

УДК 686.12.056

DOI: 10.20535/2077-7264.2(80).2023.291793

© А. І. Іванко, канд. техн. наук, доц., І. В. Юхименко,
магістрантка, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ КАРТОННИХ РОЗГОРТОК У ЗОНУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОБРОБКИ

**В статті запропоновано пристрій комбінованого типу
для переміщення картонних розгорток в зону
технологічної обробки.**

**Ключові слова: картонна розгортка; пневматичний
транспортер; стиснене повітря; пневматична камера;
струмінь повітря; перфорація; обертовий барабан.**

Постановка проблеми

Транспортування картонних заготовок у штанцювальному обладнанні реалізується каретками ланцюгового транспортера. Фіксація і транспортування картонної розгортки відбувається за переднє поле. Тому конструктивні особливості кареток та механізмів їх фіксування визначають кінематику переміщення масивної натискної плити. Як результат, штанцювальні преси є найбільш енергомісткими секціями пакувального обладнання.

Аркушеживильна система характеризується швидкістю подавання аркуша із стапеля на накладний стіл, транспортування до передніх і бокових упорів (процес позиціювання) та виведення його на приймальний стіл після технологічної операції висікання.

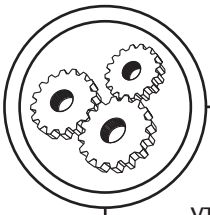
У більшості випадків продуктивність роботи поліграфічних і пакувальних машин обмежується можливостями аркушеживильної системи. А саме, швидкістю

роботи механізмів транспортування, переднього і бічного вирівнювання аркуша.

Аналіз попередніх досліджень

Технологічний процес виготовлення пакування з аркушевого картону передбачає використання різноманітних пристроїв [1]. Пристрої для транспортування, переміщення та позиціювання аркушів картону відіграють важливу роль у міжопераційних процесах. Від них у більшості випадків залежить продуктивність роботи та якість майбутньої продукції.

Транспортування картонних заготовок у зону обробки запропоновано у роботі [2]. Спосіб реалізується покроковим переміщенням картонних розгорток каретками за бокові поля. Каретки вмонтовані у ланцюговий транспортер. Для експериментальних досліджень використано заготовки з картону хром-ерзац форматів від 550×550 мм до 840×840 мм та маси 1 м² від 270 до 370 г.



Оскільки картонна розгортка утримувалась за бокові поля, проводилось вимірювання прогину заготовок за відносної вологості повітря 30 % та температури 19° С. Експериментальним шляхом оцінено прогин картонних заготовок різної товщини й формату. Наведено залежності величини прогину картонних заготовок завтовшки для 0,3; 0,4 та 0,5 мм від міжбазового розміру їх фіксування за бокові поля та напряду розташування волокон упоперек та вздовж осі фіксування. Також отримано аналітичну оцінку видовження картонних заготовок. Встановлено, що максимальні значення видовження заготовок становлять менш ніж 0,1 мм.

Швидкість переміщення аркушів із самонакладу на накладний стіл розглядається в роботі [3]. Як висновок, продуктивність самонакладів обмежується тільки можливостями папероживильної системи, зокрема швидкістю роботи механізмів транспортування. Експериментально визначено швидкість руху аркуша при послідовному та ступінчастому подаванні із стапеля на накладний стіл. Встановлено взаємозв'язок швидкостей подавання аркуша із стапеля на накладний стіл та транспортування до передніх упорів з послідовною та ступінчастою схемою подавання. Технологічна операція позиціонування виконувалась за класичним принципом: спочатку аркуш транспортувався до двох передніх упорів, а потім переміщувався до бічного (аркушеживильна система офсетної машини Printmaster GTO 52 фірми Heidelberg) та вакуумного модуля, що складається з чотирьох транспортувальних відокремлювачів.

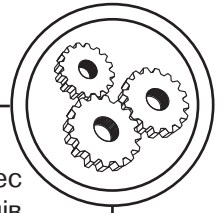
Каскадний спосіб подавання аркушів реалізувався механізмом бічного вирівнювання тягового типу. Вирівнювання аркуша до передніх упорів відбувалося за рахунок позиціювальних стрічок (аркушеживильна система офсетної машини Dominant 715 фірми Adast).

Робочі органи аркушевідокремлювачів і транспортувальних механізмів приводяться в рух від головного валу самонакладу. Збільшення експлуатаційних швидкісних характеристик аркушеживильної системи може призвести до пошкодження кромки аркуша, що негативно буде відображатися у подальших технологічних процесах.

При підході аркуша до передніх упорів потрібно сповільнювати швидкість аркуша. Це відбувається за рахунок використання у приводі транспортувальної системи еліптичних зубчастих коліс, диференціальних зубчастоважільних, кулачковажільних та інших механізмів. Через недостатню контрольованість механізмів папероживильної системи потрібно удосконалювати їх конструкцію.

Ставиться завдання зі створення нових підходів для виконання операції позиціонування аркушів на накладному столі папероживильної системи у аркушевих друкарських машинах [4].

Для визначення продуктивності роботи повітряно-вакуумних пристроїв в аркушевих друкарських машинах розроблено автоматизовану систему для визначення оптимальних параметрів їх експлуатації [5]. В дослідженні використано засоби статистичної обробки результатів вимірювань у пневматичній системі та управ-



ління роботою повітряно-вакуумних пристроїв. Автоматизовані процеси технологічних параметрів повітряно-вакуумної системи подачі аркушів дозволяють оперативно керувати сигналами для якісного забезпечення стабільності подачі аркушів на транспортувальний стіл. Об'єднання процесів вимірювання та статистичної обробки надає можливість папероживильній системі забезпечувати якісне транспортування та позиціонування аркушевих матеріалів.

Подача і завантаження аркушевих заготовок розглядається в працях [6–8]. Запропоновано конструктивні рішення в автоматичних живильників для поштучного відділення і подачі аркушів. Струменеві захоплювачі порівняно із вакуумними точніше позиціонують заготовку, мають кращі динамічні характеристики, відсутні рухомі елементи і додаткові механізми базування. Також у пневматичних пристроях цього типу енергія рухомого суцільного кільцевого газового потоку, обумовлена повним напором, що складається із суми п'єзометричного і динамічного напорів, спричиняє на торці струменевого елемента зниження тиску до величини нижче атмосферного, що сприяє при визначених конструктивних параметрах струменевих елементів появи аеродинамічного ефекту притягання.

Аналіз результатів наукової роботи показує, що ефективними є струменеві захоплювачі із комбінованими плоско-конічною і плоско-сферичною активними поверхнями. У досліджуваних комбінованих захоплювачах силові характеристики вищі від захоплювачів з плоским торцем на 40...60 %.

Не менш важливим є процес виведення аркушевих матеріалів транспортером із зони технологічної операції друку [9]. Так процес знімання аркуша з друкарського циліндра супроводжується його згинанням в хвостовій частині при відриві від офсетного циліндра. Тому процес транспортування аркушів та їх укладання у стос є визначальним у продуктивності роботи загалом. Оптимізація параметрів приймально-вивідних пристроїв аркушевих друкарських машин можлива шляхом зміни налаштувань існуючих пристроїв та за рахунок модернізації допоміжних пневматичних елементів.

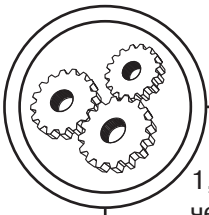
Проектується ряд пристроїв для виготовлення картонних паковань на основі допоміжних пневматичних модулів [10–12]. Однак всі вони потребують удосконаленої транспортувальної системи. А саме: для подачі картонних розгорток у зону технологічної обробки, а в подальшому виведення їх на приймальний стіл.

Мета роботи

Пропозиція транспортувального пристрою з комбінованою двокамерною пневматичною системою для переміщення картонних розгорток стисненим повітрям у технологічну зону обробки.

Результати проведених досліджень

Швидкість переміщення картонних розгорток $V_{кр}$ залежить від часу обробки матеріалу в операційних секціях та їх технічних можливостей. Для попередніх розрахунків можна прийняти, що картонна розгортка формату А3 буде переміщуватись із швидкістю



1,2 м/с. Крім того, важливе значення буде мати матеріал картонної розгортки. Наприклад, картон коробковий, призначений для виготовлення споживчого пакування згідно із ГОСТ 7933–89 повинен мати на 1 м² площі масу 170–850 г. Як правило, коробковий картон постачається в аркушах завтовшки до 0,9 мм.

Для переміщення картонних розгорток у зону технологічної обробки (наприклад, видалення зайвих елементів КР) пропонується використати пристрій, що складається з комбінованого пневматичного транспортера КПТ та обертового барабана ОБ (рис. 1, 2).

Так картонна розгортка 1 переміщується із направленою швидкістю V_{KP} між перфораційною 2 та опорною 3 стінками комбінованого пневматичного транспортера. Попередньо підготовлене стиснене повітря подається у верхню камеру 4 КПТ, проходить крізь циліндричні отвори 5 перфораційної стінки та потрапляє у нижню камеру 6 (рис. 1).

Оскільки транспортування картонної розгортки здійснюється повз зону видалення обрізків (зайвих елементів) 7, можна запропонувати обертовий барабан 8 вакуумного типу. Для схоплення обрізків в обертовому барабані створюється вакуум внутрішньою нерухою камерою 9 та додатково обмежується (для кута β) боковими стінками 10. Відкриті перфораційні зони ОБ під дією вакууму схоплюють обрізки, а закриті матричним рукавом 11 дозволяють продовжувати рух КР у зоні нижньої камери 6 КПТ, що додатково обмежується позиційною лінійкою відповідно до заданого формату (рис. 2).

Під час транспортування картонної розгортки потоками стисненого повітря (показні стрілками) необхідно створити якісні умови позиціонування КР (рис. 3). Для цього в гніздах опорної стінки 3 КПТ встановлюються позиційні кульки з кроком h , що відповідає кроку встановлення для кожного циліндричного отвору 5

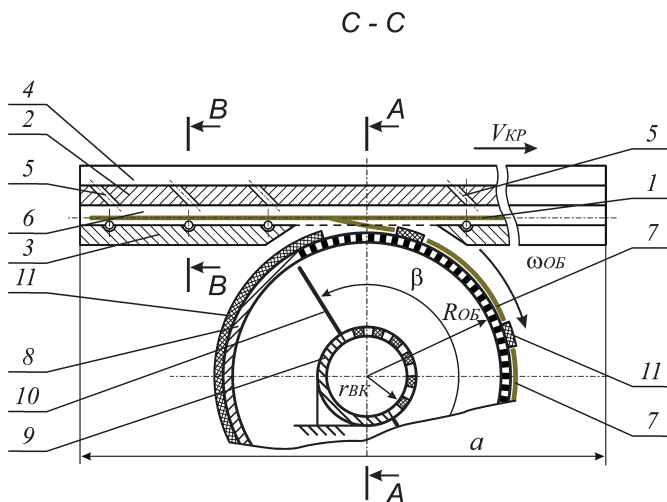


Рис. 1. Пристрій для транспортування картонних розгорток (вигляд збоку)

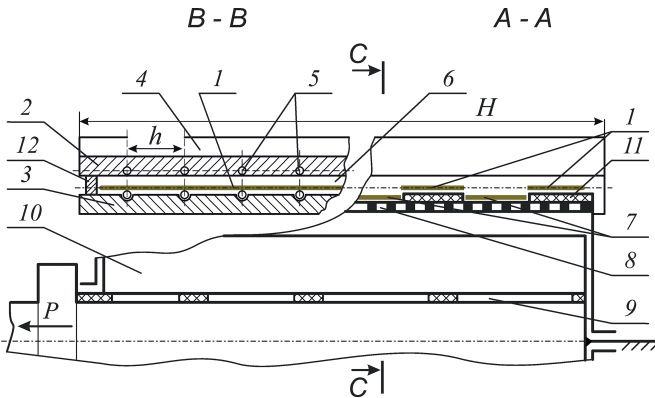
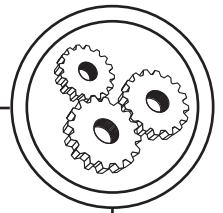


Рис. 2. Пристрій для транспортування картонних розгорток (вигляд спереду)

під заданими діаметром d та кутом α перфораційної стінки 2.

У повітряному потоці внаслідок дії сил внутрішнього тертя виникає опір. При невстановленому русі густина, тиск, швидкість та інші механічні характеристики у кожній точці потоку з часом можуть змінюватися. У разі сталого руху всі ці характеристики в кожній точці потоку залишаються незмінними в часі.

З курсу молекулярно-кінетичної теорії (МКТ) відомо, що тиск стисненого повітря можна

визначити задавшись його температурою та концентрацією молекул: $p = nkT$, або $pV = NkT$. Якщо використати співвідношення молекул газу $N = \frac{m}{M} N_A$ отримаємо залежність молекулярної фізики та термодинаміки: $pV = \frac{m}{M} N_A kT$;

де m — маса газу, N_A — число Авоґадро, k — стала Больцмана.

Використавши універсальну газову сталу $R = N_A k$ напишемо

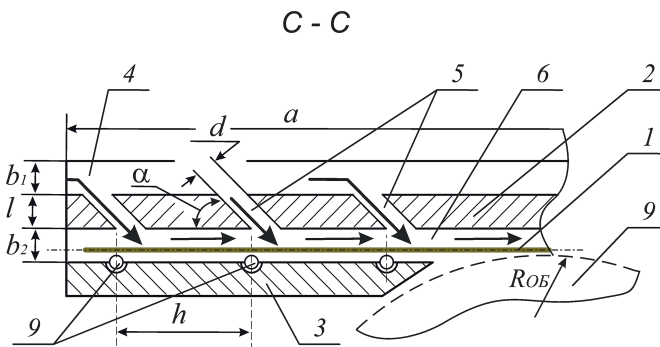
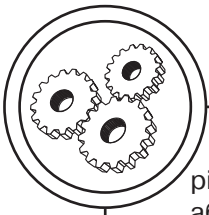


Рис. 3. Комбінований пневматичний транспортер (КПТ)



рівняння стану ідеального газу, або рівняння Клапейрона-Менделєєва:

$$pV = \nu RT. \quad (1)$$

Закони ідеального газу характеризуються вмістом вологого повітря, яке має визначену температуру суміші T та знаходиться під поточним тиском p_i :

$$\begin{aligned} p_i &= \frac{m_i RT}{\mu_i V} = \\ &= \nu_i \frac{RT}{V}, \end{aligned} \quad (2)$$

де m_i — поточна маса газу, μ_i — поточна молекулярна маса газу,

$\nu_i = \frac{m_i}{\mu_i}$ — кількість речовини газу,

що входить у склад даної суміші.

Для розрахунку густини стисненого повітря $\rho = \frac{m}{V}$, що про-

ходить вздовж напрямку руху картонної розгортки використовуємо масу використаних суміші m та об'єму V . Густина стисненого повітря у будь-якій точці переміщення картонної розгортки у пристрої транспортування буде функцією тиску і температури: $\rho = f(p, T)$.

Для визначення загальних втрат тиску спочатку розглянемо окремих отвір 5, що розташовується під кутом $\alpha = 45^\circ$ до горизонталі між верхньою 4 та нижньою 6 пневматичними камерами транспортера з діаметром $d = 4,2$ мм (рис. 3). Для того, щоб використати рівняння Бернуллі припустимо, що окремих отвір розділений двома поперечними перерізами. Перший переріз розташовується в площині верхньої пневмокамери 4 та

перфораційної стінки 2, а другим — між перфораційною стінкою та нижньою пневмокамерою 6. І прийнемо, що в обох поперечних перерізах динамічний тиск однаковий. Відповідно:

$$p_1 = p_2 + \Delta p. \quad (3)$$

Об'єм повітря обмежений двома поперечними перерізами. Напишемо рівняння кількості руху, використавши проекцію на вісь

$$\text{круглого отвору: } (p_1 - p_2) \frac{\pi d^2}{4} l - \tau_0 \cdot \pi d l = 0$$

l — відстань між поперечними перерізами, τ_0 — дотичне напруження на стінки отвору.

На основі теоретичних та експериментальних досліджень відомо, що дотичне напруження на стінки отвору пропорційне динамічному тиску розрахованому з врахуванням швидкості потоку v :

$$v = \sqrt{\frac{3\rho \cdot N_A \cdot V}{\mu \cdot N}}. \quad (4)$$

Для нашого варіанту розрахунок слід проводити для середньої швидкості потоку $v_{\text{сеп}}$:

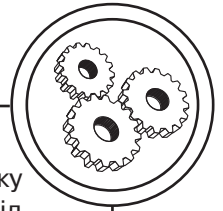
$$\tau_0 = \psi \frac{\rho \cdot v_{\text{сеп}}^2}{2}, \quad (5)$$

де ψ — коефіцієнт пропорційності.

Відповідно втрата тиску становитиме:

$$\Delta p = 4\psi \frac{\rho \cdot v_{\text{сеп}}^2}{2} \cdot \frac{l}{d}. \quad (6)$$

Теоретичні дослідження фахівців у цій галузі вказують на те,



що процес течії газу в трубопроводах дуже близький до ізотермічного. Експериментальні дані свідчать, що ці процеси реалізуються практично із постійною температурою газу. Тому під час розрахунків використовуємо залежності для ізотермічного процесу. У цьому випадку витрата повітря обчислюється за формулою:

$$G = \frac{f \cdot p}{\sqrt{RT}} \cdot \sqrt{\frac{1 - \sigma^2}{\xi - 2 \ln \sigma}} \quad (7)$$

де f — площа поперечного перерізу пневматичного транспортера, σ — відносний тиск, ξ — сумарний коефіцієнт опору.

Як приклад, побудований графік залежності витрат стисненого повітря G від діаметрів отворів d у комбінованому пневматичному транспортері (рис. 4). Можна переконатися, що діаметр використаних отворів призводить до пропорційного збільшення витрат стисненого повітря. Різкий пере-

пад спостерігається на проміжку $d = 1,2 \dots 4,2$ мм, а в інтервалі від $d = 5,4 \dots 6,2$ мм відносно рівномірну витрату стисненого повітря в діапазоні від $0,04 \text{ м}^3/\text{с}$ до $0,08 \text{ м}^3/\text{с}$.

Відображено більш рівномірне та пропорційне зростання витрат повітря від кількості отворів n у комбінованому пневматичному транспортері для $d = 4,2$ мм (рис. 5). На графіку майже пряма, що дозволить в подальшому апроксимувати необхідні дані для подальших розрахунків. Збільшення кількості отворів n (від 20 до 40) при заданому діаметрі d ми можемо спостерігати пропорційне зростання стисненого повітря від $0,018 \text{ м}^3/\text{с}$ до $0,11 \text{ м}^3/\text{с}$.

У процесі дослідження вивчених механізмів пристрою для транспортування картонних розгортки у зону видалення обрізків встановлено, що направлені потоки стисненого повітря частково витрачаються на подолання сил тертя і на місцеві опори. Можна стверджувати, що при переміщенні картону потоками стисненого повітря частина енергії

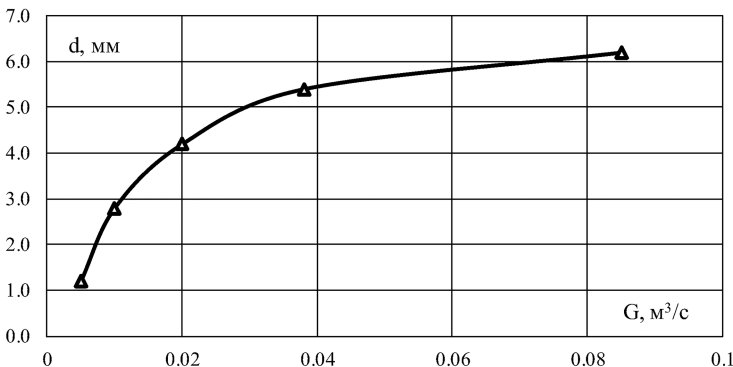


Рис. 4. Залежність витрат стисненого повітря G від діаметрів отворів d у комбінованому пневматичному транспортері

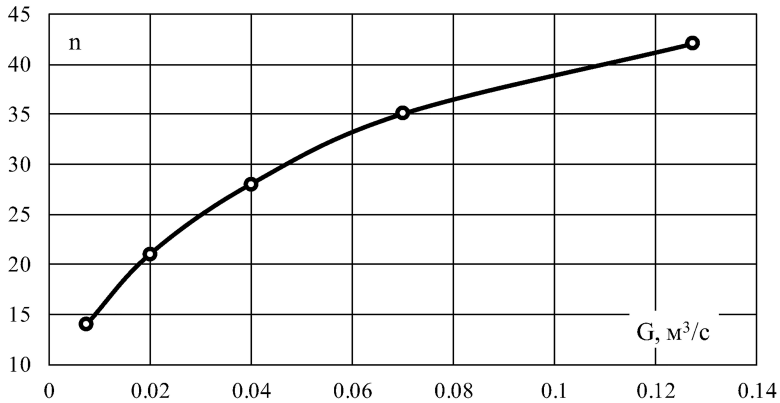
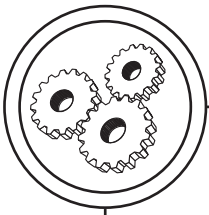


Рис. 5. Залежність витрат повітря G від кількості отворів n у комбінованому пневматичному транспортері

витрачається на подолання сил тертя саме об відносно складну конструкцію стінок верхньої та нижньої пневматичних камер, а також розподілених шарів повітря, що зустрічаються один з одним.

Висновки

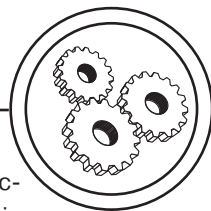
Важливою характеристикою пристрою для транспортування картонних розгортки є витрата стисненого повітря, що проходить у комбінованій пневматичній камері за одиницю часу. В роботі використано теоретичну методику розрахунку витрат стисненого повітря на прикладі газів з молекулярно-кінетичної теорії. Визначено середню швидкість потоку у поточному поперечному

перерізі. Для обчислень використується залежність, що характеризує витрати повітря за одиницю часу, середню швидкість повітря в перерізі та площу повітропроводу.

Після підтвердження теоретичних досліджень експериментальними даними розглянутий пристрій може досить ефективно використовуватися для транспортування картонних розгортки з однієї технологічної операції обробки в іншу. Особливо це стосується транспортування матеріалів з картону, що мають достатню щільність за фізико-механічними характеристиками та необхідну опорну поверхню обтікання.

Список використаної літератури

1. Регей І. І. Споживче картонне пакування (матеріали, проектування, обладнання для виготовлення) навч. посіб. / Іван Іванович Регей. Львів: УАД, 2011. 144 с.
2. Регей І. І. Експериментально-аналітична оцінка прогину картонних заготовок, зафіксованих за бокові поля / І. І. Регей, О. Б. Книш, С. В. Терницький, Б. Р. Іваськів // Упаковка. 2022. № 4. С. 38–40. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://issuu.com/upakjour/docs/upakjour_4-2022_web.



3. Ривак П. М. Забезпечення стабільності роботи папероживильної системи у машинах аркушевого офсетного друку / П. М. Ривак // Технологія і техніка друкарства. 2008. Вип. 3–4(21–22). С. 115–120. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3-4\(21-22\).2008.58861](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3-4(21-22).2008.58861).

4. Ривак П. М. Технічне і програмне забезпечення для реалізації цифрової системи позиціонування аркушів / П. М. Ривак // Технологія і техніка друкарства. 2011. Вип. 1(31). С. 124–129. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(31\).2011.53384](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1(31).2011.53384).

5. Морфлюк В. Ф. Автоматизація процесів цифрового визначення технологічних параметрів повітряно-вакуумної системи подачі аркушів / В. Ф. Морфлюк, І. С. Карпенко // Технологія і техніка друкарства. 2012. Вип. 4(38). С. 52–58. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(38\).2012.32196](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(38).2012.32196).

6. Проць Я. І. Дослідження конструкцій струменевих живильників листового матеріалу / Я. І. Проць, П. С. Федорів, Ю. О. Цяпута, В. В. Скочилиас // Технологія і техніка друкарства. 2012. Вип. 1(35). С. 123–129. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(35\).2012.32760](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1(35).2012.32760).

7. Савків В. Б. Оптимізація форми активної поверхні струменевих захоплювальних пристроїв промислових роботів / В. Б. Савків, Я. І. Проць, О. М. Фендьо, Г. В. Савків // Вісник ТДТУ. 2010. Том 15. № 1. С. 73–80.

8. Проць Я. І. Автоматизація виробничих процесів / Я. І. Проць, В. Б. Савків, О. К. Шкодзінський, О. Л. Ляшук. Навчальний посібник для технічних спеціальностей ВНЗ. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 344 с.

9. Кулинич І. В. Дослідження процесу транспортування та викладання віддрукованої продукції на приймальний стапель аркушевих друкарських машин / І. В. Кулинич, Ю. О. Шостачук // Технологія і техніка друкарства. 2012. Вип. 3(37). С. 97–108. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(37\).2012.32405](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(37).2012.32405).

10. Пат. України на кор. мод. № 123600. В42С 5/04. Пристрій для обрізування аркушевого матеріалу / А. І. Іванко. Заявл. 23.11.2017; Опубл. 26.02.2018. Бюл. № 4, 2018. 4 с.

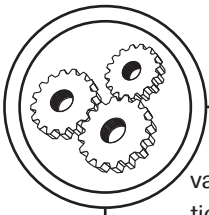
11. Іванко А. І. Моделювання процесу витрат повітря у камері пневмомарзана ротаційного висікального модуля / А. І. Іванко, В. П. Пасічник // Технологія і техніка друкарства. 2020. Вип. 1–2(67–68). С. 29–37. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1-2\(67-68\).2020.205764](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1-2(67-68).2020.205764).

12. Ivanko A. I. Usage of a two-chamber pneumatic module for cutting contours in cardboard scans / A. I. Ivanko, O. V. Pidvyshenna // Технологія і техніка друкарства. 2021. Вип. 3(73). С. 71–81. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(73\).2021.245418](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(73).2021.245418).

References

1. Rehei, I. I. (2011). *Spozhyvche kartonne pakovannia (materialy, proektuvannia, obladnannia dlia vyhotovlennia) [Consumer cardboard packaging (materials, design, equipment for production)]*. Lviv: UAD, 144 p. [in Ukrainian].

2. Rehei, I. I., Knysh, O. B., Ternytskyi, S. V., & Ivaskiv, B. R. (2022). Eksperymentalno-analitychna otsinka prohynu kartonnykh zahotovok, zafikso-



vanykh za bokovi polia [Experimental and analytical assessment of the deflection of cardboard blanks fixed by the lateral fields]. *Upakovka*, 4, 38–40. Retrieved from https://issuu.com/upakjour/docs/upakjour_4-2022_web [in Ukrainian].

3. Ryvak, P. M. (2008). Zabezpechennia stabilnosti roboty paperozhyvnoi systemy u mashynakh arkushevoho ofsetnoho druku [Ensuring the stability of the paper feeding system in sheet-fed offset printing machines]. *Tekhnolohiia i tekhnika druzarstva*, (3–4(21–22)), 115–120. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3-4\(21-22\).2008.58861](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3-4(21-22).2008.58861) [in Ukrainian].

4. Ryvak, P. M. (2011). Tekhnichne i prohramne zabezpechennia dlia realizatsii tsyfrovoi systemy pozytsiiuvannia arkushiv [Technical and software for the implementation of a digital system of sheet positioning]. *Tekhnolohiia i tekhnika druzarstva*, (1(31)), 124–129. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(31\).2011.53384](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1(31).2011.53384) [in Ukrainian].

5. Morfliuk, V. F., Karpenko, I. S. & (2012). Avtomatyzatsiia protsesiv tsyfrovoho vyznachennia tekhnolohichnykh parametrov povitriano-vakuumnoi systemy podachi arkushiv [Automation of processes of digital determination of technological parameters of the air-vacuum sheet feeding system]. *Tekhnolohiia i tekhnika druzarstva*, (4(38)), 52–58. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(38\).2012.32196](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(38).2012.32196) [in Ukrainian].

6. Prots, Ya. I., Fedoriv, P. S., Tsiaputa, Yu. O., & Skochylias, V. V. (2012). Doslidzhennia konstruksii strumenevykh zhyvlynkyv lystovoho materialu [Study of designs of jet feeders of sheet material]. *Tekhnolohiia i tekhnika druzarstva*, (1(35)), 123–129. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(35\).2012.32760](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1(35).2012.32760) [in Ukrainian].

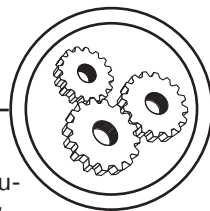
7. Savkiv, V. B., Prots, Ya. I., Fendo, O. M., & Savkiv, H. V. (2010). Optymizatsiia formy aktyvnoi poverkhni strumenevykh zakhopliuvalnykh prystroiv promyslovykh robotiv [Optimizing the shape of the active surface of jet capture devices of industrial robots]. *Visnyk TDTU*, Tom 15, 1, 73–80 [in Ukrainian].

8. Prots, Ya. I., Savkiv, V. B., Shkodzynskyi, O. K., & Liashuk, O. L. (2011). *Avtomatyzatsiia vyrobnychykh protsesiv [Automation of production processes]*. Ternopil: TNTU im. I. Puliuia, 344 p. [in Ukrainian].

9. Kulynych, I. V., & Shostachuk, Yu. O. (2012). Doslidzhennia protsesu transportuvannia ta vykladannia viddrukovanoi produktsii na pryimalnyi stapel arkushevykh drukarskykh mashyn [Study of the process of transporting and laying out printed products on the receiving ramp of sheet-fed printing machines]. *Tekhnolohiia i tekhnika druzarstva*, (3(37)), 97–108. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(37\).2012.32405](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(37).2012.32405) [in Ukrainian].

10. Ivanko, A. I. *Prystrii dlia obrizuvannia arkushevoho material [A device for cutting sheet material]* // Patent Ukraine № 123600. Publish 26.02.2018 [in Ukrainian].

11. Ivanko, A. I., & Pasichnyk, V. P. (2020). Modeliuvannia protsesu vytrat povitria u kameri pnevmomarzana rotatsiinoho vysikalnoho modulia [Modeling of the air consumption process in the pneumo-freezer chamber of the rotary cutting module]. *Tekhnolohiia i tekhnika druzarstva*, (1–2(67–68)), 29–37. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.1-2\(67-68\).2020.205764](https://doi.org/10.20535/2077-7264.1-2(67-68).2020.205764) [in Ukrainian].



12. Ivanko, A. I., & Pidvyshenna, O. V. (2021). Usage of a two-chamber pneumatic module for cutting contours in cardboard scans. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, (3(73), 71–81. [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(73\).2021.245418](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(73).2021.245418) [in English].

The purpose of this study is to propose a transport device with a combined pneumatic two-chamber system for moving cardboard blanks with compressed air into the processing area.

Keywords: cardboard blanks; pneumatic conveyor; compressed air; pneumatic chamber; airflow; perforation groove; rotating drum.

Надійшла до редакції 29.05.23