

УДК 629.7.08:62-76(045)

С. О. ПУЗІК, О. С. ПУЗІК, В. Б. МЕЛЬНИК, В. Ф. ОПАНАСЕНКО,
С. В. КАРПЕНКО, А. В. ВАРЕНИК

Національний авіаційний університет, Україна

ПРОЦЕСИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ДО ОБРОБЛЕННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ПРОТИЛЬОДОТВІРНИМИ РІДИНАМИ

Окреслено проблему наземного обмерзання повітряних суден під час експлуатації авіаційної техніки. Встановлено взаємозв'язок різних факторів льодоутворення на поверхнях літаків. Визначено та згруповано різні види наземного обмерзання повітряних суден. З'ясовано, що обмерзання поверхонь повітряних суден є одним з найнебезпечніших чинників для безпеки польотів. Дотримання процесів забезпечення якості підготовки до оброблення літаків протиліодотвірними рідинами підвищує експлуатаційну ефективність авіаційної техніки

Ключові слова: цивільна авіація, авіаційна техніка, повітряне судно, протиліодотвірна рідина, діайсингове оброблення, експлуатаційна ефективність.

Вступ. Ще у минулому столітті встановлено правила для цивільної авіації (ЦА), що забороняють зліт повітряних суден (ПС) за наявності льодяного нальоту (інею, паморозі), снігу чи льоду на їх крилах, повітряних гвинтах чи рульових поверхнях. Наслідки порушення цих правил залежать від багатьох змінних факторів і можуть бути катастрофічними.

Найбільш загальноприйнятим та поширеним методом діайсингового захисту ПС є використання протиліодотвірних рідин (ПЛР) для видалення й попередження утворення обледеніння на землі та створення захисної плівки, що дозволяє сповільнити утворення льодового нальоту на його поверхнях [1; 2].

Оброблення поверхонь ПС не залежить від пори року, найактуальнішим є взимку, проте якщо в теплу пору року після приземлення в паливних баках літака паливо переохолоджене і невдовзі запланований зліт, то передбачене застосування ПЛР.

Бортові протиліодотвірні системи крила та хвостового оперення ПС призначені для захисту обмежених ділянок обшивки в польоті й не призначені для захисту від формування сніжно-льодяних утворень на літаку під час стоянки на землі. Сніжно-крижані утворення, сформовані на землі, відрізняються від тих, що виникають в польоті, фактурою, площею покриття, місцями скупчення та масою.

Використання технологічних процесів підготовки до оброблення ПС ПЛР полягає у попередженні виникнення льоду, інею, скупчення снігу на поверхні літака, що негативно впливає на його аеродинамічні характеристики, керованість і масу. Подібні зміни в аеродинамічному профілі крила внаслідок утворення шару льоду в місцях обтікання повітряними масами можуть не лише ускладнити, а й унеможливити продовження польоту. Обмерзання поверхонь фюзеляжу збільшує масу, змінює центрування, ускладнює обтічність вздовж обшивки, що збільшує витрату палива та негативно впливає на економічну ефективність польоту через зниження рівня експлуатаційної ефективності.

Постановка проблеми. Наземне обмерзання ПС — це один з найнебезпечніших для ЦА видів впливу навколишнього середовища. Проблема ефективного та надійного захисту від наземного обмерзання ПС залишається однією з найактуальніших під час експлуатації авіаційної техніки (АТ).

Незважаючи на зменшення кількості авіаційних подій і передумов до них, а

також порушень регулярності польотів через наземне обмерзання ПС, усе ж авіаційні пригоди трапляються [3; 4].

Випробування в аеродинамічній трубі та в польоті показали, що відкладення льоду, льодяного нальоту та снігу на передній кромці крила товщиною та шорсткістю, що нагадують грубий наждачний папір, можуть зменшити підйомну силу крила на 30 % та збільшити лобовий опір на 40 %. Такі зміни в підйомній силі та лобовому опорі значно підвищують швидкість звалювання, погіршують керованість та позначаються на льотно-технічних характеристиках ПС. Лід на критичних поверхнях та планері може також відділитися під час зльоту та потрапити у двигуни, де існує ймовірність пошкодження лопаток вентилятора та компресора. Лід, який утворився на трубках Піто, статичних отворах чи датчиках кута атаки може зумовити спотворення інформації про абсолютну висоту, повітряну швидкість, кут атаки та потужність двигуна, яка вводиться в системи пілотажних пристроїв. Тому важливо, щоб зліт ПС виконувався, коли всі критичні поверхні та датчики приборів вільні від надлишкового снігу та льодяних утворень. Такий підхід має назву «концепція чистого ПС» [5].

Мета даної роботи є визначення впливу процесів забезпечення якості підготовки до оброблення ПС ПЛР на підвищення експлуатаційної ефективності АТ.

Основна частина. На утворення льоду впливають такі змінні фактори: температура обшивки літака, температура навколишнього повітря, тип та інтенсивність опадів, густина та тип туману, відносна вологість, інтенсивність опадів та місткість вологи, теплове випромінювання, швидкість на напрям вітру, температура ПЛР, концентрація ПЛР.

Дані фактори впливають на зміну властивостей ПЛР. Тому час, протягом якого дана рідина забезпечує захист від обледеніння може незначно змінюватись.

Види наземного обмерзання можна об'єднати у три основні групи. До першої групи відносяться ті, які утворюються у результаті переходу пари у лід (сублімації), оминаючи рідку фазу. Це іній, твердий наліт і кристалічна паморозь. Іній виникає в ясну погоду на поверхні предметів, охолоджених випромінюванням тепла, які мають більш низьку, ніж повітря, негативну температуру. Твердий наліт з'являється в умовах потепління, коли предмети зберігають більш низьку негативну температуру, ніж теплі маси повітря, що прийшли. Товщина твердого нальоту зазвичай не перевищує кількох міліметрів. Кристалічна паморозь утворюється за умов сильних морозів, внаслідок перенасичення повітря водяною парою. Ці відкладення неміцні, мають малу щільність і можуть бути порівняно легко вилучені з поверхні літака.

До другої групи віднесені види обмерзання, пов'язані з наявністю в атмосфері переохолодженої води (краплі дощу, туману), яка кристалізується на поверхні літака в лід (найчастіше зустрічається при температурах повітря близьких до 0 °C). Великі краплі при температурах 0–5 °C, замерзаючи, розтікаються по поверхні й утворюють прозорий склоподібний лід (ожеледь), дрібні краплі при низьких температурах замерзають швидко й утворюють матовий чи білий лід, а найдрібніші краплі переохолодженого туману утворюють зернисту паморозь. Крижані відкладення другої групи значно міцніше зчіплюються з поверхнею літака, ніж сублімаційні, і можуть досягати великих розмірів.

До третьої групи віднесені усі види наземного обмерзання, які утворюються в результаті замерзання на поверхні літака звичайної не переохолодженої води (дощу, мокрого снігу, крапель туману, які осіли, конденсату водяної пари тощо).

За зовнішнім виглядом вони схожі на відкладення перших двох груп, але на відміну від сублімаційного льоду міцно зчіплюються із поверхнею літака.

Наземне обмерзання відрізняється від обмерзання в польоті. В польоті лід утворюється, як правило, лише на лобових частинах літака. На землі лід покриває більшу частину літака — усю верхню частину крила й оперення, поверхню фюзеляжу. Розподіл льоду по площі є нерівномірним та залежить від сили і напрямку вітру.

Звичайні технології забезпечення якості підготовки ПС до оброблення ПЛР нерідко можуть виявитись неефективними внаслідок замерзання дощу чи сильного снігопаду, коли в опадах присутня велика кількість води.

Забезпечення якості підготовки до оброблення ПС ПЛР має проводитись виключно кваліфікованим персоналом. Початкова підготовка, а також перепідготовка наземного складу мають проводитись таким чином, щоб він міг добре вивчити головні принципи та процеси діайсингового оброблення на землі, включно з новими процедурами та негативним досвідом минулого.

Обов'язковими для персоналу є такі навички [6]: розуміння впливу льоду, паморозі, снігу, інею на льотно-технічні характеристики, стійкість та керованість ПС; використання основних характеристик ПЛР в роботі; вміння застосовувати основні методи захисту від льодоутворення, знання загальних методів оброблення ПЛР, що застосовуються залежно від типу літака, вміння застосовувати процедури контролю якості; використання методів виявлення осадів, які замерзли на критичних поверхнях літака; знання порядку дій під час виникнення аварійних ситуацій; розуміння наслідків для здоров'я людини, заходів безпеки та попередження нещасних випадків; знання висновків з попереднього досвіду.

Важливою складовою процесу захисту від льодоутворення є зв'язок між наземним персоналом та льотним екіпажем, який має підтримуватись під час виконання усіх процесів, що попереджують утворення льоду на поверхнях ПС.

Необхідним є призначення кваліфікованого працівника, відповідального за захист від обледеніння (визначення потреби у діайсинговому обробленні літаку). Він несе відповідальність за правильний та повний захист літака від обледеніння. Відповідальність за приймання ПС після оброблення ПЛР та відповідність концепції чистого ПС перед зльотом несе командир.

Як правило, наземний персонал і представник льотного екіпажу в першу чергу проводять огляд літака. Критичні поверхні, фюзеляж та шасі літака мають бути перевірені на наявність снігу, льоду, паморозі та інею відповідно до затвердженого плану експлуатанта. Багато виробників ПС дозволяють наявність паморозі на нижній поверхні крила (товщиною до 3 мм) в місці контакту з холодним паливом на фюзеляжі відповідно до експлуатаційно-технічної документації виробника ПС.

Підготовка літака до діайсингового оброблення виконується згідно з діючою документацією ПС.

Перед проведенням діайсингових робіт всі двері ПС мають бути зачиненими для попередження забруднення салону та кабіни екіпажу ПЛР.

Експлуатанти організовують виконання програми забезпечення якості підготовки до оброблення ПС ПЛР з метою гарантування правильності виконання операцій оброблення ПС на всіх площах, де вони проводяться (табл. 1).

Необхідними та важливими є і системи виявлення льоду та сигналізації про його наявність, які залежно від їх функцій та розміщення поділяються на дві основні категорії: наземні пристрої та бортові пристрої.

Таблиця 1

**Основні етапи програми забезпечення якості підготовки
ПС до оброблення ПЛР**

Етапи програми	Зміст процесу
Перевірка на всіх етапах оброблення ПС	Дотримання всіх правил, які встановлені уповноваженими органами, експлуатантами, виробниками та організаціями з обслуговування ПС
Підготовка всіх категорій персоналу, що приймає участь в операціях дійсного оброблення ПС	Гарантування необхідної якості виконання всіх необхідних операцій
Ведення звітів підготовки всіх категорій персоналу, який займається обробленням ПС	Гарантування виконання всіх вимог з підготовки та знанням і навичкам персоналу
Обрання методики з врахуванням необхідності забезпечення чіткого та якісного виконання всіх завдань	Гарантування вибору методики, що пов'язана із забезпеченням захисту від обледеніння
Підтримання кваліфікації всіх категорій персоналу, який займається обробленням ПС, на високому рівні	Забезпечення правильного виконання поставлених завдань
Зберігання ПЛР та підтримання обладнання в належному стані	Забезпечення необхідної якості захисту від обледеніння
Наявність документів, які необхідні для забезпечення захисту від утворення льоду на поверхні ПС	Гарантування правильного виконання всіх необхідних операцій

Розрахунок експлуатаційної ефективності. Правильне виконання вимог технологічного процесу оброблення ПС ПЛР значною мірою може забезпечити програма забезпечення якості підготовки. Рациональність запропонованої програми буде перевірено за допомогою розрахунку експлуатаційної ефективності ПС через вплив його підготовки на безпеку польотів.

Так як, об'єктом контролю є процес підготовки до оброблення ПС ПЛР, як складова передполітної підготовки, для забезпечення необхідних вихідних умов здійснення польотів, слід розглядати рациональність його застосування та якість здійснення його етапів. Вважатимемо, що взаємопов'язані фактори впливу на якість процесу підготовки знаходяться в допустимих межах та не змінюють його вихідні характеристики. В реальних умовах експлуатації ПС це можливо при виконанні програм якості підготовки до інших видів передполітних робіт.

Для реалізації одного із застосованих підходів щодо оцінювання ефективності використання запропонованої програми забезпечення якості підготовки до оброблення ПС ПЛР розглянемо схему взаємозв'язку об'єкта оцінювання ефективності з об'єктом, що обслуговується, зображену на рис. 1.

Як основу для побудови критерію функціональної ефективності використаємо функцію втрат $L(y, t)$, яку приймаємо рівній різниці $\Delta y(t)$ між дійсними $y(t)$ та ідеальними $y_0(t)$ значеннями вихідної характеристики об'єкта, що обслуговується, у часі t . Тоді [7–8]: $L(y, t) = \Delta y(t) = y(t) - y_0(t)$.

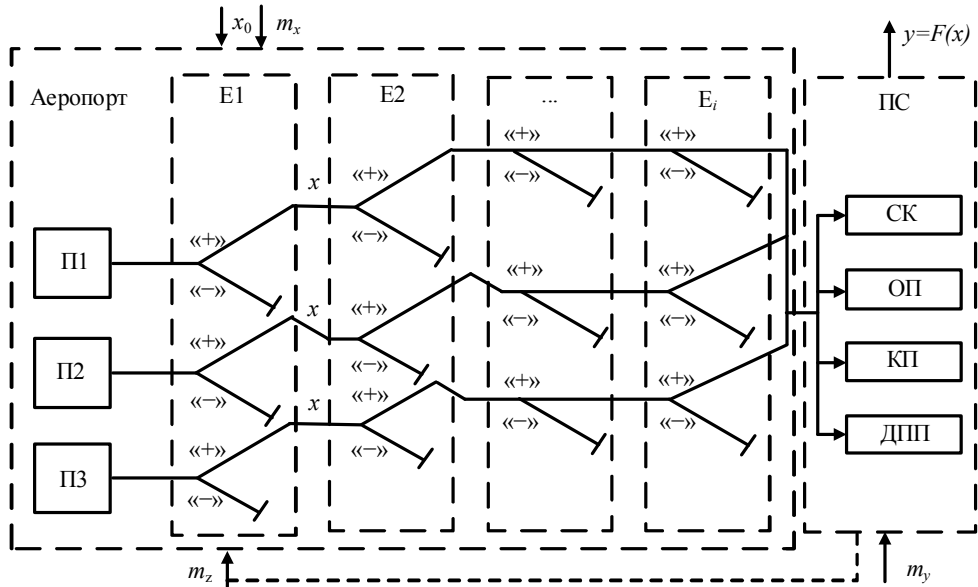


Рис. 1 Схема взаємозв'язку процесу підготовки до оброблення ПС ПЛР з його експлуатацією: x та y – вихідні характеристики; m_x та m_y – перешкоди, що діють на відповідні об'єкти; x_0 – задане «ідеальне» значення вихідної характеристики об'єкта оцінювання ефективності; m_z – вплив зворотних зв'язків; E_1 – перший етап програми якості; E_2 – другий етап програми якості; E_i – i -ий етап програми якості; П1, П2, П3 – відповідно групи персоналу 1, 2, 3; СК – система керування ПС; ОП – обшивка планера ПС; КП – поверхні управління ПС; ДПП – датчики пілотажних пристроїв; «+» – параметр контролю в межах, що свідчать про виконання програми; «-» – параметр контролю в межах, що свідчать про невиконання програми якості

Так як $y = F(x)$, а перешкоди, що діють на об'єкт оцінювання ефективності m_x менші за ті, що діють на об'єкт, який обслуговується, m_y , доцільно виразити функцію втрат, як:

$$L(y, t) = F[x_0(t) + m_x(t) - x_0(t)]$$

де $x_0(t)$, $m_x(t)$ – ідеальна вихідна характеристика та адитивний шум об'єкта оцінювання ефективності відповідно; F – оператор перетворення вихідної характеристики об'єкта оцінювання ефективності у вихідні характеристики об'єкта, що обслуговується.

Так як вважаємо, що взаємопов'язані фактори впливу на якість процесу підготовки знаходяться в допустимих межах та не змінюють його вихідні характеристики, то задане «ідеальне» значення вихідної характеристики об'єкта оцінювання ефективності x_0 це – виконана програма підготовки до оброблення ПС ПЛР, перешкоди, що діють на об'єкт оцінювання ефективності m_x це – причини невиконання програми, а вихідні характеристики системи контролю якості програми підготовки x це – параметри порівняння дотримання та порушення вимог програми персоналом. Прийmemo:

$$x = F(o, p, r, s, u),$$

де o – підготовка всіх категорій персоналу; p – ведення звітів підготовки всіх

категорій персоналу; r – обрання раціональної методики виконання завдання; s – зберігання ПЛР та підтримання обладнання в належному стані; u – наявність документів, які необхідні для забезпечення захисту від утворення льоду на поверхні літаків.

Тоді:

$$L[F(o, p, r, s, u)] = F[x_0(t) + m_x(t) - x_0(t)].$$

Прийmemo $x_1 = F_1(o_1, p_1, r_1, s_1, u_1)$, де o_1 – підготовка всіх категорій персоналу, як необхідна вимога технології оброблення ПС ПЛР без програми якості підготовки; p_1 – обрання раціональної методики виконання завдання, як необхідна вимога технології оброблення ПС ПЛР без програми якості підготовки; r_1 – обрання раціональної методики виконання завдання, як необхідна вимога технології оброблення ПС ПЛР без програми якості підготовки; s_1 – зберігання ПЛР та підтримання обладнання в належному стані, як необхідна вимога технології оброблення ПС ПЛР без програми якості підготовки; u_1 – наявність документів, які необхідні для забезпечення захисту від утворення льоду на поверхні літаків, як необхідна вимога технології оброблення ПС ПЛР без програми якості підготовки; $x_2 = F_2(o_2, p_2, r_2, s_2, u_2)$, де o_2 – підготовка всіх категорій персоналу, як необхідна вимога програми якості іншого виду передполітної підготовки ПС; p_2 – обрання раціональної методики виконання завдання, як необхідна вимога програми якості іншого виду передполітної підготовки ПС; r_2 – обрання раціональної методики виконання завдання, як необхідна вимога програми якості іншого виду передполітної підготовки ПС; s_2 – зберігання ПЛР та підтримання обладнання в належному стані, як необхідна вимога програми якості іншого виду передполітної підготовки ПС; u_2 – наявність документів, які необхідні для забезпечення захисту від утворення льоду на поверхні літаків, як необхідна вимога програми якості іншого виду передполітної підготовки ПС; $x_3 = F_3(o_3, p_3, r_3, s_3, u_3)$, де o_3 – підготовка всіх категорій персоналу, як необхідна вимога програми як необхідна вимога запропонованої програми якості підготовки до оброблення ПС ПЛР; p_3 – обрання раціональної методики виконання завдання, як необхідна вимога програми як необхідна вимога запропонованої програми якості підготовки до оброблення ПС ПЛР; r_3 – обрання раціональної методики виконання завдання, як необхідна вимога програми як необхідна вимога запропонованої програми якості підготовки до оброблення ПС ПЛР; s_3 – зберігання ПЛР та підтримання обладнання в належному стані, як необхідна вимога програми як необхідна вимога запропонованої програми якості підготовки до оброблення ПС ПЛР; u_3 – наявність документів, які необхідні для забезпечення захисту від утворення льоду на поверхні літаків, як необхідна вимога програми як необхідна вимога запропонованої програми якості підготовки до оброблення ПС ПЛР.

Перед системою контролю якості програми підготовки до оброблення ПС ПЛР (об'єктом оцінювання ефективності) та експлуатацією ПС через вплив підготовки ПС на виконання польотів (об'єктом, що обслуговується) ставимо завдання B – забезпечення максимальної якості вихідних характеристик, тобто мінімальних втрат. Критерієм ефективності може слугувати математичне споді-

вання функції втрат M , тоді функціональна ефективність виражається математичним сподіванням помилки вихідної координати об'єкта, що обслуговується за час t [9–10]:

$$E(t, B) = M[L(y, t)],$$

де $E(t, B)$ – функціональна ефективність.

Для досліджуваної системи отримуємо три вирази критерію функціональної ефективності:

$$E(t, B)_1 = M[L(y, t)_1], \quad E(t, B)_2 = M[L(y, t)_2], \quad E(t, B)_3 = M[L(y, t)_3],$$

або

$$E(t, B)_1 = M_1\{F[x_0(t) + m_x(t)] - F[x_0(t)]\}, \quad E(t, B)_2 = M_2\{F[x_0(t) + m_x(t)] - F[x_0(t)]\}, \\ E(t, B)_3 = M_3\{F[x_0(t) + m_x(t)] - F[x_0(t)]\},$$

або

$$E(t, B)_1 = M\{L[F_1(o_1, p_1, r_1, s_1, u_1), t]\}_1, \quad E(t, B)_2 = M\{L[F_2(o_2, p_2, r_2, s_2, u_2), t]\}_2, \\ E(t, B)_3 = M\{L[F_3(o_3, p_3, r_3, s_3, u_3), t]\}_3,$$

де $E(t, B)_1$ – функціональна ефективність технології оброблення ПС ПЛР без програми якості підготовки; $E(t, B)_2$ – функціональна ефективність програми якості іншого виду передполітної підготовки ПС; $E(t, B)_3$ – функціональна ефективність запропонованої програми якості підготовки до оброблення ПС ПЛР.

Величинами o , p та s можна знехтувати через їх обов'язковість та наявність у всіх технологічних процесах з та без програм якості. Аналізуючи інші параметри отримуємо нерівності:

$$E(t, B)_1 = M\{L[F_1(r_1), t]\}_1 < E(t, B)_2 = M\{L[F_2(r_2), t]\}_2, \\ E(t, B)_1 = M\{L[F_1(r_1), t]\}_1 < E(t, B)_3 = M\{L[F_3(r_3), t]\}_3, \\ E(t, B)_1 = M\{L[F_1(u_1), t]\}_1 < E(t, B)_2 = M\{L[F_2(u_2), t]\}_2, \\ E(t, B)_1 = M\{L[F_1(u_1), t]\}_1 < E(t, B)_3 = M\{L[F_3(u_3), t]\}_3.$$

Вводимо додатковий параметр $-e$ – умовний вплив ефекту економії матеріальних ресурсів від виконання польоту в наближених до ідеальних умовах чистоти поверхонь ПС від льодоутворень. Роблячи аналогічні перетворення та припущення, отримуємо:

$$E(t, B)_1 = M\{L[F_1(e_1), t]\}_1 < E(t, B)_2 = M\{L[F_2(e_2), t]\}_2, \\ E(t, B)_2 = M\{L[F_2(e_2), t]\}_2 < E(t, B)_3 = M\{L[F_3(e_3), t]\}_3.$$

Так як, значення параметрів r , s вихідних характеристик двох критеріїв функціональної ефективності досліджуваної системи входять в межі «ідеального», за додатковим параметром e визначаємо, що запропонована програма якості підготовки до оброблення ПС ПЛР за інших однакових умов, яким відповідають висунуті вище припущення, підвищує ефективність експлуатації об'єкта, що обслуговується – повітряних суден.

Висновки. Передумови виникнення обмерзання на поверхнях літака та причини його виникнення за різних обставин, як в холодну так і в теплу пору року, дозволяють стверджувати про системність проблеми незалежно від базування ае-

ропорту та курсу літака, а отже і про актуальність її вирішення. Сучасний рівень захисту літаків від льодоутворення на обшивці передбачає вдосконалення методик застосування технологічних процесів через контроль якості їх виконання.

Встановлено взаємозв'язок різних факторів льодоутворення на поверхнях літаків. Визначено та згруповано різні види наземного обмерзання ПС.

Очищення поверхонь літака від льоду, снігу, інею та їх оброблення ПЛР є одним із першочергових завдань кваліфікованого інженерно-технічного персоналу.

Запропонована програма забезпечення якості підготовки літака до оброблення ПЛР підвищує ефективність експлуатації ПС через вплив дійсингового оброблення на безпеку польотів.

Список літератури

1. Thomas K. Scott. Aircraft Anti-Icing and De-Icing Techniques and Modeling / K. Scott K. Thomas, Robert P. Cassoni, Charles D MacArthur // Journal of Aircraft. — Vol. 33, No. 5, September–October 1996.

2. Інструкція з забезпечення заправлення повітряних суден паливно-мастильними матеріалами і технічними рідинами в підприємствах цивільного авіаційного транспорту України // Наказ Державіаслужби № 416 від 14.06.2006. — К.: 2006. — 50 с.

3. Safety Report — International Civil Aviation Organization, 2016.

4. Manual of A/C Ground De-Icing/Anti-Icing Ops — Doc. 9640. — International Civil Aviation Organization, 2000.

5. Annual Report of the Council. Technical Cooperation Programme: Safety-related Projects — International Civil Aviation Organization, 2015. — Режим доступу: <http://www.icao.int/annual-report-2015/Pages/progress-on-icaos-strategic-objectives-safety-tcb-projects.aspx>

6. Don Harris. The influence of human factors on operational efficiency / Aircraft Engineering and Aerospace Technology. — Vol. 78 Iss: 1, 2006. PP. 20–25.

7. Казак В.М. Основи контролю та технічної діагностики: підруч. / В.М. Казак. — К.: НАУ, 2013. — 300 с.

8. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) Національний стандарт України. Системи управління якістю. — Введ. 2016–07–01 — К.: Науково-дослідний інститут метрології вимірювальних і управляючих систем (ДП «НДІ «Система»), 2015.

9. Michiel Vreedenburgh. Airport Operational Efficiency / International Civil Aviation Organization, Airport Privatization Seminar/Forum for the NAM/CAR/SAM Regions, Guatemala 13–16 December 1999. — Режим доступу: http://www.icao.int/Meetings/AMC/MA/1999/aps/05_vreedenburgh.pdf.

10. Lin L.C. Operational performance evaluation of international major airports: An application of data envelopment analysis / L.C. Lin, C.H. Hong // Journal of Air Transport Management. — Volume 12, Issue 6, November 2006, Pages 342–351.

Стаття надійшла до редакції 29.04.2017

Пузік Сергій Олексійович – канд. техн. наук, професор Національного авіаційного університету, s.puzik@email.ua.

Пузік Олексій Сергійович – канд. техн. наук, oleksii.puzik@online.ua.

Мельник Володимир Борисович – канд. техн. наук, доцент кафедри машинознавства Національного авіаційного університету, melnikvb408@gmail.com.

Опанасенко Володимир Федорович – канд. екон. наук, syretc@gmail.com.

Карпенко Сергій Володимирович – наук. спів. Національного авіаційного університету, karpenko_serg@ukr.net.

Вареник Андрій Валерійович – провідний інженер лабораторії ТО ПММ Національного авіаційного університету, kolifh@ukr.net.

S. O. PUZIK, O. S. PUZIK, V. B. MELNYK, V. F. OPANASENKO,
S. V. KARPENKO, A. V. VARENYK

QUALITY ENSURING PROCESS OF PREPARATION FOR PROCESSING OF AIRCRAFT WITH ANTI-ICING LIQUID

This article shows how defined and grouped different types of ground icing aircraft. The interrelation of different factors ice formation on the surfaces of the aircraft was identified. It was found that icing of aircraft surfaces is one of the most dangerous factors for the flights. Observance of quality assurance processes of preparation for processing aircraft with anti-icing liquid affects the operational efficiency of aviation technique. Predictors of icing on the aircraft surfaces and its root causes in different circumstances as in the cold and in the warmer months, suggest the systematic nature of problems regardless of airport-based course of the plane, and hence the urgency to address it. The current level of protection from ice formation on aircraft plating techniques involves improving processes through the use of quality control of their implementation. The proposed program of preparation for processing the aircraft with anti-icing liquid increases the operational efficiency of the aircraft due to the impact on de-icing processing to flight safety

Keywords: civil aviation, aviation technique, aircraft, anti-icing liquid, operational efficiency.

References

1. Thomas K. Scott. Aircraft Anti-Icing and De-Icing Techniques and Modeling / K. Scott K. Thomas, Robert P. Cassoni, Charles D MacArthur // *Journal of Aircraft*. — Vol. 33, No. 5, September–October 1996.
2. Instruktsiia z zabezpechennia zapravlennia povitrianykh suden palyvno-mastylnymy materialamy i tekhnichnymy ridynamy v pidpriemstvakh tsyvilnoho aviatsiinoho transportu Ukrainy [Instruction for Providing Aircrafts Fueling with Fuels and Lubricants and Technical Liquids in Civil Air Transport Enterprises of Ukraine] // *Nakaz Derzhaviasluzhby № 416 vid 14.06.2006*. — K.: 2006. — 50 s.
3. Safety Report — International Civil Aviation Organization, 2016.
4. Manual of A/C Ground De-Icing/Anti-Icing Ops — Doc. 9640. — International Civil Aviation Organization, 2000.
5. Annual Report of the Council. Technical Cooperation Programme: Safety-related Projects — International Civil Aviation Organization, 2015. — Режим доступу: <http://www.icao.int/annual-report-2015/Pages/progress-on-icaos-strategic-objectives-safety-tcb-projects.aspx>
6. Don Harris. The influence of human factors on operational efficiency / *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*. — Vol. 78 Iss: 1, 2006. PP. 20–25.
7. Kazak V.M. Osnovy kontroliu ta tekhnichnoi diahnostryky [Basics of Control and Technical Diagnostics]: pidruch. / V.M. Kazak. — K.: NAU, 2013. — 300 s.
8. DSTU ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) Natsionalnyi standart Ukrainy. Systemy upravlinnia yakistiu [Quality Management Systems]. — Vved. 2016–07–01 — K.: Naukovodoslidnyi instytut metrolohii vymiriuvalnykh i upravliaiuchykh system (DP «NDI «Systema»), 2015.
9. Michiel Vreedenburgh. Airport Operational Efficiency / International Civil Aviation Organization, Airport Privatization Seminar/Forum for the NAM/CAR/SAM Regions, Guatemala 13–16 December 1999. — Режим доступу: http://www.icao.int/Meetings/AMC/MA/1999/aps/05_vreedenburgh.pdf.
10. Lin L.C. Operational performance evaluation of international major airports: An application of data envelopment analysis / L.C. Lin, C.H. Hong // *Journal of Air Transport Management*. — Volume 12, Issue 6, November 2006, Pages 342–351.