

РОЗРОБКА СПРОЩЕНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗВАНТАЖЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

¹ Вінницький національний технічний університет;

² Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України

Анотація

Розроблено обладнання для автоматичного розвантаження транспортних засобів, що використовує легкоплавке разове кріплення (полімерну нитку чи шпагат), яке перепалюють нагрівальним елементом (діє як електроніж) за електричним сигналом. Після порушення цілісності кріплення вантаж скидається в заданому місці.

Ключові слова: транспортний засіб, розвантаження, безкіпажний, перевезення вантажів, транспорт.

Abstract

Equipment for automatic unloading of vehicles has been developed, which uses a fusible disposable fastener (polymer thread or twine), which is burned by a heating element (acts as an electric knife) according to an electric signal. After the integrity of the fastener is violated, the cargo is dumped at a given location.

Keywords: vehicle, unloading, unmanned, cargo transportation, transport.

Вступ

Автоматизація процесів розвантаження транспортних засобів (ТЗ) є важливим напрямом розвитку сучасної логістики. Це особливо актуально з поширенням останніми роками безкіпажних транспортних засобів (БЕТЗ), які потребують дистанційного керування розвантаженням. Застосування разових легкоплавких кріпильних засобів (полімерної нитки чи шпагату) дозволило спростити конструкцію розвантажувального обладнання за рахунок комплектування його елементом типу «компактний електроніж». Метою розробки було створення і випробування такого простого пристрою, що дозволяє розвантаження транспортних засобів шляхом перепалювання легкоплавкого разового кріплення (полімерної стропи) вантажу по команді подання електроживлення пристрій з нагрівальним елементом.

Результати аналізу і розробки

Розвиток БЕТЗ відкриває нові можливості для перевезення та розвантаження вантажів у різних середовищах – повітряному, наземному, водному та підводному. Використання таких засобів дозволяє автоматизувати процеси доставки, зменшити витрати на персонал і забезпечити виконання важливих завдань у важкодоступних або небезпечних умовах. Одним із перспективних напрямів застосування БЕТЗ є автоматизоване розвантаження вантажів. Це особливо важливо у випадках, коли необхідно доставити вантаж у важкодоступне місце, швидко його вивантажити та повернути транспортний засіб для виконання нової місії.

Розглянемо можливі сфери застосування БЕТЗ у різних середовищах – повітрі, на землі, на воді та під водою, а також їхню придатність для виконання завдань, зокрема транспортування та дистанційного розвантаження пожежогасних засобів, добрив, гербіцидів, пакунків з продуктами, медичних аптечок, засобів порятунку та інших корисних вантажів.

1. Повітряні (літальні) БЕТЗ здатні транспортувати вантажі та здійснювати їх розвантаження у повітрі або під час приземлення. Це дає можливість застосовувати їх у таких сферах.

Для пожежогасіння безпілотні літальні апарати можуть транспортувати контейнери з водою, піною або спеціальними вогнегасними сумішами, автоматизовані механізми дозволяють скидання вмісту над осередками пожежі, а система дозування - рівномірний розподіл рідини чи порошку.

У сільському господарстві повітряні БЕТЗ ефективно використовуються для внесення добрив, розпилення гербіцидів і пестицидів, а також для висівання насіння. Це дає змогу зменшити використання традиційної техніки та скоротити витрати на паливо.

При рятувальних операціях літальні БЕТЗ можуть доставляти медичні аптечки, радіостанції, рятувальні жилети, канати та евакуаційні драбини до людей, що опинилися в надзвичайних ситуаціях тощо, наприклад, при рятуванні альпіністів чи мешканців висотних будівель у випадку пожежі.

В плані логістики невеликі посилки, пакунки з продуктами чи подарунками можуть також швидко доставлятися. Важливою складовою є механізм безпечного скидання або точного опускання вантажу.

2. Наземні БЕТЗ на суходолі можуть переміщати вантажі та автоматично їх розвантажувати (в тому числі на прийомні конвеєри чи піддони навантажувачів тощо), що вигідне для наступних сфер.

В плані логістики та доставки автоматизовані наземні платформи служать для перевезення товарів у містах, доставки продуктів у віддалені райони або важливих документів між підприємствами.

У сфері медицини БЕТЗ можуть доставляти ліки, донорську кров чи органи для трансплантації. Для безпечного транспортування розробляють контейнери з підтримкою потрібної температури.

Стосовно аграрної промисловості автоматизовані засоби можуть розвантажувати насіння, добрива чи гербіциди, рівномірно розподіляючи їх по полю без участі людини. Для будівництва наземні БЕТЗ можуть перевозити сипкі матеріали та автоматично їх висипати в потрібному місці.

3. БЕТЗ на воді можуть виконувати такі завдання.

Моніторинг стану водойм, транспортування датчиків і обладнання для збору проб води та вимірювання рівня забруднення. Автоматизовані платформи можуть здійснювати транспортування вантажів між прибережними містами, островами або промисловими зонами.

В плані пошуково-рятувальних місій безекіпажні водні засоби можуть перевозити рятувальні жилети, плоти та інше спорядження для допомоги людям, які потрапили у біду, а підводні БЕТЗ застосовуються у таких сферах: наукові дослідження, використання автономних апаратів для збору інформації про морські екосистеми та рельєф морського дна, екологічний контроль, автоматизоване очищення води від нафтопродуктів, транспортування контейнерів із фільтрами або реагентами для знезараження води. В якості рятувальних операцій можлива доставка повітря, медикаментів або підйомних тросів для водолазів чи людей, що потрапили в аварійні ситуації під водою.

Аналіз інформації і ринку обладнань для кріплення вантажів на БЕТЗ показав, що літальні мікромоделі здатні підняти 200-500 г, міні-коптери – від 0,5 до 2 кг, а пристрої середнього розміру – від 2 до 5 кг. Для поширеної моделі «Mavic» з навантаженням до 0,5 кг на українському ринку пропонуються універсальний пристрій скиду корисного навантаження вартістю 1,1 – 2,0 тис. грн. вагою 40 – 82 г. Такі пристрої, як правило, охоплюють ременем корпус носія, мають металевий серводвигун та пластикові захвати вантажу, або ремінні системи з застібками, які розмикають від електричного сигналу на пристрій. Універсальний пристрій скиду для дрону FPV-DS2 (з можливим навантаженням до 8 кг) має вбудований потужний стабілізатор та сервопривід, вага цього пристрою 165 г і вартість – 2899 грн. на момент аналізу. В деяких пристроях скиду є вбудований акумулятор, що додає їм ваги.

Недоліком діючих пристроїв є те, що їх кріплення-скиду вантажу до носіїв своєю вагою зменшують корисне навантаження і дальність дії БЕТЗ. Ці пристрої незмінно навішені на носії при доставці вантажів і поверненні на місце відправки, мають значну вартість та потребують технічного обслуговування. Переважна більшість пристроїв зарубіжного виробництва, часто вони обладнані рухомими пов'язаними з сервоприводом захватами чи кріпленнями, які нерідко потребують спеціального виготовлення для конкретної геометричної форми вантажу, що гальмує оперативність застосування БЕТЗ. з різноманітними за геометрією вантажами і потребує додаткових витрат і часу.

Розробка пристрою перепалювання строп вирішувала задачу застосувати універсальні, легковагі пристрої та з невисокою вартістю і достатньою простотою для їх виготовлення в майстерні для обслуговування БЕТЗ. Сучасні полімерні нитки (шпагат) мають високу міцність, вони здатні утримувати вантаж вагою до десяти кілограмів і більше, доступні і недорогі за вартістю. Розмотуючи з котушки можна закріпити до корпусу БЕТЗ різноманітний за габаритами вантаж, зафіксувавши нитку, яка опоясує корпус транспортного носія чи інакше кріпиться до нього, в контакт з нагрівальним дротом, вмонтованих в електричний пристрій. Стропа може затягуватись на корпусі під вагою вантажу.

При протягуванні нитки крізь отвір нагрівального пристрою (у варіанті), вона замикає електричний вмикач, але електрострум не подають на цей вмикач, а по запрограмований чи виданий дистанційно на БЕТЗ команді підключають електроживлення до нагрівального пристрою, який протягом близько секунди переплавляє чи перепалює нитку або шпагат, чим його руйнує, і вантаж скидається або розвантажуються з носія під дією своєї ваги.

Зазвичай для плавлення полімерної нитки достатньо температури 450-500 °С. Подібну операцію плавлення виконували автори цих тез при пропалюванні (ручними електроінструментами - дротями-

ми нагрівачами) вентиляційних каналів в полімерній моделі за способом (пат. 154450 Україна, МПК В22 С7/02, В22С 9/04, опубл. 15.11.2023, бюл. 46)

Як тільки нитка вислизає з нагрівального пристрою, вона розмикає попередньо натиснутий контакт (кнопки чи важеля) увімкненого електричного вмикача і той виключає електроживлення нагрівача, яким служить, наприклад, ніхромовий дріт. Таке відключення вмикача при видаленні з нього зруйнованої нитки запобігає перегрівання дроту та може поєднуватись з сигналом про кінець розвантаження з фіксацією моменту за часом, геолокацією місця чи за зображенням відеокамери на носії тощо. Якщо вантаж підвішують на стропі до скоби чи крюка на носії, то нагрівальний пристрій виконують на гнучкому електрокабелі, а вертикальна нитка походить крізь отвір цього пристрою. Такий пристрій з кабелем важить 5-10 грам, може виконуватись переносним і підключатись до того транспортного засобу, який відправляють в рейс. Дешевизна нитки (шпагату) як витратного матеріалу з багатьма варіантами кріплення, простота нагрівального пристрою дозволяє виготовлення і тестування такого пристрою в майстерні для обслуговування БЕТЗ. Стропильна нитка (шпагат) може скидатись при розвантаженні носія для полегшення рухомої конструкції.

Експеримент перевірки полягав у перепалюванні полімерної нитки з підвішеним вантажем вагою 1 кг. В електричній пристрій монтували дріт з ніхрому Х20Н80 діаметром (мм) 0,2 і 0,3. При живленні як від акумулятора 18650, так і від батарейки АА, нитка плавилась протягом близько 1 с. Пристрій для руйнування перепалюванням полімерних строп дозволяє забезпечити контрольований процес скидання вантажу за електричним сигналом без використання складних механічних пристроїв.

Висновки

Розвиток БЕТЗ та автоматизованих систем розвантаження відкриває широкі перспективи для підвищення ефективності транспортування вантажів. У різних середовищах – повітрі, на суші, воді та під водою – такі засоби можуть виконувати важливі логістичні, рятувальні, екологічні, промислові та спеціальні функції. Розробка простого, легкого та енергоефективного обладнання для автоматизованого розвантаження дозволить розширити можливості використання БЕТЗ у цивільних, гуманітарних і спеціальних сферах. Роботу виконано згідно договору 226 (166/24) від 22.02.2024 про наукове співробітництво між Фізико-технологічним інститутом металів та сплавів НАН України та Вінницьким національним технічним університетом.

Янченко Олександр Борисович – канд. техн. наук., доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 1961yab@gmail.com

Дорошенко Володимир Степанович – д-р техн. наук, ст. наук. співробітник, пров. наук. співробітник відділу фізико-хімії ливарних процесів, Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м. Київ

Yanchenko Oleksandr B. – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Department of Industrial Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 1961yab@gmail.com

Doroshenko Volodymyr S. – Dr. Sc. (Eng.), Senior Research Scientist, Leading Researcher of the Department of Physics and Chemistry of Foundry Processes, Physico-Techological Institute of Metals and Alloys of NAS of Ukraine, Kyiv