

## Коррозия металлов в авиационной промышленности

Студенты группы 10405521 Лепеш В.И., Шевцова А.В.  
Научный руководитель - Астрейко Л.А.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Материаловедение в авиации направленно на разработку и использование материалов, которые обладают высокой прочностью, легкостью, устойчивостью к коррозии и другим факторам окружающей среды. Воздушные суда подвергаются агрессивным условиям окружающей среды, которые способствуют развитию коррозии металлов. Коррозия приводит к разрушению структуры и повреждению ключевых деталей, что является потенциальной угрозой для безопасности полетов.

Одним из наиболее распространённых материалов, используемых в авиации, является алюминий и его сплавы. Кроме алюминия, в авиации широко используют титан, магний и композиты. Эти материалы имеют низкую плотность, высокую прочность, хорошую коррозионную стойкость.

Основными провоцирующими факторами, влияющими на развитие коррозии, являются влажность и температура.

Влага создает электролитическую среду, способствующую развитию коррозии на металлических поверхностях.

Высокие и низкие температуры изменяют скорость химических реакций, происходящих в металле, и способствуют развитию коррозии.

В авиационной промышленности наиболее распространёнными типами коррозии, для алюминиевых компонентов, являются: [1]

– Контактная коррозия: возникает при контакте алюминия с другими металлами или материалами в присутствии электролита, начинается процесс электрохимической коррозии, где более активный металл (анод) будет корродировать в пользу менее активного металла (катод). Алюминий в конструкциях контактирует со сталью, медью, композитными материалами, что провоцирует контактную коррозию.

– Межкристаллитная коррозия (МКК) - происходит по границам зерен или по объёму зерна. Приводит к выкрашиванию зёрен металла.

– Расслаивающая коррозия - коррозия вдоль границ зерен или внутри зерен материала, приводит к образованию трещин, отслаиванию слоев материала и снижению его механических свойств.

Самолёт имеет ряд критических зон, где наиболее часто возникает коррозия: [2]

– подпольная часть фюзеляжа, где скапливается конденсационная влага, а также попадают агрессивные жидкости из санузлов и буфетов;

– напольная часть фюзеляжа в местах установки санузлов и буфетов;

– ниши установки аккумуляторных батарей;

– зоны, представлявшие собой границу между герметичной и негерметичной частями фюзеляжа, где имеет место перепад температур и, как следствие, конденсация влаги;

– участки контакта разнородных в электрохимическом отношении металлов в местах разрушений защитных покрытий;

– внутренняя поверхность центроплана и крыльев;

– наружная поверхность обшивки планера и другие детали, находящиеся под воздействием атмосферных факторов.

Детали, выполненные из алюминиевых, магниевых, стальных материалов и работающие в данных условиях болты и гайки, узлы, кронштейны, каркас фонаря кабины штурмана, балки пола, трубопроводы, стрингеры, шпангоуты, лонжероны, компенсаторы, активно подвергаются коррозии.

Поэтому эти зоны и работающие в них конструкции подвергают регулярному осмотру и контролю. Для этого применяют следующие методы:

– Визуальный осмотр; Позволяет вовремя определить образование трещин; коррозионные пятна и пузырьки; изменение размеров и формы компонента; состояние соединений и сварных швов;

– Ультразвуковой метод контроля: Позволяет определить размеры, форму и местоположение дефектов.

– Радиография: используют для получения изображений, для оценки наличия дефектов, трещин и коррозии.

Своевременный контроль конструкции позволяет оценить степень повреждения материалов, идентифицировать типы коррозии, определить факторы, способствующие коррозии, и разработать эффективные стратегии предотвращения и контроля коррозии.

Самый эффективный способ предотвращения и защиты от коррозии - применение специальных покрытий на поверхности материалов:

– Горячее цинкование обеспечивает высокую степень коррозионной защиты, создаёт прочное и стойкое покрытие, которое может выдерживать механические нагрузки, удары и износ. Используется для защиты заклёпок и болтов, подвески колёс и кронштейнов. Цинк обладает высокой анодной активностью и предпочтительно окисляется вместо других металлов.

– Для защиты фюзеляжа изготовленного из алюминия используются цинкнаполненные краски. При наличии повреждений на поверхности фюзеляжа, цинковые частицы в краске действуют как аноды и защищают алюминий который выступает в роли катода. Данные краски обладают хорошей адгезией и способностью к пассивной регенерации, что делает их эффективными в условиях авиационной эксплуатации [3].

– Покрытия на основе полимеров, такие как эпоксидные, полиуретановые или полиэстеровые покрытия: Они образуют защитную пленку на поверхности металла или композитных материалов, предотвращая контакт с агрессивными средами. Полимерные покрытия обладают хорошей химической стойкостью и могут специально разрабатываться для соответствия требованиям авиационной промышленности, включая устойчивость к ультрафиолетовому излучению, высоким температурам и механическим нагрузкам. Данные покрытия используются для защиты фюзеляжа, крыльев, закрылков, элеронов, шасси, нагревательных кожухов изготовленных из алюминия, титана, магния и стали.

Выбор покрытий зависит от конкретных требований и условий эксплуатации. В некоторых случаях могут применяться антикоррозионные покрытия на основе хрома, которые наносятся для защиты турбинных лопаток, впускных и выпускных клапанов, поршней, изготовленных из стали и титана. Покрытия на основе хрома улучшают износостойкость, адгезию других покрытий. Процесс выбора оптимального покрытия в авиационной технике должен учитывать такие факторы, как химическая совместимость с другими материалами, технические требования и безопасность [4].

Применение соответствующих условиям эксплуатации покрытий, регулярный мониторинг и предупредительные меры помогут минимизировать риски, связанные с коррозией, и продлить срок службы самолетов. Борьба с коррозией имеет высокое значение для обеспечения безопасности и надежности авиационных конструкций.

#### **Список использованных источников**

1. Вульф Б. К. Коррозия авиационных сплавов / Б. К. Вульф. — М.: Изд-во ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1950. — 123 с.

2. Бочериков Я. Н. Анализ конструкции планера воздушного судна с целью определения критических зон по коррозионному состоянию и разработка программы контроля коррозионного состояния // Секция “Эксплуатации и надёжность авиационной техники”. Красноярск, СГАУ им. акад. М. Ф. Решетнева, 2007. С. 207.

3. Садков В. В., Миркин И. И. Обеспечение коррозионной стойкости конструкций из алюминиевых сплавов и перспективы их применения в самолётах ТУ / В. В. Садков, И. И. Миркин // Цветные металлы. — 2006. — № 11. — С. 73-76.

4. Крениг В. О. Коррозия металлов в авиации. Коррозия авиационных материалов, защита от коррозии и антикоррозионные технологические процессы / В. О. Крениг, Р. С. Амбарцумян. — М.: Гос. Изд-во оборонной промышленности, 1941. — 175 с.