

УДК 621.01

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИВОДНОГО МЕХАНІЗМУ РУХОМОЇ НАТИСКНОЇ ПЛИТИ ПЛОСКОШТАНЦЮВАЛЬНОГО ПРЕСА

О. Ю. Четербух, Я. О. Шахбазов

*Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

Проаналізовано приводні механізми рухомої натискної плити плоскоштанцювальних пресів, які забезпечують вертикальне її переміщення, та наведені їхні основні недоліки. Запропоновано новий приводний механізм рухомої натискної плити плоскоштанцювального преса, який складається з лівих та правих коромисел; роликів, які зафіксовані на повзунах, що переміщуються по горизонтальному напрямку; кулачків, з якими в постійному контакті знаходяться ролики за допомогою пружин. Наведено структурну схему запропонованого приводного механізму. Описаний принцип роботи плоскоштанцювального преса, який містить приводний механізм рухомої натискної плити. Подано рекомендації щодо виготовлення кулачків та роликів для приводного механізму. Наведено структуру аналітичного дослідження для приводного механізму.

Ключові слова: *приводний механізм, плоскоштанцювальний прес, рухома натискна плита, структурна схема, пакування, кулачки, ролики.*

Постановка проблеми. Коливний рух натискної плити в плоскоштанцювальному устаткуванні спричинює низку негативних наслідків, зокрема погіршення якості виготовлення розгортки картонного пакування, яке спричинене тим, що частина різальних інструментів недовисікає картонну заготовку; зростання технологічних зусиль спричинене тим, що в результаті нерівномірного переміщення натискної плити деякі різальні інструменти глибше врізаються, аніж це необхідно; передчасне затуплення різальних інструментів, в результаті чого збільшуються технологічно необхідні зусилля штанцювання; зростання енергосилових витрат; передчасне та інтенсивніше спрацювання деталей, яке знижує їхню надійність і ресурс роботи штанцювального устаткування. Для уникнення вищеперерахованих чинників необхідно забезпечити точне вертикальне переміщення натискної плити протягом робочого та холостого ходів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження та вирішення задач з проблематики забезпечення вертикального переміщення натискної плити в плоскоштанцювальних пресах, які використовуються для виготовлення розгортки картонного пакування, наведені у працях [1–6]. Однак запропоновані приводні механізми рухомої натискної плити мають складну конструкцію та низку недоліків.

У праці [1] наведено конструкцію преса штанцювального автомата, який має суттєвий недолік, що пов'язаний з наявністю куліси у приводному механізмі натискної плити, яка може спричинювати непередбачуване заклинювання.

У публікації [2] наведено конструкцію преса штанцювального автомата, який характеризується такими недоліками: велика кількість зубчастих пар і передач «гвинт-гайка» супроводжуються наявністю в них зазорів, що може спричинити нерівномірне переміщення натискної плити; робота зубчастих пар на великих швидкостях супроводжується високим рівнем шуму.

Конструкція преса штанцювального автомата [3] має такий головний недолік — у процесі експлуатації можливе нерівномірне спрацювання зовнішніх кілець та накладок, що може спричинювати коливний рух натискної плити.

У праці [4] запропоновано конструкцію преса штанцювального автомата, що характеризується можливістю появи нерівномірного переміщення натискної плити протягом робочого та холостого ходів, яке спричинене наявністю зазорів між зубчастими колесами; високим рівнем шуму в результаті роботи зубчастих коліс на високих швидкостях.

У технічному рішенні [5] конструкція преса штанцювального автомата має такі недоліки: робота зубчастих коліс на великих швидкостях спричиняє високий рівень шуму; використання зубчастих коліс супроводжується наявністю зазорів між ними, що може спричинити нерівномірне переміщення натискної плити.

Конструкція штанцювального автомата [6] характеризується такими недоліками: у процесі експлуатації може відбуватися нерівномірне спрацювання чотирьох конічних роликів і торцевого кулачка, що спричинить нерівномірне переміщення натискної плити; наявність взаємно перпендикулярних осей під кутом 45° , на яких посаджені конічні ролики, може ускладнювати виконання технічного обслуговування та ремонту.

Мета статті — розробити конструкцію приводного механізму рухомої натискної плити плоскоштанцювального преса, що передбачає точне вертикальне її переміщення протягом робочого та холостого ходів.

Виклад основного матеріалу дослідження. За формою контактуючих поверхонь устаткування для виготовлення розгортки картонного пакування поділяється на плоске (рис. 1, а), де плоскоштанцювальна форма 1 закріплена на нерухомій плиті 2, а рухома натискна плита 3 здійснює штанцювання картонної заготовки КЗ; плоскоциліндрове (рис. 1, б), в якому плоскоштанцювальна форма 1 закріплена на талері 2, який зворотно-поступально переміщується, а необхідний натиск здійснює циліндр 3, що обертається; ротаційне (рис. 1, в), в якому процес штанцювання здійснюється в результаті проходження картонної заготовки КЗ між двома циліндрами, які обертаються; на одному циліндрі закріплена штанцювальна форма 1, а другий циліндр 2 створює необхідне технологічне зусилля. За розташуванням контактуючих поверхонь плоскоштанцювальне устаткування класифікують на вертикальне та горизонтальне [7].

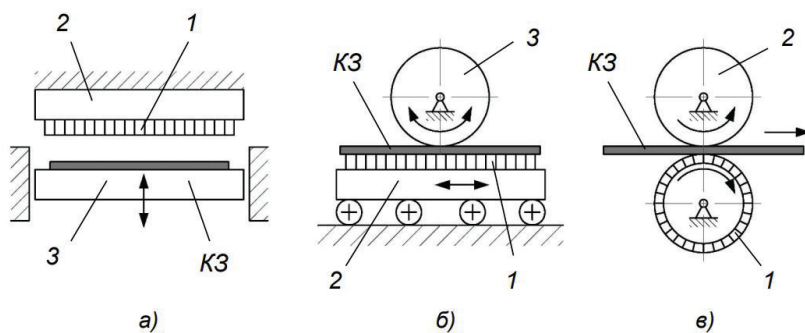


Рис. 1. Класифікація штанцювального устаткування за формою контактуючих поверхонь

Практика використання штанцювального устаткування свідчить про те, що найпопулярнішим є плоскоштанцювальний спосіб виготовлення розгорток картонного пакування, який характеризується високою продуктивністю (до 8000 примірників/год), найменшими витратами на виготовлення штанцювальної форми (в 25–50 разів дешевше, аніж для ротаційного способу) та найвищою якістю виготовлення продукції.

Враховуючи сукупність недоліків вищеперерахованих плоскоштанцювальних устаткувань, які використовуються для виготовлення розгорток картонного пакування, розроблено та запропоновано новий приводний механізм рухомої натискної плити плоскоштанцювального преса, який захищений патентом України [8], що складається з плоскоштанцювальної форми 1 (рис. 2), закріпленої на нерухомій плиті 2; рухомої натискної плити 3; лівих 4, 4' та правих 5, 5' коромисел, які однією стороною шарнірно з'єднанні з рухомою натискною плитою 3, а другою стороною — з повзунми 8, 8', 9, 9'; роликів 6, 6', 7, 7', які змонтовані з можливістю обертання на повзунах 8, 8', 9, 9'; повзунів 8, 8', 9, 9', що переміщуються по горизонтальним нерухомим напрямним 12, 12'; пружин розтягу 10, 10', які забезпечують постійний контакт роликів 6, 6', 7, 7' та кулачків 11, 11'; кулачків 11, 11', що зафіксовані на приводному валу (на рис. не зображено); горизонтальних нерухомих напрямних 12, 12'.

Прес штанцювального автомата працює таким чином. Після подачі картонної заготовки КЗ (рис. 2) в зону штанцювання, де плоскоштанцювальна форма 1 закріплена на нерухомій плиті 2, коли рухома натискна плита 3 розташована в крайньому нижньому положенні, відбувається переміщення лівих 4, 4' та правих 5, 5' коромисел, що спричинює переміщення повзунів 8, 8', 9, 9', з якими змонтовані ролики 6, 6', 7, 7' по горизонтальним напрямним 12, 12'. Операція штанцювання картонних заготовок КЗ відбувається в момент крайнього верхнього положення рухомої натискної плити 3, коли ліві 4, 4' та праві 5, 5' коромисла розташовані строго вертикально, а ролики 6, 6', 7, 7' знаходяться на максимально далекій відстані один від одного та контактують з найбільшими радіусами-векторами кулачків 11, 11'. Подальше обертання кулачків 11, 11' спричинює переміщення повзунів 8, 8', 9, 9' з

роликами 6, 6', 7, 7' до моменту, коли останні будуть знаходитись на максимально близькій відстані один від одного та контактуватимуть з найменшими радіусами-векторами кулачків 11, 11', а рухома натискна плита 3 розташована в крайньому нижньому положенні.

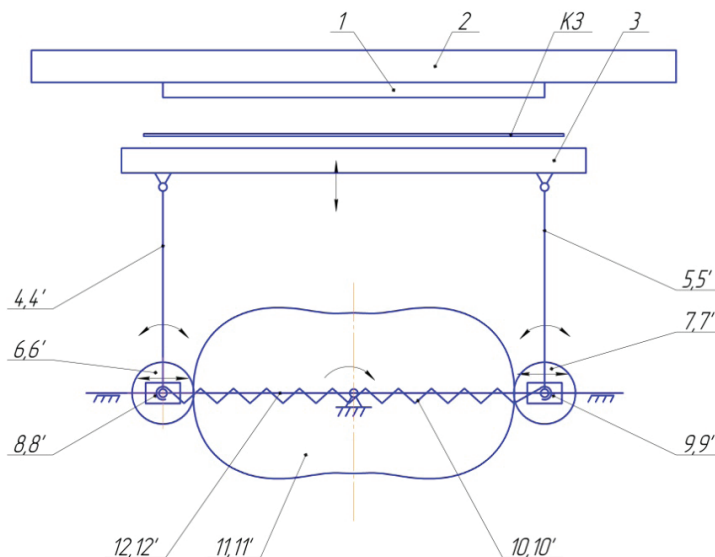


Рис. 2. Структурна схема запропонованого преса штанцювального автомата

Запропонований приводний механізм виконує точне вертикальне переміщення натискної плити протягом робочого та холостого ходів, оскільки кулачок має симетричний профіль, що забезпечує рівномірне переміщення повзунів разом з роликами по горизонтальним нерухомим напрямним.

Також цей приводний механізм має просту конструкцію та задовольняє умови по енерго- та матеріалоощадності, що є ще одним позитивним показником.

Оскільки запропонований приводний механізм рухомої натискної плити плоскоштанцювального преса містить ролики та кулачки, які знаходяться в постійному контакті за допомогою пружин, та на них діють значні зусилля, які виникають у процесі виконання технологічної операції штанцювання розгортки картонного пакування, то можна рекомендувати таке:

- оскільки кулачки задають траєкторію переміщення роликів та вони виконані з відповідним заданим профілем, на відміну від роликів, що переважно виконують у вигляді дисків, то для збільшення їхньої стійкості до спрацювання, а також меншому впливу контактних напружень, що можуть спричинити пошкодження контактних робочих поверхонь, рекомендовано їх виготовляти з більш твердого матеріалу, наприклад із сталі 38ХС, 65Г та ін.;
- для збільшення ресурсу роботи кулачків та роликів доцільно проводити хіміко-термічну обробку (зокрема, хромування, борування тощо);
- для зниження залишкових напружень, а також підвищення міцності в поверхневих шарах роликів та кулачків, що своєю чергою буде спричинювати

збільшення стійкості до втоми та спрацювання, що викликатиме зростання їхнього ресурсу роботи, можна використовувати різноманітні методи механічної обробки та зміцнення, зокрема один з яких наведено у публікації [9].

Всі відомі способи зміцнення наведені у праці [10] та поділяються на:

- зміцнення з утворенням плівки на поверхневих шарах;
- зміцнення із зміною хімічного складу поверхневого шару;
- зміцнення із зміною структури поверхневого шару;
- зміцнення із змінюванням енергетичного запасу в поверхневих шарах;
- зміцнення із зміною мікрогеометрії поверхневого шару з наклепом.

Для оцінки раціональності запропонованого приводного механізму рухомої натискної плити плоскоштанцювального преса проведено комплекс аналітичних досліджень з подальшими експериментальними дослідженнями.

Аналітичні дослідження спрямовані на вирішення таких завдань:

- визначення оптимальних геометричних розмірів приводного механізму;
- розрахунок раціональних кінематичних параметрів рухомих елементів (а оскільки в приводному механізмі є кулачок і ролик, як вихідна ланка, то були проведені дослідження для декількох законів періодичного руху з подальшим їхнім порівнянням та обранням найкращого);
- дослідження енергосилових показників;
- дослідження величин деформування та спрацювання контактних робочих поверхонь кулачка та ролика.

Висновки. Описано способи виготовлення розгортки картонного пакування. Наведено класифікацію штанцювального устаткування за формою контактуючих поверхонь. Перераховано негативні наслідки коливного руху натискної плити плоскоштанцювального устаткування. Проаналізовано конструкції приводних механізмів рухомої натискної плити плоскоштанцювальних пресів з наведенням їх недоліків. Запропоновано приводний механізм рухомої натискної плити плоскоштанцювального преса, який забезпечує точне вертикальне її переміщення протягом робочого та холостого ходів. Описано рекомендації щодо виготовлення кулачків та роликів для запропонованого приводного механізму рухомої натискної плити плоскоштанцювального преса, які значною мірою можуть підвищити експлуатаційні характеристики штанцювального устаткування, зокрема підвищити стійкість до втоми та спрацювання і зменшити залишкові напруження на контактних робочих поверхнях, що своєю чергою підвищує надійність та ресурс роботи не лише деталей, а й всього устаткування загалом. Перераховані способи зміцнення деталей, які можна використати для підвищення їхнього терміну експлуатації. Наведено алгоритм аналітичних досліджень для запропонованого приводного механізму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Прес штанцювального автомата : пат 102323 Україна: МПК В26F 1/14 (2006.01), В26F 1/40 (2006.01), В31В 1/24 (2006.01) / Регей І. І., Кузнецов В. О., Коломієць А. Б., Дмітрашук В. С. № 2012 01944 ; заявл. 21.02.2012 ; опубл. 25.06.2013, Бюл. № 12. 4 с.

2. Прес штанцювального автомата : пат. 118155 Україна: МПК В31В 50/52 (2017.01), В26F 1/40 (2006.01), F16Н 21/34 (2006.01), В30В 1/26 (2006.01), В30В 1/18 (2006.01) / Регей І. І., Радіховський І. А., Книш О. Б., Млинко О. І. № а 2017 11500 ; заявл. 24.11.2017 ; опубл. 26.11.2018, Бюл. № 22. 5 с.
3. Прес штанцювального автомата : пат. 120823 Україна: МПК В26F 1/40 (2006.01), В31В 50/14 (2017.01), В31В 50/88 (2017.01), В30В 1/26 (2006.01) / Регей І. І., Книш О. Б., Іваськів Б. Р., Терницький С. В., Бегень П. І. № а 2019 02645 ; заявл. 18.03.2019 ; опубл. 10.02.2020, Бюл. № 3. 5 с.
4. Прес штанцювального автомата : пат. 109520 Україна: МПК В31В 1/14 (2006.01), В26F 1/40 (2006.01) / Регей І. І., Зелений В. В., Хведчин Ю. Й. № а 2014 11800 ; заявл. 03.11.2014 ; опубл. 25.08.2015, Бюл. № 16. 4 с.
5. Прес штанцювального автомата : пат. 107868 Україна: МПК В31В 1/14 (2006.01), В26F 1/38 (2006.01) / Регей І. І., Хведчин Ю. Й., Зелений В. В. № а 2013 06886 ; заявл. 01.06.2013 ; опубл. 25.05.2015, Бюл. № 4. 4 с.
6. Прес штанцювального автомата : пат. 120580 Україна: МПК В31В 50/14 (2017.01), В31В 50/88 (2017.01), В26F 1/40 (2006.01), В30В 1/26 (2006.01) / Книш О. Б., Регей І. І., Кравчук І. М., Іваськів Б. Р., Млинко О. І. № а 2019 01818 ; заявл. 22.02.2019 ; опубл. 26.12.2019, Бюл. № 24. 5 с.
7. Регей І. І. Споживче картонне пакування (матеріали, проектування, обладнання для виготовлення) : навч. посіб. Львів : УАД, 2011. 144 с.
8. Прес штанцювального автомата : пат. 151852 Україна: МПК В26F 1/40 (2006.01) / Четербух О. Ю., Шахбазов Я. О. № u 2022 00766 ; заявл. 21.02.2022 ; опубл. 21.09.2022, Бюл. № 38. 4 с.
9. Оцінювання залишкових напружень під час механічного оброблення / Шахбазов Я. О., Широков В. В., Четербух О. Ю., Грінер І. М., Василів Х. Б., Мельников О. В. Фізико-хімічна механіка матеріалів [Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН УКРАЇНИ]. 2022. Т. 58. № 5. С. 122–128.
10. Фесенко А. Г. Методи поверхневого зміцнення у процесі виготовлення деталей машин : навч. посіб. Дніпропетровськ : Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара. 2015. 109 с.

REFERENCES

1. Pres shtantsiuvalnoho avtomata : pat 102323 Ukraina: MPK B26F 1/14 (2006.01), B26F 1/40 (2006.01), B31B 1/24 (2006.01) / Rehei I. I., Kuznietsov V. O., Kolomiets A. B., Dmitrashchuk V. S. № 2012 01944 ; zaiavl. 21.02.2012 ; opubl. 25.06.2013, Biul. № 12. 4 s. (in Ukrainian).
2. Pres shtantsiuvalnoho avtomata : pat. 118155 Ukraina: MPK B31B 50/52 (2017.01), B26F 1/40 (2006.01), F16H 21/34 (2006.01), B30B 1/26 (2006.01), B30B 1/18 (2006.01) / Rehei I. I., Radikhovskiy I. A., Knysh O. B., Mlynko O. I. № a 2017 11500 ; zaiavl. 24.11.2017 ; opubl. 26.11.2018, Biul. № 22. 5 s. (in Ukrainian).
3. Pres shtantsiuvalnoho avtomata : pat. 120823 Ukraina: MPK B26F 1/40 (2006.01), B31B 50/14 (2017.01), B31B 50/88 (2017.01), B30B 1/26 (2006.01) / Rehei I. I., Knysh O. B., Ivaskiv B. R., Ternytskyi S. V., Behen P. I. № a 2019 02645 ; zaiavl. 18.03.2019 ; opubl. 10.02.2020, Biul. № 3. 5 s. (in Ukrainian).

4. Pres shtantsiuvalnoho avtomata : pat. 109520 Ukraina: MPK B31B 1/14 (2006.01), B26F 1/40 (2006.01) / Rehei I. I., Zelenyi V. V., Khvedchyn Yu. Y. № a 2014 11800 ; zaiavl. 03.11.2014 ; opubl. 25.08.2015, Biul. № 16. 4 s. (in Ukrainian).
5. Pres shtantsiuvalnoho avtomata : pat. 107868 Ukraina: MPK B31B 1/14 (2006.01), B26F 1/38 (2006.01) / Rehei I. I., Khvedchyn Yu. Y., Zelenyi V. V. № a 2013 06886 ; zaiavl. 01.06.2013 ; opubl. 25.05.2015, Biul. № 4. 4 s. (in Ukrainian).
6. Pres shtantsiuvalnoho avtomata : pat. 120580 Ukraina: MPK B31B 50/14 (2017.01), B31B 50/88 (2017.01), B26F 1/40 (2006.01), B30B 1/26 (2006.01) / Knysh O. B., Rehei I. I., Kravchuk I. M., Ivaskiv B. R., Mlynko O. I. № a 2019 01818 ; zaiavl. 22.02.2019 ; opubl. 26.12.2019, Biul. № 24. 5 s. (in Ukrainian).
7. Rehei, I. I. (2011). Spozhyvche kartonne pakovannia (materialy, proektuvannia, obladnannia dlia vyhotovlennia). Lviv : UAD (in Ukrainian).
8. Pres shtantsiuvalnoho avtomata : pat. 151852 Ukraina: MPK B26F 1/40 (2006.01) / Cheterbukh O. Yu., Shakhbazov Ya. O. № u 2022 00766 ; zaiavl. 21.02.2022 ; opubl. 21.09.2022, Biul. № 38. 4 s. (in Ukrainian).
9. Shakhbazov, Ya. O., Shyrovkov, V. V., Cheterbukh, O. Yu., Hriner, I. M., Vasylyv, Kh. B., & Melnykov, O. V. (2022). Otsiniuvannia zalyshkovykh napruzhen pid chas mekhanichnoho obrob-lennia: Fyzyko-khimichna mekhanika materialiv [Fyzyko-mekhanichnyi instytut im. H.V. Karpenka NAN UKRAINY], 58, 5, 122–128 (in Ukrainian).
10. Fesenko, A. H. (2015). Metody poverkhnevoho zmitsnennia u protsesi vyhotovlennia detalei mashyn. Dnipropetrovsk : Dnipropetrovskyyi natsionalnyi universytet im. O. Honchara (in Ukrainian).

doi: 10.32403/1998-6912-2023-1-66-164-171

IMPROVEMENT OF THE DRIVE MECHANISM OF THE PRESSURE PLATE OF THE FLAT DIE-CUTTING PRESS

O. Yu. Cheterbukh, Ja. O. Shakhbazov

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
ostap.uad@gmail.com*

The main advantages of the most common method of manufacturing cardboard packaging are given. The classification of the die-cutting equipment for the production of cardboard packaging according to the shape of the contacting surfaces is given, with a description of the principle of their operation. The principle of die-cutting cardboard blanks in packaging equipment for flat, flat-cylindrical and rotary methods is depicted. The main advantages of the flat die-cutting, as the most popular in the world, are presented, The negative consequences caused by the oscillating movement of the pressure plate in the flat die-cutting equipment are listed. The drive mechanisms of the

movable pressure plate of the flat die-cutting presses, which ensure strictly vertical movement of the pressure plate, are analyzed. The main disadvantages are shown. A new drive mechanism of the movable pressure plate of the flat die-cutting is proposed, which consists of left and right rockers; rollers that are fixed on sliders that move along horizontal guides; cams, with which the rollers are in constant contact with the help of springs. A structural diagram with a description of the proposed drive mechanism is given. The principle of operation of the die-cutting machine press, which contains the proposed drive mechanism of the movable pressure plate, is described. The advantages of the proposed drive mechanism are listed. Recommendations for the manufacture of cams and rollers for the proposed drive mechanism are described. The structure of the analytical research for the proposed drive mechanism of the movable pressure plate of the flat die-cutting press is presented.

Keywords: *drive mechanism, flat die-cutting press, movable pressure plate, structural scheme, packaging, cams, rollers.*

Стаття надійшла до редакції 28.03.2023.

Received 28.03.2023.