

УДК 686.12.056

НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ТРАНСПОРТУВАННЯ В МАШИНАХ ДЛЯ ОБРІЗУВАННЯ КНИЖКОВО-ЖУРНАЛЬНИХ БЛОКІВ З ТРЬОХ БОКІВ

П.В. Топольницький, О.І. Стрепко

Українська академія друкарства, вул. Підголоско, 19, Львів, 79020, Україна

У статті наведено огляд та критичний аналіз існуючих систем транспортування поліграфічних напівфабрикатів, перебазовуючих пристроїв та пристроїв для зміни напрямку переміщення напівфабрикатів. Визначені доцільні сфери їх застосування та основні напрямки їх удосконалення.

Ключові слова: книжково-журнальні блоки, засоби транспортування блоків у машині, транспортувальні системи, засоби зміни положення книжкових блоків, машини безвистійного типу.

Постановка проблеми. Якість та точність обрізування книжково-журнальних блоків з трьох боків залежить від багатьох чинників, серед яких слід відзначити: спосіб обрізування та різальний інструмент (РІ) для його реалізації; фізико-механічні властивості паперу, з якого виготовлені блоки; технологічні умови виконання даної операції тощо. Серед цих чинників важливе місце займають засоби переміщення (транспортування) блоків у машині, так як вони в значній мірі визначають точність виконання операції обрізування. Це в рівній мірі стосується машин, які виконують операцію обрізування під час зупинки блоків (машини вистійного типу), чи в процесі транспортування блоків (машини безвистійного типу). Отже, вибір системи транспортування блоків у значній мірі визначає кінцевий результат роботи різальних машин.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Результати досліджень явищ, що відбуваються під час транспортування книжково-журнальних блоків в машинах безвистійного типу висвітлено в публікаціях у яких розглядаються, відповідно, питання: вибір засобів транспортування блоків та зміни напрямку їх переміщення, збереження початкового базування блоків під час їх транспортування [1, 3, 7, 12, 13]; динамічні розрахунки транспортувальних систем [2, 4, 6, 11]; аналіз поздовжніх коливань гнучких транспортувальних систем [8]; аналіз та методика розрахунків засобів зміни положення книжкових блоків під час їх транспортування [5, 11].

Мета статті – на основі аналізу існуючих засобів транспортування блоків в устаткуванні для виготовлення книг, зокрема, в машинах для обрізування блоків з трьох боків визначити найбільш перспективні напрямки їх удосконалення.

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасному брошурувально-палітурному устаткуванні широке застосування отримали різні за будовою системи транспортування, які суттєво впливають як на загальну швидкість роботи, так і на якість виконання технологічних операцій.

Основна вимога до системи транспортування визначається необхідністю виконання операцій функціонального призначення протягом часу, обмеженого заданою продуктивністю машини або автоматичної лінії. Слід зауважити, що при високій продуктивності безвистійних потокових ліній (технологічні операції виконуються під час транспортування напівфабриката) або операційного устаткування (наприклад, машина для безвистійного обрізування книжково-журнальних блоків) існуючі транспортувальні системи з засобами повороту блоків не в змозі забезпечити вимоги щодо швидкодії та збереження протягом виконання усього технологічного процесу початково заданого позиціонування блоків. Транспортувальні системи умовно можна розділити на два види: - системи, які забезпечують надійну роботу устаткування, в якому технологічні операції виконуються під час зупинки (вистоювання) напівфабрикату [9]; - системи, які забезпечують надійну роботу безвистійного устаткування, в якому технологічні операції виконуються під час транспортування напівфабрикату [11].

Під час виконання технологічних операцій в багатопозиційних агрегатах в період зупинки транспортувального органу тривалість кінематичного циклу $T_{\text{кц}} = T_{\text{тр}} + T_{\text{тех.макс}}$, де: $T_{\text{кц}}$, $T_{\text{тр}}$ і $T_{\text{тех.макс}}$ - відповідно час: кінематичного циклу, міжопераційного транспортування і виконання найбільш тривалої за часом технологічної операції. При цьому відносна тривалість міжопераційного транспортування τ при заданій продуктивності машини $\tau = T_{\text{тр}} / T_{\text{кц}}$.

Підвищення продуктивності потокової лінії можливе як внаслідок вдосконалення технологічних процесів, так і підвищення швидкодії транспортуючих систем, внаслідок чого створюються передумови скорочення тривалості міжопераційного транспортування. У свою чергу слід приймати до уваги те, що зменшення тривалості міжопераційного транспортування впливає на динамічні характеристики роботи системи транспортування і машини в цілому (збільшення швидкодії засобів транспортування і зменшення часу для забезпечення умов точності базування напівфабрикатів в пристроях головного транспортуючого органу тощо).

Швидкодія системи транспортування при кроковому русі напівфабрикату обмежується максимальним значенням навантаження, що прикладене до транспортувального органу

$$Q_{\Sigma} = K_d m_{\text{пр}} C \frac{S}{\tau^2 T_{\text{кц}}^2} + \sum Q_{\text{тех}}$$

де: K_d - коефіцієнт динамічності системи; C - константа піка пришвидшення прийнятого закону руху транспортного органу; S - крок переміщення об'єкту; $Q_{\text{тех}}$ - приведена величина технологічного навантаження на транспортувальний орган; $m_{\text{пр}}$ - приведена маса. Беручи до уваги те, що коефіцієнт динамічності системи є функцією закону руху транспортувального органу, пружно-частотних характеристик привода слід передбачити, що необхідно-допустиме значення $[\tau]$ буде зростати при збільшенні приведеної маси і зменшуватися при збільшенні пружної деформації валу привода транспортувального органу.

Залежно від конструктивних особливостей бевистіного устаткування, способу обрізування та кількості позицій, в яких обрізуються книжкові блоки системи транспортування повинні забезпечувати точне переміщення попередньо збазованого напівфабриката зі зміною його положення в просторі (поворот на 90° або 180°). Зміна положення напівфабриката в просторі може здійснюватися разом з транспортувальним засобом (кареткою), або напівфабрикат змінює своє положення в просторі в момент тимчасового звільнення від фіксації (затискування) його положення транспортувальним засобом [11].

В сучасному устаткуванні для обрізування книжково-журнальних блоків [9], в момент їх зупинки (вистою) в зоні обрізування, найбільше розповсюдження (як транспортувальні засоби) отримали подавачі, які забезпечують необхідне зусилля затискування попередньо збазованих блоків під час їх переміщення із зони завантаження в зону обрізування в одній або двох позиціях. Як правило, це пристрої циклічної дії, які мають обмежений діапазон швидкодії (до 160 циклів за хвилину). Використання таких пристроїв при високих швидкостях веде до погіршення динамічних характеристик роботи устаткування, вібрацій, появи шумів, які в свою чергу негативно впливають на точність позиціонування і, відповідно, на точність та якість обрізування продукції.

Переважно технологічний процес роботи машини, залежно від способу транспортування напівфабрикату (здійснюється з постійним кроком безперервно або періодично), передбачає жорсткий кінематичний цикл з централізованим автоматичним управлінням: ведучі ланки механізмів привода транспортуючих і виконавчих органів повинні бути безпосередньо встановлені на розподільчому валі або кінематично зв'язані з ним [1, 3, 4, 5].

Аналіз технічної інформації показав [9], що в останні роки не спостерігається зростання продуктивності машин та агрегатів внаслідок підвищення швидкодії машин. При вдосконаленні устаткування в основному приділялась увага скороченню підготовчого часу, необхідного для здійснення переналагоджувань пов'язаних зі зміною формату та товщини оброблюваного книжково-журнального блока, що реалізовано з допомогою систем електронного управління, наприклад, в автоматичній лінії *BL-200* фірми "*Stahl-VBF*" (Німеччина), автоматичній лінії *Kompakt-2000* фірми "*Kolbus*" (Німеччина), автоматичних лініях для виготовлення книг безшвейним скріпленням "*Normbinder*" фірми "*Müller-Martini*" (Швейцарія). Проблеми підвищення швидкості роботи машин автоматичних ліній вистійного типу (блок обробляється під час зупинки транспортувального засобу) в основному пов'язані з несприятливими динамічними режимами роботи механічної системи. Піки динамічних навантажень в машинах з централізованою системою приводу і управлінням автоматичним циклом, які виникають при кроковому переміщенні головного транспортувального органу, є основною причиною обмеження швидкодії систем транспортування та продуктивності машини в цілому [2, 4, 6, 8].

При розробленні нових, сучасних засобів транспортування напівфабрикатів слід пам'ятати, що вони є важливим об'єктом автоматизації, які в значній

мірі визначають технічний рівень багатопозиційних агрегованих машин і автоматичних ліній. Подальше вдосконалення доцільно проводити в напрямку підвищення їх швидкодії та ефективності.

В сучасних автоматичних лініях централізоване управління автоматичним циклом переважно здійснюється головним транспортувальним органом за допомогою напівфабриката, що транспортується і діє на відповідні датчики положення. Застосування засобів транспортування з числовим програмним управлінням в машинах автоматичних ліній брошурувально-палітурного виробництва пов'язане з необхідністю зменшення затрат часу на переналагоджування, під час якого можуть змінюватися вихідні положення і величини переміщень робочих органів та пристроїв засобів транспортування. В умовах, коли транспортувальні та виконавчі органи машини суттєво обмежують його швидкість, як фактор підвищення продуктивності доцільно використовувати принцип паралельного агрегування операцій технологічного процесу. Рациональне використання багатопоточних засобів транспортування є актуальним і сприяє суттєвому підвищенню продуктивності машин і автоматичних ліній.

Ефективність вибраного технологічного процесу виготовлення книг, який реалізується в машинах автоматичних ліній вистійного типу, доцільно проводити шляхом розроблення принципово нових засобів транспортування напівфабрикатів. При цьому вибір структури і параметрів систем транспортування необхідний не тільки з метою підвищення їх швидкодії, але і для зменшення питомих затрат металу та енергії.

З огляду на збільшення продуктивності, зменшення енерговитрат найбільш перспективним напрямком удосконалення засобів транспортування напівфабрикатів є заміна вистійної технології обробки напівфабрикатів на безвистійну, що дозволить, зафіксувавши попередньо збазований напівфабрикат, виконувати технологічні операції в процесі переміщення. Основними завданнями вибору (синтезу) систем транспортування при безперервному русі головного транспортувального органу є вибір раціональної різновидності останнього, забезпечення необхідного закону руху, погодженого з законом руху виконавчих органів, задіяних пристроїв технологічного призначення. При цьому реалізація заданого закону руху передбачає вибір необхідної структури приводу. Під час вибору типу засобів транспортування напівфабрикатів в задачах параметричного синтезу особливу увагу слід приділити питанням мінімізації амплітуди поздовжніх коливань [8, 11].

Висновки. На основі проведеного огляду та аналізу систем транспортування, перебазовуючих пристроїв і пристроїв для зміни напрямку переміщення напівфабрикатів визначені їх основні недоліки:

- порівняно низька швидкість і продуктивність (не вище 2 м/с із продуктивністю до 180 блоків в хвилину);
- незадовільні динамічні режими роботи основних виконавчих органів;
- наявність ділянок в процесі переміщення книжкового блока, на яких незафіксований блок вільно рухається транспортувальним органом, що

у більшості випадків призводить до зменшення точності виконання наступних технологічних операцій;

- існуючі засоби та пристрої для зміни напрямку переміщення блоків не в змозі працювати на високих швидкостях зі збереженням точності початкового позиціонування блока;
- відомі засоби введення книжкових блоків в агрегатовану машину не забезпечують швидкість подавання блоків 2 м/с і вище.

Основними вимогами, які ставляться до систем транспортування в машинах для безвистійного обрізування є здатність забезпечити високу швидкість переміщення блоків в машині (до 4 м/с) з одночасним забезпеченням зусилля їх затискування, необхідного для досягнення якісного та точного обрізування.

Приймаючи до уваги вище наведене та враховуючи специфіку будови та роботи устаткування для безвистійного обрізування книжково-журнальних блоків оригінальним різальним інструментом традиційні засоби транспортування напівфабрикатів, що застосовуються в різальних машинах вистійного типу не задовільняють вимоги, які ставляться до засобів транспортування в машинах безвистійного типу. Попередні експериментальні дослідження засвідчили, що до засобів транспортування, які теоретично можуть забезпечити вищеперераховані вимоги слід віднести гнучкі транспортуючі засоби (зубчасті пасові транспортери), пластинчасті тракові транспортери та каретки. Проте, отримати об'єктивну оцінку вибраного типу транспортувальної системи можна лише шляхом проведення широких теоретичних та експериментальних досліджень в умовах, наближених до виробничих.

Список використаних джерел

1. Петрів І.М. Дослідження позиціонування транспортних систем тракового типу при створенні автоматизованої переналадки // Поліграфія і видавнича справа.- Львів:-1990. - №26.- С 111-112.
2. Стахів Р.Б. Динамічний розрахунок гнучкої транспортуючої системи машини для безвистійного тристороннього обрізування книжкових блоків // Зб. наук. пр. «Квалілогія книги» -Львів: Укр. акад. друку, 1998. -С.112-113.
3. Топольницький П.В. Умови подавання книжкових блоків у різальну секцію машини для безвистійного обрізування // Наукові записки УАД.-1999.- Вип.1.- С.7-8.
4. Полюдов О.М., Топольницький П.В., Харченко Є.В., Стахів Р.Б. Розрахунок динамічних навантажень на елементи системи транспортування книжкових блоків // Машинознавство.- 1999.- №4.- С.56-60.
5. Полюдов О.М., Топольницький П.В., Стахів Р.Б. Пристрій для зміни напрямку руху книжкових блоків у машині для безвистійного обрізування книжково-журнальної продукції //зб. наук. пр. “Комп’ютерні технології друкарства”.- УАД.- 2000.-№5.-С.64-71.
6. Топольницький П.В. Кінематичний та силовий розрахунки пристрою для зміни напрямку транспортування книжково-журнальних // зб. наук. пр. “Комп’ютерні технології друкарства”.- УАД.- 2002.-№7.-С.187-192.
7. Топольницький П.В., Стахів Р.Б. Визначення діапазону використання пасово-роликового транспортера як транспортуючого засобу в машинах для безвистійного обрізування блоків // Наукові записки УАД.- 1999.- Вип. 1.- С.5-7.

8. Топольницький П.В., Стахів Р.Б. Аналіз позовжніх коливань в гнучких транспортуючих системах // Наукові записки УАД.- 2000.- Вип. 2.- С.15-18.
9. Хведчин Ю.Й. Брошурувально-палітурне устаткування. Ч.І. Брошурувальне устаткування. Підручник.- Львів: ТеРус, 1999.- 336 с.
10. Пат. №2552009 (Франція). Спосіб и устройство для обрезки тетрадей. МКИ 4В26 Д1/06. Опубл. 02.06.1988.
11. Топольницький П.В.Обрізування книжкових блоків під час транспортування. Системи транспортування: монографія / Львів : НВВД УАД, 2010. – 147 с.
12. Europäische Patentanmeldung B26D 9/00. EP 1 491 303 A/1. Kolbus GmbH & Co.KG.
13. FERAG, Conveying and processing systems. CH-8340 Hinwil / Zurich.

References

1. Petriv I.M. (1990). Doslidzhennya pozytsiyuvannya transportnykh system trakovoho typu pry stvorenni avtomatyzovanoyi perenaladky // Polihrafiya i vydavnycha sprava.- L'viv: #26.- S 111-112. (in Ukrainian)
2. Stakhiv R.B. (1998). Dynamichnyy rozrakhunok hnuchkoyi transportuyuchoyi systemy mashyny dlya bezvystiynoho trystoro.nn'oho obrizuvannya knyzhkovykh blokiv // Zb. nauk. pr. "Kvalilohiya knyhy" -L'viv: Ukr. akad. druku, S.112-113. (in Ukrainian)
3. Topol'nyts'kyy P.V. (1999). Umovy podavannya knyzhkovykh blokiv u rizal'nu sektsiyu mashyny dlya bezvystiynoho obrizuvannya // Naukovi zapysky UAD.- Vyp.1.- S.7-8. (in Ukrainian)
4. Polyudov O.M., Topol'nyts'kyy P.V., Kharchenko Ye.V., Stakhiv R.B. (1999). Rozrakhunok dynamichnykh navantazhen' na elementy systemy transportuvannya knyzhkovykh blokiv // Mashynoznavstvo.- #4.- S.56-60. (in Ukrainian)
5. Polyudov O.M., Topol'nyts'kyy P.V., Stakhiv R.B. (2000). Prystriy dlya zminy napryamku rukhu knyzhkovykh blokiv u mashyni dlya bezvystiynoho obrizuvannya knyzhkovo-zhurnal'noyi produktsiyi //zb. nauk. pr. "Komp'yuterni tekhnolohiyi drukarstva".- UAD.-#5.-S.64-71. (in Ukrainian)
6. Topol'nyts'kyy P.V. (2002). Kinematychnyy ta sylovyy rozrakhunky prystroyu dlya zminy napryamku transportuvannya knyzhkovo-zhurnal'nykh // zb. nauk. pr. "Komp'yuterni tekhnolohiyi drukarstva".- UAD.-#7.-S.187-192. (in Ukrainian)
7. Topol'nyts'kyy P.V., Stakhiv R.B. (1999). Vyznachennya diapazonu vykorystannya pasovo-rolykovoho transporterа yak transportuyuchoho zasobu v mashynakh dlya bezvystiynoho obrizuvannya blokiv // Naukovi zapysky UAD.- Vyp. 1.- S.5-7. (in Ukrainian)
8. Topol'nyts'kyy P.V., Stakhiv R.B. (2000). Analiz pozdovzhnikh kolyvan' v hnuchkykh transportuyuchykh systemakh // Naukovi zapysky UAD.- Vyp. 2.- S.15-18. (in Ukrainian)
9. Khvedchyn Yu.Y. (1999). Broshuruval'no-paliturne ustatkuvannya. Ch.I. Broshuruval'ne ustatkuvannya. Pidruchnyk.- L'viv: TeРус, - 336 s. (in Ukrainian)
10. Pat. №2552009 (Francija). Sposob i ustrojstvo dlja obrezki tetradej. MКИ 4V26 D1/06. Opubl. 02.06.1988. (in Russian)
11. Topol'nyts'kyy P.V. (2010). Obrizuvannya knyzhkovykh blokiv pid chas transportuvannya.Systemy transportuvannya: monohrafiya / L'viv : NVED UAD,147 s. (in Ukrainian)

12. Europäische Patentanmeldung B26D 9/00. EP 1 491 303 A/1. Kolbus GmbH & Co.KG. (in German)
13. FERAG, Conveying and processing systems. CH-8340 Hinwil / Zurich. (in English)

TRENDS OF IMPROVING OF TRANSPORTATION SYSTEMS IN UNITS FOR TRIMMING BOOK AND MAGAZINE BLOCKS ON THREE SIDES

P.V. Topolnitskiy, O.I. Strepko

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
olessul@yandex.ru*

The article provides an overview and critical analysis of existing transportation systems of printing semi-finished products, transferring devices and devices for changing the direction of movement of semi-finished products. Appropriate application areas and main trends of their improvement have been identified.

Keywords: *book and magazine blocks, means of blocks transportation in the unit, transporting systems, means of changing the position of book blocks, machines without downtime.*

Стаття надійшла до редакції 15.03.2016.

Received 15.03.2016.