

НОВАЯ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА, СОЧЕТАЮЩАЯ ТЕПЛОВУЮ РАСШИРИТЕЛЬНУЮ ПЛЕНКУ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ НАГРЕВАТЕЛЬ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЕТА

Володин Д.С.¹, Киреев К.В.²

¹Володин Дмитрий Сергеевич – студент четвертого курса факультета информационных технологий и электроники Пензенского Государственного Университета

²Киреев Кирилл Васильевич – студент четвертого курса факультета информационных технологий и электроники Пензенского Государственного Университета

г. Пенза, Российская Федерация

Аннотация: разработана новая противообледенительная система, сочетающая тепловую расширительную пленку и электрический нагрев несущего винта вертолета на основе композиционных материалов. Устройство устанавливается на поверхности зоны обледенения несущего винта вертолета. Тепловая расширительная пленка антиобледенительная система включает в себя нагревательную расширительную пленку, обратный клапан, воздушный компрессор, который используется в двигателе для отбора воздуха и накачивания воздуха. Время и антиобледенительные работы могут быть выполнены в короткие сроки, с низким энергопотреблением и тщательно. Изобретение может удовлетворять требованиям антиобледенения при различных плохих погодных условиях и различных условиях замерзания.

Ключевые слова: композиционные материалы; несущий винт вертолета; противообледенительная система; нагревательная расширительная пленка; электронагревательная противообледенительная система.

A NEW DE-ICING SYSTEM COMBINING A THERMAL EXPANSION FILM AND AN ELECTRIC HEATER OF THE HELICOPTER ROTOR

Volodin D.S.¹, Kireev K.V.²

¹Volodin Dmitry Sergeevich – fourth-year student of the Faculty of Information Technology and Electronics of Penza State University

*²Kireev Kirill Vasilevich – fourth-year student of the Faculty of Information Technology and Electronics of Penza State University
Penza, Russian Federation*

Abstract: *a new anti-icing system has been developed that combines a thermal expansion film and electric heating of a helicopter rotor based on composite materials. The device is installed on the surface of the icing zone of the main rotor of the helicopter. Thermal expansion film the de-icing system includes a heating expansion film, a check valve, an air compressor that is used in the engine for air extraction and air pumping. Time and de-icing work can be done in a short time, with low energy consumption and thoroughly. The invention can meet the requirements of de-icing under various bad weather conditions and various freezing conditions.*

Keywords: *composite materials; helicopter rotor; de-icing system; heating expansion film; electric heating de-icing system.*

УДК 62-768

Вертолет представляет собой своеобразное специальное транспортное средство на несущем винте управления горизонтальным и вертикальным движением. По сравнению с другими летательными аппаратами вертолет обладает уникальными техническими характеристиками: роторная система, трансмиссия и вертолетный двигатель. Эти три части являются основными конструкциями вертолетов для обеспечения динамики полета, подъемной силы и двигательной техники [1]. Когда вертолет летит на большой высоте или в облаках, содержащих переохлажденные капли воды, на наветренной поверхности вертолета, такой как несущий винт, хвостовой винт и входное отверстие двигателя, будет появляться обледенение [2].

После десятилетий опыта в авиационных исследованиях изучение метеорологической обстановки обледенения самолетов было очень важным, зрелая в стране и за рубежом. Ниже приводится краткое описание метеорологических параметров, влияющих на характеристики обледенения вертолета, особенно лопастей несущего винта вертолета. Явление обледенения в атмосфере-это природное явление, на которое влияют многие факторы [3].

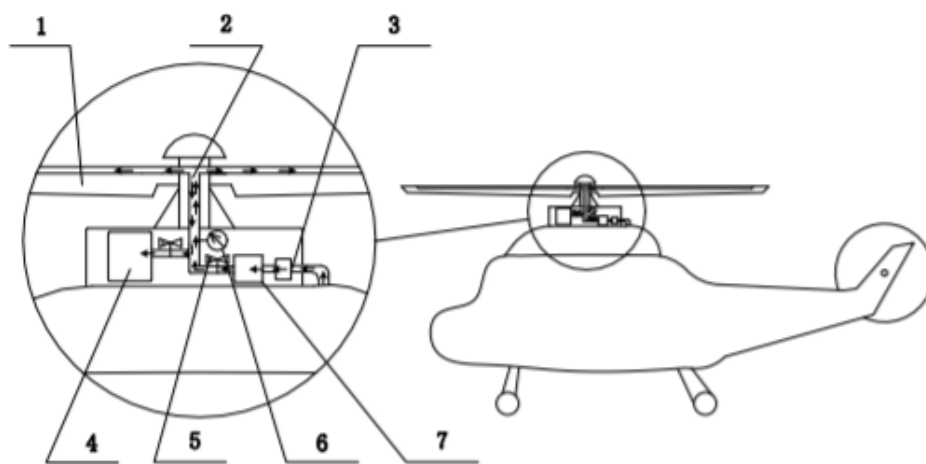
Основным фактором является температура окружающей среды. Обледенение самолета на поверхности – “-5°C” до 40°C (до -80°C в облаке кристаллов льда) и еще более высокие температуры в окружающей среде, вероятно, будут происходить обледенения (для воздушных компонентов силовой установки самолета и карбюратора). В температурный диапазон облаков при наличии более или менее холодных капель воды самолет будет наращивать обледенение на поверхности.

Основными методами антиобледенения являются термическое антиобледенение, механическое антиобледенение и новые материалы антиобледенения [4]. Основным недостатком электрического теплосъема является большой расход электроэнергии, а проблема механического антиобледенения в основном заключается в разрушении поверхности ротора. Супер гидрофобный антиобледенительный материал - это новая ориентация в этой области, в то время как основная проблема заключается в износостойкость этих новых материалов. Целью изобретения является предложение нового типа несущего винта вертолета с тепловым расширением пленки и электрическим нагревом комбинированной противообледенительной системы, а также путем теоретического анализа и анализа фактического состояния вертолета перейти к инновационной конструкции. Кроме того, учитывая ограниченность пространства секции несущего винта вертолета, воздушную энергию, рабочее состояние несущего винта и сложность окружающего поля потока, разработана новая противообледенительная система для несущего винта вертолета.

Разработанная в данной работе противообледенительная система включает в себя тепловую расширительную пленку, воздушный компрессор для горячего газа двигателя, воздушную инфляционную пленку, обратный клапан, насосный вакуумный насос для закрытия расширительной пленки горячего газа, манометр для измерения контура горячего воздуха, трубопровод передачи горячего газа и датчик обледенения для определения толщины льда ротора [5]. Выход воздушного компрессора и расширительная пленка горячего газа соединены обратным клапаном в контуре заправки газа. Вход вакуумного насоса соединен

с расширительной пленкой горячего газа в вакуумном насосном контуре. Давление внутри контура давления контролируется манометром, который расположен между обратным клапаном и пленкой теплового расширения.

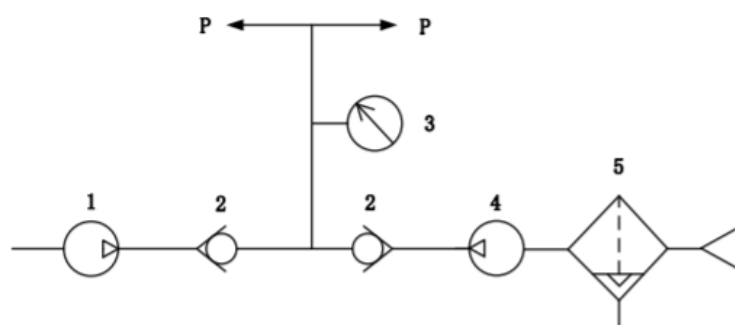
Как показано на рис. 1, воздушный контур управления расширительной мембраной горячего газа противообледенительной системы установлен в верхней части двигателя вертолета, что благоприятно для сбора и утилизации высокотемпературных и высоконапорных хвостовых газов двигателя. Когда система антиобледенения пленки расширения горячего газа начинает работать, выхлопные газы двигателя с высокой температурой и высоким давлением проходят через воздушный фильтр [5]. Затем воздух высокой температуры и высокого давления нагнетается давлением компрессора и передается на тепловую расширительную мембрану, установленную на поверхности ротора через канал трубопровода горячего воздуха, установленный в валу ротора. Когда система антиобледенения пленки расширения горячего газа остановится, чтобы работая, вакуумный насос открывался и выпускал газ из расширительной пленки воздуха. Два контура закрыты обратным клапаном, чтобы гарантировать, что все давление воздуха и давление контролируются манометром. Воздушный фильтр в пневматическом контуре управления предназначен для предотвращения попадания примесей в хвостовой газ двигателя в пневматический контур, которые разрушили бы воздушный фильтр [6].



1. Ротор
2. Канал горячего воздуха
3. Воздушный фильтр
4. Вакуумный насос
5. Обратный клапан
6. Манометр
7. Воздушный компрессор

Рис. 1 Принципиальная схема установки положения контура управления воздушным потоком

На рис. 2 приведена схема системы управления системой защиты от теплового расширения пленки антиобледенения. Контур управления может помочь инженерам и техникам лучше понять принцип управления системой защиты от теплового расширения пленки антиобледенения. Конструкция пневмоуправляемой пленки на кромке ротора снабжена односторонними отверстиями сброса давления расширения горячего газа в контуре [7]. Цель состоит в том, чтобы заставить тепловое расширение работать в поддержании расширения внутреннего теплового состояния надувной мембраны и предотвратить повреждение избыточным давлением расширительной мембраны горячего газа.



1. Вакуумный насос 2. Обратный клапан
3. Манометр 4. Воздушный компрессор 5. Воздушный фильтр

Рис. 2 Схема системы управления пленкой теплового расширения для системы защиты от обледенения

Когда надувая горячим воздухом мембранная антиобледенительная система работает, канал пленки теплового расширения заполняется горячим воздухом. Затем пленка теплового расширения быстро расширяется, и площадь поверхности льда сбивается вниз. После антиобледенения тепловая расширительная пленка держится надутой около 0,5 с, так что поверхность горячего воздуха надутой пленки достигает высокой температуры [7]. Наконец, пленка теплового расширения быстро сжималась, чтобы сохранить первоначальную поверхность профиля. Датчик льда определяет толщину льда и, когда он достигает заданных требований, пленка снова быстро надувается.

Возвратно-поступательное движение рабочего цикла, в конечном счете, достигается антиобледенительный эффект ротора. Тепловое расширение и сжатие открытая инфляция мембраны обратно к исходному рабочему периоду аэродинамического профиля составляет 1 с, что является коротким для обеспечения того, чтобы поле поверхностного потока ротора и подъемная сила ротора не были затронуты.

Тепловая расширительная пленка и электрический нагрев, сочетающие антиобледенительный компонент, представляют собой своего рода систему, сочетающую механическое противогололедное и теплопередающее противогололедное покрытие [7]. Необходимо учитывать конвективный теплообмен во внешнем поле потока. Поэтому уравнения управления потоком в поле потока выражаются следующим образом.

Модель рассчитана по алгоритму многопольной связи физических полей и рассмотрено влияние поля оттока на теплопередачу. Установлена система защиты ротора от обледенения. Сетка конечно-элементной модели делится на конечно-элементную модель. В зависимости от состояния внешней среды несущего винта вертолета задаются граничные условия и используется простой алгоритм.

Предложена новая противообледенительная система, сочетающая в себе тепловую расширительную пленку и традиционные методы электронагрева против обледенения. Расширительная пленка и грелка устанавливаются в разных антиобледенительных зонах. Анализ показывает, что противообледенительная система эффективно снижает энергозатраты вертолета на противообледенительную систему.

Новая антиобледенительная система объединила в себе преимущества терморасширяющей пленки и электрического нагрева. Устройство не только может улучшить эффективность антиобледенения, но также он может эффективно снизить потребление энергии антиобледенения в воздухе.

Список литературы

1. Stallabrass, J., and Price, R. On the Adhesion of Ice to Various Materials// National Research Council Canada, Ottawa, July 1962. Pp. 199–219;
2. Мазин И.П. Физические основы обледенения самолетов. М.: Гидрометеиздат, 1957. С. 25-26;
3. Martin, C. A., and Putt, J. C. Advanced Pneumatic Impulse Ice Protection System (PIIP) for Aircraft// Journal of Aircraft, Vol. 29, No. 4, 1992. Pp. 714–716;
4. Scavuzzo, R. J., Chu M. L, and Kellackey, C. J. Impact Ice Stress in Rotating Airfoils// Journal of Aircraft, Vol. 28, No. 7, July 1991. Pp. 450–455;
5. Gent, R. W., Dart, N. P., and Candsdale, J. T. Aircraft Icing// Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A: Mathematical and Physical Sciences, Vol. 358, 2000. Pp. 2873–2911;
6. Тенишев Р.Х., Строганов Б.А., Савин В.С. и др. Противообледенительные системы летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1967. С. 320;
7. Bascom W., Cottington R., and Singleterry, C. Ice Adhesion to Hydrophilic and Hydrophobic Surfaces// Journal of Adhesion Science and Technology, Vol. 1, Oct. 1969. Pp. 246–263.