

**Олег Богданович Книш¹, Андрій Володимирович Стрілецький²,
Оксана Іванівна Млинко³**

¹доктор технічних наук, професор,
професор кафедри комп'ютеризованих комплексів поліграфічних і пакувальних виробництв
Національний університет «Львівська політехніка» (Львів, Україна)
E-mail: Oleh.B.Knysh@lpnu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5854-1879>
Scopus Author ID: [57209411556](https://orcid.org/0000-0001-5854-1879)

²аспірант кафедри комп'ютеризованих комплексів поліграфічних і пакувальних виробництв
Національний університет «Львівська політехніка» (Львів, Україна)
E-mail: arrow220682@gmail.com

³кандидат технічних наук, доцент, старший викладач кафедри вищої математики
Національний університет «Львівська політехніка» (Львів, Україна)
E-mail: Oksana.I.mlynko@lpnu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9878-6846>
Scopus Author ID: [57296733200](https://orcid.org/0000-0001-9878-6846)

ГЕОМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ МЕХАНІЗМІВ ПРИВОДА СТОЛА З ПОСТУПАЛЬНИМ РУХОМ ТА ПРОКОЛЮВАЧІВ НИТКОШВЕЙНОЇ МАШИНИ

Важливою операцією при виготовленні книжкової продукції скріпленої нитками є шиття книжкових блоків. За результатами аналізу наукових праць, які присвячені дослідженню технологічного процесу шиття нитками книжкових блоків, окреслено шляхи удосконалення конструкції механізмів хитного стола та проколювачів ниткошвейної машини. Запропоновано схему з поступальним столом та спрощений кулачково-важільний механізм привода проколювачів. Удосконалена циклограма роботи механізмів забезпечить зменшення вистою стола в зоні шиття. Проведений геометричний синтез механізмів поступального стола та проколювачів у відносних величинах уможливує подальший їхній кінематичний та силовий аналізи.

Ключові слова: ниткошвейна машина; стіл; зошит; механізм; кулачок; важіль; проколювачі; синтез; привод.
Рис.: 4. Бібл.: 11.

Актуальність теми дослідження. Шиття нитками – найдавніший спосіб скріплення окремих зошитів у книжкові блоки. Він виник задовго до винаходу друкування і протягом тривалого часу є домінуючим для подібних операцій. Книжки зшиті нитками, є міцними, довговічними, характеризуються хорошою здатністю до розкривання. Шиття книжкових блоків нитками виконується на ниткошвейних машинах. Їхня циклічність роботи значною мірою залежить від швидкодії механізмів хитного стола та проколювачів. Тому дослідження спрямовані на збільшення швидкості роботи ниткошвейної машини при забезпеченні якості та надійності шиття книжкових блоків нитками є актуальними.

Постановка проблеми. Високі вимоги до якості готової продукції визначили обґрунтовані вимоги до функціонування окремих вузлів ниткошвейного устаткування, зокрема до хитного стола. Хитний стіл виконує комплекс основних операцій: приймає на сідло напіврозкритий зошит; транспортує його в зону шиття; вирівнює зошит; контролює наявність зошита на хитному столі; бере участь у шитті; проштовхує зшиті зошити по приймальному столу [1].

Привод хитного стола в ниткошвейній машині представлений спареним кулачково-коромисловим механізмом. Він забезпечує функціональну циклічність роботи. Ефективна робота ниткошвейної машини значно залежить від вибору раціональної конструкції стола, його кінематичних та динамічних характеристик. Важливу функцію виконує механізм проколювачів, що забезпечує підготовку зошитів до шиття нитками. Його привод є багатоланковим і складається із трьох контурів: кулачково-коромислового, чотирилан-

ковика та кривошипно-повзунного. Складність конструкції механізму проколювачів зумовлює його велику металомісткість, наявність численних шарнірів спричинює появу зазорів у процесі його експлуатації, що негативно впливає на точність руху проколювачів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженням надійності роботи ниткошвейних машин присвячено роботи. Зокрема, автори [2] доходять висновку, що основним обмежувальним фактором підвищення швидкодії ниткошвейної машини є самонаклад зошитів. При цьому їхні дослідження ґрунтуються лише на статистичному аналізі відмов роботи механізму, а шляхи вирішення проблеми в цій роботі не вказано.

Питання підвищення надійності роботи самонакладів зошитів розглянуто в роботах [3; 4]. Авторами визначено вплив законів періодичного руху клапанів ротаційного вивідного пристрою самонакладу зошитів на характер траєкторії руху. Встановлено, що найголовнішим фактором, що впливає на характер траєкторії руху є фазовий кут віддалення. Розроблено математичну модель руху клапанів ротаційного вивідного пристрою самонакладу зошитів, яка дозволяє отримувати раціональні схемні рішення механізму клапанів.

У роботі [5] проведено аналіз технології шиття блоків нитками, встановлено наявність взаємозв'язку між структурними елементами конструкції ниткошвейної машини і виявлено, що від їхньої роботи залежить міцність скріплення книжкових блоків та готових видань. Задекларовано проведення подальших аналітичних та експериментальних досліджень із розробки удосконалених класифікаційних схем устаткування, з урахуванням принципів системотехнічного та функціонально-структурного аналізів, які дозволяють сформулювати вимоги до технологічного процесу шиття книжкових блоків та методів їх контролю. Загальним питанням класифікації ниткошвейних машин присвячена робота [6].

Наведені в роботі [1] результати наукових досліджень групи науковців засвідчили, що функціонування механізму хитного стола ниткошвейних машин супроводжується наявністю значних інерційних навантажень, що негативно впливають на його динаміку. Автори пропонують для мінімізації інерційних навантажень вводити у конструкцію додаткові зрівноважувальні пристрої (наприклад, торсіон), що спричинить ускладнення конструкції механізму хитного стола.

У роботі [7] автори пропонують удосконалену схему механізму хитного стола та проколювачів, яка передбачає застосування зубчастої передачі у приводі механізму проколювачів. Мінімізація інерційних навантажень у цьому випадку досягається завдяки зменшенню маси хитного стола з проколювачами. Однак слід відзначити, що наявність реверсивної зубчастої пари «сектор – шестерня» спричинить виникнення зазорів, що може негативно вплинути на точність руху проколювачів.

У патенті [8] для покращення якості шиття та збільшення швидкості ниткошвейної машини запропоновано конструкцію «ламаного» хитного стола. Це дозволяє точно позиціонувати хитний стіл у зоні шиття, зменшити кількість ламань голок та гачків, підвищити ефективність та швидкість роботи машини.

У роботі [9] наведено результати теоретичних досліджень пристрою для фіксування зошитів книжкових блоків на хитному столі ниткошвейних автоматів. Успішне функціонування запропонованого пристрою можливе за умови додаткової модернізації механізму бокового упору, який вирівнює складні зошити на сідлі хитного стола під час руху. Питання геометричного синтезу механізму привода натискної плити у штанцювальному пресі висвітлено в роботі [10].

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Проведений аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що наявна у відкритому доступі наукова інформація щодо дослідження та удосконалення механізмів хитного стола та проколювачів ниткошвейної машини лише частково присвячена вирішенню наявних проблем комплексу механізмів хитного стола. Водночас не вирішеним залишається питання спрощення конструкції механізмів хитного стола та проколювачів.

Мета статті – провести комплексний аналіз функціонування механізмів привода хитного стола та проколювачів, запропонувати напрямки їхнього удосконалення для створення передумов якісного виконання та підвищення ефективності технологічної операції шиття книжкових блоків, спрощення конструкції і покращення динаміки роботи механізмів.

Виклад основного матеріалу дослідження. В основу пропонованої конструкції стола та проколювачів ниткошвейної машини ставиться задача забезпечення поступального руху стола з проколювачами, у якому функціонування стола створює передумови необхідної точності його позиціонування відносно швейної каретки, мінімізує інерційні навантаження, збільшує швидкість роботи ниткошвейної машини, при цьому одночасно підвищується ефективність та спрощується конструкція механізму проколювачів.

На рис. 1 зображено запроповану кінематичну схему механізмів поступального стола та проколювачів ниткошвейної машини. Механізм поступального стола складається з пазового кулачка 1, ролика 2, штовхача 3, жорстко приєднаного до стола 4 з сидлоподібною вершиною 4', роликів 5 і 5', верхньої та нижньої напрямних 6. Механізм проколювачів складається з нерухомої гірки 7, ролика 8, двоплечого важеля 9, шатуна 10, каретки 11 з проколювачами 12 та пружини розтягу 13.

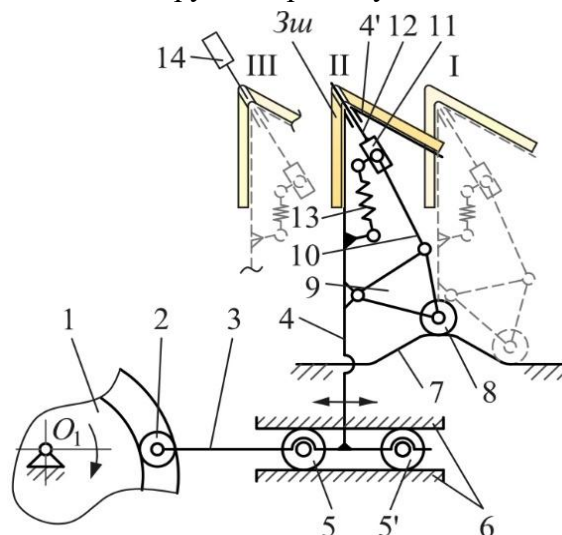


Рис. 1. Кінематична схема механізмів поступального стола та проколювачів у ниткошвейній машині

Джерело: розроблено авторами.

Механізм поступального стола працює таким чином. У початковому положенні I на сидло 4' поступального стола 4 подається зошит $Z_{ш}$ у розкритому вигляді. При обертанні головного вала O_1 змінюється радіус-вектор пазового кулачка 1. За рахунок обкочування пази кулачка роликком 2 стіл 4, що жорстко з'єднаний зі штовхачами 3 разом з зошитом $Z_{ш}$ завдяки роликкам 4 і 5, що перекочуються в напрямних 6, переміщується справа на ліво в зону шиття. При наближенні до зони шиття III прискорення стола 4 плавно зменшується, чим забезпечується точне позиціонування його сидла 4' з зошитом $Z_{ш}$ відносно швейної каретки 14 з голками з нитками та гачками, а отже, – якісне шиття книжкового блока швейними інструментами.

Механізм проколювачів працює наступним чином. У початковому положенні I (рис. 1) проколювачі 12 знаходяться всередині сидла 4' стола 4 (штрихова лінія). При переміщенні стола справа на ліво ролик 8 обкочується по нерухомій гірці 7. Це забезпечує колильний рух важеля 9, який через шатун 10 приводить у рух каретку 11 з проколюва-

чами 11. При цьому відбувається поступове піднімання проколювачів з одночасним проколюванням отворів у корінці зошита. Посередині циклу переміщення стола 4 (положення II) проколювачі досягають максимального переміщення. При подальшому переміщенні стола у позицію шиття III ролик 8 опускається по нерухомій гірці 7 чим забезпечується зворотний рух проколювачів і у крайньому лівому положенні стола 4 вони переміщуються у своє нижнє положення. Силове замикання між роликом 8 та гіркою 7 забезпечує пружина розтягу 12. Запропонована схема механізму проколювачів дозволяє функціонально змістити операцію проколювання отворів у фальцях зошитів під час переміщення поступального стола з позиції накидання зошитів на сідло в позицію шиття нитками. За рахунок цього покращується ефективність експлуатації механізму проколювачів, що забезпечує зменшення тривалості кінематичного циклу шиття при збереженні необхідної якості проколюваних отворів, спрощення конструкції механізму.

Циклограма руху механізмів привода стола та проколювачів ниткошвейної машини зображена на рис. 2. У випадку застосування хитного або поступального стола їхня циклограма є ідентичною (рис. 2, а). Для існуючого механізму рух проколювачів у напрямку зошита починається при переміщенні хитного стола у зону шиття, а проколювання отворів – під час вистою хитного стола у зоні шиття (рис. 2, б). Основним функціональним недоліком існуючого механізму проколювачів є виконання операції проколювання отворів у корінці зошита під час вистою в зоні шиття книжкового блока. У пропонованому варіанті (рис. 2, в) дана операція виконується під час руху поступального стола в зону шиття. При цьому переміщення проколювачів з крайнього нижнього до крайнього верхнього положення відбувається на половині циклу лінійного переміщення стола, що відповідає куту $\varphi = 41^\circ$ (рис. 2, в) повороту вала O_1 привода кулачка 1 (рис. 1).

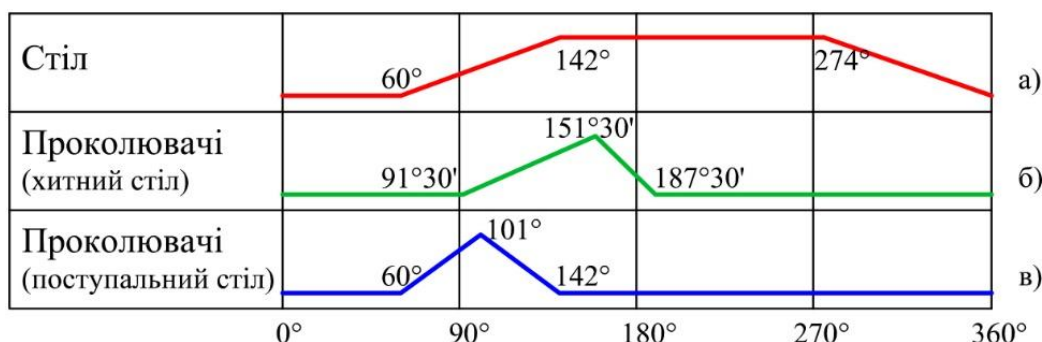


Рис. 2. Циклограма механізмів привода стола та проколювачів ниткошвейної машини
Джерело: розроблено авторами.

Задачею геометричного синтезу механізму поступального стола є визначення його горизонтального переміщення, виходячи з наявних геометричних параметрів хитного стола, його кутового переміщення та циклограми. При цьому за аналог взято ниткошвейну машину БНШ-6А з відповідними співвідношеннями реальних геометричних розмірів. Заданими є наступні відносні геометричні параметри (рис. 3):

- $l_1 = 1,0$ – відстань від вертикальної осі хитання стола до його вершини в позиції шиття книжкового блока;
- $R = 11,0$ – діагональ OA_i , що з'єднує вісь хитання стола і його вершину.

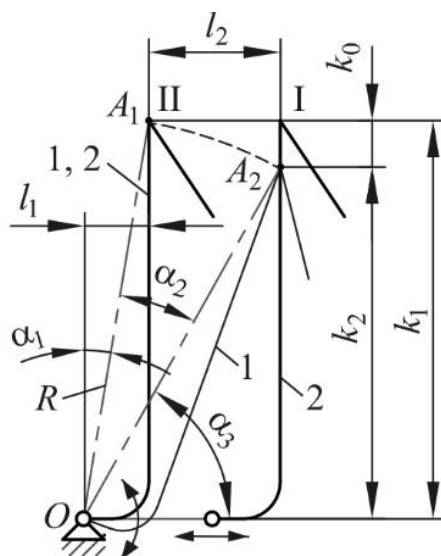


Рис. 3. Схема до геометричного синтезу механізму стола ниткошвейної машини
Джерело: розроблено авторами.

Абсолютне значення кутового переміщення хитного стола $\alpha_2 = 20^\circ$.

Схема до геометричного синтезу механізму стола показана на рис. 3. Тут I – положення стола, при якому відбувається накидання на нього зошита, II – позиція шиття зошита, 1 – хитний стіл, 2 – поступальний стіл.

За відомими геометричними параметрами трикутника знаходимо кут α_1 :

$$\alpha_1 = \arcsin \frac{l_1}{R} = 5,22^\circ.$$

Визначаємо сторону A_1A_2 трикутника OA_1A_2

$$A_1A_2 = 2R \cdot \sin(0,5\alpha_2) = 3,82.$$

Знаходимо вертикальне зміщення сідла хитного стола різницею

$$k_0 = k_1 - k_2, \tag{1}$$

де $k_1 = R \cdot \cos(0,5\alpha_2) = 10,83$.

$$k_2 = R \cdot \sin\alpha_3 = 9,95$$

де $\alpha_3 = 90^\circ - (\alpha_1 + \alpha_2) = 64,78^\circ$.

Після підстановки k_1 і k_2 у формулу (1) отримаємо

$$k_0 = 10,83 - 9,95 = 0,88.$$

Відповідно, горизонтальне переміщення сідла стола у відносних розмірах знайдемо з прямокутного трикутника:

$$1. \quad l_2 = \sqrt{(A_1A_2)^2 - k_0^2} = 3,72.$$

Задачею геометричного синтезу механізму проколювачів є визначення кута γ_Σ коливання двоплечого важеля та максимального лінійного переміщення S_Σ ролика по вертикалі. Відповідна розрахункова схема зображена на рис. 4. Тут суцільною лінією зображено крайнє нижнє положення механізму, штриховою – крайнє верхнє.

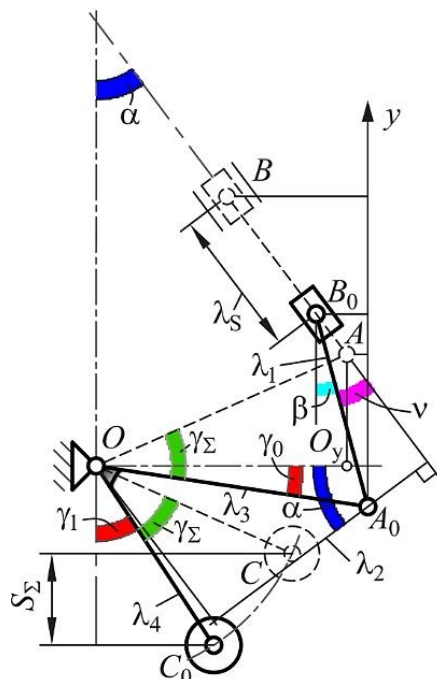


Рис. 4. Розрахункова схема до геометричного синтезу механізму привода проколювачів
Джерело: розроблено авторами.

Відома методика розрахунку вихідних і комбінованих механізмів передбачає застосування «одиночного» механізму [11]. При цьому довжина ведучої ланки приймається рівною одиниці. Розроблена в цій роботі методика синтезу комбінованого кулачково-важільного механізму із повзуном привода проколювачів передбачає «зворотній» розрахунок. При ньому за одиницю приймається рівним відносно лінійне переміщення $\lambda_S = 1$ веденої ланки – проколювачів (рис. 4). Це зумовлено технологічною необхідністю забезпечити лінійне переміщення проколювачів на величину $S_{пр} = 30$ мм, як у ниткошвейній машині БНШ-6А.

Для геометричного синтезу механізму прийнято наступні відносні параметри (з урахуванням реальних геометричних розмірів ланок механізму машини БНШ-6А):

- $\lambda_S = 1,0$ – максимальне відносне переміщення проколювачів;
- $\lambda_1 = 1,07$ – відносна довжина шатуна;
- $\lambda_2 = 2,0$ – відносна довжина ексцентриситету;
- $\lambda_3 = 2,03$ – відносна довжина важеля;
- $\lambda_4 = 1,6$ – відносна довжина важеля з роликом.

Абсолютні значення геометричних параметрів механізму:

- $\gamma_0 = 6^\circ$ – початковий кут положення важеля відносно горизонталі;
- $\gamma_1 = 47^\circ$ – початковий кут положення важеля з роликом відносно вертикалі;
- $\alpha = 37^\circ$ – кут між напрямком траєкторії проколювачів та вертикаллю.

Параметри, які визначаються при геометричному синтезі механізму:

- v – кут між шатуном та напрямком траєкторії проколювачів у крайньому нижньому положенні проколювачів;
- γ_Σ – сумарний кут коливання важеля;
- S_Σ – максимальне лінійне переміщення ролика по вертикалі.

Кут v положення шатуна визначаємо із проєкцій важеля λ_3 та шатуна λ_1 на ексцентриситет λ_2 (рис. 4):

$$\lambda_1 \cdot \sin v = \lambda_2 - \lambda_3 \cdot \cos(\alpha + \gamma_0),$$

звідки

$$v = \arcsin \frac{\lambda_2 - \lambda_3 \cdot \cos(\alpha + \gamma_0)}{\lambda_1} \quad (2)$$

Для визначення кута γ_Σ коливання важеля проєктуємо довжини ланок механізму проколювачів на вертикальну вісь y :

- проєкція переміщення λ_S проколювачів:

$$\lambda_{Sy} = \lambda_S \cdot \cos \alpha;$$

- проєкція довжини λ_1 шатуна у крайньому верхньому положенні проколювачів:

$$\lambda_{11y} = \lambda_1 \cdot \cos \alpha;$$

- проєкція довжини λ_1 шатуна у крайньому нижньому положенні проколювачів:

$$\lambda_{12y} = \lambda_1 \cdot \cos \beta = \lambda_1 \cdot \cos(\alpha - v),$$

де $\beta = (\alpha - v)$ – кут нахилу шатуна відносно вертикалі;

- проєкція довжини λ_3 важеля у крайньому нижньому положенні проколювачів:

$$\lambda_{3y} = \lambda_3 \cdot \sin \gamma_0.$$

Сумарний кут γ_Σ коливання важеля визначаємо із прямокутного трикутника O_1AO_y :

$$\sin(\gamma_\Sigma - \gamma_0) = \frac{AO_y}{\lambda_3} = \frac{\lambda_{Sy} + \lambda_{12y} - \lambda_{3y} - \lambda_{11y}}{\lambda_3}, \text{ або}$$

$$\gamma_\Sigma = \arcsin \left(\frac{\lambda_S \cdot \cos \alpha + \lambda_1 \cdot \cos(\alpha - v) - \lambda_3 \cdot \sin \gamma_0 - \lambda_1 \cdot \cos \alpha}{\lambda_3} \right) + \gamma_0 \quad (3)$$

Максимальне лінійне переміщення S_Σ ролика по вертикалі визначаємо із геометричних залежностей проєктуванням довжини λ_4 важеля з роликом у крайніх положеннях механізму на вертикальну вісь:

$$S_\Sigma = \lambda_4 \cdot \cos \gamma_1 - \lambda_4 \cdot \cos(\gamma_\Sigma + \gamma_1) \quad (4)$$

Як бачимо із залежностей (3, 4) кутовий розмах важеля та лінійне переміщення ролика по вертикалі є функціями геометричних параметрів кулачково-важільного механізму привода проколювачів.

Аналіз кінематичних залежностей механізму привода проколювачів є предметом наступних досліджень і у даній статті не розглядаються.

Висновки. На підставі аналізу літературних джерел запропоновано нову схему механізму поступального стола та кулачково-важільного з повзуном механізму привода проколювачів. Циклограма роботи удосконаленого механізму проколювачів уможливило проколювання отворів у корінці зошита під час його транспортування у зону шиття, що забезпечує зменшення вистою стола у зоні шиття на $9^\circ 30'$ кута повороту приводного вала у порівнянні з існуючим механізмом.

За результатами геометричного синтезу механізмів у відносних величинах виведено аналітичні залежності їхніх геометричних параметрів, що уможливило подальший аналіз кінематичних та силових параметрів поступального стола та проколювачів.

Список використаних джерел

1. Хведчин, Ю. Й. Брошурувально-палітурне устаткування : Ч. 1: Брошурувальне устаткування : підруч. / Ю. Й. Хведчин. – Львів : ТеРус, 1999. – 336 с.

2. Андрущенко, В. В. Дослідження надійності ниткошвейної машини БНШ6А / В. В. Андрущенко, Б. О. Черня // Технологія і техніка друкарства. – 2009. – № 3(25). – С. 52-57.
3. Приставський, З. М. Аналіз руху механізму клапанів ротаційного вивідного пристрою самонакладів / З. М. Приставський // Технологія і техніка друкарства. – 2008. – № 1(19). – С. 58-64.
4. Приставський, З. М. Визначення кінематичних характеристик механізму клапанів ротаційного вивідного пристрою самонакладів зошитів / З. М. Приставський, В. В. Шебунін // Технологія і техніка друкарства. – 2008. – № 2(20). – С. 110-116.
5. Логазяк, І. Ю. Аналіз процесу скріплення книжкових блоків нитками / І. Ю. Логазяк // Технологія і техніка друкарства. – 2009. – № 4. – С. 86-90.
6. Логазяк, І. Ю. Класифікація ниткошвейних машин для скріплення книжкових блоків / І. Ю. Логазяк // Кваліологія книги. – 2010. – № 1(17). – С. 65-70.
7. Регей, І. І. Обґрунтування раціональної схеми механізмів хитного стола ниткошвейної машини та аналіз їх кінетостатичних параметрів / І. І. Регей, О. Б. Книш, А. Б. Коломієць // Поліграфія і видавнича справа. – 2010. – № 2(52). – С. 93-97.
8. Хитний стіл ниткошвейного автомата: пат. 98072 Україна: МПК В42В 9/00, В42В 2/00, В42С 1/00, D05В 75/00. Регей І. І., Книш О. Б., Хведчин Ю. Й. №а201104138; заявл. 05.04.2011; опубл. 10.04.2012. Бюл. №7. 2 с.
9. Логазяк, І. Ю. Удосконалення технології позошитного скріплення нитками книжкових блоків : автореф. дис... канд. техн. наук : 05.05.01 / Логазяк Ірина Юріївна; Укр. акад. друкарства. – Львів, 2011. – 21 с.
10. Combined double crank wedging drive mechanisms of the press plate used in die-cutting press: synthesis, kinematic and functional / I. Rehei, V. Vlach, O. Knysh, R. Knysh & O. Mlynko // Academic journal of manufacturing engineering. – 2023. – Vol. 21, Issue 3 – P. 53-60.
11. Полюдов, О. М. Механіка поліграфічних і пакувальних машин: навч. посіб. / О. М. Полюдов. – Львів: УАД, 2005. – 177 с.

References

1. Khvedchyn, Yu.Y. (1999). *Broshuruvalno-paliturne ustatkuvannia : Ch. 1: Broshuruvalne ustatkuvannia [Binding and finishing equipment: Part 1: binding equipment]*. TeRus.
2. Andrushchenko V. V., Chernia B. O. (2009). Doslidzhennia nadiinosti nytkoshveinoi mashyny BNSh6A [Research on the reliability of the BNSH6A thread-sewing machine]. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva –Technology and printing technology*, (3(25)), 52–57.
3. Prystavskiy, Z.M. (2008). Analiz rukhu mekhanizmu klapaniv rotatsiinoho vyvidnoho prystroiu samonakladiv [Analysis of the movement of the valve mechanism of the rotary output device of automatic feeders]. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva –Technology and printing technology*, (1(19)), 58–64.
4. Prystavskiy, Z.M., Shebunin, V.V. (2008). Vyznachennia kinematychnykh kharakterystyk mekhanizmu klapaniv rotatsiinoho vyvidnoho prystroiu samonakladiv zoshytiv [Determination of the kinematic characteristics of the valve mechanism of the rotary output device of automatic feeders for book blocks]. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva –Technology and printing technology*, (2(20)), 110–116.
5. Lohaziak, I.Yu. (2009). Analiz protsesu skriplennia knyzhkovykh blokiv nytkamy [Analysis of the process of binding book blocks with thread]. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva –Technology and printing technology*, (4), 86–90.
6. Lohaziak, I.Yu. (2010). Klasyfikatsiia nytkoshveinykh mashyny dlia skriplennia knyzhkovykh blokiv [Classification of thread-sewing machines for binding book blocks]. *Kvalilohiia knyhy – Book quality*, (1(17)), 65–70.
7. Rehei, I.I., Knysh, O.B., Kolomiiets, A.B. (2010). Obgruntuvannia ratsionalnoi skhemy mekhanizmiv khytnoho stola nytkoshveinoi mashyny ta analiz yikh kinetostatychnykh parametriv [Justification of the rational scheme of the oscillating table mechanisms of a thread-sewing machine and the analysis of their kinetostatic parameters]. *Polihrafia i vydavnycha sprava – Polygraphy and Publishing*, (2(52)), 93–97.

8. Rehei I. I., Knysh O. B., Khvedchyn Yu. Y. *Khytnyi stil nytkoshveinoho avtomata [Perforator mechanism of a thread-sewing machine]*: pat. 98072 Ukraina: MPK B42B 9/00, B42B 2/00, B42C 1/00, D05B 75/00. No. a201104138.

9. Lohaziak, I.Yu. (2011). Udoskonalennia tekhnolohii pozoshytnoho skriplennia nytkamy knyzhkovykh blokiv. [Improvement of the technology of binding book blocks with thread]. *Extended abstract of candidate's thesis*. UAD.

10. Rehei, I., Vlach, V., Knysh, O., Knysh, R., & Mlynko, O. (2023). Combined double crank wedging drive mechanisms of the press plate used in die-cutting press: synthesis, kinematic and functional. *Academic journal of manufacturing engineering*, 21(3), 53–60.

11. Poliudov, O.M. (2005). *Mekhanika polihrafichnykh i pakuvalnykh mashyn [Mechanics of printing and packaging machines]*. UAD.

Отримано 19.09.2024

UDC 686.1.05

Oleh Knysh¹, Andrii Striletskyi², Oksana Mlynko³

¹Doctor of Technical Science, Professor, Professor of the Department of Computerized Systems in Printing and Packaging Industries

Lviv Polytechnic National University (Lviv, Ukraine)

E-mail: Oleh.B.Knysh@lpnu.ua. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5854-1879>

Scopus Author ID: 57209411556

² Doctoral Student of the Department of Computerized Systems in Printing and Packaging Industries

Lviv Polytechnic National University (Lviv, Ukraine)

E-mail: arrow220682@gmail.com

³Candidate of Technical Science, Associate Professor, Senior Instructor of the Department of Higher Mathematics

Lviv Polytechnic National University (Lviv, Ukraine)

E-mail: Oksana.I.mlynko@lpnu.ua. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9878-6846>

Scopus Author ID: 57296733200

GEOMETRIC SYNTHESIS OF MECHANISMS FOR THE TABLE DRIVE WITH LINEAR MOTION AND PERFORATORS IN A THREAD-SEWING MACHINE

In the technological chain of book production bound with thread, an important operation is sewing book blocks with thread. This operation is performed on a thread-sewing machine. Its crucial components are mechanisms for driving the oscillating table and perforators. The article provides an overview of the work of researchers focused on the analysis and improvement of the technological process of sewing book blocks with thread. The review results show that a significant number of studies are devoted to reliability of thread-sewing machines. However, no current studies aim at improving the design of the table and perforator mechanisms. Existing research focuses on balancing excessive loads in the oscillating table drive by introducing additional balancing devices into the mechanism's design. The use of such devices is not always justified, as it complicates the mechanism's design and increases its metal content.

To improve reliability and productivity of thread-sewing machines, a scheme with a reciprocating table and a simplified cam-lever perforator mechanism is proposed. The improved cyclogram, when such mechanisms are used, will reduce the table's dwell time in the sewing zone and increase the machine's overall productivity. A geometric synthesis of the oscillating table and perforator mechanisms has been carried out in relative dimensions. The linear displacement of the table has been determined under the condition of replacing its oscillating motion with a linear one. A reverse calculation method for geometric parameters of the combined cam-lever mechanism with a slider for the perforator drive has been developed. Based on the geometric synthesis of the perforator mechanism, the angular swing of the lever of the cam contour and maximum vertical linear displacement of the cam contour's roller were determined.

The geometric synthesis of the mechanisms for the reciprocating table and perforators in relative dimensions enables further kinematic and force analysis.

Keywords: thread-sewing machine; table; book block; mechanism; cam; lever; perforators; synthesis; drive.

Fig.: 4. **References:** 11.