

ORCID 0000-0003-2186-6877

İNTELLEKTUAL MATERIALLARIN MÜASİR UÇAN APARATLARDA TƏTBİQİ

^{1,2} Həsənov V.H., ³İmanov E.A., ³Süleymanov T.A., ¹Həsənova L.A.

¹ “Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası” PHŞ

AZ1000, Bakı şəh., Z.Əliyeva küç., 18

² Azərbaycan Texniki Universitet

AZ1148, Bakı şəh., H.Cavid pr., 25

³ H.Əliyev adına Hərbi İnstitut

AZ1018, Bakı şəh., P.Həşimiov küç., 9

E-mail: vgasanov2002@yahoo.com, elmanimanov350@gmail.com

Xülasə. Məqalədə intellektual materialların müasir aviasiyada tətbiqini və onların üstünlüklərini araşdırmışıq. Müasir aviasiya sahəsində sürətli texnoloji inkişaf həm təyyarə dizaynında, həm də material seçiminin optimallaşdırılmasında mühüm rol oynayır. İntellektual materiallar və ya „ağıllı materiallar“, son illərdə aviasiya texnologiyasında tətbiq edilən yenilikçi texnologiyalar arasında xüsusi diqqət çəkir. Bu materiallar xarici şəraitin dəyişikliklərinə reaksiya verə bilən, çevik, yüngül və davamlı xüsusiyyətlərə malikdir.

Nəticə etibarilə, intellektual materialların müasir aviasiyada tətbiqi, gələcəkdə daha təhlükəsiz, daha yüngül və səmərəli uçuşların təmin edilməsində mühüm addım olaraq qiymətləndirilir. Təklif edilən intellektual materiallar ətraf mühiti çirkəndirmir və bir çox üstünlüklərə malikdir.

Аннотация. В статье рассмотрели применение интеллектуальных материалов в современной авиации и их преимущества. В области современной авиации быстрое технологическое развитие играет важную роль как при проектировании самолетов, так и при оптимизации выбора материалов. Среди инновационных технологий, применяемых в авиационной технике в последние годы, особое внимание привлекают интеллектуальные материалы или «умные материалы». Эти материалы обладают гибкими, легкими и прочными свойствами, способными реагировать на изменения внешних условий.

В результате применение интеллектуальных материалов в современной авиации считается важным шагом в обеспечении более безопасных, легких и эффективных полетов в будущем. Предлагаемые интеллектуальные материалы не загрязняют окружающую среду и имеют множество преимуществ.

Abstract. In the article, we have examined the application of intellectual materials in modern aviation and their advantages. In the field of modern aviation, rapid technological development plays an important role both in aircraft design and in the optimization of material selection. Intellectual materials or "smart materials" draw special attention among the innovative technologies applied in aviation technology in recent years. These materials have flexible, light and durable properties that can react to changes in external conditions.

As a result, the application of intellectual materials in modern aviation is considered an important step in ensuring safer, lighter and more efficient flights in the future. The proposed intellectual materials do not pollute the environment and have many advantages.

Açar sözlər: intellektual material, nano material, sensor, fibier-optik sensorlar, maqnetoreoloji maye, elektoreoloji maye,

Ключевые слова: интеллектуальный материал, наноматериал, датчик, оптоволоконные датчики, магнитореологическая жидкость, электрореологическая жидкость

Key words: intellectual material, nano material, sensor, fiber-optic sensors, magnetorheological fluid, electrorheological fluid

Giriş. Aerokosmik sənayedə intellektual materialların tətbiqi müasir texnologiyanın inkişafında inqilabi dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Bu materiallar, sensorlar və aktuatorlar kimi funksional komponentlər vasitəsilə ətraf mühiti hiss etmək, analiz etmək və dəyişkən şərtlərə avtomatik cavab vermək qabiliyyətinə malikdir. Onların tətbiqi aviasiyada konstruksiyaların çəkisinin azalmasına və təhlükəsizlik səviyyəsinin yüksəldilməsinə kömək edir.

İntellektual materiallar sayəsində təyyarələrə öz vəziyyətini “hiss etmək” və potensial struktur problemlərini vaxtında aşkar etmək imkanı verir ki, bu da xidmət müddətini uzadır və təmir xərclərini azaldır. Bu texnologiyalar həmçinin aviasiyanın ekoloji izini azaltmaq üçün mühüm rol oynayır, çünki yanacaq sərfiyyatının optimallaşdırılmasına və karbon emissiyalarının azalmasına şərait yaradır. İntellektual materialların təyyarədə tətbiq edilməsi şəkil 1-də göstərilib [1].



***Şəkil 1.** İntellektual materialların təyyarədə tətbiq edilməsi*

İntellektual materiallar aviasiyada ilk dəfə XX əsrin əvvəllərində tətbiq edilməyə başlamışdır. Bu, xüsusən Wright qardaşlarının 1903-cü ildə həyata keçirdikləri ilk mühərrikli uçuşdan sonra baş verən texnoloji inkişaflarla əlaqədardır.

Wright qardaşlarının uçuş idarəetmə sistemi ilə bağlı 1906-cı ildə patent aldılar, bu da intellektual mülkiyyətin aviasiyada rəsmi olaraq qeydiyyatla alınması və istifadəsinin başlanğıcı hesab edilə bilər. Onlar qanadın əyilməsi sistemi kimi yeni aerodinamik həllər tətbiq etmişdilər ki, bu da təyyarələrin sabitliyini artırdı. Bu cür yeniliklərin patentləşdirilməsi intellektual mülkiyyət hüququnun aviasiyada istifadəsini rəsmi hala gətirdi.

İntellektual materiallar əsasən XX əsrin sonlarına doğru daha çox aviasiyada tətbiq edilməyə başlamışdır. Bu materiallar, xarici mühitin təsirindən, öz xüsusiyyətlərini dəyişə bilən “ağıllı” materiallar kimi təsvir edilir. Onlar aviasiyada performansını artırmaq, çəkini azaltmaq, yanacaq sərfiyyatını azaltmaq və təhlükəsizlik səviyyəsinin yüksəltmək məqsədilə istifadə olunmağa başlamışdır.

İntellektual materiallar „forma yaddaş ərintiləri,, texnologiyaları aviasiyada ilk istifadəsi 1980-1990-cı illərdən başlamışdır. Bu materiallar deformasiya olunduqda müəyyən bir temperaturda öz ilkin formasına qayıda bilər. Məsələn, uçuş aparatlarında hərəkət edən elementlər, qanadların uçları və digər hissələrdə tətbiq olunur. İntellektual kompozit materiallar da aviasiyada geniş tətbiq tapmışdır. Materiallar özlərini elektromaqnit dalğaları, temperatur dəyişikliyi və ya mexaniki yükləməyə cavab olaraq dəyişə bilər[2].

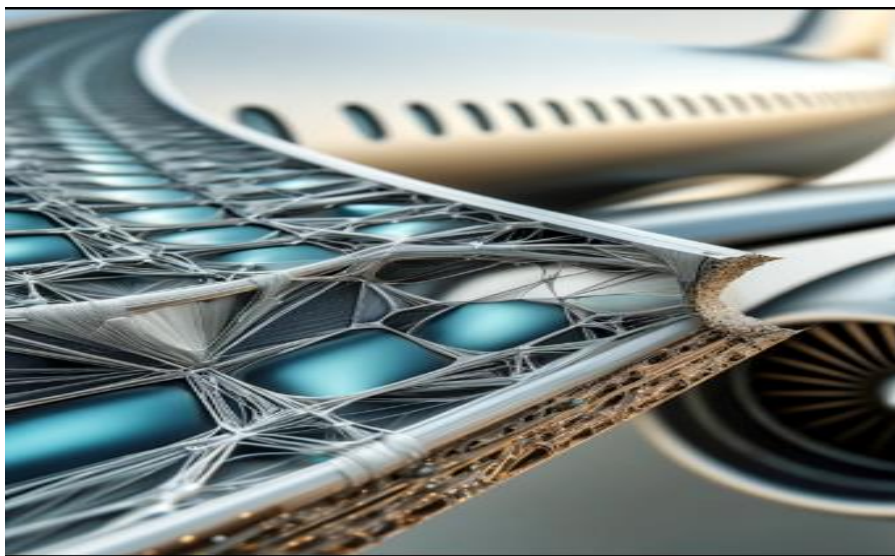
İntellektual materialların təsnifatı. İntellektual materiallar müasir təyyarələrin konstruksiyasında istifadə olunan ən perspektivli texnologiyalardan biridir. Struktur Sağlamlıq

Monitorinqi sistemləri təyyarələrin strukturu boyunca yerləşdirilən sensorlar vasitəsilə real vaxt rejimində strukturun vəziyyətini izləyir. Piezoelektrik və fibier-optik sensorlar, strukturuna daxil edilmiş çatlar, təzyiq və ya hər hansı digər mexaniki gərginliklər haqqında məlumat toplayaraq, təmir ehtiyacını vaxtında müəyyənləşdirir. Bu sistem təhlükəsizliyi artırmaqla yanaşı, həm də texniki xidmət xərclərini azaltmağa kömək edir [4].

Özünü təmir etmə texnologiyaları aviasiyada texniki xidmət və təmir işlərini asanlaşdırmaq üçün perspektivli yanaşmalardan biridir. Bu texnologiyaların tətbiq edildiyi materiallar mikro çatların və ya zədələrin meydana gəlməsi zamanı avtomatik olaraq özlərini bərpa edə bilirlər. Bu, xüsusilə təyyarənin struktur komponentlərinin davamlılığı və etibarlılığı üçün əhəmiyyətlidir.

Nəticədə, təyyarələrin strukturları daha yüngül və daha davamlı olur.

Son illərdə aviasiyada intellektual polimerlər və nano – materiallar inkişaf etdirilməyə başlamışdır ki, bunlar təyyarələrin və pilotsuz uçan aparatların aerodinamik xüsusiyyətlərini artırmağa və onların strukturunu optimallaşdırmağa imkan verir. İntellektual materialların təyyarə qanadında tətbiq edilməsi şəkil 2-də göstərilib. Ümumiyyətlə, intellektual materiallar aviasiyada texnoloji inqilabın bir hissəsi kimi tətbiq olunmağa davam edir və bu sahədə gələcəkdə də daha çox yeniliklər olacağı gözlənilir.



Şəkil 2. İntellektual materialların təyyarə qanadında tətbiq edilməsi

İntellektual materiallar özlərinin xarici təsirlərə reaksiya verə bilmə qabiliyyətinə görə müxtəlif kateqoriyalara bölünür:

Piezoelektrik materiallar – mexaniki stress nəticəsində elektrik cərəyanı yarada bilən və ya tərsinə, tətbiq olunan elektrik sahəsi nəticəsində mexaniki deformasiyaya məruz qalan materiallardır. Piezoelektrik materiallar müəyyən mexaniki təzyiqlər altında elektrik yükü yaranmasına səbəb olan materialdır. Bu materiallar xarici mexaniki təsirlər (məsələn: sıxılma, əyilmə və ya gərilmə) nəticəsində elektrik yükləri toplayır və eyni zamanda onlara elektrik gərginliyi tətbiq edildikdə mexaniki vibrasiya və ya hərəkət yaradırlar [6].

Piezoelektrik materiallar əsasən kristal strukturlu materiallara, məsələn, kvars, keramik materiallar bəzi polimerlər və s. daxildir. Onlar bir çox tətbiq sahələrində, o cümlədən sensorlar, aktuatorlar, ultrasonik qurğu və yüksək dəqiqlik texnikalarında geniş istifadə edilir. Piezoelektrik və maqnetoreoloji materiallar səs-küy və vibrasiya ilə bağlı problemlərin həlli üçün aviasiyada geniş istifadə olunur. Təyyarə mühərriklərinin vibrasiyasını azaltmaq üçün aktiv vibrasiya nəzarət sistemləri yaradılır. Bu sistemlər vibrasiyanı real vaxtda təyin edərək, qarşılama siqnalları göndərir

və vibrasiya səviyyəsini azaldır. Bununla həm sənişinlər üçün daha rahat uçuş təmin olunur, həm də təyyarənin xidmət müddəti uzadılır.

Piezoelektrik Materialların davamlı olaraq, bu materialların tətbiq sahələrini və iş prinsipini daha dərinədən nəzərdən keçirək.

İş prinsipi: Piezoelektrik Materialların mexaniki təsirə məruz qaldıqda onların molekulyar strukturu deformasiyaya uğrayır və bu zaman materialın içərisində müsbət və mənfi yüklərin ayrılması baş verir. Bu fenomen piezoelektrik effekt adlanır və iki istiqamətdə işləyir.

- Birbaşa Pyezoelektrik Effekt-mexaniki gərginlik effekt gərginliyi yaradır.

- Əks Pyezoelektrik Effekt-elektrik gərginliyi materialda mexaniki deformasiyaya səbəb olur.

Pyezoelektrik materiallar aerokosmik sahədə tətbiq: Onlar əsasən sensorlar, aktuatorlar və vibrasiyaya nəzarəti sistemlərində istifadə olunur.

- Sensorlar: Piezoelektrik materialların təzyiq, güc və titrəmələri ölçən sensorlarda istifadə olunur. Məsələn təyyarə, avtomobil mühərriklərində, mikrofonlarda və akselerometrlərdə.

- Aktuatorlar: Elektrik enerjisini mexaniki hərəkətə çevirir.

Forma Yaddaşlı Materiallar – Bu materiallar istilik tətbiq ilə əvvəlki formasını bərpa edə bilən xüsusiyyətə malikdir. Aviasiyada formaya yaddaş materialları əsasən qanad strukturların özünü təmir etməsi və vibroizolyasiya sistemində tətbiq olunur. Formayaddaşlı materialdan PUA-nın qanadının əyilməsi şəkil 3-də göstərilib [3].



Şəkil 3. Formayaddaşlı materialdan PUA-nın qanadının əyilməsi:

a) əvvəlki vəziyyət; b) əyilmiş vəziyyət.

Forma yaddaşlı materialları əsasən nikel-titan ərintilərdən hazırlanır, lakin bəzi digər kompozitlər də istifadə olunur, məsələn, mis, alüminium və dəmir əsaslı ərintilər[5].

Forma Yaddaşlı Materialları qanadların aerodinamik parametrlərinin dəyişdirilməsi üçün istifadə olunur. Bu materialların tətbiqi qanadların şəklini çevik şəkildə dəyişərək hava müqavimətini azaltmağa və yanacaq sərfiyyatını optimallaşdırmağa imkan verir.

Forma Yaddaşlı Materialları əsasında işləyən aktuatorlar mexaniki komponentlərdən daha az yer tutur və daha az çəkili olur, buda təyyarələrin çəkisini azalmasına və effektivliyinin artırılmasına səbəb olur.

Forma yaddaşlı materialların aerokosmik sahədə tətbiqi. Uçuş aparatlarının qanadlarının və digər struktur komponentlərinin şəklinin aktiv şəkildə dəyişdirmək üçün istifadə olunur;

- Sızdırmazlıq sistemləri bu sistemlər aerokosmik sənayedə hermetik sızdırmazlıq təmin edən sistemlərdə də istifadə olunur. Məsələn, mühərriklərin müxtəlif hissələrində sızmaların qarşısını almaq üçün;

- Zərbəyə davamlılıq və öz -özünə bərpa, aerokosmik strukturlara düşən zərbələr nəticəsində bu materiallar bükülmə və deformasiya ilə qarşılaşdıqda, yenidən ilkin formalarını bərpa edə bilir.

Bu materiallar həm də kosmosda sərt mühitlərə qarşı dayanıqlı olduqları üçün və ağırlığı azaltmağa kömək etdikləri üçün aerokosmik texnologiyalar üçün ideal seçimdir.

Maqnetoreoloji və Elektoreoloji Mayelər – Bu mayelər elektrik və ya maqnit sahəsi tətbiqi ilə öz viskozitesini (xarici təsirdən aslı olaraq axıcılığın dəyişə bilən maddə) dəyişə bilən materiallardır. Bu cür materiallar, əsasən, vibrasiya amortizatorları və aktuatorlar kimi dinamik idarə olunan sistemlərdə istifadə olunur.

Maqnetoreoloji mayelər - maqnit sahəsinin təsiri altında axıcılığını sürətlə dəyişdirə bilən mayedir. Onlar əsasən dağınıq maqnit hissəciklərdən ibarət kolloid məhluldan ibarətdir və maqnit sahəsinə məruz qaldıqda, hissəciklər düzümlü zəncirlər əmələ gətirir. Bu proses mayenin axıcılığını ciddi şəkildə azaldır və onu demək olar ki, qatı hala gətirə bilər.

Maqnetoreoloji mayələrin aerokosmik sahədə tətbiqi: Vibrasiya idarəetmə sistemləri aerokosmik texnikalarda, xüsusən də mühərriklər və qanad sistemlərində vibrasiyaların qarşısını almaq üçün amortizatorlarda istifadə olunur. Maqnit sahəsinin dəyişdirilməsi ilə sistemin sərtliyini və vibrasiyalara olan reaksiya sürətini tənzimləmək mümkündür.

- Aktiv dayaq sistemləri uçuş aparatlarının stabilizasiyası və strukturun optimallaşdırılması üçün istifadə edilən aktuator və dayaq mexanizmlərində maqnetoreoloji mayələrdən istifadə edilir.

- Maqnetoreoloji mayelər əyləc mexanizmlərində istifadə olunur, beləliklə, idarə olunan şəkildə sürəti tənzimləmək mümkün olur.

Elektoreoloji Mayelər – elektrik sahəsinin təsir ilə axıcılıq xüsusiyyətlərini dəyişir. Bu mayelər əsasən dielektrik materiallardan və mayedən ibarətdir. Onlar yüksək elektrik sahəsinə qaldıqda hissəciklər arasında elektrostatik qüvvələr yaranır və mayenin strukturu dəyişərək axıcılığı azalır.

Elektoreoloji mayələrin aerokosmik sahədə tətbiqi: Aerokosmik texnologiyalarda elektoreoloji mayelər vibrasiyanın qarşısını almaq üçün istifadə olunur, xüsusən də kosmos gəmilərində və peyklərdə.

- Elektrik sahəsinə cavab verən elektoreoloji mayelər aerokosmik texnologiyalarda zərbələrin və ya mexaniki yüklərin azalması üçün istifadə olunur.

Hər iki növ mayenin üstünlükləri yüksək reaksiya sürəti və idarə oluna bilmə qabiliyyətidir. Onlar kosmik gəmilərdə, peyklərdə və digər aerokosmik qurğularda vibrasiyaların idarə olunmasında və strukturun sabitliyinin qorunmasında vacib rol oynayır.

İntellektual Materialların gələcək inkişaf perspektivləri. İntellektual Materialların aviasiyada tətbiqi sahəsində tədqiqatlar davam edir və gələcəkdə onların istifadəsi daha geniş miqyas alacaq. Xüsusilə, adaptiv qanad sistemlərinin daha da təkmilləşdirilməsi, təyyarələrin çəkisinin daha da azaldılması və yanacaq səmərəliliyinin artırılması kimi məqsədlər qarşıda duran əsas hədəflərdəndir. Həmçinin, intellektual materialların müxtəlif fəzalar arasında keçid etmə qabiliyyətinin inkişaf etdirilməsi onların daha mürəkkəb funksiyalar yerinə yetirməsinə imkan verəcəkdir [7]. Bu materialların inkişaf perspektivləri bir neçə əsas istiqamətdə təkmilləşdirilə bilər:

A. Nanomateriallar. Nanoölçülü strukturlar intellektual materialların xüsusiyyətlərini təkmilləşdirmək üçün istifadə olunur. Bu, daha yüngül, daha davamlı və daha funksional materialların yaradılmasına imkan verəcək. Nanoelektronika, tibbi texnologiyalar və enerjiyə qənat edən cihazlar üçün yeni imkanlar yaradacaq.

B. Binik materiallar. Təbii materialların xüsusiyyətlərini təkrarlayan və ya təkmilləşdirən intellektual materiallar yaradılacaq. Bu materiallar insan toxumalarını təqlid edə və ya onlardan daha yaxşı performans göstərə bilər, protezlər və bioloji qurğular üçün.

C. Enerji istehsalı və saxlanması. Ağıllı materiallar daha effektiv enerji saxlama sistemləri üçün istifadə edilə bilər. Məsələn, intellektual batareyalar öz şəraitinə uyğun enerji istehsalını tənzimləyə bilər, bu da enerjiyə qənaət etmək və dayanıqlı enerji sistemləri yaratmaq üçün imkanlar açacaq.

D. Sensor texnologiyaları. İntellektual materiallar öz ətraf mühitini dərk edən və ona uyğunlaşa bilən sistemlər üçün istifadə edilə bilər. Məsələn, avtomatik idarə olunan nəqliyyat vasitələri və ağıllı evlər üçün inkişaf etdirilmiş sensorlar bu texnologiyalar əsasında qurulacaq.

E. İntellektual geyimlər. Gələcəkdə intellektual tekstil materialları geyimlərə integrasiya edilərək insanların sağlamlığını izləyəcək, ətraf mühitə uyğunlaşacaq və hərəkətləri tənzimləyəcək.

J. İnsan-kompüter qarşılıqlı əlaqəsi. İntellektual materiallar insanlarla kompüterlər arasındakı qarşılıqlı əlaqəni daha təbii və intuitiv edəcək. Həssas sensorlar, toxunma texnologiyaları və virtual reallıq sistemlərində bu materiallar daha böyük rol oynayacaq.

Bu perspektivlərdən çıxış edərək, intellektual materialların gələcəkdə çoxşaxəli texnoloji, tibb, energetika və digər sahələrdə əsas inkişaf mənbələrindən biri olacağı gözlənilir

Nəticə. İntellektual Materiallar müasir aviasiyanın gələcək inkişafında böyük rol oynayır. Onlar təyyarələrin effektivliyini artırmaq, təhlükəsizliyi yüksəltmək və texniki xidmət xərclərini azaltmaq üçün əvəzolunmaz vasitələrdəndir. Həmçinin intellektual materialların tətbiqi yanacaq qənaətini artıraraq xərcləri azaldır, ekoloji davamlığı dəstəkləyir. Bu materialların daha geniş miqyasda tətbiqi və tədqiqatlarının davam etdirilməsi aviasiya sənayesinə innovativ və dayanıqlı həllərə gətirəcəkdir.

Ədəbiyyat

1. Mayilov M. V., Zərbəliyev V. Z. İntellektual sistemlər və texnologiyalar, Bakı 2016, "MSV NƏŞR" nəşriyyatı, Dərs vəsaiti, 256 səhifə.
2. Новицкий В. «Камень преткновения» в физике!. <http://www.nit.kiev.ua>, 12 август 1999.
3. Воронина Е.Н., Галанина Л.И., Зеленская Н.С. Механизмы ядерных реакций при взаимодействии космической радиации с материалами и наноструктурами// Известия Российской Академии Наук. Серия физическая. 2009 г. С.208-2012
4. Молодцов Е.В., Минаков В.Т., Турченков В.А. Некоторые вопросы обеспечения неметаллическими материалами авиационно-космической техники// Материалы и технологии для авиационно космической техники. 2005 г. С.28-29
5. Хасанов О.Л., Двилис Э.С., Хасанов А.О. Легкий композиционный материал для космической техники. 2015 г. С.6
6. <https://worldofmaterials.ru/spravochnik/special-materials/142-intellektualnye-materialy> (23.12.17)
7. https://ru.wikipedia.org/wiki/Умные_материалы (23.12.17)

Мəqalə qəbul olunub: 22.04.25
Təvsiyə edib: prof. Məmmədov A.T.