

УДК 625.717

Закревський А.І., канд. техн. наук, **Попелиш І.І.**, канд. техн. наук,
Корітчук С.О., **Колосівський М.Л.**

АЕРОДРОМНІ АНТИОЖЕЛЕДНІ ХІМРЕАГЕНТИ

Анотація. Високий рівень безпеки й регулярності польотів в осінньо-зимовий період експлуатації аеродромів у значній мірі залежить від готовності злітно-посадкової смуги (ЗПС) до виконання злітно-посадкових операцій, що, у свою чергу, обумовлюється попередженням утворення ожеледі й ущільненого снігу на аеродромних покриттях або їх видаленням в мінімальний термін. Найбільш економічно прийнятним способом виконання даної вимоги в наш час є використання сучасних антиожеледних хімреагентів. Розглянуті найпоширеніші хімреагенти, які застосовуються на аеропортових і під'їзних дорогах, аеродромних покриттях, наведені їхні переваги і недоліки.

Ключові слова: безпека польотів, регулярність польотів, ожеледь, ущільнений сніг, хімреагенти, коефіцієнт зчеплення, екологія.

Аннотация. Высокий уровень безопасности и регулярности полетов в осенне-зимний период эксплуатации аэродромов в значительной степени зависит от готовности искусственной взлетно-посадочной полосы (ИВПП) к выполнению взлетно-посадочных операций, что, в свою очередь, предупреждением образования гололеда и уплотненного снега на аэродромных покрытиях или их удалением в минимальные сроки. Наиболее экономически приемлемым способом выполнения данного требования в настоящее время есть использование современных антигололедных химреагентов. Рассмотрены наиболее распространенные химреагенты, применяемые на аэропортовых и подъездных дорогах, аэродромных покрытиях, отмечены их достоинства и недостатки.

Ключевые слова: безопасность полетов, регулярность полетов, гололед, уплотненный снег, химреагенты, коэффициент сцепления, экология.

Abstract. The High level to safety and regular flight in autumn-winter period to usages aerodrome to a considerable extent for-hung from readiness of the artificial

runway to you-making someone look fat run operation that, in turn, warning the formation ice and compacted snow on aerodromes covering or their removing at minimum periods. The most economic acceptable way of the execution given requirements at present there is use modern against ice chemical reagents. They are considered the most wide-spread chemical reagents, applicable on airports and access road, aerodromes covering, noted their value and defect.

Keywords: safety flight, regular flight, ice, compacted snow, chemical reagents, factor of the traction, ecology.

Восінньо-зимовий період експлуатації аеродромів питання підтримки високого рівня безпеки та регулярності польотів безпосередньо пов'язані з вирішенням проблеми видалення снігу і ожеледних утворень з аеродромних покриттів і підготовкою їх до польотів. Ця проблема різностороння: для аеропортів важливі економічні фактори, так і як вартість очищення та його вплив на конструктивні шари покриттів, що викликає необхідність їх ремонту, для експлуатантів повітряних суден (ПС) – вплив стану аеродромного покриття не тільки на стійкість і керованість ПС на етапах руління, зльоту й посадки, але й на знос авіаційних шин, на можливість попадання сторонніх предметів у двигуни, на міцність конструктивних елементів ПС тощо. Саме тому процеси зимового утримування аеродромів, вибір відповідних технологій повинні розглядатися комплексно, ускладнійдинамічнійсистемі: повітрянесудно – покриттяаеродрому.

Час підготовки аеродромних покриттів до польотів - важливий параметр роботи аеропорту в осінньо-зимовий період. Від цього залежить вибір маршрутів руління повітряних суден, організація злітно-посадкових операцій. Експлуатаційно прийнятними методами, що забезпечують попередження і видалення льодоутворень з аеродромних покриттів, у наш час є тепловий і хімічний методи.

Тепловий метод профілактики льодоутворень або їх видалення полягає у прогріванні поверхні покриття стаціонарними або пересувними джерелами тепла. Стаціонарні джерела тепла використовуються в основному на відповідальних ділянках доріг або на дослідних ділянках аеродромів. Основна перешкода широкому впровадженню покриттів, що обігріваються, – великі початкові і експлуатаційні витрати. До недоліків пересувних джерел тепла у вигляді «теплових машин» з авіадвигунами відносяться їх низький коефіцієнт

корисної дії (велика питома витрата палива) і негативний вплив на експлуатаційний стан поверхні покриття. Даний метод використовується в якості виняткового, коли хімічний метод не застосовується внаслідок невідповідності температури застосування реагенту температурам льодоутворення.

Хімічний метод боротьби з льодоутворенням на аеродромних (дорожніх) покриттях полягає, як правило, в їх попередженні шляхом своєчасної обробки поверхні покриттів хімічними реагентами до початку або в період формування льоду, чи плавленням вже утвореного на покритті. Реагенти руйнують льодоутворення, після чого залишки зруйнованого і відшарованого від покриття льоду, а також утворений розчин реагенту видаляються з поверхні покриття механічними засобами і, при необхідності, проводиться часткове підсушування покриття. При цьому питомі витрати коштів на 1 га покриття при використанні хімреагенту приблизно у два рази менше, ніж при використанні теплових машин.

Хімічний метод базується на властивості кристалів антиожеледних реагентів переходити з твердої фази в рідку, що відбувається при їх попаданні на крижану поверхню снігу або льоду. При цьому кристали починають активно вбирати (поглинати) вологу з навколишнього середовища, реагент починає виділяти тепло, яке й використовується для плавлення льоду чи снігу. Новоутворена з розплавленого снігу, льоду й реагенту маса (розсіл) має температуру замерзання нижче температури замерзання води. Саме розчин антиожеледного реагенту, поки його концентрація достатня, запобігає виникненню ожеледних утворень.

На цей час і на найближчу перспективу хімічний метод боротьби з льодоутвореннями на аеродромних покриттях не має експлуатаційно прийнятної альтернативи. Застосування хімічного методу забезпечує профілактику і видалення льодоутворень та сніжно-крижаного накату з метою збереження працездатності аеропортів у несприятливих погодних умовах .

Видалення льодоутворень по вартості в три-п'ятьразів перевищує профілактику їх утворення. У наш час для аеропортів з великими об'ємами перевезень, попередження льодоутворень за допомогою хімічних реагентів, за умови їх своєчасного нанесення на покриття у «вікна» між злітно-посадковими операціями , стало єдиним методом вирішення проблеми забезпечення постійної готовності аеродромних покриттів до безпечного й регулярного виконання польотів.

Хімічні реагенти за складом досить різноманітні, але всі вони повинні ефективно плавити лід і ущільнений сніг, перешкоджати їх утворенню. До хімреагентів, які застосовуються на аеродромних покриттях, згідно чинних документів ІСАО, висуваються певні вимоги по фізичному стану, щільності, гранулометричному складу, розсипчастості, міцності гранул, температурі евтектики (нижньої точки замерзання розчину), корозійного впливу на конструкційні матеріали авіаційної техніки, наземних засобів механізації та аеродромних покриттів.

Антиожеледні хімреагенти за ступенем впливу на організм людини мають відноситися до речовин з класом небезпеки не нижче 3 (помірно небезпечні), гранично допустима концентрація в повітрі робочої зони речовин, що входять до складу реагентів, повинна бути також у нормованих межах. Окрім цього, хімреагенти повинні бути нетоксичні, пожежо- і вибухобезпечні. Коефіцієнт зчеплення, після видалення продуктів руйнування льодоутворень і у процесі попередження їх утворення, повинен становити не менше 80% від величини зчеплення на мокрій поверхні.

Багаторічний вітчизняний і зарубіжний досвід застосування хімреагентів показав наступне:

- попередження льодоутворень, тобто нанесення реагенту на покриття до початку льодоутворення, видалення тонких плівок льоду (ожеледі), видалення кристалічної паморозі, запобігання прикочуванню снігу найбільш ефективно при використанні рідких реагентів або водних розчинів твердих реагентів;

- боротьба з товстими (більш 1 мм) шарами льодоутворень найбільш ефективна при використанні гранульованих хімреагентів, які проплавають лід і знижують адгезію по межі змерзання льоду з покриттям. Іде процес об'ємного руйнування льодоутворення з відділенням його від покриття й подальшим видаленням спеціалізованими аеродромними машинами.

Рідкі хімреагенти, або водні розчини твердих реагентів, більш прийнятні у використанні, тому що легко піддаються регулюванню по щільності й рівномірності нанесення на поверхню аеродромного покриття, добре фіксуються на його поверхні і, у порівнянні з гранульованими, забезпечують більшу площу обробленої поверхні. Використання рідких хімреагентів для плавлення товстих шарів льоду малоефективне у зв'язку з необхідністю застосування більш концентрованих їх складів, підвищення норми витрат, яка обмежується умовами стоку (ухилами поверхні).

Тверді хімреагенти випускаються у вигляді гранул розмірами 1-4 мм. Реагенти з гранулами менш 1 мм, мають підвищену пилимість при роботі з ними, а при нанесенні на покриття в суміші з гранулами більших розмірів осідають поблизу осі розподілу, тим самим створюючи нерівномірність щільності нанесення реагенту по ширині покриття. Нерівномірність розподілу спостерігається також при наявності в суміші гранул з більшими, ніж зазначеного діапазону розмірами. Реагенти з такими гранулами погано фіксуються на покритті, особливо при наявності вітру, і нерівномірно розподіляються по його ширині. У ряді випадків для фіксації гранул на покритті, застосовується їхнє попереднє змочування або підігрів.

Досвід застосування гранульованих хімреагентів по видаленню льодоутворень показує, що питомавитрата гранульованого хімреагенту нижче його рідкого аналога, тому що немає необхідності плавлення всього об'єму льоду, а зі збільшенням товщини шару льоду економічність застосування гранульованих реагентів ще більш зростає.

Вибір того чи іншого хімреагенту визначається аеропортами виходячи з конкретних умов, що враховують велику кількість факторів, основними з яких є:

- накопичений досвід роботи з певним видом реагенту;
- наявність і пристосованість матеріально-технічної бази до роботи з певним видом реагенту;
- оснащеність аеродрому системами прогнозування льодоутворень;
- кліматичні умови в зоні аеродрому;
- наданий час підготовки покриттів до виконання польотів.

Усі антижеледні хімреагенти поділяються на такі основні групи:

- хлоридна: хлористий натрій (NaCl); хлористий кальцій модифікований ХКМ (CaCl_2), Біонорд; хлористий магній модифікований ХММ (MgCl_2), Премелт, Бішофіт, ГХМ, Айсмелт (суміш CaCl_2 і MgCl_2);
- карбаміди: карбамідно-аміачна селітра (КАС), сечовина;
- нітрати: антижеледний некорозійний склад АНС (до 40% азотнокислого кальцію й до 60% карбаміду); нітрат кальцію, магнію, сечовини (НКМС);
- ацетати: Алексор – 60, Нордвей, Антисніг, СМА, Дефрост-1;
- форміати: Нордвей – Ф, НФ, Clearway - F1, Дефрост – Ф, СФ, Авіагоризонт.

Хлористий натрій (NaCl) – поширений реагент для боротьби з ожеледдю на дорогах. Його водний розчин з вмістом солі 28% має температуру кристалізації -23°C , але з урахуванням ендотермічної реакції (поглинання тепла) найбільш ефективно його застосування обмежується температурним інтервалом від плюс 4°C до мінус 7°C . При більш низьких температурах антиожеледні властивості хлористого натрію різко знижуються. При використанні сухої солі втрачається до 70 % речовини, тому що сіль здувається з покриття турбулентними повітряними потоками й виноситься колесами транспорту. Застосування розчинів і вологих солей дозволяє в 2 рази знизити витрату солі і її негативний вплив на навколишнє середовище. Для використання солі у вологому стані до неї додається від 2,5 до 5% води, для розсолів – 25-30 %. Важливим фактором ефективної обробки покриття дороги є температура повітря. Боротьбу із зимовою слизькістю не можна проводити при температурі повітря нижче температури замерзання застосовуваного розсолу: пухкий сніг і накат обробляються при температурах до -20°C , склоподібний лід – до -4°C . Чим нижче температура, тим більше витрата речовини.

Використання хлористого натрію в якості антиожеледного хімреагенту має й великі недоліки, що виражається в пошкодженні (кородуванні) арматури бетонних покриттів і мостових настилів (іони хлору легко проникають крізь бетон), руйнуванні потужних залізобетонних конструкцій, а також корозійному пошкодженні автомобільних кузовів, забрудненні ґрунтів узбочин і стоку. Сіль підсилює осмотичний тиск, що змушує воду рухатися до верхнього шару плити, де відбувається її заморожування.

Із хлоридних реагентів отримав розповсюдження також **рідкий хлористий кальцій модифікований (ХКМ)**, що використовується в якості самостійного хімреагенту на автомобільних дорогах. Застосування рідкого реагенту збільшує попереджувальний протиожеледний ефект порівняно з гранульованими реагентами, скорочує кількість циклів сезонної обробки покриттів і загальні витрати реагенту, а катіон кальцію й модифікатор мають інгібіруючі (захисні) властивості від корозії. Доцільно також використання ХКМ для змочування технічної солі у співвідношенні 1:9 по масі. У порівнянні з технічною сіллю, ХКМ має декілька істотних переваг:

- норми витрати хлористого кальцію в середньому на 30-40% нижче;
- ефективний при низьких температурах (до -35°C);

- ХКМ не дозволяє утворюватися ожеледі й сніжно-крижаним накатам;
- ХКМ не тільки розплавляє лід, але й поліпшує стан прилеглих ґрунтових поверхонь. Кальцій заміщає натрій, який накопичився в ґрунті за час використання технічної солі, і в такий спосіб удобрює його.

Незважаючи на наявні переваги, хлористий кальцій модифікований має ряд недоліків. Одним з головних мінусів ХКМ є короткий термін дії реагенту – 3 години. Це приводить до того, що дороги протягом доби необхідно обробляти кілька разів. Після обробки дорожнього покриття рідким хлористим кальцієм модифікованим, коефіцієнт зчеплення шин з дорогою знижується на 30% навіть у порівнянні з мокрим асфальтом (ХКМ притягує вологу). При використанні технічної солі волога випаровується і дороги залишаються сухими. Якщо ж на дорожньому покритті є плівка з машинного масла, пального, а пори асфальту забиті гумою, то ХКМ ще більше втрачає в ефективності.

Хлористий магній модифікований (ХММ) найбільш ефективний при низьких температурах ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$). ХММ запобігає утворенню льоду протягом двох-трьох днів з моменту застосування. Він не створює білого порошкоподібного нальоту при висиханні на відміну від більшості хімреагентів. До недоліків відноситься накопичення аніонів магнію в ґрунті і воді, що негативно впливає на стан навколишнього середовища.

На аеропортових дорогах застосовуються також хімреагенти хлоридної групи, такі як Біонорд, Премелт, Бішофіт, ГХМ, Айсмелт та ін

У матеріалах ІСАО, у якості ефективного реагенту для обробки злітно-посадкових смуг, рекомендується **карбамід**. Зазвичай він використовується як добриво для потреб сільського господарства. Даний компонент входить до складу багатьох хімреагентів призначених для зимового утримування доріг, автомагістралей тощо. Карбамід має невисокі плавильні можливості, використання його в чистому виді можливо при температурах не нижче $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при -10°C карбамід практично не плавить лід). Корозійний вплив на цементобетон розчинів карбаміду концентрації 10-30% в умовах поперемінного заморожування-відтавання в 1,2-1,6 разів більше в порівнянні з водою, тому даний хімреагент рекомендується використовувати тільки на асфальтобетонних покриттях при температурі повітря до -5°C . Карбамід має

незначний негативний вплив на навколишнє середовище й людину, при цьому є важливим і необхідним добривом, постачальником азоту рослинам.

Для видалення льодоутворень з аеродромних покриттів застосовуються хімреагенти нітратної групи – **АНС, НКМС**. Ці реагенти не спричиняють корозії металів і сплавів, які застосовуються у літакобудуванні, ефективно розплавляють шар льоду товщиною 2-3мм за 10-30 хв при температурі повітря до -10°C . Хімічний реагент АНС застосовується для видалення ожеледі на всіх типах аеродромних покриттів, НКМС – тільки на асфальтобетонних. До позитивних якостей належить те, що дані хімреагенти є добривами для рослин.

Крім вищеназваних, на сьогоднішній день досить широкого поширення набули антиожеледні реагенти на основі **ацетатів**. Перехід з азотовмісних реагентів на ацетатні, несе з собою ряд експлуатаційних переваг. Ацетатні хімреагенти здатні за найкоротший час забезпечити необхідні зчіпні якості аеродромних покриттів. Здатність ацетатів ефективно працювати при низьких температурах (до -50°C) за рахунок екзотермічних реакцій (виділення тепла) при взаємодії з водою або снігом, дозволяє використовувати їх для боротьби з памороззю, що утворюється на ЗПС при різких перепадах мінусових температур. Якщо даний хімреагент застосовувати в підігрітому стані, то температурні ефекти збільшуються і швидкість плавлення льоду різко зростає за рахунок збільшення швидкості хімічних реакцій по виділенню тепла. Запас «міцності», обумовлений низькою точкою евтектики, робить можливим використання реагенту для боротьби з обмерзанням покриттів в умовах переохолодженого дощу. Ацетати не створюють мильної плівки, мають здатність утримуватися на покриттях навіть після їх механічного очищення, а при сприятливих погодних умовах можуть зберігати свої захисні властивості понад чотири доби без необхідності повторної обробки. Протикорозійна присадка, яка використовується в ацетатах, протистоїть руйнуванню бетонних покриттів льотного поля, водовідвідних споруд, значно знижує корозійний вплив на метали, які використовуються в авіабудуванні. Період їх повного розкладання в природі становить близько 15-30 діб. Найбільш ефективно застосування реагентів, коли покриття вологе і прогнозується температура нижче точки замерзання води. Основний недолік ацетатних хімреагентів – специфічний запах оцтової кислоти, тому ацетати в населених пунктах не використовуються.

Найбільше поширення одержали рідкі ацетати на основі:

- кальцієво-магнієвого ацетату (СМА) – Ацедор;
- ацетату калію – Нордвей (марок Нордвей -супер, посилений, дорожній, Еко), АКМ Північ, Дефрост 1;
- ацетату натрію – Ранмелт, АГР-1;
- ацетату амонію – Антисніг;
- ацетату кальцію – Хардвей.

Протиожеледні реагенти на основі ацетатів являють собою малов'язку слабопофарбовану рідину, яка складається з комбінацій кисню, вуглецю, водню, кальцію, магнію, калію, амонію.

Кальцієво-магнієвий ацетат (СМА). Температура евтектики даної хімічної суміші мінус 28 °С при масовій концентрації 32,5%. Найбільш ефективний при видаленні льодоутворень при температурі повітря до –15°С. При використанні даний реагент не осідає в трубах, не забиває їх, як це має місце з NaCl і CaCl₂. Іншою особливістю даного реагенту є низька корозійна здатність. Проведені випробування показують, що сталевий зразок втрачає свою масу у водному розчині кальцієво-магнієвого ацетату в п'ять разів повільніше, чим у розчині кухонної солі, а алюмінієвий зразок – в 10 разів. Випробування реагенту, які провели у Великобританії, показали, що СМА є некородуючим матеріалом відносно сталевій арматури у цементобетоні й може затримувати корозію, що починається, викликану попереднім використанням солі (NaCl) у якості протиожеледного матеріалу. Дана властивість дає можливість використовувати СМА переважно для нових ЗПС із «молодим» бетоном. При перемішуванні зі снігом СМА не дає сніжним часткам прилипати одна до одної і до покриття. Він не утворює розтікаючого розсолу, а зберігає сніг більш легким і більш «сухим», що поліпшує зчеплення пневматика з покриттям. СМА, нанесений на покриття до снігопаду, попереджує також утворення ущільненого снігу й примерзання його до дорожнього покриття. Важливим позитивним фактором СМА є його екологічність він піддається біохімічному розкладанню, не ущільнює ґрунт, складові хімреагенту є добривом для рослин, підсилюють біологічну активність ґрунтів. Дорожні покриття, оброблені таким реагентом, мають високі зчіпні якості, що знижує аварійність на дорогах. Використовується СМА в гранульованому й рідкому стані.

Ацетат калію – температура евтектики в даного реагенту при концентрації 55 % мінус 70⁰С. У комбінації діючих речовин з комплексом присадок, забезпечує ефективний захист аеродромних покриттів і вузлів літаків від корозії. Застосовується для попередження й боротьби з льодоутвореннями на ЗПС, руліжних доріжках, пероні, місцях стоянок літаків. Реагент здатний попереджати або видаляти ожеледь у будь-яких погодно-кліматичних ситуаціях, ефективно боротися з льодом як у звичайних умовах утворення ожеледі при температурах близько 0⁰С, так і в екстремальних, коли інші хімреагенти не в змозі видаляти лід, а саме в умовах «крижаного дощу» і паморозі. Рідка форма реагенту рівномірно розподіляється по аеродромному покриттю й видаляє лід і паморозь за дуже короткий термін. Проведені дослідження й досвід застосування хімреагенту показали, що для досягнення прийняттого значення коефіцієнта зчеплення потрібно від 5 хвилин часу (залежно від погодних умов).

Ацетат натрію – твердий протиожеледний матеріал нового покоління для застосування на будь-яких типах покриттів злітно-посадкових смуг, руліжних доріжках і перонах аеропортів. Дозволяє ефективно у найкоротший термін забезпечувати необхідний коефіцієнт зчеплення на аеродромах у періоди максимальних льодоутворень. Температура евтектики даного складу –28⁰С, має високу плавильну здатність, ефективний при температурах до –20⁰С. Плавильна здатність реагенту при –5⁰С перевершує плавильну здатність широко відомого реагенту на основі нітрату кальцію й магнію на 20%. Склад має низьку корозійну активність навіть до цинкового покриття, яке слабостійке до впливу антиожеледних хімреагентів. Основний недолік – шкідливий вплив на слизові ділянки дихальних шляхів, оболонки очей, шкіру людини.

Ацетат амонію – рідкий протиожеледний реагент, являє собою 30 %-ний водний розчин ацетату амонію. Прозорий, безбарвний, із запахом оцту й аміаку. Для зниження запаху в нього вводиться спеціальна добавка. Реагент не містить хлору, позитивно впливає на ґрунт, не виявляє шкідливого впливу на зелені насадження. Евтектична температура –44⁰С при 30 %-ній концентрації. Для фіксації розчину на поверхні покриття в нього вводяться добавки водорозчинних ефірів целюлози.

Ацетат кальцію – протиожеледний реагент на основі ацетату хлористого кальцію, модифікованого біорегулятором і інгібітором корозії.

Продукт випускається у вигляді розчину й гранул і призначений для обробки в зимовий час доріг, вулиць і тротуарів з метою недопущення утворення поверхневого шару льоду й полегшення прибирання дорожніх покриттів, пішохідних зон.

Збільшення прибутковості аеропортів при переході до технології боротьби з льодоутвореннями з використанням ацетатів, стає можливим не тільки завдяки скороченню прямих і непрямих витрат на очищення покриттів, але й за рахунок збільшення доходів від більш інтенсивного використання ЗПС. Економічний ефект забезпечується завдяки зниженню норми витрат хімреагенту і рідшою частотою обробок, що дозволяє уникати закриття ЗПС через її обмерзання, а це створює можливість виконання злітно-посадкових операцій суворо за розкладом навіть у важких кліматичних умовах.

В практиці експлуатації аеропортів знаходять застосування хімреагенти на основі солей мурашиної (метанової) кислоти – **форміати**. Вони не мають запаху, швидко розкладаються на вуглекислий газ і воду, мають високу плавильну здатність (температура замерзання нижче -50°C) і низьку корозійну активність. У порівнянні з рідкими ацетатними реагентами, рідкий форміатний антиожеледний хімреагент має менший час біорозпаду з дещо кращими експлуатаційними характеристиками. Коефіцієнт зчеплення після видалення продуктів руйнування льодоутворень не менш 80% від величини коефіцієнта зчеплення на мокрій поверхні. Дані реагенти використовуються як для дорожніх покриттів, так і для аеродромних. Відмінність полягає в різній їх щільності, дорожній 40% -ний – початок кристалізації мінус 40°C , 25%-ний – мінус 20°C , аеродромний 50% - ний – мінус 65°C . Розроблені також і гранульовані протиожеледні реагенти на форміатній основі, які повністю сумісні з рідкими.

Нордвей-Ф – рідкий антиожеледний хімреагент на основі форміату калію, призначений для застосування в екстремальних кліматичних умовах. Ефективний до мінус 45°C .

Нордвей-НФ – гранульований протиожеледний реагент на форміатній основі, призначений для використання на злітно-посадкових смугах, руліжних доріжках і на місцях стоянок повітряних суден у зимовий період. Не містить хлорних компонентів і поверхнево-активних речовин. Ефективний до мінус 45°C .

Як рідкі, так і гранульовані хімреагенти Нордвей, застосовуються в районах з екстремальними кліматичними умовами і підвищеними екологічними вимогами. Коефіцієнт зчеплення на аеродромному покритті після видалення льодоутворення і ущільненого снігу реагентом Нордвей – не менш 80% від величини зчеплення на мокрій поверхні. Гранульований реагент сумісний з рідким антиожеледним реагентом Нордвей і його модифікаціями. Є екологічно чистим й токсикологічно безпечним для флори й фауни реагентом з класом небезпеки 4(безпечні). Фізико-хімічні й експлуатаційні показники підтверджені сертифікаційними випробуваннями реагентів і забезпечують нормативні вимоги цивільної авіації по утримуванню і антиожеледному захисту аеродромних покриттів. Реагенти відповідають міжнародному стандарту AMS 1435.

Clearway F1 – рідкий екологічно чистий антиожеледний реагент на форміатній основі для обробки злітно-посадкової смуги, руліжних доріжок, місць стоянок ПС. Він заснований на формулі з використанням мурашинокислого калію і екологічно чистих інгібіторів, відповідає всім відомим природоохоронним вимогам, і специфікації AMS 1435. Ефективний до мінус 45 °С. Не корозійно-активний до всіх матеріалів які застосовуються в авіабудуванні і в авіаційній наземній техніці. Хімреагенту Clearway F1 привласнено 1 клас WGK (стандарт водної безпеки Німеччини), що вказує на його практичну безпеку для води.

Дефрост-Ф – антиожеледний рідкий реагент, виготовлений на основі мурашинокислого калію й екологічних інгібіторів, призначений для обробки аеродромних покриттів усіх типів. Активний при температурах навколишнього повітря до мінус 15 °С. Реагент відповідає міжнародному стандарту AMS 1435.

Дефрост-СФ – антиожеледний гранульований реагент на основі форміату натрію є ефективним засобом для обробки аеродромних покриттів. Активний при температурі навколишнього повітря до мінус 15 °С. Завдяки своїй неправильній формі, гранули реагенту залишаються на місці розподілу навіть при вітряній погоді. Комплексне використання його з рідкими реагентами дозволяє прискорити видалення льоду й ущільненого снігу. Реагент відповідає міжнародному стандарту AMS 1435.

Авіагоризонт – антиожеледний реагент на основі форміату калію. Являє собою прозору безбарвну рідину, яка має низкий рівень корозійної активності і

низьку температуру кристалізації. У складі реагенту присутні інгібітори корозії металів і сплавів, які застосовуються в авіабудуванні, а також при будівництві цементобетонних і асфальтобетонних покриттів. Ефективний до мінус 45 °С. Реагент не впливає на якість ґрунтових вод, безпечний для навколишнього середовища, пожежо- і вибухобезпечний, має низький ступінь небезпеки для людини, абсолютно без запаху, що дозволяє використовувати його на стоянках автомобілів і пішохідних доріжках.

У наш час питання зниження антропогенного впливу на природу набувають усе більш рішучий характер. Для багатьох аеропортів очищення стічних вод стало проблемою не тільки пов'язаною із захистом навколишнього середовища, але також і матеріально-технічною проблемою. Законодавчі акти в сфері захисту навколишнього середовища стають усе більш жорсткими і включають все більш суворі вимоги до складу стічних вод, що містять протижеледні рідини. У той же час за останні кілька років суттєво збільшилася плата за очищення таких вод від шкідливих домішок. Застосування системи рециркуляції (переробки) забрудненої хімічними реагентами води показує, що існує можливість забезпечувати ефективний захист навколишнього середовища. Економічні показники свідчать про те, що система рециркуляції заощаджує кошти аеропортів і у цілому позитивно впливає на результати їх діяльності.

В осінньо-зимовий період усі токсичні рідини з ЗПС, перонів, руліжних доріжок, повинні збиратися і відправлятися на очищення. Зменшення вмісту шкідливих домішок у стічних водах знижує витрати аеропорту на їхнє очищення і поліпшує стан навколишнього середовища.

Висновки

1. Наявність на поверхні аеродромних покриттів забруднювачів у вигляді снігу різної щільності, льодоутворень є одним з чинників, які значно впливають на рівень безпеки і регулярності польотів в осінньо-зимовий період експлуатації аеродромів.

2. Попередження і видалення ущільненого снігу та льодоутворень з аеродромних покриттів можливе тепловим або хімічним методами. Перевагу слід надавати хімічному методу, як більш економічному і експлуатаційно прийнятному у порівнянні з тепловим методом.

4. Хімреагенти хлоридної групи рекомендується застосовувати для обробки під'їзних і внутрішньоаеропортових доріг. Використання їх на елементах аеродрому забороняється.

5. Для утримання елементів аеродрому при несприятливих погодних умовах, необхідно використовувати хімреагенти карбамідної, нітратної, ацетатної й форміатної груп, що мають відповідні сертифікаційні документи.

Література

1. Руководство по аэропортовым службам (Дос.9137-AM/898). Часть 2. Состояние поверхности покрытия. Четвертое издание. – Монреаль: ИКАО, 2002.
2. Циркуляр ИКАО 329-AN/191 Состояние поверхности ВПП: оценка, измерение и представление данных. ИКАО, 2012.
3. Шишкова А.Ф., Запорожець В.В., О.Н. Білякович. Аеропорт: Теорія й практика зимового утримання аеродромів. – К.: Дніпро, 2006. – 196 с.
4. Белинский И.А., Закревский А.И., Шинкарчук Н.В. Техническая эксплуатация аэродромов. – К.: КМУГА, 1996. – 240 с.
5. Орлов В.А. Теория и практика борьбы с гололедом. – М.: Воздушный транспорт, 2010. – 112 с.

Рецензенти:

Солодкий С.Й., д-р техн. наук, НУ "Львівська політехніка".

Онищенко А.М., канд. техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:

Solodkyi S.Yo., Dr. Tech. Sci., NU "Lviv Polytechnic".

Onyschenko A.M., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **18.05.2016 р.**