

Блатніцкий Мірослав¹, доцент кафедри транспорту
та підйомно-транспортних машин, к.т.н., доцент
Діжо Ян¹, доцент кафедри транспорту
та підйомно-транспортних машин, к.т.н., доцент
Кравченко О.П.², професор кафедри автомобілів та
транспортного менеджменту, д.т.н., професор
Ловська А.О.³, професор кафедри
інженерії вагонів та якості продукції, д.т.н., професор
¹Жилінський університет (м. Жиліна, Словаччина)
²Вінницький національний технічний університет
³Український державний університет залізничного транспорту

ПОБУДОВА ВУЗЛІВ МАНІПУЛЯТОРА ДЛЯ ЗБІРКИ СЕРВОДВИГУНА КЕРМОВОГО УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЯ

Сучасні тенденції автоматизованої роботи компаній надають можливість виробникам знизити собівартість продукції. Це значно підвищує конкурентоспроможність продукції. Тому промислові маніпулятори стають стереотипною частиною більшості виробничих ліній [1, 2]. З цього факту випливає перевага, тобто безперервна робота зі зростанням параметрів потужності, температури, швидкості та точності, для яких розгортання людини є значним фізичним обмеженням. Постійний розвиток технологій і розширення областей застосування електроніки продовжуватимуть відігравати важливу роль для керування двигуном у підтримці розвитку у сучасному автомобілебудуванні.

У доповіді розглядається проектування конструкції та будівництва автоматичної станції, яка буде частиною автоматичної лінії, що слугуватиме для повного складання серводвигуна рульового керування дорожніх транспортних засобів. Запропонована конструкція матиме завдання стабільного та безпечного укладання двокомпонентних друкованих електронних плат із можливістю адаптації до неточностей розмірів. Всі виконані кроки призводять до компонування окремих частин забезпечення взаємних переміщень виконаних кінематичними парами з результируючими параметрами, що відповідають вимогам, які пред'являються до маніпулятора.

Плата є важливою частиною електронного приводу керування серводвигуном кермового управління автомобіля. Плата розроблена спеціально для керування роботою двигуна. Вона використовує передові електронні технології для керування двигуном за допомогою електронних компонентів, таких як інтегральні схеми, мікропроцесори, контролери живлення, датчики тощо. Функція схемної плати керування двигуном полягає в тому, щоб отримувати зовнішні сигнали (наприклад, інструкції користувача, зворотний зв'язок датчика тощо) і контролювати швидкість двигуна, рульове керування, старт-стоп та інші параметри після обробки, таким чином досягаючи точного керування двигуном [3, 4].

У роботі [4] викладено всі вимоги до даного запропонованого пристрою та здійснили конструктивне проектування окремих вузлів (горизонтальний маніпулятор, станина для друкованих плат, стопор для ліжок, брудовідсмоктувач) автоматичної станції фальцювальних плат (рис. 1).

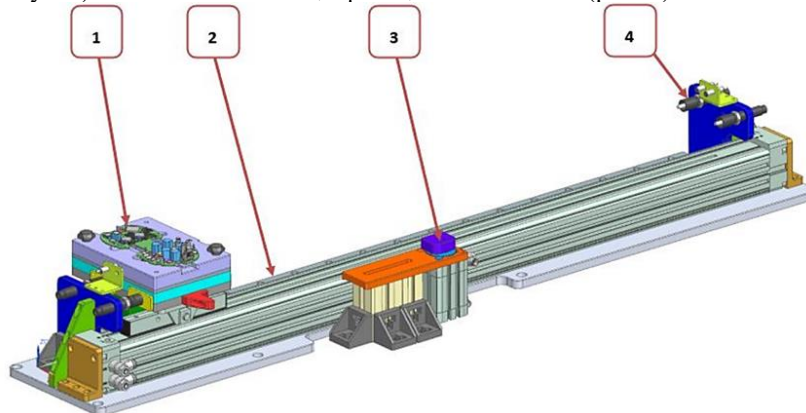


Рисунок 1 - 3D CAD-модель запропонованого горизонтального вузла маніпулятора: 1 - станина друкованої плати з її дисплеєм; 2 - лінійний горизонтальний привід по одній осі; 3 - упор станини; 4 - амортизатор

В даній роботі розширюється дослідження конструктивним рішенням маніпулятора в двох інших осях (крім вже згаданої горизонтальної в одному напрямку) і захватною головою. Конструктивна пропозиція для досягнення операції переміщення плати від станини горизонтального маніпулятора до піддона з компонентами буде описана більш детально в наступному розділі. Суть полягає в тому, що якщо станина горизонтального маніпулятора досягає кінцевого положення (тобто трохи нижче запропонованого двовісного маніпулятора, зображеного на рисунку 2), то вона переміщується з відкритою захватною головою над платою друкованої плати і головка закрита. Потім переміщується над піддоном і чекає там, доки блок позиціонування не підніме його над конвеєрною стрічкою і таким чином забезпечить точне положення за допомогою центруючих штифтів. Лише після цього друковану плату можна завантажити на частину двигуна й електроніки, що зберігаються на піддоні. На автоматичній лінії встановлено кілька маніпуляторів (запропонована станція є частиною більшої лінії). З цієї причини буде вигідно уніфікувати їх конструкцію. Ця уніфікація в основному стосується типів використовуваних сервоприводів, енергетичних ланцюгів, рейок з каретками, діаметрів опорних стрижнів і їх держаків.

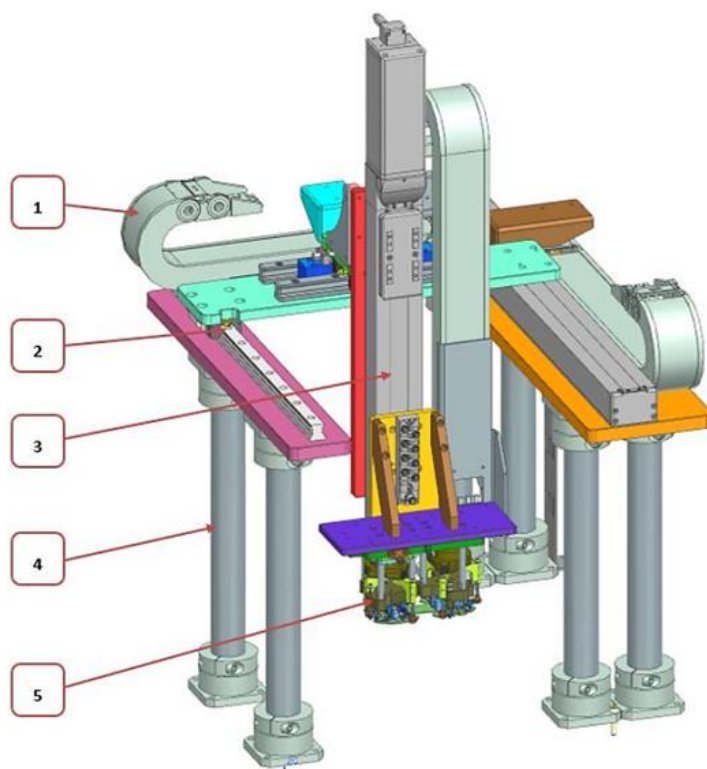


Рисунок 2 - 3D CAD-модель конструктивного рішення плат друкованої плати двовісного маніпулятора: 1 - кабельний ланцюг; 2 - лінійний електропривод, 4 - опора, 5 – вузол захоплення
Конструктивне проектування двовісного маніпулятора

Опорна частина маніпулятора складається з підставки, яка складається з шести стрижнів діаметром 40 мм. Чотири з них знаходяться на стороні сервоприводу і дві з них на стороні опори рейки. Метою такого розташування та міцної конструкції було максимізувати стабільність захватної головки. Тип тримача був обраний STHWSB40 від постачальника MISHUMI. На рисунку 3 у правій частині можна побачити рифлений металевий тримач для чіткого кріплення пневматичних шлангів та електричних кабелів. Такий тримач дозволяє чітко прикріпити лінії, що ведуть до компонентів маніпулятора.

Стрижні маніпулятора виступають на 3 мм за межі кронштейна з обох кінців і мають поглиблення в монтажних пластинах. Це забезпечує точне положення маніпулятора відносно опорної плити. Передбачається, що неточності у виробництві вироблених або закуплених деталей все одно будуть викликати відхилення реальності від моделі. Тому для збереження площинності захватної головки по відношенню до опорної плити на верхніх кріпильних пластинах маніпулятора по осі стрижня створені різьбові отвори. Вони служать для збільшення відстані від базової пластини в напрямку осі Z. На стороні сервоприводу під енергетичним ланцюгом розташовані отвори для шестигранного ключа. З боку опорної лінії з рейкою отвори розташовані точно там, де знаходиться отвір для кріплення рейки. Це означає, що за допомогою рейки можна елегантно відрегулювати площинність маніпулятора, не розбираючи його. Сервопривід разом з рейкою забезпечує переміщення захватного вузла по осі Y.

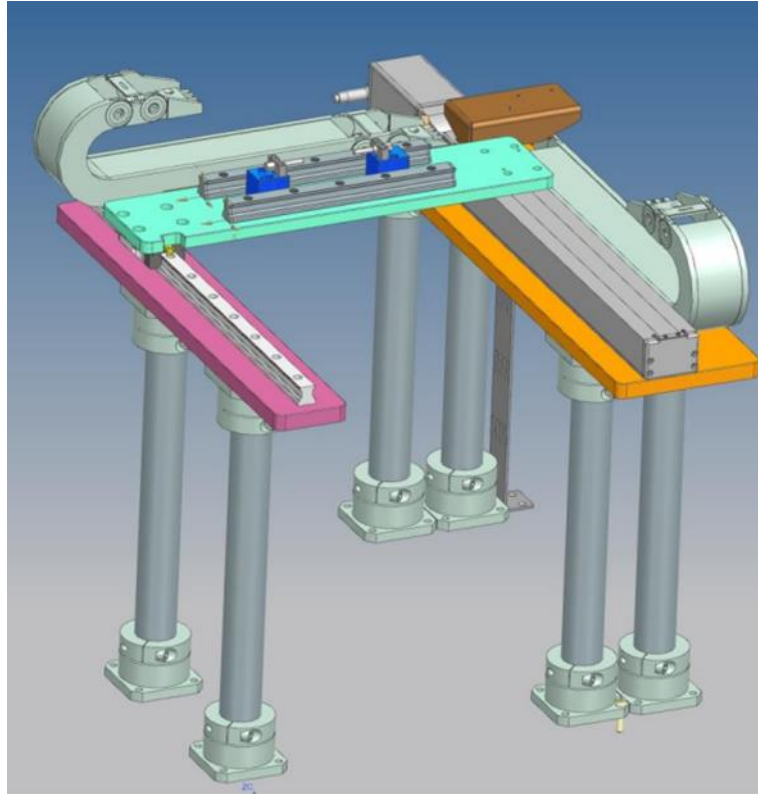


Рисунок 3 - 3D CAD модель двовісної стійки маніпулятора

Однак вимогою до дизайну було створення двовісного маніпулятора, який буде сконструйований таким чином, що в разі зміни опорної плати друкованої плати можна буде просто налаштувати додавання третього сервоприводу. Тому була обрана концепція пари рейок, розташованих одна за одною. У разі редагування репера, яке вимагало б переміщення маніпулятора по осі X, необхідно було б розібрати рейку з кареткою та замінити її сервоприводом. Ланцюг енергетичного кабелю, який можна побачити на рис. 4 разом з тримачами вже готовий до даної модифікації маніпулятора. Для руху по осі Z використовується той самий тип сервоприводу, що і по осі Y.



Рисунок 4 - Фото мобільної платформи маніпулятора по осі X

Конструктивне виконання захватної головки

Основний робочий елемент станції складається з двох центричних трипальцевих захватів, які можна побачити на рис. 5. Тип захвату забезпечує силу захоплення навіть у разі збою подачі стисненого повітря. Він також складається з розподільної коробки, яка забезпечує 8 вхідних роз'ємів. Є 4 датчика відкриття/закриття захоплення. Розподільна коробка дозволяє об'єднати сигнали від декількох датчиків в один кабель, що значно полегшує роботу з прокладки кабелю до електрошкафи станції. Опори служать для стабілізації монтажної пластини захватів. Ця стабілізація необхідна в основному під час прискорень по осі Z. Праворуч на рис. 5 можна побачити листовий тримач енергетичного ланцюга з листового металу. Ліва частина захватної головки може регулюватися відносно правої частини за допомогою регулювальних гвинтів по осі X.

Центруючий вузол захватної головки виконує кілька завдань. Його головна мета полягає в тому, щоб відцентрувати електроніку відносно лівої частини друкованої плати. На його кінці розташований обертовий притискний елемент, який показаний на рис. 6 показано синім кольором. Цей елемент має рельєф у центрі для центрувального штифта, який розташований у станині горизонтального маніпулятора, який можна побачити на рис. 4. На цьому пристрої також є пружинний штифт, роль якого полягає в тому, щоб штовхати в напрямку осі Z на друкованій платі та торкатися його першим під час захоплення та торкатися його останнім під час зберігання. Цей штифт перешкоджає зворотному руху дошки при віддаленні маніпулятора від піддону. Його положення можна точно налаштувати в напрямку осі Z за допомогою різьбового отвору M4, в якому він встановлений. Також кілька різьбових отворів в монтажній пластині дозволяють перевірити в роботі кілька варіантів кріплення натискного штифта. На рис. 7 можна побачити захват із трьома пальцями разом із трьома частинами підпружинених пальців. Використання захвату трьома пальцями на одній частині друкованої плати забезпечує автоматичне центрування та стабільне захоплення. Кут між окремими лініями дорівнює 120° . Кожен палець прикручується до захвату двома гвинтами, а їх точне положення забезпечується центруючими кільцями.

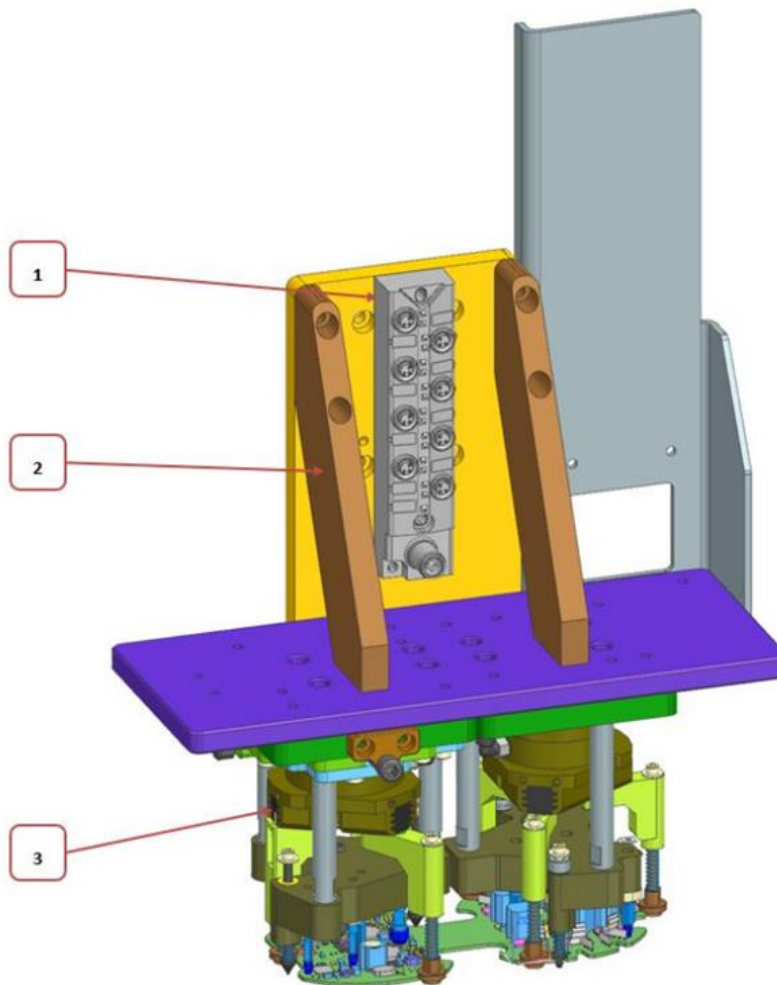


Рисунок 5 - 3D CAD модель головки захвату з монтажними пластинами: 1 - розподільна коробка; 2 – опора; 3 - захват

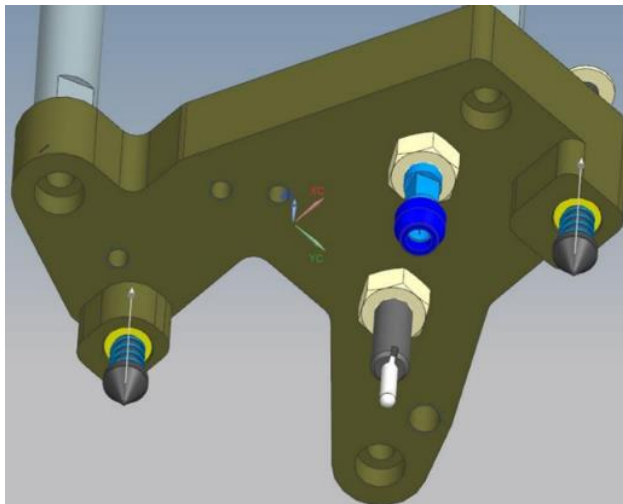


Рисунок 6 - 3D CAD-модель центруючого вузла лівої частини центрувальної головки

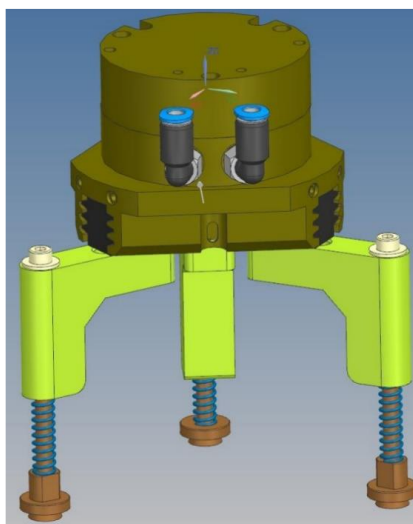


Рисунок 7 - 3D CAD-модель лівого захвату з пружинними пальцями

Вимога, яка виникла з попереднього досвіду роботи з захватами, полягала в тому, що його пальці повинні бути захищені від пошкоджень у разі поломки пристрою. Це вимагало іншого кута проектування для типово пасивного компонента, що складається з однієї виготовленої частини. Для збільшення терміну служби пристрою варіант, показаний на рисунку 8 зліва. Його основними частинами є пальцетримач, палець і дві розташовані одна за одною частини лінійних напрямних. При нормальній роботі пристрою палець не рухається в лінійній напрямній. У виняткових випадках, у разі зіткнення, кожен із пальців забезпечує підйом принаймні 10 мм, щоб вставити палець у напрямну. У крайньому випадку великої деформації (вона може досягати 15 мм).

Важливим моментом будь-якої конструкції захоплення є вибір відповідної частини контактної поверхні деталі замовника. У лівій частині виділено два симетричних рельєфу напівкруглої форми. Тому можна було б використовувати ті самі тримачі для пальців. Третій тримач мав бути коротшим через форму дошки. У правій частині також виділено два симетричних рельєфу, які створюють простір для проводів живлення мотора. Третій тримач довший з правого боку, також за рахунок форми. На рисунку 9 показано друковану плату, затиснуту шістьма пальцями.

Висновок

Проектування конструкції двовісного маніпулятора можна вважати завершеним. Про це свідчать документальні зображення концепції розташування окремих будівельних вузлів. Вся конструкція моделі створена в програмах Siemens NX 12.

Виконана робота реалізована шляхом створення прототипу, який є результатом роботи відповідно до вимог, що пред'являються до маніпулятора. Конструкція відповідає всім вимогам щодо надійності захоплення та непошкодження маніпулюваної частини. Запропонована система захоплення зберігає

друковану плату стабільною навіть у разі несправності стисненого повітря, що підтвержене експериментом.

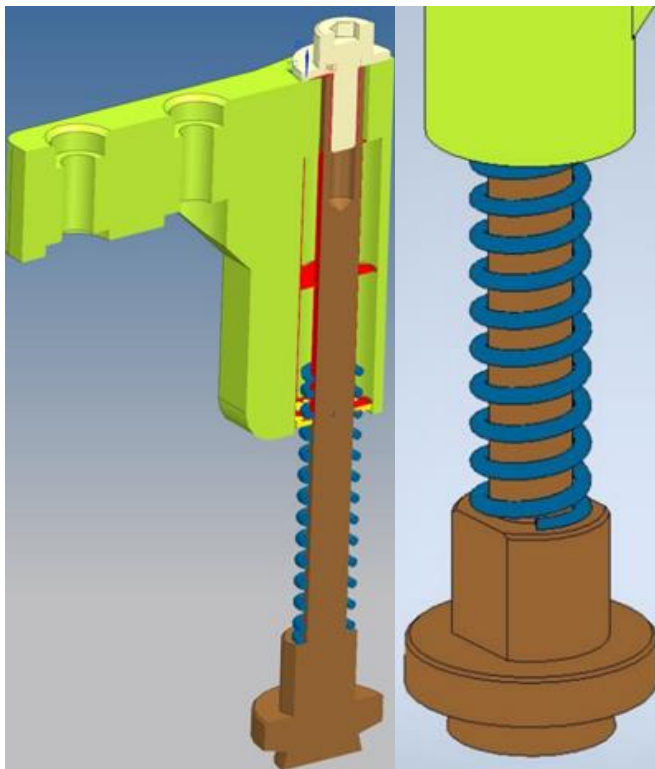


Рисунок 8 3D CAD-моделей розрізу правого пальця (ліворуч) і деталі нижньої частини підпруженого пальця (праворуч)

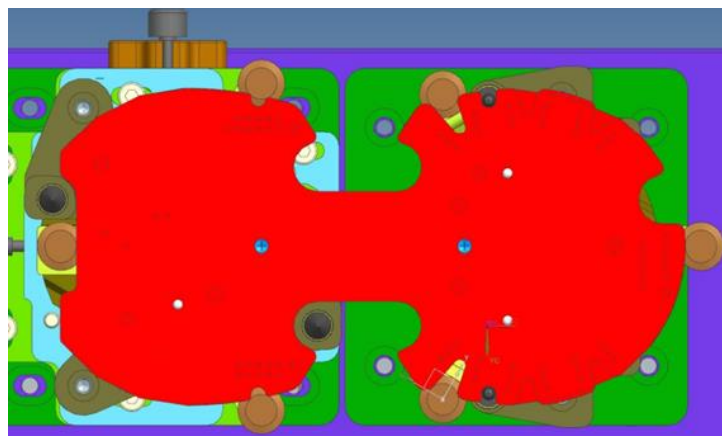


Рисунок 9 - 3D CAD-модель вигляду знизу затиснутої друкованої плати

Література

1. BLATNICKY, M., DIZO, J., GERLICI, J., SAGA, M., LACK, T., KUBA, E.: Design of a robotic manipulator for handling products of automotive industry. In: International Journal of Advanced Robotic Systems, 2020, Vol. 17, No. 1, pp. 1-11. DOI: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1729881420906290>.
2. BLATNICKÝ, M., DIŽO, J., LOVSKA, A. Design of structural nodes of an automatic station for laying two-piece PCB plates. In: CogSust-Cognitive Sustainability, 2024, to be published.
3. Shenzhen Eternity Technology Co., Ltd. Available on: <https://sk.eternity-em.com/news/what-is-a-motor-control-pcb-77688387.html>
4. Electronics Manufacturing Services Specialist for Industrial Control. Available on: <https://sk.tecootech.com/industrial-motherboard/dc-motor-drive/drive-controller-pcb-board-factory-pcba.html>