

УДК 665.767:66.065.02:629.7

С.В. Бойченко, д-р техн. наук
Г.В. Іванова
О.В. Кумейко

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОТИОБЛІДНЮВАЛЬНИХ РІДИН В УКРАЇНІ

НАУ, кафедра хімії та хімічної технології
 E-mail: test@nau.edu.ua

Розглянуто використання протиобліднювальних рідин під час експлуатації літальних апаратів в Україні. Класифіковано основні експлуатаційні показники протиобліднювальних рідин. Особливу увагу приділено детальному вивченню різних марок протиобліднювальних рідин з описанням їхніх основних властивостей та технології використання.

The condition of use anti-icing's liquid of liquids is considered during operation of flying devices in Ukraine. The basic operational parameters anti-icing's liquid of liquids are classified. The special attention is given to detailed study of the different marks anti-icing's liquid of liquids with the description of their basic properties and technology of use.

Вступ

Процес експлуатації авіаційної техніки безпосередньо пов'язаний із взаємодією повітряного судна (ПС) із зовнішнім середовищем.

З усього спектру впливів на ПС необхідно виділити метеорологічні явища, від впливу яких може виникнути авіаційна подія (АП), які називають небезпечними метеорологічними явищами. Результатом таких явищ може бути обмерзання ПС [1–7].

За даними ІКАО, АП, які пов'язані з метеорологічними умовами, зумовлені [6]:

- погіршенням видимості 62%;
- грозовими явищами 11%;
- сильною вібрацією 11%;
- обмерзанням 7%;
- іншими причинами 9%.

Постановка завдання

Останнім часом увага до можливості обмерзання ПС знову посилилася.

До початку дев'яностих років щороку в середньому зазнавало аварії понад 150 ПС, причому кожне п'яте – з людськими жертвами.

Останніми роками з причини обмерзання ПС найтяжчою подією була катастрофа літака АТР-72, що сталася 31 жовтня 1994 р. в районі м. Розелаун (США) із загибеллю 68 осіб.

9 березня 2000 р. сталася авіаційна катастрофа в аеропорту Шереметьєво (Російська Федерація) з літаком Як-40, яка стала наслідком мимовільного крену літака після відриву від злітно-посадкової смуги через виникнення зриву потоку на крилі.

Однією з причин стала наявність часток льоду, снігу або крапель води на поверхні крила, що знизило несучу здатність літака і призвело до передчасного зриву потоку на крилі.

За даними Міжнародного фонду авіаційної безпеки з 1946 по 1999 рр. у світі виникло 147 АП, які пов'язані з обмерзанням літаків, причому 45 безпосередньо після зльоту.

Відомості про найтяжчі авіаційні катастрофи, які викликані обмерзанням ПС, показують, що найбільше людських жертв (256 осіб) було 12 грудня 1985 р. при АП з літаком DC-8 на зльоті в аеропорту Гандер (Канада) [6].

Вирішення завдання

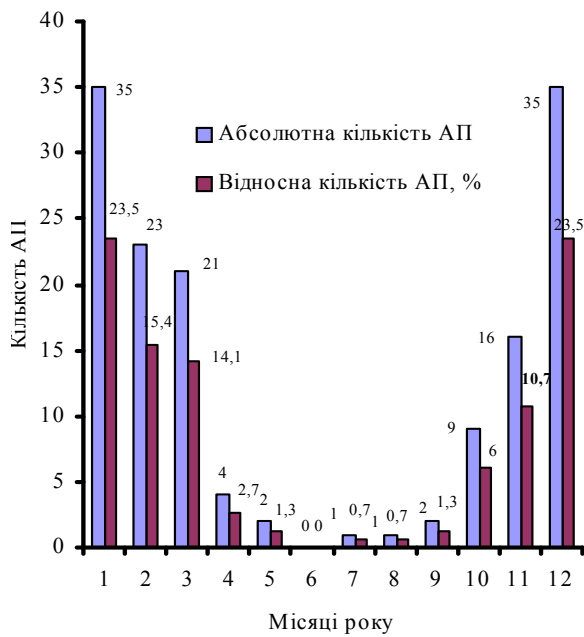
Основними чинниками, що впливають на кількість АП через обмерзання ПС, є пора року (рис. 1, а), етап польоту, а також маса ПС (рис. 1, б). Обмерзання поверхонь літака викликає зменшення швидкості на 40%, піднімальної сили – на 30%.

З розподілу АП за місяцями (рис. 1, б) бачимо, що найбільша кількість подібних випадків виникає в грудні та січні (по 23,5%), потім у лютому і в березні (близько 15%).

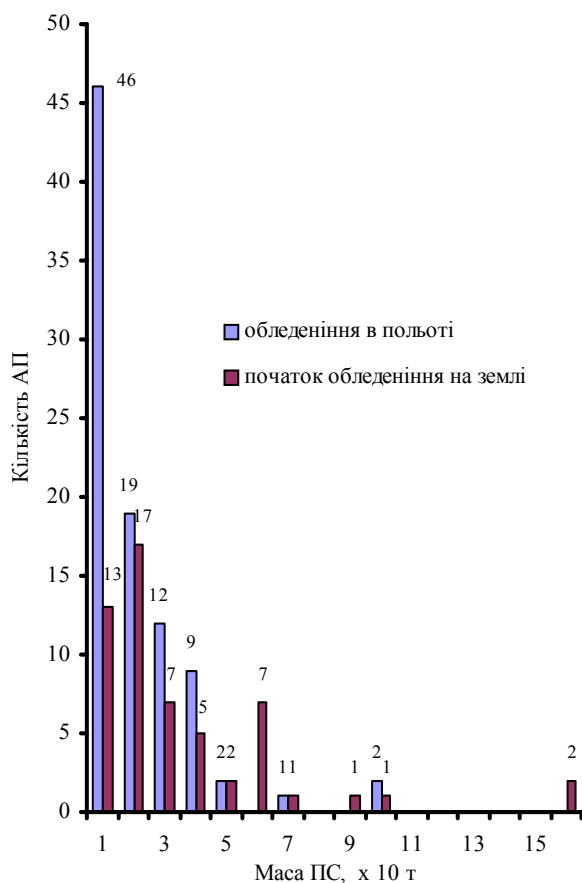
Згідно з розподілом АП залежно від маси ПС (рис. 1, б) більша частина АП, зумовлених обмерзанням у польоті, притаманна ПС із злітною масою до 50 т.

Дослідження проблеми обмерзання ПС показали, що під час виконання одного польоту ймовірність обмерзання поверхні ПС становить 10^{-4} – 10^{-5} . Це вище за рівень ймовірності появи аварійної або катастрофічної ситуації, встановлений нормами льотної придатності, і потребує докладання певних зусиль для запобігання цим явищам.

Світова практика, з погляду на важливість проблеми обмерзання, передбачає обов'язкове виконання вимог документів, що регламентують ознаки і зовнішні погодні умови, за яких необхідно очистити поверхні літаків від снігу і льоду.



а



б

Рис. 1. Розподіл АП, що пов'язані з обмерзанням ПС:

а – за місяцями року; б – залежно від злітної маси ПС

Одним із методів щодо запобігання АП, зумовлених обмерзанням ПС, є своєчасна обробка поверхні ПС протиоблідувальними рідинами вітчизняного і зарубіжного виробництва. Згідно з вимогами стандарту [7] протиоблідувальні рідини повинні мати оптимальні експлуатаційні властивості та задовольняти технічні вимоги:

- бути прозорими, без механічних домішок та при нанесенні на поверхню ПС не порушувати зовнішній вигляд літального апарата;
- термін зберігання повинен бути не менше п'яти років;
- поверхня ПС, оброблена рідиною, повинна бути вільна від будь-якого виду льодоутворень протягом не менше двох годин;
- повинні утримуватися на поверхні ПС до початку розбігу та видалятися під час набору висоти;
- рідина, яка збереглася на поверхні ПС до моменту виконавчого старту, не повинна впливати на аеродинамічні характеристики ПС;
- поверхневий натяг повинен бути не вище $35 \cdot 10^{-3}$ Н/м;
- питомий електричний опір повинен бути не менше 5 Ом-м;
- мати властивості, що задовольняють піноутворення;
- температура кристалізації повинна бути не вища за 60°C ;
- не повинні викликати корозію металів і сплавів;
- не повинні впливати на властивості неметалічних матеріалів і лакофарбових покриттів літальних апаратів;
- повинні бути пожежонебезпечними;
- температура спалаху не повинна бути менше 110°C ;
- не повинні мати різкий запах, який викликає неприємні відчуття в обслуговуючого персоналу та пасажирів.

Нанесення протиоблідувальних рідин здійснюється за допомогою спеціальних машин „Елефантів” (рис. 2).



Рис. 2. Нанесення протиоблідувальної рідини на поверхню літака в аеропорту

Для роботи на цих машинах залучаються два фахівці:

- водій;
- оператор кабіни, яка розташована на кінці стріли.

Протиобліднювальна рідина розпилюється потужним струменем із розтруба, який обладнаний лазерним прицілом і є частиною кабіни оператора.

Найпоширенішими є протиобліднювальні рідини на основі двохатомного спирту – етиленгліколю $C_2H_4(OH)_2$ марки “Арктика” та “Арктика-200”.

Директивним листом ДВТ №ДВ-16/И (Російська Федерація) введена в експлуатацію вискоєфективна протиобліднювальна рідина “Арктика ОС-2”, тип II, яка розроблена Державним науково-дослідним інститутом цивільної авіації (Російська Федерація).

Рідина “Арктика ОС-2” призначена для видалення сніжно-льодових утворень, запобігання повторному утворенню, а також для профілактичної обробки. Вона використовується у концентрованому вигляді, а також при розведенні рідини водою у співвідношенні 1:1 або 3:1 за об’ємом, залежно від метеорологічних умов.

Рідина “Арктика ОС-2” (ТУ 1-595-12-563-99) за ефективністю перевищує рідини типу I, такі, як “Арктика” та “Арктика-200” (ТУ 6-00-5763445-10-89), а за експлуатаційними властивостями повністю відповідає вимогам специфікації Асоціації Європейських авіаліній, які висуваються до протиобліднювальних рідин.

Рідина “Арктика ОС-2” пожежовибухонебезпечна, не руйнує матеріали конструкції літаків.

Під час використання рідини “Арктика ОС-2” можна застосовувати таке саме обладнання, як і при використанні інших протиобліднювальних рідин.

Рідину “Арктика ОС-2” можна транспортувати як у сталевих і поліетиленових бочках, так і в автомобільних і залізничних цистернах. Гарантійний термін зберігання – два роки з дня виготовлення.

Порівняльні дослідження, виконані Державним науково-дослідним інститутом цивільної авіації (Російська Федерація), установлено час захисної дії різних протиобліднювальних рідин в умовах експлуатації:

- рідина “Арктика ОС-2” – 35–45 хв;
- рідина “Арктика” – 2,5–3 хв;
- рідина “Арктика-ДГ” – 8–10 хв;
- рідина “Octaflo” – 4–6 хв.

Висока ефективність рідини “Арктика ОС-2” забезпечує істотне зменшення її витрати на експлуатації порівняно з аналогами типу I.

Навіть розбавлена вона в кілька разів перевищує вказані аналоги в концентрованому стані.

Рідина “Арктика ОС-2” може також використовуватися для захисту інших конструкцій або виробів від обмерзання на відкритому повітрі, якщо є можливість нанесення рідини пристроєм, що розприскує, на обмерзлу поверхню.

Поряд із зазначеними рідинами у Російській Федерації також застосовується протиобліднювальна рідина “Арктика-ДГ” (ТУ 1-595-25-512-97).

Порівняно з розробленою раніше рідиною „Арктика” протиобліднювальна рідина „Арктика-ДГ” має такі відмінності:

- може застосовуватися як у концентрованому вигляді, так і розбавлена водою у співвідношеннях 50:50 і 75:25, що дозволяє використовувати рідину більш економічно;

- має більш низьку температуру кристалізації, що дозволяє застосовувати її у більш широкому діапазоні температур.

Рідина „Арктика-ДГ” за ефективністю проти обмерзання ПС перевищує в 1,5–2 рази рідину “Арктика”. Протиобліднювальну рідину MAXFLIGHT (Російська Федерація) використовують в один або два етапи.

Одноступенева процедура – розпилення рідини MAXFLIGHT для видалення льоду та запобігання обмерзання в один етап.

Рідину використовують у випадку відсутності відкладень або за наявності незначних відкладень, що не прилипають, наприклад, інею.

Рідина може наноситися розбавленою або концентрованою, холодною або підігрітою.

Двоступенева процедура – розпилення рідини у два етапи:

- перший етап для видалення льодоутворення;

- другий етап для запобігання обмерзання.

Рідину використовують за наявності будь-якого виду відкладень на поверхні літака або під час суттєвих опадів. На першому етапі воду та рідину наносять нагрітими, на другому етапі рідину наносять холодною.

Рідина MAXFLIGHT може використовуватися як захисний засіб, так і профілактичний.

У разі захисного попередження обмерзання холодна рідина розпилюється на вільну від будь-яких відкладень поверхню літака під час тривалих стоянок, наприклад, нічних.

Для профілактики обледеніння – розпилення холодної концентрованої рідини на поверхні літака здійснюється під час нетривалих стоянок.

Рідина MAXFLIGHT зеленого кольору може бути як прозорою, так і мутною.

Значення водневого показника при температурі 25°C повинно коливатися у межах від 6,5 до 7,5, коефіцієнт заломлення – 1,3900–1,3930.

Подібною до рідини MAXFLIGHT у використанні є протиобліднювальна рідина OSTAFL0 EG, або OSTAFL0 EF/AEREX-2000, яка з 2001 р. перейменована у рідину OSTAFL0 EF (Російська Федерація). Її також можна використовувати у два етапи, але головною особливістю є те, що рідину заборонено використовувати при концентрації у співвідношеннях від 100:0 до 75:25.

В Україні розповсюджено також такі зарубіжні протиобліднювальні рідини, як рідини DF Plus (типу I) та ABC-3, ABC-2000 (типу II) фірми "Kilfrost" (Велика Британія).

Основа цих рідин – пропіленгліколь $C_3H_6(OH)_2$.

Рідина DF Plus містить систему вповільнення корозії та інгібітор, що скорочує будь-яку потенційну небезпеку спалаху, яка може бути викликана взаємодією прямого струму з електродними водневого розчину гліколю та благородних металів.

Рідина ABC-3 (типу II) відповідає вимогам ISO 11078 та AMS 1428B, а рідина DF Plus (типу I) – ISO 11075 та AMS 1428B. Ці рідини безпечні для використання, не чинять шкоду для здоров'я та життя людини, не мають обмежень щодо транспортування.

На сьогодні рідини фірми "Kilfrost" сертифіковані в Україні та увійшли до переліку продуктів, що допущені до використання.

Висновки

Ця робота є першим кроком до вирішення проблеми використання технічних рідин спеціального призначення під час експлуатації техніки. Для подальшого розвитку цього питання доцільним є детальне вивчення фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей всіх груп технічних рідин і кожної групи окремо.

Література

1. *Аксенов А.Ф.* Авиационные топлива, смазочные материалы и специальные жидкости. – М.: Транспорт, 1970. – 255 с.
2. *Аксенов А.Ф., Литвинов А.А.* Применение авиационных технических жидкостей. – М.: Транспорт, 1974. – 156 с.
3. *Химмотология в гражданской авиации: Справ. / В.А. Пискунов, В.Н. Зрелов, В.Т. Василенко и др.* – М.: Транспорт, 1983. – 248 с.
4. *Литвинов А.А.* Основы применения горюче-смазочных материалов в гражданской авиации. – М.: Транспорт, 1987. – 308 с.
5. *Бойченко С.В.* Топлива, смазочные материалы, технические жидкости и присадки. – К.: КМУГА, 1999. – 104 с.
6. *Ерусалимский М.А.* Обзор авиационных происшествий, связанных с обледенением // Пробл. безопасности полетов. – 2002. – № 2. – С. 30–41.
7. *ГОСТ 23907* Жидкости противообледенительные для летательных аппаратов. – Чинний від 01.07.1980 р.
8. *Шутько А.П., Павлыш В.Д.* Технологические аспекты очистки и регенерации противообледенительных жидкостей на авиапредприятиях // Вісн. НАУ. – 2000. – № 3–4. – С. 216–219.
9. *Топлива, смазочные материалы, технические жидкости: Справ. / Под ред. В.М. Школьников.* – М.: Химия, 1989. – 439 с.

Стаття надійшла до редакції 14.03.06.