

DOI: 10.18372/2310-5461.63.18715

УДК 656.7.135:004.94

М. М. Багрій, канд. техн. наук, доцент
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0003-3543-4741
e-mail: baw1973@ukr.net;

А. М. Валько,
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0003-0394-6304
e-mail: pasoshka@ukr.net;

Н. А. Цимбал
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0003-2198-120X
e-mail: nataliia.tsymbal@npp.nau.edu.ua

АСПЕКТИ ПРОТИКРИГОВОЇ ОБРОБКИ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН АВІАХЕНДЛІНГОВИМИ КОМПАНІЯМИ (ОГЛЯД)

Вступ

Комплекс наземного обслуговування розглядається як складний механізм, в якому задіяна велика кількість параметрів технологічного процесу роботи аеропорту при взаємодії з авіакомпаніями та хендлінговими компаніями. Наземне обслуговування здійснюється за такими основними принципами – це обслуговування службами аеропорту (обслуговування повітряних суден на пероні під час стоянки) або хендлінговими компаніями.

Тонкий шар льоду або снігу на поверхні повітряного судна може поставити під загрозу безпеку польоту, спричинивши втрату підйомної сили та збільшення опору. Уникнення процедури видалення атмосферних опадів з поверхні повітряного судна може призвести до зменшення тяги та збільшення опору, що може спричинити, у гіршому випадку, катастрофу [1; 2].

Протикригова обробка повітряних суден відноситься до видів аеропортової діяльності по наземному обслуговуванню повітряних суден та підлягає обов'язковій сертифікації Державною авіаційною службою України [2]. Протикригова обробка здійснюється як аеропортовими службами так і хендлінговими компаніями, які мають договори на організацію аеропортового та наземного обслуговування. Варто відмітити, що повітряні перевезення вимагають узгодженої роботи всіх служб, які задіяні в організації перевезень та персоналу з необхідним рівнем кваліфікації.

Утворення льоду на поверхні повітряних суден створює ряд проблем, що впливають на якість льотних характеристик під час здійснення польоту. До цих характеристик відносяться наступні: збільшення лобового опору під час польоту, погіршення стійкості та керування повіт-

ряним судном, аеродинамічні характеристики. Варто також зауважити, що утворення льоду на поверхні повітряного судна може викликати збій в роботі важливих приладів та обладнання, що забезпечують функціонування вузлів та агрегатів повітряного судна, що впливає на безпеку польоту в цілому.

Також при здійсненні процедур з протикригової обробки необхідно врахувати критерії мінімізації впливу на навколишнє середовище, а саме екологічні умови для операцій з наземного обслуговування.

Постановка задачі

Наземне обслуговування в аеропортах є одним із небагатьох видів діяльності на повітряному транспорті, в якому спільно беруть участь всі служби аеропорту, підрозділи авіакомпаній та незалежні підрядники. Транспортні (хендлінгові) компанії грають дуже важливу роль у житті будь-якого аеропорту [3; 154].

Технічне обслуговування повітряних суден на землі (наземна служба) є одним із важливих елементів безпеки та безпеки регулярності авіаперевезень [3; 154].

Ефективність питань забезпечення авіаційної безпеки залежить від рівня якості виконання та дотримання вимог з наземного обслуговування. До комплексу наземного обслуговування входять всі процедури по запобіганню утворення льоду на поверхні повітряного судна.

Беручи до уваги важливість авіаційної безпеки, що забезпечується однозначно якістю виконаних робіт щодо наземного обслуговування, варто відмітити жорсткі вимоги, які включають перелік авіаційних правил та стандартів, поводження з небезпечними речовинами та матеріала-

ми, також увагу приділяють екологічним нормам. Всі норми щодо рівня обслуговування між авіакомпанією та наземною службою представлено в стандартах IATA, зокрема АНМ 803 (Airport Handling Manual).

Незважаючи на існуючі системи та технології, що забезпечують захист повітряного судна від утворення льоду та підвищення якісних характеристик утворення льоду на поверхні повітряних суден залишається фактором, від якого суттєво залежить безпека здійснення польоту.

Варто зауважити, що відсутність або неефективність систем протикригової обробки повітряних суден перед здійсненням польоту може призвести до серйозних наслідків, що впливає на безпеку та регулярність польотів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Авторами статті проаналізовано основні процедури комплексу наземного обслуговування по запобіганню утворення льоду (чи накопичення снігового покриву) на поверхні повітряного судна (ПС).

Дослідженню питань, що відносяться до наземного обслуговування повітряних суден присвячено ряд науково-практичних робіт з урахуванням всіх критеріїв задля зменшення чи унеможливлення ризиків, що передують неприйнятним наслідкам.

Варто відмітити, що захист повітряного судна від утворення льоду – це питання авіаційної безпеки, яке розкрито не в повній мірі. Аналіз питань авіаційної безпеки розглядається авторами О. Соловйовою та А. Валько як система координації та узгодженості дій всіх учасників.

Авіаційна безпека (АБ) має свою мету, завдання, предмет дослідження, засоби пізнання та принципи, які застосовуються для вирішення практичних та теоретичних (наукових) завдань, виходячи з термінів експлуатації авіалайнерів та технічних засобів забезпечення повітряних перевезень [4; 407].

Діяльність авіаційної безпеки спрямована на досягнення надійної захищеності людини в середовищі проживання: виробничої, експлуатаційної, транспортної, екологічної, аеродромних та аеропортових споруд, вантажно-розвантажувальних терміналів, а також забезпечення безпеки для пасажирів та обслуговуючого персоналу в разі виникнення авіаційних подій, катастроф та надзвичайних ситуацій [4; 407].

Безпека польотів, безперечно, є найважливішою вимогою для проектування та експлуатації сучасних повітряних суден. Однак насправді на льотні характеристики та безпеку повітряного

судна однозначно впливають несприятливі метеорологічні умови, однією з яких є обледеніння на поверхні. Обледеніння повітряного судна може спричинити серйозні аеродинамічні та льотно-механічні ефекти, що несе загрозу безпеці польоту [5; 353].

Варто зауважити, що питання авіаційної безпеки є невід'ємною частиною функціонування глобальної авіаційної системи.

У працях Моріта К. та Кімура С. розглянуто питання функціонування системи, що поєднує протикригове покриття (обробку) та електротермічний обігрів крил повітряних суден. Поєднання систем захисту розглядається як стратегічний інструмент для зниження енергозатрат, враховуючи що системи протикригового захисту в переважній більшості потребують великої кількості споживання електроенергії.

Авторами Ганьоном Д. та Еззадихом Х. проаналізовано час витримки протикригових рідин для повітряних суден при здійсненні польоту. Протикригова обробка суттєво затримує та запобігає утворенню льоду, а при його утворенні – сприяє легкому видаленню за рахунок не достатньої адгезії.

Науковцями Ф. Пісцітеллі та Ф. Марра розглянуто супергібридні покриття (пасивна система захисту від утворення льоду) як систему протикригової обробки. Розроблено покриття, що наноситься як звичайна фарба з аерографом. Як правило, стратегіям захисних покриттів приділяється менше уваги у порівнянні з дослідженнями які стосуються покриттів що зменшують силу адгезії льоду.

Вітчизняними науковцями Ложачевською О. та Сидоренко К. досліджено особливості надання послуг з наземного обслуговування в аеропортах. Проаналізовано спеціалізовані послуги які впливають на безпеку. Проаналізовано економічну складову щодо глобалізації сфери послуг з наземного обслуговування в аеропортах.

Варто звернути увагу і на те, що переважна більшість досліджень та наукових робіт, що стосуються засобів та методів захисту повітряних суден від утворення льодового покриву, стосується фізико-хімічних засобів, основна задача яких полягає у створенні спеціальних покриттів, що зменшують силу адгезії льоду на поверхні повітряних суден.

Метою статті є аналіз існуючих ефективних та надійних систем та технологій, що забезпечують захист повітряних суден від утворення льодового (снігового) покриву при здійсненні процедур з наземного обслуговування.

Виклад основного матеріалу

Варто зазначити, що метеорологічні явища є основним чинником утворення льоду на поверхні повітряного судна як під час польоту так і під час стоянки в аеропорту.

Велика кількість факторів, до яких відноситься і утворення льоду (чи снігового покриву) на поверхні у великій кількості, може суттєво впливати на аеродинамічні характеристики таким чином, що взагалі може не відбутися зліт повітряного судна. Основним фактором є вага льоду (чи снігового покриву). Наприклад, лід завтовшки 5 мм на поверхні площею 100 м² може мати вагу до 450 кг. Особливу увагу потребує протикригова обробка повітряних суден при підготовці до здійснення польоту в нічну пору доби.

Під час наземного обслуговування ПС проводиться протикригова обробка, що включає в себе

заходи щодо видалення льоду з поверхні повітряного судна, що утворився внаслідок фізичного стану атмосфери, так і заходи по запобіганню утворення льодового покриву.

Експлуатація повітряних суден при низьких температурах та наявних переохолоджених краплях води в хмарах, як правило, призводить до утворення льоду на поверхні повітряного судна. Кількість льоду залежить від наступних факторів: температури повітря, розміру крапель води, фази та швидкості польоту. За статистичними даними Національної ради з безпеки на транспорті (США) відомо, що 12 % авіаційних подій пов'язано з погодними умовами під час здійснення польоту [6].

В табл. 1 наведено ризики та їх негативні наслідки, що впливають на безпеку польоту повітряних суден при експлуатації за певних погодних умов.

Таблиця 1

Ризики та їх негативні наслідки, що впливають на безпеку польоту повітряних суден при експлуатації за певних погодних умов

№ з/п	Ризики, що виникають при експлуатації повітряних суден	Наслідки, що впливають на безпеку польоту повітряного судна
1	Утворення льоду на аеродинамічних поверхнях повітряного судна	Може призвести до збільшення опору повітря, що може вплинути на швидкість та кількість використаного пального
2	Утворення льоду на крилах повітряного судна	Може призвести до зменшення ефективності аеродинамічного підйому, що може вплинути на здатність повітряного судна підніматися або залишатися в повітрі
3	Накопичення льоду на певних частинах повітряного судна	Може призвести до нерівномірного розподілу ваги та змінити центр тяжіння, що може вплинути на стабільність та керованість повітряного судна під час польоту
4	Ожеледь на поверхні повітряного судна	Може призвести до втрати контролю над аеродинамічними поверхнями, що може стати фактором ризику в процесі зльоту, польоту та посадки
5	Лід на поверхні двигунів повітряного судна	Може спричинити неправильну роботу двигунів та вплинути на їх ефективність, що може призвести до серйозних проблем з безпекою під час здійснення польоту

Всі перераховані негативні фактори підкреслюють важливість ефективної протикригової обробки для забезпечення безпеки польоту повітряного судна в умовах низьких температур і снігопадів.

Протикригові заходи характеризуються складністю оптимального вибору способу протикригової обробки, який залежить від різноманіття видів наземного обладнання для аеропортів. Сьогодні переваги надаються наземному обладнанню з електричними системами приводу.

Варто відмітити, що ангарне зберігання повітряних суден дозволяє вирішити проблему захисту ПС від погодних умов навколишнього середовища. Але спосіб ангарного зберігання є дорогішим і не підходить для великої кількості повітряних суден, що експлуатуються для здійс-

нення пасажирських чи вантажних перевезень у цивільній авіації.

Одним із способів запобігання утворення льоду на поверхні повітряного судна є використання спеціальних чохлів, але ефективним цей спосіб є за умови, що чохла виготовлені з матеріалів, які мають високі показники водовідштовхувальності, легкості, міцності, морозостійкості та інших фізико-механічних властивостей. Недоліком цього способу є висока трудомісткість самого процесу, особливо для великих повітряних суден, а також можливості утворення льоду на самих чохлах.

За останні роки відбулися інноваційні зміни у технологічному процесі протикригової обробки. Сучасний протикриговий розчин розроблено з врахуванням ефективності при низьких температурах та мінімізації впливу на навколишнє середовище. Такі розчини можуть включати багато-

компонентні суміші, які дозволяють досягти кращого контролю над утворенням льодового (снігового) покриття на поверхні літака.

Сучасні повітряні судна оснащені вдосконаленими системами обігріву аеродинамічних поверхонь, які використовують передові технології для його розтоплення та попередження виникнення. Деякі системи є автоматизованими, при цьому взаємодіють з сенсорами та іншими елементами, щоб активувати протикригову обробку при виникненні необхідності.

Дослідження в галузі нанотехнологій дозволяють розробляти покриття та матеріали, які зменшують адгезію ожеледі до поверхонь повітряних суден, що полегшує процес видалення та зменшує необхідність використання протикригових розчинів.

Деякі дослідження проводяться в частині використання новітніх ультразвукових та лазерних технологій. Такі інноваційні рішення можуть бути менш енергозатратними та більш ефективними порівняно з традиційними методами, що використовуються в аеропортах, а також при проектуванні та виготовленні безпосередньо повітряних суден.

Метеорологічні та попереджувальні системи і технології дозволяють точніше передбачати умови, які передують утворенню ожеледі, що дозволяють, відповідно, вчасно використовувати протикригові заходи.

Враховуючи вище наведене, дозволяє виділити як критичний елемент системи для забезпечення безпеки польоту повітряного судна, в умовах клімату з пониженою температурою навколишнього середовища та утворення тонкого шару льоду на аеродинамічних поверхнях повітряного судна – протикригову обробку. Перед здійсненням польоту в аеропортах використовують різноманітне обладнання та розчини (рідини)

Всі перераховані інноваційні рішення спрямовані на підвищення ефективності та безпеки польотів в умовах низьких температур. Розвиток технологій протикригової обробки є важливою складовою для авіаційної промисловості з метою забезпечення безпеки та надійності польотів за будь-яких погодних умов.

Система живлення гарячим повітрям розглядається при основних методах, що включають як конструктивні елементи повітряних суден і обладнання аеропортів, так і для певних кліматичних умов з пониженими температурами та високою вологістю повітря [7].

Системи живлення гарячим повітрям (Air Heating) можуть бути встановлені на підлозі або у вертикальних стовпах поруч із місцями стоянок повітряних суден. Вони випускають гаряче

повітря, яке спрямовується на повітряне судно і розтоплює льодовий покрив, що утворюється за певних погодних умов. Системи живлення гарячим повітрям (Air Heating) отримала досить широке використання в кліматичних умовах, де переважає температура нижче -50°C , так як має довготривалий ефект, особливо при процедурах з видалення льоду за рахунок подачі гарячого повітря під тиском.

Живлення гарячим повітрям для протикригової обробки (Air Heating) використовується в різних аеропортах, особливо тих, що знаходяться в регіонах із холодним кліматом або з високим рівнем опадів у формі снігу та льоду. Такі системи допомагають уникнути утворення ожеледі на поверхні повітряних суден перед їх вильотом. Однак, перелік аеропортів, де використовуються ці системи, можуть змінюватися з врахуванням модернізації, переобладнання та інше.

До прикладу представлено аеропорти, де застосовується для протикригової обробки метод живлення гарячим повітрям (Air Heating). Це аеропорт Торонто Пірсон (Канада), аеропорт О'Гара (США), аеропорт Франкфурт (ФРН).

Аеропорт Торонто Пірсон (Канада) - один з найбільших міжнародних аеропортів в Північній Америці, де холодні зими спонукають чи обґрунтовують використання ефективних систем протикригової обробки.

Аеропорт О'Гара (США) знаходиться в Чикаго, де кліматичні умови в зимовий період вирізняються снігопадами та пониженою температурою, система живлення гарячим повітрям (Air Heating) може використовуватися для уникнення утворення ожеледі на поверхні повітряних суден перед їх вильотом.

Аеропорт Франкфурт (ФРН) являється одним з найбільших авіаційних транспортних хабів в Європі, де також використовується система живлення гарячим повітрям (Air Heating) для протикригової обробки повітряних суден.

Це лише кілька прикладів, та варто зазначити, що переважна більшість аеропортів можуть мати встановлені подібні системи для забезпечення безпеки польотів в умовах низьких температур і високої вологості повітря.

Одним зі способів щодо запобігання утворення льодового покриття на поверхні повітряного судна є розпилення протикригових розчинів (Deicing Fluid Spraying).

Протикригові розчини (як правило до складу суміші входить гліколь) розпилюються на повітряне судно, щоб запобігти утворенню крижаного покриття на аеродинамічних поверхнях. Це може виконуватися в автоматичному режимі або вручну за допомогою спецпристосувань.

Для розпилення протикригових розчинів в аеропортах використовуються спеціалізоване обладнання, яке дозволяє рівномірно та ефективно наносити розчин на поверхні повітряних суден та аеродинамічні елементи.

Основні типи обладнання для протикригової обробки (рисунок 1), включають в себе як спеціалізоване обладнання так і використання сучасних технологічних рішень.

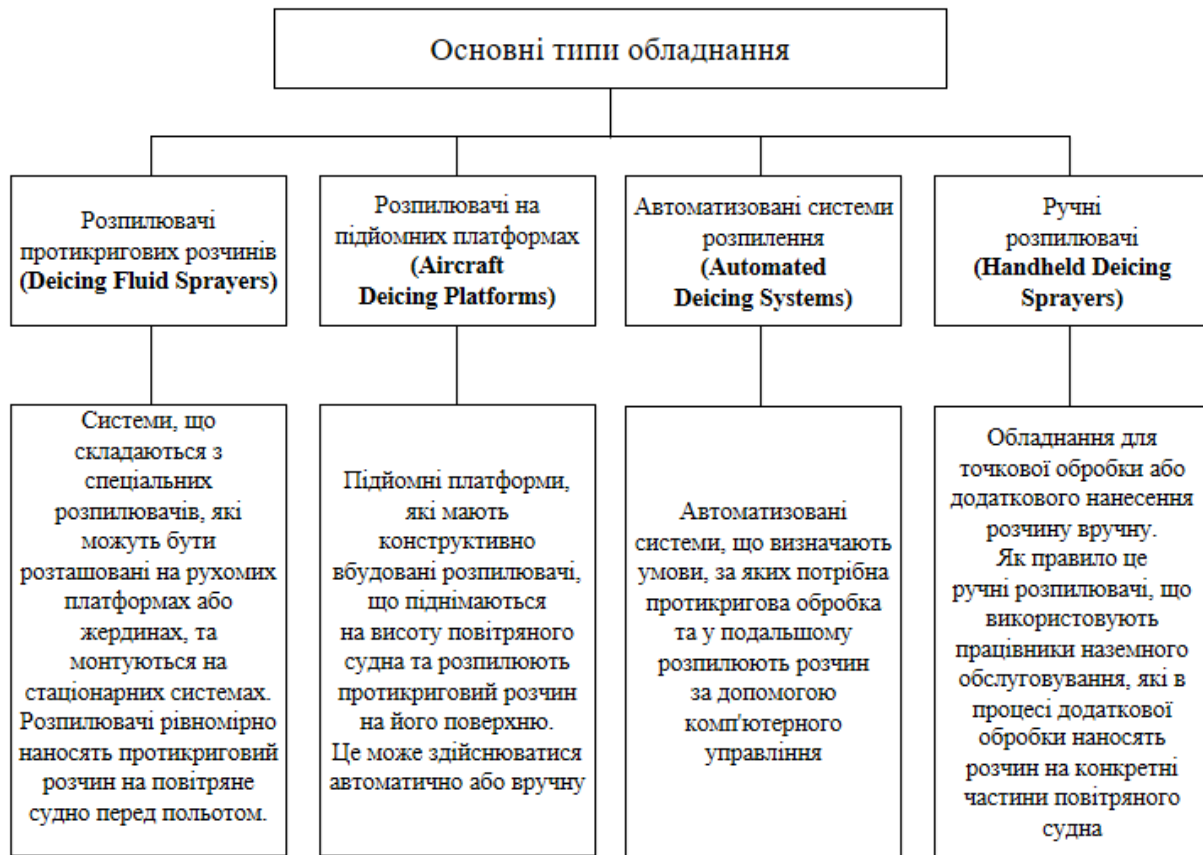


Рис. 1. Схема основних типів обладнання для протикригової обробки

Сьогодні широко застосовуються іноваційні роботизовані технології (Innovative Technologies). В міжнародних аеропортах, таких як Хітроу (м. Лондон, Велибританія) [8] та міжнародний аеропорт Пудун (КНР) [9] експериментують із заявленими технологіями: дрони або роботизовані системи для розпилення протикригових розчинів.

Застосування новітніх технологій також розглядається в контексті екологічної безпеки діяльності аеропортів.

Зокрема, міжнародний аеропорт Мюнхена (ФРН) залишається єдиним аеропортом у світі, який переробляє та повторно використовує свої антикригові рідини в аеропорту (підземні установки-резервуари для очищення). Кількість антикригових засобів, що використовуються коливається від 2000 тонн в до 8000 тонн в рік [10].

На рисунку 2 зображено схематичний процес переробки продуктів для протикригової обробки повітряних суден.

Під час технологічного процесу протикригової обробки повітряних суден стічні води, що утворюються проходять по спеціальним жолобам

та каналам та потрапляють у спеціальні збірні резервуари, що розташовані під землею. У розміщених підземних установках-резервуарах відбувається процес відновлення та переробки стічних вод для повторного використання (враховується рівень концентрації гліколю, який має становити не менше 5 %).

Варто зауважити, що вибір способу нанесення протикригового розчину на поверхню повітряного судна залежить від розміру аеропорту, кліматичних умов та технічних можливостей.

Розглянемо основних виробників та постачальників спеціалізованого обладнання для протикригової обробки.

Компанія «Marcel Boschung AG» (Швейцарія) постачає обладнання для снігоприбирання та протикригової обробки, включаючи розпилювачі протикригових розчинів та інше снігоприбиральне обладнання. Варто зазначити, що ДП «Міжнародний аеропорт «Бориспіль» має в своєму парку наземного обладнання повнопривідні фрезерно-роторні снігоочисники даного виробника.

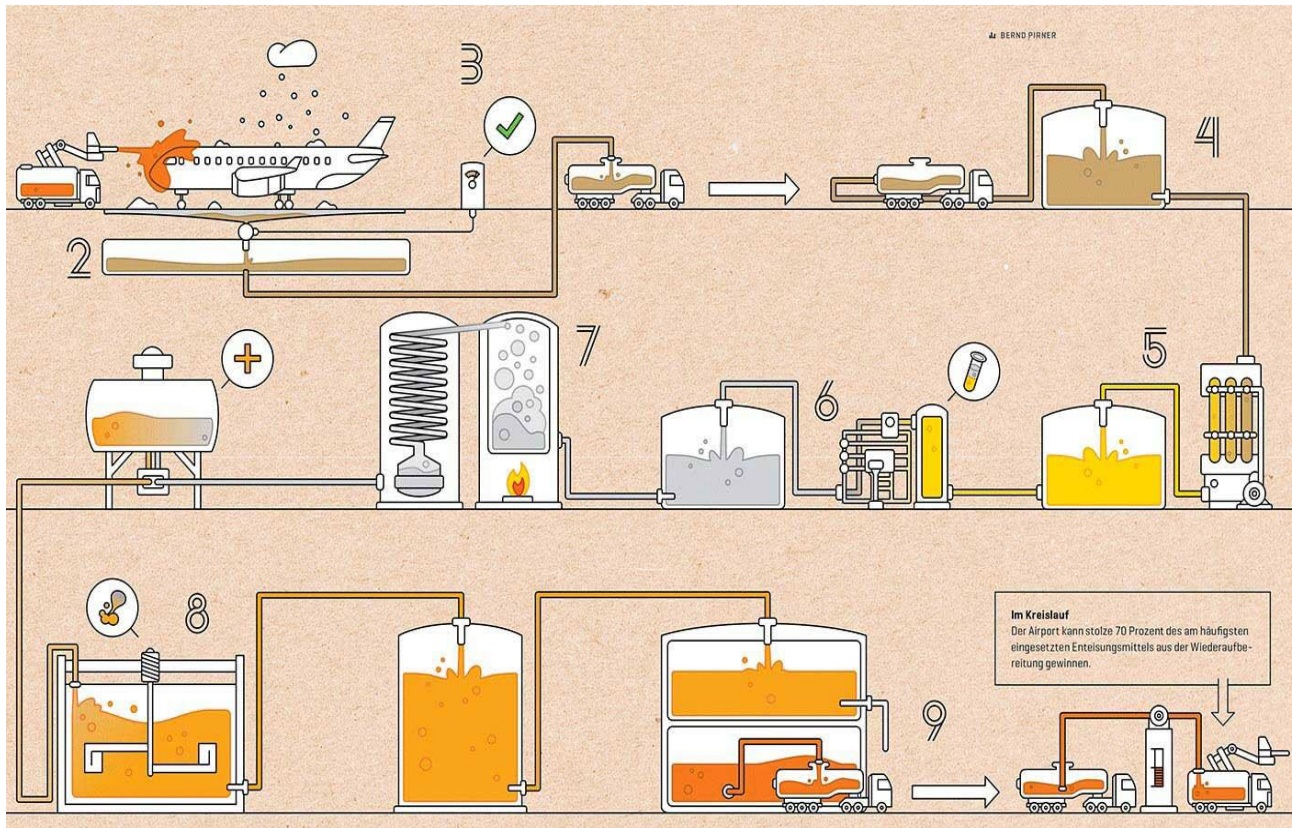


Рис. 2. Схематичне зображення процесу переробки продуктів для протикригової обробки [9]

Виробник Vestergaard Company (Данія) виробляє різноманітне обладнання для аеропортів, включаючи протикригове обладнання, таке як розпилювачі протикригових розчинів та сучасні апарати для видалення ожеледі. Виробник Vestergaard Company (Данія) має більш ніж 50-річний досвід у виробництві обладнання GSE преміум-класу, яке відповідає потребам як найменших пасажирських, так і найбільших комерційних повітряних суден, що експлуатуються у діапазоні високих та низьких температурних режимів.

Техніка GRV – це спеціалізовані транспортні засоби з наземного обслуговування в аеропортах для ефективного підмітання та збору сльоту та води, разом з тим прибираючи пісок та гравій, розкиданий на пероні/пандусі на території аеропорту.

Спроектований та впроваджений у виробництво транспортний засіб для відновлення гліколю (Glycol Recovery Vehicle, GRV), розроблений для вирішення важливого завдання з мінімізації впливу на навколишнє середовище використаної протикригової рідини, тим самим знижуючи негативний вплив на навколишнє середовище. Така техніка GRV (виробник Vestergaard Company (Данія)) використовується для відновлення та повторного використання гліколю, який використовується в протикригових розчинах.

Виробник обладнання Kiitokori (Фінляндія) – спеціалізується на обладнанні для аеропортів, включаючи розпилювачі протикригових розчинів. Виробник обладнання Kiitokori (Фінляндія) виробляє серію EFI машин для протикригової обробки повітряних суден. Модельний ряд включає в себе EFI 500, EFI 1000, EFI 1500, EFI 2000 і EFI 3000 СВ. Новий EFI 4000 розроблено спеціально для компаній з наземного обслуговування (GH) та аеропорту. Кожна модель обладнання Kiitokori постачається з найсучаснішою системою управління захистом від утворення льоду (SDMS). Це програмоване логічне керування (PLC) керує системою розпилення, зменшуючи вплив на навколишнє середовище та зменшуючи кількість необхідної рідини для протикригової обробки (ADF). В свою чергу це забезпечує безпечну та економічно ефективну процедуру з видалення льоду.

M-B Companies, Inc (США) - виробник снігоприбирального обладнання, включаючи техніку для протикригової обробки в аеропортах.

Варто зауважити, що все наведене обладнання для наземного обслуговування в аеропортах відповідає стандартам ISO 9001:2015 щодо проектування, виробництва та експлуатації наземної техніки.

Також елементом протикригової обробки є механічне видалення льоду, що утворився (Ice Removal). Для цього використовуються механічні системи для очищення повітряного судна від льоду. Механі-

чні системи працюють за рахунок використання як водяних струменів так і використання не абразивних щіток, що рухаються по поверхні повітряного судна або інші механізми та пристосування. Також при механічному видаленню льоду використовуються спеціальні хімічні розчини (рідини), що сприяють розтопленню льоду.

В аеропортах впроваджуються та використовуються системи моніторингу та попередження (Warning Systems), а також визначення погодних умов, що сприяють утворенню ожеледі. Обов'язковим елементом є сповіщення екіпажу повітряного судна про погодні умови навколишнього середовища.

Ці системи та методи призначені для забезпечення безпечного й ефективного польоту в зимових умовах або погодних умов з низькою температурою навколишнього середовища. Варто зауважити, що утворення льоду на поверхні повітряного судна зазвичай відбувається при температурах нижче точки замерзання води (0°C або 32°F). Однак ці показники можуть відрізнятися в залежності від умов навколишнього середовища, вологості та інших факторів.

У високих альтитудах та при високих швидкостях повітряного судна, температура може бути значно нижчою, і, відповідно, краплі води можуть замерзати при температурах, навіть вищих за 0°C . Також, при наявності хмар або опадів, льодоутворення може відбуватися при вищих температурах через процес сублімації.

В своїх конструктивних елементах деякі повітряні судна мають вбудовані системи обігріву або електричні системи для розтоплення льоду, що утворюється на поверхні (Heating and Electrical Systems). Багато з них, особливо ті, які експлуатуються в регіонах з холодним кліматом або під час зимового періоду року, мають вбудовані системи обігріву або електричні системи для

розтоплення льоду. Це важливо для забезпечення безпеки та ефективності польоту в умовах низьких температур і утворення ожеледі на поверхні повітряного судна.

Розглянемо конструктивні елементи, які можуть включатися в системи обігріву або електричні системи для розтоплення льоду.

Обігрів аеродинамічних поверхонь (Anti-Ice Systems), а саме повітряні судна мають вбудовані системи обігріву на крилах, хвостових поверхнях та інших аеродинамічних елементах. Це допомагає уникнути утворення ожеледі та забезпечити ефективність аеродинаміки.

Обігрів витратного повітря (Engine Bleed Air Systems), а саме в повітряних суднах використовують системи обігріву, які отримують гаряче повітря від двигунів (витратного повітря) та подають його на аеродинамічні поверхні для розтоплення льоду.

Електричні системи розтоплення льоду (Electric Heating Systems), а саме деякі повітряні судна обладнані електричними системами розтоплення, які вбудовані в структурні елементи повітряного судна, такі як крила і хвіст.

Системи розтоплення льоду на поверхні повітряного судна (Aircraft Deicing Systems), а саме ці системи можуть включати в себе обігрів панелей, систем розпилення протикригових розчинів та механічні засоби для видалення льоду, що утворився.

Повітряні судна, які експлуатуються в екстремальних погодних умовах, зазвичай мають комбіновані системи для забезпечення максимальної ефективності та безпеки в умовах низьких температур.

В таблиці 2 наведено приклади повітряних суден та системи обігріву або електричні системи для розтоплення льоду.

Таблиця 2

Типи повітряних суден та конструктивні системи що запобігають утворенню льоду

Тип повітряних суден	Конструктивна система
Boeing 737	Система обігріву аеродинамічних поверхонь
Airbus A320	Система обігріву для попередження утворення ожеледі на поверхнях
Boeing 787 Dreamliner	Електричні системи розтоплення, яка вбудована в структурні елементи повітряного судна
Airbus A350 XWB	Використовуються різні технології для попередження утворення льоду, включаючи обігрів і електричні системи
Bombardier Global 7500	Використовуються різні методи, включаючи обігрів та електричні системи для запобігання утворення льоду

Звичайна практика, що використовується в авіаційній галузі протягом багаторічного досвіду експлуатації, полягає в тому, щоб здійснювати протикригову обробку повітряного судна перед зльотом. Для цього використовуються різні методи для наземного розморожування/попередження обледеніння повітряних суден. Найпоширенішим методом є використання рідин, що знижують температуру замерзання, що спрощує процедуру видалення криги/протикригову обробку та захист проти утворення інею, снігу чи льоду на поверхні. Технічно процедури по видаленню чи обробці для запобігання утворення льоду є частиною експлуатації повітряного судна. [11]

Сьогодні надання послуг з протикригової обробки повітряних суден містить ряд розширених вимог нормативно-правових актів на дотримання екологічних вимог щодо діяльності авіаційних підприємств, зокрема нормативно-правових актів, які забезпечують виконання екологічних вимог в аеропортах. Технологічний процес протикригової обробки повітряних суден призводить до забруднення стічних вод шкідливими домішками. Останнім часом впроваджуються заходи по очищенню та утилізації виробничих відходів при здійсненні наземного обслуговування, що регулюються системою екологічного менеджменту ISO 14000. Варто зауважити всю складність впливу діяльності авіаційних підприємств на навколишнє середовище, що потребує розгляду та оцінки всіх аспектів та варіантів рішень.

Висновки

Сучасні системи протикригової обробки поділяються на: повітряно-теплові, механічні, фізико-хімічні та комбіновані. Вибір системи протикригової обробки залежить від умов експлуатації повітряного судна та кліматичних умов місцевості, де розташовано аеропорт.

Тривалість захисної дії кожної системи залежить від типу та інтенсивності метеорологічних умов під час зльоту повітряного судна.

Системи протикригової обробки є важливими елементами складової авіаційної безпеки та сприяють безпеці та ефективності польотів.

Сучасні системи протикригової обробки розроблено з врахуванням мінімізації впливу на навколишнє середовище за рахунок дотримання екологічних норм під час наземного обслуговування повітряних суден в аеропортах.

Процес підготовки до повітряного перевезення авіаційним транспортом вимагає чіткої узгодженості дій всіх учасників: аеропортів, авіакомпаній та хендлінгових компаній для забезпечення відповідного рівня авіаційної безпеки.

Перспективи подальших досліджень

Подальші дослідження щодо протикригової обробки повітряних суден проводяться авторами у напрямку вдосконалення методів захисту від обледеніння, а саме з урахуванням оцінки впливу різних погодних умов на ефективність застосування протикригових розчинів на різних конструктивних частинах повітряного судна та часу їх витривалості на оброблених поверхнях.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Давид Ганьон, Жан-Дені Брассар. Комп'ютеризоване визначення часу витримки протикригових рідин повітряних суден. *Aerospace*. № 7 (4). 2020. С. 1-14. DOI: <https://doi.org/10.3390/aerospace7040039>
- [2] Державна авіаційна служба України. URL: <https://avia.gov.ua/nazemne-obslugovuvannya> (дата звернення 21.03.2024).
- [3] Valko A. M., Suvorova N.O. Research of the role of handling companies in providing services at the airport. *Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 32 (71). № 2. 2021. С. 153–159. DOI: https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.2-2/24*
- [4] Соловійова О.О., Валько А.М. Передумови впровадження заходів безпеки в аеропорту. *Наукоємні технології. № 3 (47). 2020. С. 407–417. DOI: 10.18372/2310-5461.47.14939*
- [5] Yihua Cao, Wenyuan Tan, Zhenlong Wu. Aircraft icing: An Ongoing Threat to Aviation Safety. *Aerospace Science and Technology*. № 75. 2018. С. 353-385. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ast.2017.12.02>
- [6] National Transportation Safety Board (NTSB) URL: <https://www.usa.gov/agencies/national-transportation-safety-board> (дата звернення 21.03.2024)
- [7] Про затвердження Правил безпеки праці під час обслуговування спецтранспорту та засобів механізації в аеропортах цивільної авіації. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 16 вересня 2008 року N 202. URL: <https://ips.ligazakon.net> (дата звернення 22.03.2024).
- [8] Офіційний сайт міжнародного аеропорту Хіт-роу. URL: <https://www.heathrow.com>. (дата звернення 21.03.2024)
- [9] Офіційний сайт міжнародного аеропорту Пудун. URL: <https://www.shairport.com>. (дата звернення 21.03.2024)
- [10] Офіційний сайт міжнародного аеропорту Мюнхен. URL: <https://www.munich-airport.com/international/eco-friendly-de-icing-at-munich-airport>. (дата звернення 21.03.2024)
- [11] Manual of Aircraft Ground De-Icing/Anti-Icing Operations. DOC 9640. URL: <https://store.icao.int/en/manual-of-aircraft-ground-de-icing-anti-icing-operations-doc-9640> (дата звернення 10.04.2024).

Багрій М. М., Валько А. М., Цимбал Н. А.

АСПЕКТИ ПРОТИКРИГОВОЇ ОБРОБКИ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН АВІАХЕНДЛІНГОВИМИ КОМПАНІЯМИ (ОГЛЯД)

Розвиток авіаційних перевезень повітряним транспортом вимагає не лише удосконалення авіаційного транспорту, а також удосконалюються питання та процедури з наземного обслуговування. Ці фактори впливають на збільшення пасажиропотоку аеропортів. Якість наземного обслуговування має безпосередній вплив на рівень вибору пасажиром саме авіаційних перевезень. Варто відмітити, що ефективність питань забезпечення авіаційної безпеки залежить від рівня якості виконання та дотримання вимог з наземного обслуговування. Ефективність робіт з наземного обслуговування (підготовки повітряного судна до вильоту) суттєво залежить від наявних технологічних процесів та оперативної роботи авіаційної наземної техніки та обладнання аеропортів.

Наземне обслуговування здійснюється по двом основним принципам – це обслуговування службами аеропорту (обслуговування повітряних суден на пероні та під час стоянки) або хендлінговими компаніями. Протикригова обробка здійснюється як аеропортовими службами так і хендлінговими компаніями, які мають договори на організацію аеропортового та наземного обслуговування. Хендлінгові компанії, що надають послуги з наземного обслуговування в аеропортах, можуть бути незалежними, а також можуть належати авіакомпанії чи авіаційному перевізнику.

Протикригова обробка повітряних суден є важливим аспектом авіаційної безпеки та ефективності польотів, особливо в умовах холодного клімату та зимових погодних умов.

Сучасні протикригові розчини розроблено з врахуванням ефективності при низьких температурах та мінімізації впливу на навколишнє середовище за умови дотримання екологічних норм під час наземного обслуговування. Такі розчини можуть включати багатокомпонентні суміші, які дозволяють досягти кращого контролю над утворенням льоду на поверхні повітряного судна.

Дослідженню питань, що відносяться до наземного обслуговування повітряних суден присвячено ряд науково-практичних робіт з урахуванням всіх критеріїв задля зменшення чи унеможливлення ризиків, що передують неприйнятним наслідкам. Варто відмітити, що захист повітряного судна від утворення льоду – це питання авіаційної безпеки. Протикригова обробка повітряних суден є важливим та критичним елементом для забезпечення безпеки здійснення польоту повітряного судна.

Сучасні системи протикригової обробки поділяються на: повітряно-теплові, механічні, фізико-хімічні та комбіновані. Вибір системи протикригової обробки залежить від умов експлуатації повітряного судна та кліматичних умов місцевості, де розташовано аеропорт.

Ключові слова: наземне обслуговування; протикригова обробка; авіабезпека; авіаційні перевезення; повітряне судно; системи, експлуатація; екологічні норми.

Bahrii M., Valko A., Tsybal N.

ASPECTS OF ANTI-ICE TREATMENT OF AIRCRAFT BY AIR HANDLING COMPANIES (REVIEW)

The development of air transport requires not only the improvement of air transport, but also the issues and procedures of ground handling. These factors affect the increase of passenger traffic in airport. The quality of ground service has a direct impact on the level of choice of air transportation by passengers. It is worth noting that the effectiveness of aviation security issues depends on the level of quality of execution and compliance with ground handling requirements. The effectiveness of ground maintenance work (preparation of an aircraft for departure) significantly depends on the existing technological processes and operational work of aviation ground machinery and airport equipment.

Ground handling is carried out according to two main principles - service by airport services (service of aircraft on the apron and during parking) or by handling companies. Anti-icing is carried out both by airport services and by handling companies that have contracts for the organization of airport and ground handling. Handling companies that provide airport ground handling services can be independent or owned by an airline or air carrier.

Anti-icing of aircraft is an important aspect of aviation safety and flight efficiency, especially in cold climates and winter weather conditions.

Modern anti-icing solutions have been developed taking into account efficiency at low temperatures and minimizing the impact on the environment, subject to compliance with environmental regulations during ground maintenance. Such

solutions may include multi-component mixtures that allow to achieve better control over the formation of ice on the surface of the aircraft.

A number of scientific and practical works are dedicated to the study of issues related to the ground maintenance of aircraft, taking into account all the criteria to reduce or eliminate the risks leading to unacceptable consequences. It is worth to note that the protection of the aircraft against the formation of ice is a matter of aviation safety. Anti-icing of aircraft is an important and critical element for ensuring the safety of aircraft flight.

Modern systems of anti-icing processing are divided into: air-thermal, mechanical, physical-chemical and combined. The choice of anti-icing system depends on the operating conditions of the aircraft and the climatic conditions of the area where the airport is located.

Keywords: landmine detection, unmanned aerial vehicles, deep learning, YOLO.

Стаття надійшла до редакції 30.04.2024 р.
Прийнято до друку 12.06.2024 р.