

БУДІВНИЦТВО ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ДОРІГ І АЕРОДРОМІВ

УДК 629.3.054.26

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

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ З ОБІГРІВОМ

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 видалення снігу різної щільності на аеродромних покриттях або їх видаленням в мінімальний термін. До числа прогресивних рішень в області вдосконалення методів і засобів зимового утримання аеродромів відносять тепловий спосіб, заснований на обігріві штучних аеродромних покриттів за допомогою спеціальних обігрівуючих систем.

Ключові слова: аеропорт, аеродромні покриття, ожеледні утворення, системи електрообігріву

УДК 629.3.054.26

Закревский А.И., канд. техн. наук, **Попельш И.И.**, канд. техн. наук,
Коритчук С.А.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОБОГРЕВАЕМЫХ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

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 удаления снега разной плотностью на аэродромных покрытиях или их удалением в минимальные сроки. К числу прогрессивных решений в области усовершенствования методов и средств зимнего содержания аэродромов относят тепловой способ, основанный на обогреве искусственных аэродромных покрытий с помощью специальных обогреваемых систем.

Ключевые слова: аэропорт, аэродромные покрытия, гололедные образования, системы электрообогрева.

UDC 629.3.054.26

Zakrevskiy A. I., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Popelysh I. I.**, Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Koritchuk S. A.**

PROSPECTS FOR THE USE OF HEATED AIRPORT PAVEMENTS

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. Some of the innovative solutions in methods and means of improving the winter maintenance airfields include thermal method based on artificial heating airfield pavements heated by means of special systems.

Keywords: airport, aerodromes coverage, giaze education, system electicaiiy heated

Одним из важных факторов, определяющих эффективность использования самолетного парка, является состояние поверхности аэродромных покрытий, которое оказывает влияние как на безопасность выполнения взлетно-посадочных операций самолетов, так и на техническое состояние самих самолетов. Состояние аэродромных покрытий оценивается рядом показателей, из которых оперативно изменяющимся являются фрикционные свойства поверхности покрытия, определяющие его способность обеспечить надлежащие условия сохранения путевой устойчивости и управляемости самолета на взлетно-посадочной полосе, а также гашение кинетической энергии самолета при торможении колесами шасси на пробеге или в случае прерванного взлета. Наличие загрязнителей на поверхности покрытия, одним из видов которых

являются осадки, отрицательно сказывается на эксплуатационных качествах покрытия из-за снижения коэффициента сцепления и вероятности возможности попадания осадков в двигатели самолетов.

Важным требованием к содержанию поверхности аэродромных покрытий является своевременное и тщательное удаление с покрытий любых видов загрязнителей, в том числе и зимних осадков в виде снега, слякоти, льдообразований.

К числу прогрессивных решений в области усовершенствования методов и средств зимнего содержания аэродромов относят тепловой способ, основанный на обогреве искусственных аэродромных покрытий с помощью специальных обогревающих систем. Этот способ позволяет вести борьбу со снегом и гололедными образованиями не прекращая эксплуатации покрытий, что является его главным преимуществом (по сравнению с другими способами очистки), имеющим важное значение для аэропортов с высокой интенсивностью движения самолетов. В настоящее время уже накоплен определенный опыт проектирования, строительства и эксплуатации обогреваемых покрытий (главным образом дорожных), что дает возможность систематизировать их конструктивные особенности, выявить основные достоинства и недостатки, а также сделать некоторые предварительные выводы о целесообразности применения на аэродромах.

Для обогрева искусственных покрытий находят применение в основном два вида нагревательных систем: трубопроводные с циркулирующим в них теплоносителем и электрические.

Трубопроводные системы обогрева, в которых в качестве теплоносителя используются различные технические жидкости с низкой температурой замерзания (минеральные масла, этиленгликоль, водные растворы алкоголя и др.), водяной пар или воздух, относятся к стационарным нагревательным системам. Они устраиваются путем укладки в покрытия (в период строительства или реконструкции) полиэтиленовых или металлических труб диаметром от 25 до 50 мм в виде змеевиков или секций сварных параллельных трубчатых элементов, предназначенных для принудительной циркуляции теплоносителя. Трубы заглубляют в покрытие на несколько сантиметров от поверхности и располагают на расстоянии 30-45 см одна от другой. Каждая система обогрева, кроме того, включает тепловую станцию для нагрева теплоносителя, насосы,

приборы регулирования теплового режима, а также устройства, предупреждающие аварии.

Современные трубопроводные системы обогрева обычно работают в автоматическом режиме. С помощью располагаемых на покрытии датчиков они включаются при появлении ледяных и снежных отложений или заблаговременно при метеоусловиях, способствующих образованию гололеда. При работе обогревательной системы температура теплоносителя и скорость его движения регулируются таким образом, чтобы температура поверхности покрытия составляла 1-2 °С выше нуля независимо от колебаний температуры и влажности окружающего воздуха, силы ветра и других климатических факторов. Жидкие теплоносители обычно нагреваются до температуры 60-90 °С, воздух – до температуры 50-60 °С. Существуют также трубопроводные жидкостные системы, в которых необходимая температура теплоносителя поддерживается не нагревательной станцией, а за счет тепла, аккумулированного грунтовым основанием в летний период. В этом случае часть труб укладывается в покрытие, а другая часть заглубляется на 3-5 м ниже поверхности грунта. Оба яруса труб соединяют между собой для обеспечения в них замкнутой принудительной циркуляции теплоносителя. Расход тепла на обогрев 1 м² покрытий трубопроводными системами колеблется в пределах от 250 до 1000 ккал/ч.

Опыт эксплуатации показывает, что трубопроводные обогревательные системы достаточно надежно защищают покрытия от гололедных образований, но требуют больших затрат на строительство, и сложны в эксплуатации. Значительные трудности возникают, например, при эксплуатации систем, работающих на водяном паре и некоторых видах жидких теплоносителей. В частности, водяной пар обладает тем недостатком, что образует в трубопроводах конденсат, который приходится систематически удалять во избежание замерзания скапливающейся воды и разрушения труб. Алкогольные растворы пожароопасны и, кроме того, по мере испарения алкоголя могут замерзать. Минеральные масла образуют на стенках трубопроводов пленки, в связи с чем теплопроводность системы снижается, увеличиваются потери тепла. Этиленгликоль обладает повышенной вязкостью, в результате чего приходится применять более мощные насосы для его перекачки.

Общим важным недостатком трубопроводных систем с любым видом теплоносителя являются высокие затраты тепла, сравнительно небольшая долговечность трубопроводов (из-за коррозии), а также отсутствие возможности

ремонта или замены элементов трубопроводов без нарушения целостности покрытий.

Электрические системы обогрева по сравнению с трубопроводными имеют определенные преимущества. Они проще и дешевле в монтаже, а главное, более надежны в эксплуатации, и поэтому в настоящее время применяются чаще. В систему электрообогрева покрытий входят: электронагревательные элементы, соединительные кабели, трансформатор, а также устройства автоматического включения и регулирования нагрева, в том числе датчики измерения температуры и влажности на поверхности покрытия. Такие системы бывают двух видов: с расположением электронагревательных элементов в толще покрытия и на его поверхности. От способа расположения электронагревательных элементов зависит технология устройства системы обогрева и ее эффективность. В качестве электронагревательных элементов, укладываемых в толщу покрытия при строительстве, чаще всего используются высоковольтные (220-380 В) многожильные кабели из медно-никелевых сплавов с изоляцией бутиловым каучуком и термостойким поливинилхлоридом. Кабели заглубляются в покрытие на 50-70 мм и располагаются в плане в виде петель или прямолинейно (в продольном или поперечном направлении). Расстояние между отдельными кабелями составляет 10-15 см и более. Для внутреннего электрообогрева покрытий могут применяться также низковольтные (12-65 В) электроды в виде неизолированной металлической арматуры или сеток. При внутреннем расположении нагревательных элементов рекомендуется под покрытиями устраивать теплоизолирующие или теплоэкранирующие слои, позволяющие уменьшить непроизводительные потери тепла.

На поверхности покрытий электронагревательные элементы обычно укладываются в процессе строительства или эксплуатации покрытия с нанесением на них защитного слоя из термостойкого асфальтобетона или эпоксидно-минеральных смесей. Толщина защитного слоя принимается относительно небольшой 12-30 мм, благодаря чему поверхность покрытия быстрее прогревается при меньших затратах электроэнергии. В таких покрытиях в качестве электронагревательных элементов могут применяться: объединенная в маты (заводского изготовления) высоковольтная изолированная хромоникелевая проволока; рулонная многослойная полиэфирная пленка, на средний слой которой нанесен токопроводящий материал; высоковольтная изолированная и низковольтная неизолированная графитизированная

токопроводящая ткань; медные ленты, покрытые синтетической изоляционной пленкой; низковольтная неизолированная арматурная проволока (в виде сеток).

Большой интерес представляют плоскостные нагревательные элементы в виде так называемых токопроводящих покрытий, которые создаются путем нанесения на поверхность бетона или асфальтобетона специальных электрохимических составов (красок). Такие токопроводящие покрытия относятся к категории нестационарных электронагревательных систем и выгодны тем, что в процессе эксплуатации их можно легко ремонтировать, а при необходимости заменять новым составом. Как показали эксперименты, устройство и содержание токопроводящих покрытий обходится не дороже других электронагревательных систем.

Дальнейшим развитием конструкции обогреваемых покрытий является использование токопроводящего бетона: в обычный бетон добавляется металлическая стружка и гранулы угольного кокса, арматура используется в качестве токопроводящих элементов. При использовании токопроводящего бетона нагревается вся поверхность покрытия – холодных участков нет.

Другой разновидностью токопроводящего бетона является использование электропроводящего цемента. Свойство электропроводности цемент получает от углеродных нанотрубок, которые вводятся в его состав. Это компонент дорогостоящий, поэтому с целью уменьшения стоимости производства электропроводящего цемента, в него добавляется порошкообразный графит.

Существенным недостатком всех систем электрообогрева покрытий является высокий расход потребляемой электроэнергии. В зависимости от типа и режима работы нагревательной системы, а также климатических факторов затраты электроэнергии составляют обычно 100-200 Вт/ч на м² покрытия при предупреждении льдообразований, достигая иногда 400-600 Вт/ч и более при удалении уже образовавшегося льда или выпавшего снега. Строительство и эксплуатация систем электрообогрева покрытий, как и трубопроводных обогревательных систем обходятся дорого, нередко в 5-6 раз превышая по стоимости затраты на удаление осадков химическим или механическим способами.

Тем не менее, целесообразность применения на аэродромах обогреваемых покрытий нельзя рассматривать с точки зрения одних только строительных и эксплуатационных затрат. Решающими в пользу обогрева аэродромных покрытий могут оказаться такие факторы как безопасность полетов, важность

того или иного аэропорта в системе транспортных перевозок (не допускающая простоев авиации), высокая интенсивность движения самолетов, не позволяющая работать аэродромной технике без прекращения полетов, неблагоприятные климатические и метеорологические условия. Опыт эксплуатации показывает, что обогреваемые покрытия целесообразно применять в районах с часто повторяющимися слабыми осадками и незначительными отрицательными температурами воздуха. В районах с интенсивными осадками обогрев покрытий следует сочетать с применением снего-льдоуборочной техники, имеющейся в аэропортах.

Рецензенти:

Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Кіяшко І.В., канд. техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Reviewers:

Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Kiiashko I.V., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), Kharkiv National Automobile and Highway University.

Стаття надійшла до редакції: **20.03.2017 р.**