

О.П. Кривоносенко, ктн, доц. (*Національний авіаційний університет*)
А.В. Коваленко, студент (*Національний авіаційний університет*)
І.С. Кузьменко, студент (*Національний авіаційний університет*)

Стабілізація вантажу БПЛА гвинтокрила

Існують великі труднощі повітряного маневрування автономних гелікоптерів, які мають можливість захоплювати і переносити вантаж. Механізм керування ними повинен зберігати положення зависання вертольота над цільовим об'єктом, бути достатньо точним для об'єкта, а також оминати перешкоди та бути керованим під впливом зовнішніх аеродинамічних сил. Раніше, зусилля, спрямовані на подолання неточності механізмів зависання, спиралися на структурування цільового об'єкта для спрощення завдання, наприклад, використання магнітів та обручів. Однак це значно обмежувало різноманіття об'єктів, які необхідно було захоплювати.

Підхід, розглянутий у цій роботі, полягає у використанні сумісного маніпулятора, що раніше не використовувався, на базі SDM Hand, вертольоту на радіо керуванні T-Rex 600 ESP (рис.1).



Рис. 1. Повітряний випробувальний стенд, що перенасить вантаж

Механізм захоплення вантажу складається з чотирьох пальців з двома пружними з'єднаннями, кожне з яких здійснюється за допомогою паралельного сухожилкового механізму, який забезпечує залишкове навантаження на кожен палець; він може захопити об'єкт, що заходиться на відстані 115 мм (рис.2). Вертоліт стабілізується контролером стабілізації польоту Helicommand, що управляється оператором.

Автономний гелікоптер і механізм захоплення можуть переносити навантаження понад 10 кг. Особливі характеристики конструкції механізму – адаптивне захоплення з відкритим циклом, широкий інтервал пальців, нечутливість до нахиленої позиції – тісно співпадають із завданнями, пов'язаними з завданнями маніпуляцій з БПЛА, що дозволяє використовувати дуже простий, легкий механізм, без необхідності введення структурних обмежень на навантаження.

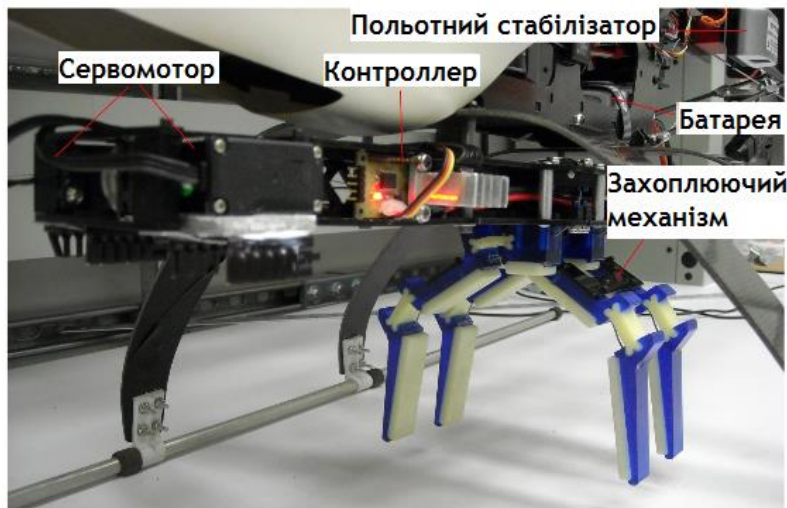


Рис. 2.2 Модуль захоплення вантажу

Щоб захопити об'єкт, вертоліт наближається до цілі, спускається вертикально, наводить маніпулятор, а потім закриває його захватом. Після забезпечення міцного зчеплення вертоліт піднімається з вантажем.

Підвішений вантаж створює високий ризик коливань, викликаних пілотом, що може призвести до небезпечних ситуацій [2]. Крім того, можуть виникати нестійкі коливання та високі швидкості завдяки різним аеродинамічним формам підвішеного навантаження. Таким чином, від виробників гелікоптерів і від аерокосмічної промисловості в цілому, великий інтерес виникає до технологій, які можуть вирішити проблему в експлуатації вертольота з підвісним навантаженням.

Основна увага цього дослідження зосереджена на сприянні стабілізації підвісного навантаження при польотах на автономних вертольотах для перевезення важливих вантажів. Це забезпечується системою підвіски, яка використовує одну точку кріплення на вертольоті, коли невідомі або невизначені параметри підвісного навантаження. Крім того, для перевезення звичайних вантажів немає спеціальних вимог щодо відстеження підвішеного вантажу, але має бути забезпечений стабільний та безпечний політ.

Вихідне регулювання сигналів керування та надійна стабілізація за допомогою запропонованого ланцюга інтеграторів забезпечує надійне керування, незважаючи на те, що контрольний варіант базується на спрощеній моделі при моделюванні.

Реалізація контролера в моделі більшої складності показує задовільну ситуацію у стабілізації руху вертольоту за наявності визначеності у моделі та параметрах системи.

Список літератури

1. Блохін Л.М. Методологічні основи та етапи забезпечення конкурентноздатності процесів стабілізації існуючих рухомих об'єктів / О.П.Коивоносенко, С.І. Осадчий – К.: Вісник НАУ №2 (39), 2019. – С. 61–68.
2. Bisgaard, M., la Cour-Harbo, A., and Bendtsen, J. D., Input Shaping for Helicopter Slung Load Swing Reduction, AIAA Guidance, Navigation and Control Conference, 2018.