



NEW TRENDS IN UAV CONSTRUCTION

Anastasiia Iakovlieva
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Martin Bugaj
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Abstract

Aviation is one of the fastest developing segments of transport, the development of which did not bypass the construction of unmanned aerial vehicles. The main purpose of this paper is to analyze current trends that may affect the development of unmanned aircrafts in civil aviation. For the purpose of researching new trends in the construction of unmanned aerial vehicles, is needed to define today's state of development and also to divide UAVs by the type. In conclusion, the goal of the article is to define the direction in which the development of construction solutions is currently going and what the potential development in the use of UAVs new trends can bring.

Keywords

UAV, unmanned aerial vehicles, development, trends, sensors, hybrid propulsion engines, surveillance, environmental monitoring, LiDAR

1. ÚVOD

Bezpilotné vzdušne prostriedky, určujú smer vývoja v mnohých oblastiach, od vojenských operácií až po komerčné aplikácie. S pokrokom v technológii a rastúcim dopytom sa odvetvie UAV neustále vyvíja. Bezpilotné lietadlá sa teraz používajú na úlohy, ktoré boli kedysi nemožné alebo príliš nebezpečné pre ľudí, ako je kontrola infraštruktúry, doručovanie tovaru a vykonávanie pátracích a záchranných operácií. Keďže odvetvie bezpilotnej leteckej dopravy sa neustále rozširuje, objavujú sa nové trendy, ktoré formujú budúcnosť konštrukcie UAV. Tieto trendy zahŕňajú pokroky v oblasti umelej inteligencie, pokročile senzory, zvýšenú autonómiu, 3D tlač sučiastok a hybridné energetické systémy. V tomto kontexte je pochopenie najnovších trendov v konštrukcii UAV kľúčové pre predpoklad smeru vývoja a potencionálneho využitia UAV.

2. DRUHÝ A POUŽITIE UAV

2.1. Legislatívny rámec pre UAV

Legislatívny rámec pre UAV, čiže bezpilotné lietajúce zariadenia, na Slovensku upravuje Rozhodnutie č. 2/2019 zo dňa 14.11. 2019, ktorým sa určujú podmienky vykonania letu lietadlom spôsobilým lietať bez pilota a vyhlasuje zákaz vykonania letu určených kategórií lietadiel vo vzdušnom priestore Slovenskej republiky.[1]

Rozhodnutie č. 2/2019 zo 14.11. 2019, článok 2, stanovuje kategorizáciu bezpilotných vzdušných prostriedkov na území Slovenskej republiky.

Na účely tohto rozhodnutia sa rozumie:

g) bezpilotným lietadlom triedy C0 diaľkovo riadené lietadlo alebo model lietadla s maximálnou vzletovou hmotnosťou, ktorá neprekračuje 250 g,

h) bezpilotným lietadlom triedy C1 diaľkovo riadené lietadlo alebo model lietadla s maximálnou vzletovou hmotnosťou, ktorá je väčšia ako 250 g a neprekračuje 900 g,

i) bezpilotným lietadlom triedy C2 diaľkovo riadené lietadlo alebo model lietadla s maximálnou vzletovou hmotnosťou, ktorá je väčšia ako 900 g a neprekračuje 4 kg,

j) bezpilotným lietadlom triedy C3 diaľkovo riadené lietadlo s maximálnou vzletovou hmotnosťou, ktorá je väčšia ako 4 kg a neprekračuje 25 kg a s typickým rozmerom menej ako 3 m,

k) bezpilotným lietadlom triedy C4 model lietadla s maximálnou vzletovou hmotnosťou, ktorá je väčšia ako 4 kg a neprekračuje 25 kg, [1]

Každá trieda ma vlastné podmienky lietania, ktoré určujú a vymedzujú ich potencionálne využitie v civilnom letectve na území Slovenskej republiky. Podľa legislatívy Slovenskej republiky bezpilotné lietadlo nesmie byť použité na rozprašovanie chemických látok z bezpilotného lietadla alebo na zhadzovanie predmetov z bezpilotného lietadla; to neplatí, ak ide o vykonanie leteckých prác, vykonanie letu bezpilotným lietadlom na základe súhlasu podľa čl. 8 ods. 1 písm. b) a pri plnení úloh podľa čl. 1 ods. 4. [1]

Článkom 8 ods. 1 písm. b) sa rozumie let bezpilotným lietadlom podľa podmienok kategórie prevádzky B možno vykonať so súhlasom Dopravného úradu a určenými podmienkami na vykonanie letu bezpilotným lietadlom, ak nie je ustanovené inak, ak ide o let bezpilotným lietadlom vykonaný iným spôsobom ako podľa podmienok kategórie prevádzky A, najmä

1. v noci, ak je bezpilotné lietadlo vybavené primeraným osvetlením,

2. v riadenom vzdušnom priestore, ak je vykonanie letu bezpilotným lietadlom koordinované s príslušným stanovištom riadenia letovej prevádzky,

3. v inej vzdialenosti od nezúčastnených osôb ako je vzdialenosť určená na vykonanie letu bezpilotným lietadlom podľa podmienok kategórie prevádzky A alebo

4. bezpilotným lietadlom, ktorého maximálna vzletová hmotnosť je väčšia ako 25 kg.

Pri plnení úloh podľa čl. 1 ods. 4 sa rozumie na vykonanie letu bezpilotným lietadlom pri plnení úloh pre finančnú správu v oblasti colníctva, záchranné zložky integrovaného záchranného systému, ozbrojené sily, ozbrojené bezpečnostné zbory a informačné a spravodajské služby sa vzťahujú len všeobecné podmienky vykonania letu bezpilotným lietadlom podľa článku 5 a koordinácia podľa článku 9, ak ďalej nie je ustanovené inak.

Vychádzajúc z tohto rozhodnutia niektoré z potencionálnych využití UAV sú na území Slovenskej republiky obmedzene alebo zakázané, preto trendy v použití a konštrukcii je potrebné analyzovať v celosvetovom kontexte.

2.2. Použitie UAV

Bezpilotné lietadlá alebo UAV spôsobili revolúciu v spôsobe, akým sa pristupujeme k rôznym úlohám v letectve ale aj v iných odvetviach. Schopnosť bezpilotných lietadiel byť ovládané na diaľku a lietať v oblastiach, ktoré sú pre ľudí nedostupné alebo nebezpečné, ich robí čoraz preferovanejšími v celom rade priemyselných odvetví. V tejto kapitole preskúmame početné aplikácie UAV, od vojenských operácií až po komerčné využitie, ako je kontrola infraštruktúry, doručovacie služby a pátracie a záchranné misie.

2.2.1. Použitie v vojenskom sektore

Vojenské aplikácie UAV boli jedným z primárnych použití tejto technológie od jej počiatkov. Bezpilotné lietadlá sa stali základným nástrojom vojenských operácií na celom svete a ich používanie v posledných rokoch rýchlo vzrástlo.

Jednou z najvýznamnejších výhod UAV vo vojenských aplikáciách je ich schopnosť operovať v oblastiach, ktoré sú pre ľudí nedostupné alebo nebezpečné, ako sú nepriateľské územie alebo oblasti postihnuté prírodnými katastrofami. Bezpilotné lietadlá sa používajú na celý rad vojenských operácií vrátane prieskumu, sledovania a identifikácie cieľov. Bezpilotné lietadlá sú obzvlášť užitočné na monitorovanie a sledovanie pohybu nepriateľa, pričom vojenským veliteľom poskytujú spravodajské informácie v reálnom čase.[2]

2.2.2. Použitie v komerčnom sektore

Komerčné aplikácie UAV sa v posledných rokoch rýchlo rozširujú, bezpilotné vzdušne prostriedky sa používajú na širokú škálu účelov v rôznych odvetviach. UAV sa ukázali ako nákladovo efektívne riešenie pre mnohé úlohy, od monitorovania plodín až po kontrolu infraštruktúry.

V stavebnom priemysle sa bezpilotné prostriedky používajú na prieskum a mapovanie lokalít, sledovanie pokroku a kontrolu stavieb. Poskytovaním záberov s vysokým rozlíšením a 3D modelov môžu bezpilotné prostriedky pomôcť architektom, inžinierom a stavebným manažérom efektívnejšie plánovať projekty a identifikovať potenciálne problémy skôr, ako sa stanú nákladnými problémami.[3]

Ďalšou komerčnou aplikáciou UAV je kontrola infraštruktúry. Bezpilotné lietadlá možno použiť na kontrolu mostov, elektrických vedení a potrubí, čím sa znižuje potreba ľudských pracovníkov na vykonanie týchto úloh, ktoré môžu byť nebezpečné a časovo náročné. Bezpilotné lietajúce zariadenia vybavené senzormi dokážu odhaliť aj potenciálne problémy v infraštruktúre, čo spoločnostiam umožňuje riešiť problémy skôr, ako sa stanú závažnejšími problémami.

Používanie UAV v energetickom sektore sa tiež rýchlo rozširuje. Bezpilotné vzdušne prostriedky možno použiť na kontrolu veterných turbín, solárnych panelov a elektrických vedení, čím sa znižuje potreba pre pracovníkov šplhať po vysokých konštrukciách a zvyšuje sa efektívnosť údržby a opráv. V ropnom a plynárenskom priemysle môžu byť bezpilotné lietadlá použité na monitorovanie potrubí a identifikáciu potenciálnych únikov alebo iných nebezpečenstiev. [4][5]

V zábavnom priemysle sa bezpilotné prostriedky používajú na leteckú fotografiu a videozáznam, čím poskytujú jedinečné perspektívy pre filmy, televízne programy a reklamy. UAV možno použiť aj na podujatia, ako sú koncerty a športové zápasy, na snímanie záberov zhora.

2.2.3. Nájst a zachrániť

Pátracie a záchranné operácie sú ďalšou oblasťou, kde sa UAV ukázali ako vysoko účinné. Bezpilotné lietajúce prostriedky je možné použiť na pátranie po nezvestných osobách v oblastiach, ktoré sú ťažko dostupné alebo nebezpečné, ako sú členitý terén alebo oblasti postihnuté prírodnými katastrofami. Bezpilotné prostriedky možno použiť aj na poskytovanie snímok oblasti prehľadávania v reálnom čase, čo umožňuje záchranným tímom posúdiť situáciu a efektívnejšie plánovať svoju reakciu.[6]

Pri pátracích a záchranných operáciách môžu byť UAV vybavené termovíznymi kamerami a inými senzormi, ktoré dokážu rozpoznať telesné teplo a pohyb, a to aj v prostredí so slabým osvetlením alebo v zatemnenom prostredí. Vďaka tomu sú bezpilotné lietajúce zariadenia ideálnym nástrojom na lokalizáciu nezvestných osôb alebo preživších katastrofu v ťažko dostupných oblastiach.[6]

2.2.4. Monitorovanie životného prostredia

Monitorovanie životného prostredia je ďalšou oblasťou, kde UAV ukázali veľký potenciál. Bezpilotné prostriedky je možné použiť na zhromažďovanie údajov o kvalite ovzdušia, kvalite vody a iných environmentálnych faktoroch, ktoré poskytujú výskumníkom cenné informácie o stave životného prostredia a potenciálnych nebezpečenstvách.

V oblasti monitorovania kvality ovzdušia môžu byť UAV použité na zber údajov o úrovni znečistenia ovzdušia v mestských oblastiach, priemyselných zónach a iných lokalitách v reálnom čase. Bezpilotné prostriedky môžu byť vybavené senzormi, ktoré merajú pevné častice, ozón, oxidy dusíka a iné znečisťujúce látky, čím poskytujú detailný dohľad nad kvalitou ovzdušia v konkrétnych oblastiach. Tieto informácie môžu pomôcť vypracovať predpisy na zníženie úrovne znečistenia ovzdušia a ochranu verejného zdravia.

2.2.5. Poľnohospodárstvo

UAV sa čoraz viac používajú v poľnohospodárstve na monitorovanie plodín a optimalizáciu poľnohospodárskych operácií. Bezpilotné prostriedky môžu poskytnúť poľnohospodárom podrobný pohľad na ich polia, čo im umožní identifikovať potenciálne problémy, ako sú škodcovia alebo nedostatok živín, skôr ako sa stanú závažnejšími problémami.

Jednou z hlavných výhod používania bezpilotných lietadiel v poľnohospodárstve je ich schopnosť rýchlo a efektívne zbierať dáta. UAV môžu byť vybavené kamerami, senzormi a ďalšími nástrojmi, ktoré dokážu zachytávať snímky, zisťovať zmeny v stave rastlín a zbierať údaje o vlhkosti pôdy a teplote. Tieto informácie možno použiť na vytvorenie podrobných máp plodín a pôdy na poľnohospodárskom území, čo umožňuje poľnohospodárom prijímať rozhodnutia o zavlažovaní, hnojení a iných postupoch na základe získaných údajov.[7]

3. ANALÝZA KONŠTRUKČNÝCH RIEŠENÍ UAV

Bezpilotné lietajúce zariadenia alebo UAV sa v posledných rokoch stávajú čoraz obľúbenejšími vďaka svojej všestranosti a efektívnosti. Keďže dopyt po UAV neustále rastie, existuje zodpovedajúca potreba neustálej inovácie v konštrukcii UAV, ktorá je prispôbovaná meniacimi sa potrebami používateľov. Tato kapitola bude venovaná aktuálnym trendom v konštrukcii UAV a ich aplikáciách, ako aj dôvodom rastúcej popularity takýchto riešení.

3.1. Ľahké materiály

Jedným z najvýznamnejších trendov v konštrukcii UAV je použitie ľahkých materiálov. Hmotnosť UAV je kritickým faktorom pri určovaní jeho výkonu, odolnosti a doletu, takže výrobcovia neustále hľadajú spôsoby, ako znížiť hmotnosť svojich bezpilotných zariadení. V konštrukcii UAV sa čoraz častejšie používajú ľahké materiály, ako sú uhlíkové vlákna, titán a hliníkové zliatiny, aby sa znížila hmotnosť pri zachovaní pevnosti a odolnosti.[8]

Hmotnosť je rozhodujúcim faktorom pri určovaní výkonu UAV. Čím je bezpilotný prostriedok ťažší, tým viac energie je potrebné na jeho udržanie vo vzduchu a tým kratší bude čas jeho letu. Na prekonanie tejto výzvy sa výrobcovia UAV museli sústrediť na ľahké materiály, aby vytvorili ľahšie a efektívnejšie bezpilotné lietadlá. Tieto materiály sa vyberajú na základe ich pevnosti, odolnosti a hmotnosti a používajú sa na konštrukciu rôznych komponentov UAV vrátane rámu, rotorov a vrtúľ.[8]

3.2. Pokročilé senzory

Pokročilé senzory sa stali neoddeliteľnou súčasťou technológie UAV a poskytujú široké spektrum možností pre vojenské aj civilné aplikácie. Senzory, ako sú kamery, infračervené snímače a systémy LiDAR možno použiť na rôzne úlohy vrátane prieskumu, sledovania, mapovania a monitorovania životného prostredia.

3.2.1. Kamera

Jedným z najbežnejších snímačov používaných v UAV je kamera, ktorá sa dá použiť na snímanie fotografií a videí s vysokým rozlíšením zhora. Bezpilotné prostriedky vybavené kamerami sa

bežne používajú na mapovanie a prieskum, ako aj na monitorovanie dopravy a udalostí veľkého rozsahu.

3.2.2. Infračervené snímače

Na druhej strane infračervené snímače môžu byť použité na detekciu tepelných stôp a poskytovanie tepelného zobrazovania, vďaka čomu sú užitočné pri úlohách, ako je pátranie a záchrana, ako aj pri vojenských aplikáciách, ako je detekcia nepriateľa a vozidiel. Infračervené snímače zohrávajú veľkú úlohu pri environmentálnom výskume v oblasti pohybu fauny, keďže prinášajú možnosť z výšky identifikovať jednotlivcov až cele stáda živočíchov bez toho aby boli vyplašene.

3.2.3. Multispektrálne a hyperspektrálne senzory

V posledných rokoch výrobcovia vyvinuli pokročilejšie senzory pre UAV, ako sú multispektrálne a hyperspektrálne senzory. Tieto senzory dokážu rozoznať a zmerať rôzne vlnové dĺžky svetla, čo umožňuje zber detailnejších a presnejších údajov. Tieto údaje možno použiť v celom rade aplikácií vrátane poľnohospodárstva, monitorovania životného prostredia a inšpekcie infraštruktúry. Multispektrálne a hyperspektrálne senzory sú pokročilé senzory používané v UAV, ktoré zachytávajú dáta v širokom rozsahu elektromagnetického spektra, od viditeľného svetla po infračervené. Tieto senzory môžu poskytnúť podrobné informácie o životnom prostredí a bežne sa používajú pri monitorovaní životného prostredia, poľnohospodárstve a lesníctve.[9]

3.2.4. Systémy LiDAR

LiDAR (Light Detection and Ranging) je pokročilá technológia diaľkového snímania, ktorá využíva laserové svetlo na meranie vzdialenosti a vytváranie 3D máp prostredia s vysokým rozlíšením. Senzory LiDAR sa stávajú čoraz využívaným nástrojom v UAV vďaka svojej vysokej presnosti a schopnosti prenikať hustou vegetáciou a poskytovať podrobné topografické informácie. [10]

Senzory LiDAR fungujú na princípe vyžarovania laserových impulzov a merania času, za ktorý sa svetlo odrazí späť od objektov v prostredí. Analýzou času a intenzity odrazeného svetla dokáže LiDARový senzor vytvoriť vysoko presnú 3D mapu prostredia, vrátane tvaru a veľkosti objektov a ich vzdialenosti od senzora.[10]

3.2.5. Magnetometre

Magnetometre sú pokročilé senzory, ktoré sa bežne používajú v UAV na meranie magnetického poľa Zeme. Sú založené na princípe zisťovania prítomnosti magnetických materiálov, ako je železo a nikel, v okolitom prostredí. Keď je magnetometer namontovaný na UAV, môže poskytnúť cenné informácie o magnetickom poli Zeme.

Jednou z dôležitých aplikácií magnetometrov v UAV je navigácia. Pomocou merania magnetického poľa Zeme môžu magnetometre poskytnúť informácie o orientácii a umiestnení UAV. Tieto informácie sú užitočné najmä v oblastiach, kde môžu byť signály GPS slabé alebo nespoľahlivé, ako napríklad v budovách alebo v blízkosti vysokej výstavby.

3.3. Hybridné pohonné systémy

Hybridné pohonné systémy sa v odvetví UAV stávajú čoraz obľúbenejšími vďaka svojej schopnosti kombinovať výhody pohonných systémov s elektrickým aj spaľovacím motorom.

Hybridné pohonné systémy ponúkajú niekoľko výhod oproti tradičným elektrickým alebo spaľovacím motorovým pohonným systémom pre UAV. Kombináciou výhod oboch systémov môžu hybridné pohonné systémy poskytnúť dlhšie letové časy, vyššiu efektívnosť a redundanciu v prípade zlyhania systému. Hybridné pohonné systémy však predstavujú aj niekoľko výziev, vrátane zvýšenej zložitosti, hmotnosti a požiadaviek na integráciu.[11]

Jedným zo spôsobov, ako prekonať výzvy hybridných pohonných systémov, je použitie pokročilých materiálov a výrobných techník. Napríklad ľahké materiály, ako sú uhlíkové vlákna, môžu byť použité na zníženie hmotnosti UAV, zatiaľ čo pokročilé výrobné techniky, ako je 3D tlač, môžu byť použité na zníženie zložitosti systému.[11]

3.4. Zvýšená autonómia

Pokroky v oblasti umelej inteligencie viedli k zvýšenému zameraniu na autonómne UAV. Autonómne UAV môžu operovať bez ľudského zásahu, vďaka čomu sú ideálne pre aplikácie, ako je pátranie a záchrana, sledovanie a prieskum.

Nedávne pokroky v technológii umožnili, aby boli UAV vybavené sofistikovanými autonómnymi systémami vrátane senzorov vyhýbania sa prekážkam, GPS a algoritmov počítačového videnia. Tieto systémy umožňujú UAV navigovať sa v zložitých prostrediach a vykonávať úlohy autonómne, bez potreby ľudského operátora.

3.5. Modulárny dizajn

Modulárny dizajn je koncept, ktorý si v priebehu rokov získava na popularite vo vývoji UAV. Zahŕňa návrh UAV takým spôsobom, aby sa dal ľahko upraviť, upgradovať alebo opraviť výmenou komponentov alebo modulov, ktoré tvoria UAV. Takéto riešenie prináša niekoľko výhod, vrátane zníženia nákladov na údržbu a zvýšenia životnosti UAV. [12]

Modulárny dizajn môže byť aplikovaný na niekoľko komponentov UAV vrátane draku lietadla, pohonného systému, systému užitočného zaťaženia a avioniky. Napríklad v draku lietadla umožňuje modulárna konštrukcia ľahkú výmenu poškodených alebo opotrebovaných komponentov, ako sú krídla alebo podvozok, bez potreby kompletnej generálnej opravy celého UAV. [12]

Modulárny dizajn pohonného systému umožňuje jednoduchú výmenu motorov alebo zdrojov energie v závislosti od požiadaviek ktoré jeho využitie prináša. Napríklad hybridný pohonný systém možno jednoducho integrovať do UAV, aby sa zvýšila výdrž a dolet.[12]

4. POTENCIÁLNY VÝVOJ UAV V RÁMCI VYUŽITIA

4.1. Ľahké materiály

V budúcnosti vieme predvídať trend snahy o odľahčenie výrobného materiálu pre UAV. Keďže hlavnou požiadavkou je čo najmenšie zaťaženie ale vysoká pevnosť a odolnosť materiálu

môžeme predpokladať aditívnu výrobu, grafén, kompozity s kovovou maticou a nanomateriály vo veľkej časti konštrukcii bezpilotných prostriedkov.

4.1.1. Aditívna výroba

Technológia UAV neustále napreduje, rastie aj dopyt po ľahkých materiáloch, ktoré ponúkajú ešte vyšší výkon a odolnosť. Jedným z budúcich trendov v konštrukcii UAV je rozhodne aditívna výroba. Aditívna výroba, známa aj ako 3D tlač, je v konštrukcii UAV čoraz populárnejšia. Umožňuje vytváranie zložitých, ľahkých konštrukcií, ktoré by bolo ťažké vyrobiť pomocou tradičných výrobných metód. Táto technológia umožňuje rýchle prototypovanie a výrobu zložitých dielov, čím sa znižuje čas a náklady na výrobu. Umožňuje tiež vytváranie ľahkých, ale pevných komponentov, čím sa zlepšuje výkon a účinnosť UAV. Keďže sa technológia 3D tlače neustále zlepšuje a stáva sa čoraz dostupnejšou, bude mať pravdepodobne významný vplyv na priemysel UAV, čo umožní väčšie prispôsobenie a inovácie v dizajne a výrobe UAV.[13]

Ďalšou výhodou použitia technológie 3D tlače v konštrukcii UAV je schopnosť vytvárať ľahké, ale pevné komponenty. Optimalizáciou dizajnu a vlastností materiálu môžu byť 3D tlačené diely vyrobené tak, aby boli rovnako pevné ako tradičné výrobné metódy, pričom sú výrazne ľahšie. To môže zvýšiť čas letu a kapacitu užitočného zaťaženia UAV, čo im umožní používať na dlhšie misie alebo niesť pokročilejšie senzory a užitočné zaťaženie. [13]

Okrem toho možno technológiu 3D tlače použiť na vytváranie dielov so zložitými geometriami, ktoré by bolo ťažké alebo nemožné vyrobiť tradičnými výrobnými metódami. To môže viesť k efektívnejšiemu dizajnu a lepšej aerodynamike, čím sa zlepší celkový výkon UAV.

4.1.2. Grafén

Grafén je materiál, ktorý si v posledných rokoch získal významnú pozornosť vďaka svojim jedinečným vlastnostiam, akými sú vysoká mechanická pevnosť a vynikajúca elektrická vodivosť. Vďaka týmto vlastnostiam je grafén atraktívnym materiálom na použitie v rôznych aplikáciách vrátane UAV. [14]

Jednou z potenciálnych aplikácií grafénu v UAV je konštrukcia ľahkých a pevných komponentov. Grafén má vysoký pomer pevnosti k hmotnosti, vďaka čomu je ideálny na použitie v komponentoch, ako sú draky lietadiel, krídla a podvozky. Jeho elektrickú vodivosť možno využiť aj pri vývoji ľahkých a účinných elektrických systémov, ako sú batérie a motory. [14]

Ďalšou potenciálnou aplikáciou grafénu v UAV je vývoj pokročilých senzorov. Sensory na báze grafénu sa ukázali ako sľubné pri detekcii širokého spektra stimulov vrátane plynov, chemikálií a elektromagnetických polí. Tieto senzory môžu byť použité v UAV na monitorovanie prostredia, detekciu nebezpečných materiálov a navigáciu.

4.1.3. Kompozity s kovovou maticou

Kompozity s kovovou maticou (MMC) sú materiály, ktoré sú tvorené kovovou maticou vystuženou sekundárnym materiálom, ako sú keramické alebo uhlíkové vlákna. Výsledný materiál má zlepšené mechanické vlastnosti, vrátane vyššej

pevnosti, tuhosti a odolnosti proti opotrebovaniu, vďaka čomu je vhodný na použitie v UAV.

Jednou z možných aplikácií MMC v UAV je konštrukcia drakov lietadiel a konštrukčných komponentov. Vysoká pevnosť a tuhosť MMC ich robí ideálnymi na použitie v aplikáciách, kde je kritické zníženie hmotnosti, ako napríklad v UAV. Vďaka vylepšenej odolnosti MMC proti opotrebovaniu sú tiež ideálne na použitie v náročnejšom prostredí, ako sú vojenské alebo priemyselné aplikácie.

4.2. Nanomateriály

Jednou z potenciálnych aplikácií nanomateriálov v UAV je konštrukcia ľahších, pevnejších a odolnejších materiálov. Napríklad uhlíkové nanorúrky (CNT) možno použiť na vystuženie kompozitných materiálov používaných v UAV, čo vedie k zlepšeniu pevnosti a tuhosti. Podobne môžu byť do polymérov pridané nanočastice, aby sa vytvorili ľahké, vysoko pevné materiály so zlepšenými tepelnými a elektrickými vlastnosťami. [14]

4.3. Miniaturizácia

Miniaturizácia je ďalším trendom vo vývoji a konštrukcii UAV. Ako technológia neustále napreduje, bezpilotné prostriedky sú stále menšie a ľahšie, pričom si stále zachovávajú svoju funkčnosť a schopnosti.

Miniaturné UAV zvyčajne vážia menej ako 100 gramov a zmestia sa do dlane. Napriek svojej malej veľkosti sú tieto bezpilotné lietadla vybavené pokročilými funkciami, ako sú kamery s vysokým rozlíšením, senzory a autonómne navigačné schopnosti.

Miniaturizácia tiež otvára nové možnosti pre aplikácie UAV. Výskumníci napríklad skúmajú využitie miniaturné UAV na monitorovanie životného prostredia, kde môžu byť použité na zber údajov o ťažko dostupných oblastiach, ako sú lesy alebo oceány. Miniaturné UAV je možné použiť aj na lekárske doručovanie v odľahlých oblastiach, pretože dokážu prepravovať malé balenia liekov alebo zdravotníckych pomôcok.

4.4. Vylepšená technológia batérií

Vylepšenie batérií a jej výkonnosti je ďalším dôležitým trendom vo vývoji UAV. S intenzívnym vývojom bezpilotných prostriedkov, zvyšovaním ich výkonu a hmotnosti, požiadavky na batérie pre UAV sa zvyšujú, čo vedie k potrebe výkonnejších batérií s dlhšou životnosťou.

Tradičné batérie pre bezpilotné prostriedky sú zvyčajne založené na lítium-iónovej technológii, ktorá poskytuje vysokú hustotu energie, ale je obmedzená z hľadiska kapacity a životnosti. Objavujú sa však nové technológie batérií, ktoré ponúkajú lepší výkon a efektívnosť.

Jednou z takýchto technológií sú polovodičové batérie, ktoré namiesto tekutého alebo gélového elektrolytu používaného v tradičných batériách využívajú tuhý elektrolyt. Polovodičové batérie majú potenciál ponúknuť vyššiu hustotu energie, rýchlejšie nabíjacie časy a lepšiu bezpečnosť v porovnaní s tradičnými batériami.

Ďalšou sľubnou technológiou sú batérie na báze grafénu, ktoré využívajú grafén ako vodivý materiál na zlepšenie výkonu batérie. Grafénové batérie ponúkajú rýchlejšie nabíjacie časy, vyššiu hustotu energie a dlhšiu životnosť v porovnaní s tradičnými batériami. [14]

Okrem týchto nových technológií batérií výskumníci tiež skúmajú spôsoby, ako zlepšiť účinnosť existujúcich batérií. To zahŕňa vývoj nových nabíjacích algoritmov a systémov, ktoré môžu maximalizovať výkon a životnosť lítium-iónových batérií.

4.5. Hybridné pohonné systémy

Ďalším trendom sa predpokladá používanie palivových článkov v hybridných pohonných systémoch, ktoré ponúkajú niekoľko výhod oproti tradičným spaľovacím motorom. Palivové články premieňajú vodík alebo iné palivá na elektrickú energiu, ktorú možno použiť na napájanie elektromotora UAV. Palivové články ponúkajú vysokú účinnosť, nízke emisie a tichú prevádzku, čo z nich robí atraktívnu alternatívu k tradičným spaľovacím motorom. Tradičné spaľovacie motory produkujú hluk ako vedľajší produkt spaľovacieho procesu, ktorý môže byť obťažujúci v obytných zónach alebo rušiť zver v prírodných oblastiach. [15]

Jednou z hlavných výhod palivových článkov je ich vysoká hustota energie. Palivové články môžu produkovať až trikrát viac energie na jednotku hmotnosti ako tradičné batérie, čo umožňuje dlhší čas letu a väčší dosah pre UAV. Palivové články navyše produkujú veľmi nízke emisie, keďže jediným vedľajším produktom elektrochemickej reakcie je vodná para. To z nich robí atraktívnu možnosť pre UAV, ktoré musia fungovať v environmentálne citlivých oblastiach, ako sú prírodné rezervácie alebo mestské oblasti. [15]

Primárnym problémom vodíkových palivových článkov je nedostatočná infraštruktúra na ich tankovanie spojená s ich relatívne vysokými nákladmi. Scenár sa však postupne mení, pretože náklady na palivové články sa znižujú. To podnietilo aj popredných výrobcov automobilov, aby prijali vodíkové palivové články a začali hromadne vyrábať vozidlá, ktoré na nich jazdia. [16]

4.6. Bepilotné lietajúce taxi

Bepilotné lietajúce taxi, známe aj ako lietajúce autá, sú konceptom, ktorý už dlho priťahuje predstavivosť spisovateľov sci-fi a futuristov. S pokrokom v technológii a inžinierstve sa táto myšlienka v blízkej budúcnosti môže stať realitou. Bepilotné lietajúce taxi majú potenciál spôsobiť revolúciu v spôsobe cestovania a ponúkajú rýchlejšie, efektívnejšie a ekologickejšie možnosti dopravy.

Bepilotné lietajúce taxi je typ lietadla s vertikálnym vzletom a pristátím (VTOL), ktoré využíva elektrický alebo hybridný pohon na vzlet a pristátie vertikálne a potom na prechod na dopredný let na dlhšie vzdialenosti. Tieto vozidlá sú navrhnuté tak, aby boli autonómne, pričom na ich obsluhu nie je potrebný fyzicky prítomný pilot. Na výmenu pilotovi prichádza pokročilý softvér a senzory na navigáciu vo vzduchu, vyhýbanie sa prekážkam a zaistenie bezpečnosti cestujúcich.

Jednou z hlavných výhod bezpilotných lietajúcich taxi je, výrazne skrátenie času cestovania. V preplnených mestách, kde sú hlavným problémom dopravné zápchy, môžu lietajúce autá

obísť preplnené cesty a letieť priamo do cieľa. To môže dochádzajúcich ušetriť hodiny cestovania každý deň, zlepšiť ich kvalitu života a produktivitu. Okrem toho môžu bezpilotné lietajúce taxi ponúkať priame trasy do destinácií, čím sa ďalej skracuje čas cesty a zvyšuje sa efektívnosť.

4.7. Trend doručovania bezpilotnými lietadlami

Trend využitia bezpilotných lietadiel na donášku

v posledných rokoch naberá na popularite. Ako technológia napreduje, stále viac spoločností skúma využitie UAV na účely doručovania, najmä pre malé a ľahké balíky

Použitie UAV na doručenie ponúka niekoľko výhod. Najväčšou výhodou je rýchlosť. Bepilotné prostriedky dokážu doručiť balíky v priebehu niekoľkých minút v porovnaní s hodinami alebo dňami, ktoré by trvali tradičné spôsoby doručenia. Táto rýchlosť je užitočná najmä pri urgentných zdravotníckych zásobách alebo núdzových situáciách. Po druhé, používanie UAV na doručovanie je ekologickjšie ako tradičné spôsoby doručovania. UAV neprodukujú emisie a vyžadujú menej energie na prevádzku ako dodávky alebo lietadlá. Po tretie, UAV sa môžu dostať do vzdialených alebo ťažko prístupných oblastí, kde môžu byť tradičné spôsoby doručenia nepraktické alebo nemožné.

Napriek týmto výhodám má používanie UAV na doručenie aj určité nevýhody. Významnou nevýhodou je obmedzený dosah a kapacita užitočného zaťaženia. Väčšina bezpilotných prostriedkov môže lietať len na obmedzenú vzdialenosť a niesť malý balík. Preto nie sú vhodné na doručovanie veľkých alebo ťažkých predmetov. Okrem toho sú UAV citlivé na poveternostné podmienky, ako je silný vietor, dážď a sneh, čo môže spôsobiť, že dodávky nie sú možné alebo sú nebezpečné. A napokon, používanie UAV na doručovanie vyvoláva obavy o súkromie a bezpečnosť.

Na záver možno povedať, že trend doručovania bezpilotnými lietadlami je sľubným vývojom vo svete logistiky a dopravy. Aj keď existujú výzvy a obmedzenia, ktoré treba prekonať, potenciálne výhody používania bezpilotných lietadiel na doručovanie sú značné. Keďže technológia neustále napreduje a zavádzajú sa predpisy, môžeme očakávať, že v budúcnosti dôjde k rozsiahlejšiemu používaniu UAV v sfére donášky.

5. ZÁVER

Primárnym cieľom tejto práce bolo získať a preskúmať pomocou analýzy údaje o súčasných bezpilotných lietadlách a posúdiť súčasné trendy, ktoré by mohli ovplyvniť budúcnosť tejto oblasti. Analýza rôznych zdrojov ukázala, že konštrukcia UAV predovšetkým závisí od budúceho využitia bezpilotného prostriedku.

Na záver možno povedať, že bezpilotné lietadlá spôsobili revolúciu v mnohých priemyselných odvetviach a čoraz viac sa používajú v širokej škále aplikácií. Od vojenských a komerčných aplikácií po vyhľadávanie a záchranu osôb, monitorovanie životného prostredia a poľnohospodárstvo, UAV poskytujú nové riešenia starých problémov. Jedným z kľúčových faktorov poháňajúcich rozvoj UAV je trend smerovania k ľahkým materiálom, ktoré umožňujú dlhšie letové časy a dovoľujú niesť väčšie užitočné zaťaženie.

Hybridné pohonné systémy sú tiež hlavným trendom v konštrukcii UAV s použitím palivových článkov, ktoré ponúkajú vysokú hustotu energie, nízke emisie a tichú prevádzku. Použitie pokročilých senzorov, ako sú multispektrálne a hyperspektrálne senzory, LiDAR a magnetometre, tiež poskytuje nové príležitosti na zber a analýzu údajov, čo umožňuje UAV vykonávať širokú škálu úloh.

Modulárny dizajn je ďalším trendom v konštrukcii UAV, ktorý umožňuje jednoduché prispôbenie a údržbu, ktoré sú obzvlášť dôležité v komerčnom a priemyselnom sektore, kde sa UAV používajú na kontrolu, prieskum a monitorovanie.

Celkovo sú trendy v konštrukcii UAV zamerané na zlepšenie výkonu, spoľahlivosti a všestrannosti. Ako sa technológia neustále vyvíja, môžeme očakávať, že uvidíme ešte viac pokrokov v konštrukcii UAV s novými materiálmi, pohonnými systémami a senzormi. Vďaka svojej schopnosti pracovať vo vzdialených a nebezpečných prostrediach sú UAV pripravené stať sa čoraz dôležitejším nástrojom pre širokú škálu priemyselných odvetví a aplikácií.

Podakovanie

Článok je publikovaný ako jeden z výstupov projektu **313011ATR9** "Výskum a vývoj využiteľnosti autonómnych lietajúcich prostriedkov v boji proti pandémiej COVID-19".

Referencie

- [1] Rozhodnutie č. 2/2019 zo 14.11. 2019, ktorým sa určujú podmienky vykonania letu lietadlom spôsobilým lietať bez pilota a vyhlasuje zákaz vykonania letu určených kategórií lietadiel vo vzdušnom priestore Slovenskej republiky. [online] [cit. 2022-12-12] Dostupné na internete: <http://nsat.sk/wp-content/uploads/2019/11/R2-2019.pdf>
- [2] The Impact of Drones on Future of Military Warfare [online] [cit. 2023-3-24] Dostupné na internete: <https://www.zenadrone.com/drones-impact-the-future-of-military-warfare/>
- [3] Giordan, D., Adams, M.S., Aicardi, I. The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for engineering geology applications. *Bull Eng Geol Environ* **79**, 3437–3481 (2020). [online] [cit. 2023-3-24] Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1007/s10064-020-01766-2>
- [4] Nishar A., Richards S., Breen D., Robertson J., Breen B., Thermal infrared imaging of geothermal environments and by an unmanned aerial vehicle (UAV): A case study of the Wairakei – Tauhara geothermal field, Taupo, New Zealand, 2016, ISSN 0960-1481, [online] [cit. 2023-2-19] Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.09.042>.
- [5] Asadzadeh S., Wilson J., Roberto C., UAV-based remote sensing for the petroleum industry and environmental monitoring: State-of-the-art and perspectives, *Journal of Petroleum Science and Engineering*, ISSN 0920-4105, [online] [cit. 2023-2-14] Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2021.109633>

- [6] The How and Why of Using Drones for Search and Rescue Operations?
- [7] [online] [cit. 2023-3-24] Dostupné na internete: <https://www.flytnow.com/blog/drones-for-search-rescue>
- [8] Muchiri G. N., Kimathi S., A Review of Applications and Potential Applications of UAV, [online] [cit. 2023-2-04] Dostupné na internete: <https://sri.ikuat.ac.ke/jkuatsri/index.php/sri/article/view/325>
- [9] Exploring the Different Materials Used in Drone Design. [online] [cit. 2023-01-11] Dostupné na internete: <https://ts2.space/en/what-are-the-expected-materials-and-construction-options-for-a-drones-design/>
- [10] Ing. Mgr. Smejkalová E., Vybrané metódy diaľkového prieskumu zeme pre detegovanie pevninských ropných presako. [online] [cit. 2023-01-11] Dostupné na internete: <file:///C:/Users/anasy/Downloads/Smejkalova.pdf>
- [11] Wallace L, Lucieer A, Watson C, Turner D. Development of a UAV-LiDAR System with Application to Forest Inventory. *Remote Sensing*. 2012; 4(6):1519-1543. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.3390/rs4061519>
- [12] Lipovský P, Draganová K, Novotňák J, Szőke Z, Fiľko M. Indoor Mapping of Magnetic Fields Using UAV Equipped with Fluxgate Magnetometer. *Sensors*. 2021; 21(12):4191. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.3390/s21124191>
- [13] HOW DOES A DRONE'S MODULAR DESIGN SYSTEM WORK? [online] Dostupné na internete: <https://ts2.shop/en/posts/how-does-a-drones-modular-design-system-work>
- [14] Za hranicou možného, Aditívna výroba – nový spôsob myslenia. [online] Dostupné na internete: <https://www.voestalpine.com/highperformancemetals/slovakia/sk/sluzby/aditivna-vyroba/>
- [15] Potential of Nanotechnology and Graphene in Unmanned Aerial Vehicles (UAV) for the Aerospace Industry. [online] Dostupné na internete: https://nanomalaysia.com.my/news_articles/potential-of-nanotechnology-and-graphene-in-unmanned-aerial-vehicles-uav-for-the-aerospace-industry/
- [16] Mohamed Nadir Boukoberine, Zhibin Zhou, Mohamed Benbouzid. 2019. [online]. Power Supply Architectures for Drones - A Review. [cit. 2020-04-07]. Dostupné na internete: https://www.researchgate.net/publication/336669179_Power_Supply_Architectures_for_Drones_-_A_Review
- [17] Kristina Rudich. 2019. Drony pracujúce na vodíku: prečo nie sú nebezpečné a ako ich spoločnosť BM Power startup používa v ropnom priemysle a dodávkach nákladu. (v ruštine). [online]. [cit. 2020-04-15]. Dostupné na internete: <https://hightech.fm/2019/10/22/bm-power>
- [18] You may be able to book a flying taxi within three years. [online]. Dostupné na internete: <https://www.bbc.com/news/business-58895259>
- [19] Why Amazon, UPS and even Domino's is investing in drone delivery services. [online]. Dostupné na internete: <https://www.insiderintelligence.com/insights/drone-delivery-services/>