



УДК 629.7.08:629.7.06

## ANALYSIS OF PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF STATIONARY AIRCRAFT GROUND HANDLING SYSTEMS AT AIRPORTS

### АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ СТАЦІОНАРНИХ СИСТЕМ НАЗЕМНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН В АЕРОПОРТАХ

Biliakovych O.M. / Білякович О.М.

*s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-3887-3715

Lychyk V.I. / Личик В.І.

*senior lecturer / ст. викладач*

ORCID: 0009-0006-3017-2921

State University «Kyiv Aviation Institute»,

Kyiv, Liubomyra Huzara, 1, 03058

Державний університет «Київський авіаційний інститут»

Київ, Любомира Гузара, 1, 03058

**Анотація.** Стаття присвячена аналізу існуючих стаціонарних систем для наземного обслуговування повітряних суден в аеропортах та перспектив їх використання. Систематизовані та класифіковані основні стаціонарні системи, які сьогодні використовуються в аеропортах. Розглянуто принцип дії, особливості конструкцій та експлуатаційні параметри цих систем, їх переваги у порівнянні з мобільними засобами, які використовуються в аналогічних технологіях наземного обслуговування повітряних суден в аеропортах.

**Ключові слова:** аеропорт, авіаційна наземна техніка, повітряне судно, наземне обслуговування, стаціонарна система.

#### Вступ.

За прогнозами IATA [1] **середньорічний темп зростання ринку / Compound Annual Growth Rate (CAGR)** послуг наземного обслуговування повітряних суден (ПС) на період 2024 – 2032 років, виходячи від базового обсягу 103.2 млрд USD у 2023 році, складає 5,3%. У 2032 році обсяг ринку наземного обслуговування ПС може досягти 161.4 млрд USD.

В технологіях наземного обслуговування важливе місце займає **авіаційна наземна техніка / Ground Support Equipment (AGT / GSE)**. Це обладнання поділяється на мобільне та стаціонарне.

Хоча стаціонарні системи для наземного обслуговування використовуються в аеропортах досить давно, системний аналіз їх використання та перспектив розвитку представляє певний інтерес. Особливо, враховуючи необхідність реконструкції аеропортової інфраструктури України, та впровадження



стаціонарних систем наземного обслуговування ПС в українських аеропортах у майбутньому.

### **Основний текст.**

**Стаціонарне (інтегроване) обладнання для наземного обслуговування / Stationary (Integrated) Ground Support Equipment, (COHO / SGSE)** – це комплекс інфраструктури та обладнання, які вбудовуються безпосередньо у перон або термінал аеропорту, найчастіше під землю, для забезпечення комунікацій та обслуговування повітряних суден (ПС) на пероні під час стоянки.

Ці системи є альтернативою мобільному наземному допоміжному обладнанню (GSE).

Проведений аналіз показує, що у сучасних аеропортах переважно використовуються такі стаціонарні системи для наземного обслуговування ПС:

- централізовані системи заправки ПС паливом;
- стаціонарні системи наземного електроживлення;
- системи кондиціонування повітря;
- системи заправки ПС питною та санітарною водою;
- системи обслуговування туалетів ПС;
- стаціонарні системи повітряного пуску двигунів ПС;
- системи подачі попередньо охолодженого/підігрітого повітря;
- системи протижеледної обробки ПС.

**Централізовані системи заправки ПС паливом / Centralized Aircraft Fueling Systems (ЦЗ / CAFS)** являють собою підземну інфраструктуру, яка вбудована в перон аеропорту і забезпечує подачу авіаційного палива безпосередньо до місць стоянки ПС.

У цих системах авіаційне паливо від складу паливо-мастильних матеріалів аеропорту (нафтобази) через трубопровідну мережу, яка являє собою розгалужену систему підземних трубопроводів, що пролягають під пероном аеропорту, підводиться до гідрантних колонок, які встановлені у місцях стоянок ПС. До системи трубопроводів авіаційне паливо потрапляє через фільтраційну та насосну станцію. Подачу палива від гідрантних колонок здійснюють через



наземні агрегати централізованої заправки (АЦЗ / Dispenser), які регулюють подачу авіапалива, а також його додаткову фільтрацію та додавання спеціальних компонентів.

Використання централізованих систем заправки скорочує термін обслуговування ПС, зменшує кількість паливозаправників на пероні, що мінімізує ризик зіткнень та розливів палива, знижує рівень шуму та викидів в аеропорту, так як в АЦЗ, як правило, використовують електропривід. З розвитком аеропорту мережа трубопроводів також може бути реконструйованою та легко розширеною.

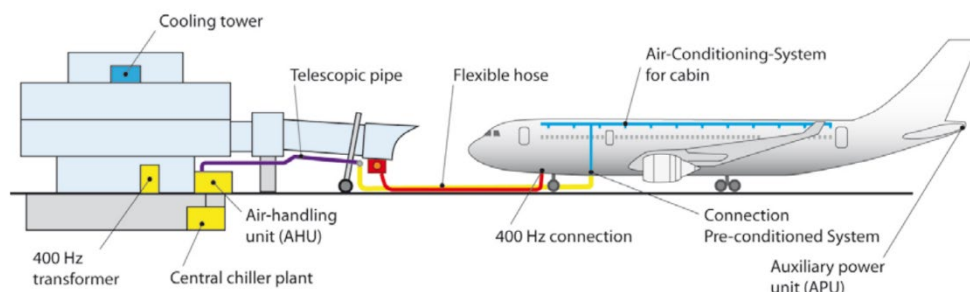
Наприклад, централізована системи заправки ПС паливом у міжнародному аеропорту Франкфурта (Німеччина) [2] нараховує 175 гідрантних колонок для заправки ПС. Аеропорт має централізовану паливну базу з десятьма резервуарами загальною ємністю 186 мільйонів літрів авіаційного палива (Jet A-1). Загальну довжина трубопроводів складає понад 60 кілометрів. У системі використовуються трубопроводи діаметром від 6 до 24 дюймів. ЦСЗ дозволяє заправляти літаки зі швидкістю потоку від 3000 до 4000 літрів на хвилину для одного АЦЗ. С у аеропорту Франкфурт ЦСЗ оснащена автоматизованою системою контролю, яка може виявити підтікання авіапалива об'ємом менше одного літра на годину, автоматично блокуючи подачу палива у відгалуженні трубопроводу.

**Стационарні системи наземного електроживлення/ Fixed Electrical Ground Power (CCHЕ / FEGP)** представляють собою обладнання, яке забезпечує ПС електроенергією під час їх стоянки на пероні. Ці системи є альтернативою у використанні допоміжних силових установок ПС (Auxiliary Power Unit / APU) або аеродромних електроагрегатів (Ground Power Units / GPU).

СЧНЕ зазвичай працюють від централізованої мережі електропостачання аеропорту, перетворюючи змінний струм з напругою 50 або 60 Гц на стандартну для авіації частоту 400 Гц. Стандартна напруга для більшості цивільних літаків становить 28 В постійного струму або 115 В змінного струму.



Потужність ССНЕ може варіюватися залежно від типу літака, але зазвичай становить від 90 кВА до 180 кВА. Для великих літаків, таких як Airbus A380, можуть використовуватися системи потужністю 250 кВА або більше. При цьому коефіцієнт використання потужності, як правило, становить 0,8.



**Рисунок 1 – Схема роботи стаціонарних систем агрегованих з телескопічним трапом [3]**

Системи ССНЕ встановлюються як на місцях стоянки літаків, так і в ангарах. Вони можуть бути вбудовані безпосередньо в телескопічні трапи (jet bridges) або розташовані на пероні у вигляді висувних чи підземних стаціонарних боксів, що робить підключення до літака швидким і зручним.

У підземних електричних системах живлення (In-Ground Power Units) подача електроенергії до ПС здійснюється через підземні бокси або висувні колони (pop-up pits), які розміщені біля місця паркування ПС. Комунікація між ССНЕ і ПС здійснюється через люки підземних боксів або вихідною арматурою висувних колон ліфтового типу.

**Системи кондиціонування повітря / Pre-Conditioned Air (СКР / PCA)** подають очищене охолоджене або нагріте повітря в салон ПС, підтримуючи комфортну температуру без необхідності використання бортових систем.

Подача кондиціонованого повітря здійснюється через спеціальні рукави довжиною 10-20 м та діаметром 300 мм, що висуваються з підземних люків або монтуються на телескопічних трапах.

Кодиціоноване повітря підводиться до боксу через мережу підземних трубопроводів.



Сучасні системи СКР часто оснащені інверторними технологіями та "інтелектуальними" системи, які автоматично адаптують потік повітря до конкретного типу ПС, забезпечуючи максимальну ефективність охолодження або обігріву.

**Системи заправки ПС питною водою / Fixed potable water systems (СЗПВ / FPWS)**, призначені для заправки ПС та поповнення запасів питної води у ПС.

СЗПВ забезпечують робочий тиск у системі на рівні від 0,3 до 0,7 МПа (від 3 до 7 бар). Це забезпечує стабільну подачу води на висоту розташування заправних горловин ПС.

Середня швидкість потоку для заправки водою становить приблизно 150-200 літрів на хвилину. Ця швидкість забезпечує швидке поповнення баків ПС, місткість яких може варіюватися від 200 до 600 літрів і більше.

Усі стаціонарні системи обладнані багаторівневими фільтрами та ультрафіолетовими лампами для знезараження води, що гарантує її відповідність міжнародним стандартам якості.

СЗПВ підключаються до ПС через спеціальні гідрантні колонки або вбудовані бокси на пероні, а також можуть бути інтегровані в пасажирські телескопічні трапи. Подача очищеної води здійснюється від стаціонарних пунктів обробки та підготовки води через підземні трубопроводи.

**Системи обслуговування туалетів ПС / Fixed lavatory servicing systems (COT / FLSS)** являють собою інтегровані в інфраструктуру аеропорту системи, призначені для видалення відходів з бортових туалетних систем ПС та їх заправки дезінфікуючими рідинами. Такі системи є альтернативою для аеродромних асенізаційних машин.

Параметри стаціонарних систем обслуговування туалетів можуть відрізнятися, але зазвичай вони відповідають галузевим стандартам для ефективного та швидкого обслуговування.

Система створює вакуум для видалення відходів із туалетної системи ПС. Після цього подається промивна рідина під тиском. Типовий робочий тиск для промивання систем становить близько 0,3-0,5 МПа (3-5 бар).



Швидкість відкачування фекалій та подачі чистої дезінфікуючої рідини зазвичай становить 200-300 літрів за хвилину, що дозволяє швидко обслуговувати туалетні баки ПС ємністю від 150 до 350 літрів. Через підземні трубопроводи фекалії зливаються у центральну каналізацію.

**Системи протиожеледної обробки ПС / Aircraft de-icing and anti-icing systems (СПО / AIS)** це системи, які усувають та запобігають утворення льоду, снігу та інію на поверхні ПС і встановлені стаціонарно на спеціальних майданчиках робочої площі аеродрому.

Такі системи запобігають протизледенінню (De-icing) та протиобмерзанню (Anti-icing). Ці системи складаються з резервуарів для зберігання протиожеледних рідин, насосних станцій, які перекачують рідини під тиском, спеціальних розпилювальних установок або пандусів (естакад), які дозволяють покривати ПС рідиною з усіх боків та системи збору та утилізації протиожеледних рідин.

Також до стаціонарних систем наземного обслуговування ПС можна віднести телескопічні трапи, які використовуються для переходу авіапасажирів від терміналу аеропорту до салону ПС.

Лідером у розробці та проектуванні стаціонарних систем тривалий час являлась шведська компанія Combi Vox Skandinavia AB [4]. Обладнання цієї компанії ще в середині минулого століття було встановлено в аеропортах Швеції, Данії, Норвегії та поступово знайшло своє застосування в аеропортах Європи, Близького Сходу та Азії.

Система Combi Vox представляє собою комбіновану підземну систему виді коробів - боксів, які зв'язані підземними комунікаціями з основною системою життєзабезпечення ПС в аеропорту. У боксах змонтовано відповідне обладнання (насоси, кабелі, шланги), яке легко під'єднуються до роз'ємів ПС. Короби боксів металеві, виготовлені із високоміцною гальванізованої сталі і можуть витримувати навантаження понад 100 тон. Строк служби таких боксів розрахований на 100 років. Люки боксів та котушки, на які намотуються кабелі та роздавальні шланги, мають систему підігріву, що забезпечує їх експлуатацію



при температурах до – 40° С.

У 2012 році компанія Combibox Systems Scandinavia AB була придбана групою Cavotec, яка теж займала провідне місце серед компаній, що займалися розробкою та впровадженням стаціонарних систем та елементів для наземного обслуговування ПС [5].

Продукцією Cavotec також були стаціонарні модулі (бокси), які агрегувались з іншим аеропортовим обладнанням або вбудовувались у перон аеропорту. Такий герметичний бокс вбудовується безпосередньо у перон і має на поверхні міцний люк, що захищає обладнання від погодних умов, механічних пошкоджень та забруднень. Всередині боксу встановлена ліфтова система, яка підіймає обладнання, необхідне для комунікації з ПС, при відкритті люку.

Коли ПС знаходиться на стоянці, оператор відкриває люк підземного боксу. За допомогою електричної або гідравлічної системи, обладнання піднімається, і оператор витягує необхідні кабелі та шланги. Усередині боксу розміщена автоматична котушка, яка дозволяє швидко витягнути електричний кабель, або відповідні рукави (шланги) для підключення до ПС та автоматично змотати їх назад після використання, а бокс опускається назад урівень з пероном. Стаціонарні системи наземного обслуговування ПС також ефективно використовуються в ангарах при технічному обслуговуванні і ремонті ПС.

### **Висновки.**

Проведений аналіз стаціонарних систем наземного обслуговування ПС в аеропортах показує, що ці системи мають суттєві переваги перед сучасною мобільною АНТ.

Перш за все, такі системи є більш безпечним та ефективними, так як мінімізують ризик зіткнень ПС і мобільної АНТ, значно зменшують трафік на пероні, спрощують та прискорюють процес наземного обслуговування, оскільки необхідне обладнання завжди знаходиться на стоянці ПС. Також стаціонарні системи є екологічними, так як зменшують викиди відпрацьованих газів двигунів АНТ і рівень їх шуму.

Враховуючи, що стаціонарні системи є ключовим елементом



інфраструктури багатьох світових аеропортів, що дозволяє їм підтримувати високий пасажиропотік і забезпечувати швидке та безпечне обслуговування повітряних суден, слід врахувати можливість запровадження таких систем при реконструкції базових та регіональних аеропортів України після війни.

Література:

1. Ground Handling Services Market. URL: [https://www.gminsights.com/industry-analysis/aircraft-ground-handling-system-mark et%20](https://www.gminsights.com/industry-analysis/aircraft-ground-handling-system-market%20)
2. Fraport AG — 2015 Facts and Figures on Frankfurt Airport. URL: [https://static.fraport.de/ONLINE/zdf/zadafa\\_e\\_2015/files/basic-html/page18.html](https://static.fraport.de/ONLINE/zdf/zadafa_e_2015/files/basic-html/page18.html)
3. Aircraft Ground Energy Systems at Zurich Airport. URL: [https://media.flughafen-zuerich.ch/-/jssmedia/airport/portal/dokumente/das-unternehmen/politics-and-responsibility/environmental-protection/technische-berichte/2018\\_zrh\\_aircraft-ground-energy-system.pdf](https://media.flughafen-zuerich.ch/-/jssmedia/airport/portal/dokumente/das-unternehmen/politics-and-responsibility/environmental-protection/technische-berichte/2018_zrh_aircraft-ground-energy-system.pdf)
4. Combi boxes in use. URL: [https://www.slideserve.com/elsu/combi-boxes-in-use#google\\_vignette](https://www.slideserve.com/elsu/combi-boxes-in-use#google_vignette)
5. Cavotec. Aircraft Support Systems. URL: <https://tekointerface.com.ua/wp-content/uploads/2019/12/114.pdf>

**Abstract.** *The article is devoted to the analysis of existing stationary systems for ground handling of aircraft at airports and prospects for their use. The main fixed systems used in airports today are systematized and classified. The principle of operation, design features and operational parameters of these systems, their advantages in comparison with mobile facilities used in similar technologies of aircraft ground handling at airports are considered.*

**Key words:** *airport, aviation ground equipment, aircraft ground handling, stationary system.*

Стаття відправлена: 18.09.2025 р.

© Білякович О.М.