

# Investigation of Dynamics Characteristics Transmission with Universal Joint System

Paulius Bogdevičius

Scientific supervisor – prof. dr. Olegas Prentkovskis

Transport engineering faculty,

Mobil machinery and railway transport department,

Vilnius Gediminas technical university,

Vilnius, Lithuania

[paulius.bogdevicius@gmail.com](mailto:paulius.bogdevicius@gmail.com)

**Abstract** — The dynamics of transmission with universal joints an acute problem of engineering. A mathematical model of the system electrical motor – gear box – universal joints – centrifugal pump is created. This model allows to determine the dynamic characteristics of the transmission and evaluate dynamics properties of the system. Dynamic characteristics of the system with different misalignment angles and the resonance frequencies are obtained.

**Keywords** — transmission, universal joint, nonlinear dynamic, numerical results, gear box, electrical engine

## INTRODUCTION

Universal joint is one of the primal and widely used element in transmission system industrial field. Cardan joint which has many different name expressions such as universal joint, Hooke's joint, Hardy-Spicer joint of Cardan joint is used to transmit torque, rotatory and torsional motion at flexible connection throughout a change of drive angle in limited space. Among the most significant features affecting the workspace of the mechanism is the size of the joint. Authors like Zhang et al. [1] have thoroughly investigated this and other relationship between geometric parameters and workspace of universal joint. To insure steadiness of transmission system parametric instability is an important machine design consideration because it may cause failures such as fatigue and breakage in machine components [2]. In order to look deeper into parametric instability of rotating shaft author made use of Mathieu or Mathieu-Hill equations. By solving linearized equations of motion, Gokhan [3] has made the analysis of the behaviour of dynamic stability of torsional vibration in shafts connected via universal joint. Author applied Monodromy matrix method and presented results in Strutt-Ince diagram form. In order to detect dynamic unbalance in cardan shafts. Jianming et al. [4] created a novel method by applying double decomposition and double reconstruction method. Transmission with no single Cardan shaft but a Cardan shafts system are usually connected with double universal joints. In such systems it is imperative to insure that joint angles are perfectly set so that the output shaft rotates in a synchronous motion with uniform speed. However, system with double universal joint system suffers from bending moments induced by joint friction and velocity fluctuation induced by the joint angles [5]. Analysis is based on a model that considers the effects of friction on the cross-pin and the joint angle due to misalignment. Throughout dynamic

analysis it has been discovered that the misalignment angles have an overwhelming effect on fluctuation in the output speed. Researchers group Brutti et al [6] has made the dynamic investigation of influence of inertia and elasticity on the magnitude of shaking torque in a double cardan joint system. Based on the collected data they concluded that there is a significant effect on the elasticity within normal working condition of 2000 r.p.m and 4000 r.p.m.

## TRANSMISSION SYSTEMS MATHEMATICAL MODEL

In the article dynamics process of transmission with universal joints is considered. The transmission consist of electric asynchronous motor, gear box, universal joint system and centrifugal pump. Dynamic model of transmission is presented in the figure 1.

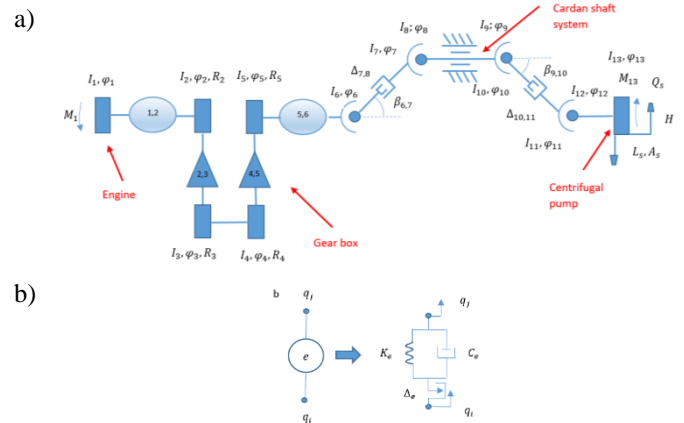


Fig 1. Dynamic model of transmission: a) transmission system; b) stiffness and damping elements.

The asynchronous motor torque  $M_V$  is described by the differential equation:

$$\dot{M}_M = u c_V (\Omega_{M0} - u \dot{\varphi}_1) - d_V M_M \quad (1)$$

where,  $c_V$ ,  $d_V$  are parameters of the asynchronous motor;  $\Omega_{M0}$  is synchronous angular velocity of the asynchronous motor;  $u$  is the gear ratio;  $\varphi_1$  is angular velocity of rotor asynchronous motor. The over dots denote the differentiation with respect to time (time derivative).

The system of equation transmission with universal shafts is equal Bogdevičius et al [7,8]:

$$\{\dot{X}\} = \{F(X, t)\} \quad (2)$$

where,  $\{X\}^T = \{M_1 \ \varphi_1 \ \dot{\varphi}_1 \ \dots \ \varphi_{15} \ \dot{\varphi}_{15}\}$  is variable vector;  $\{F(X, t)\}$  is nonlinear vector.

Kinematic relationships (ratio) between angles, angular velocities of universal joint are equal:

$$\begin{aligned} tg(\varphi_i) &= \cos(\beta_{i,i+1}) tg(\varphi_{i+1}) \\ \dot{\varphi}_{i+1} &= b(\varphi_i, \beta_{i,i+1}) \dot{\varphi}_i \end{aligned} \quad (3)$$

$$b(\varphi_i, \beta_{i,i+1}) = \frac{\cos(\beta_{i,i+1})}{1 - \sin(\beta_{i,i+1})^2 \sin^2(\varphi_i)} \quad (4)$$

Relation (correlation) between output and input angular velocities of transmission by using relation (4) is equal to:

$$\dot{\phi}_6 = b(\phi_6, \beta_{6,7}) b(\phi_9, \beta_{9,10}) \dot{\phi}_{13} \quad (5)$$

The differential angle between input and output shaft

$$\Delta\phi_{67} = \phi_6 - \phi_7 = \arctg\left(\frac{\sin(\phi_6)\cos(\phi_6)(\cos(\beta_{67})-1)}{\cos^2(\phi_6) + \cos(\beta_{67})\sin^2(\phi_6)}\right) \quad (6)$$

is function of the angular misalignment angle  $\beta_{78}$ .

The rotation stiffness in the universal joint is equal:

$$k_{ij} = \frac{M_i - M_j}{\Delta\varphi_{ij}} \quad (7)$$

where,  $M_i, M_j$  are torque in the universal joint elements.

## RESEARCH RESULTS

Spectra of angular velocity  $w_{10}$  is shown in the figure 2.

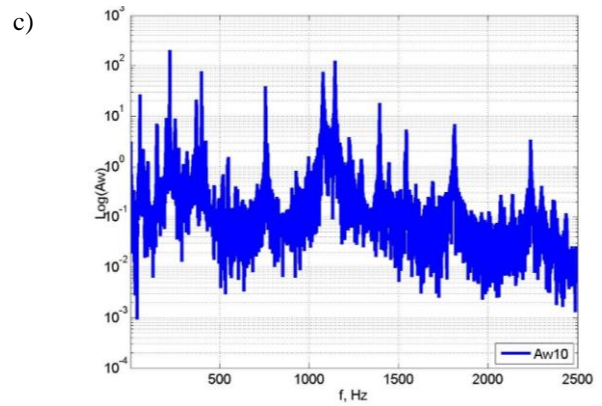
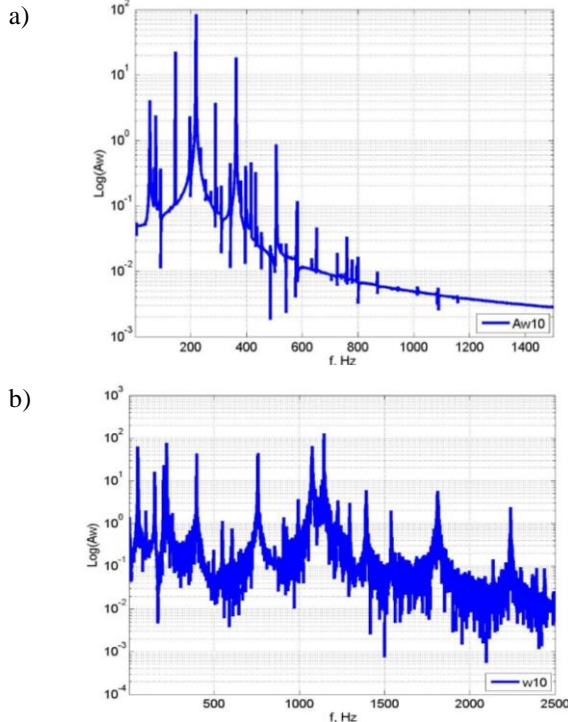


Fig 2. Angular velocity  $w_{10}$  dependency of rotation frequency: a)  $\beta_{6,7}=0, \beta_{9,10}=20$ ; b)  $\beta_{6,7}=0, \beta_{9,10}=20$  and gaps between gears 20 and 50 micron; c)  $\beta_{6,7}=40, \beta_{9,10}=20$  and gaps between gears 20 and 50 micron;

## CONCLUSION

The calculation of dynamic process is carried out and the results are obtained. In this work, dynamics characteristics of the complex transmission that consist of electrical motor, gear box, universal joint system with misalignment  $\beta_{6,7}=0.40$  deg,  $\beta_{9,10}=20$  deg and centrifugal pump. Important characteristics of universal joint such as differences input and output angles, velocities and accelerations are obtained. The lowest resonance frequencies (53 Hz; 74,5 Hz; 144 Hz; 197 Hz; 218,5 Hz; 288 Hz; 362 Hz) are obtained. The maximum amplitude of angular velocity is received when frequency is 218,5 Hz.

## REFERENCES

- [1] G. Zhang, J. Du, S. To, Study of the workspace of a class of universal joints, mechanism and machine theory 73 (2014) 244-258.
- [2] A. M. Wahab, Z. A. Rasid, N. F. Mohd Rudin, A. Abu, Dynamic stability of shaft interconnected through joint, ARPN journal of engineering and applied sciences, Vol. 10, No. 15 (2015) ISSN 1819-6608.
- [3] G. Bulut, Dynamic stability analysis of torsional vibrations of a shaft system connected by Hooke's joint through a continuous system model, journal of sound and vibration 333 (2014) 3691-3701
- [4] J. Ding, J. Lim, S. Yu, Dynamic unbalance detection of cardan shaft in high-speed train applying double decomposition and double reconstruction method, measurement 73 (2015) 111-120.
- [5] P. Sheu, W. Chleng, A. Lee, Modeling and analysis of the intermediate shaft between two universal joints, department of mechanical engineering, national Chiao Tung University, Taiwan, 30049, Republic of China.
- [6] C. Brutti, E. Pennestri, M. E. Biancolini, On the dynamics of the transmission with a double cardan joint, tenth world congress on the theory of machine and mechanisms Oulu, Finland, June 20-24, 1991.
- [7] Bogdevičius P., Žygaitė I., Prentkovskis O., Bogdevičius M. 2017. Transmisijos su kardaniniais velenais charakteristikų tyrimas, iš konferencijos "Jūros ir krantų tyrimai 2017", 2017 m. balandžio mėn 26-28 d., Palanga, Lietuva.
- [8] Bogdevičius P., Prentkovskis O., Bogdevičius M. 2017. Transmisijos su kardanine jungtimi parametų įtaka išcentrinio siurblio charakteristikoms, Mokslas – Lietuvos ateitis = Science – future of Lithuania: statyba, transportas, aviacinės technologijos Vilnius: Technika ISSN 2029-2252. 2017 9(5): 559-564.

# Зниження енергозатрат при модернізації світлосигнальної системи аеропорту, сертифікованого по першій категорії ІСАО

Ананьїна А.

Науковий керівник: Ільєнко С.С.  
Кафедра автоматизації та енергоменеджменту,  
Навчально-науковий аерокосмічний інститут,  
Національний авіаційний університет,  
Київ, Україна  
[annaananina0311@gmail.com](mailto:annaananina0311@gmail.com)

**Анотація** — робота присвячена розгляду проблеми зниження енергозатрат при модернізації світлосигнальної системи аеропорту, сертифікованого по першій категорії ІСАО.

**Ключові слова** — злітно-посадкова смуга, руліжна доріжка, аеродромні вогні, руліжні вогні та знаки, енергоспоживання, енергозбереження.

## I. ВСТУП

Злітно-посадкова смуга (ЗПС) точного заходу на посадку І категорії. Система вогнів наближення складається з ряду вогнів, встановлених на продовженні осі ЗПС протягом 900 м, але не менше 870 м від порога ЗПС, і ряду вогнів, що утворюють світловий горизонт шириною  $30 \pm 3$  м на відстані  $300 \pm 12$  м від порогу ЗПС [1,2].

## II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Вогні злітно посадкової смуги.

Аеродромний вогонь – світловий прилад із заданою кривою розподілу світла, який призначений для забезпечення візуального визначення ділянок аеродрому в зоні наближення, посадки та рулювання.

Бічні вогні – позначають поздовжні бокові сторони ЗПС, використовуються у нічний час та/або в день в умовах погіршеної видимості, а також на ЗПС точного заходу на посадку І, ІІ, ІІІ категорій.

Вхідні вогні призначені для виділення порогу ЗПС та вказують на її початок.

Вогні світлових горизонтів служать для створення штучного обрїю з метою орієнтування пілота щодо положення ПС в поперечному напрямку (по відношенню до природного горизонту). Випромінюють біле світло.

Обмежувальні вогні визначають кінець ЗПС та показують її межі.

Осьові вогні ЗПС призначені для вказівки пілоту поздовжньої вісі ЗПС при зльоті та посадці ПС.

Вогні зони приземлення – призначені для світлового позначення поверхні ЗПС в зоні приземлення ПС. В якості вогнів зони приземлення

Єременко Я.

Науковий керівник: Ільєнко С.С.  
Кафедра автоматизації та енергоменеджменту,  
Навчально-науковий аерокосмічний інститут,  
Національний авіаційний університет,  
Київ, Україна

використовуються вогні поглибленого типу, що світять у напрямку ПС, що заходить на посадку і випромінюють біле світло.

Обмежувальні вогні визначають кінець ЗПС та показують її межі. В якості обмежувальних вогнів повинні бути використані вогні, що випромінюють червоне світло в бік ЗПС.

Руліжні вогні та знаки

Бокові та осьові руліжні вогні служать для вказування поздовжніх меж чи осьової лінії руліжної доріжки (РД).

Стоп-вогні служать для заборони або дозволу руху ПС та транспортних засобів в місцях очікування при рулінні та перетину РД. Випромінюють червоне світло.

Аеродромні світлові знаки (АСЗ) служать для регулювання, дозволу чи заборони руху на аеродромі та РД.

Світлофори (керовані АСВ) використовуються як самостійний засіб для подачі сигналів зупинки (стоп-сигнал червоного кольору) або подовження руху (стоп-сигнал зеленого кольору), а вказуючі напрямку руху (стрілки) – жовте світло.

Загороджувальні вогні призначені для позначення висотних перешкод, що є небезпечними для польотів ПС у межах аеропорту та випромінюють червоне світло у всіх напрямках [3,4].

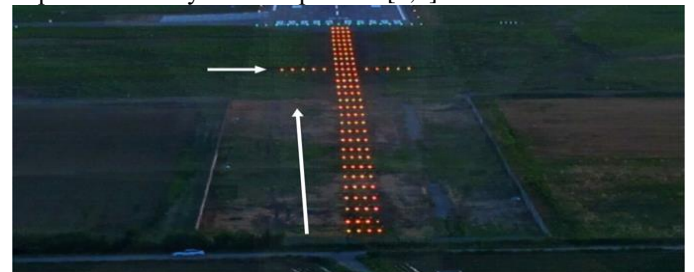


Рис. 1. Схема розміщення вогнів наближення за центральним рядом.

## III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Споживання електроенергії злітно-посадковою смугою. Одним із найбільших споживачів

електроенергії є світлосигнальне обладнання (ССО) ЗПС, оскільки воно забезпечує здійснення зліт-посадку ПС як в умовах нормальної видимості, так і під час поганих погодних умов. Електроспоживання ССО займає п'яту частину електробалансу (приблизно 17 – 18% від загального споживання електроенергії).

Основні напрямки енергозбереження у світлосигнальному обладнанні. Світлосигнальні системи аеропортів отримують живлення від спеціальних трансформаторних підстанцій, які складаються з високовольтного і низьковольтного розподільчих пристроїв, агрегатного приміщення з одним чи двома дизельними електроагрегатами, а також операційного залу з регуляторами яскравості – джерелами стабілізованого струму. Заходи з енергозбереження повинні враховувати специфіку електрообладнання і тому розробляються для конкретних електроустановок.

Енергозбереження на етапі проектування. Виробництво достатньої кількості якісного світла ССО для ЗПС аеропорту та його ефективне використання є одним з необхідних елементів забезпечення сучасних умов діяльності аеропорту. Правильно спроектоване і раціонально виконане освітлення ЗПС сприяє підвищенню ефективності та безпеки зліт-посадки ПС, а також безпеки польотів. Електроспоживання ЗПС «Київ Жуляни» займає помітне місце в загальному електробалансі. Рішення проблеми енергозбереження зв'язано з ефективністю застосування ДС та систем, що регулюють штучне освітлення. Важливе значення мають енергозберігаючі засоби освітлення, поліпшення якості освітлення, режими експлуатації світлосигнального обладнання [5,6].

Ефективність вогнів ССО залежить від світлової віддачі ДС та терміну їх служби; світлотехнічних та енергетичних параметрів; стабільності параметрів вогнів протягом експлуатації і, зокрема, характеристик ДС при їхній роботі у вогні; тарифів на електричну енергію, тривалості використання вогнів протягом року.

Енергозбереження на етапі покупки. В даний час існує обмежена кількість фірм, що займаються виробництвом світлосигнальних систем аеропортів.

Найбільш високою якістю своєї продукції відрізняються фірми Safegate Group (Швейцарія), Siemens – ADB (Бельгія), Thorn (Франція) і TST (Німеччина), IDMAN (Фінляндія) [7].

Головним фактором для вибору виробника обладнання є якість обладнання, причому воно прямо пов'язано з його вартістю.

Під якість розуміється:

- відповідність технічних характеристик прийнятим нормам;
- показники надійності обладнання;
- трудомісткість обслуговування;
- вартість запасних частин і матеріалів;
- енергоспоживання.

Аналіз можливих постачальників світлосигнального обладнання вказує на різноманітність основних фірм-виробників.

#### IV. ВИСНОВКИ

Сучасна система ССО аеропорту – складна багатоелементна система, яка містить багато аеродромних вогнів, що розміщені майже на всій території льотного поля.

До складу ССО входять різні підсистеми аеродромних вогнів залежно від їх функціонального призначення. Правильне функціонування усіх підсистем є гарантією забезпечення нормованого рівня безпеки польотів на найбільш відповідальному етапі польоту – етапі візуального пілотування [8].

Під час заходу на посадку первинний візуальний контакт із землею забезпечують аеродромні вогні, що входять до складу підсистеми вогнів наближення до ЗПС

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] «Руководство по проектированию аэродромов. Часть 4. Визуальные средства» Doc 9157. Издание четвертое – 2004г. AN/901 ICAO.
- [2] «Руководство по проектированию аэродромов. Часть 5. Электрические системы» Doc 9157. Издание первое – 1983г. AN/901 ICAO.
- [3] Приложение 14 к Конвенции о международной гражданской авиации «Аэродромы. ICAO Том 1. Проектирование и эксплуатация аэродромов» Издание шестое – 2013г.
- [4] Ю.В.Фрид, Ю.К. Величко, В.Д. Козлов, ир. Электросветосигнальное оборудование аэродромов. М.: Воздушный транспорт, 1988, - 315 с.
- [5] Ільєнко С.С. Забезпечення надійності та експлуатаційних характеристик світлосигнальних систем аеродромів цивільної авіації. Наукоємні технології. – № 3(19). – 2013. – С. 253-257.
- [6] Ільєнко С.С. Забезпечення надійності та відповідність світлотехнічних характеристик автоматизованих світлосигнальних систем аеродромів цивільної авіації. Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – № 4(63). – 2013. – С. 65-73.
- [7] Керівництва по експлуатації фірм-виробників електро та світлосигнального обладнання (Honeywell, Safegate Group, ADB Group, Lucebit, ERNIAGLAG, YOUYANG, Transcon, Thorn, TST, ELTODO (Elektrosignal), Praha (ESP))
- [8] Ільєнко С.С. Автоматизація, дистанційне управління та надійність світлосигнальної системи сучасних аеродромів цивільної авіації. Наукоємні технології. – № 2 (30). – 2016. – С. 212-215.

# Durability Prolongation of the Gear Drives of Aircraft Ground Support Equipment Transmission

Babenko A. Yu.

Scientific supervisor – Dovgal A. G.,  
Department of Airport Technologies  
Educational and Research Aerospace Institute  
National Aviation University  
Kyiv, Ukraine  
[nastyanka011@gmail.com](mailto:nastyanka011@gmail.com)

**Abstract**— the paper is devoted to hardening technology of the gear drives of AGSE and tested on the specimens of steel 18X2H4MA, that is modelling the work of the gear drives without the lubrication. Nitriding coatings have been tested and their wear resistance, to be increased in 2,5 times, is demonstrated, and thus the lifetime of gear drives is increased;

**Keywords**— aircraft ground support equipment, transmission, gear drive, ion-plasma nitriding.

## I. INTRODUCTION

At the present time, the transmissions of aircraft ground support equipment are distributed according to the types as follows: 45% is hydraulic; 15% is electric power; 35% is mechanical linkes (gears); the others are combined.

## II. PROBLEM ISSUE

In some cases, such as the snow-plough jet-broom cleaner, an avoidance of gear drives in structure is simply impossible [1]. For the production of gear drives cog wheels the alloyed steels are used, surfaces wear resistance of which can be substantially increased.

## III. RESEARCH RESULTS

Good results in terms of wear resistance can be provided by ion-plasma nitriding (IPN) [2].

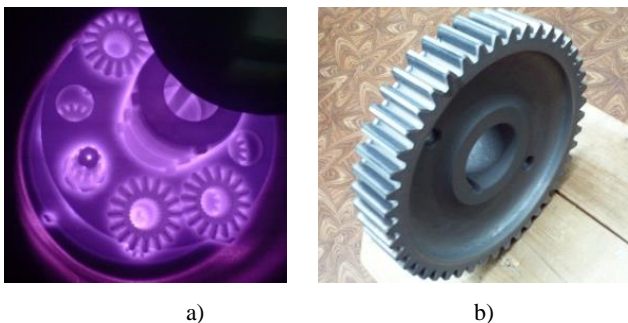


Fig.1. Technological process of ion-plasma nitriding: a – a photo image in the installation window during the process; b – cog wheel, hardened in the installation.

The principle of IPN is that (fig.1. a) in a rarefied nitrogen-containing gas medium a glow discharge is excited

between the cathode (component, fig. 1., b) and the anode (wall of the vacuum installation), and positive ions with high energy is impregnated in the surface of the part, heating it, and penetrating in it until saturation and form a solid solution of nitrogen in the metal, and when the solubility limit is reached, the nitride phases are formed [3].

The structure of the azotized layer (fig. 2.) generally consists of two areas: an external nitride area and a diffusion area located below it, consisting of a solid solution with a dispersed inclusion of intermediate phases.

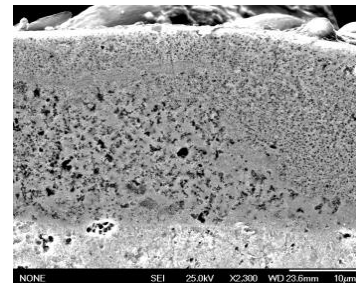


Fig.2. Structure of the ion-plasma coating layers on steel of 18X2H4MA grade.

## IV. SUMMARY

In this way, a heterogeneous structure is formed on the surface, in the process of friction it realizes areas of the strengthening phases, which explains their high wear resistance.

The findings obtained have a practical value for hardening of the gear drives of aircraft ground support equipment.

## REFERENCES

- [1] [www.boschung.ch](http://www.boschung.ch)
- [2] Andres Bernal Investigation on nitriding with emphasis on plasma nitriding process, current technology and equipment. Materials Processing Royal Institute of Technology Stockholm – 0044 Sweden-38 p.
- [3] E. Rolinsky, M. Woods, T. Damirgy and G. Sharp Industrial Heating/ - The International Journal of Thermal Processing. – November. – 2015. – Vol. LXXXIII. – No. 11. – P. 1-4.

# Сучасні технології визначення місцезнаходження пасажирів в аеропортах

Бокова Д.В.

Науковий керівник: Личик Віктор Іванович  
Кафедра технологій аеропортів  
Навчально-науковий аерокосмічний інститут  
Національний авіаційний університет  
Київ, Україна

Пташник М.Ю.

Науковий керівник: Личик Віктор Іванович  
Кафедра технологій аеропортів  
Навчально-науковий аерокосмічний інститут  
Національний авіаційний університет  
Київ, Україна  
[mariya.ptashnik@yandex.ua](mailto:mariya.ptashnik@yandex.ua)

**Анотація** – робота присвячена розгляду проблеми підвищення комфорту місцезнаходження авіапасажирів в аеропорту. В роботі запропонований легкий і доступний для всіх метод визначення позиціонування пасажирів в будівлях аеропорту.

**Ключові слова** — мобільний додаток, інформаційні маячки, айбикон(beacon).

## I. ВСТУП

Останнім часом все більш актуальною стає проблема навігації усередині приміщень, а також надання відвідувачам послуг, заснованих на їх місцезнаходження (LBS - Location-based service) і перевагах. Будинки стають все більш об'ємними і нерідко мають досить складну структуру, орієнтуватися в якій можуть лише ті, хто постійно відвідує такі будівлі, а для невідомої людини орієнтування в таких місцях перетворюється на катування.

Крім того, рішення, що застосовуються в indoor-навігації (навігації усередині приміщень), допомагають і в орієнтуванні на відкритих просторах, на вулиці - там, де в умовах щільної забудови використання систем супутникової навігації утруднено (немає супутників в прямої видимості, присутній тільки відбитий / ослаблений / зашумлений сигнал GPS / Глонасс і т.д.) [1].

## II. ПРОСТОТА ВИКОРИСТАННЯ

Суть технології полягає у визначенні положення пасажирів в аеропорту методом сканування перевізного документа як у вигляді паперового посадкового талона, так і у вигляді посадкового талона на мобільному пристрої. Ці дані зчитуються сканером, встановленим на інформаційних кіосках або кіосках самостійної реєстрації, та обробляються відповідним додатком. За допомогою цього додатка на інформаційне табло або, при необхідності, на екран мобільного пристрою конкретного пасажирів виводиться різна інформація в залежності від ситуації: дані по найкоротшому шляху до місця посадки в літак, корисна інформація по місцях додаткового сервісу, місць проміжного огляду або паспортного контролю, інформація щодо можливих місць відпочинку (ресторани, бари, магазини тощо) і місцях, де необхідно підготувати ті чи інші документи для контролю (паспорт, посадковий талон тощо).[2]

## III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Все більшу популярність набуває технологія з використанням невеликих передавальних пристроїв — айбиконів (ibeacon), або маяків. При установці програми на мобільні пристрої мандрівників стало можливим оперативно отримувати деталізовану інформацію в аеропорту за місцем розташування того чи іншого пункту. Повідомлення приходять у момент перетину ліній дії маяків (айбиконів), розташованих на стінах або в інших непримітних місцях аеропорту. При включенні пасажиром bluetooth-сигналу на своєму мобільному пристрої маяки дозволяють ідентифікувати пасажирів і надавати деталізовані рекомендації щодо знаходження пасажирів в аеропорту. Таким же чином можна знайти оптимальний маршрут і розрахувати час до воріт виходу на посадку. [2]

Подібні маячки часто називають маяками iBeacon, що помилково. Правильніше називати їх Beacon-маяками, оскільки iBeacon - це назва стандарту від Apple для використання в мобільних додатках під iOS, а Beacon - це власне фізична реалізація маячків як показано на рис.1.

У плані фізичної реалізації Beacon-маячки - це звичайні Bluetooth 4.0 LE (Low Energy) пристрої, таким чином, їх роль може з успіхом виконувати будь-який пристрій, оснащений BLE-чіпом - наприклад, Смартфон на базі Android, а також iPhone, iPad, звичайні ноутбуки, Raspberry Pi з usb bluetooth-донглом і т.д., на яке встановлено спеціальний додаток, що реалізує функції Beacon-маячка. Типовий Beacon-маячок, показаний на малюнку вище, має досить компактні розміри, і здатний пропрацювати всього лише від однієї батарейки до двох років. Схемотехнічно складається з батарейки і Soc (System-On-Chip) Texas Instruments CC2540 / 2541 (ще застосовують Nordic nRF51822), що представляє собою 8051 мікроконтролер, в який завантажується прошивка для реалізації функції Beacon-маячка, і периферійний модуль Bluetooth LE. Дальність дії маячка - в середньому 10 метрів (варіюється від 15-20см до 25-40м в залежності від моделі та налаштувань). Періодичність видачі даних - 200мс, але це знову ж таки, як правило, налаштовується - можна налаштувати і на більш часту періодичність, і на більш рідкісну. Термін служби від однієї батарейки - в залежності від моделі від трохи менше одного року до трьох років (в середньому - 2 роки). Ціна одного маячка - близько 15-20

доларів. Маячок є простим пристроєм, який тільки видає всім підряд в ефір свої дані (в advertising-режимі), використовуючи Bluetooth профіль GATT (при цьому до нього навіть не потрібно виконувати підключення), тим не менше, виробники, як правило, закладають можливість підключення до маячків з метою його віддаленого конфігурування (редагування даних, які видаються в ефір + періодичність видачі даних і потужність випромінювання)[3].

Одержувана пасажиром інформація постійно актуалізується при проходженні пасажиром зони дії цих пристроїв. У результаті пасажир завжди знаходиться в зоні контролю служб аеропорту та авіакомпанії, а також отримує можливість планувати свої переміщення по зонах аеропорту.

Подібні рішення в даний час проходять досліду експлуатацію в декількох великих аеропортах. Вони представляють особливий інтерес для трансферних пасажирів, які, як правило, мають обмежений час для пересадки з одного рейсу на інший. Для пасажирів з невеликим досвідом перельотів завжди існує небезпека втратити орієнтацію на території більш чи менш великого аеропорту і не вчасно дістатися до місця призначення.

Маяки з'явилися в якості ключового інструменту, який покликаний поліпшити враження пасажирів при користуванні послугами таких компаній, як American Airlines і Virgin Atlantic. Незабаром зручність нової технології зможуть оцінити і клієнти міжнародного аеропорту Майами, а також пасажирів Japan Airlines.[1]

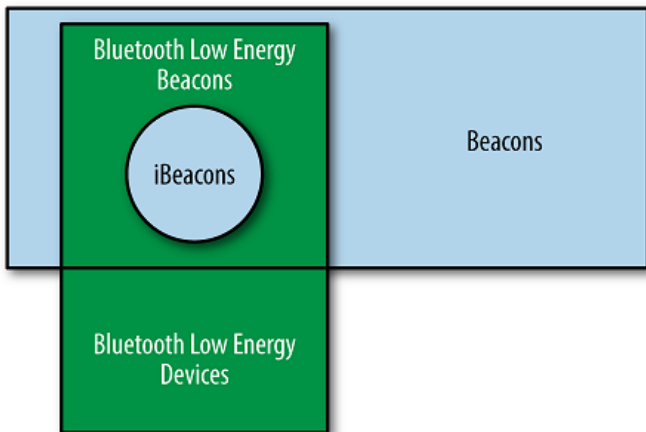


Рис.1.Схема роботи Веасоп-маячка

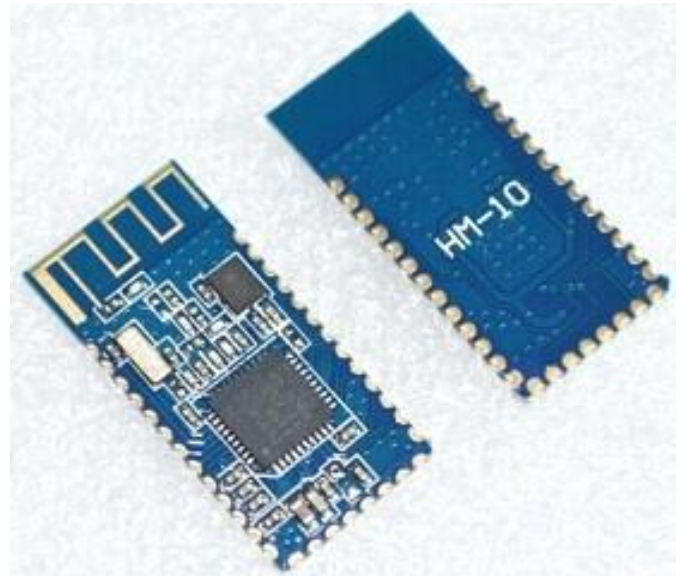


Рис.2.Зовнішній вигляд маячка

#### IV.ВИСНОВКИ

Завдяки сервісів indoor-навігації ви зможете без проблем і оперативно знайти найближчу стійку реєстрації в будівлі аеропорту, експонат у музеї (+ відразу відобразиться його опис на екрані вашого телефону), відділ і полку з потрібним вам товаром в магазині (більше не доведеться витрачати годинник на пошук всіх потрібних товарів в магазині), вільне місце на парковці, і багато іншого.

Завдяки великим комерційним перспективам, напрямком indoor-навігації стає все більш затребуваним і вже привернуло увагу таких великих гравців на ринку, як Google, Apple, Qualcomm, Broadcom, Sony і т.д., і в це, без сумніву, перспективний напрямок вже інвестуються сотні мільйонів доларів і згідно з опитуваннями SITA, до 2018 року 57% авіакомпаній вже будуть використовувати радіомаяки для забезпечення роботи навігаційних додатків, що допомагають пасажиром легко орієнтуватися в незнайомому аеропорту.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] <https://habrahabr.ru/post/245325/>
- [2] <http://www.ato.ru/content/trendovye-tehnologii-dlya-povysheniya-udobstva-passazhirov-v-aeroportah>
- [3] [http://space-team.com/prensa/detail/experts-market\\_safe\\_airport\\_IoT\\_2016/](http://space-team.com/prensa/detail/experts-market_safe_airport_IoT_2016/)

# Technology of Fuel Storage and Supply at the “Kyiv” Airport

Viatkina K. V.

Scientific supervisor – Dovgal A. G.,  
Department of Airport Technologies  
Educational and Research Aerospace Institute  
National Aviation University  
Kyiv, Ukraine  
[Catviatkina@gmail.com](mailto:Catviatkina@gmail.com)

**Abstract**— the paper is devoted to development of additional safety precautions and rules for acceptance, storage and supply of aerofuels at the “Kyiv” airport. The general layout of fuel supply depot of the “Kyiv” airport had been developed and will be amended for improvement of the fuel handling safety both as in the truce period, so in the state of temporal military conflict.

**Keywords**— fuel supply depot, storage tanks, railway tankcar, fuel storage site, diking, safety.

## I. INTRODUCTION

We have the military conflict in our country. Let's consider the weaknesses of Airport Kyiv Fuel supply depot (fig. 1.) concerning to be hit under attack either directly or using the aerial drones.

## II. PROBLEM ISSUE

When hitting by drone bomber or directly by granade laucher, the fire outbreak threatens the safety of two municipal districts of the Kyiv City and this considerations will be very usefull for military officers concerning the fuel supply depot defense. The overall layout [1] of airport fuel supply depot will strongly assist us (fig. 1).

Let's consider the weaknesses of Airport Kyiv Fuel supply depot (fig. 1.) concerning to be hit under attack either directly or using the aerial drones. When hitting by drone bomber or directly by granade laucher, the fire outbreak threatens the safety of two municipal districts of the Kyiv City and this considerations will be very usefull for military officers concerning the fuel supply depot defense. The overall layout of airport fuel supply depot will strongly assist us (fig. 1).

Especially, the fuel supply depot is weak for enemy attack when accepting the fuel from the railway tankcars at the railway scaffolding 10. Additional attention should be paid to the fuel storage tank farms 15, 18 because while loading the fuel from the tankcar travel set the storage tanks venting is sufficient and gasholder 2 may be small for evaporation uphold.

The possible attackers can use the weaknesses that are specified at the proper valid national documents on the most hazardous places of the Ukrainian Fuel Supply Depot construction norms. So as they are certainly kept while developing and constructing in Ukraine [2,3].

## III. DESIGNING RESULTS

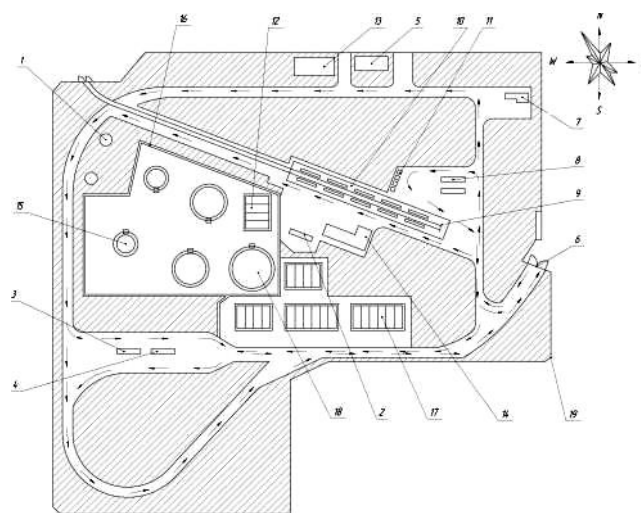


Fig.1. Overall Layout of the Airport “Kyiv” Fuel Supply Depot: 1 – Fire Extinguishant Vessel; 2 – Gasholder; 3 – Loading Point of TC-1; 4 - Loading Point of A-92 and Diesel Fuel; 5 – Service Personnel Buildings; 6 – Check Point; 7 – Transformer Station; 8 – Water-Oil Supply Buildings; 9 – Offloading Stand; 10 – Railway Scaffolding; 11 – Sediment Drain Point; 12 – Pumping Plant; 13 – Container Storehouse; 14 – Filtration Point; 15 – Storage Tank PB3-1000; 16 – Storage Tank Dike; 17 – Dike Passages; 18 – Storage Tank PB3-2000; 19 – Concrete Fense.

## IV. SUMMARY

So, everything mentioned above requires double consideration: in truce period when the threat of fire outbreak is low, and in war period when the threat fire outbreak is great, and additional precautions are to be taken and taken in to account when designing and calculation.

## REFERENCES

- [1] Лісафін В.П., Лісафін Д.В. Проектування та експлуатація складів нафти і нафтопродуктів, Івано-Франківськ, 2006. - 597 с.
- [2] Відомчі будівельні норми України "Проектування складів нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа." ВБН В.2.2-58.1-94.
- [3] Відомчі будівельні норми України "Резервуари вертикальні сталеві для зберігання нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа ВБН В.2.2-58.2-94.



# Technology and Facilities of Boeing 747 Aircraft Deicing

Danilevko O. V.

Scientific supervisor – Dovgal A. G.,  
 Department of Airport Technologies  
 Educational and Research Aerospace Institute  
 National Aviation University  
 Kyiv, Ukraine  
[olenka.danilevko@ukr.net](mailto:olenka.danilevko@ukr.net)

**Abstract**— the paper is devoted to development of technology and special vehicle of aircraft ground support equipment – aircraft deicer. The general layout of deicer has been selected and content of the specific equipment provided for vehicle has been chosen. Application technology of the vehicle for the aircraft Boeing 747 has been developed and proper drawing has been made.

**Keywords**— aircraft ground support equipment, deicer, deicing, antiicing, icing, special vehicle, specific equipment, safety.

## I. INTRODUCTION

The ground ice removal from the aircraft surfaces consists of two procedures: deicing is removal of all icing depositions, and antiicing is prevention of new ice accumulation while taking-off. It is rather expensive procedure according to cost of deicing fluid and really hazardous to the aircraft frame and flight safety [1,2].

## II. PROBLEM ISSUE

That's why continuous search of concord in this mutually excepting issues is vital and detection of crucial factors is of great importance. Now only big-sized aircrafts for civil passengers delivery have the reasonable payback and the weather conditions of our century is unpredictable. That's why the Boeing 747 has been selected as the biggest passenger aircraft. There are two concepts of deicer layouts: cantilever and barhold types [3]. All of them have their advantages and disadvantages. The first has been selected for designing.

## III. DESIGNING RESULTS

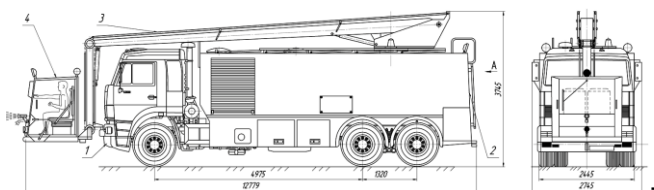


Fig. 1. The Aircraft Deicing Vehicle for Big-sized Aircrafts: 1- Base Chassis; 2 – Deicer Specific Equipment; 3 – Aerial Device Boom; 4 – High Visibility Operator Cabin.

The cantilever type deicer has the operator's workplace 4 on the end of two sectional boom 3, which is mounted on the

powerfull chassis 1 capable carrying the specific equipment 2. However, the designed deicer is to be compatible with the aircraft and keep the high level of safety to aircraft frame as well as energy and expendables saving. That's why the scaleable processing layout is to be developed from the top and side view (fig. 2.).

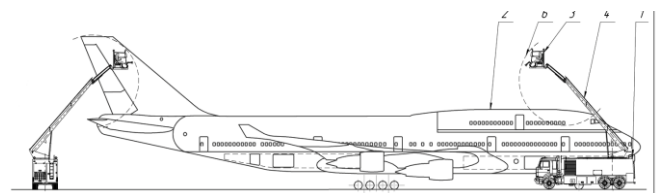


Fig.2. Side View of Aircraft-Deicer Compatibility: 1- Designed Deicer; 2 – Aircraft Boeing 747; 3 – Deicer Operator Cabin; 4 – Deicer Boom; 5 – Deicer Handling Area.

Taking in to account the wind force and the regularities of different deicing fluids spraying, the best distance from the nozzle 3 to aircraft frame surface 2 is selected in order to provide the best fluid application and the least losses. And, simultaneously, this distance should not be too short in order to avoid the hazard of aircraft damage and lose of processing precision (risk of fluid getting in the engine intake/nozzles, sensors and wheel brakes). The top view, for example, defines the required amount of deicer parking stops (or vehicles approached) and thus processing speed.

## IV. SUMMARY

Cantilever type deicer of improved performances had been developed. Boeing 747 aircraft deicing technology and additional safety precautions had been developed.

## REFERENCES

- [1] EN 1915-1:2001+A1:2009: Aircraft ground support equipment - General requirements – Part 1: Basic safety requirements – CEN: 2009, – 47 p.
- [2] EN 12312-6:2004+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements – Part 6: Deicers and deicing/antiicing equipment. – CEN: 2009, – 35 p.
- [3] ISO 10254:2013 (E/F/G) Air cargo and ground equipment — Vocabulary, ISO, 2013, 44 p.

# Мобільна автоматизована система реєстрації та транспортування багажу авіапасажирів

Зеленська М.С.

Науковий керівник: Білякович О. М.  
Кафедра технологій аеропортів,  
Навчально-науковий аерокосмічний інститут  
Національний авіаційний університет,  
Київ, Україна  
[zelenskayameh@gmail.com](mailto:zelenskayameh@gmail.com)

**Анотація** — робота присвячена розгляду проблеми підвищення рівня автоматизації системи реєстрації та транспортування багажу авіапасажирів. У роботі запропоновано впровадження методу роботизації для збільшення ефективності даних процесів.

**Ключові слова** — багаж, авіапасажир, автоматизація, роботизація, аеропорт

## I. ВСТУП

За час еволюції авіаперевезень транспортування багажу пасажирів перетворилося у цілу суб-індустрію, затрати на обслуговування якої співмірні із затратами на перевезення самого пасажирів. Не дивлячись на те, що організація IATA встановлює загальні правила перевезення багажу, кожна авіакомпанія має право встановлювати власні обмеження та правила. Авіакомпанії можуть брати за багаж додаткову плату, можуть обмежувати його масу у порівнянні із стандартною тощо. Та найяскравішою відмінністю між аеропортами залишаються конструктивні особливості та технічні можливості систем з обробки багажу. Завдяки BHS пасажир може не хвилюватись за повернення валізи після перельоту. BHS (скор. від англ. Baggage handling system - система управління багажем) - система управління, що забезпечує автоматизацію переміщення багажу в аеропортах [1].

## II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Елементи операцій обробки багажу на відправлення, які здійснюються на шляху від реєстрації до остаточної обробки завантаження на борт мають бути автоматичними. Такі системи включають розпізнавання кінцевого пункту призначення багажу і доставку його до місця завантаження на конкретний рейс [2].

Підкорюючись тенденціям, які часто оновлює Міжнародна асоціація повітряного транспорту IATA, науковці в співпраці з хендлінговими компаніями все частіше впроваджують роботизовані системи реєстрації багажу. Наприклад, робот Leo, створений компанією BlueBotics (рисунок 1), працює в аеропорту Женеви з метою автоматизації процесу обробки багажу за підтримки некомерційної компанії SITA, виправдовує дані тенденції. Торкнувшись терміналу, розташованого у верхній частині робота, авіапасажир починає спілкуватися з ним, а точніше, з системою реєстрації багажу через

термінал Scan & Fly. Після першого ж дотику до терміналу відкривається відсік багажного відділення, що займає більшу частину корпусу робота. Пасажир може поставити туди свій багаж і дати роботу для сканування свій авіаквиток, після чого Leo роздрукує йому бирки - їх потрібно прикріпити. Потім багажний відсік зачиняється, і Leo показує на своєму терміналі номер стійки для проходження на посадку і час вильоту. «Leo демонструє той факт, що робот - це ключ до більш ефективного, безпечного і розумного поводження з багажем, - говорить Дейв Беккер, президент SITA в Європі. - Це важливий крок до подальшої автоматизації роботи з багажем в аеропортах. Leo дає нам уявлення про майбутнє використання роботів на всіх стадіях подорожі авіапасажирів» [4]. В аеропортах Гельсінкі, Турку, Тампере, Оулу, Баші та Копенгагена можна прискорити процес реєстрації за допомогою стійок самостійної реєстрації багажу. Наприклад, стійка IS-BagDrop призначена для самостійної маркування і здачі багажу пасажиром. Використання стійок IS-BagDrop дозволяє досягти двох основних цілей: скорочення черг біля стійок реєстрації за рахунок перерозподілу потоків пасажирів, скорочення вартості обслуговування пасажирів за рахунок автоматизації процесу здачі багажу і впровадження самообслуговування. Визначити правильну кількість стійок реєстрації, стійок IS-BagDrop, кіосків самореєстрації і оптимально розмістити їх в пасажирському терміналі дозволяє імітаційне моделювання [3]. Компанія Japan Airlines почала в аеропорту Фукуока, на південному заході Японії, випробовування мобільних роботів, щоб допомагати клієнтам при перевезенні багажу. Мета полягає в підвищенні ефективності обслуговування клієнтів в аеропортах з використанням роботизованої технології. "Omron LD - мобільний робот" автоматично пересувається, призначений для транспортування об'єктів, як автономний транспортний засіб, в аеропортах зі значним обсягом пасажирських перевезень. Резолюція 753 Міжнародної асоціації повітряного транспорту (IATA) вступає в силу в червні 2018 року. Щоб відповідати її вимогам, аеропорти намагаються автоматизувати процес отримання і передачі багажу при трьох певних подіях: при завантаженні в літак, передачі багажу і передачі транзитного багажу авіапасажирам [5]. Отже, мобільні автоматизовані системи реєстрації та транспортування

багажу авіапасажирів сприятимуть забезпеченню виконання аеропортами вимог Резолюції 753.



Рис. 1. Робот Leo, створений компанією BlueBotics.

### III. ВИСНОВКИ

В статті наведено огляд та його аналіз стосовно можливості впровадження в аеропортах сучасних методів реєстрації та транспортування багажу авіапасажирів шляхом використання мобільних автоматизованих систем. Реалізація даних технологій дозволить суттєво підвищити рівень обслуговування пасажирів в аеропортах, покращити психологічний клімат в аеровокзалах, оптимізувати пасажиропотік.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Про затвердження Правил повітряних перевезень пасажирів і багажу – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z2219-12>
- [2] «Production automation, robotics, and machine safety from one source» – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.en.unitechnik.com/>
- [3] «Baggage management» – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://rus.sita.aero/solutions-and-services/solutions/baggage-management>
- [4] «Робот Лео»–[Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.sita.aero/innovation/sita-lab/intelligent-machines/leo-sitas-baggage-robot/>
- [5] Резолюція ІАТА № 753 для покращення відстежування багажу. Effective: June 2018

# Застосування сучасних присадок в авіаційному керосині

Карпин М. І.

Науковий керівник: Коба В. П.  
Кафедра технологій аеропортів,  
Навчально-науковий аерокосмічний інститут,  
Національний авіаційний університет,  
Київ, Україна  
[mariyakarpyn@ukr.net](mailto:mariyakarpyn@ukr.net)

**Анотація** — робота присвячена розгляду проблеми підвищення якості авіаційних палив. В роботі розглянуто сучасні присадки, які застосовуються у авіаційних паливах. Встановлено, що додавання присадок у паливо значно підвищує кондиційність пального.

**Ключові слова** — присадка, паливо, якість, кондиційність, керосин, антистатичність, противодокристалізаційність, протіокисність, протизносність.

## I. ВСТУП

Присадки – це рідини, що додаються у незначній кількості в паливо для покращення його експлуатаційних характеристик. Присадки за своїм призначенням поділяються на: антистатичні, противодокристалізаційні, протіокисні, протизносні [1].

## II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

До авіапалив висуваються вимоги щодо якості та характеристик. Серед них є такі: здатність працювати у температурному режимі від -165 до +260; мати добру прокачуваність; мати високу температуру згоряння; не відкладати нагару; бути не корозійно активними; мати протизносні, захисні, охолоджуючі властивості; бути малотоксичними, стабільними при зберіганні, транспортуванні та застосуванні. У зв'язку з високими вимогами, що ставляться до авіапалив, створено спеціальні хімічні добавки, що сприяють покращенню експлуатаційних характеристик палива [2].

## III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

При перекачуванні палив або при заправці літаків можливе накопичення статичної електрики. Через непередбачуваність процесу, в будь-який момент існує небезпека вибуху. Для боротьби з цим небезпечним явищем у палива додають антистатичні присадки. Вони збільшують питому електропровідність палива до 50 пСм/м, що забезпечує безпеку заправки літаків і перекачування палива. Використовують присадки ASA-3

(Shell), Stadis-450 (Innospec), та Сігбол, яка додається в авіапаливо в кількості до 0,0005%.

При заправці паливом з температурою -5 ... +17 °С за 5 годин польоту температура в баку знижується до -35 °С. Рекорд падіння температури -45 °С. При цих температурах у паливі виникають кристали льоду, що забивають паливні фільтри, а це може привести до припинення подачі палива і зупинки двигуна. Для запобігання випаданню кристалів льоду з палива при низьких температурах до нього вводять противодокристалізуючу присадку безпосередньо в місці заправки літака (присадки И-М, ТГФ-М). Присадки можуть додаватися практично в будь-яке паливо.

Для компенсації хімічної стабільності, зниженою в результаті гідроочищення в гідроочищені палива вводяться протіокисні присадки. Застосовують присадку Агідол-1 в концентрації 0,00-0,004%. У таких концентраціях він майже повністю запобігає окисленню палив, у тому числі при підвищених температурах (до 150 °С).

З метою відновлення в паливі протизносних властивостей, втрачених в результаті гідроочищення до них додаються протизносні присадки. Застосовують присадку Сігбол, композицію присадок Сігбол і ПМАМ-2. Для палив РТ часто використовується присадку «К» та присадку Хайтек-580 фірми «Етил».

## IV. ВИСНОВКИ

Таким чином, досліджені вище присадки помітно покращують якість палив для двигунів цивільної авіації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Данилов А. М. Применение присадок в топливах: Справочник – СПб: ХИМИЗДАТ, 2010. – 368с.
- [2] Лях М. А., Дем'янюк О. С., Барилко О. С. Щодо питання використання присадок до палива за кордоном та в Україні // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. — 2009, Вип. 17.

# Порівняльний аналіз щодо сфери застосування водільних та безводільних тягачів

Коверсун Д.В.

Науковий керівник: Білякович О.М.  
Кафедра технологій аеропортів,  
Навчально-науковий аерокосмічний інститут  
Національний авіаційний університет,  
Київ, Україна  
[koversun96@ukr.net](mailto:koversun96@ukr.net)

**Анотація** — основною метою роботи є вирішення питання — який з двох типів тягачів є більш ефективним для аеропортів України на сьогоднішній день. В роботі запропоновані критерії порівняння ефективності використання аеродромних тягачів та їх оцінка.

**Ключові слова** — буксирування; аеродромний тягач; гідравлічна система; водільні та безводільні системи

## I. ВСТУП

Аеродромний тягач призначено для буксирування повітряних суден (ПС). Він забезпечує переміщення повітряного судна з місця стоянки до злітної смуги, буксировку до зони мийки, технічного обслуговування та інших робіт.

## II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

За свідченням європейських та американських джерел тенденції до заміщення традиційних тягачів з водилом безводільними (з використанням маси літака) є стійкими з певних причин. Серед основних: краща маневреність; швидке зчеплення, що виконується одним водієм-оператором; значно більша швидкість буксирування літака по перону, за рахунок чого є можливість здійснення на 30-40% буксирувань повітряних суден більше, ніж у їх водільних конкурентів за один і той же час. Не останньою перевагою є і суттєво менша металоємкість безводільних тягачів, адже їх вага вдвічі менша при рівних значеннях маси літака, що буксирується.

За рядом ознак бачимо, що безводільні тягачі є кращими. Тож давайте більш детально спробуємо проаналізувати цю проблему.

## III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Дійсно, тягачі без водила є більш простими з точки зору експлуатації. Тип літака водій обирає на панелі керування. Операція з'єднання з літаком відбувається в автоматичному режимі. Все це значно спрощує роботу водія-оператора. Зникає проблема щодо необхідності використання водил різних конструкцій для кожного типу літака, за рахунок близького розташування до ПС підвищується маневреність.

Захоплення колеса контролюється датчиками, та нажалі, при від'ємній температурі вони можуть працювати не коректно. У результаті може мати місце пошкодження шасі ПС.

Колесо шасі фіксується, як з передньої сторони так і з задньої. Бувають випадки коли гідравлічна система відмовляє в належній роботі. Може трапитись, що один з задніх притискувачів відмовив, тож тягач буде напівзакріплений з ПС і не в змозі буксирувати та від'їхати від літака. Звичайно це передбачено і встановлено допоміжні насоси, але це вплине на час обслуговування ПС.

В іншому випадку, якщо водільний тягач з певних причин відмовив – його відчеплять від водила і відбуксирують до місця ремонту. У таких ситуаціях часу на усунення проблеми буде менше для варіанту використання класичного типу тягача (водільного).

За рахунок буксирування з використанням маси літака, безводільний тягач має суттєво меншу вагу ніж класичний. При гарних погодних умовах тягач якісно виконує свою функцію. Але при наявності дощу або ожеледі на пероні зрушити з місця літак теж буде проблемою.

Саме через те, що класичний тягач має водило, він може обслуговувати більший спектр літаків, як бізнес-джет так і А320, В737, які є найбільш поширеними літаками в Україні.

Крім того, при технічному обслуговуванні безводільні тягачі потребують суттєво більше уваги та витрат. Щодо початкової вартості, водільні тягачі значно дешевші за своїх опонентів.

## IV. ВИСНОВКИ

Отже, обидва типи тягачів мають свої переваги та недоліки і однозначно рекомендувати або забороняти використання водільних чи безводільних спецмашин, напевне, не варто. Проте, з урахуванням фінансових та технічних можливостей українських аеропортів, кліматичних умов у нашій країні ми схилиємось у бік використання водільних тягачів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Aircraft Ground Support Equipment and Airport Technical Equipment Operation: Guide to Practical Classes / О.М.Білякович, М.С.Сторозhenko, Ye.Р.Рuhachevska, A.G.Dovgal. – К.: НАУ, 2014. – 76 р.
- [2] Авиационная наземная техника: Справочник. Под ред. В.Е.Канарчука.–М.:Транспорт,1989.–278 с.

# Technology and Facilities for Antiicing of the Small Aircraft at Airports with Low Throughput

Kuzmina E.G.

Scientific supervisor – Sidorenko O. Yu.  
Department of Airport Technologies  
Educational and Research Aerospace Institute  
National Aviation University  
Kyiv, Ukraine  
[Elizavetka.kuzmina.1997@mail.ru](mailto:Elizavetka.kuzmina.1997@mail.ru)

**Abstract**— the paper is devoted to development of technology and special vehicle of aircraft ground support equipment – aircraft convertible deicer on the basis of the self-propelled maintenance platform. The general layout of convertible deicer has been selected and content of the specific equipment provided for vehicle has been chosen. Application technology of the vehicle has been developed.

**Keywords**— aircraft ground support equipment, convertible deicer, self-propelled maintenance platform, specific equipment.

## I. INTRODUCTION

On the territory of Ukraine, there are many airports with limited financial capabilities, which can not afford the acquisition and maintenance of a powerful fleet of de-icing vehicles, and it is not always expedient due to low running capacity in winter [1-4].

## II. PROBLEM ISSUE

All this requires accurate engineering and economic research. As a de-icing machine, it is possible to use a conventional maintenance platform such as CPO-15M and additional equipment. It is very convenient both from a technological point of view and from an economic point of view, it is also possible to use it as a viewing platform for maintenance [5-7].

## III. DESIGNING RESULTS

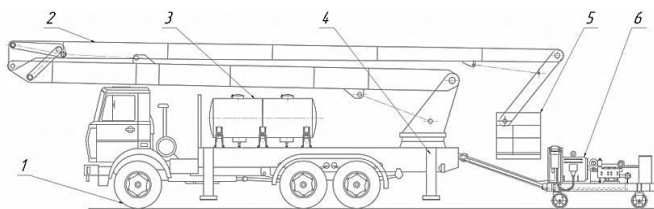


Fig. 1. Self-propelled platform with a trailer module for anti-icing treatment of planes: 1-base chassis; 2 - an arrow(boom) of the suspension mechanism of the platform; 3 - hinged module of working liquid tanks; 4 - outriggers; 5 - the cradle of the operator; 6 - thinged pump module and additional power unit.

In the presence of hinged tank equipment, it is possible to use the machine as an installation for cleaning aircraft, and if

there are trailing modules of a powerful pumping station and a heater, to act as a full-fledged de-icing machine for aircraft..

So, the design of such car is shown in Fig. 1. having the following advantages:

- base chassis 1 with a load capacity of more than 10 tons and additionally balanced by a tank hinged module 3 and a support plate of the suspension device 2;
- the arrow 2 is extended, reaching up to 17 meters and is driven by a hydraulic system and has a mechanical system for the cradle stabilizing;
- to provide stability, outriggers 4 are provided and driven by a hydraulic system;
- The hinged module 6 on the rigid grip allows to safe maneuvering of the car by the aircraft and has an additional power plant, a powerful piston pump station and a work fluid heating module.

## IV. SUMMARY

Consequently, the designed car will no doubt have a scientific interest and will have a request for an airport technology market which will be explored in my baccalaureate work.

## REFERENCES

- [1] EN 1915-1:2001+A1:2009: Aircraft ground support equipment - General requirements – Part 1: Basic safety requirements – CEN: 2009, – 47 p.
- [2] EN 1915-2:2001+A1:2009: Aircraft ground support equipment — General requirements — Part 2: Stability and strength requirements, calculations and test methods – CEN: 2009, – 30 p.
- [3] EN 1915-3:2004+A1:2009, Aircraft ground support equipment — General requirements — Part 3: Vibration measurement methods and reduction – CEN: 2009, – 18 p.
- [4] EN 1915-4:2004+A1:2009, Aircraft ground support equipment — General requirements — Part 4: Noise measurement methods and reduction – CEN: 2009, – 22 p.
- [5] EN 12312-6:2004+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements – Part 6: Deicers and deicing/antiicing equipment. – CEN: 2009, – 35 p.
- [6] EN 12312-8:2005+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements – Part 8: Maintenance stairs and platforms. – CEN: 2009, – 17 p.
- [7] EN 12312-15:2006+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements – Part 15: Baggage and equipment tractors. – CEN: 2009, – 19 p.

# До питання багатофункціональності сучасних аеродромних тягачів

Маркобог А.В.

Науковий керівник: Білякович Олег Миколайович  
Кафедра технологій аеропортів,  
Навчально-науковий аерокосмічний інститут,  
Національний авіаційний університет,  
Київ, Україна  
[arthur4655@gmail.com](mailto:arthur4655@gmail.com)

*Анотація* — робота присвячена розгляду можливості використання аеродромного тягача не тільки для буксирування повітряного судна (ПС), а також у якості додаткового джерела електроенергії. У роботі наведено приклади існуючої практики багатофункціонального використання тягача.

*Ключові слова* — аеропорт, аеродромний тягач, аеродромне джерело живлення

## I. ВСТУП

Аеропорт можна вважати ключовою ланкою в глобальній системі авіаперевезень. Його призначення полягає в наземному обслуговуванні повітряного судна, пасажирів їх багажу, обробці пошти та вантажів при дотриманні високого рівня безпеки та регулярності польотів ПС. В процесі наземного обслуговування ПС на пероні реалізується цілий комплекс технологічних процесів із залучення різноманітних типів авіаційної наземної техніки. Одне з чільних місць в даних технологіях займає процес буксирування літаків за допомогою аеродромних тягачів.

Існує три основні способи буксирування ПС. Перший – при домопозі спеціальних буксирувальних пристроїв під назвою «води́ло», другий – з використання маси літака, третій – із застосуванням фрикційної передачі.

## II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Кожен з відомих способів буксирування має свою сферу використання, що залежить від багатьох чинників. Це може бути пов'язано з погодньо-кліматичними умовами у зоні районування аеропорту, особливостями конструкції повітряного судна, технічними можливостями аеропорту тощо.

Як правило аеродромні тягачі реалізують виключно єдину функцію – буксирування повітряного судна у певних випадках. Найбільш розповсюджені варіанти буксирування пов'язані з необхідністю пересування ПС від місця стоянки до злітно-посадкової смуги, з переміщенням ПС між різними місцями стоянки, з транспортуванням літака від перону до ангарної групи.

Хоча більшість сучасних літаків і мають змогу самостійно за допомогою реверсу тяги пересуватись від терміналу до магістральних руліжних доріжок або злітно-

посадкової смуги, робота двигунів в такому режимі пов'язана з низкою небезпек. Перш за все мова йде про можливість виникнення реактивного удару чи порив від реактивного струменю з двигунів, що може завдати шкоди елементам терміналу або обладнання. А якщо конструкція літака передбачає низькорозташовані відносно землі двигуни, вони можуть піднімати та засмоктувати пил та бруд, що може призвести до несправності самого двигуна.

Крім того робота двигунів на аеродромі пов'язана з небезпекою для наземного персоналу, в тому числі це пов'язано за такими шкідливими факторами як шум та вібрація.

З боку авіакомпаній робота двигунів не є вигідною, оскільки це передбачає використання додаткового палива. Окрім цього частина палива використовується для роботи допоміжної силової установки, яка необхідна для функціонування систем літака перед запуском основних двигунів.

## III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Як відомо, крім основних двигунів літак має допоміжну силову установку (ДСУ), яка призначена для живлення електроенергією систем літака та запуску основних двигунів. Робота ДСУ, як і основних двигунів, супроводжується витратою палива, хоча і значно в меншій мірі. Для зменшення його витрат та навантаження на системи літака, а також економії ресурсу допоміжної силової установки, електроживлення повітряного судна на стоянці відбувається від наземного джерела живлення.

Наземне джерело живлення представляє собою змонтований на шасі генератор змінного та постійного струму. Окрім живлення бортових систем за допомогою даного агрегату можливо здійснювати запуск основних двигунів.

Провідні виробники наземної авіаційної техніки, зокрема, такі виробники як TLD, Schopf та Douglas реалізували ідею сполучення аеродромного джерела живлення та тягача у конструкції єдиної спецмашини, створивши аеродромний тягач у вигляді багатофункціонального наземного агрегату. Це поєднання двох одиниць спецтехніки дозволяє забезпечувати живлення бортових систем під час буксирування, а отже,

без необхідності залучення до роботи як маршових двигунів, так і допоміжної силової установки.

#### IV. Висновки

В статті розглянуто раціональність використання аеродромних тягачів та наземних джерел живлення, а також можливість їх поєднання. За допомогою даної комбінації спецтехніки можливо буксирувати літак на велику відстань не використовуючи допоміжну силову установку самого повітряного судна, що дає можливість

авіакомпаніям економити значні кошти. Дана комбінація використовується як для моделей водільних, так і безводільних тягачів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Білякович О.М. Аеродромно-технічне забезпечення польотів: конспект лекцій / О.М. Білякович. – К.: НАУ-друк, 2009. – 84 с.
- [2] <https://www.tld-group.com>
- [3] <https://www.wikipedia.org/>
- [4] <http://www.goldhofer.de>



# Деякі шляхи оптимізації обслуговування пасажирів в аеропортах

Панчешна В.С.

Науковий керівник: Білякович Олег Миколайович  
Кафедра технологій аеропортів,  
Навчально-науковий аерокосмічний інститут  
Національний авіаційний університет  
Київ, Україна  
[vikapancheshnaya24@gmail.com](mailto:vikapancheshnaya24@gmail.com)

*Анотація* — робота присвячена розгляду теми оптимізації аеропортів. Більшість аеропортів експериментує з використанням цифрових технологій, у багатьох впроваджені сучасні рішення, розраховані на тривалий період. Але лише деякі з них здійснюють фундаментальні трансформації, що дозволяють усунути виникаючі у мандрівників складності і підвищити ефективність роботи аеропортів.

*Ключові слова* — оптимізація; багаж; ефективність роботи; оголошення.

## I. ВСТУП

Перед багатьма аеропортами світу стоїть завдання збільшення пропускної спроможності на тлі збільшення пасажиропотоку. В період з 2015 по 2034 рр. світовий обсяг повітряних перевезень повинен буде зростати на 4,6% на рік.

Темпи зростання в Азії, Африці і на Близькому Сході, згідно з розрахунками, будуть ще більш швидкими. Це буде призводити до затримок і погіршувати якість обслуговування клієнтів. У дуже завантажених аеропортах затримка одного літака на 30 хвилин може негативно вплинути на всю систему повітряного сполучення.

## II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Проаналізуємо деякі проблеми щодо обслуговування пасажирів в аеропортах України, які потребують свого вирішення. Можна сформулювати наступний перелік:

- Оголошення тихі і їх багато - складно відрізнити, що з цього важливо, а що ні.
- Затримка видачі багажу.
- Проблеми з оформленням пасажирів.

## III. ОСНОВНА ЧАСТИНА.

Проблему «тихих оголошень» в афінському аеропорту Athens International вирішили так – оголошення відмінили.

Вся інформація висвічується на табло. За те пасажирів ніщо не відволікає, і вони знають, що розраховувати повинні на власну свідомість. Крім того, це зручно вночі, коли хочеться спати.

Що стосується видачі багажу. Як і в деяких інших аспектах, мандрівники хочуть витратити менше часу на очікування і мати більше інформації про наступний етап своєї поїздки - в даному випадку це прибуття їх багажу. Авіакомпанії Delta Air Lines і United Airlines впровадили додатки для відстеження багажу, а міжнародна ІТ-компанія Unisys розробляє систему повідомлення пасажирів про розрахунковий час отримання, з тим щоб людям не доводилося витратити зайвий час на пошук серед багажу інших клієнтів на конвеєрній стрічці.

Оформлення пасажирів. Авіакомпанії використовують одну з декількох різних систем оформлення пасажирів в залежності від своїх стратегічних пріоритетів. Це знижує ефективність роботи на стійках реєстрації і виходах на посадку, а також підвищує витрати на експлуатацію та технічне обслуговування. Єдина хмарна платформа дозволить скоротити витрати і підвищити гнучкість як для авіакомпаній, так і для аеропортів. Служба Avinor, керуюча 46 аеропортами Норвегії, і аеропорт "Перт" здійснюють перехід на таку платформу, розроблену міжнародною компанією Amadeus, яка є постачальником технологічних рішень для туристичної галузі.

## IV. ВИСНОВКИ

З урахуванням наведених прикладів щодо оптимізації процесів з обслуговування пасажирів, доцільно постійно покращувати рівень даних процесів у вітчизняних аеропортах, що є запорукою збільшення обсягу пасажирських перевезень.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Блохин В.И. Основы проектирования аэропортов. - М.: Транспорт, 1985.
- [2] Волкова Л.П. Пособие по изучению дисциплины «Аэропорты и воздушные трассы» - М.: МГТУ ГА, 2001

# Prolongation of the Lifetime and Restoration of the Locking Latches of the Self-propelled Passenger Stairs

Petrenko O. I.

Scientific supervisor – Dovgal A. G.,  
Department of Airport Technologies  
Educational and Research Aerospace Institute  
National Aviation University  
Kyiv, Ukraine  
[alexandra.petrenko.96@mail.ru](mailto:alexandra.petrenko.96@mail.ru)

**Abstract**— the paper is devoted to prolongation of the lifetime and restoration of the locking latches of the self-propelled passenger stairs. The operational problem of locking latches wear has been detected in condition of airport Boryspil. New protective coating on steel specimens has been deposited, structure and properties has been tested.

**Keywords**— aircraft ground support equipment, self-propelled passenger stair, specific equipment, special vehicle, locking latch, cog, wear resistance, coating.

## I. INTRODUCTION

At the Ukrainian airports, the self-propelled passenger stairs TLD ABS 580 is widely used, which is a classic two-section stairs (Fig. 1.a). At such design, the retractable section 2 is moved by a chain mechanism in relation to the lifting section, which requires reliable fixing in the working position. [1,2].

## II. PROBLEM ISSUE

During landing, about 200 passengers intensive (and most importantly uneven, deteriorated corrosion) wear of the clamping elements of the latches, both cogs and their own clamps take place (Fig. 1 b). Usually wearing cogs corresponding to the height of typical aircraft [3-5].

## III. RESEARCH RESULTS

The cogs of the section frame is made of structural steel (manufactured in a composition similar to steel 45). In order to increase wear and corrosion resistance, it's expedient to apply nickel coatings on intermetallic  $Ni_3Al$  to the cogs of the latches (fig. 2.). It's applied locally by the gas-thermal methods only to areas of the local wear, such coating has a good adhesion to the steel substrate and has a minimum porosity (Fig. 2). The border of the transition does not have defects. Optimization of the coating method in relation to wear resistance will significantly save energy, resources and solve the problem of the operation of this type of the aircraft ground support equipment.

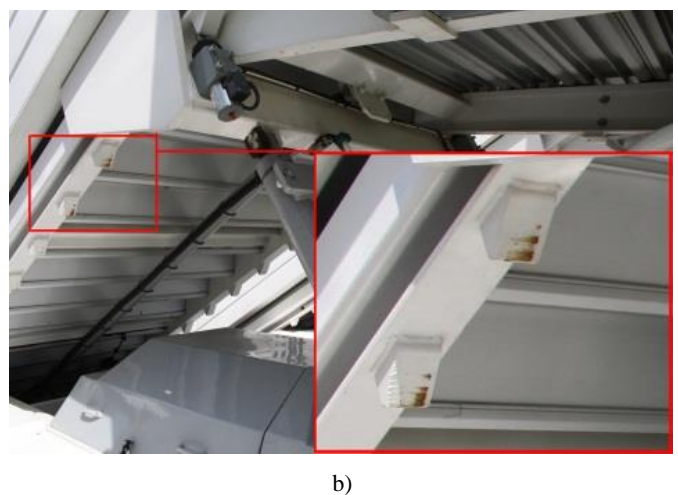
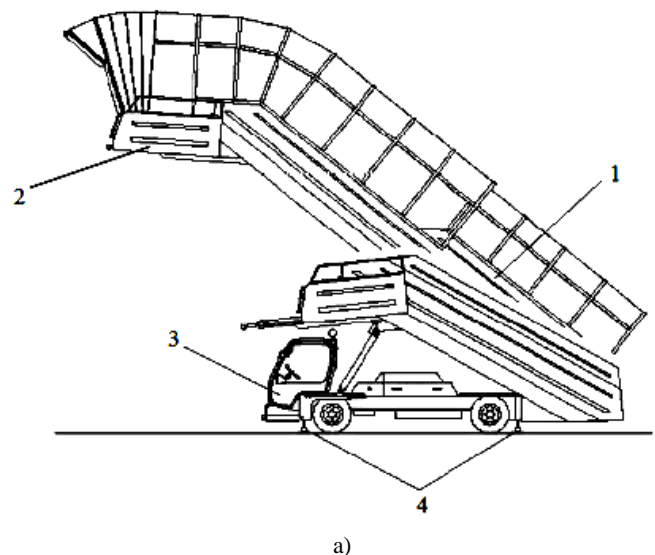
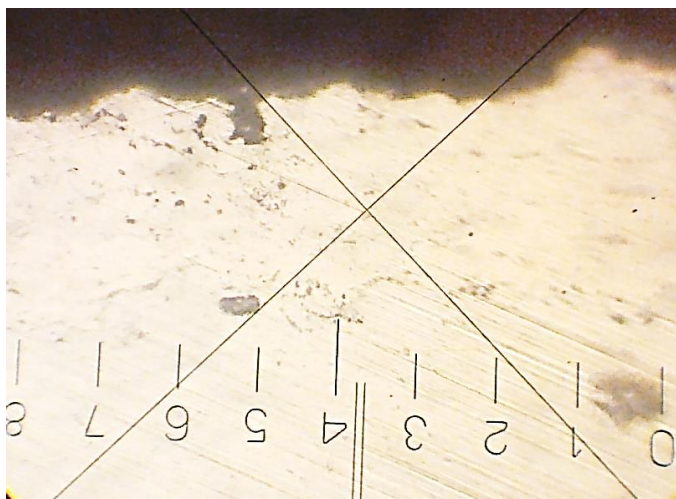
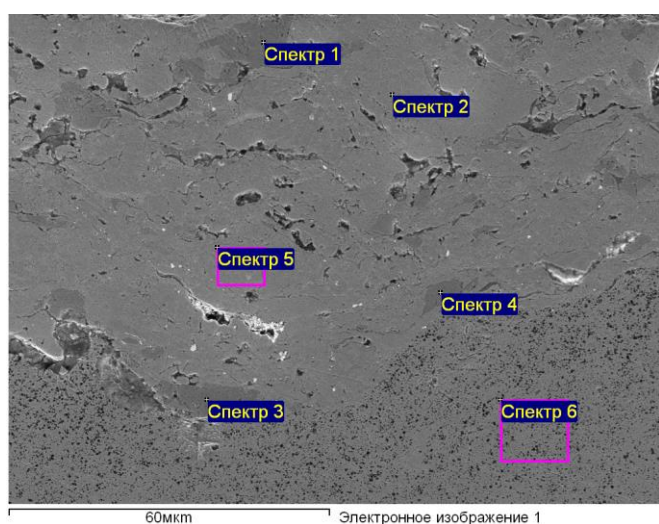


Fig. 1. Self-propelled passenger stairs TLD ABS 580: a – general view; 1 – lifting section; 2 – retractable section; 3 - base chassis; 4 - stabilizers; b - place of excessive wear of locking cogs of retractable section.



a)



b)

Fig. 2. Structure of the gas-thermal coating of  $Ni_3Al$  powder on the steel 45: a – optical microscope image; b – scanning electronic microscope image

The coating of corrosion-proof intermetallic  $Ni_3Al$  deposited by the high-velocity air fuel deposition has been deposited by serial powder material ПНЮ15 on the structural steel 45 has been demonstrated good adhesion on the level 25 MPa and active penetration to the substrate. All components of the coating have been stored in content.

After the fretting abrasion testing of the deposited coating having the testing base of  $5 \cdot 10^5$  oscillations maximal loading have been gradually detected after which substrate base has been worn. The coating is satisfactory withstanding up to the loading 30 MPa, and provides the surface protection form the corrosion influences. Having the 40 MPa loading the coating is significantly worn and the spots of naked substrate are noticed.

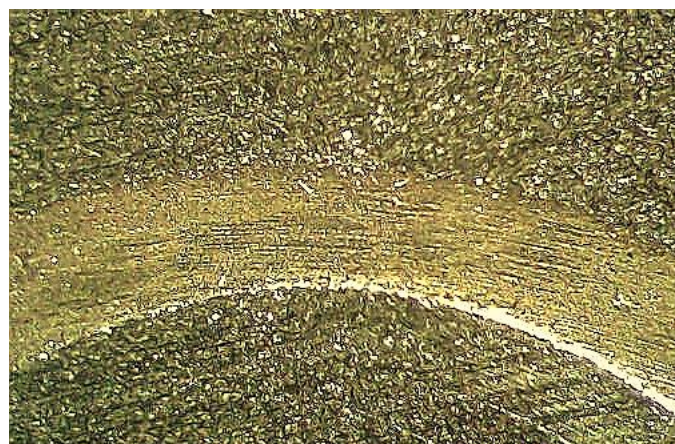


Fig. 3. Friction surface of the HVAF coating of  $Ni_3Al$  powder on the steel 45 under the load of 30 MPa.

After the fretting-testing of the coating the corrosion testing of the coating has been held in the wet environment and temperature differences. After the chemical analysis it was established, that in a result of fretting wear there is no damages for corrosion pits of the substrate up to the 30 MPa.

#### IV.SUMMARY

In a result of contact research of the friction couple of the locking latches of self-propelled passenger stairs ABS-580, the following has been established, that the fretting wear of high loads takes place and corrosion of the generic structural steel, at that the corrosion products promotes the wear process.

For the cogs surface hardening the gas-thermal coating of  $Ni_3Al$  has been developed, that has sufficient adhesion to the substrate.

The coating developed has been demonstrated the satisfactory wear to the calculated loads and simultaneously demonstrated satisfactory protection from corrosion in conditions of the airport apron.

#### REFERENCES

- [1] EN 1915-1:2001+A1:2009: Aircraft ground support equipment - General requirements – Part 1: Basic safety requirements – CEN: 2009, – 47 p.
- [2] EN 1915-2:2001+A1:2009: Aircraft ground support equipment — General requirements — Part 2: Stability and strength requirements, calculations and test methods – CEN: 2009, – 30 p.
- [3] EN 1915-3:2004+A1:2009, Aircraft ground support equipment — General requirements — Part 3: Vibration measurement methods and reduction – CEN: 2009, – 18 p.
- [4] EN 1915-4:2004+A1:2009, Aircraft ground support equipment — General requirements — Part 4: Noise measurement methods and reduction – CEN: 2009, – 22 p.
- [5] EN 12312-1:2001+A1:2009: Aircraft ground support equipment - Specific requirements – Part 1: Passenger stairs. – CEN: 2009, – 18 p.

# Сучасні системи попередження та видалення ожеледі на аеродромах

Рудь В.С.

Науковий керівник: Білякович Олег Миколайович  
Кафедра технологій аеропортів,  
Навчально-науковий аерокосмічний інститут  
Національний авіаційний університет,  
Київ, Україна  
[rydikvika4ka@gmail.com](mailto:rydikvika4ka@gmail.com)

**Анотація** — головна проблема, що розглядається у роботі – запобігання утворення та видалення ожеледі на аеродромах та дорогах. Описано принцип роботи новітніх автоматизованих систем, що використовуються у багатьох країнах світу.

**Ключові слова** — видалення ожеледі, реагент, датчики.

## I. ВСТУП

Аналізуючи причини виникнення катастроф та авіаційних інцидентів, вирішальне значення на етапі зльоту та посадки має стан злітно-посадкової смуги. Щоб забезпечити надійне та безпечне пересування літаків на аеродромі в холодний період року використовують антиожеледні системи. Міжнародна організація цивільної авіації розробила ряд вимог, відповідно до яких проєктуються та виробляються сучасні системи попередження та видалення ожеледі на аеродромах.

## II. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Світовим лідером у галузі розробки та виробництва спецмашин і обладнання для експлуатаційного утримання аеродромів, доріг загального призначення є швейцарська компанія Boschung. Інформаційна система стану доріг від Boschung Mecatronic, як правило, складається із модулів збору, передачі та обробки даних, які управляються за допомогою системи раннього оповіщення щодо утворення ожеледі. При цьому, до моменту утворення льоду, на поверхню аеродрому або дороги через форсунки чи за допомогою інноваційної системи Micro-FAST розпоршується реагент. Ця запатентована система високого тиску складається із смуги довжиною 100 метрів із вбудованими в неї форсунками. Період розосереджування можна змінювати (від 30 секунд до 3

хвилин), тим самим регулювати оптимальну кількість використаного антиожеледного реагенту. Після ряду циклів розпоршування, систему можна адаптувати під відповідний клімат, що дає можливість безпечного пересування при будь-яких погодних умовах.

На сьогоднішній день великої популярності набули метеорологічні датчики, які фіксують тип та інтенсивність опадів, температуру повітря, відносну вологість та інші параметри. Наприклад, PWS - датчик поточної погоди, з технологією оптичного відбитого розсіювання для визначення кількості часток води у повітрі, може визначати всі види опадів, а також рівень видимості.

## III. ВИСНОВКИ

В умовах експлуатації сучасних аеропортів використання антиожеледних автоматизованих систем є необхідністю, яка продиктована умовами безпеки та регулярності польотів повітряних суден. Інші компоненти таких систем, зокрема, стаціонарні системи розпоршування, спецмашини для реагентів та прибирання снігу, можуть бути інтегровані в єдиний комплекс управління, що дозволяє оптимально застосовувати усі можливі ресурси.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Руководство по аэропортовым службам (Дос.9137-AM/898). Часть 2. Состояние поверхности покрытия. Четвертое издание. – Монреаль: ИКАО, 2002..
- [2] .Белинский И.А., Закревский А.И., Шинкарчук Н.В. Техническая эксплуатация аэродромов. – К.: КМУГА, 1996. – 240 с..
- [3] Орлов В.А. Теория и практика борьбы с гололедом. – М.: Воздушный транспорт, 2010. – 112 с.

# Покращення експлуатаційних характеристик паливозаправного обладнання аеропортів композиційними покриттями

Сорока Ю. А.

Науковий керівник: Довгаль А. Г.  
Кафедра технологій аеропортів,  
Навчально-науковий аерокосмічний інститут,  
Національний авіаційний університет,  
Київ, Україна  
[yuliia.soroka@kiwi.com](mailto:yuliia.soroka@kiwi.com)

**Анотація** — робота присвячена розробці композиційного покриття з підвищеним рівнем зносо- та корозійної стійкості для паливозаправного обладнання аеропортів. Вихідні компоненти для покриття повинні бути наявні в достатній кількості в ресурсній базі України або бути не коштовними. Досліджено особливості структуроутворення, зносо- та корозійної стійкості запропонованих покриттів.

**Ключові слова** — паливозаправне обладнання, авіаційне паливо, ресурс, композиційне покриття, зносостійкість, корозійна стійкість.

## I. ВСТУП

Склад авіаційного палива відрізняється наявним вмістом складників палива (за всіма властивостями), так і зі всіма присадками (зумисно введеними речовинами, що покращують його властивості, наприклад, термічну стабільність, утворення вільної води, запобігання утворення льоду з цієї води, фракційне розшарування) досить суттєво.

## II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

При цьому, всі компоненти авіаційної наземної техніки, що контактують з авіаційним паливом, мають володіти належною зносостійкістю та корозійною стійкістю. Зазвичай вони виготовляються з конструкційних сталей, що варто вкривати композиційними покриттями, як найдешевшого складу компонентів та технологій нанесення [1] (рис. 1.).

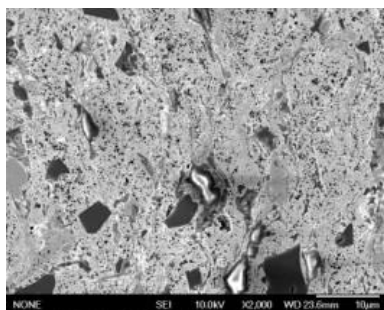


Рис. 1. Структура покриття на основі інтерметаліду  $Ni_3Al$  з тугоплавкою складовою SiC, зб. 2000.

## III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

У якості основи покриття обрано серійний інтерметалід  $Ni_3Al$  у формі порошку (ПНЮ15), а зносостійкої фази карбід кремнію зелений SiC. Варто відзначити, що воно має достатню адгезію до сталеві підкладки, з якої виготовлено основні деталі паливозаправного обладнання аеропортів та зберігає основні компоненти та їх властивості. Зокрема, випробування статичної корозійної стійкості зазначених покриттів у середовищі авіаційного палива зі вмістом усіх зазначених присадок наповдвір'ї протягом року наведені на рис. 2.



Рис. 2. Оптичні фотографії покриття  $Ni_3Al-SiC$ : а – вихідне після нанесення газотермічним методом; б – після випробування на корозійну стійкість в середовищі авіаційного палива з присадками зб. 200.

Як видно, сталеві підкладка кородує гарно, а покриття задовільно утримується, та не відшаровується з підкладки, що викликає суттєву цікавість з точки зору зносостійкості покриття, що буде досліджено у рамках моєї магістерської роботи.

## IV. ВИСНОВКИ

Отже впровадження нових покриттів в технологічне обладнання аеропортів дозволить значно подовжити ресурс, підвищити його ефективність, екологічну чистоту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] А. П. Уманський, А. Г. Довгаль, В. М. Кисель, Ю. И. Евдокименко Структура и закономерности изнашивания покрытий из композиционных металлокерамических материалов системы  $(SiC-Al_2O_3)-(Ni-Al)$ . // Сверхтвердые материалы, - 2012, - № 2. - С 49-57.

# Compression Performances Improvement of Internal Combustion Engine of Aircraft Ground Support Equipment

Shavlay K. S.

Scientific supervisor: Dovgal A. G.,  
Department of Airport Technologies  
Educational and Research Aerospace Institute  
National Aviation University  
Kyiv, Ukraine  
[katyajawad@gmail.com](mailto:katyajawad@gmail.com)

**Abstract**— the paper is devoted to development of technology compression improvement of internal combustion engine. The structure of the piston is made of aluminium alloy and the highly likely place of accessive abrasion wear is the first groove of compression ring. The improvement technology of compression package has been suggested and tested.

**Keywords**— *compression, internal combustion engine, aircraft ground support equipment, compression rings, ring groove.*

## I. INTRODUCTION

The compression of the internal combustion engine is on average about 10 kg / cm<sup>2</sup> and substantially affects not only its fuel performances (power, efficiency), but also its lifetime and maintenance costs (Fig. 1.a).

## II. PROBLEM ISSUE

Compression in general depends on the tightness of the valves of the gas valving gear and the compression package of pistons rings, in particular the first one (Fig. 1 b). [1,2].

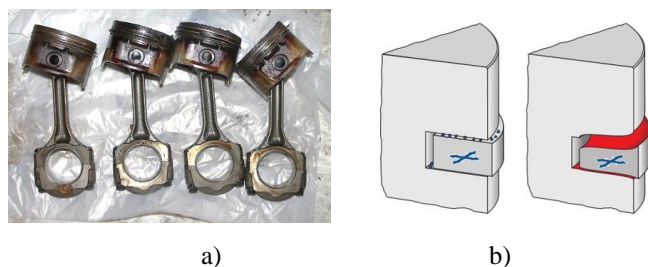


Fig.1. The result of the wear of the compressor package of the rings of the Deutz engine: a - the loss of compression leads to the penetration of gases into the crankcase, as a result, of olive carbs and the penetration of oil into the combustion chamber; B - three-dimensional pattern of wear of the first compression groove - red are areas of excessive wear..

## III. RESEARCH RESULTS

Since pistons of internal combustion engines are made of cast aluminum alloys, the question of the former groove of the compression packet is usually solved by the use of electrophysical composite coatings. Composite coating suggested consists of a metallic binder based on iron and a refractory component of titanium carbide (Fig. 2).

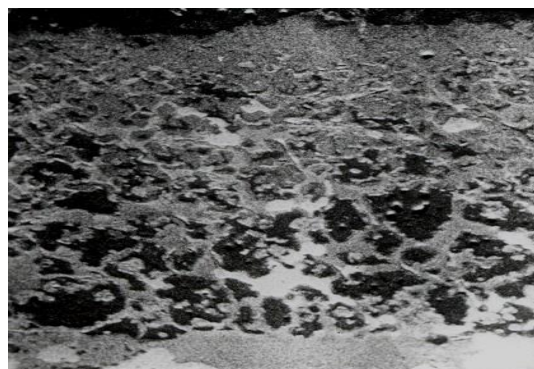


Fig.2. Scanning electronic microscope image of TiC-(Fe-Ni) electrospark coating on the Al-25 substrate, 2000 zoom.

Such a composition is well-proven in friction together with gray and black cast iron, which usually compression rings are made of, that is, satisfactory tribo compatibility has been proven.

## IV. SUMMARY

Thus, in the couple of "groove-ring", the wear abrasion as in Fig. 1. b. almost does not occur, as proved by the appropriate compression tests (with and without coatings) and significantly improve the performance of the internal combustion engines.

## REFERENCES

- [1] Н. Ф. Дмитриченко, В. В. Варюхно, А. В. Кулинич, А. Г. Довгаль, В. П. Коба Пролонгация ресурса деталей силовых установок авиационной наземной техники в условиях эксплуатации. // Металлофизика и новейшие технологии. // Том. 39, № 1. сичень 2017. – С. 69-82.
- [2] Варюхно В. В., Довгаль А. Г., Данилейко О. В., Сидоренко О. Ю. Пролонгация ресурсу та поліпшення паливної ефективності двигунів внутрішнього згоряння. / Інженерія поверхності и реновация изделий. – Матеріали 17-ой Международной научно-технической конференции 29 мая – 02 июня 2017 г., г. Одесса. – 2017. – С. 27-28.

# Екологічні аспекти застосування біоетанолу в авіаційних паливах

Шиленко А.Ю.

Науковий керівник: Коба В.П.,  
Кафедра аеропортів,  
Навчально-науковий аерокосмічний інститут,  
Національний авіаційний університет,  
Київ, Україна  
[Naska14acorn@gmail.com](mailto:Naska14acorn@gmail.com)

**Анотація** — робота присвячена розгляду проблеми підвищення шкідливих викидів в атмосферу авіаційною технікою та повітряним судном. В роботі запропоновано розширення області використання відходів сільськогосподарського виробництва. Також в роботі розглянуто досягнення використання палива з повним згорянням за рахунок застосування біоетанолу, в рамках екологічного аспекту.

**Ключові слова** — біопалива для автомобільного транспорту, біоетанол, парникові гази.

## I. ВСТУП

Сучасний ринок екологічного авіаційного обладнання та техніки є дуже різноманітним. Але проблема забруднення відпрацьованими газами залишається глобальною. У всьому світі кількість автомобілів із кожним днем збільшується в геометричній прогресії. Все більше і більше людей мають власні машини. Це не може не позначитись на якості повітря, а особливо в густонаселених мегаполісах, де скупчення автомобілів набагато вище за приміські зони. Погіршення етапу навколишнього середовища, зниження імунітету населення, зростання багатьох інших захворювань - це далеко не повний список наслідків діяльності двигунів внутрішнього згоряння. Також авіаперевезення характеризуються динамічним розвитком рівня забрудненості атмосфери. Одним з пріоритетних напрямків підвищення ефективності та безпеки авіаперевезень є забезпечення ефективного та всеосяжного технічного обслуговування аеродромною технікою, що також має вплив на забрудненість [4].

Україна належить до країн, які мають дефіцит власних енергоносіїв і може забезпечити свої потреби за рахунок власних енергоносіїв лише на 50 %, а в нафті – на 10-12 %, в природному газі – до 30 %, що створює загрозу енергетичній безпеці країни [2]. Уведення в енергетичний баланс України біологічних видів палива, які за своєю природою є відновлюваними ресурсами акумульованої сонячної енергії – одне з актуальних завдань сьогодення. Це дасть змогу зменшити використання викопних непоновлюваних джерел енергії, забруднення природного середовища токсичними речовинами та парниковими газами.

## II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Розвиток виробництва дизельного біопалива в Україні здійснюється досить низькими темпами. Причинами гальмування даного процесу є відсутність чіткої стратегії розвитку, в якій були б враховані фактори впливу забезпечення енергетичної та продовольчої безпеки, зобов'язань про певну динаміку розвитку виробництва і використання біопалив, відсутність контролю за якістю біопалива на всіх етапах його виробництва та реалізації; несприятливі умови для залучення інвестицій, відсутність промислової бази для переробки зерна ріпаку, нестача коштів для стимулювання й реалізації енергоощадних та екологічно безпечних технологій, експорт значної частки вітчизняного зерна ріпаку, висока ціна на сировину. Така ситуація зумовлена тим, що нині виробництво дизельного біопалива не вигідне при його подальшій реалізації, однак економічно доцільне при споживанні самим виробником. Таким чином виникає потреба у вдосконаленні існуючого палива або розробці нового методу його виробництва, щоб забезпечити підвищення екологічності їх використання[1].

## III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Біоетанол - етиловий спирт, що отримується в процесі переробки рослинної сировини для використання в якості біопалива для автомобільного транспорту. Біоетанол виробляють як з рослинної сировини (кукурудзи, пшениці, цукрових буряків, цукрової тростини, сорго та ячменю), так і з вуглеводних відходів сільськогосподарських культур (сухі стебла соняшнику, качани кукурудзи або різні види соломи). Він має високі антидетонаційні властивості, октанове число становить 99. У результаті досліджень було розроблено технологію отримання реактивного палива з біоетанолу, отримано синтетичне рідке вуглеводневе паливо для авіаційних ГТД, практично відповідаючи вимогам ДСТУ.

### Екологічні аспекти

У процесі виготовлення біоетанолу шляхом бродіння й подальшого його спалювання в повітря виділяється така сама кількість діоксиду вуглецю, що до цього була засвоєна рослинами з атмосфери в період їх життєдіяльності. А тому, біоетанол має нульовий баланс  $O_2$  і є нейтральною з погляду утворення парникових газів речовиною.

Оксиген, який входить у структуру етанолу, дозволяє повноцінно спалювати вуглеводневі палива. Додавання до бензину 10 % етанолу скорочує наполовину кількість вихлопів аерозольних частинок і на 30 % знижує викиди  $CO$  в атмосферу.

Тільки протягом 2006 року застосування етанолу автомобілістами США дозволило знизити надходження в повітря парникових газів майже на 8 млн т (в перерахунку на CO<sub>2</sub>), що приблизно дорівнює річній кількості викидів від 1,21 млн автомобілів. Етанол у порівнянні з бензином є менш «енергонасиченим» джерелом енергії. Пробіг машин, що працюють на E85 (суміш 85% етанолу і 15% бензину; буква «E» від англійського Ethanol), на одиницю об'єму палива складає близько 75% від пробігу стандартних машин. Звичайні машини не можуть працювати на E85, хоча двигуни внутрішнього згоряння працюють на E10. На «справжньому» етанолі можуть працювати лише т. з. «Flex-Fuel» машини. Ці автомобілі можуть працювати на звичайному бензині або на довільній суміші того й іншого[3].

Також важливим аспектом є те, що біоетанол вважається екологічно безпечним для біоти. У природних умовах цей продукт практично повністю утилізується мікроорганізмами (за 28 днів у процесі мікробної конверсії переробляється до 99 % біодизельного палива), що дозволяє мінімізувати забруднення річок та озер.

Виробництво й використання біоетанолу сприяє зменшенню викидів CO<sub>2</sub>. На відміну від звичайного дизельного палива, це паливо майже не містить сірки, що забезпечує його екологічну чистоту[2].

#### IV. ВИСНОВКИ

В статті розглянуто екологічні аспекти біоетанолу, що мають значущість для забезпечення, економічності і

зручності у використанні авіаційних палив. Встановлено, що відхилення від рекомендованих аспектів можливе тільки після проведення та опрацювання відповідних випробувань і ретельної експлуатаційної перевірки, яка б показала задовільність альтернативних методів або умов використання інших видів палив.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Полищук В. Альтернативные дизельные топлива / Полищук В., Дубровин В., Полищук А. // MOTROL. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. – Lublin, 2012. – Т. 14. – С. 20-31.
- [2] Сибірний А. Біопаливний етанол з лігніноцелюлози (рослинної біомаси): до- сягнення, проблеми, перспективи / А. Сибірний // Вісник НАН України. - 2006. - №3. - С. 32-48.
- [3] Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива: Монографія / Я.Б. Блом, Г.Г. Гелетуха, І.П. Григорюк, К.В. Дмитрук, В.О. Дубровін, А.І. Ємець, Г.М. За- барий, Г.М. Калетнік, М.Д. Мельничук, В.Г. Мироненко, Д.Б. Рахметов, А.А. Сибірний, С.П. Циганков – К. : «Аграр Медіа Груп», 2010. – 292 с.
- [4] Використання гідродинамічної кавітації у виробництві дизельного біопалива / [Сухенко Ю., Литвиненко О., Сухенко В., Муштрук М., Бойко Ю.] // Техніка та технології АПК. Дослідницьке: 2011, – №10(25),–С.33-36.).



# Продовження ресурсу насосного обладнання аеропортів новими композиційними матеріалами

Шовкун С. В.

Науковий керівник: Довгаль А. Г.  
Кафедра технологій аеропортів,  
Навчально-науковий аерокосмічний інститут,  
Національний авіаційний університет,  
Київ, Україна  
[Sofia.shovkun@gmail.com](mailto:Sofia.shovkun@gmail.com)

**Анотація** — робота присвячена розробці композиційного матеріалу з підвищеним рівнем зносостійкості для торцевих ущільнень насосного обладнання аеропортів. Вихідні компоненти для матеріалу повинні бути наявні в достатній кількості в ресурсній базі України. Достіжено особливості структуроутворення та зносостійкості запропонованих матеріалів.

**Ключові слова** — відцентровий насос, торцеве ущільнення, ресурс, композиційний матеріал, зносостійкість, пористість.

## I. ВСТУП

Як відомо, ресурс насосу цілому визначає працездатність його ущільнень, що в середньому складають 500 годин неперервної роботи насоса з контактною парою графіт-сталь у відцентрових насосах типу ЦСП-57 [1].

## II. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

З іншого боку до авіаційного палива пред'являють підвищені вимоги чистоти, а тому продукти зношування насосного обладнання суттєво обмежують ресурс фільтроелементів. Для зниження експлуатаційних затрат це вимагає застосування нових технологій та матеріалів для торцевих ущільнень (рис. 1.)



Рис. 1. Конструкція однокаскадного торцевого ущільнення відцентрового насоса.

## III. ОСНОВНА ЧАСТИНА

При цьому важливо, щоб вихідні компоненти та сировина для цих матеріалів була наявна в ресурсній базі України (без тимчасово окупованих територій), а технологія їх отримання була б не енергоємною (за жорстких ринкових умов). За таких умов важливо мати найвживаніші концентрації наявних

компонентів, та зважати на науковий досвід [2]. Карбід кремнію та оксид алюмінію є основними елементами високотехнологічних галузей промисловості України. Композити оримані гарячим пресуванням мають структури наведені на рис. 2.

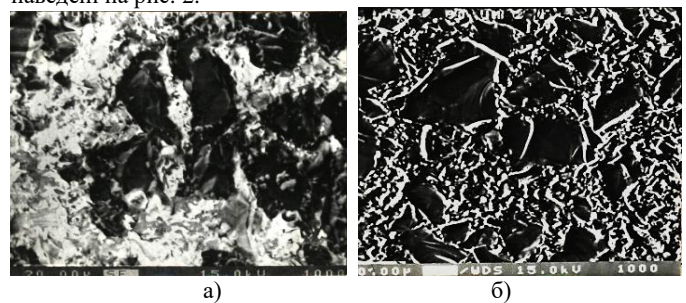


Рис. 2. Електронні фотографії структур композиційних матеріалів зб. 1000 за різних концентрацій: а – SiC-20% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; б – SiC-50% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Як видно, з експериментальних даних оптимальним співвідношенням є рівна концентрація компонентів тугоплавкої та стабілізаційної фази [3]. За наявності переважної тугоплавкої складової у системі отримано завелику пористість.

## IV. ВИСНОВКИ

Отже впровадження нових матеріалів в технологічне обладнання аеропортів дозволить значно подовжити ресурс, знизити витрати на обслуговування, підвищити його ефективність, екологічну чистоту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] О. П. Уманський, А. Г. Довгаль, В.І. Суботін, О.Д. Костенко Розроблення керамічного зносостійкого матеріалу на основі карбіду кремнію для високошвидкісних вузлів тертя. // Вісник НАУ. №1. 2011. С 65-71.
- [2] Уманський А. П., Довгаль А. Г., Панасюк А.Д., Костенко А. Д. Влияние состава и структуры керамики на основе карбида кремния на механизмы изнашивания. // Порошковая металлургия № 7/8, 2012, С 92-102.
- [3] Патент № 53010 Композиційний зносостійкий матеріал на основі карбіду кремнію. Довгаль А. Г., Уманський А. П., Тамаргазін О. А., Панасюк А. Д., Костенко О. Д., Коновал В. П., 27.09.2010, - Бюл. № 18.- 6 с.