

<https://doi.org/10.23939/istcipa2023.57>.

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЗАКОНУ ПЕРІОДИЧНОГО РУХУ ПРИВОДНОГО МЕХАНІЗМУ РУХОМОЇ НАТИСКНОЇ ПЛИТИ НА КІНЕМАТИЧНІ ПАРАМЕТРИ ПЛОСКОШТАНЦЮВАЛЬНОГО ПРЕСА

© Четербух О. Ю., Шахбазов Я. О., 2023

Мета. Аналітичне дослідження впливу закону періодичного руху приводного механізму рухомої натискної плити на кінематичні параметри плоскоштанцювального преса. **Методика.** Матеріалом дослідження обрано плоскоштанцювальний прес, приводний механізм рухомої натискної плити якого містить кулачки та ролики. Для досліджуваного плоскоштанцювального преса було розроблено конструкцію, яка захищена патентом України на корисну модель. Виконанні аналітичні дослідження максимальних величин кінематичних параметрів для ролика та рухомої натискної плити при п'яти законах періодичного руху ролика. Проведено порівняльний аналіз отриманих результатів дослідження. **Результати.** В роботі досліджено, що закон періодичного руху приводного механізму рухомої натискної плити при однакових геометричних розмірах суттєво впливає на кінематичні параметри плоскоштанцювального преса. При обраних геометричних розмірах максимальні значення лінійної швидкості ролика V_r відрізняються в 1,33 раза, становить 0,513 м/с, максимальні значення лінійного пришвидшення ролика W_r у 1,22 раза, становить 1,497 м/с², максимальні значення лінійної швидкості натискної плити V_n в 1,26 раза, становить 0,194 м/с, а максимальне значення лінійного пришвидшення натискної плити W_n в 1,80 раза, становить 1,001 м/с². **Наукова новизна.** Проведено аналітичні дослідження впливу закону періодичного руху приводного механізму натискної плити на кінематичні параметри плоскоштанцювального преса, для якого розроблено конструкцію. Визначено принципову важливість раціонального вибору закону періодичного руху, що особливо важливо для плоскоштанцювальних пресів, які характеризуються значними технологічними зусиллями, що виникають під час виконання технологічної операції штанцювання розгортки картонного пакування, та високою продуктивністю роботи. **Практична значущість.** Отримані результати аналітичного дослідження впливу закону періодичного руху продемонстрували, що за аналогічних геометричних розмірів приводного механізму рухомої натискної плити кінематичні параметри плоскоштанцювального преса можуть суттєво відрізнятися. Виявлено, які із розглянутих законів періодичного руху вихідної ланки для досліджуваного приводного механізму рухомої натискної плити плоскоштанцювального преса характеризуються найбільшими та найменшими максимальними показниками кінематичних параметрів.

Ключові слова: закон періодичного руху, кінематичні параметри, плоскоштанцювальний прес, ролики, кулачки, структурна схема.

Вступ

Для виготовлення розгортки картонного пакування використовують різне устаткування, яке за способом розділення матеріалу поділяють на штанцювальне, вирубне та вирізувальне. В устаткуванні, яке використовує штанцювання, розділення матеріалу відбувається розклинюванням волокон, коли різальні інструменти врізаються в опорну плиту. Устаткування, що використовує вирубний спосіб, характеризується тим, що виготовлення картонного пакування відбувається зрізуванням комплектом різальних інструментів; для підвищення якості виготовлюваної продукції використовують ніж і протиніж. В устаткуванні, яке використовує вирізування, розгортка картонного пакування вирізується різанням за принципом ножиць, коли різальні інструменти обертаються навколо власної осі [1].

За формою контактуючих робочих поверхонь штанцювальне устаткування для виготовлення розгорток картонного пакування класифікують на плоске, плоско-циліндрове та ротаційне. Найбільш популярним є плоске устаткування, в якому дві складові плоскі (штанцювальна форма та рухома натискна плита), що вирізняється доволі високою продуктивністю роботи (до 8000 примірників/год [2]) та меншою вартістю виготовлення штанцювальної форми (в 25–50 разів дешевше, ніж виготовлення циліндричної штанцювальної форми для ротаційного устаткування [3]). Проте воно характеризується найвищими технологічними зусиллями, які виникають під час виконання технологічної операції штанцювання розгорток картонного пакування, оскільки всі різальні інструменти, які закріплені на плоскоштанцювальній формі, одночасно контактують із картонною заготовкою по всій своїй довжині. Плоско-циліндрове устаткування характеризується меншими технологічними зусиллями штанцювання, оскільки площина контакту плоскоштанцювальної форми, на якій знаходиться картонна заготовка, зворотно-поступально переміщується разом із талером, та циліндра, що створює необхідне зусилля, є значно меншою, аніж при плоскому, та різальні інструменти не одночасно контактують із картонною заготовкою, а поступово, відповідно до переміщення талера. Однак продуктивність такого устаткування є меншою, аніж при плоскому та, звичайно, при ротаційному, оскільки наявний зворотний холостий рух талера; в такому устаткуванні наявні інерційні навантаження, які спричинені переміщенням талера великої маси на всю величину максимального формату картонної заготовки. Ротаційне устаткування володіє найвищою продуктивністю, оскільки картонна заготовка переміщується між двома циліндрами, де відсутній холостий рух, та найменшими технологічними зусиллями, що зумовлено тим, що місце контакту між циліндрами умовно є смугою та різальні інструменти поступово вриваються в картонну заготовку [1].

Кінематичні параметри, такі як швидкість та пришвидшення, безпосередньо впливають на інерційні зусилля рухомих елементів конструкції, від яких відповідно залежить потужність. Особливо це важливо в устаткуванні, в якому рухомі елементи мають велику масу, до яких належать плоскоштанцювальні преси. Оскільки вони характеризуються високою швидкістю роботи, а рухомі натискні плити мають велику масу, то необхідно прагнути до зниження інерційних навантажень, які виникають у результаті її переміщення.

Аналіз літературних джерел

У роботі [4] наведений аналіз, класифікація та опис законів періодичного руху виконавчих ланок кулачкових механізмів, які використовують у поліграфічному і пакувальному устаткуванні, та рекомендації щодо їхнього вибору. Наведено структуру розрахунку геометричних розмірів, кінематичних та енергосилових параметрів кулачкових механізмів.

Однак у цій праці не проводиться порівняльний аналіз кінематичних параметрів поліграфічного та пакувального устаткування, яке використовує кулачкові механізми як привод, залежно від обраного закону періодичного руху.

У праці [5] проведено синтез приводного механізму рухомої натискної плити плоскоштанцювального преса, що забезпечує рівність робочого та холостого ходів натискної плити. Розглянутий приводний механізм забезпечує уникнення коливного руху натискної плити. Наведено методику аналітичного розрахунку кінематичних параметрів досліджуваного приводного механізму.

Проте досліджуваний приводний механізм рухомої натискної плити плоскоштанцювального преса містить нижні розклинювальні важелі, що збільшує його габаритні розміри, ускладнює конструкцію та погіршує умову матеріалоощадності.

У науковій роботі [6] проведено аналіз конструкції приводного механізму рухомої натискної плити плоскоштанцювального преса, що містить шарнірний чотириланковик. У результаті дослідження стало відомо, що ліві та праві повзуни здійснюють несинхронне переміщення, тому було запропоновано нову конструкцію приводного механізму рухомої натискної плити. Запропонований приводний механізм складається з двох пар кривошипно-повзунних контурів – ведучих

та ведених. Як стверджується в роботі, за результатами дослідження стало очевидно, що така конструкція забезпечує однакову швидкість повзунів протягом робочого і холостого ходів та паралельне переміщення натискної плити відносно нерухомої опорної плити. Наведено методичку аналітичного розрахунку кінематичних параметрів переміщення повзунів, які з'єднані з рухомою натискною плитою.

За результатами дослідження виявлено, що технологічна операція штанцювання розгортки картонного пакування завершується за умови відсутності пришвидшення натискної плити, тобто її зусилля інерції не допомагає під час довісікання картонних заготовок.

У праці [7] проаналізовано наукові роботи, які присвячені дослідженню кінематичних параметрів приводних механізмів рухомих натискних плит плоскоштанцювальних пресів. Подано структурну та кінематичну схеми досліджуваного приводного механізму рухомої натискної плити. Наведено математичні моделі для аналітичного дослідження кінематичних параметрів рухомої натискної плити. Проведено синтез досліджуваного приводного механізму. Здійснено порівняльну характеристику кінематичних параметрів досліджуваного приводного механізму рухомої натискної плити плоскоштанцювального преса при двох законах періодичного руху вихідної ланки.

Однак у цій роботі виконано аналітичне дослідження та порівняльна характеристика кінематичних параметрів плоскоштанцювального преса, рухома натискна плита якого приводиться в рух від кулачкового механізму, лише для двох законів періодичного руху, що не дає змоги отримати повноту досліджень.

Отже, проаналізувавши вищезазначену науково-технічну літературу, можна стверджувати, що дослідження кінематичних параметрів є надзвичайно важливою складовою у процесі проектування нового або удосконаленні відомого устаткування. А особливо це питання постає для важкоавантаженого устаткування, такого як плоскоштанцювальні преси. Дослідження кінематичних параметрів, таких як пришвидшення, виконавчих елементів конструкції є принципово важливим, оскільки саме воно, безпосередньо, впливає на енергосилові показники устаткування.

Мета

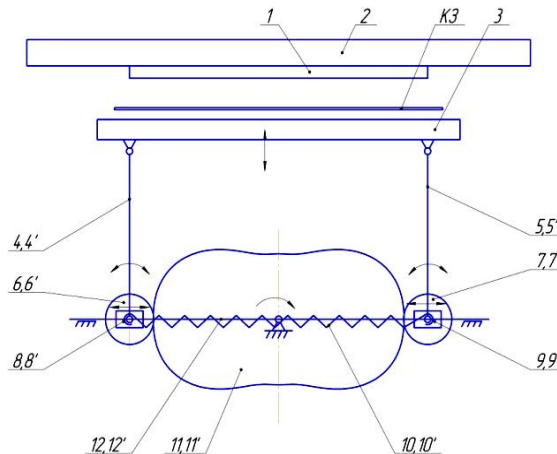
Метою цієї роботи є дослідити вплив закону періодичного руху приводного механізму рухомої натискної плити на кінематичні параметри плоскоштанцювального преса з подальшим їхнім порівнянням та вибором найбільш раціонального.

Методика проведення дослідження

Кінематичні параметри (швидкість і пришвидшення) є важливими характеристиками у процесі проектування нового або удосконаленні відомого устаткування, а особливо тоді, коли воно містить елементи конструкції великої маси, що зворотно-поступально переміщуються із високою швидкістю, якими є натискні плити плоскоштанцювальних пресів. Швидкість і пришвидшення безпосередньо впливають на величину показників зусиль, які виникають у плоскоштанцювальних пресах, окрім технологічно необхідних зусиль, що залежать головно від розмірів та конфігурації розгортки картонного пакування. Зростання зусиль і, відповідно, реакцій є негативним чинником, який спричинює підвищення необхідної споживчої потужності; збільшення контактних напружень, що зумовлює зниження стійкості деталей та зменшення їхнього ресурсу роботи.

Кінематичні параметри впливають на зусилля інерції рухомих елементів конструкції, що є також негативним чинником. Тому необхідно прагнути до їхніх найменших значень. У плоскоштанцювальних пресах часто приводні механізми рухомої натискної плити містять кулачки, які задають траєкторію руху, та ролики, що є вихідними виконавчими ланками. Для раціонального вибору кінематичних параметрів плоскоштанцювального преса, приводний механізм рухомої натискної плити якого містить кулачки та ролики, необхідно дослідити вплив закону періодичного руху вихідної виконавчої ланки.

Аналітичні дослідження впливу закону періодичного руху приводного механізму рухомої натискної плити на кінематичні параметри виконуємо для плоскоштанцювального преса [8], структурна схема якого зображена на рис. 1. Він складається з плоскоштанцювальної форми 1, яка закріплена на нерухомій плиті 2; рухомої натискної плити 3; лівих 4, 4' і правих 5, 5' розклинювальних важелів, які однією стороною шарнірно з'єднанні з рухомою натискною плитою 3, а другою стороною – шарнірно з повзунами 8, 8', 9, 9'; роликів 6, 6', 7, 7', які зафіксовані на повзунах 8, 8', 9, 9' з можливістю обертання; пружин розтягу 10, 10', які забезпечують постійний контакт роликів 6, 6', 7, 7' та кулачків 11, 11'; горизонтальних нерухомих напрямних 12, 12', по яким переміщуються повзуни 8, 8', 9, 9'.



Структурна схема плоскоштанцювального преса
Structural scheme of a flat die-cutting press

Результати дослідження та їх обговорення

Методика аналітичного розрахунку кінематичних параметрів ролика, який зафіксований на повзуні, для приводного механізму наведена в роботі [4]. У праці [7] описано принцип розрахунку кінематичних параметрів рухомої натискної плити плоскоштанцювального преса [9], який має дещо іншу конструкцію, але структуру розрахунків можна використати і для досліджуваного плоскоштанцювального преса.

Аналітичні дослідження впливу закону періодичного руху приводного механізму рухомої натискної плити на кінематичні параметри плоскоштанцювального преса проводимо при таких законах періодичного руху вихідної ланки (ролика): «Діаграма пришвидшень, яку описують неперервною функцією типу $s_k = C(1 - (2k)^u)$ », при $u = 1,0$; «Діаграма переміщень – Нахилена синусоїда», при $q = 0,4$; «Діаграма пришвидшень – Косинусоїда»; «Діаграма пришвидшень – Синусоїда»; «Діаграма пришвидшень – Складна парабола третього ступеня».

Перед початком проведення аналітичного дослідження задаємо, наприклад, такі геометричні параметри плоскоштанцювального преса: максимальне переміщення натискної плити $S_n = 0,080$ м; довжина розклинювального важеля $l = 0,475$ м; відстань від горизонтальної осі обертання кулачка до нижньої частини рухомої натискної плити $l_2 = 0,395$ м; максимальне переміщення ролика $S_r = 0,264$ м; радіус ролика $r = 0,030$ м; найбільший радіус-вектор кулачка $R_1 = 0,370$ м; найменший радіус-вектор кулачка $R_2 = 0,106$ м.

Для зручності проведення розрахунків кінематичних параметрів отримані результати формуємо у вигляді таблиці, де V_r – максимальне значення лінійної швидкості ролика; W_r – максимальне значення лінійного пришвидшення ролика; V_n – максимальне значення лінійної швидкості натискної плити; W_n – максимальне значення лінійного пришвидшення натискної плити.

Максимальні значення кінематичних параметрів
The maximum values of kinematic parameters

Закон періодичного руху	V_r , м/с	W_r , м/с ²	V_n , м/с	W_n , м/с ²
«Діаграма пришвидшень, яку описують неперервною функцією типу $s_k = C(1-(2k)^u)$ », при $u = 1,0$	0,385	1,497	0,157	1,001
«Діаграма переміщень – Нахилена синусоїда», $q = 0,4$	0,386	1,281	0,154	0,683
«Діаграма пришвидшень – Косинусоїда»	0,403	1,231	0,160	0,823
«Діаграма пришвидшень – Синусоїда»	0,513	1,491	0,194	0,600
«Діаграма пришвидшень – Складна парабола третього ступеня»	0,481	1,437	0,182	0,557

Проаналізувавши отримані результати аналітичного дослідження впливу закону періодичного руху приводного механізму рухомої натискної плити на кінематичні параметри плоскоштанцювального преса із заданими геометричними розмірами, виявили, що закон періодичного руху суттєво впливає на величину цих параметрів, зокрема:

– максимальні значення лінійної швидкості ролика V_r , порівняно із законом періодичного руху «Діаграма пришвидшень, яку описують неперервною функцією типу $s_k=C(1-(2k)^u)$, при $u = 1,0$ », який характеризується найменшими показниками, для закону періодичного руху: «Діаграма переміщень – Нахилена синусоїда, при $q = 0,4$ » є практично рівними; «Діаграма пришвидшень – Косинусоїда» є вищими на 105%; «Діаграма пришвидшень – Синусоїда» є вищими на 133%; «Діаграма пришвидшень – Складна парабола третього ступеня» є вищими на 125%;

– максимальні значення лінійного пришвидшення ролика W_r , порівняно із законом періодичного руху «Діаграма пришвидшень – Косинусоїда», який характеризується найменшими показниками, для закону періодичного руху: «Діаграма пришвидшень, яку описують неперервною функцією типу $s_k=C(1-(2k)^u)$, при $u = 1,0$ » є вищими на 122%; «Діаграма переміщень – Нахилена синусоїда, при $q = 0,4$ » є вищими на 104%; «Діаграма пришвидшень – Синусоїда» є вищими на 121%; «Діаграма пришвидшень – Складна парабола третього ступеня» є вищим на 117%;

– максимальні значення лінійної швидкості натискної плити V_n , порівняно із законом періодичного руху «Діаграма переміщень – Нахилена синусоїда, при $q = 0,4$ », який характеризується найменшими показниками, для закону періодичного руху: «Діаграма пришвидшень, яку описують неперервною функцією типу $s_k=C(1-(2k)^u)$, при $u = 1,0$ » є вищими на 102%; «Діаграма пришвидшень – Косинусоїда» є вищими на 104%; «Діаграма пришвидшень – Синусоїда» є вищими на 126%; «Діаграма пришвидшень – Складна парабола третього ступеня» є вищими на 118%;

– максимальні значення лінійного пришвидшення натискної плити W_n , порівняно із законом періодичного руху «Діаграма пришвидшень – Складна парабола третього ступеня», який характеризується найменшими показниками, для закону періодичного руху: «Діаграма пришвидшень, яку описують неперервною функцією типу $s_k=C(1-(2k)^u)$, при $u = 1,0$ » є вищими на 180%; «Діаграма переміщень – Нахилена синусоїда, при $q = 0,4$ » є вищими на 123%; «Діаграма пришвидшень – Косинусоїда» є вищими на 148%; «Діаграма пришвидшень – Синусоїда» є вищими на 108%.

Отже, можна стверджувати, що вибір оптимального закону періодичного руху є одним з найголовніших етапів у кінематичному синтезі під час проектування нового чи удосконалення відомого устаткування, оскільки кінематичні параметри безпосередньо впливають на всі інші показники. Надзвичайно важливо це стосується пакувального устаткування, зокрема штанцювального, в якому технологічні зусилля є короткотривалими протягом робочого циклу.

Висновки

Наведено структурну схему плоскоштанцювального преса, який використовують для виготовлення розгортки картонного пакування. Виконано аналітичні дослідження із визначення впливу закону періодичного руху приводного механізму рухомої натискної плити на кінематичні

параметри плоскоштанцювального преса. Проведено порівняльну характеристику отриманих результатів максимальних значень кінематичних параметрів плоскоштанцювального преса. За результатами аналітичного дослідження впливу закону періодичного руху приводного механізму рухомої натискної плити на кінематичні параметри плоскоштанцювального преса виявлено, що закон періодичного руху значною мірою впливає на їхню величину. Досліджено, що відповідно до обраних законів періодичного руху та геометричних розмірів досліджуваного плоскоштанцювального преса максимальна лінійна швидкість ролика відрізняється в 1,33 раза; максимальне лінійне пришвидшення ролика – в 1,22 раза; максимальна лінійна швидкість натискної плити – в 1,26 раза; максимальне лінійне пришвидшення натискної плити – в 1,80 раза. Отримані результати аналітичного дослідження кінематичних параметрів створюють передумови для подальшого дослідження плоскоштанцювального преса, зокрема енергосилового, та визначення величини деформацій і спрацювання робочих контактних поверхонь виконавчих елементів конструкції.

Список літератури

1. Регей І.І. Споживче картонне пакування (матеріали, проектування, обладнання для виготовлення) : навч. посіб. / І.І. Регей. – Львів : УАД, 2011. 144 с.
2. Влах В.В. Удосконалення штанцювального пресу застосуванням комбінованих механізмів приводу натискної плити : дис. канд. техн. наук : 05.05.01. Львів, 2018. 169 с.
3. Терницький С.В. Підвищення ефективності технологічного процесу в плоских штанцювальних пресах : дис. канд. техн. наук : 05.05.01. Львів, 2013. 151 с.
4. Полюдов О.М. Механіка поліграфічних і пакувальних машин : навч. посіб. Львів : УАД, 2005. 177 с.
5. Пасіка В.Р., Влах В.В. Кінематичний синтез механізму штанцювального преса з умови рівності прямого і зворотного ході. *Технічні науки*. 2016. № 1. С. 129 – 139.
6. Кузнецов В.О., Регей І.І., Влах В.В. Модернізація механізму приводу натискної плити у штанцювальному пресі. *Поліграфія і видавнича справа*. 2017. № 1. С. 56 – 62.
7. Четербух О.Ю., Шахбазов Я.О., Широков В.В. Порівняльна характеристика кінематичних параметрів плоско штанцювального преса. *Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні*. 2022. № 56. С. 86 – 95.
8. Прес штанцювального автомата : пат. 151852 Україна: МПК В26F 1/40 (2006.01) / Четербух О.Ю., Шахбазов Я.О. № у 2022 00766; заявл. 21.02.2022; опубл. 21.09.2022. Бюл. № 38. С. 4.
9. Прес штанцювального автомата: пат. 125459 Україна : МПК В26F 1/14 (2006.01), В26F 1/38 (2006.01), В31В 50/14 (2017.01), F16Н 13/08 (2006.01) / Шахбазов Я.О., Четербух О.Ю., Стецько А.Є. № а 2020 08402; заявл. 28.12.2020; опубл. 09.03.2022. Бюл. № 10. С. 4.

Ostap Cheterbukh, Jakiv Shakhbazov
Ukrainian Academy of Printing

THE ESTABLISHING THE INFLUENCE OF THE LAW OF PERIODIC MOTION ON THE DRIVE MECHANISM OF THE MOVABLE PRESSURE PLATE ON THE KINEMATIC PARAMETERS OF THE FLAT DIE-CUTTING PRESS

Aim. Analytical research of the influence of the law of periodic motion on the drive mechanism of the movable pressure plate on the kinematic parameters of the flat die-cutting press. **Method.** The material of the research was a flat die-cutting press, the drive mechanism of the movable pressure plate of which includes cams and rollers. For the researched flat die-cutting press, a structure was developed, which is protected by a patent of Ukraine for a utility model. Analytical research of the maximum values of the kinematic parameters for the roller and the moving pressure plate under six laws of periodic motion of the roller were carried out. A comparative analysis of the obtained research results was carried out. **Results.** The established that the law of periodic movement of the drive mechanism of the movable pressure plate with the same geometric dimensions significantly affects the kinematic parameters of the die-cutting press. With the selected geometric dimensions, the maximum values of the roller's linear speed V_r differ by 1.57 times, and is 0.513 m/s, the maximum values of the roller's linear acceleration W_r by 1.77 times, and is 1.497

m/s^2 ; the maximum value of the linear speed of the pressure plate V_n by 1.37 times, and is 0.194 m/s, and the maximum value of the linear acceleration of the pressure plate W_n by 5.67 times, and is 1.001 m/s^2 . **Scientific novelty.** Analytical research of the influence of the law of periodic movement of the drive mechanism of the pressure plate on the kinematic parameters of the flat die-cutting press for which the design was developed were carried out. The fundamental importance of the rational choice of the law of periodic motion has been established, which is especially, one might say critically, important for flat die-cutting presses, which are characterized by significant technological efforts that occur during the technological operation of die-cutting cardboard packaging blanks and high work productivity. **Practical significance.** The obtained results of the analytical research of the influence of the law of periodic motion demonstrated that with similar geometric dimensions of the drive mechanism of the movable pressure plate, the kinematic parameters of the flat die-cutting press can differ significantly. The laws of periodic motion are established, which are characterizes by the maximum and minimal indicators of kinematic parameters for the drive mechanism of the movable pressure plate under research.

Key words: the law of periodic motion, the kinematic parameters, the flat die-cutting press, rollers, cams, structural scheme.

Reference

1. Rehei I.I. Spozhyvche kartonne pakovannia (materialy, proektuvannia, obladnannia dlia vyhotovlennia) : navch. posib. / I.I. Rehei. – Lviv : UAD, 2011. – 144 s. [in Ukrainian]
2. Vlach V.V. Udoskonalennia shtantsiuvalnoho presu zastosuvanniam kombinovanykh mekhanizmiv pryvodu natysknoi plyty : dys. kand. tekhn. nauk : 05.05.01. Lviv, 2018. 169 s. [in Ukrainian]
3. Ternytskyi S.V. Pidvyshchennia efektyvnosti tekhnolohichnoho protsesu v ploskykh shtantsiuvalnykh presakh : dys. kand. tekhn. nauk : 05.05.01. Lviv, 2013. 151 s. [in Ukrainian]
4. Poliudov O.M. Mekhanika polihrafichnykh i pakuvalnykh mashyn : navch. posib. Lviv : UAD. 2005. – 177 s. [in Ukrainian]
5. Pasika V.R., Vlach V.V. Kinematychnyi syntez mekhanizmu shtantsiuvalnoho presa z umovy rivnosti priamoho i zvorotnoho khodi. Tekhnichni nauky. 2016. № 1. S. 129 – 139. [in Ukrainian]
6. Kuznietsov V.O., Rehei I.I., Vlach V.V. Modernizatsiia mekhanizmu pryvoda natysknoi plyty u shtantsiuvalnomu presi. Polihrafiia i vydavnycha sprava. 2017. № 1. S. 56 – 62. [in Ukrainian]
7. Cheterbukh O.Yu., Shakhbazov Ya.O., Shyrovok V.V. Porivnialna kharakterystyka kinematychnykh parametriv plosko shtantsiuvalnoho presa. Avtomatyzatsiia vyrobnychykh protsesiv u mashynobuduvanni ta przyladobuduvanni. 2022. № 56. S. 86 – 95. [in Ukrainian]
8. Pres shtantsiuvalnoho avtomata : pat. 151852 Ukraina: MPK B26F 1/40 (2006.01) / Cheterbukh O.Yu., Shakhbazov Ja.O. № u 2022 00766; zaiavl. 21.02.2022; opubl. 21.09.2022. Biul. № 38. S. 4. [in Ukrainian]
9. Pres shtantsiuvalnoho avtomata: pat. 125459 Ukraina : MPK B26F 1/14 (2006.01), B26F 1/38 (2006.01), B31B 50/14 (2017.01), F16H 13/08 (2006.01) / Shakhbazov Ja.O., Cheterbukh O.Yu., Stetsko A.Ie. № a 2020 08402; zaiavl. 28.12.2020; opubl. 09.03.2022. Biul. № 10. S. 4. [in Ukrainian]