

УДК 621.865

Я.Проць, канд. техн. наук, П.Федорів

ТРАНСПОРТНО-ЗАВАНТАЖУВАЛЬНІ МЕХАНІЗМИ ГНУЧКИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

У статті подається огляд конструкцій транспортно-завантажувальних механізмів, у яких для відділення заготовки із стопи і транспортування використовуються живильники з пневматичними струменевими універсальними елементами, які мають безперервний процес завантаження і високу продуктивність.

Умовні позначення:

- m - маса заготовки, кг;
- g - прискорення вільного падіння, м/с²;
- $F_{пр}$ - сила присмоктування, Н;
- F_0 - максимальне зусилля присмоктування при мінімальному зазорі, Н;
- A - максимальна відстань від площини присосів до стопи, при якій сила присмоктування дорівнює нулеві, мм;
- y - поточна відстань від площини присосів до горішньої заготовки, мм;
- S - сила лобового опору, Н;
- ρ_a - густина повітря, кг/м³;
- σ - характерна площа заготовки, мм²;
- t_1 - час руху горішньої заготовки до торця присоса, с;
- t_2 - час транспортування заготовки фрикційними роликками, с;
- T - час видання однієї заготовки, с;
- S_1, S_2 - відповідно крок розміщення сіткових охопленої й охоплювальної стрічок транспортерів, мм;
- v'_x, v'_y - відповідно лінійні швидкості руху охопленої й охоплювальної стрічок, м/с;
- L - довжина сіткового вікна, мм;
- L_2 - відстань від переднього краю стопи до центру зони перекриття сіткових вікон, мм.

Автоматизація завантаження технологічних машин листовими заготовками займає особливе місце у загальному комплексі задач з автоматизації виробничих процесів. Висока продуктивність автоматизованих робочих машин, поєднана з надійністю, досягається тільки тоді, коли механізм живлення забезпечує подачу заготовок із вказаним інтервалом.

У даній роботі розглянуто ряд перспективних пневматичних живильників автоматичних машин тонколистовими заготовками, які поряд з універсальністю та неперервністю процесу завантаження відрізняються також максимальною продуктивністю, яка перевищує 3 шт/с. Основні елементи (присоси) цих живильників побудовані на використанні як робочого агента стиснутого повітря, яке виходить із циліндричного, щільного та іншого профілю сопел струменя [1,2]. Характер силової взаємодії струменя повітря, яке виходить із сопла, і твердого тіла, який виявляється у виникненні реактивної і присмоктувальної сил, в'язкого тертя, повітряної подушки, прилипання струменя до обтічної стінки, дозволяє створювати нові ефективні пневматичні завантажувальні пристрої для одночасного виконання операцій поштового відокремлення, транспортування й орієнтації деталей.

Завданням розрахунку динамічних і кінематичних характеристик пневматичних присосів і живильників у цілому є визначення залежності між необхідним тиском та величиною присмоктувальної сили, зовнішніми силами протидії присмоктуванню заготовок та їх геометричними параметрами, кількістю одночасних присосів та характером виходу із них струменів та інше.

За дослідженнями і теоретичними розрахунками [3] струменеві присоси порівняно з найбільш близькими за принципом роботи і широко вживаними - вакуумними - мають ряд переваг: високу точність базування заготовок, кращі динамічні характеристики, відсутність рухомих елементів і додаткових механізмів цільового призначення для транспортування заготовки та ін. Завдяки цьому їх можна використовувати при автоматизації технологічних процесів у машинобудівній, приладобудівній, легкій, поліграфічній та інших промисловостях.

Схематичне відображення поштучного відділення плоских заготовок струменевими присосами як згори, так і знизу столи з подальшою орієнтацією і транспортуванням па робочу позицію, подане на рис.1.

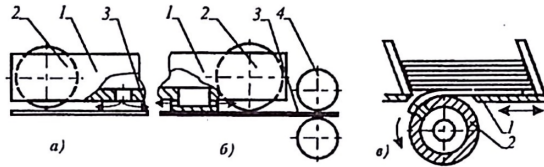


Рис.1. Схеми струменевих механізмів поштучного відділення листових заготовок

Заготовка до торця присосу притягується з певної відстані від нього за допомогою нерухомого струменевого елемента з вертикальним (рис.1,а) або горизонтальним (рис.1,б) відносно торця напрямком виходу струменя. Струменевий присос 1 (рис.1,а,б) утримує заготовку 3 на власному торці в нормальному до її площини напрямку. Видалення заготовки із зони присмоктування виконується фрикційними, безперервно обертливими роликми 2 з периферією над площиною присосу вище від товщини повітряної подушки. Подача стопи в зону дії присмоктувальної сили при нерухомо встановлених присосах забезпечується за допомогою дискретної подачі столу з високою частотою і малим кроком переміщення, при якій заготовці на момент зняття забезпечується максимальна початкова швидкість.

При відділенні заготовки знизу столи пристрій відділення листів може працювати за схемою (рис.1,в). Дно магазину 1 спільно з обертливим циліндром 2 виконує зворотно-поступовий рух. У циліндрах зроблені отвори-сопла, до яких через пневматичну систему подається стиснуте повітря. Притягнута до обертлого живильника на момент виходу струменя заготовка вилучається з-під столи і виноситься на робочу позицію.

Живильник автоматичної поштучної видачі легких (до 10Н) заготовок на робочу позицію однієї або декількох машин, в основу якого покладений струменевий захоплювальний механізм, зображено на рис.2 (а.с.№283240). Це вертикальний стапельний стіл 1 із дискретним пневматичним приводом, на якому розміщена стопа

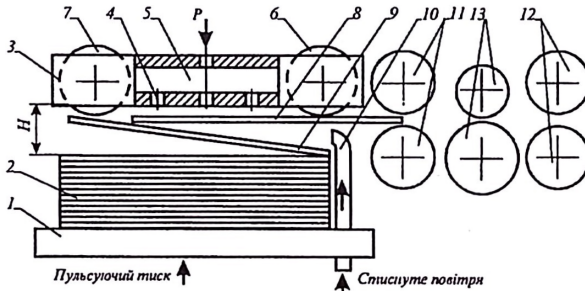


Рис.2. Струменевий живильник

заготовок 2. Над столом встановлений струменевий присос у вигляді горизонтальної плити 3, у нижній частині якої перпендикулярно площині заготовок виконані отвори-сопла 4 діаметром 1-4 мм, з'єднані загальною камерою 5 для подачі стиснутого повітря постійного тиску. При

виході з отворів струменів повітря за рахунок появи в зоні торця присмоктувальної сили заготовка з відстані H ($H \leq 15$ мм) підніметься догори і притиснеться до периферії фрикційних роликів 6 і 7.

Для транспортування заготовок у власній площині встановлені передні неперервно обертові фрикційні ролики 6. Гальмівні нерухомі або коливальні ролики 7 виконують функцію відсікання піднятої догори наступної заготовки 9 від переміщень, можливих унаслідок її дотику з транспортованою заготовкою 8. Для зменшення сил зчеплення між захопленою 8 і наступною 9 заготовками перед стопою встановлено розпушувач 10.

Дальше транспортування поштучно відділених заготовок у бік робочої позиції машини виконують приймальні 11 і транспортувальні 12 фрикційні ролики, які безперервно обертаються із швидкістю, регламентованою продуктивністю. Між роликками 11 і 12 можна розмістити валкові ножиці 13 для різання заготовок на n -частин, що дозволяє ділити потоки.

Швидкодія живильника поштучної видачі визначається сумою часу t_1 руху горішньої заготовки від стопи до площини торців отворів-сопел 4 під присмоктувальною дією струменів, які виходять з неї, і часу t_2 транспортування заготовки у власній площині до приймальних роликів 11. Розглядаючи характер руху заготовки у вертикальному напрямку під дією струменевого елемента та характер лінійного переміщення, можна визначити t_1 і t_2 , що в кінцевому випадку визначить продуктивність таким співвідношенням:

$$T = t_1 + t_2 \quad (2)$$

Струменевий захоплювач із конічної кільцевою щілиною (рис.3) відрізняється більшою областю дії сили присмоктування (до 40 мм) і її величиною (до 250 Н).

Захоплювач містить корпус 1 із циліндричною камерою 2, в якій встановлена конічна тарілка 4, що утворює кільцеву конічну щілину 5. При подачі стиснутого повітря до камери 2 від джерела через отвір 3 утворюється кільцевий конічний струмінь повітря, який, виходячи із щілини 5,

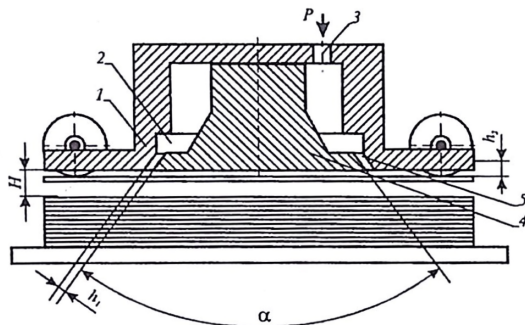


Рис.3. Схема струменевого елемента з кільцевою конічною щілиною

який, виходячи із щілини 5, утворює на торці захоплювача розрідження. Перепад тиску сприяє появі в зоні торця живильника аеродинамічного ефекту притягання, під дією якого горішня заготовка стопи з відстані H буде піднята і притиснута до торця живильника, підтримуючи зазор h_2 , рівний або трохи більший від товщини повітряної подушки.

Дослідженнями встановлено [4], що величина сили притягування заготовки до торця присоса залежить від товщини конічної щілини $h_1 = 0,08-0,12$ мм, яка вимірюється в нормальному до її стінок напрямку, а також від величини кута α конічної щілини. Зі збільшенням кута α сила притягання також зростає і набуває максимального значення при $\alpha \geq 150^\circ$. Оптиміальне співвідношення h_1/h_2 знаходиться в межах 2,8-3,2 мм.

Рухомий струменевий елемент із вертикальним напрямком струменя відносно стопи використовується при розробці живильника секторного типу (рис.4,а,б) для відділення тонких листів згорі стопи.

У живильнику (рис.4,а) над горизонтальним стапельним столом 1 жорстко встановлений пустотілий циліндричний золотник 3 із радіальними отворами-соплами 4, під'єднаний до джерела стиснутого повітря. Отвори 4 спрямовані перпендикулярно до стопи 2 і з'єднують з атмосферою внутрішню порожнину 5. Золотник 3 вільно охоплюється обертово-рухомих циліндричним корпусом 6, у тілі якого виконані наскрізні секторні вікна 7. Корпус 6 кінематично зв'язаний із приводом робочої машини. На зовнішньому контурі корпуса 6 нерухомо встановлені фрикційні кільця 8.

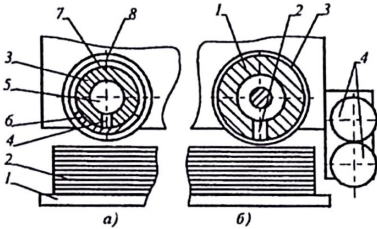


Рис.4. Струменево-фрикційні пристрої відділення тонких листів від пачки

Як струменеві елементи живильників можна використати постійно обертовий золотник 1 (рис.4,б) з радіальними отворами 2. Для транспортування у власній площині золотник охоплений фрикційними роликами 3. У напрямку подачі листів встановлені приймальні безперервно обертові ролики 4.

Живильники працюють так.

Стиснуте повітря від мережі подається до внутрішньої порожнини 5 золотників. Стапельному столу 1 з підготовленою пачкою заготовок 2 надається вертикальне переміщення, а корпусові 6 (рис.4,а) із встановленими на ньому фрикційними кільцями 8 та рухомому золотникові 1 (рис.4,б) надається обертовий рух, синхронний із продуктивністю робочої машини. При обертанні рухомих частин живильника (рис.4,а) секторні вікна 7 збігаються із отворами-соплами 4 золотника 3, струмені повітря виходять із отворів 4 у простір між твровою поверхнею корпуса 6 і горішньою заготовкою стопи 2, створюючи при цьому зону розрідження над верхньою її площиною. У живильнику на рис.4,б повітря із отворів 2 постійно виходить в атмосферу.

Швидкодія такого механізму також визначається часом підняття заготовки до контакту з фрикційними кільцями 8 і часом транспортування у власній площині, залежно від швидкості обертання рухомих елементів.

Для завантаження еластичних або великих листових заготовок треба використовувати живильник зі стаціонарним ежекційним захоплювальним органом, в якому замість транспортних роликів використовуються два замкнуті сіткові транспортери (а.с.№401621). Конструкція такого живильника подана на рис.5.

Вона має два стрічкових сіткових транспортери 1 і 2 із гнучкими накладками 3, які охоплюють одна одну, роблячи можливим їх зустрічний рух, а робочі гілки транспортерів паралельні між собою і щодо торця стопи заготовок 4, покладеної на вертикально рухомому стапельному столі 5. Над робочою гілкою охопленого транспортера 1 розміщений торець всмоктувального патрубку осьового вентилятора 6.

У процесі періодичного зміщення над стопою сіткових вікон обох стрічкових транспортерів поштучно відокремлюються заготовки і транспортуються до приймальних роликів 7. При цьому необхідно забезпечити співвідношення:

$$\frac{S_1}{v_1} = \frac{S_2}{v_2}, \quad (3)$$

де S_1, S_2 - відповідно крок розміщення сіткових охопленої й охоплювальної стрічок транспортерів; v_1, v_2 - відповідно лінійні швидкості руху охопленої й охоплювальної стрічок.

Необхідні розміри сіткових

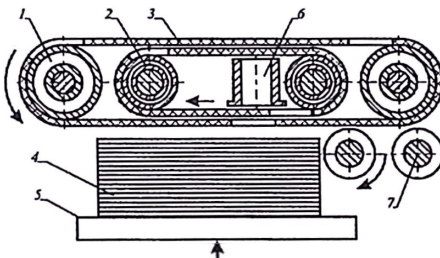


Рис.5. Стрічково-сітковий живильник.

вікон для забезпечення максимальної продуктивності видачі заготовок визначаються параметрами осьового вентилятора. Центр зони взаємного перекриття сіткових вікон над столою треба змещувати від центру тяжіння заготовки до переднього краю столи.

Приймаючи $v^1 = v^2 = v$, $S_1 = S_2 = S$ можна записати залежність між геометричними параметрами пристрою так:

$$\frac{S}{2} > b' - L - L_2, \quad (4)$$

де b' - довжина заготовки; L - довжина сіткового вікна; L_2 - відстань від переднього краю столи до центру зони перекриття сіткових вікон.

Цикл живильника неперервного видання заготовок визначається як

$$T = \frac{S}{v_n} \geq t_1 + t_2 + t_3, \quad (5)$$

де t_1 - час притягання заготовки до стрічки; t_2 - час транспортування до приймальних роликів; t_3 - час транспортування приймальними роликами.

Для розв'язання питань дозавантаження магазину заготовками без зупинки робочої машини доцільно використовувати конструкцію живильника з вібраційним повзуном (а.с.№460095). Живильник складається з нерухомого стола 1 (рис.6), де змонтований магазин 2, у передніх стінках якого передбачена щілина для виведення з-під столи нижньої заготовки. У направляючій стола 1 виконаний повзун 3 з отворами-присосами 4, з'єднаними загальною камерою, яка через триходовий розподільчий кран 5 з'єднана з джерелом живлення. Для збудження горизонтальних коливань повзуна використовуються пневматичний віброзбудник із плавним зростанням тиску в камері і різким випуском.

У процесі роботи живильника нижня заготовка, яка утримується присосами, з початкового положення витягається через щілину в передній стінці магазину 2 завдяки складному рухові повзуна (поступальному і коливальному).

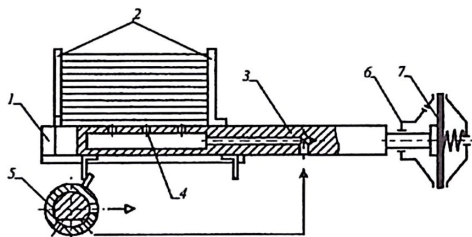


Рис.6. Вібраційний живильник

Максимальна швидкість повзуна v_n при оптимальному законі коливань визначається залежністю:

$$v_n < \frac{S_0 k_1 + 1}{T k_1}, \quad (6)$$

де S_0 - амплітуда коливань; k_1 - коефіцієнт асиметрії, оптимальне значення $k_1=0,6$; T - період коливання повзуна. Максимальне значення швидкості v_0 зворотньо-поступального руху повзуна визначається

продуктивністю живильника.

Струменеве - вібраційний живильник, в якого, порівняно з попереднім сталельному столі надаються вібрації у вертикальній площині, поданий на рис.7. У площині плити 1 з боку столи 2 знаходяться нахилені до транспортування листа отвори 4, з'єднані спільною камерою 3, куди через отвір 9 подається стиснуте повітря. Плита 1 встановлена на штоці силового циліндра 8 однобічної дії. Із заднього боку стола 1 виконаний відсікач у вигляді загостреного

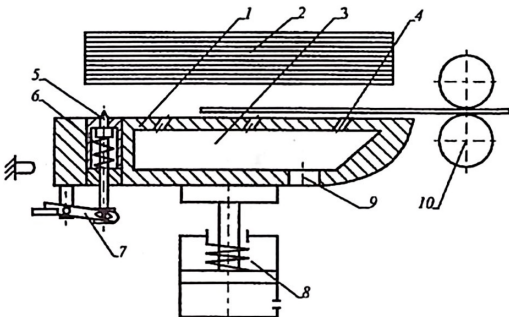


Рис.7. Струменево-вібраційний пристрій самонакладу

на кінці штифта 5, який може переміщуватися перпендикулярно до площини плити 1 і підсилений пружиною 6 вгорі стапельного стола. Максимальний розмір між горішньою площиною плити 1 і загостреним кінцем штифта має знаходитися в межах 0,5-1,0 мм. Для переміщення вниз штифт 5 своїм нижнім кінцем шарнірно з'єднаний з правим кінцем важеля 7, на лівому боці якого встановлена підсилена дотори плоскою пружиною собачка.

Лист від стопи від'єднується при умові, що швидкість переміщення стола із стопою дотори менша за швидкість переміщення вниз $v_{\text{срх}} < v_{\text{ниж}}$. Різниця швидкостей має бути достатньою для від'єднання під дією присмоктувальної сили і транспортування заготовки на повітряній подушці до роликів 10.

Для від'єднання шийного листа від стопи можливе використання живильника з обертливим стапельним столом 1 (рис.8). Над поворотним столом є магазин 2. Листа із стопи видаляється завдяки обертанню стола при наявності присмоктувальної сили, яка утворюється за рахунок витікання струменів повітря із отворів-сопел 3, виконаних у поворотному столі та з'єднаних загальною камерою для подання повітря від джерела. Елементом, що знімає зі стола заготовки, є струменевий знімач 4 із виконаними на його торці та нахиленими до робочої машини отворами 5, через які постійно витікає в атмосферу стиснуте повітря. Зміщена під дією струменів повітря заготовка 6 контактує з фрикційними роликами 7, вони і транспортують її на робочу позицію машини.

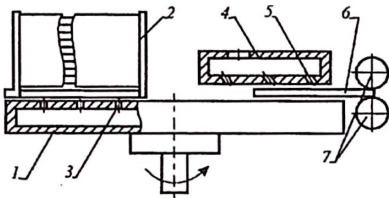


Рис.8. Живильник із обертливим столом

Час подання заготовки наведеним механізмом $T = t_c + t_n + t_z$, де t_c – час переміщення заготовки обертливим столом, t_n – час підняття заготовки до торця знімального елемента, t_z – час зняття заготовки зі стола. Оскільки $t_c > t_z > t_n$, то для збільшення продуктивності роботи шляхом зменшення часу t_c , доцільно на одному обертливому столі розташовувати декілька пар магазинів і подавальних елементів. Так забезпечується подача листового матеріалу одним живильником до кількох технологічних машин одночасно.

Для одночасного живлення декількох машин листовим матеріалом великого формату доцільно використовувати пристрій (а.с. №648493), що складається з центрального захоплювача 1 (рис.9), жорстко закріпленого на кронштейні, поворотної планшайби 2 із діаметрально розташованими напрямними 5, механізму її повороту та периферійних захоплювачів 3. Кожний захоплювач має у корпусі конічну вставку 7 і підпружинені опорні штири 8 з центральними отворами 9 для стримування від зміщення у власній площині листового матеріалу. Для радіального переміщення захоплювачів

вниз планшайби кріпиться привід (на рисунку не показаний), час переміщення якого визначає продуктивність роботи живильника. Робочий цикл починається із встановлення пристрою над стопою (стопами) заготовок і одночасного (почергового) подання стиснутого повітря для всіх захоплювачів через отвори 10 до камери 11. Під

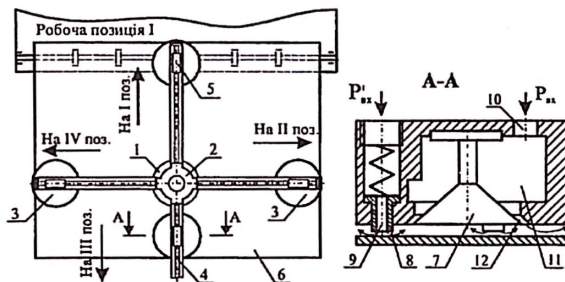


Рис.9. Пристрій подачі листового матеріалу

Робочий цикл починається із встановлення пристрою над стопою (стопами) заготовок і одночасного (почергового) подання стиснутого повітря для всіх захоплювачів через отвори 10 до камери 11. Під

дією створеної аеродинамічним ефектом сили притягання заготовка 6 піднімається і притискається до торців опорних штирів 8. Для транспортування захопленої заготовки у потрібному напрямку на робочий орган машини необхідно увімкнути відповідний привід переміщення із одночасним поданням стиснутого повітря до опорних штирів всіх захоплювачів, крім транспортного. Притягнута заготовка у власній площині переміщується силами тертя на торцях штирів 8 периферійного захоплювача, з боку якого знаходиться робоча позиція. Інші захоплювачі, підтримуючи заготовку, можуть залишатися нерухомими. Крізь отвори опорних штирів рештки захоплювачів повітря випливає в зазор між заготовкою 6 і торцями захоплювачів, завдяки чому в зазорі виникає повітряна подушка, яка не перешкоджає транспортуванню заготовки у власній площині.

Процес завантаження листів на декілька робочих позицій, розташованих по різних боки живильника, відбувається за запрограмованою циклограмою їх роботи. При одночасному завантаженні різних машин захоплювачі працюють індивідуально: незалежно від інших кожний знімає з орієнтованої відносно нього стопи горішню заготовку і транспортує її на робочу позицію відповідної машини.

In the paper showed the browse of constructions of transport-loading mechanisms, which for separation of preform from stops and the transportations are used feeder with pneumatic ink-jet units, which have universality, continuity of the process of loading and high efficiency.

Література

1. Корсаков В.С. Автоматизация производственных процессов: Уч. пос. для вузов.- М.: Высшая школа, 1973. -215 с.
2. Козловский М.А. Присасывающее действие струи, обтекающей пластинку. // Приборостроение.- Вып.2.-Киев: Техніка.- -1966.-С.197-199.
3. Проць Я.И., Козловский М.А., Дычковский М.Г. и др. Скоростная струйная подача картонных створок при изготовлении переплетных крышек. // Исследования и разработки в полиграфической промышленности. – Львов, 1973. -С.144-150.
4. Усов Б.А., Проць Я.И. Выбор параметров струйных захватов для промышленных роботов и манипуляторов // Известия вузов. Машиностроение.- 1986.- №1.- С.152-156.

Статтю подав до друку докт. техн. наук, проф. Стужляк П.Д.