

РОЗРОБКА І АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ШТАМПУВАННЯ

Анотація. Актуальність. Автоматизація виробничих процесів штампування залишається важливим завданням, особливо для дрібних і середніх штучних виробів із ускладненою геометрією та різними фізико-механічними властивостями. Традиційні механічні засоби завантаження та орієнтації заготовок не ефективні для таких виробів. Розробка гнучких роботизованих комплексів дозволяє скоротити ручну працю, підвищити продуктивність і надійність технологічного процесу. **Об'єкт дослідження:** технічне оснащення роботизованих комплексів штампування, включаючи накопичувальні пристрої, маніпулятори подачі заготовок, пресові установки та системи автоматичного управління технологічними операціями. **Мета статті:** розробка багатоцільового автоматизованого завантажувально-накопичуючого комплексу для поштучної подачі дископодібних заготовок, який інтегрується з універсальними одно-кривошипними пресами і забезпечує підвищену продуктивність та надійність процесу штампування. **Результати дослідження.** Розроблено автономний накопичувальний комплекс із бункером, похилим магазином, пневмоманіпулятором для подачі заготовок у штамп та пристроєм видалення виробів. Реалізовано ручний та автоматичний режими роботи, забезпечено блокування подачі деформованих заготовок та об'єктів із задирами, контроль завершення технологічного циклу та синхронізацію з пресом. Використання комбінованого впливу активних, пасивних та інформаційних елементів вузлів підвищує продуктивність, надійність та спрощує конструкцію. **Висновки.** Створено ефективний автоматизований комплекс для подачі дископодібних заготовок у роботизованих системах штампування. Комплекс дозволяє модернізувати існуюче обладнання без значних витрат, підвищує продуктивність та надійність технологічного процесу. Практична реалізація передбачає модифікацію вузлів під різні види заготовок та операцій, використання електронних датчиків та систем управління для забезпечення контролю і блокування.

Ключові слова: спеціальне оснащення, накопичувальний комплекс, штучне завантаження заготовок, роботизовані процеси штампування, автоматизація, інновації.

Вступ

Одним із важливих завдань автоматизації виробничих процесів штампування є організація автоматичного завантаження та орієнтація штучних заготовок. Це особливо важливо з позицій скорочення малопривабливої ручної праці і підвищення продуктивності технологічного обладнання.

Незважаючи на численні наукові і конструкторські розробки, ця проблема до цього часу не може вважатися повністю вирішеною для класу дрібних і середніх штучних виробів типу пластин з неявно вираженими конструкторськими ознаками (ключами орієнтації) і відмінними фізико-механічними властивостями (які виявляються, наприклад, у процесі транспортування металевих заготовок ковзанням унаслідок структурування і виникнення залишкової намагніченості поверхневого їх шару, у випадку використання заготовок із матеріалів зниженої жорсткості і міцності, ламкості тощо), оскільки до таких видів виробів неможливо застосувати традиційні засоби автоматизації операцій завантаження і орієнтування заготовок з механічними захопленнями. Їх проектування являє собою складну науково-технічну задачу, а пошук інноваційних рішень вимагає використання знань та досвіду, накопичених у зв'язку з необхідністю комплексного підходу до автоматизації окремих операцій з використанням промислових роботів у різних виробничих сферах. Можна виділити низку напрямків для їх практичної реалізації:

- інженерне вдосконалення універсального технологічного обладнання;
- модернізацію конструкції самої деталі (заготовки), яка повинна відповідати умовам обробки та забезпечувати захоплення, переміщення та точне позиціонування в межах робочого простору;
- внесення змін до технологічного процесу для кращої його адаптації до технічних можливостей існуючого або придбаного промислового робота;
- вибір пристроїв орієнтації деталей (слід зазначити, що вибір методу орієнтації деталей та вибір баз захоплення для транспортування тісно взаємопов'язані);
- вибір накопичувача для деталей (заготовок) (використання пристроїв зберігання заготовок скорочує витрати часу персоналу на підготовку робіт до роботи та дозволяє інтегрувати технологічне обладнання різної ефективності в єдиний цикл);
- виготовлення нового спеціалізованого або вузькоспеціалізованого обладнання (проекування та виготовлення такого додаткового обладнання, а також удосконалення самого технологічного обладнання, як правило, вимагають відносно небагато часу та можуть бути виконані власними силами виробника);
- розробка схеми компоновки, планування взаємного розміщення технологічного обладнання, роботів, панелей керування, механізмів завантаження, зон зберігання, контейнерів та транспортних засобів у суворій відповідності до технологічного

процесу виконання виробничих операцій та вимог до точності позиціонування;

– проектування та управління алгоритмом оброблення (цьому передують розробка технологічних процесів та розрахунків процесів (визначення режиму та часу обробки, визначення необхідного та можливого допоміжного та кінцевого часу, розрахунок оптимальних траєкторій та робочих швидкостей приводу робота, розрахунок циклів та циклограм, визначення місткості накопичувачів тощо)).

Відомі аналогічні рішення таких завдань реалізовані в сучасних комплексах обладнання для штампування виробів з використанням одноразового завантаження заготовок [1–7]. У вищезазначених роботах представлені дані про їх склад, структурну архітектуру, принцип роботи, технічні характеристики та можливості. Розгляд особливостей існуючих розробок дозволяє аналізувати та характеризувати їх з позиції аналогів при виборі та порівнянні конструктивних елементів, принципу роботи, конфігурації, типу взаємодії, давати їм оцінку з конструктивної, технологічної та економічної точки зору, уніфікуючи вузли та деталі тощо. Такі технологічні комплекси базуються на використанні магазинних, штабельних та бункерних типів накопичувальних пристроїв [8]. Аналіз їх компонування свідчить про існування кількох цільових вузлів, спільних для всіх трьох їх типів: джерело живлення, ємність для завантаження заготовок, пристрій їх уловлювання, проміжний накопичувальний пристрій, пристрій відсікання і скидання, активатор руху заготовок, маніпулятор подачі орієнтованих заготовок у зону штампування, функціональні приводи. Різноманітність розроблених конструкцій зумовлена варіаціями в компонуванні та способах реалізації цих зазначених пристроїв. Найпростішим варіантом технологічного комплексу є уніфікований прес, оснащений одним з типів подачі заготовок. Наразі зазвичай використовуються шибєрні затворні пристрої, обертові або грейферні завантажувачі, маніпулятори та промислові роботи [9, 10].

Такі розробки кінематично складні, характеризуються великою кількістю пар тертя і значною дисипацією енергії, мають обмежений ресурс дії і потребують проведення попередніх підготовчих й регламентних робіт, вимагають високої точності виготовлення складових компонентів та їх наступне налаштування з використанням спеціалізованого технологічного обладнання. У ряді випадків вони складні, дорогі за вартістю, передбачають обслуговування підготовленим персоналом. Їх недоліком є і те, що вони не можуть бути універсальними в силу існування широкої різноманітності й складності об'єктів виготовлення; широти спектру вирішуваних функціональних завдань, принципів і способів їхньої реалізації; використання матеріалів, що не повністю задовольняють усьому комплексу технічних і технологічних вимог, їх сумісності та інших чинників.

Розробка виробничих систем з метою підвищення надійності експлуатації та своєчасного забезпечення всіх елементів технологічного процесу включає використання досконалих модернізованих

систем для забезпечення їх функціонування. Водночас, досвід показує, що підвищення рівня автоматизації досягається значним ускладненням конструкцій та систем технологічного обладнання, а отже, збільшенням їх вартості. Тому необхідний рівень автоматизації має бути економічно виправданим.

Розширення сфер застосування роботизованих систем, поява компактних та одночасно потужних продуктивних засобів, розвиток технічних засобів автоматизації, елементної бази, схемотехніки та систем керування дозволяють використовувати вищий рівень проектування, впровадження нових технічних рішень, підходів та принципів роботи при створенні адаптованого спеціального технічного обладнання для підготовчих етапів конкретних промислових виробничих процесів, де використання традиційних засобів є недоцільним або не дозволяє технічно вирішити проблему в цілому. Такі проблеми вирішуються шляхом внесення конструктивно-технічних змін у транспортні маршрути, орієнтацію, сортування, вивантаження заготовок, виконавчі вузли, уловлювальні пристрої, оснащення останніх допоміжними зовнішніми інформаційними датчиками, що реагують на наявність об'єкта маніпуляції, його форму, розмір, вагу, стан поверхні, зусилля затискання, ковзання, позиціонування тощо.

Постановка завдання. Метою створення даного технологічного засобу є розроблення багатопільового завантажувально-накопичуючого автоматизованого комплексу для поштучної подачі дископодібних заготовок, що злагоджено працює у гнучкому виробничому роботизованому зв'язку з універсальними одно-кривошипними пресами та поєднує можливість його спряження з наявними технологічними обладнаннями сучасного машиновиробника, з найменшими переробками існуючого допоміжного оснащення, власними зусиллями у відповідності з виникаючими інноваційними тенденціями.

Результати роботи та їхнє обговорення

У роботі пропонується розгляд варіанту технічної реалізації автономного накопичуючого комплексу, що призначений для обслуговування пресів одно-кривошипних відкритих простої дії нормальним зусиллям до 250 кН, відповідно діючому стандарту ДСТУ 9408-89, і забезпечує одержання штапованих виробів (перфорованих деталей із заготовок у формі дисків) шляхом завантаження заготовок навалом в бункер-накопичувач, їхнє наступне орієнтування, сортування, поштучну видачу, синхронну з роботою пресу подачу у штамп, штампування (пробивання отворів) та виштовхування виробів із штампма. Виконання заданої послідовності операцій та злагоджене функціонування вузлів забезпечує електронний комплекс керування.

Приведена розробка (табл. 1) у цілому представляє сукупність функціонально зв'язаних засобів і пристроїв, конструктивно об'єднаних за загальним послідовно-логічним принципом роботи, і включає пристрій завантажувально-бункерний, похилий магазин-накопичувач заготовок, стандартний одно-кривошипний прес, штамп спеціальної конструкції,

пристрій досилання заготовок у штамп – пневмо-маніпулятор КМО.63 Ц 4212, пристрій видалення

виробів із штампта та автономний автоматизований комплекс управління технологічним процесом.

Таблиця 1 – Технічні дані та характеристики розробки

Число заготовок, що завантажуються одночасно у пустий бункер, шт.	600	Середня тривалість одного циклу, с	6
Маса партії завантаження, кг	24	Ємність похилого магазину-накопичувача, шт.	8
Діаметр заготовок, мм	60	Точність позиціонування, мм	$\pm 0,2$
Товщина заготовок, мм	1,5	Кут повороту штанги пристрою досилки, град.	45 – 240
Режими роботи:	а) «ручний»; б) «автоматичний»: – «одиначний», – «циклічний»	Напруга живлення, В	~220 / (-24)
Середня продуктивність комплексу в автоматичному режимі при повному завантаженні бункера заготовками, штампованих виробів за хвилину (шт. / хв.)	40	Тиск повітря у магістралі виконуючих механізмів, МПа (кгс / см ²)	0,45 (4,5)
		Габарити чаші для завантаження заготовок: діаметр, мм висота, мм	450 150

Взаємодія складових компонентів розробленого комплексу та поопераційна їх робота описуються нижче і для наочності пояснюються схемою завантажувально-бункерного вібраційного пристрою

(рис. 1) і блок-схемою пристрою управління технологічним комплексом (рис. 2).

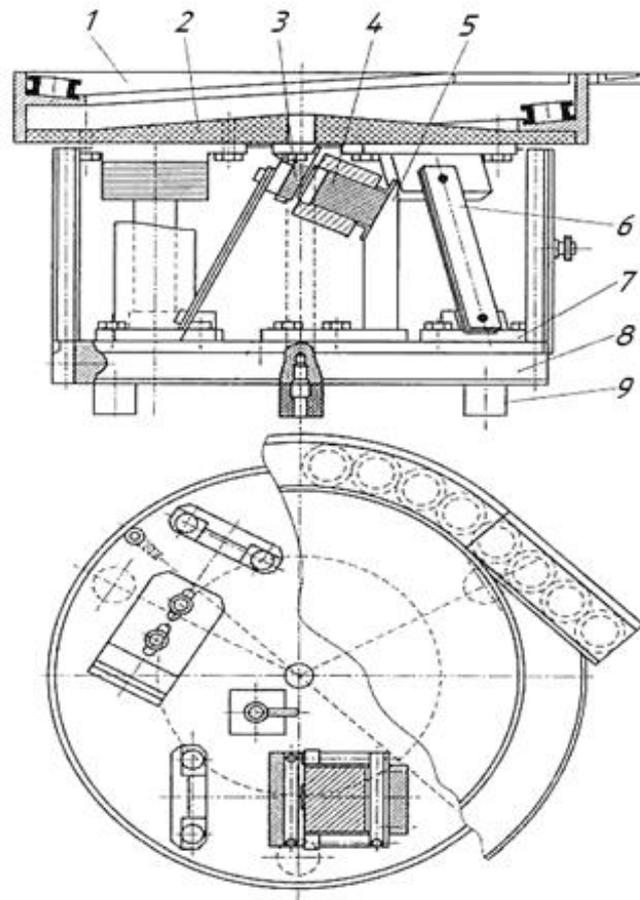


Рис. 1. Схема завантажувально-бункерного вібраційного пристрою:

- 1 – чаша для завантаження заготовок; 2 – дно конусне з текстоліту; 3 – якір; 4 – вібратор електромагнітний; 5 – стійка кріплення вібратора; 6 – підвіска (пружно-пружиняча опора) кріплення чаші бункерного накопичувача; 7 – кронштейн; 8 – підстава; 9 – амортизатор гумовий

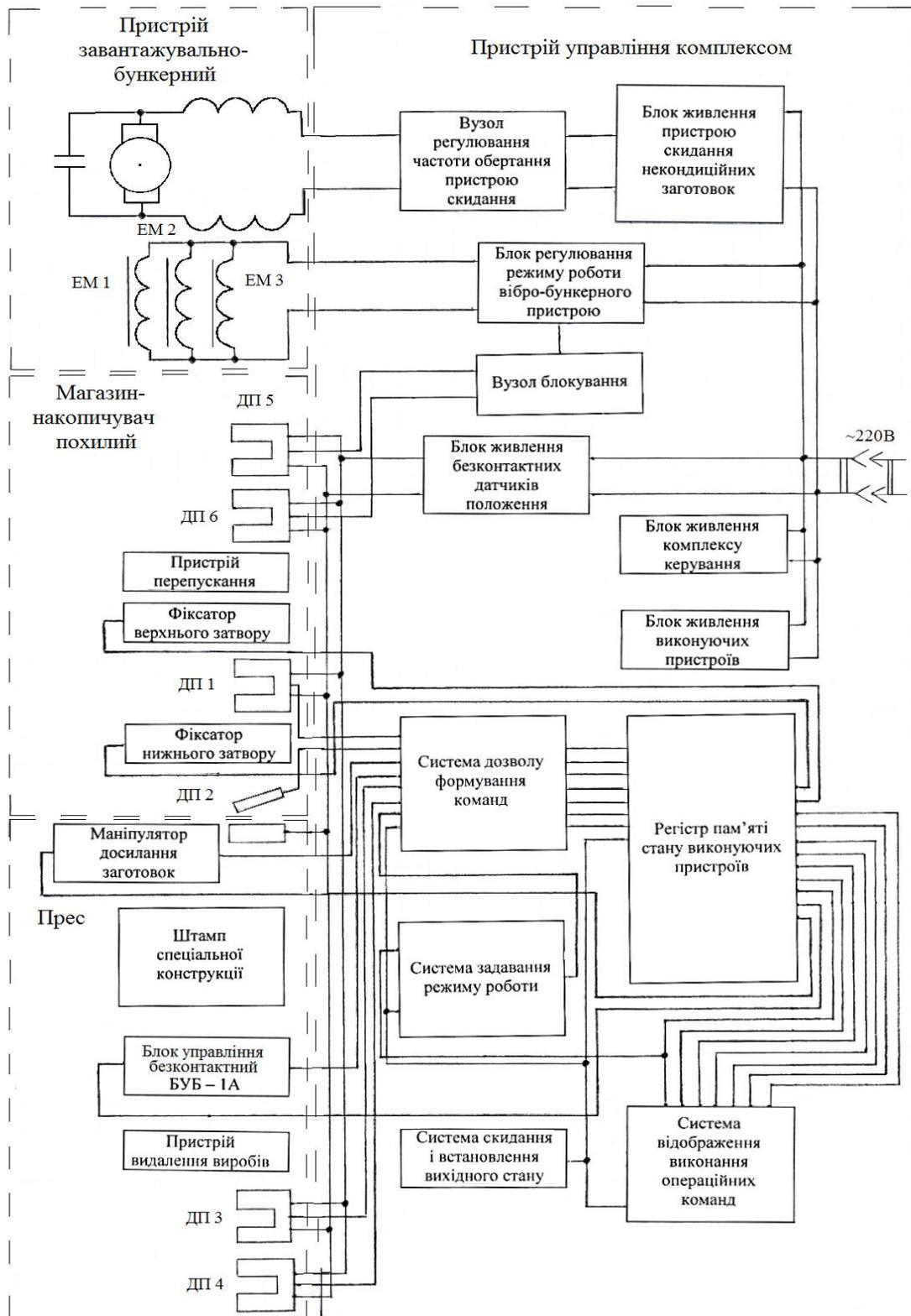


Рис. 2. Блок-схема пристрою управління роботизованим технологічним комплексом штампування

Диски-заготовки заданого діаметра та фіксованої товщини завантажуються «насіпом» у пристрій завантаження бункера (рис. 1). За допомогою електромагнітів (4) бункер приводиться в коливальний рух. Чаша (1) вібробункера з гвинтоподібною транспортною доріжкою встановлена на похилих пружно-пружинячих опорах (6). Завдяки такому кріпленню на заготовки передаються вертикальні та го-

ризонтально тангенціальні складові збурень. Під їх впливом здійснюється орієнтація (заготовки легають рівно), розшарування та коловий рух заготовок. Профіль дна накопичувача (2) має невеликий нахил від центру чаші до стінок та забезпечує зміщення заготовок під час їх руху до периферії бункера та на шляху до транспортної колії. Заготовки вишиковуються одна за одною та рухаються по спіралі лотка.

Для усунення руху заготовок внавал, їх сортування від деформованих і дисків з великими задирами на шляху їхнього прямування встановлюється активна вільна від заклинювання щілина. Вона утворюється гумовим валом скидувача, вісь якого розташовується під невеликим кутом (порядку 30°) по ходу руху до дотичного ділильного кола доріжки транспортування. Висота цієї щілини регулюється і встановлюється близько 1,5 товщини заготовки. Вал скидача обертається з великою швидкістю, захоплює заготовку, що підноситься, і скидає через внутрішню бічну стінку лотка всередину чаші накопичувача. Заготовка знову повторює пройдений шлях. Частота обертання валу двигуна скидача має два дискретні значення і задається з пульта управління.

Вихід заготовок з вібробункерного пристрою накопичувача має ймовірнісний, випадковий характер. Для узгодженої роботи накопичувального пристрою та преса комплекс обладнаний проміжним похилим магазином-накопичувачем.

У вихідному стані (рис. 2) нижній електромагнітний затвор перепускного вузла - "подача" похилого магазину-накопичувача закритий, верхній відкритий. Заготовки одна за одною надходять з вібробункерного пристрою і під дією складової сили ваги заповнюють магазин-накопичувач. При утворенні стопки з 8 заготовок за допомогою безконтактних датчиків положення ДП 5, ДП 6 та логічного пристрою блокування відключається привод вібробункерного пристрою, припиняється подача заготовок і усувається таким чином переповнення лотка похилого магазину-накопичувача. При видачі заготовки в штамп преса та зменшення стопи логічний пристрій включає електромагніти вібробункера та проводить докомплектування магазину. Процес повторюється. Заповнення похилого магазину-накопичувача заготовками відбувається незалежно від інших стадій, що протікають одночасно з роботою преса. Найкращий режим накопичення підбирається оптимальними умовами вібротранспортування заготовок у вібробункері – вибором амплітуди вібрації – шляхом регулювання напруги, що живить електромагніти ЕМ 1 – ЕМ 3 (при незмінних раніше підібраних жорсткості похилих пружинячих стійок (6) і ширині зазору якорю (3)), контроль якої здійснюється за вбудованим на пульті управління вольтметром.

У режимі "робота" за наявності заготовки у вихідному положенні в лотку магазину-накопичувача (датчик ДП 1 між електромагнітними затворами перепускного пристрою знаходиться в стані логічної "одиниці") і відсутності сигналів блокування по команді з пристрою управління включається перепускний пристрій (фіксатори нижнього електромагнітного затвора опускаються, верхнього-піднімаються), і заготовка зісковзує з лотка магазину-накопичувача на поверхню матриці і рухається по ній уповільнено. У момент зісковзування спрацьовує датчик ДП 2, який запускає формувач одиночних імпульсів з постійною тривалістю, достатньою для включення пристрою досилання заготовки в штамп. За схемним рішенням перепускний пристрій знаходиться у включеному стані з моменту подачі команди "пуск"

до моменту спрацювання датчика положення ДП 2. Весь цей час фіксатори верхнього електромагнітного затвора перепускного пристрою знаходяться в піднятому стані, утримують передостанню і вище розташовані заготовки від зісковзування і попадання у штамп.

Пристрій досилання, побудований на базі уніфікованого пневмоманіпулятора КМ 0.63 Ц4212, через клиноподібний засіб за допомогою штанги досилає заготовку до упору в отвір вузла матриці і забезпечує суміщення геометричного центру заготовки з робочою віссю штампа. Включення приводу пристрою досилання здійснюється електропневматичним клапаном за командою датчика положення ДП 2.

Переміщення штанги пристрою досилання регулюється місцем розташування упорів, за допомогою яких варіюється кут повороту валу пневмодвигуна. Швидкість повороту валу приводу у прямому і зворотному напрямку змінюється пневмодроселями Др 1, Др 2. Конструктивно в пристрої є колійний мікроперемикач, що спрацьовує від кулачкового механізму в кінці зворотного ходу приводу валу і сигналізує про завершення операції досилання заготовки у штамп. З приходом цієї команди схема запуску преса виробляє одиночний імпульс та за допомогою електронного блоку управління БУБ-1А включає прес. Відбувається штампування (перфорація) деталі.

БУБ-1А має досконалу систему контролю та здійснює операцію лише за справності всіх функціональних вузлів, систем преса, відсутності будь-якого сигналу блокування та знаходження в межах норми параметрів енергоносіїв. Тому за появою наявності імпульсу включення приводу преса можна робити висновок про факт виконання операції штампування. Цей принцип покладено в основу роботи схеми контролю завершення технологічної операції та дозволяє уникнути установки додаткових датчиків положення.

Схема контролю завершення штампування підключається паралельно електропневмо клапану приводу преса і по його задньому фронту робочого імпульсу формує сигнал команди на наступну операцію виштовхування, тобто в момент після завершення штампування (пробивки отворів). Причому, згідно з функціональними особливостями роботи преса, цей сигнал закінчується тоді, коли шатун преса піднімається у верхнє положення.

Для страхування електропневматичний клапан пристрою виштовхування виробу із штампу відкривається після невеликої затримки. Спрацьовує пневмоциліндр. Його шток виштовхує з блоку штампу проштампований (перфорований) диск і надає йому деякого поступального імпульсу. Диск потрапляє в похилий жолоб і під дією складової сили ваги зісковзує в бункер приймання готових деталей.

У процесі виштовхування жорстко пов'язаний зі штоком «прапорець» у крайньому правому положенні виштовхувача заходить у зазор магнітопроводу генераторного датчика ДП 3, за сигналом якого змінюється напрямок подачі повітря в пневмоциліндр. Шток повертається у вихідне положення. Воно ідентифікується сигналом логічної «одиниці» датчика положення вихідного стану виштовхувача ДП 4.

Цей сигнал одночасно є сигналом завершення циклу роботи технологічного комплексу.

З пульта пристрою управління передбачено включення роботи комплексу в «ручному» та «автоматичному» режимах. У «ручному» режимі є можливість почергового включення окремих вузлів – перепускного пристрою, пристрою досилання, преса, виштовхувача, а також виконання одного повного циклу комплексу в «ночному» режимі при натисканні кнопки "Пуск". В «автоматичному» режимі сигнал датчика ДП 4 в кінці циклу є командою виконання наступного циклу комплексом. Таким чином, його робота цикл за циклом повторюється за описаним раніше алгоритмом. В електронному пристрої управління комплексом передбачено ряд блокувань, що забезпечує його надійне функціонування.

Кожна наступна операція може бути виконана тільки після завершення попередньої. З цією метою у пристрої управління передбачений регістр осередків пам'яті для зберігання інформації про стан відповідного вузла, які встановлюються у вихідне «нульове» положення перед початком кожного циклу роботи. Інформація про хід виконання операцій для візуального контролю виводиться на пульт управління за допомогою світлодіодної матриці. Вона наочна та необхідна як у режимі налаштування, так і в режимі експлуатації.

Запуск комплексу можна здійснити лише при знаходженні штока виштовхувача в крайньому лівому виведеному з матриці стані та за наявності заготовки у вихідному положенні в похилому магазині-накопичувача. У «ручному» режимі при натисканні одночасно двох і більше кнопок команди керування блокуються. Управління можна здійснювати тільки одним виконавчим пристроєм. Будь-якої миті, на будь-якій стадії роботи можна провезти зупинку комплексу – натисканням кнопки "Стоп".

За допомогою даної розробки можуть бути створені високопродуктивні надійні недорогі гнучкі технологічні системи штампування із штучним завантаженням заготовок та оснащені допоміжним обладнанням, яке принципово відмінне від промислових і відомих раніше аналогів. Такі технологічні

засоби можуть бути легко реалізовані і експлуатуватися як самостійно, так і в складі функціональних ліній. Є можливість модифікування розробленого варіанту залежно від вирішуваних функціональних завдань та зміни виду деталей, що виготовляються, при попередньому алгоритмі виконання операцій, шляхом внесення конструктивних змін у тракти вібротранспортування, вузли орієнтування, магазин-накопичувач чи їх заміни.

Для підвищення продуктивності роботи і надійності функціонування розробленого засобу створено спеціальні оснащення і електронні датчики положення, безконтактні схеми керування виконавчими пристроями і механізмами, спроектовані системи управління, діагностування, контролю, блокування.

Висновки

Розроблено накопичувальний комплекс для автоматизованого завантаження штучними дископодібними заготовками уніфікованих одно-кривошипних пресів у роботизованих процесах штампування. Запропоновано сучасні варіанти практичної реалізації поставленої задачі технічним, схемним і конструкторським модернізуванням і переоснащенням технологічного обладнання. Підвищення продуктивності і надійності роботи засобу, спрощення й здешевлення його побудови ґрунтоване на використанні і комплексному поєднанні можливостей впливу «активних», «пасивних», інформаційних параметрів функціональних вузлів на формування і корегування здійснюваних операційних виробничих потоків.

Конфлікт інтересів

Автори декларують, що не мають конфлікту інтересів стосовно даного дослідження, в тому числі фінансового, особистісного характеру, авторства чи іншого характеру, що міг би вплинути на дослідження та його результати, представлені в даній статті.

Використання засобів штучного інтелекту

Автори підтверджують, що не використовували технології штучного інтелекту при створенні представленої роботи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Павленко І. І., В. А. Мажара Роботизовані технологічні комплекси. Кіровоград: КНТУ, 2010. 392 с. URL: http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/avp/metod/%D0%A0%D0%A2%D0%9A_%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%9C%D0%B0%D0%B6%D0%B0%D1%80%D0%B0.pdf
2. Плєснецов Ю. О. Ковальсько-штампувальне обладнання. Механічні преси / Ю.О.Плєснецов, В.О.Маковей – Х.: НТУ «ХП», 2014. – 236 с. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/44c08fc4-aacc-4c69-837f-56a40126068f>
3. Омаров М. А. Основи прикладної механіки / М. А. Омаров, В. І. Роменський, І. О. Яшков – Харків: ХНУРЕ, 2016. – 416 с. URL: <https://openarchive.nure.ua/bitstreams/59608c70-9701-4688-a688-df762677c8c4/download>
4. Kalafatova L. Modern materials and processing technologies as a factor in the development of the aerospace and rocket industries. Cutting and Tools in Technological Systems, No. 103 (2025), pp. 132-144. DOI: <https://doi.org/10.20998/2078-7405.2025.103.10>
5. Синтез робототехнічних систем в машинобудуванні / Л. С. Пелевін, К. І. Почка, О. М. Гаркавенко, Д. О. Міщук, І. В. Русан. – К.: ТОВ «НБП «Інтерсервіс»», 2016. – 258 с. URL: https://www.researchgate.net/publication/381408750_SINTEZ_ROBOTOTEHNICNIH_SISTEM_V_MASINOBUDUVANNI
6. Бочков В.М., Сілін Р.І. Обладнання автоматизованого виробництва. – Львів: Видавництво ДУ «Львівська політехніка», 2000. – 380 с. URL: <https://librarygo.lpnu.ua/?elbook=obladnannya-avtomatyzovanogo-vyrobnyctva>
7. Карпенко, Т., Музика, І., & Шишкін, В. (2023). Про силовий розрахунок захватних механізмів і затискачів за допомогою «золотого» правила механіки. *Вісник Приазовського Державного Технічного Університету. Серія: Технічні науки*, (46), 45–54. DOI: <https://doi.org/10.31498/2225-6733.46.2023.288124>

8. Проць. Я. І. Захоплювальні пристрої промислових роботів / Я.І. Проць – Тернопіль: Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. – 232 с. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/783/1/Textbook-Prots_Ya-Gripping_devices_of_industrial_robots_2008.pdf
9. Дорохов М. Ю. Роботи та маніпулятори. / М. Ю. Дорохов. – Краматорськ: ДДМА, 2019. – 53 с. URL: http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/ptm/metod/rm/%D0%9C%D0%A3%20%D0%B4%D0%BE%20%D0%A1%D0%B0%D0%BC%20%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B8_%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B8%20%D1%82%D0%B0%20%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BF.pdf
10. Драгобецький В.В. Вибір і розрахунок захватних пристроїв промислових роботів / В.В. Драгобецький, Д.В. Савелов, Р.А. Вакуленко. – Кременчук: НОВАБУК, 2024. – 120 с. URL: https://document.kdu.edu.ua/el_vid.php?spec=131

Received (Надійшла) 02.11.2025

Accepted for publication (Прийнята до друку) 04.02.2026

Publication date (Дата публікації) 27.02.2026

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ / ABOUT THE AUTHORS

- Дрючко Олександр Григорович** – кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації, електроніки та телекомунікацій, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна;
Oleksandr Dryuchko – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automation, Electronics and Telecommunications, Yuriy Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, Poltava, Ukraine;
e-mail: itm.dryuchko@nupp.edu.ua; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0000-0002-2157-0526>;
Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6504199218>.
- Шефер Олександр Віталійович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації, електроніки та телекомунікацій, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна;
Oleksandr Shefer – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Automation, Electronics and Telecommunications, Yuriy Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, Poltava, Ukraine;
e-mail: itm.ovshefer@nupp.edu.ua; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0000-0002-3415-349X>;
Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57210203269>.
- Кислиця Світлана Григорівна** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації, електроніки та телекомунікацій, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна;
Svitlana Kyslytsia – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automation, Electronics and Telecommunications, Yuriy Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, Poltava, Ukraine;
e-mail: itm.skyslytsia@nupp.edu.ua; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0000-0002-2431-9900>;
Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57671474500>.
- Захарченко Руслан Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації, електроніки та телекомунікацій, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна;
Ruslan Zakharchenko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automation, Electronics and Telecommunications, Yuriy Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, Poltava, Ukraine;
e-mail – itm.rvzakharchenko@nupp.edu.ua; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0000-0002-4651-0159>;
Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221734157>.
- Боряк Богдан Радиславович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації, електроніки та телекомунікацій, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна;
Bohdan Boryak – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automation, Electronics and Telecommunications, Yuriy Kondratyuk Poltava Polytechnic National University, Poltava, Ukraine;
e-mail: boriakbr@nupp.edu.ua; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0000-0002-8114-7930>;
Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58983614200>.

Development and automation of technical equipment for robotic stamping complexes

Oleksandr Dryuchko, Oleksandr Shefer, Svitlana Kyslytsia, Ruslan Zakharchenko, Bohdan Boryak

Abstract. Relevance. The automation of stamping production processes remains an important task, especially for small and medium-sized parts with complex geometry and diverse physical and mechanical properties. Traditional mechanical means of loading and orienting workpieces are ineffective for such items. The development of flexible robotic systems allows for the reduction of manual labor, increased productivity, and improved reliability of the technological process. **Object of research:** the technical equipment of robotic stamping complexes, including storage devices, workpiece feeding manipulators, press installations, and automated control systems for technological operations. **Purpose of the article:** the development of a multi-purpose automated loading and storage system for individual feeding of disc-shaped workpieces, which integrates with universal single-crank presses and ensures enhanced productivity and reliability of the stamping process. **Research results:** an autonomous storage complex has been developed, consisting of a hopper, an inclined magazine, a pneumatic manipulator for feeding workpieces into the die, and a product removal device. Manual and automatic operation modes have been implemented, ensuring the blocking of deformed workpieces and items with burrs, monitoring the completion of the technological cycle, and synchronizing with the press. The combined use of active, passive, and informational elements of the system's units increases productivity, reliability, and simplifies the design. **Conclusions:** an efficient automated complex for feeding disc-shaped workpieces into robotic stamping systems has been created. The system allows for modernization of existing equipment without significant costs, increases productivity and reliability of the technological process. Its practical implementation includes the modification of units for different types of workpieces and operations, as well as the use of electronic sensors and control systems to ensure monitoring and blocking.

Keywords: special equipment, accumulation complex, artificial loading of blanks, robotic stamping processes, automation, innovations.