

УДК 621.01

АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ ПРИВОДА НАТИСКНОЇ ПЛИТИ ПЛОСКИХ ШТАНЦЮВАЛЬНИХ ПРЕСІВ

О. Ю. Четербух, Я. О. Шахбазов, С. В. Терницький

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

Описано найпопулярніший спосіб, який використовується для формування контуру розгортки картонного пакування. Перераховані переваги та недоліки найпоширенішого устаткування, яке використовується для штанцювання картонних заготовок. Описано негативні наслідки, які можуть виникати внаслідок коливного руху натискної плити плоских штанцювальних пресів. Проаналізовано наукові праці, дослідження та пошуки, які присвячені розробленню конструкції механізму привода рухомої натискної плити плоских штанцювальних пресів, що використовуються для виготовлення розгорток картонного пакування. Розглянуто різні конструкції механізмів привода натискної плити плоских штанцювальних пресів. Наведені недоліки конструкційних особливостей розглянутих механізмів привода натискної плити плоских штанцювальних пресів.

Ключові слова: механізм привода, натискна плита, штанцювання, плоский прес, картонна заготовка, пакування, конструкційні особливості, дослідження.

Постановка проблеми. Якісне виготовлення розгорток картонного пакування в плоских штанцювальних пресах забезпечується, зокрема, строго вертикальним переміщенням натискної плити, що унеможливує зміщення картонної заготовки і спотворення розгортки картонного пакування. Конструкції механізмів привода натискної плити плоских штанцювальних пресів характеризуються наявністю коливного руху натискної плити, що призводить до зростання навантажень, що спричинить збільшення величини врізання різальних інструментів в опорну поверхню, і як наслідок, інтенсивніше їхнє спрацювання у процесі виконання технологічної операції штанцювання, складнощі налагоджування преса та погіршення якості кінцевої продукції. Коливання натискної плити під час її руху протягом технологічного циклу є доволі негативним, оскільки продуктивність плоских штанцювальних пресів є високою та може сягати до 9000 примірників/год. Враховуючи, що натискна плита, яка характеризується значною масою, здійснює зворотно-поступальне переміщення, то можна вважати, що забезпечення її строго вертикального переміщення є однією з основних задач під час проектування нових плоских штанцювальних пресів. Водночас деякі конструкції механізмів привода натискної плити плоских штанцювальних пресів ускладненні великою кількістю складових, що погіршує умову матеріалоощадності, збільшує вартість виготовлення, а також ускладнює процес налагодження, ремонту та експлуатації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Забезпечення строго вертикального переміщення натискної плити в плоских штанцювальних пресах протягом робочого і зворотного ходів є важливим критерієм, оскільки паралельність переміщення безпосередньо впливає на якість виготовлення продукції та на правильне функціонування устаткування. Досліджували це питання, зокрема, закордонні [1, 2] та вітчизняні [3, 4] науковці.

У працях [1, 2] виконувалось дослідження механізму привода натискної плити плоского штанцювального преса, у якому як привод використано шарнірно-важільний механізм. Прес складається з плоскої штанцювальної форми, закріпленої на нерухомій плиті; рухомої натискної плити; механізму привода натискної плити, що містить верхні коромисла, які однією стороною шарнірно з'єднанні з рухомою натискною плитою, а другою стороною — шарнірно з'єднанні з роликками; нижні двоплечі коромисла, які змонтовані на станині, а однією стороною шарнірно з'єднанні з однією парою роликків, а другою стороною — шарнірно з'єднанні з другою парою роликків; дві пари кулачків, які знаходяться в постійному контакті з двома парами роликків; приводного вала, на якому змонтовані кулачки.

Однак за результатами дослідження встановлено, що така конструкція характеризується нерівномірним переміщенням натискної плити. Також в механізмі привода натискної плити використовуються дві пари кулачків, що може спричинювати складнощі у процесі налагодження (виставляння) кулачків один відносно одного після виконання їхнього технічного обслуговування, ремонту та заміни.

У праці [3] розроблено конструкцію кулісно-розклинювального механізму привода натискної плити плоского штанцювального преса. Плоский штанцювальний прес складається з плоскої штанцювальної форми, закріпленої до нерухомої плити; рухомої натискної плити, яка переміщується у вертикальних напрямках; механізму привода натискної плити, що містить важільний розклинювальний механізм, який складається з коромисел, шатунів; комбінованого кулісно-ексцентрикового механізму з віссю обертання ексцентрика, куліси жорстко приєднаної до ексцентрика, з каменем, кривошипа, який обертається навколо осі та шарнірно з'єднаний з каменем.

Протенавність в механізмі привода натискної плити куліси може спричинювати непередбачуване заклинювання, що є неприпустимим в штанцювальному устаткуванні.

У праці [4] запропоновано конструкцію комбінованого зубчато-гвинтового механізму привода натискної плити плоского штанцювального преса. Він складається із станини; закріпленої горизонтально на станині плоскої штанцювальної форми; рухомої натискної плити; лівих і правих гайок, жорстко зафіксованих до кутів натискної плити; вертикальних лівих та правих гвинтів, торці яких встановлені у верхніх та нижніх опорних підшипниках; лівих і правих зубчастих коліс, жорстко посаджених на лівих та правих гвинтах; лівого та правого зубчастих секторів, вільно посаджених на осях; лівого та правого шатунів, шарнірно приєднаних з одного боку до лівого та правого зубчастих секторів, а з другого боку — до двоплечого кривошипа.

Така конструкція характеризується такими недоліками: наявність зубчастих пар та передач «гвинт-гайка» супроводжується зазорами, що може спричинити удари у процесі експлуатації та коливний рух натискної плити; робота зубчастих пар та передач «гвинт-гайка» на великих швидкостях супроводжується значним рівнем шуму.

Мета статті — аналіз конструкційних особливостей механізму привода натискної плити плоских штанцювальних пресів, виявлення їхніх недоліків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Пакування — засіб, що призначений для зберігання кількості, об'єму та складу продукції, її захист від навколишнього середовища та впливу іншої продукції. Пакування сприяє безпечному транспортуванню, реалізації та привабливості покупців, виконуючи функцію реклами товару.

На сьогодні, проаналізувавши ринок споживчого пакування, можна стверджувати, що найбільшого використання набуло пакування з паперу та картону, частка якого сягає від тридцяти п'яти до шістдесяти відсотків всього обсягу виготовлення пакування [5].

Однією з головних технологічних операцій, які необхідні для виготовлення розгортки картонних пакувань, є технологічна операція штанцювання, яка забезпечує розділення картонної заготовки (висікання), формуючи контур майбутньої розгортки пакування, із одночасним нанесенням майбутніх ліній згину (бігування).

Найбільшого використання набули плоскі штанцювальні преси, які характеризуються найвищою якістю виготовлення продукції, високою продуктивністю роботи, найнижчою вартістю та простотою технології виготовлення штанцювальних форм, здатністю виготовляти розгортки картонного пакування практично будь-якої форми.

Однак таке устаткування має низку суттєвих недоліків, що пов'язано із виникненням значних технологічних навантажень під час виконання технологічної операції штанцювання розгортки картонного пакування, яке спричинене тим, що різальні інструменти одночасно та всією своєю довжиною контактують з картонною заготовкою. Проте вищеперераховані переваги нівелюють цей недолік.

Сучасні плоскі штанцювальні преси побудовані із верхньою та нижньою рухомою натискною плитою. Плоскі штанцювальні преси з верхньою рухомою натискною плитою представлені моделями «Dymatrix» фірми «Heidelberg» [6] та «Magnator» фірми «Wupa» [7].

Зокрема, плоский штанцювальний прес [6] німецької фірми «Heidelberg» складається із верхньої рухомої натискної плити 1 (рис. 1), на якій закріплена плоска штанцювальна форма 2; напрямних 3, якими переміщується натискна плита 1; опорної плити 4, на яку подаються картонні заготовки КЗ; ексцентриків 5, 5'; коромисел 6, 6', які однією стороною з'єднанні з верхньою натискною плитою 4, а іншою — з ексцентриками 5, 5'; черв'ячних коліс 7, 7', які жорстко з'єднанні з ексцентриками 5, 5'; черв'яків 8, 8', які знаходяться в постійному зачепленні з черв'ячними колесами 7, 7', та є приводами.

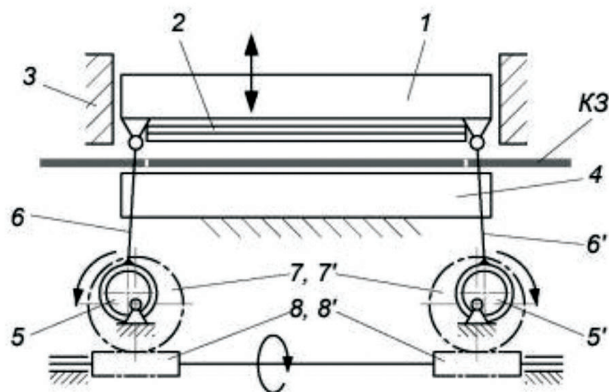


Рис. 1. Плоский штанцювальний прес з черв'ячним механізмом привода натискної плити

Конструкція такого преса характеризується такими недоліками: використання черв'ячних пар супроводжується наявністю в них зазорів, що в процесі експлуатації може спричинювати удари та коливний рух натискної плити; потреба використання для черв'ячного колеса дорогих антифрикційних матеріалів; мала тривкість (виникнення значних осьових навантажень, що потребує використання спеціальних підшипників).

Відомий плоский штанцювальний прес [7] моделі «Magnator PS 3.4» фірми «WUPA» містить нерухому опорну плиту 1 (рис. 2), на яку подаються картонні заготовки КЗ; ексцентрики 2; верхню рухому натискну плиту 3, на якій закріплена плоска штанцювальна форма 4; пружини 5, 5'; двоплечі важелі 6, 6', які однією стороною з'єднанні з рухомою натискною плитою 4, другою стороною з'єднанні з пружинами 5, 5'; похилих накладок 7, 7', які змонтовані на верхній стороні рухомої натискної плити 3 і з якими в постійному контакті знаходяться ексцентрики 2.

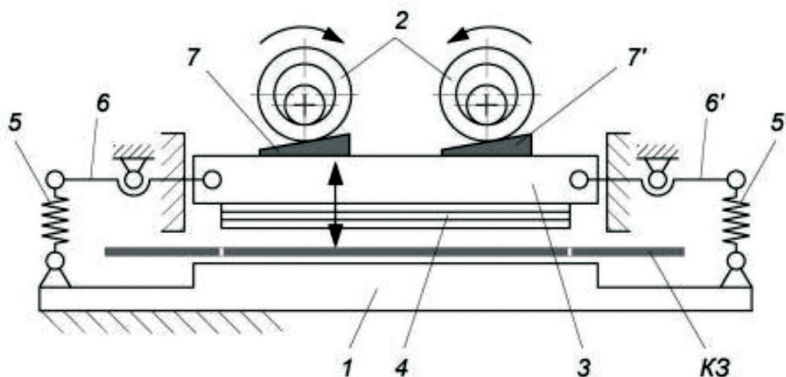


Рис. 2. Плоский штанцювальний прес з ексцентриковим механізмом привода натискної плити

Така конструкція преса має такий головний недолік: у процесі експлуатації можливе нерівномірне спрацювання похилих накладок, що спричинюватиме нерівномірний рух натискної плити, а отже, нерівномірне штанцювання розгортки картонного пакування.

У плоскому штанцювальному пресі [8] використовується механізм привода натискної плити, який містить конічні зубчасті колеса. Прес складається з плоскої штанцювальної форми 1 (рис. 3, 4), яка закріплена на нерухомій плиті 2; рухомої натискної плити 3, що переміщується по вертикальним напрямним (на рис. не зображено); механізму привода натискної плити, який складається з коромисел 4, 4', 5, 5', 6, 6', 7, 7', шатунів 8, 8', 9, 9'; ексцентрикових механізмів 10, 10', зафіксованих на внутрішній частині приводного вала 11 та зблокованих з внутрішніми конічними зубчастими колесами 12, 12', зовнішніх конічних зубчастих коліс 14, 14', зблокованих з іншою парою ексцентрикових механізмів 15, 15', які вільно посаджені на зовнішніх частинах приводного вала 11, та паразитних конічних зубчастих коліс 13, 13', які встановлені з можливістю контакт з внутрішніми та зовнішніми конічними зубчастими колесами.

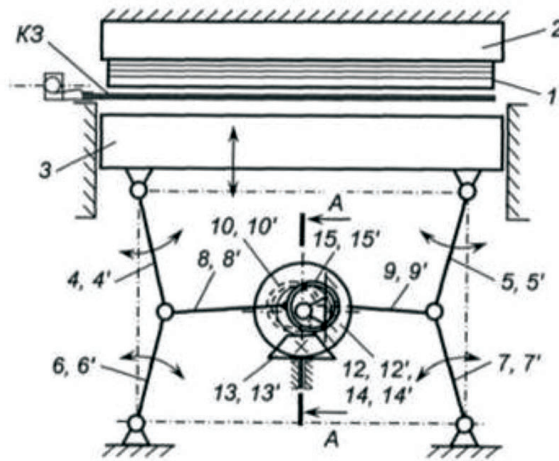


Рис. 3. Плоский штанцювальний прес з механізмом привода натискної плити з конічними зубчастими колесами

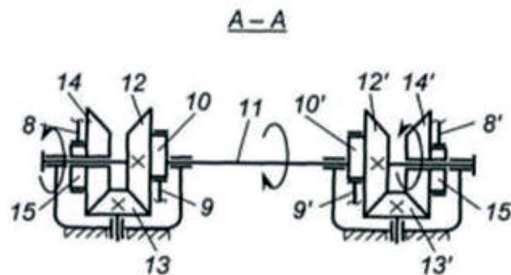


Рис. 4. Механізм привода натискної плити з конічними зубчастими колесами

Конструкція такого механізму привода натискної плити характеризується такими недоліками: використання зубчастих пар супроводжується наявністю в них зазорів, що у процесі експлуатації може спричинювати удари та коливний рух натискної плити; робота зубчастих коліс на великих швидкостях супроводжується високим рівнем шуму; наявність великої кількості деталей погіршує умову матеріалоощадності та збільшує вартість виготовлення.

У плоскому штанцювальному пресі [9] основними елементами конструкції механізму привода натискної є конічні ролики та торцевий кулачок. Прес містить нерухому плиту 1 (рис. 5), закріплену до станини (на рис. не зображено), з плоскою штанцювальною формою 2; рухомою натискною плитою 3; вертикальні нерухомі циліндричні напрямні 4₁, 4₂, 4₃, 4₄, які контактують з напрямними втулками 5₁, 5₂, 5₃, 5₄ натискної плити 3; взаємно перпендикулярні осі 6₁, 6₂, 6₃, 6₄, які жорстко приєднанні до нижньої площини натискної плити 3 під кутом 45° до її осей симетрії, на яких вільно посаджені конічні ролики 7₁, 7₂, 7₃, 7₄, нижня твірна яких розташована в горизонтальній площині; торцевий кулачок 8, який закріплений на горизонтальному обертовому столі 9 у форму кільця; опорний стіл 9; пружин розтягу 12₁, 12₂, які прикріплені до натискної плити 3 з двох боків відносно опорного стола 10 для забезпечення контакту торцевого кулачка 8 з конічними роликами 7₁, 7₂, 7₃, 7₄.

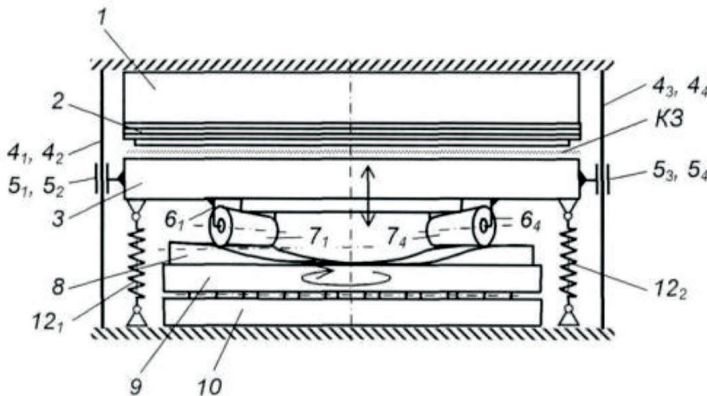


Рис. 5. Плоский штанцювальний прес з роликовим механізмом привода натискної плити

Плоский штанцювальний прес з такою конструкцією механізму привода натискної плити має такі недоліки: у процесі експлуатації можливе нерівномірне спрацювання конічних роликів та торцевого кулачка, що може спричинювати коливний рух натискної плити; використання чотирьох конічних роликів та торцевого кулачка складного профілю може спричинити складнощі у процесі налагодження після виконання ремонтних робіт та обслуговування.

Враховуючи вищепроаналізовані механізми привода натискної плити, стає очевидно, що їхні конструкції можуть відрізнятися як рівнем складності та кількістю виконавчих деталей, так і елементами, за допомогою яких відбувається переміщення натискної плити. Отже, в результаті аналізу механізмів привода натискної

плити в плоских штанцювальних пресах, які використовуються для виготовлення розгорток картонного пакування, встановлені їхні суттєві недоліки та було виявлено необхідність створення нової конструкції механізму привода натискної плити плоского штанцювального преса та подальшого детального кінестатичного аналізу для виявлення впливу параметрів на роботу штанцювального устаткування.

Висновки. Наведено особливості процесу штанцювання, як найбільш вживаного способу розділення матеріалу картонного пакування. Перераховані основні переваги та недоліки плоскоштанцювального устаткування, яке використовується для виготовлення розгорток картонного пакування. Виконано аналіз патентних досліджень, наукових робіт, а також досліджень, які спрямовані на розроблення конструкції та впровадження механізмів привода натискної плити плоских штанцювальних пресів, які використовуються для виготовлення розгорток картонного пакування. Перераховані недоліки конструкцій розглянутих механізмів привода натискної плити. Враховуючи загальні рекомендації та вимоги, які ставляться до штанцювального устаткування, а також опираючись на сукупність всіх раніше перерахованих та згаданих чинників, можна стверджувати, що конструкційні особливості механізмів привода натискної плити плоских штанцювальних пресів можуть мати найрізноманітніший характер та будуть слугувати для майбутніх удосконалень відомих механізмів і розроблення принципів нових.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Lin W., Zhou C., Huang W. Optimum design for mechanical structures and material properties of the dual-elbow-bar mechanism. *Hindawi Advances in Materials Science and Engineering*. 2015. ID 724171 5 p. URL: <https://dx.doi.org/10.1155/2015/724171> (дата звернення: 20.04.2024).
2. Song R., Chu J. Z., Wu B. Z. Semi-automatic platen die-cutting mechanism's optimization design based on CAE Technology. *Advanced Materials Research*. Switzerland, 2011. Vol. 338. Pp. 223–226.
3. 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., Дмитрашук В. С. № а 2012 01944 ; заявл. 21.02.2012 ; опубл. 25.06.2013. Бюл. № 12. С. 4.
4. 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 1/14 (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. С. 5.
5. Регей І. І. Споживче картонне пакування (матеріали, проектування, обладнання для виготовлення) : навч. посіб. Львів : Українська академія друкарства, 2011. 144 с.
6. Die-cutting & embossing | HEIDELBERG USA. URL: https://www.heidelberg.com/us/en/finishing/die_cutting/die_cutting_overview.jsp (дата звернення: 20.04.2024).
7. Wupa magnator PS 3.4 Проспект фірми WUPA.
8. 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. 25.02.2015. Бюл. № 4. С. 4.

9. 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. Біул. № 24. С. 5.

REFERENCES

1. Lin, W., Zhou, C., & Huang, W. (2015). Optimum design for mechanical structures and material properties of the dual-elbow-bar mechanism: Hindawi Advances in Materials Science and Engineering. ID 724171. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.1155/2015/724171> (data zvernennia: 20.04.2024) (in English).
2. Song, R., Chu, J. Z., & Wu, B. Z. (2011). Semi-automatic platen die-cutting mechanism's optimization design based on CAE Technology: Advanced Materials Research. Switzerland, 338, 223–226 (in English).
3. Прес shtantsiuvalnoho avtomata : pat. 102323 Ukraina: МПК В26F 1/14 (2006.01), В26F 1/40 (2006.01), В31В 1/24 (2006.01) / Rehei I. I., Kuznietsov V. O., Kolomiets A. B., Dmitrashchuk V. S. № а 2012 01944 ; zaiavl. 21.02.2012 ; opubl. 25.06.2013. Biul. № 12. S. 4 (in Ukrainian).
4. Прес shtantsiuvalnoho avtomata : pat. 118155 Ukraina: МПК В31В 50/52 (2017.01), В26F 1/40 (2006.01), F16H 21/34 (2006.01), В30В 1/26 (2006.01), В30В 1/14 (2006.01) / Rehei I. I., Radikhovskiy I. A., Knysh O. B., Mlynko O. I. № а 2017 11500 ; zaiavl. 24.11.2017 ; opubl. 26.11.2018. Biul. № 22. S. 5 (in Ukrainian).
5. Rehei, I. I. (2011). Spozhyvche kartonne pakovannia (materialy, proektuvannia, obladnannia dlia vyhotovlennia). Lviv : Ukrainska akademiia drukarstva (in Ukrainian).
6. Die-cutting & embossing | HEIDELBERG USA. Retrieved from https://www.heidelberg.com/us/en/finishing/die_cutting/die/cutting_overview.jsp (data zvernennia: 20.04.2024) (in English).
7. Wupa magnatop PS 3.4 Prospekt firmy WUPA (in English).
8. Прес shtantsiuvalnoho avtomata : pat. 107868 Ukraina: МПК В31В 1/14 (2006.01), В26F 1/38 (2006.01) / Rehei I. I., Khvedchyn Yu. Y., Zelenyi V. V. № а 2013 06886 ; zaiavl. 01.06.2013 ; opubl. 25.02.2015. Biul. № 4. S. 4 (in Ukrainian).
9. Прес shtantsiuvalnoho avtomata : pat. 120580 Ukraina: МПК В31В 50/14 (2017.01), В31В 50/88 (2017.01), В26F 1/40 (2006.01), В30В 1/26 (2006.01) / Knysh O. B., Rehei I. I., Kravchuk I. M., Ivaskiv B. R., Mlynko O. I. № а 2019 01818 ; zaiavl. 22.02.2019 ; opubl. 26.12.2019. Biul. № 24. S. 5 (in Ukrainian).

doi: 10.32403/1998-6912-2024-1-68-238-246

ANALYSIS OF THE PRESSURE PLATE DRIVE MECHANISMS OF FLAT DIE-CUTTING PRESSES

O. Yu. Cheterbukh, J. A. Shakhbazov, S. V. Ternytskyi

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

The most common method used to form the outline of a cardboard package is die-cutting. The main advantages and drawbacks of the equipment commonly used for die-cutting cardboard packaging are listed. The negative consequences that may arise as a result of the oscillating movement of the pressure plate in flat die-cutting equipment are described. Scientific works, research, and patent searches devoted to the development of the drive mechanism design of the movable pressure plate in flat die-cutting presses, which are used for the manufacture of cardboard packaging, are analyzed. Different designs of flat die-cutting presses with upper and lower pressure plates are considered, including: worm drive mechanism of the pressure plate, eccentric drive mechanism of the pressure plate, conical gear drive mechanism of the pressure plate, rocker drive mechanism of the pressure plate, roller drive mechanism of the pressure plate, combined gear-screw drive mechanism of the pressure plate.

The disadvantages of the design features of these drive mechanisms for the pressure plate in flat die-cutting presses are presented. Taking into account the general recommendations and requirements for die-cutting equipment, as well as relying on all the previously listed and mentioned factors, it can be stated that the design features of the drive mechanisms for the pressure plate in flat die-cutting presses can be of the most diverse nature. There is room for future improvements of known mechanisms and the development of fundamentally new ones.

Keywords: *a drive mechanism, a pressure plate, die-cutting, a flat press, cardboard packaging, design features, research.*

Стаття надійшла до редакції 03.04.2024.

Received 03.04.2024.