовлення суцільнотягнутої жерстяної банки №6. Представлений в статті інструмент виготовлений по робочим кресленням на підприємстві «Мрія» і експлуатується на цьому ж підприємстві. З наведених в статті матеріалів доведено переваги використання інструменту для виготовлення суцільнотягнутих банок перед збірними тридетальними жерстяними банками за рахунок досягнення гарантованої герметичності суцільного корпусу, зменшення відходів білої жерсті, виключення з технологічного процесу присутності свинцю, який негативно впливає на консервованій продукт та в кінцевому підсумку на здоров'я людини. Стаття завершується висновками та списком використаної літератури.

Ключові слова: жерсть, інструмент, суцільнотягнута банка, тридетальна банка, коефіцієнт витяжки, притиск, напруження, витяжка, рельєф, скрол.

Металева тара, яка застосовується на багатьох підприємствах харчової галузі, в залежності від призначення та висунутих вимог випускається різних конструкцій, форм і розмірів. По розмірам тара розділяється на дрібну і крупну.

По способу виготовлення металеві банки для харчових продуктів розділяються на збірні, які складаються з трьох частин (корпус, денце та кришка) і цільні які складаються з корпусу та кришки. Виробництво збірних банок скорочується тому, що при паянні повздовжнього шва корпусу використовується свинець.

Свинець, який застосовується в якості компонента припою для тридетальних жерстяних банок, є небезпечним та небезпечним. На сьогодні істівна сировина – таким чином і продукти харчування, питна вода та взагалі зовнішнє середовище забруднено свинцем. На забруднення навколишнього середовища впливають двигуни автовок, вантажівок в які додаються компоненти з присадкою $(C_2H_5)_4Pb$ – тетраетилсвинця - масляниста безбарвна летюча токсична рідина, що легко випаровується навіть при температурі $0\text{ }^{\circ}C$, розчиняється у багатьох органічних розчинниках (ефір, спирт, бензол, бензин тощо), а також у жирах. Встановлено, що в середньому кількість свинцю, який потрапляє в організм людини з продуктами, становить до 300 мкг в день, з повітря - до 90 мкг. Основним шляхом потрапляння свинцю в організм людини є тридетальна жерстяна, яка виготовлена методом паяння свинцевим припоєм. З'ясовано, що п'ята частина свинцю потрапляє в організм людини з консервованої продукції, до 14 % з припою, а до 7 % – з продукту. Тому в останній час жерстянобаночні підприємства при виробництві своєї продукції застосовують метод зварювання корпусів, або виготовлення цільнотягнутих банок. Обидва способи дозволяють виключити потрапляння свинця в організм людини.

Суцільні банки, які складаються з корпусу і кришки, відрізняються від збірної відсутністю повздовжнього шва і нижнього закривального шва. Цільні банки більш надійні в відношенні герметичності але можливості виготовлення їх обмежуються висотою банки, яка співмірна з їх діаметром. В даний час створені високопродуктивні лінії для виготовлення цільних циліндричних банок – одночасно штампуються по п'ять штук з широкої стрічки і процеси холодного штампування комбінуються з операцією протягування.

Таке комбінування дозволяє зменшити товщину стінки корпусу збільшуючи при цьому висоту банки. Витрати жерсті на виробництво таких банок не більше, а в деяких випадках менше ніж для збірних банок такої ж висоти. Цільні банки висотою, яка дорівнює або навіть більше діаметра банки отримують за допомогою телескопічних штампів.

По формі суцільні банки виготовляють циліндричними, конічними та фігурними (прямокутні, овальні, еліптичні). Еліптичні банки в наслідок відносної складності технології їх виробництва і порівняно невеликої

продуктивності застосовуються для фасування дорогих м'ясних та рибних консервів. При цьому ціна тари складає 5...10 % від загальної ціни консервів.

Циліндричні суцільні банки виготовляють шляхом глибокого витягування тонкого металу (жерсті або алюмінію), який володіє необхідними механічними характеристиками. Для цього використовують преса зі спеціальним інструментом – штампом, який складається з нижньої нерухомої та верхньої рухомої частин.

При використанні способу глибокої витяжки з притиском матеріалу (рис. 1), крім пуансона 2 і матриці 1, застосовують ще притискне кільце 3, зване також «складкоутримувачем». При притиску фланця банки заготовки до матриці матеріал не може утворювати складок (зморшок, гофрів), а переміщується під тиском пуансона в радіальному напрямі. Зусилля притиску q_n забезпечує одержання гладкої поверхні витягнутої банки. Якщо бляшанку перед штампуванням лакувати, то на внутрішній шар лаки травмується. Тому лакують після штамповки. Нанесення лакового покриття на більш вищі бляшані банки слід проводити після глибокої витяжки. Оптимальною силою притиску заготовки вважають ту мінімальну силу, яка достатня для усунення утворення складок на відштампованих виробках.

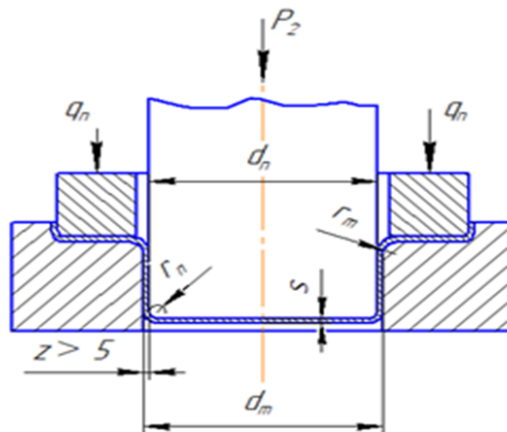
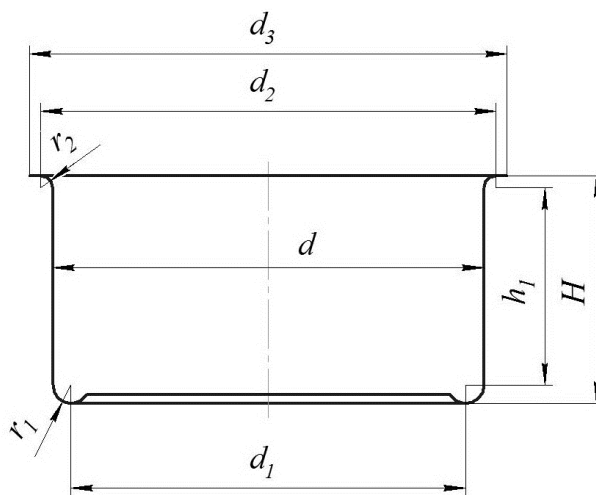


Рис.1 – Витяжка з прижимом

Оскільки при витягуванні банок відбувається пластична деформація жерсті, яка супроводжується зменшенням об'ємів металу і розтягуванням олов'яного (для білої жерсті) і лакового покриття для інших видів жерсті, то в конструкції банки для зниження деформацій треба робити більш плавні радіус r_1 (2,5...3 мм) заокруглень у денця банки (рис. 2).



d – внутрішній діаметр банки, мм; r_1 – внутрішній радіус сполучення денця і стінки банки, мм;
 s – товщина жерсті, з якої виготовлена банка, мм; d_1 – умовний діаметр плоскої частини денця банки, мм;
 r_2 – зовнішній радіус закруглення фланця банки, мм; h_1 – висота циліндричної частини банки, мм;
 d_2 – зовнішній діаметр фланців банки, мм; d_3 – діаметр фланців з припуском, мм;
 H – загальна висота банки.

Рис. 2 – Суцільна жерстяна банка

За одну операцію витяжки можна отримати відносно неглибокі порожні деталі. При цьому глибина витяжки обмежується можливістю перенапруження і руйнування металу в місці сполучення стінки и денця.

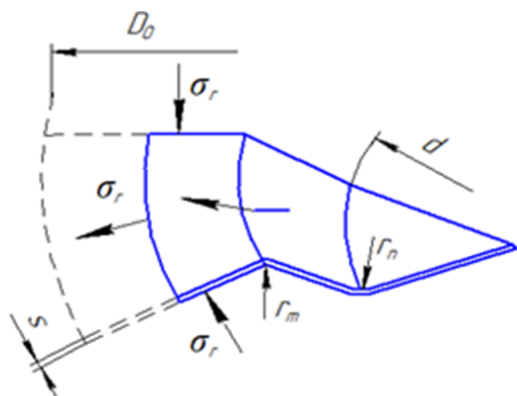


Рис. 3 – Схема напружень, що виникають під час витяжки

На рис. 3 показаний сектор циліндричні банки в процесі витяжки. Банка з внутрішнім діаметром і штампується з плоскої заготовки діаметром D .

При її витяжці має місце складна деформація металу. Перед втягуванням металу в матрицю відбувається одночасне його стискання з утворенням тангенційної напруги σ_t та радіальне розтягування під дією радіальної напруги σ_r . У стінці порожнього циліндра виникають напруги, що розтягують. P_2 , які більше напруг σ_r на фланці. У денці циліндра діаметром d деформації та напруги мають значно меншу величину.

Крім того встановлено, що в процесі штампування пористість олов'яного покриття білої жерсті збільшується в декілька разів і відповідно корозійна стійкість таких банок знижується. Тому

банки проходять операцію лакування після штампування.

В процесі витяжки відбувається зміцнення матеріалу, що дозволяє використовувати більш тонку жерсть.

Суцільні банки являють собою вироби, в яких корпус і дно виготовлені з однієї деталі. Такі банки мають низку переваг:

- не треба паяти поздовжній шов, завдяки чому економляться флокс, флюс і припій;
- не потрібно контролювати герметичність порожньої тари;
- на одному і тому самому устаткуванні можна виготовити як циліндричні, так і фігурні банки;
- удвічі скорочуються витрати ущільнювальних матеріалів;
- собівартість штампованих банок нижча, ніж паяних чи зварних.

Однак штамповані банки мають деякі недоліки:

- у процесі витягування частково руйнується покриття жерсті, тому потрібно додатково робити двостороннє лакування для забезпечення належної корозійної стійкості;
- висота банок не перевищує половини діаметра, що обмежує галузь їх застосування;
- до білої жерсті, з якої виготовляють банки, висуваються більш високі вимоги.
- Є різні способи виготовлення суцільних банок, але основним технологічним процесом при цьому є витяжка.

Співвідношення між основними напругами металу в процесі витяжки можна усвідомити, користуючись рис. 3.

Зусилля витяжки, прикладене до пуансону:

$$P_2 = p_2 \cdot \pi \cdot (d + s) \cdot s \tag{1}$$

де p_2 — напруги, що розтягують, Н/мм²;

d — діаметр пуансона або внутрішній діаметр циліндра, мм;

s — товщина матеріала, мм.

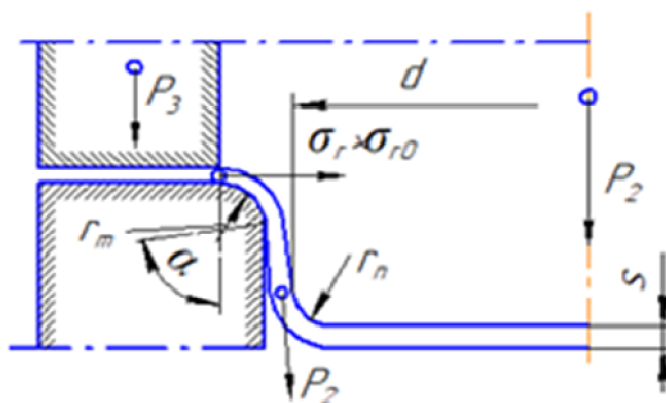


Рис. 3 – До розрахунку напружень витяжки

Напруги під час витяжки залежать від ступеня деформації матеріалу, що вимірюється зміною розмірів заготовки:

$$\sigma = \frac{D_0 - d}{D_0} = 1 - \frac{d}{D_0} \quad (2)$$

або від відношення діаметрів, званого коефіцієнтом витяжки:

$$m = \frac{d}{D_0} \quad (3)$$

Консервні банки переважно штамнують одну за операцію витяжки. Корисно відзначити, що для жерсті при штампуванні в одну операцію граничний коефіцієнт витяжки «*m*» не може бути меншим за 0,5; що обмежує висоту штампованих банок.

Діаметр заготовки для банки №6 визначають виходячи з рівності поверхонь заготовки і банки, що витягується, з урахуванням припуску на обрізку фланця. Ширина припуску $\Delta d = 2...4$ мм. Найбільш простим способом розрахунку є підсумовування поверхонь простих геометричних елементів, з яких складається банка.

В цьому випадку діаметр заготовки (в м) визначають з такого виразу:

$$D_{заг.} = \sqrt{\sum F \cdot \frac{4}{\pi}} \quad (4)$$

Отриманий діаметр заготовки $D_{заг.} = 163$ мм.

Розраховані наступні величини: зусилля (в Н) для вирубування заготовки: $P_1 = 40843,2$ Н;

зусилля витяжки для циліндричної банки: $P_2 = 27417,2$ Н;

сила (в Н), необхідна для притиску жерсті під час штампування: $P_3 = 36456,7$ Н;

коефіцієнт витяжки: $m = 0,514$.

На рис. 5 показаний розроблений і виготовлений на підприємстві «Мрія» м. Одеса інструмент (штамп) для цільнотягнутої жерстяної банки №6 за одну операцію витяжки.

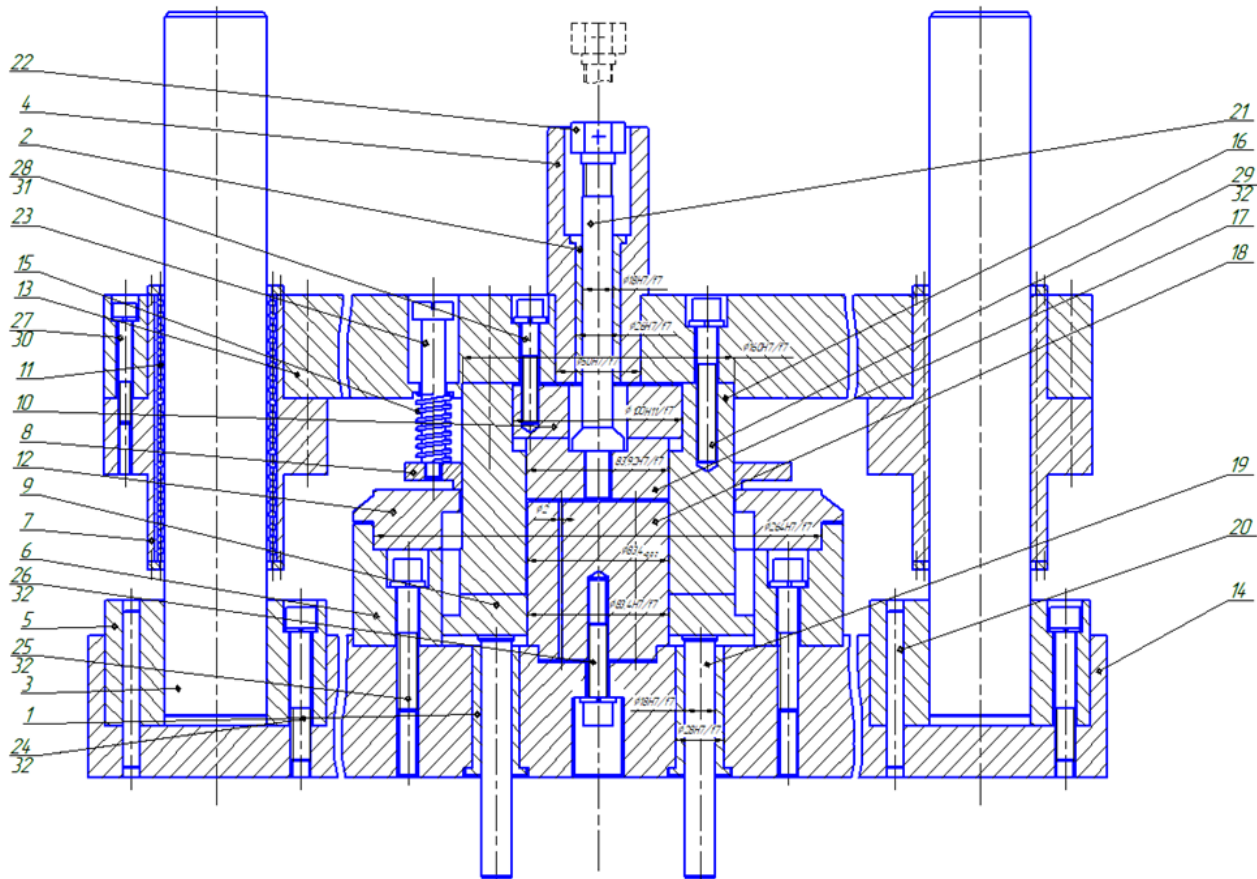


Рис. 5 – Інструмент для цільнотягнутої жерстяної банки №6 за одну операцію витяжки

Розроблено рельєф денця суцільнотягнутої банки №6 (Рис. 6).

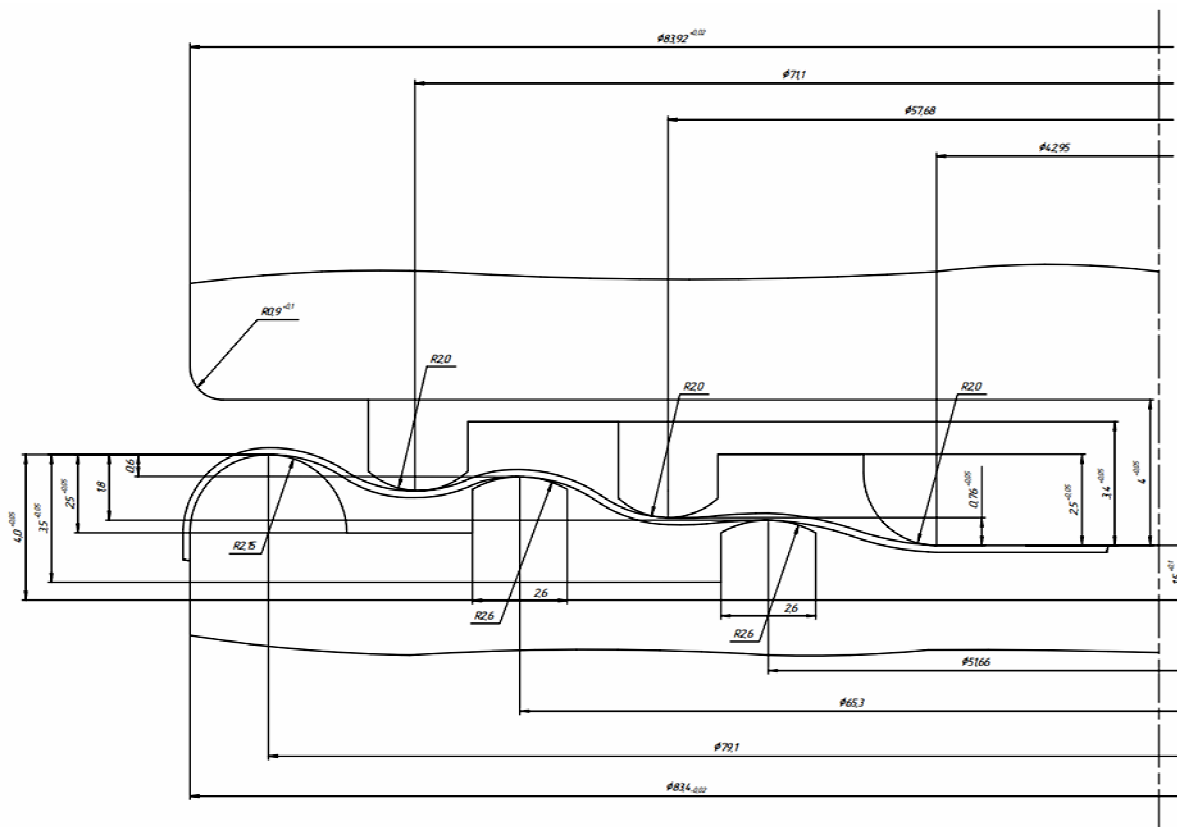


Рис.6 – Рельєф банки №6

Визначено яким чином розташувати заготовки на листі жерсті, з найбільшим коефіцієнтом ефективності (Рис.7).

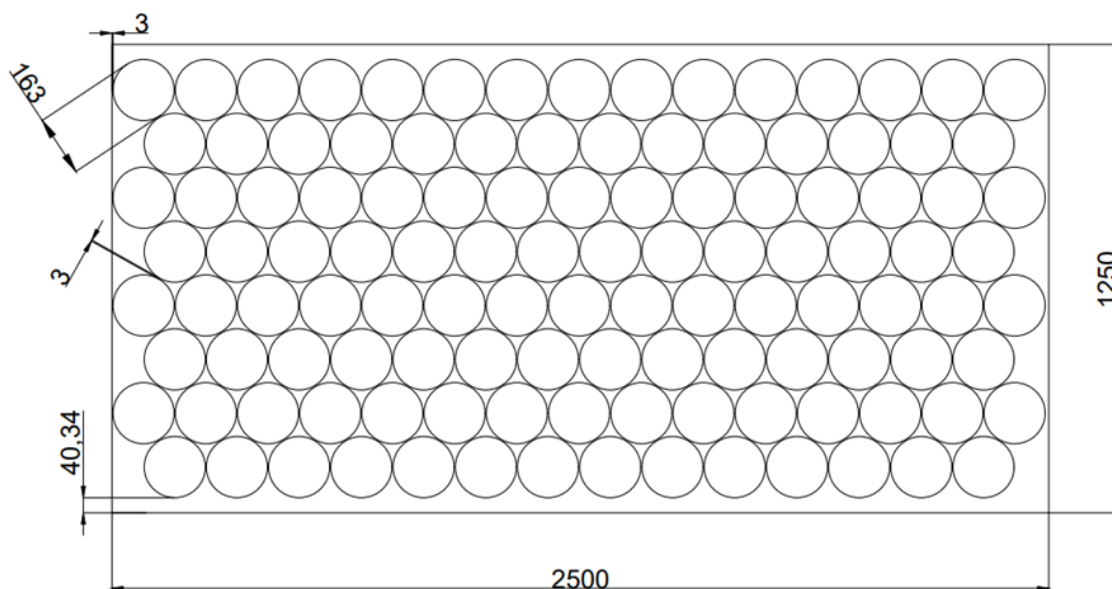


Рис. 7 – Розміщення заготовок на листі жерсті фігурним скролом

Найбільшу вигоду дає використання фігурного скролу. Тому його використання є найбільш оптимальним рішенням. Коефіцієнт ефективного використання площі листа жерсті $K_{ef} = 0,78$.

Таким чином можна зробити наступні висновки переваги дводетальних банок перед тридетальними:

- гарантована герметичність корпусу банки;
- зменшуються витрати білої жерсті;

- з технологічного процесу виключене паяння корпусів та присутність свинцю, який негативно впливає на консервовані продукти і в підсумку на здоров'я людини;
- удвічі скорочуються витрати ущільнювальних матеріалів;
- собівартість штампованих банок нижча, ніж паяних чи зварних.

До недоліків дводетальних банок можна віднести обмеження по висоті банки так як більш висока банка потребує більшого діаметра заготовки для штампування. Для жерсті при штампуванні в одну операцію граничний коефіцієнт витяжки «m» не може бути меншим за 0,5; саме це і обмежує висоту штампованих банок.

Цей недолік можна виключити, якщо використовувати при штампуванні більш пластичний матеріал, наприклад, алюміній.

References

1. Uhryn Ya.M., Khvedchyn Yu.I., Rehei I.I. (2011). *Osnovy pakovalnoi spravy. Metaleva tara [The basics of packaging. Metal container]*, Lviv: Ukrainiska akad. Drukarstva. (in Ukrainian)
2. Syrokhman I. V., Zavhorodnia V. M. (2017). *Tovarovnavstvo pakovalnykh materialiv i tary: pidruch [Commodity science of packaging materials and containers: textbook]*. K.: TsNL. (in Ukrainian)
3. Sokolenko A. I., Kostyuk V. S., Vasytkivskiy K. V. et al. (2013). *Fizyko-khimichni vlastyvoli pakovalnykh materialiv [Physico-chemical properties of packaging materials]* Kyiv: Condor. (in Ukrainian)

DEVELOPMENT OF A STAMP FOR A CONTINUOUS TIN CAN NO. 6

Vsevolodov O.M., PhD, docent, Farofontov V.S., student
Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine

Abstract. *The article deals with issues related to the manufacture of tin cans for packing food products in them. A brief classification of applied types and types of tin cans is given. The methods of manufacturing prefabricated and solid-drawn tin cans for the canning industry are described. The advantages and disadvantages of the production of prefabricated and continuous tin cans are considered. Explained the reasons for the decrease in the production of prefabricated tin cans due to the presence of lead in the solder. The article defines the advantages of using and manufacturing continuous metal cans over prefabricated ones. Disadvantages of continuous cans are also given. In order to develop a tool for the production of solid-drawn cans, the forces for cutting out the blank, the pulling force for a cylindrical can, the force required to press the tin during can stamping and the pulling factor were determined. In addition, the following are calculated: the diameter of the workpiece, the most effective type of sheet metal cutting with a curved scroll. The relief of the bottom of the continuous can No. 6 has been developed. The drawing of the general type of the developed tool - a stamp for the production of continuous drawn tin can No. 6 is given. The tool presented in the article was manufactured according to working drawings at the Mriya enterprise and is operated at the same enterprise. From the materials presented in the article, the advantages of using a tool for the production of solid-drawn cans over prefabricated three-piece tin cans due to the achievement of guaranteed tightness of the solid body, reduction of white tin waste, exclusion of the presence of lead from the technological process, which has a negative effect on the canned product and ultimately on health I am a person. The article ends with conclusions and a list of used literature.*

Keywords: tin, tool, continuously drawn can, three-part can, extraction coefficient, pressure, tension, extraction, relief, scroll.

Список використаної літератури

1. Основи пакувальної справи. Металева тара [Текст] / Я.М. Угрин, Ю.Й. Хведчин, І.І. Регей. — Львів: Українська акад. друкарства, 2011. — 117с.
2. Сирохман І. В. Товарознавство пакувальних матеріалів і тари: підруч. [Текст] / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. — К.: ЦНЛ, 2017. — 614 с
3. Фізико-хімічні властивості пакувальних матеріалів [Текст] : підручник / А. І. Соколенко, В. С. Костюк, К. В. Васильківський та ін. ; за ред. А. І. Соколенка; Нац. ун-т харч. технологій. — Київ : Кондор, 2013. — 402 с.

Отримано в редакцію 22.06.2023
Прийнято до друку 26.11.2023

Received 22.06.2023
Approved 26.11.2023