

УДК 676.84 + 66-9

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОНІЧНИХ ПАПЕРОВИХ ХАРЧОВИХ ЄМКОСТЕЙ

А. Б. Коломієць, Л. Б. Голдак

*Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. Ст. Бандери, 12, Львів, 79000, Україна*

Виконано огляд технологій та обладнання відомих фірм для виготовлення паперових харчових ємностей у формі зрізаного конуса. Представлено типову технологію виготовлення паперових / картонних стаканчиків та схему роторного автомата, подано його опис. Описані головні операції, що виконуються у автоматі, визначені межі можливостей автоматів та виявлені частини, що значно впливають на продуктивність, енергоощадність обладнання та якість продукції. Визначено, що параметрів продукції досить небагато (висота, діаметр верхнього ободу та об'єм ємності), проте існує широкий діапазон співвідношень розмірів конічних картонних ємностей та об'ємів, що можуть містити згадані ємності. Зроблено класифікацію такої продукції за співвідношенням розмірів та об'єму (ємності). Окремо представлена класифікація автоматизованого обладнання для виготовлення конічних паперових стаканчиків.

Ключові слова: паперовий стаканчик, конічна ємність, роторна лінія, класифікація, привод, продукція, з'єднання, шов.

Постановка проблеми. Аналіз стану ринку харчових пакувань [11] доводить, що в Україні харчова та інші галузі потребують великої кількості дешевих та простих у виробництві паперових/картонних контейнерів. Для задоволення цього попиту ключовим завданням є вдосконалення технологій та автоматів для виготовлення паперово-картонних контейнерів у формі зрізаного конуса [14].

Поряд з надійністю обладнання, удосконалення технологій безпосередньо впливає на якість готової продукції. Завдяки стабільності роботи механізмів та точнішому контролю досягається ідеальна герметизація швів та дна харчових контейнерів [13]. Це гарантує відсутність протікання, що є фундаментальною вимогою для пакування рідин. Таким чином, вдосконалення процесу дозволяє виробляти високоякісну, надійну та конкурентоспроможну продукцію, яка відповідає найвищим стандартам споживачів. Підвищення продуктивності виробництва повинно відбуватись одночасно із забезпеченням високої надійності обладнання за рахунок зменшення динамічних навантажень. Менші вібрації та ударні навантаження під час роботи не тільки подовжують термін служби механізмів, а й знижують ймовірність збоїв і простоїв, що є критично важливим для безперервного виробництва [9, 10].

В Україні є велика кількість виробників паперово-картонних контейнерів. Наприклад, «Екопосуд» (м. Харків), «Optservice» (м. Кривий Ріг), «SafePro» (м. Київ),

«Альфа-пак південь» (м. Одеса) [7, 8] тощо. Слід відзначити, що власне термінологія, якою українські виробники у торгових мережах позначають продукцію («круглі контейнери») є не зовсім правильною, відображає тільки частину форми контейнера. Так як продукція являє собою зрізаний конус, більш логічним є називати її «конічні контейнери».

Натепер не існує чіткої класифікації цієї продукції. Це впливає на можливості створення в Україні обладнання, яке б мало вузькоцільове призначення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Операції вирізування круглих отворів у аркушевому картоні присвячені дослідження Задри В. М. [3, 1] під керівництвом Главацького А. С. Операція штанцювання розгортки картонних пакувань ґрунтовно вивчена у працях Регея І. І., Полюдова О. М. та ін. [11, 12]. Під керівництвом Чехмана Я. І. виконувались роботи з удосконалення штанцювальних пресів, що відображено у працях Шустикевича А. І. та інших [5].

Відокремленню заготовок з магазину самонакладу та їхньому переміщенню у зону подальшої обробки присвячені праці Хведчина Ю. Й., Книша О. Б., Коломійця А. Б., Стеців Я. Б. та інших [2].

Дослідження можливостей удосконалення приводу роторних ліній виконувались авторами, за основу брались відомі праці українського вченого Фішина М. Є. [13].

Наукові дослідження, присвячені дослідженню частини операцій та обладнання є маловідомими, вони потребують удосконалення.

Мета статті. Виконати аналіз існуючих технологій та обладнання знаних виробників, призначені для виготовлення конічних харчових контейнерів з паперу та картону на основі літературних та патентних джерел, представити опис процесу виготовлення згаданих контейнерів, виокремити особливості кожної операції утворення конічних контейнерів, класифікувати згадану продукцію за геометричними ознаками.

Виклад основного матеріалу дослідження. Виготовлення паперових / картонних конічних контейнерів є комплексним завданням, так як об'єднує у межах одного обладнання декілька різних операцій. Тому слід розділити дослідження за операціями [2]:

- 1) вирізування круглої заготовки дна з рулону паперової стрічки;
- 2) формування чашкоподібного дна;
- 3) виготовлення заготовок корпусу стаканчика на штанцювальному обладнанні;
- 4) поштучне відокремлення та переміщення заготовок корпусу з магазину самонакладу;
- 5) з'єднання корпусу у єдину форму шляхом загинання та заклеювання його країв;
- 6) приєднання дна до корпусу (насправді складається з 4-х операцій: нагрівання стрічки термклею у нижній частині корпусу, приєднання чашкоподібного дна до корпусу, загортання нижньої частини корпусу усередину стаканчика згинанням його на 180°, прикочування спеціальними рифленими роликми смуги корпусу до стінки чашкоподібного дна);

- 7) закочування верхнього краю стаканчика, створення захисного тороподібного валика по верхівці конічного контейнера;
8) переміщення готової продукції для запаковування у групову тару.

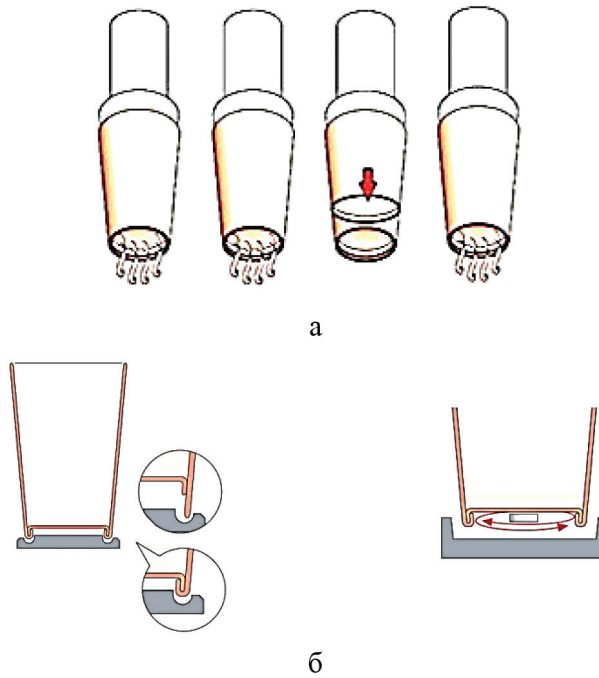


Рис. 1. Технологічний процес виготовлення стаканів на машині Höpfer BVP 100
а – приєднання дна до корпусу стаканчика;

б – загортання нижньої частини корпусу стаканчика навкруги стінки його дна

Для виробництва паперових стаканчиків для холодних напоїв важливою є надійна герметизація бічних швів та дна [4, 11]. Цей процес здійснюється на спеціалізованому обладнанні (ротаторних лініях) та складається з трьох основних етапів [4, 15]:

Етап 1: формування оболонки та герметизація бічного шва. Заготовка, яка може бути попередньо висіченою на штандувальному обладнанні або подаватися з рулону, спочатку перетворюється на основну форму стаканчика. Перед запечатуванням бокового шва, вона проходить через незалежні нагрівачі з гарячим повітрям. Це забезпечує рівномірний нагрів по всій довжині шва, не пошкоджуючи внутрішній поліетиленовий шар. Після нагріву шов повністю запечатується під постійним тиском. Такий підхід запобігає виникненню протікання в критичних зонах.

Етап 2: встановлення та запечатування дна. На цьому етапі з рулонного матеріалу висікається заготовка дна, з якої формується чашкоподібне дно, що згодом вставляється в основу стаканчика. Область з'єднання знову нагрівається за допомогою гарячого повітря. Ці нагрівачі не тільки підтримують точну температуру,

але й регулюють потік повітря, що направляється на зону з'єднання. Це забезпечує високу якість та герметичність з'єднання дна.

Етап 3: обробка верхнього обідка. На завершальному етапі відбувається фінальна обробка верхньої крайки паперового стаканчика. За потреби, край може бути загнутий та спресований для надання міцності та завершеного вигляду виробу.

Весь виробничий цикл є автоматизованим. Заготовки точно позиціонуються на затискних патронах роторів, обертається, а бічний шов попередньо запечатується за допомогою спеціальної затискної планки.

Під час формування та герметизації дна заготовка рухається по вбудованій станції формування дна, обертова зірочка, яка оснащена 6–10 патронами, забезпечує достатній час для належного запечатування бічного шва. На цій же станції три стандартні нагрівачі виконують запечатування дна. Процес формування дна завершується загином внутрішнього обідка та круговим герметичним з'єднанням.

Під час обробки верхнього обідка готовий корпус стакану (з дном) транспортується до наступної секції роторного автомата, призначеної для формування верхнього обідка. Ця секція складається з кількох послідовних станцій: зволоження, попереднього загинання, фінального загинання та калібрування. Додатково, може бути інтегрована станція для витискання внутрішньої канавки, що служить позначкою рівня наливання.

Протягом фінальної стадії та пакування готова продукція виводиться на стіл для підрахунку та сортування або передається на пакувальну систему. Для виготовлення стаканів з подвійними стінками передбачена спеціалізована передавальна система, яка спрямовує готові внутрішні стакани до машин Hôgauf для подальшого виробництва зовнішніх оболонок [4].

Типову технологію виготовлення конічних паперово-картонних контейнерів представлена на рис. 2.

Заготовки для виготовлення продукції можуть мати вигляд плоских дугоподібних висічок після штанцювання на пресі (для корпусу стаканчиків) або надходити у рулонах чи бобінах (для деталей дна). Розгортки корпусу стакану попередньо друкують, оздоблюють і висікають. Подальші операції виконуються на спеціальних автоматах, переважно роторного типу (наприклад, обладнання відомої німецької компанії Hôgauf [4]).

На початку процес розділяють на два синхронні потоки: *перший* — формування корпусу стаканчика, *другий* — висікання та надання форми чашкоподібному дну. Із самонакладу дугоподібні заготовки корпусів подаються до конусної матриці, де формується конус і здійснюється його заклеювання за допомогою термічних або ультразвукових нагрівачів. Далі корпуси потрапляють у перший ротор. Паралельно у другому роторі з розмотаної картонної стрічки формується дно чашкоподібної форми. Вставлення дна в корпус здійснюється у головному роторі I. Під час подальшого обертання роторів готовий стакан переміщується вгору, на одну з конусних насадок ротора III.

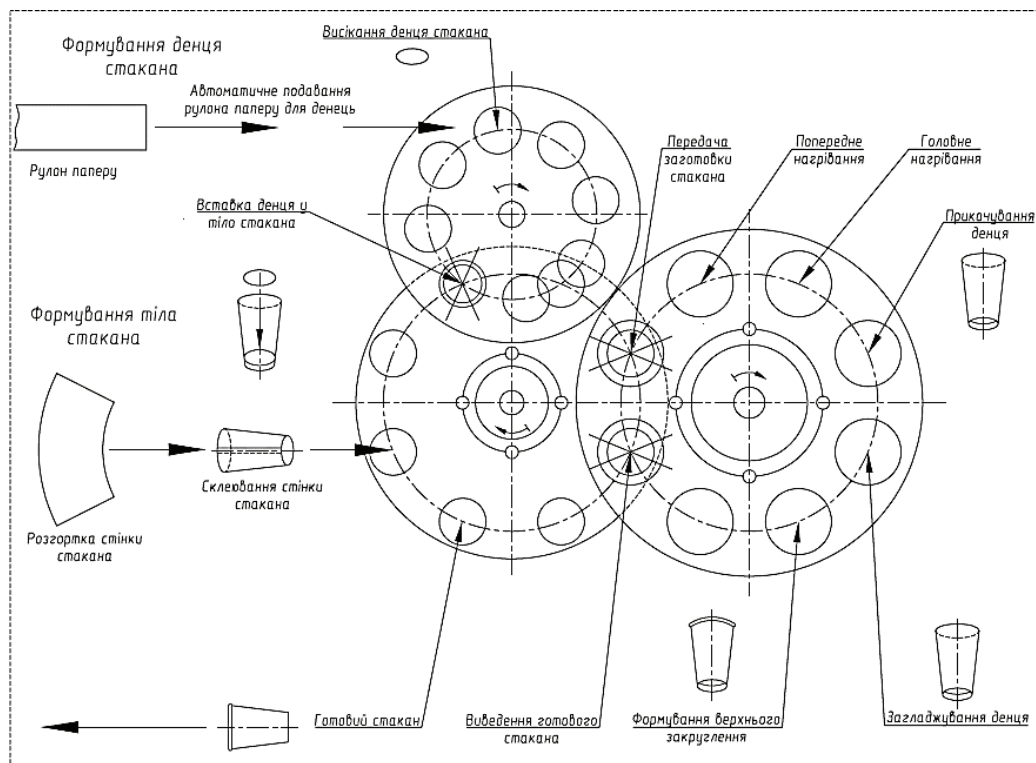


Рис. 2. Типова технологія виготовлення паперово-картонних стаканів в роторному автоматі з вертикальним розташуванням валів роторів

На виході роторного автомату готові вироби пакують у поліетиленові рукави по 50 або 100 штук, після чого їх укладають у гофрокартонні коробки по 3000 стаканів у кожній. Обслуговування такого автомата потребує лише одного оператора, що забезпечує високу продуктивність праці. Привід машини працює з періодичним поворотом; зазвичай кожен ротор має по 8 робочих позицій. У приводних механізмах часто використовуються мальтійські хрестові механізми [13].

Відомі класифікації паперових/картонних контейнерів за призначенням. проте така класифікація є обмеженою, не враховує усіх особливостей продукції та не дозволяє визначитись з базовими розмірами для модельних рядів обладнання для виготовлення її.

Матеріал стаканчиків – папір, питома вага $190\text{--}300\text{ г/м}^2$ [7, 8]. Тобто, це вже не зовсім звичайний папір, радше кількшаровий картон. Цим пояснюється розбіжності у термінології у англomовній літературі. Термін «*parer cup*» може вводити в оману і асоціювати матеріал стаканчика з папером меншої питомої ваги, який не є стійний до деформацій від силових та теплових впливів.

Зазвичай, досередини ємності обов'язково розташовується ламінований або лакований шар. Зовнішнє лакування виконується за потреби. Товщина стінки одностарового паперового стаканчика складає від 0,3 до 0,5 мм.

Існує три види конічних паперових/картонних ємностей для харчової продукції (див. рис. 3): стаканчики (для рідин, висота більша від діаметру, ємність до 400 мл), супова, йогуртна ємність (або «великий стакан», співрозмірні розміри діаметрів і висоти, ємність 450-750 мл), салатники, торгова назва (діаметр значно більший за висоту, ємність від 750 мл і більше). Останні два типи у торгівлі позначають як «контейнер круглий» (від 340 мм і більші).

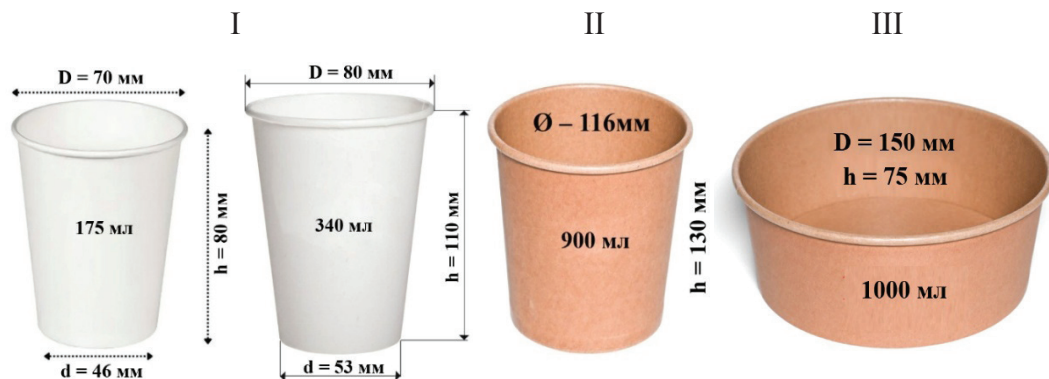


Рис. 3. Види і розміри типових конічних харчових контейнерів

Зазвичай виробники не вказують розміри дна, тільки висоту, діаметр верхнього обідка і ємність (мл). Найбільш поширеними діаметрами дна стаканчиків для рідин є 53 мм для 340-350 мл та 49 мм для 175-200 мл. Дно «великих стаканів», супниць, йогуртниць, має діаметр 69-70 мм (для йогуртів, локшини тощо).

Класифікацію механізмів автоматизованого обладнання для виготовлення конічних паперових стаканчиків слід починати з структурної схеми усієї машини. Верстати поділяються за розташуванням валів та приводів основних інструментів (горизонтальні та вертикальні). горизонтальне розташування валів вважається більш вигідним через відсутність складних опор, є легшими в обслуговуванні.

За видом руху верстати бувають з переривчастістю руху (з періодичними зупинками та безперервні. автомати з переривчастим рухом зазвичай базуються на застосуванні в приводі головного руху (це ротор II) механізму мальтійського хреста.

Висновки: Представлено технологічний процес та схему типового роторного автомату для виробництва паперових/картонних стаканчиків, наведено його опис. Описано основні операції, що виконуються у автоматі, визначено межі можливостей подібного устаткування та його особливості, які суттєво впливають на продуктивність, енергоефективність обладнання та якість продукції. паперових харчових контейнерів.

Визначено, що параметрів виробу (висота, діаметр верхнього бортика та об'єм контейнера) досить багато, але існує широкий діапазон співвідношень розмірів конічних картонних контейнерів та об'ємів, які можуть містити згадані контейнери. Класифікацію таких виробів здійснено за співвідношенням розмірів та об'єму (місткості). Запропоновано розділити контейнери на три великі групи, кожна з

яких має різне призначення, співвідношення розмірів та, відповідно, обладнання. Представлено класифікацію автоматизованого обладнання для виготовлення конічних паперових стаканчиків. Верстати поділяються за розташуванням валів та приводів основних інструментів (горизонтальні та вертикальні), переривчастістю руху (з періодичними зупинками та безперервні).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Главацький А. С., Задра В. М. Геометрична інтерпретація процесу прорізування отворів у картоні. *Поліграфія і видавнича справа*. Львів, 2001. №37. С. 78-82.
2. Голдак Л. Б., Коломієць А. Б. Завдання комплексних досліджень механізмів в обладнанні для виготовлення конічних картонних контейнерів. Abstracts of XIX International Scientific and Practical Conference. Krakow, Poland. Pp. 239-241. URL: <https://eu-conf.com/en/events/science-modern-technologies-and-humanity-problems-theories-and-thoughts/>.
3. Задра В. М. Прорізування отворів у картоні (оптимізація енергосилових параметрів). *Упаковка*. К., 2003. №2. С. 30-31.
4. Каталог виробника обладнання HÖRAUF. <https://www.hoerauf.com/en>
5. Коломієць А. Б., Шустикевич А. І., Голдак Л. Б. Метричний синтез штанцювальної машини плоскоциліндрового типу із оптимізованою компоновальною схемою. *Поліграфія і видавнича справа*, № 1 (87), УАД, 2024, С. 165-173. doi: 10.32403/0554-4866-2024-1-87-165-173.
6. Коломієць А. Б., Шустикевич А. І., Голдак Л. Б. Удосконалення приводу ротаційного автомата для виготовлення картонних та паперових ємкостей. *Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції*: матеріали XI Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 25 жовтня 2022 р., м. Київ. Київ, НУХТ, 2022. С. 71-72.
7. Компанія «Екопосуд» <https://ecoposud.com.ua>.
8. Компанія «Альфа-пак південь» <https://alfa-pack.org>.
9. Пальчевський Б. О., Крестьянполь О. А., Бондарчук Д. В. Розрахунок функціональних пристроїв пакувальних машин: Навч. посібник / За ред. проф. Б. О. Пальчевського. – 2-е вид., випр. і доп. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2014. 264 с.
10. Проектування пакувального обладнання із мехатронних модулів (2017) / М. В. Якимчук, О. М. Гавва, А. П. Безпалько та інші. 515 с.
11. Регей І. І. Споживче картонне пакування (матеріали, проектування, обладнання для виготовлення) : навч. посіб. Львів : Українська академія друкарства, 2011. 144 с.
12. Регей І. І. Енергоощадна технологія і засоби виготовлення розгортки картонного пакування: монографія. Львів: Українська академія друкарства, 2009. 78 с.
13. Kolomiets, A., & Holdak, L. (2024). Improvement of the main movement drive of a rotary automatic machine based on the Geneva mechanism with two crankshafts. Матеріали конференцій МЦНД, (19.07.2024; Миколаїв, Україна), 88–92. <https://doi.org/10.62731/mcnd-19.07.2024.003>.
14. US Patent №9371149B2, IPC B65D3/06. Structure of paper cup – publ. Apr. 28, 2016. US 2016/0114929 A1.
15. US Patent №5992489, IPC B31F 0300; B65C 0900; B31B 0190; B65B 0102. Cup forming machine. Assign. Sweetheard Cup Company Inc. Publ. 30.11.1999.

REFERENCES

1. Hlavatskyi A. S., Zadra V. M. (2001) Heometrychna interpretatsiia protsesu prorizuvannia otvoriv u kartoni. *Polihrafiia i vydavnycha sprava*. Lviv. №37. S. 78-82. (in Ukrainian).
2. Holdak L. B., Kolomiets A. B. (2024) Zavdannia kompleksnykh doslidzhen mekhanizmiv v obladdnanni dlia vyhotovlennia konichnykh kartonnykh konteineriv. Abstracts of XIX International Scientific and Practical Conference. Krakow, Poland. Pp. 239-241. URL: <https://eu-conf.com/en/events/science-modern-technologies-and-humanity-problems-theories-and-thoughts/> (in Ukrainian).
3. Zadra V.M. (2003) Prorizuvannia otvoriv u kartoni (optymizatsiia enerhosylovykh parametriv). *Upakovka*. K., №2. S. 30-31. (in Ukrainian).
4. Equipment manufacturer HÖRAUF catalogs. <https://www.hoerauf.com/en>.
5. Kolomiets A. B., Shustykevych A. I., Holdak L. B. (2024) Metrychnyi syntez shtantsiuvalnoi mashyny ploskotsylindrovoho typu iz optymizovanoi komponovalnoi skhemoiu. *Polihrafiia i vydavnycha sprava*, № 1 (87), UAD, S. 165-173. doi: 10.32403/0554-4866-2024-1-87-165-173. (in Ukrainian).
6. Kolomiets A. B., Shustykevych A. I., Holdak L. B. (2022) Udoskonalennia pryvodu rotatsiinoho avtomata dlia vyhotovlennia kartonnykh ta paperovykh yemkostei. *Trendy Lean-vyrobyntstva ta pakuvannia kharchovoi produktsii: materialy KhI Mizhnarodnoi spetsializovanoi naukovo-praktychnoi konferentsii, 25 zhovtnia 2022 r., m. Kyiv*. Kyiv, NUKhT. S. 71-72 (in Ukrainian).
7. Company «Ekoposud» <https://ecoposud.com.ua> (in Ukrainian).
8. Company «Alfa-pak pivden'» <https://alfa-pack.org> (in Ukrainian).
9. Palchevskyi B. O., Krestianpol O. A., Bondarchuk D. V. *Rozrakhunok funktsionalnykh prystroiv pakuvalnykh mashyn: Navch. posibnyk / Za red. prof. B. O. Palchevskoho. – 2-e vyd., vypr. i dop. – Luts'k: RVV Lutskoho NTU, 2014. 264 s.* (in Ukrainian).
10. *Proiektuvannia pakuvalnogo obladdnannia iz mekhatronnykh moduliv (2017) / M. V. Iakymchuk, O. M. Havva, A. P. Bezpal'ko na inshi. 515 s.* (in Ukrainian).
11. Rehei I. I. (2011) *Spozhyvche kartonne pakuvannia (materialy, proiektuvannia, obladdnannia dlia vyhotovlennia) : navch. posib.* Lviv : Ukrainska akademiia drukarstva. 144 s. (in Ukrainian).
12. Rehei I. I. (2009) *Enerhooschadna tekhnolohiia i zasoby vyhotovlennia rozghortok kartonnogo pakuvannia: monohrafiia.* Lviv: Ukrainska akademiia drukarstva. 78 s. (in Ukrainian).
13. Kolomiets, A., & Holdak, L. (2024). Improvement of the main movement drive of a rotary automatical machine based on the Geneva mechanism with two crankshafts. *Materialy konferentsii MTsND, (19.07.2024; Mykolaiv, Ukraina)*, 88–92. <https://doi.org/10.62731/mcnd-19.07.2024.003> (in English).
14. US Patent №9371149B2, IPC B65D3/06. Structure of paper cup – publ. Apr. 28, 2016. US 2016/0114929 A1. (in English).
15. US Patent №5992489, IPC B31F 0300; B65C 0900; B31B 0190; B65B 0102. Cup forming machine. Assign. Sweetheard Cup Company Inc. Publ. 30.11.1999. (in English).

doi: 10.32403/2411-3611-2025-1-47-127-135

ANALYSIS OF TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR FORMING CONICAL PAPER FOOD CONTAINERS

A. B. Kolomiets, L. B. Holdak

*Lviv Polytechnic National University,
12, Stepan Bandera St., Lviv, 79000, Ukraine
kolanbor@gmail.com*

A typical technology for manufacturing paper/cardboard cups in the shape of a truncated cone are presented.

In general, the process is divided into 8-10 separate operations, some of which occur in parallel, some in sequence. These operations are as follows: cutting a round bottom blank from a roll of paper tape; forming a cup-shaped bottom; manufacturing cup body blanks; moving body blanks one by one from the self-loading magazine; forming the body by gluing its side edges; attaching the bottom to the body (heating hot melt adhesive in the lower part of the body, attaching the cup-shaped bottom to the body, wrapping the lower part of the body inside the cup, rolling the body strip to the wall of the cup-shaped bottom with special grooved rollers); rolling the upper edge of the cup, creating a protective rim at the top of the conical container; moving the finished product for packaging into group packaging.

A diagram of a typical machine for the production of paper and cardboard cups in a rotary machine has been presented and its description has been given. The main operations performed in the machine are described, the limits of the capabilities of the machines are determined, and parts that significantly affect the productivity, energy efficiency of the equipment and product quality are identified. of paper food containers.

It is determined that there are quite a few product parameters (height, diameter of the upper rim and volume of the container), but there is a wide range of ratios of the sizes of conical cardboard containers and the volumes that the mentioned containers can contain. A classification of such products is made according to the ratio of sizes and volume (capacity). It is proposed to divide containers into three large groups, each of which has a different purpose, size ratio, and, accordingly, equipment.

A classification of automated equipment for the manufacture of conical paper cups is presented separately. Machines are divided by the location of the shafts and drives of the main tools (horizontal and vertical), the discontinuity of movement (with periodic stops and continuous).

Keywords: *paper cup, conical container, rotary line, classification, drive, production, connection, seam.*

Стаття надійшла до редакції 11.06.2025.

Received 11.06.2025.