



Controle de Corrosão

A estrutura de muitas aeronaves é constituída de metal e um dos danos que mais afetam essas estruturas é a corrosão. Desde o momento em que o metal é fabricado ele deve ser protegido contra os efeitos danosos causados pelo ambiente que o cerca. Esta proteção pode ser através da introdução de certos elementos à base do metal, criando uma liga resistente à corrosão ou a adição de revestimento de superfície ou revestimento químico, metal ou tinta. Durante o uso, barreiras contra umidade, como lubrificantes e protetores podem ser adicionadas a superfície.

A introdução de estruturas construídas basicamente de materiais compósitos não eliminou a necessidade de um monitoramento cuidadoso da aeronave em relação à corrosão. Enquanto que a estrutura propriamente dita pode não estar sujeita a corrosão, o uso de componentes e acessórios metálicos na estrutura indica que os técnicos de manutenção de aeronave precisam ficar alerta quanto a evidências de corrosão ao inspecionar a aeronave.

Este capítulo dá uma visão geral aos problemas associados a corrosão de aeronaves. Para informações mais aprofundadas sobre o assunto procure a Circular

AC 43-4A do FAA, Controle de Corrosão para Aeronaves. A circular é uma extensão do manual, que trata das origens de corrosão de estruturas específicas da aeronave, bem como os passos que os técnicos de manutenção de aeronave podem seguir para reparar uma aeronave que foi atacada pela corrosão.

A corrosão metálica é a deterioração do metal devido a ataque químico ou eletroquímico. Este tipo de dano pode ocorrer tanto internamente quando na superfície. Assim como o apodrecimento da madeira, esta deterioração pode alterar o polimento da superfície, enfraquecer o interior ou danificar ou afrouxar peças adjacentes.

Água ou vapor d'água contendo sal combinados com o oxigênio da atmosfera produzem a principal origem de corrosão na aeronave. Aeronaves que operam em um ambiente marinho ou em áreas onde a atmosfera contém fumaça industrial, que é corrosiva, são especialmente suscetíveis a ataques de corrosão. [Figura 6-1]

Se não foi monitorada, a corrosão pode causar falhas na estrutura. A aparência da corrosão varia de acordo com o metal. Em superfícies de liga de alumínio e magnésio ela aparece como depressões e arranhões, frequentemente combinados com depósito de um pó branco ou acinzentado.



Figura 6-1. Operações de Hidroavião.

Em cobre e ligas de cobre a corrosão forma um filme esverdeado. No aço, um resíduo avermelhado comumente chamado de ferrugem. Quando os depósitos cinza, branco, verde ou avermelhado são removidos, cada uma das superfícies pode aparecer manchada ou com pintas, dependendo do tempo de exposição e gravidade do ataque. Se as pintas na superfície não são muito profundas elas podem não alterar significativamente a resistência do metal. No entanto as pintas podem se tornar pontos de desenvolvimento de rachaduras, especialmente se a peça for altamente forçada. Alguns tipos de corrosão afundam para dentro da superfície do revestimento e a superfície do metal, e pode se alastrar até que a peça falhe.

Tipos de Corrosão

Há duas classificações gerais de corrosão que cobrem a maioria das formas específicas: ataque químico direto e ataque eletroquímico. Em ambos os tipos de corrosão o metal é convertido em um composto metálico tipo óxido, hidróxido ou sulfato. O processo de corrosão sempre envolve duas alterações simultâneas: o metal atacado ou oxidado sofre o que pode ser chamado de mudança anódica, e o agente corrosivo é reduzido e pode ser considerado que está passando por uma alteração catódica.



Figura 6-2. Ataque químico direto em um compartimento de bateria.

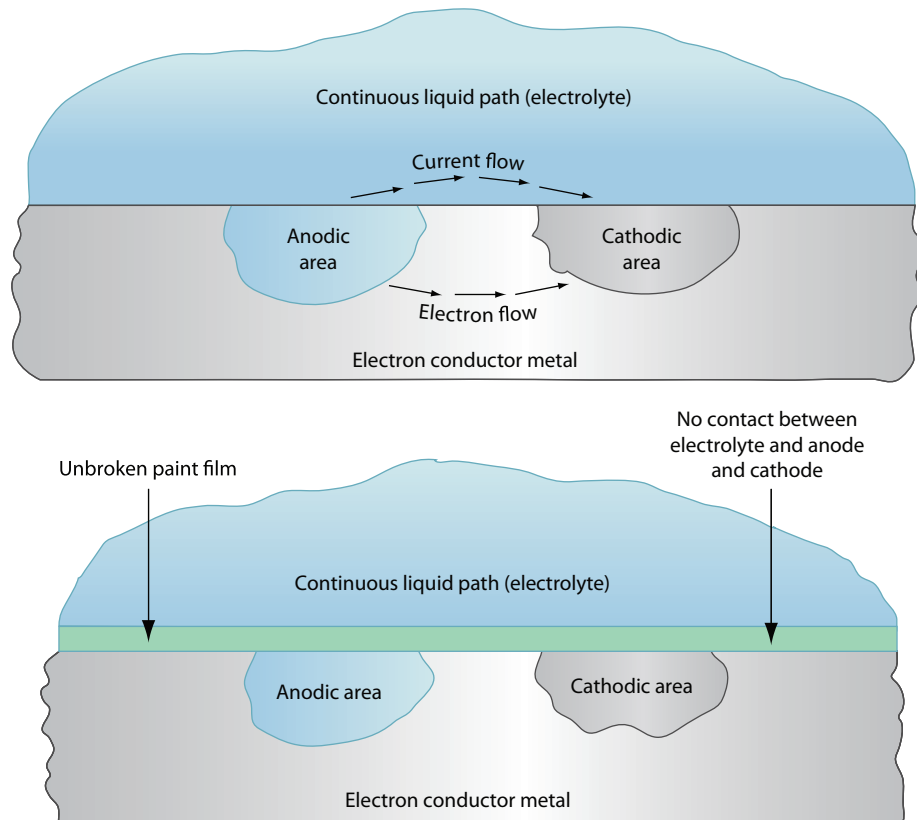


Figura 6-3. Ataque eletroquímico.

Ataque Químico Direto

O ataque químico direto ou corrosão química pura é um ataque que resulta da exposição direta de uma superfície descoberta à líquido cáustico ou agentes gasosos. Diferente do ataque eletroquímico no qual as alterações anódicas e catódicas podem ocorrer a certa distância, as mudanças no ataque químico ocorrem simultaneamente em um mesmo ponto. Os agentes mais comuns causadores de ataques químicos em aeronaves são: (1) respingos de ácido de bateria ou fumaça de baterias; (2) depósitos de fluxo residual resultante de juntas de soldagem ou brasagem que foram mal limpadadas; e (3) soluções de limpeza cáustica presas. [Figura 6-2]

Com a introdução de baterias chumbo ácidas lacradas e o uso de baterias de níquel cádmio, os respingos de ácido de bateria deixam de ser um problema. O uso destas unidades fechadas diminui os perigos de vazamento de ácido e gases de bateria.

Muitos tipos de fluxos usados em brasagem e soldagem são corrosivos e atacam quimicamente os metais ou ligas com as quais são utilizadas. Portanto é importante remover o fluxo residual das superfícies metálicas imediatamente após a operação de junção. Resíduos de fluxo são higroscópicos por natureza, isto é, eles absorvem umidade, e se não forem cuidadosamente removidos tendem a causar graves depressões.

Soluções de limpeza cáusticas de forma concentrada devem ser mantidas devidamente fechadas e o mais longe da aeronave possível. Algumas soluções de limpeza utilizadas na remoção de corrosão são também agentes potencialmente corrosivos e, portanto merecem atenção especial no sentido de serem completamente removidas após seu uso na aeronave. Quando há probabilidade de acúmulo de solução de limpeza deve ser utilizado um agente de limpeza não corrosivo, mesmo que seja menos eficiente.

Ataque Eletroquímico

Um ataque eletroquímico pode estar relacionado quimicamente a reação eletrolítica que ocorre na galvanoplastia, anodização ou em uma bateria de célula seca. A reação neste ataque corrosivo necessita de um meio, normalmente a água, que é capaz de conduzir uma corrente mínima de eletricidade. Quando um metal entra em contato com um agente corrosivo e também está conectado por um caminho líquido ou gasoso no qual os elétrons podem fluir, a corrosão inicia no momento em que o metal desintegra com a oxidação. [Figura 6-3] Durante o ataque a quantidade de agente cor-

rosivo é reduzida e se não for renovado ou removido ele pode reagir completamente com o metal ficando neutralizado. Diferentes áreas de uma mesma superfície metálica têm níveis diferentes de potencial elétrico e, se conectados por um condutor como sal ou água estabelecem uma série de células corrosivas e começa a corrosão.

Todos os metais e ligas são eletricamente ativos e tem um potencial elétrico específico em um dado ambiente químico. Este potencial é normalmente chamado de “nobreza” do metal. [Figura 6-4] Quanto menos nobre for o metal mas facilmente ele pode ser corroído. Os metais escolhidos para uso em estruturas de aeronaves resultam de um comprometido estudo sobre força, peso, resistência a corrosão, maleabilidade e relação custo benefício em relação às necessidades da estrutura.

+ Corroded End (anodic, or least noble)
Magnesium Magnesium alloy Zinc
Aluminum (1100) Cadmium Aluminum 2024-T4 Steel or Iron Cast Iron Chromium-Iron (active) Ni-Resist Cast Iron
Type 304 Stainless steel (active) Type 316 Stainless steel (active)
Lead-Tin solder Lead Tin
Nickel (active) Inconel nickel-chromium alloy (active) Hastelloy Alloy C (active)
Brass Copper Bronze Copper-nickel alloy Monel nickel-copper alloy
Silver Solder Nickel (passive) Inconel nickel-chromium alloy (passive)
Chromium-Iron (passive) Type 304 Stainless steel (passive) Type 316 Stainless steel (passive) Hastelloy Alloy C (passive)
Silver Titanium Graphite Gold Platinum
- Protected End (cathodic, or most noble)

Figura 6-4. A série galvânica de metais e ligas.

Os componentes de uma liga também têm potenciais elétricos específicos que são geralmente bem diferentes uns dos outros. A exposição de uma superfície de liga a um meio condutor corrosivo faz com que o metal mais ativo se torne mais anódico e o metal menos ativo se torne catódico, estabelecendo assim as condições para corrosão. Elas são chamadas de células locais.

Quanto maior a diferença de potencial elétrico entre os dois metais, maior a gravidade do ataque corrosivo, se estiverem em condições favoráveis.

As condições para estas reações corrosivas são a presença de fluido e metais condutores com potenciais diferentes. Se através da limpeza e retoques na superfície o meio é removido e o mínimo circuito elétrico eliminado a corrosão não ocorre. Esta é a base para o controle de corrosão efetivo. O ataque eletroquímico é responsável pela maior parte das formas de corrosão em estruturas de aeronaves e seus componentes.

Formas de Corrosão

Existem muitas formas de corrosão. A forma da corrosão depende do metal envolvido, seu tamanho e formato, função específica, condições atmosféricas e os agentes causadores de corrosão presentes. As descritas nesta seção são as formas mais comuns de corrosão encontradas em estruturas de aeronaves.

Corrosão de Superfície

A corrosão de superfície aparece como uma aspereza,

manchado ou como pintas na superfície do metal, frequentemente acompanhado por um depósito de pó de produto corrosivo. A corrosão de superfície pode ser causada tanto por ataque químico ou eletroquímico diretos. Algumas vezes a corrosão se espalha sob o revestimento da superfície e não pode ser reconhecida por uma aspereza na superfície ou depósitos de poeira. Este caso requer inspeção mais detalhada que revela que a pintura ou revestimento foi erguido da superfície em pequenas bolhas resultantes da pressão do acúmulo de produtos corrosivos por baixo. [Figura 6-5]

A corrosão filiforme tem a aparência de uma série de pequenos vermes sob a superfície pintada. Aparece com frequência em superfícies que não receberam tratamento químico adequado antes da pintura. [Figura 6-6]

Corrosão de Metal Dissimilar

Dano causado por pintas extensas podem ser o resultado do contato entre peças metálicas desiguais na presença de um condutor. Enquanto que a corrosão de superfície pode ou não ocorrer, uma ação galvânica, diferente da galvanoplastia, ocorre em pontos ou áreas de contato onde o isolamento entre as superfícies foi rompido ou omitido. Este ataque eletroquímico pode ser muito sério, pois em muitos casos a ação ocorre em locais não visíveis, e a única maneira de detectá-los antes que a estrutura se perca é através de desmontagem e inspeção da estrutura. [Figura 6-7]



Figura 6-5. Corrosão de superfície.



Figura 6-6. Corrosão filiforme.



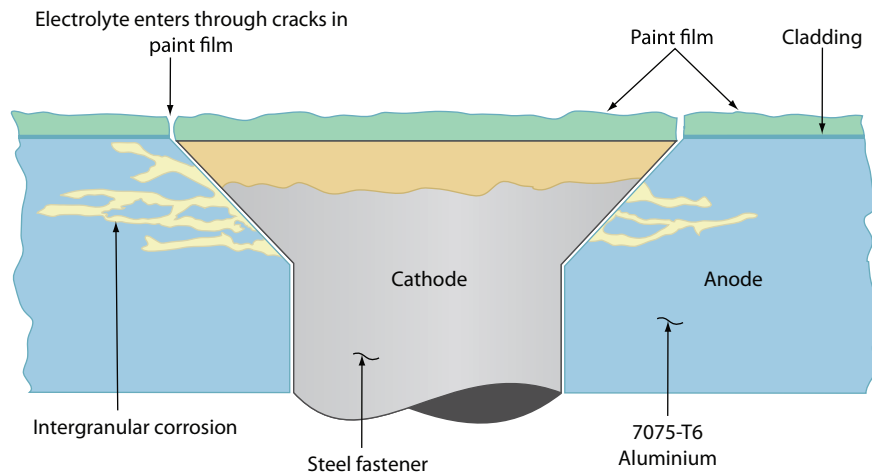
Figura 6-7. Corrosão metálica dissimilar.

A contaminação da superfície do metal por meios mecânicos também pode induzir a corrosão de metal dissimilar. O uso inadequado de produtos de limpeza de aço como lâ de aço ou escova de fio de aço, alumínio ou magnésio pode forçar pedacinhos de aço para dentro do metal que está sendo limpo o que depois vai corroer e arruinar a superfície adjacente.

Monitore cuidadosamente a utilização de esponjas abrasivas de não-tecido para que as esponjas usados em um tipo de metal não são usados novamente em uma superfície de metal diferente.

Corrosão Intergranular

Este tipo de corrosão é um ataque ao longo dos contornos do grão de uma liga e normalmente resulta da falta de uniformidade na estrutura da liga. Ligas de alumínio e alguns tipos de aço inoxidável são particularmente suscetíveis a esta forma de ataque eletroquímico. [Figura 6-8] a falta de uniformidade é causada por danos que ocorrem na liga durante seu aquecimento e resfriamento durante o processo de fabricação do material. A corrosão intergranular pode existir se quem haja evidência visível na superfície.



Corrosão intergranular de alumínio 7075-T6 adjacente a um rebite de aço.

No caso de corrosão intergranular grave pode ocorrer uma “esfoliação” na superfície do metal. [Figura 6-9].

Isto se dá em forma de um relevo ou descamação do metal na superfície devido a delaminação dos contornos do grão causado pela pressão da constituição do resíduo da corrosão. Este tipo de corrosão é difícil de ser detectada em estágio inicial. Componentes extrudados como longarinas podem ser sujeitos a este tipo de corrosão. Métodos de inspeção ultrassônico e de contra corrente tem sido usados com certo sucesso.

Corrosão por Tensão

A corrosão por tensão ocorre como resultado do efeito combinado de desgaste de tensão constante e um ambiente corrosivo. Rachaduras causadas por corrosão por tensão são encontradas na maioria dos sistemas

metálicos, porém é particularmente mais encontrada no alumínio, cobre, alguns tipos de aço inoxidável e ligas de aço de alta resistência (acima de 2400.000 psi). Ele normalmente ocorre em linhas de trabalho a frio e podem ser de natureza transgranular ou intergranular. Guinhóis de liga de alumínio com mancal fixo, amortecedor do trem de pouso e manilhas, são exemplos de peças que são suscetíveis a rachaduras devido a corrosão por tensão.

Corrosão por Atrito

A corrosão por atrito é uma forma específica de dano causado por ataque corrosivo que ocorre quando duas superfícies de encaixe, normalmente repousadas uma sobre a outra, estão sujeitas a um leve movimento. É caracterizado por pintas nas superfícies e a geração de uma quantidade considerável de detritos bem pequenos. Uma



Figura 6-9. Esfoliação.

vez que a limitação do movimento das duas superfícies impede que os detritos sejam liberados, o resultado é ocorrência de uma abrasão de localização restrita.

[Figura 6-10] a presença de vapor d'água aumenta consideravelmente este tipo de deterioração. Se as áreas de contato forem pequenas e afiadas podem aparecer ranhuras que lembram marcas de Brinell, ou denteados causado por pressão na superfície esfregada. O resultado desse tipo de corrosão (em relação a superfícies) também é chamado de falso Brinell.

Fatores que Afetam a Corrosão

Muitos fatores afetam o tipo, rapidez, causa e gravidade da corrosão metálica. Alguns desses fatores podem ser controlados, e outros não.

Clima

As condições ambientais sob as quais uma aeronave é mantida e operada afetam muito as características da corrosão. Em um ambiente predominantemente marinho (com exposição à água do mar e maresia), o ar carregado de umidade é consideravelmente mais deteriorante para uma aeronave do que seria se todas as operações fossem realizadas em um clima seco. A preocupação com a temperatura também é importante pois a velocidade do ataque eletroquímico aumenta em climas quentes e úmidos.

Material Estranho

Entre os fatores controláveis que afetam o estabeleci-

mento e a expansão de ataque corrosivo está o material estranho que adere a superfície do metal. Alguns materiais estranhos são:

- Terra e poeira atmosférica.
- Óleo, graxa e resíduos do escapamento do motor.
- Água salgada e condensação de maresia.
- Respingos de ácido de bateria e soluções de limpeza cáusticas.
- Resíduos de solda e fluxo de brasagem.

É importante que a aeronave seja mantida limpa. A frequência e intensidade com as quais ela deve ser limpa dependem de diversos fatores, incluindo localização geográfica, modelo da aeronave e tipo de operação.

Manutenção Preventiva

Muito já foi feito no sentido de melhorar a resistência contra corrosão em aeronaves: melhorias de material, tratamentos de superfície, isolamento, e em especial modernos acabamentos protetores. Todos eles focados na redução dos esforços da manutenção geral bem como no aumento da confiabilidade. Mas apesar dessas melhorias a corrosão e seu controle são um problema bem real e que exige manutenção preventiva contínua. Durante qualquer manutenção de controle de corrosão a Ficha de Dados de Segurança de Materiais (MSDS) deve ser consultada em relação às informações sobre os produtos químicos utilizados no processo.



Figura 6-10. Corrosão por atrito.

A manutenção preventiva de corrosão inclui as seguintes funções específicas:

1. Limpeza adequada
2. Lubrificação periódica completa
3. Inspeção detalhada na busca de corrosão e falhas no sistema de proteção.
4. Tratamento imediato da corrosão e retoque de áreas com pintura danificada.
5. Deixar orifícios de drenagem desobstruídos.
6. Drenagem diária de células de depósito de combustível.
7. Secagem diária de áreas críticas expostas.
8. Proteção da aeronave contra água durante mau tempo e ventilação adequada em dias quentes e ensolarados.
9. Máxima utilização de coberturas de proteção para aeronaves estacionadas.

Após qualquer período em que a manutenção preventiva de corrosão for interrompida, a quantidade de manutenção exigida para reparar os danos causados por corrosão acumulada para devolver a aeronave sua condição padrão será geralmente maior.

Inspeção

A inspeção de corrosão é uma problemática contínua e deve ser realizada diariamente. Supervalorizar um problema de corrosão específico quando for descoberto e esquecer o assunto até a próxima crise é uma prática insegura, onerosa e problemática. A maioria dos checklists de manutenção programada é bem completa e cobre todas as partes da aeronave ou motor, sendo que nenhuma parte ou peça da aeronave fique sem inspeção. O checklist serve como um guia geral para a inspeção de uma área em busca de corrosão. A experiência mostra que há algumas áreas da aeronave que são problemáticas, onde a corrosão normalmente se estabelece apesar das rotinas de inspeção e manutenção.

Além das rotinas de inspeção e manutenção os aviões anfíbios e hidroaviões devem ser verificados diariamente, tendo suas áreas críticas limpas ou tratadas conforme a necessidade.



Figura 6-11. Área do Bocal do Escapamento.

Áreas Propensas a Corrosão

Já foi discutida brevemente nesta seção a maioria das áreas problemáticas mais comuns para todas as aeronaves. No entanto para abordagem ficar mais completa é preciso abranger as características específicas de um modelo de aeronave em particular através da consulta ao seu manual de manutenção.

Áreas de Exaustão

Tanto os jatos quanto os depósitos do escapamento de motor alternador são muito corrosivos e causam problemas específicos em frestas, emendas, juntas e descargas localizadas ao para dentro do cano ou bocal. [Figura 6-11]

Estes acúmulos ficam presos e não conseguem ser alcançados com métodos normais de limpeza. Observe especialmente as áreas ao redor das cabeças dos rebites e nas juntas de encaixe e outras fissuras. Remova e inspecione as carenagens e tampas de acesso nas áreas de exaustão. Não deixe de conferir se há acúmulos do escapamento formados em áreas remotas, como em superfícies empenadas. A formação acúmulos nestas áreas é mais lenta e pode não ser percebida até que uma corrosão esteja iniciada.

Compartimentos de Bateria e Aberturas de Ventilação da Bateria

Apesar das melhorias em relação a proteção das pinturas de acabamento e métodos de isolamento e ventilação, os compartimentos de bateria seguem sendo áreas propensas a corrosão. Fumaça proveniente de eletrólitos superaquecidos é difícil de conter e ela se espalha para cavidades adjacentes causando um ataque corrosivo rápido em todas as superfícies de metal desprotegidas.

Áreas do Lastro

Elas são ralos naturais para descarte de fluidos hidráulicos, água, sujeira e detritos diversos. O óleo residual com frequência mascara pequenas quantidades de água que fica depositada no fundo estabelecendo uma célula química escondida.

Ao invés de usar tratamentos químicos para a água acumulada os fabricantes de boias recomendam a periódica manutenção de revestimentos internos aplicados ao interior da boia durante sua fabricação. Além do revestimento de conversão química aplicado a superfície da folha de metal e outros componentes estruturais, e aos seladores instalados nas juntas de encaixe durante a construção, todos os compartimentos internos são pintados para proteger as áreas do lastro. Este nível de proteção contra corrosão deve ser mantido também quando as estruturas de um hidroavião são consertadas e reabilitadas.

Os procedimentos de inspeção devem incluir atenção especial em áreas localizadas embaixo das copas e lavatórios e nas aberturas para descarte de lixo no exterior da aeronave. Produtos de descarte humano e químicos usados em lavatórios são muito corrosivos aos metais comuns da aeronave. Limpe estas áreas com frequência e mantenha a pintura retocada.

Paralama e Trem de Pouso

Mais do que em qualquer área na aeronave esta área provavelmente é a mais castigada devido a lama, água, sal, pedras e outros detritos.

Devido a diversidade de complicados formatos, montagens e encaixes, uma cobertura de pintura completa é difícil de ser atingida e mantida. Uma cobertura de conservação parcialmente aplicada tende a mascarar a corrosão ao invés de preveni-la. Devido ao calor gerado pela ação de frenagem produtos de conservação não podem ser usados em alguns dos principais trens de pouso. Durante a inspeção destas áreas observe em especial as seguintes áreas críticas:

1. Rodas de magnésio, especialmente ao redor das cabeças de parafuso, parafusos da roda e raios da roda. Procure presença de água acumulada e seus efeitos.
2. Exposed rigid tubing, especially at B-nuts e ferrules, under clamps and tubing identification tapes.

3. Interruptores de indicador de posição expostos e outros equipamentos elétricos.
4. Fissuras entre fixadores, escoras, e rebaixamentos na superfície, que são armadilhas típicas para água e detritos.

Áreas de Acúmulo de Água

As especificações de um projeto de aeronave exigem que ela tenha drenos instalados em todas as áreas em que possa haver coleta de água. A inspeção diária de pontos baixos de drenagem deve ser requisito padrão. Se essa inspeção for negligenciada os drenos podem se tornar ineficientes devido ao acúmulo de detritos, graxa ou seladores.

Área Frontal do Motor e Passagem de Arrefecimento

Estas áreas são constantemente friccionadas com detritos durante o voo e pedaços de pedra, sujeira e poeira das pistas e erosão causada pela chuva o que tente a remover ao acabamento protetor. A inspeção dessas áreas deve incluir todas as seções do caminho de arrefecimento, dando atenção especial aos lugares onde pode ocorrer formação de depósitos de sal durante operações marinhas. É preciso inibir corrosões incipientes e que o retoque da pintura e a película protetora em hidroaviões e superfícies de motores anfíbios sejam mantidos sempre intactos.

Flaps da Asa e Reentrâncias do Spoiler

Sujeira e água podem ser recolhidas no flap e nas reentrâncias do spoiler e passarem despercebidas porque eles estão normalmente retraídos. Por essa razão essas reentrâncias são áreas muito suscetíveis de problema de corrosão. Inspeccione essas áreas com os spoilers e/ou flaps em posição de acionamento completo.

Áreas Externas

As superfícies externas da aeronave são prontamente visíveis e acessíveis para inspeção e manutenção. Mesmo nelas existem alguns tipos de configurações ou combinações de materiais que são problemáticos sob certas condições de operação e requerem atenção especial.

Com a base do magnésio ocorrem relativamente poucos problemas de corrosão quando o acabamento e isolamento da superfície original são adequadamente preservados. As aparas, perfurações e colocação de rebites destroem parte do tratamento original da superfície e os procedimentos de retoque nunca conseguem reparar completamente os danos. Todas as inspeções em busca de corrosões devem incluir as superfícies

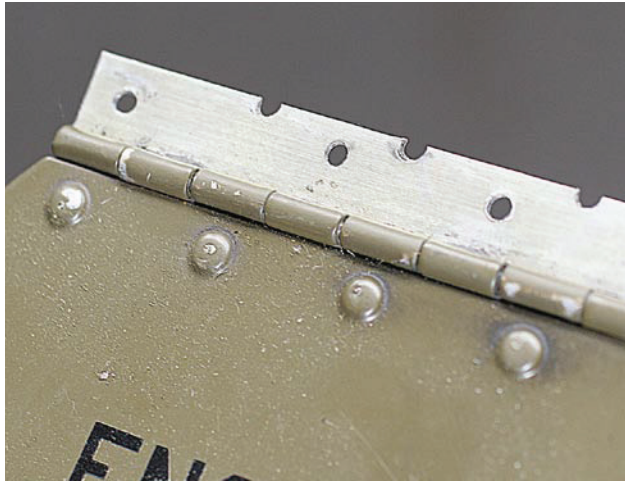


Figura 6-12. Dobradiça Piano.

de magnésio, em especial as extremidades, áreas em volta dos grampos fixadores e rachaduras, lascas ou falhas na pintura.

Dobradiças do tipo piano são os primeiros alvos da corrosão devido ao contato entre metais diferentes, sendo o aço do pino e o alumínio da dobradiça. Eles também são armadilhas naturais para sujeira, sal e umidade. A inspeção das dobradiças deve incluir a lubrificação e testados diversos ciclos para assegurar a completa penetração do lubrificante. Devem-se utilizar lubrificantes fluidos na manutenção de dobradiça piano. [Figuras 6-12 e 6-13]

A corrosão em metais unidos por pontos de solda ocorre devido a entrada e aprisionamento de agentes corrosivos entre as camadas do metal. Este tipo de corrosão é evidenciado por produtos corrosivos que aparecem nas fissuras por onde o agente corrosivo pe-

netra. Um ataque corrosivo mais adiantado provoca empenamento e eventual quebra do ponto de solda. O empenamento em estágio inicial pode ser visivelmente detectado nos pontos de solda ou emendas ou com o uso de um escalímetro. A única técnica que previne esta condição é manter os pontos propensos a entrada de umidade, incluindo emendas e orifícios criados por pontos de solda quebrados, cobertos com selador ou composto de conservação adequado.

Áreas Problemáticas Diversas

O cabeçote do rotor do helicóptero e caixas de câmbio, além de serem constantemente expostas a elementos, contêm uma superfície de aço descoberta, peças de funcionamento externo e contato de metais diferentes. Essas áreas devem ser frequentemente inspecionadas em busca de evidências de corrosão. A manutenção adequada, lubrificação e uso de revestimentos de conservação podem prevenir a corrosão nestas áreas.

Todos os cabos de controle, tanto os de aço carbono ou aço resistente a corrosão devem ser inspecionados para determinar sua condição a cada período de inspeção. Neste processo a inspeção em busca de corrosão em cabos pode ser feita através da limpeza aleatória de pequenos segmentos com panos embebidos com solvente. Se houver corrosão evidente alivie a tensão e verifique o cabo em busca de corrosão interna. Substitua os cabos que apresentam corrosão interna. Remova a corrosão externa quando for leve com uma esponja abrasiva de não-tecido levemente embebido com óleo ou com uma escova de aço. Quando os produtos corrosivos tiverem sido removidos, revista o cabo com produto conservador.

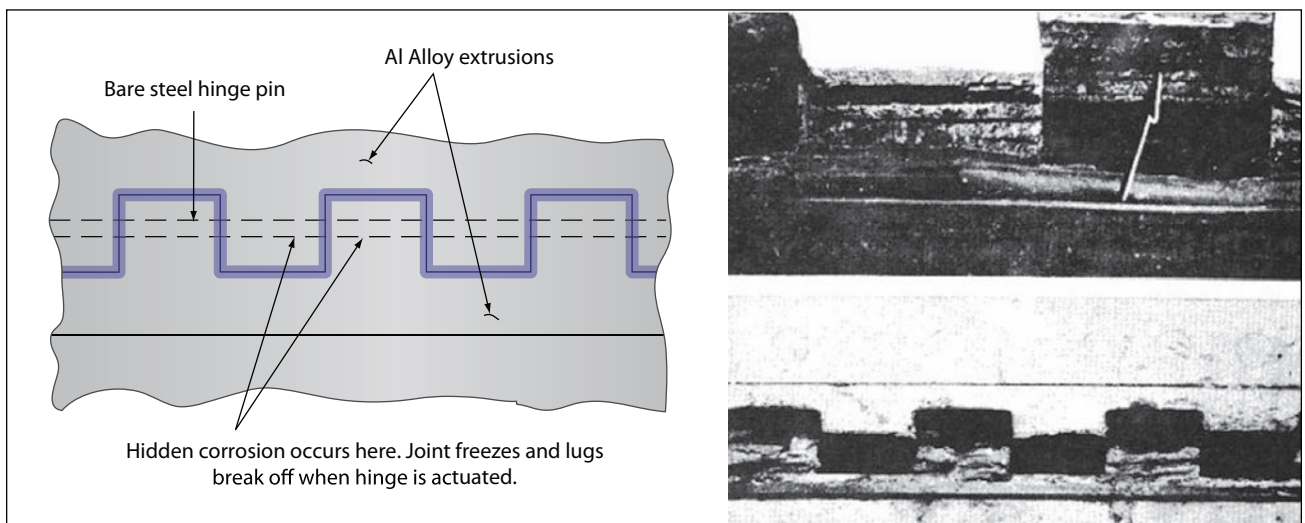


Figura 6-13. Pontos de corrosão na dobradiça.

Remoção de Corrosão

De maneira geral, qualquer tratamento completo de corrosão envolve o seguinte: (1) limpeza e descasamento da área corroída, (2) remoção do máximo de produto corrosivo quanto possível, (3) neutralização de qualquer material residual que tenha ficado em depressões e fissuras, (4) restabelecimento das películas protetoras de superfícies, e (5) aplicação de revestimento temporário ou permanente ou acabamento de pintura.

Os próximos parágrafos tratam da correção de ataques corrosivos em superfícies da aeronave e peças onde a deterioração não progrediu ao ponto de exigir que peça envolvida seja retrabalhada ou necessite reparo estrutural.

Limpeza da Superfície e Remoção da Pintura

A remoção da corrosão necessariamente inclui a remoção do acabamento da superfície na área atacada ou com suspeita de ataque corrosivo. Para assegurar a máxima eficiência do componente removedor, a área deve estar bem limpa, livre de graxa, óleo, sujeira ou conservantes. Esta operação de limpeza preliminar também ajuda a determinar a extensão da corrosão, já que a operação de remoção é levada a consistência mínima com exposição total do dano causado pela corrosão. Uma corrosão extensa em qualquer painel deve ser corrigida com tratamento total da peça inteira.

A seleção dos tipos de material a serem usados na limpeza depende da natureza do problema a ser removido. As normas ambientais modernas incentivam o uso de compostos a base d'água e não tóxicos sempre que possível. Em alguns lugares, leis estaduais e locais podem exigir o uso desses produtos e proibir a utilização de solventes que contenham composto orgânico volátil (VOCs). Onde for permitido, solvente de limpeza seco (P-D-680) pode ser usado para a remoção de óleo, graxa ou compostos conservantes. Para remoção pesada de conservantes secos e espessos, existem outros compostos de emulsões solvente.

A utilização de um removedor solúvel em água de uso geral pode ser usado para a maioria das aplicações. Existem outros métodos para remoção de pintura que causam mínimo impacto à estrutura da aeronave e são considerados “ecológicos”.

Sempre que possível a remoção de pintura química de grandes áreas deve ser realizada ao ar livre e preferencialmente à sombra. Se for feito em área fechada ela deve possuir ventilação adequada. Superfícies de

borracha sintética, incluindo pneus, tecidos e acrílicos devem ser completamente protegidos contra o contato eventual do removedor de tinta. É preciso cuidado quando se trabalha com removedor de tinta, inclusive quando estiver próximo a gás ou selador para emenda impermeável pois o removedor tende a amolecer e destruir a integridade destes seladores.

Cubra todas as aberturas que possam permitir que o componente removedor entre no interior da aeronave ou cavidades críticas. Removedores de tinta são tóxicos e contém ingredientes nocivos tanto à pele quando aos olhos. Por isso é necessário o uso de luvas de borracha, avental de material repelente a ácido e óculos de proteção. Os procedimentos de remoção em geral são os seguintes:

1. Escovar toda a área a ser removida com uma camada de removedor até uma profundidade de 1/32 a 1/6 polegada. Qualquer pincel serve como aplicador desde que não solte as cerdas devido a ação do removedor na base do pincel e que o pincel não seja usado para outros fins, somente para o removedor de tinta.
2. Deixar que o removedor agir na superfície por tempo suficiente para enruguar e levantar a pintura, o que pode levar de 10 minutos à várias horas, dependendo da temperatura e umidade, e as condições da pintura que está sendo removida. Escovar a superfície com uma escova embebida com removedor de tinta para soltar melhor o acabamento que ainda estiver aderindo ao metal.
3. Reaplicar o removedor conforme o necessário em áreas onde a pintura permanece muito fixa ou onde o removedor estiver seco e repetir o processo acima. Usar somente espátulas não metálicas para auxiliar na remoção de pintura remanescente. Também pode ser usado esponja abrasiva de não-tecido para remover tinta solta.
4. Remover a tinta solta e residual lavando e esfregando a superfície com água e uma vassoura, escova ou esponja abrasiva de não-tecido nova. Se houver disponível, usar um jato d'água em potencia baixa ou média direcionando o jato na área que está sendo esfregada. Um equipamento de limpeza a vapor, quando a área for suficientemente grande, também pode ser usado para limpeza junto com uma solução de com-

posto para limpeza a vapor. Em áreas pequenas qualquer método pode ser utilizado desde que promova a limpeza total da área. Cuidar para que o descarte do resíduo do removedor seja de acordo com as leis ambientais.

Corrosão de Metais Ferrosos

Um dos tipos mais comuns de corrosão é a oxidação ferrosa (ferrugem), geralmente resultante da oxidação atmosférica das superfícies de aço. Algumas oxidações do metal protegem a base do metal por baixo, mas a ferrugem não é um revestimento de proteção de maneira alguma. Sua presença na verdade promove um ataque adicional, pois atrai umidade do ar e age como um catalisador para o aumento da corrosão. Se a intenção é a de controlar completamente o ataque corrosivo a ferrugem deve ser removida por completo da superfície do aço.

A ferrugem aparece primeiro nas cabeças de parafusos, porcas de retenção ou outras peças desprotegidas da aeronave. [Figura 6-14] sua presença nestas áreas não é perigosa e não causa efeito imediato na força estrutural de componentes importantes. O resíduo da ferrugem pode também contaminar outros componentes ferrosos, causando corrosão nessas peças. A ferrugem é um indicativo da necessidade de manutenção e de um possível ataque de corrosão em áreas mais críticas, também afetando a aparência geral do equipamento. Quando ocorrem falhas na pintura ou danos mecânicos expõe à atmosfera superfícies de aço muito desgastadas, a menor quantidade de ferrugem torna-se potencialmente perigosa nestas áreas e precisa ser removida e controlada.

A remoção de ferrugem de componentes estruturais, seguido de uma inspeção e avaliação de dano devem ser realizadas tão logo quanto possível. [Figura 6-15]

Remoção Mecânica de Ferrugem de Ferro

O meio mais prático de controlar a corrosão do aço é através da remoção total de produtos corrosivos por meios mecânicos e restaurar os revestimentos de prevenção à corrosão.

O uso de papéis e compostos abrasivos, pequenos polidores elétricos e componentes para polir, escova de mão, ou lã de aço são aceitáveis nos procedimentos de limpeza, exceto em superfícies de aço que já estão desgastadas de mais. No entanto é preciso lembrar que, independente do tipo de material abrasivo usado, geralmente fica uma ferrugem residual no fun-

do de pequenas depressões e fissuras. É praticamente impossível remover toda a corrosão somente com métodos de polimento e abrasivos. Desta maneira, a parte enferrujada que foi limpa irá corroer-se mais facilmente do que na primeira vez.

A introdução de variações no movimento das esponjas abrasivas de não-tecido também aumenta as opções disponíveis de remoção de ferrugem de superfície. [Figura 6-16] discos e esponjas para uso em ferramentas elétricas de rotação, e esponjas abrasivas de não-tecido podem ser usados sozinhos ou com óleos leves para remover a corrosão de componentes ferrosos.

Remoção Química da Ferrugem

Devido a conscientização ambiental que tem sido abordada nos últimos anos o interesse por químicos não cáusticos para remoção de ferrugem aumentou. Existe uma variedade de produtos comerciais que removem a oxidação de ferro sem corroer quimicamente a base do metal e que devem ser considerados para o uso nesses casos. De maneira geral, quando possível, a parte de aço a ser tratada deve ser retirada da estrutura da aeronave, pois se não fica quase impossível remover todos os resíduos. O uso de qualquer produto cáustico para remover ferrugem requer o isolamento da peça dos metais não ferrosos durante o tratamento, e requer inspeção quanto a dimensão apropriada.

Tratamento Químico de Superfícies de Aço

Existem métodos aprovados para a conversão de ferrugem ativa em fosfatos e outros revestimentos protetores. Outros preparados comerciais também são eficientes conversores de ferrugem onde as tolerâncias não estão críticas e onde é possível o enxágue e neutralização total de ácido residual. Estas situações normalmente não são indicadas na montagem de aeronaves, sendo que o uso de inibidores químicos em peças de aço instaladas não é apenas indesejável como também muito perigoso. O perigo de acúmulo de soluções corrosivas e o conseqüente ataque descontrolado, que pode ocorrer quando tais materiais são usados em condições de campo, superam qualquer vantagem que possa ser obtida com sua utilização.

Remoção de Corrosão de Peças de Aço Submetidas a Grande Esforço

Qualquer corrosão na superfície de uma peça de aço submetida a grande esforço é potencialmente perigosa e exige a remoção cuidadosa de produtos



Figura 6-14. Ferrugem.



Figura 6-15. Ferrugem em componentes estruturais.

corrosivos. Arranhões na superfície ou alterações na estrutura da superfície causadas pelo superaquecimento pode causar falha repentina dessas peças. Produtos corrosivos devem ser removidos com processos cuidadosos usando papéis abrasivos suaves como as lixas finas para óxido de alumínio ou discos de polimento finos. Esponjas abrasivas de não-tecido também podem ser utilizados. É essencial que as superfícies de aço não sejam superaquecidas durante o polimento. Após a remoção cuidadosa da corrosão da superfície reaplique acabamento de pintura protetora imediatamente.

Corrosão do Alumínio e Ligas de Alumínio

A corrosão em superfícies de alumínio é bem evidente, pois o produto corrosivo é branco e geralmente mais volumoso do que a base original do metal. Mesmo nos estágios iniciais a corrosão do alumínio é evidenciada em manchas em geral, depressões ou aspereza nas superfícies de alumínio.

NOTA: As ligas de alumínio normalmente formam uma superfície suave de oxidação de 0,001 a 0,0025 polegadas de espessura. Isto não é considerado preju-

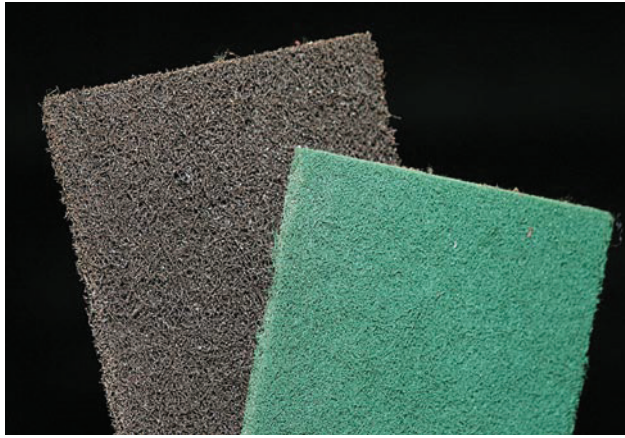


Figura 6-16. Esponjas abrasivas de não-tecido.

dicial; o revestimento oferece uma barreira protetora contra a penetração de elementos corrosivos. Esse tipo de oxidação não deve ser confundido com corrosão grave que também é abordada neste parágrafo.

Os ataques em superfície de alumínio geralmente penetram relativamente devagar, mas aceleram na presença de sais dissolvidos. Um ataque considerável pode ocorrer bem antes que uma perda estrutural com potencial mais sério se desenvolva.

Pelo menos três formas de ataque em ligas de alumínio são especialmente sérias: (1) a penetração de corrosão do tipo depressão através das paredes de um tubo de alumínio, (2) rachaduras de corrosão causadas por esforço em materiais sob esforço constante, e (3) corrosão intergranular que é característica de algumas ligas de alumínio tratadas com calor de maneira inadequada.

De maneira geral a corrosão do alumínio pode ser tratada com mais eficiência se comparada com as corrosões que ocorrem em outros materiais estruturais usados na aeronave. O tratamento inclui a remoção mecânica do máximo de produto corrosivo possível e a inibição do material residual por meio de produtos químicos, seguido da restauração do revestimento permanente da superfície.

Tratamento de Superfícies de Alumínio Não Pintadas

O alumínio relativamente puro é mais resistente a corrosão se comparado com ligas de alumínio mais fortes. Para tirar vantagem desta característica um fino aplica-se um revestimento de alumínio relativamente puro sobre a base da liga de alumínio. A proteção obtida é boa e a superfície de alumínio puro revestido (também chamada de “Alclad”) pode ser conservada se polida. Ao limpar estas superfícies, deve se ter cuidado para evitar manchas e estragar o alumínio ex-

posto, sendo mais importante, do ponto de vista de proteção, evitar remoção mecânica desnecessária da camada Alclad causando, pois causa a exposição da parte mais suscetível da liga de alumínio. O tratamento de corrosão no alumínio segue os seguintes passos.

1. Remova óleo e sujeira da superfície do alumínio usando qualquer limpador brando adequado. Escolha o limpador com cautela. Muitos produtos comerciais são cáusticos e causam corrosão se ficam acumulados entre as juntas de encaixe de alumínio. Escolha produtos com Ph neutro.
2. Faça um polimento manual nas áreas corroídas com lixas abrasivas ou polidor de metal. Um polidor de metal feito para ser usado em superfícies de aeronave de alumínio revestido não deve ser usado em alumínio anodizado, pois ele é muito abrasivo e acaba retirando o filme protetor anodizado. O resultado esperado é que ele remova as manchas e deixe uma superfície com polimento durável sobre o Alclad não pintado. Se uma superfície for de difícil limpeza o limpador ou composto clareador para alumínio pode ser usado antes do polimento para reduzir o tempo e esforço necessários para limpar a superfície.
3. Trate qualquer corrosão superficial aparente usando um material inibidor. Um tratamento alternativo é realizar um processo com uma solução de dicromato de sódio e trióxido de cromo. Deixe essa solução descansar de 5 a 20 minutos sobre a área corroída e então remova o excesso enxaguando e secando a superfície com um pano limpo.
4. Cubra as superfícies polidas com cera a prova d’água.

Superfícies de alumínio que são subsequentemente pintadas podem ser expostas a procedimentos de limpeza mais severos e também podem receber tratamentos corretivos antes da pintura. Normalmente segue-se a seguinte sequência:

1. Limpe completamente as superfícies afetadas removendo terra e resíduos de graxa antes de iniciar o processo. Qualquer procedimento de limpeza geral de aeronave pode ser usado.
2. Se há resíduo de camadas de tinta, descasque a área a ser tratada. Quanto a procedimentos sobre o uso de removedores de tinta e suas pre-

cauções observe a parte “Limpeza de Superfície e Remoção de Tinta” anteriormente citada neste capítulo.

3. Trate áreas superficialmente corroídas com uma solução de 10 por cento de ácido crômico e ácido sulfúrico. Aplique a solução com um pincel ou escova. Esfregue a área corroída com uma escova enquanto ainda estiver molhado. Enquanto que o ácido crômico é um bom inibidor para as ligas de alumínio, mesmo quando os produtos da corrosão não foram totalmente removidos, é importante que a solução penetre fundo em todas as depressões e sob qualquer corrosão que esteja presente. Escovando com uma escova de cerda dura deve soltar ou remover a maior parte da corrosão e garantir a completa penetração do inibidor dentro das fissuras e depressões. Deixe o ácido crômico agir no local por pelo menos 5 minutos e então remova o excesso com água corrente ou limpando com um pano molhado. Existem muitos compostos químicos para o tratamento de superfícies, similares aos citados acima, que também podem ser usados.
4. Seque as superfícies tratadas e restabeleça o revestimento protetor permanente recomendado conforme solicitado de acordo com os procedimentos do fabricante da aeronave. A restauração dos revestimentos de pintura deve ocorrer imediatamente após a realização de qualquer tratamento de superfície. Em qualquer caso assegure que o tratamento contra corrosão foi realizado ou reaplicado no mesmo dia em que for agendado o acabamento com a pintura.

Tratamento de Superfícies Anodizadas

Conforme anteriormente mencionado a anodização é um tratamento comum em superfícies de liga de alumínio. Quando este revestimento for danificado durante um serviço, ele pode ser apenas parcialmente restaurado com tratamento químico de superfície. Portanto qualquer correção de corrosão de superfícies anodizadas deve evitar a destruição do filme óxido na área que não foi afetada. Não utilize lã de aço ou escova com cercas de aço, tampouco materiais muito abrasivos.

As esponjas abrasivas de não-tecido têm substituído a lã de alumínio, escovas de fio de alumínio ou escovas de fibras com ferramentas de uso de limpeza de superfícies anodizadas corroídas. O processo limpeza deve ser realizado com cuidado para evitar o rompimento

desnecessário do filme protetor adjacente. Tome todas as precauções para manter o máximo do revestimento protetor quanto possível. Se não for possível, trate as superfícies anodizadas da mesma maneira que outros acabamentos de alumínio. Ácido crômico e outros tratamentos inibidores podem ser usados para restabelecer o filme óxido.

Tratamento de Corrosão Intergranular em Superfícies de Liga de Alumínio com Tratamento Térmico

Como já foi anteriormente descrito, a corrosão intergranular é um ataque ao longo das bordas do grão em ligas com tratamento térmico de maneira inadequada ou inapropriada, resultado da precipitação de componentes diferentes seguido de tratamento de calor. Na sua forma mais grave ocorre o levantamento de camadas do metal (esfoliação, vide Figura 6-9).

Quando há presença de corrosão intergranular é preciso uma limpeza mais severa. A remoção mecânica de todo o produto corrosivo e camadas de metal laminado visíveis deve ser feita para que se possa determinar a extensão da destruição e avaliar a como ficou a resistência estrutural do componente. Para algumas aeronaves há limites estabelecidos quanto a profundidade da corrosão e sua remoção. Qualquer perda em resistência estrutural deve ser avaliada antes do reparo ou substituição da peça. Se os limites do fabricante não abordam adequadamente o dano, um engenheiro representante designado (DER, por sua sigla em inglês) pode ser chamado para avaliar o dano.

Corrosão de Ligas de Magnésio

O magnésio é o metal mais quimicamente ativo usado na construção de aeronaves e o mais difícil de proteger. Quando ocorrem falhas no revestimento de proteção é necessária a imediata restauração da falha para que se possa evitar danos sérios na estrutura. O ataque no magnésio é provavelmente o tipo de corrosão mais fácil de ser detectado em estágio inicial, pois os produtos da corrosão do magnésio ocupam várias vezes o volume do metal magnésio original que foi destruído. O início do ataque aparece como um se a pintura estivesse erguida e há manchas brancas na superfície de magnésio, que rapidamente se desenvolve em montes como se fosse uma neve ou até mesmo “fios brancos“. [Figura 6-17] A restauração da proteção envolve a remoção dos produtos corrosivos, restauração parcial do revestimento da superfície com tratamento químico e reaplicação do revestimento protetor.



Figura 6-17. Corrosão no magnésio.

Tratamento de Chapas de Magnésio Forjado e Forjamentos

A corrosão na base do magnésio normalmente ocorre nas pontas dos painéis, por baixo das arruelas ou em áreas fisicamente danificadas pela decapagem, perfuração abrasão ou impacto. Quanto a parte da base pode ser facilmente removida deve-se fazê-lo para assegurar a inibição total e para o tratamento. Caso hajam arruelas, os parafusos devem ser afrouxados o suficiente para permitir com que o tratamento do magnésio com escova possa entrar por baixo da arruela de isolamento. A remoção mecânica completa dos produtos da corrosão deve ser feita o melhor possível. A limpeza mecânica deve estar limitada ao uso de escovas com cerdas duras e outras ferramentas de limpeza não metálicas (incluindo esponjas abrasivas de não-tecido), especialmente se o tratamento for realizado em campo. Assim como no alumínio, em nenhuma circunstancia devem ser usadas ferramentas de alumínio ou aço, lã de aço, bronze ou alumínio ou outra esponja de limpeza que tenha sido usado em uma superfície de metal diferente, na limpeza do magnésio.

Qualquer partícula de escovas ou ferramentas de aço que ficar acumulada, ou contaminação de uma superfície tratada com abrasivos contaminados podem causar mais problema do que o ataque de corrosão inicial.

O magnésio corroído pode normalmente ser tratado da seguinte forma:

1. Limpe e descasque a tinta da área a ser tratada. (Procedimentos de descascamento de tinta foram abordados anteriormente neste capítulo, e também estão na Circular (AC) 43.13-1B do FAA, Inspeção e Reparo de Aeronaves - Métodos, Técnicas e Práticas Aceitáveis.)
2. Solte e remova o máximo de corrosão possível usando uma escova com cerdas duras ou esponja abrasiva de não-tecido. Escovas de aço, abrasivos de carborundum ou ferramentas de aço cortantes não devem ser usados.
3. Trate a área corroída com uma solução de ácido crômico e ácido sulfúrico e trabalhe nas depressões e fissuras escovando a área ainda molhada com ácido crômico, usando uma escova não metálica.
4. Deixe o ácido crômico agir no local de 5 a 20 minutos antes de retirar o excesso com um pano limpo e úmido. Não deixe o excesso de solução secar sobre a superfície, pois faz com que a pintura erga nas partes onde a solução estiver depositada.
5. Logo que as superfícies estiverem secas, restabeleça a pintura protetora original.

Tratamento de Peças de Magnésio Fundido Instaladas

As peças de magnésio fundido, em geral, são mais porosas e propensas a ataques com penetração de corrosão do que as bases de magnésio forjado. Porém o tratamento para todas as superfícies de magnésio é o mesmo por questões de praticidade. Bloco do motor, guinhóis, encaixes, tampas diversas, chapas e maçanetas são as peças de magnésio fundido mais comuns.

Quando ocorre um ataque em uma peça fundida, o tratamento deve ser feito quanto antes possível para evitar a penetração de uma corrosão perigosa. Blocos de motor que forem submersos em água salgada podem estar completamente infiltrados do dia para a noite. Quando possível as superfícies que são encaixadas devem ser separadas para que o ataque possa ser tratado com mais eficiência e para evitar o progresso da corrosão. A sequencia do tratamento a ser seguido é o mesmo do parágrafo anterior.

No caso da remoção de uma corrosão muito extensa

na estrutura de uma peça fundida é preciso uma avaliação do fabricante quanto a adequação da resistência da estrutura remanescente. Os manuais para consertos em certas estruturas incluem os limites de tolerância dimensional para os membros estruturais críticos, constando todas as questões de segurança envolvidas.

Tratamento do Titânio e Ligas de Titânio

O ataque em superfícies de titânio é normalmente difícil de ser detectado. O titânio é altamente resistente a corrosão por natureza, mas pode apresentar deterioração quando há presença de depósitos de sal e impurezas de metal, especialmente em altas temperaturas. Por isso é que o uso de lâ de aço, espátulas de ferro ou escovas de aço é proibido na remoção de corrosão em peças de titânio.

Para a limpeza de superfícies de titânio é permitido polimento manual com polidor de alumínio ou abrasivo suave, caso a escova for usada somente na superfície a ser tratada seguida de uma limpeza com solução de sódio dicromato adequada.

Proteção dos Contatos entre Metais Diferentes

Alguns metais estão sujeitos à corrosão quando entram em contato com outros metais. Isso é comumente chamado de corrosão eletrolítica ou entre metais diferentes. O contato de diferentes bases de metais cria uma ação eletrolítica quando há presença de umidade. Se esta umidade contiver água com sal, a ação eletrolítica é acelerada. O resultado do contato entre metais diferentes é a oxidação (decomposição) de um ou dos dois metais. O quadro mostrado na Figura 6-18 traz uma lista das combinações de metal que exigem um separador para sua proteção. Os materiais separadores podem ser anticorrosivo de metal, fita de alumínio, arruelas, graxa ou selador, dependendo dos metais envolvidos.

Contatos que Não Envolvem Magnésio

Todas as diferentes juntas que não envolvam magnésio são protegidas com a aplicação de no mínimo duas camadas de cromato de zinco ou, preferencialmente anticorrosivo Epoxy além das exigências normais do anticorrosivo. O anticorrosivo é aplicado com um pincel ou aspersor, deixando secar ao ar naturalmente por 6 horas entre as camadas.

Contatos Envolvendo Magnésio

Para prevenir a corrosão entre as diferentes juntas metálicas nas quais estão envolvidas ligas de magnésio, cada superfície é isolada da seguinte maneira:

Primeiramente devem ser aplicadas duas camadas de cromato de zinco ou, preferencialmente anticorrosivo epoxy em cada superfície. Depois é aplicada uma camada de fita vinil sensível a pressão de 0,003 polegadas de espessura, com a firmeza o suficiente para evitar a formação de bolhas de ar e enrugamento. Para evitar que a fita se rompa ela não pode ser esticada demais durante a aplicação. Quando a espessura da fita interferir na montagem das peças, quando houver leve movimento entre as partes ou quando as temperaturas sobem além de 250°F durante o funcionamento, o uso da fita torna-se inviável. Neste caso é necessária a aplicação de camadas extras de anticorrosivo (no mínimo três).

Limites de Corrosão

A corrosão, mesmo que pequena, é um dano. Por isso os danos causados pela corrosão, assim como outros tipos de dano, são classificados em 4 tipos. São eles: (1) dano insignificante, (2) dano reparável com remendo, (3) dano reparável com inserção, e (4) dano que exige substituição das peças.

O termo “insignificante” usado aqui não implica que em corrosões pequenas nada deva ser feito. A superfície corroída deve ser limpa, tratada e pintada adequadamente. Dano insignificante é normalmente uma corrosão que arranhou ou comeu a camada protetora da superfície e começou a esfoliar o metal. Os tipos dano causado pela corrosão classificados como “reparável com remendo” e “reparável com inserção” devem ser consertados de acordo com o manual de conserto estrutural correspondente. Quando o dano excede os limites impossibilitando o conserto, o componente ou estrutura deve ser substituída.

Processos e Materiais Usados no Controle de Corrosão

Acabamento do Metal

As peças da aeronave quase sempre recebem algum tipo de acabamento da pelo fabricante. O objetivo principal é oferecer resistência contra corrosão. No entanto a superfície também pode receber algum outro acabamento para aumentar a resistência ao desgaste ou para dar uma base para a pintura.

Na maioria dos casos, os acabamentos originais descritos nos parágrafos seguintes não podem ser restaurados em campo devido a indisponibilidade de equipamentos ou outras limitações. Deve-se ter um

Contacting Metals	Aluminium alloy	Calcium plate	Zinc plate	Carbon and alloy steels	Lead	Tin coating	Copper and alloys	Nickel and alloys	Titanium and alloys	Chromium plate	Corrosion resisting steel	Magnesium alloys
Aluminium alloy												
Calcium plate												
Zinc plate												
Carbon and alloy steels												
Lead												
Tin coating												
Copper and alloys												
Nickel and alloys												
Titanium and alloys												
Chromium plate												
Corrosion resisting steel												
Magnesium alloys												

Green areas indicate dissimilar metal contact

Figura 6-18. Contatos de metais diferentes que resultam em corrosão eletrolítica.

entendimento quanto aos vários tipos de acabamentos de metal para que eles possam ser conservados de maneira adequada quanto estiverem em campo e para que técnicas de restauração parcial possam ser usadas no controle de corrosão.

Preparação da Superfície

Os tratamentos de superfície original para peças de aço normalmente incluem uma limpeza para a completa remoção de qualquer resquício de sujeira, óleo, graxa, óxidos e umidade. Isto é necessário para garantir uma boa aderência do acabamento final à superfície do metal. Na limpeza mecânica são empregados os seguintes métodos: escova de aço, lã de aço, esmeril, jato de areia ou vapor.

A limpeza química pode ser usada no lugar da mecânica desde que não remova a base do metal no processo. Existe uma série de processos químicos em uso e o tipo a ser utilizado depende do material a ser limpo e o tipo de material alheio a ser removido.

As partes de aço são decapadas para remover escamas, ferrugem ou outro material alheio, especialmente antes da galvanização. A solução de decapagem pode ser tanto

muriático (hidroclórico) ou ácido sulfúrico. Em termos de custo é preferível o ácido sulfúrico, mas o ácido muriático é mais eficiente na remoção de certos tipos de escamas.

A solução de decapagem é mantida em um tanque de pedra e é normalmente aquecido por um radiador. As peças que não devem ser galvanizadas depois da decapagem são imersas em um banho de lime para neutralizar o ácido depois da solução de decapagem.

A limpeza eletrolítica é um outro tipo de limpeza química usado para remover graxa, óleo ou material orgânico. Neste processo de limpeza o metal é decantado em uma solução alcalina quente contendo agentes especiais, inibidores e outros materiais para promover a condutividade elétrica necessária. A corrente elétrica então passa através da solução do mesmo modo como é feita a galvanoplastia.

Peças de alumínio e magnésio também são limpas com a utilização de alguns dos métodos anteriores. A limpeza a vapor com a utilização de um meio abrasivo não se aplica a chapas de alumínio finas, especialmente as Alclad. Granalhas de aço também não são usadas em alumínio ou metais resistentes a corrosão.

O polimento e pintura de superfícies metálicas tem um papel importante no acabamento das superfícies. Operações de polimento são usadas para a preparação da superfície para galvanoplastia, e todas as três operações são usadas quando o metal precisa um acabamento altamente brilhoso.

Tratamentos Químicos

Anodização

Anodização é o tratamento mais comum para superfícies de liga de alumínio não galvanizada e é realizado em locais especializados de acordo com a Mil-C-5541E ou MAS-C-5541. A chapa ou fundição de liga de alumínio é o polo positivo em um banho eletrolítico no qual o ácido crômico ou outro agente oxidante produz um filme de óxido de alumínio na superfície do metal. O óxido de alumínio é naturalmente protetor e a anodização apenas aumenta a espessura e a densidade do filme óxido natural.

O revestimento anodizing oferece excelente resistência contra corrosão. O revestimento é suave e arranha com facilidade, exigindo muito cuidado no manuseio antes do revestimento com primer.

Lã de alumínio, rede de nylon impregnada com abrasivo de óxido de alumínio, esponjas finas abrasivas de não-tecido ou escovas de fibra são as ferramentas aprovadas para a limpeza de superfícies anodizadas. O uso de lã de aço ou escovas de aço ou materiais de grande abrasividade é proibido sobre qualquer superfície de alumínio. Usar um polidor ou escova de metal também é proibido.

De maneira geral as superfícies anodizadas são tratadas da mesma maneira do que outras superfícies de alumínio.

Além de suas propriedades de resistência contra corrosão, o revestimento anódico também é excelente para a fixação da pintura. Na maioria dos casos as peças são preparadas e pintadas logo após a anodização. O revestimento anódico é baixo condutor de eletricidade, portanto se as peças requerem ligação, o revestimento é removido no lugar onde o fio condutor deve ser colocado. Superfícies Alclad que devem ser deixadas sem pintura não requerem tratamento anódico enquanto que as que as superfícies Alclad que vão ser pintadas são geralmente anodizadas para a melhor fixação da tinta.

Alodização

A alodização é um tratamento químico simples para todas as ligas de alumínio que aumenta a resistência

contra corrosão e aumenta as características de aderência de tinta. Devido a sua simplicidade ele está rapidamente substituindo a anodização em serviços de aviação.

O processo consiste em limpar previamente a peça com um limpador de metal ácido ou alcalino que é aplicado através de gotejamento ou spray. As peças então são enxaguadas com água fresca sob pressão de 10 a 15 segundos. Depois do enxágue total é aplicada o Alodine® através de gotejamento, spray ou pincel. Um revestimento fino e duro e varia em cor de um verde azulado claro com uma leve iridescência em ligas sem cobre até um verde oliva em ligas que contém cobre. O Alodine é primeiro enxaguado com água fria ou morna por um período de 15 a 30 segundos. Depois disso é dado um segundo enxágue em um banho de Deoxylyte®. Este banho serve para contratar o material alcalino e tornar a superfície de alumínio com Alodine levemente ácido para na secagem.

Inibidores e Tratamento Químico de Superfície

Conforme anteriormente descrito, as ligas de alumínio e magnésio são protegidas originalmente por uma variedade de tratamentos de superfície. Peças de aço normalmente tem sua superfície tratada durante o processo de fabricação. A maioria destes revestimentos não podem ser restaurados em campo, mas suas áreas que foram corroídas tendo sua película protetora destruída requerem algum tipo de tratamento antes de receberem novo acabamento. Os rótulos dos produtos químicos usados para o tratamento de superfície informam se o material é tóxico ou inflamável. Porém as vezes o rótulo não é grande o suficiente para incluir a lista dos riscos que podem ocorrer no caso de o material ser misturado com substâncias incompatíveis. A Ficha de Dados de Segurança de Materiais (MSDS) também deve ser consultada. Por exemplo, alguns produtos químicos utilizados no tratamento de superfícies reagem violentamente quando inadvertidamente misturados com diluentes de tinta. Materiais para o tratamento químico de superfície devem ser manuseados com extremo cuidado e misturados com exatidão e de acordo com as orientações.

Inibidor de Ácido Crômico

Uma solução de 10 por cento do peso de ácido crômico ativado por uma pequena porção de ácido sulfúrico é especialmente eficiente para o tratamento de superfícies de alumínio expostas ou corroídas, funcionando também em magnésio corroído.

Este tratamento tende a restabelecer o revestimento de óxido protetor da superfície do metal e deve ser seguido de pintura logo que possível, ou seja, dentro do mesmo dia em que o for feito o tratamento com ácido crômico. O trióxido de cromo é um poderoso agente oxidante e um ácido bem forte. Ele deve ser armazenado longe de solventes orgânicos e outros combustíveis e recomenda-se uma lavagem cuidadosa ou descarte de panos limpeza usados para recolher resíduos de ácido crômico.

Solução de Dicromato de Sódio

Uma combinação de químicos menos ativa para o tratamento de alumínio é uma solução de dicromato de sódio e ácido crômico. O acúmulo de resíduos desta combinação são menos propensos a corroer superfícies metálicas do que soluções inibidoras de ácido crômico.

Tratamento Químico de Superfície

Existem muitas opções de compostos de cromato disponíveis no mercado sob a Especificação MIL-C-5541 para o tratamento em campo de danos causados em superfícies de alumínio com corrosão. Seu uso exige cuidados, inclusive em relação a lavagem completa de esponjas e panos usados para evitar riscos de incêndio quando estiverem secos.

Acabamentos de Pintura Protetora

Uma boa camada de tinta intacta é a barreira mais eficiente entre a superfície do metal e os meios corrosivos. Os acabamentos mais comuns incluem esmalte de poliuretano catalisado, esmalte de poliuretano a prova d'água e duas demãos de tinta epoxy. Com as novas regulamentações vigentes em relação a emissão de compostos orgânicos voláteis (VOCs) o uso de sistemas de pintura a prova d'água tem aumentado. Outra linha de produtos existente são os acabamentos nitrato e laca buriato para aeronaves com forro de tecido, além de materiais fluorescentes de grande visibilidade e uma variedade de combinações de materiais especiais. Também há os revestimentos resistentes a erosão causada pela chuva ácida e uma variedade de acabamentos de verniz em blocos de motor e rodas.

Limpeza da Aeronave

Limpar uma aeronave e mantê-la limpa é extremamente importante. Do ponto de vista dos técnicos a limpeza deve ser considerada parte do serviço de manutenção da aeronave. A aeronave limpa possibilita que os resultados das inspeções sejam mais precisos, e também que os próprios membros da tripulação consigam identificar falhas em algum componente. Um

trem de pouso com uma fissura que estiver coberta por lama e graxa pode passar despercebida. A sujeira pode esconder rachaduras na base. Poeira e areia causam o desgaste excessivo em encaixes de dobradiças. Quando deixada na superfície externa do avião a película de sujeira reduz a velocidade de voo e adiciona peso extra. Sujeira e lixo voando ou rolando no interior da aeronave é irritante e pode ser perigoso. Partículas de sujeira podem ser sopradas para dentro dos olhos do piloto em um momento crítico e causar um acidente. Uma camada de sujeira e graxa em partes móveis acaba se tornando um agente que causa resistência, o que provoca o desgaste excessivo da peça. Água salgada possui terríveis efeitos corrosivos em partes metálicas expostas da aeronave e devem ser lavadas rapidamente.

Existem muitos tipos diferentes de agentes de limpeza aprovados para uso em aeronaves, mas é impraticável abordá-los todos os diversos tipos neste capítulo devido a variedade de diferentes condições, materiais a serem removidos e tipos de acabamentos de partes internas e externas da aeronave.

De maneira geral os tipos de agente de limpeza usados em aeronaves são solventes, emulsões limpadoras, sabão e detergente sintético e sua utilização deve seguir as orientações cabíveis contidas no manual de manutenção. Os tipos de agentes de limpeza acima relacionados estão também classificados em agentes para limpeza leve e pesada. Sabão e detergente sintético são usados para limpezas leves enquanto que solventes emulsões são usadas para limpeza pesada. Os agentes de limpeza leve por não serem tóxicos e inflamáveis podem ser usados sempre que possível. Conforme já mencionado, para que os limpadores possam ser enxaguados e neutralizados é necessário o uso de um neutralizante, já que um limpador alcalino pode causar corrosão nos encaixes de rebites ou componentes de solda em chapas de metal.

Limpeza Externa

Existem três métodos de limpeza para a parte externa da aeronave: (1) lavagem molhada, (2) limpeza a seco e (3) polimento. O polimento pode ser dividido em polimento manual e mecânico. O tipo e extensão da mancha e a aparência final desejada determinam o método a ser utilizado.

A lavagem molhada remove óleo, graxa e depósitos de carbono na maioria das manchas, com exceção da corrosão e filme de óxido. Os componentes de limpe-

za uados são normalmente aplicados com um borrifador ou esfregão, seguidos de enxágue com água com pressão. Pode ser usado tanto emulsões limpadoras ou alcalinos neste método de lavagem.

A limpeza a seco é usada para remover a camada de sujeira do aeroporto, poeira e pequenos acúmulos de sujeira e terra quando o uso de líquidos é indesejável ou impossível. Este método não é adequado para a remoção de grandes acúmulos de carbono, graxa e óleo, especialmente nas áreas de escapamento do motor. Os materiais de limpeza a seco são aplicados com um borrifador, esfregão, ou panos e removidos com um pano ou esfregão secos.

O polimento restabelece o brilho a pintura e superfícies não pintadas da aeronave e normalmente são feitos depois que a superfície já está limpa. O polimento também é usado para remover oxidação e corrosão. Materiais usados no polimento estão disponíveis em diversas formas e grau de abrasividade. É importante que sejam seguidas as instruções do fabricante da aeronave conforme as aplicações específicas.

A lavagem da aeronave deve ser feita, sempre que possível, à sombra, pois alguns componentes da limpeza tentem a correr sobre a superfície quando aplicados sobre o metal quente ou que foram deixados secar sobre a superfície. A cobertura de aberturas é necessária para prevenir que a água entre e cause algum dano, especialmente em componentes do sistema de instrumentos do piloto como portas e encaixes estáticos.

Algumas áreas da aeronave como as seções contendo o radar, e a área frontal da cabina, possuem acabamento com pintura plana não devem ser limpas mais do que o necessário e nunca devem ser esfregadas com escovas duras ou panos ásperos. O melhor é usar uma esponja ou morim com o mínimo de pressão ao esfregar. Manchas de óleo ou sujeira do escapamento devem ser primeiramente removidas com um solvente como querosene ou outro solvente a base de petróleo. Lave a superfície imediatamente após a limpeza para evitar que o componente seque na superfície.

Antes de colocar sabão e água em superfícies de plástico molhe-as com água para dissolver os acúmulos de sal e remover as partículas de poeira. As superfícies plásticas devem ser lavadas com água e sabão e preferencialmente a mão.

Lave com água e seque com uma camurça, pano sintético para uso em parabrisa de plástico ou algodão

absorvente. Como superfície é macia, não esfregue o plástico com um pano seco para não arranhar e não criar uma carga eletrostática que atrai partículas de pó para a superfície. Remova a carga elétrica e a sujeira batendo levemente com uma camurça limpa e úmida. Não use saponáceo ou outro material que possa arranhar o plástico. Remova óleo e graxa esfregando levemente um pano molhado com água e sabão. Não use acetona, benzeno, carbono tetracloreto, diluidores de laca, sprays para limpeza de janelas, gasolina, extintores de incêndio ou fluido descongelante porque essas substâncias podem amolecer o plástico e causam rachaduras. Finalize a limpeza do plástico com um polimento próprio para janelas e parabrisa de aeronave. Este polimento pode minimizar pequenos arranhões e também ajudam a evitar a estática nas janelas.

Óleo, fluido hidráulico, graxa ou combustível pode ser removido dos pneus lavando com água e sabão. Após a limpeza, lubrifique todos os encaixes com graxa, dobradiça, assim por diante, nas partes onde houve remoção de contaminantes, ou diluição da graxa durante a lavagem da aeronave.

Limpeza Interna

Manter o interior da aeronave limpo é tão importante quanto manter a limpeza da superfície externa. A corrosão pode se estabelecer em maior grau no interior da estrutura devido a dificuldade de alcance de certas áreas para a limpeza. Porcas, parafusos, pedaços de fios, ou outros objetos que descuidadamente possam ter sido derrubados, combinados com a umidade e o contato de metais diferentes pode causar corrosão eletrolítica.

Ao realizar serviços estruturais no interior da aeronave deve-se limpar completamente para que não fiquem partículas de metal ou outros resíduos. Para facilitar a limpeza e evitar que essas partículas entrem em lugares inacessíveis use um pano na área de trabalho para conter a sujeira.

Use um aspirador de pó para remover a poeira e sujeira do interior da aeronave e cabina.

O interior da aeronave pode apresentar certos problemas durante a limpeza. O texto a seguir foi retirado do Boletim #410F da Associação Nacional de Prevenção de incêndio (The National Fire Protection Association (NFPA) Bulletin), Operação de Limpeza de Cabina de Aeronave.

“Para entender o problema é essencial saber que os compartimentos da cabina da aeronave são constitu-

idos de pequenos nichos, conforme medição realizada em relação ao seu tamanho em pés cúbicos. Eles restringem a ventilação o que proporciona a rápida inflamação de vapor/mistura de ar onde houver o uso indiscriminado de agentes de limpeza ou solventes inflamáveis. Com o mesmo volume também pode haver a possibilidade de que uma fonte ative uma falha elétrica, fricção ou faísca estática, chama, ou outro potencial trazido pelo trabalho de manutenção concomitante.”

Sempre que possível utilize agentes não inflamáveis nestas operações para reduzir o risco de incêndio e explosões.

Tipos de Operações de Limpeza

As principais áreas da cabina da aeronave que precisam de limpeza periódica são:

1. Área de passageiros (assentos, carpetes, painéis laterais, forros, compartimentos suspensos, cortinas, cinzeiros, janelas, portas, painéis plásticos decorativos, madeira ou materiais similares).
2. Estação de voo da aeronave (materiais similares aos encontrados na cabina de passageiros além de painéis de instrumentos, pedestais de controle, quebra luz, material de revestimento, superfícies metálicas dos instrumentos e equipamentos de controle de voo, cabos e contatos elétricos, assim por diante).
3. Lavatórios e copas (materiais similares aos encontrados na cabina de passageiro, além de estruturas de toalete, peças metálicas, depósitos de lixo, armários, pias, espelhos, fornos, e assim por diante).

Agentes e Solventes Não Inflamáveis para Limpeza de Cabine de Aeronave

1. Detergente e sabão. Têm grande aplicação na maioria das operações de limpeza da aeronave incluindo tecidos, forros, tapetes, janelas e superfícies similares que não estragam com soluções a base d'água por não desbotarem ou amassarem. É necessário tomar cuidado para evitar a lixiviação de sais retardadores de chama, solúveis em água, que tenham sido usados no tratamento dos materiais a fim de reduzir as suas propriedades de propagar fogo. Permitir o contato entre água contaminada com sais retardadores de fogo nas estruturas de alumínio dos assentos e trilhos pode causar corrosão. Cuide para que apenas a quantidade necessária de água seja aplicada os assentos durante a limpeza.

2. Limpadores alcalinos. A maioria destes agentes são solúveis em água, e, portanto não possuem propriedades inflamáveis. Eles podem ser usados em tecidos, forros, tapetes e superfícies similares da mesma maneira que as soluções com detergente e sabão com algumas limitações devido a sua característica cáustica, que aumenta sua eficiência como agente de limpeza, mas traz efeitos que podem deteriorar alguns tipos de tecido e plástico.

3. Soluções Ácidas. Existem muitas soluções ácidas que podem ser usadas como agentes de limpeza. Elas são normalmente soluções brandas para remoção de fuligem de carbono e manchas corrosivas. Por serem soluções a base d'água, não há ponto de inflamação, mas requerem cuidado no seu manuseio não para prevenir danos aos tecidos, plásticos e outras superfícies, mas também para proteger a pele e vestimentas.

4. Agentes desodorantes e desinfetantes. Muitos dos produtos desodorantes e desinfetantes usados em cabinas não são inflamáveis. A maioria deles é usada em forma de spray (do tipo aerosol) e não contém agente de pressurização inflamável, mas é melhor verificar a embalagem para garantir que não contém nenhum gás para pressurização.

5. Abrasivos. Existem alguns materiais não inflamáveis e de abrasividade leve que podem ser usados para o rejuvenescimento de superfícies pintadas ou polidas. Eles não oferecem risco de incêndio.

6. Agentes de limpeza a seco. Percloretinelo e tricloretileno quando usados em temperatura ambiente são exemplos de agentes de limpeza a seco não inflamáveis. Porém estes materiais oferecem risco de intoxicação e devem ser manuseados com cuidado e em alguns lugares seu uso é restrito ou proibido por lei. Do mesmo modo alguns agentes solúveis em água também podem ser prejudiciais. Materiais com tratamento de resistência ao fogo podem ter uma reação adversa a estes agentes de limpeza a seco.

Agentes Inflamáveis e Combustíveis

1. Solventes com alto ponto de inflamação. Em especial os produtos derivados de petróleo refinado, primeiramente desenvolvidos como

“solvente Stoddard”, mas que já são vendidos sob uma diversidade de nomes comerciais por diversas empresas, possuem propriedades solventes similares aos da gasolina, mas com risco de incêndio similares aos da querosene que é normalmente usada (não aquecida). A maioria destes produtos é estável e tem um ponto de inflamação entre 100 °F e 140 °F com um grau de toxicidade relativamente baixo.

2. Solventes com baixo ponto de inflamação. Líquidos inflamáveis Classe I (ponto de inflamação inferior a 100 °F) não devem ser usados na limpeza ou recondicionamento de aeronaves. Os materiais mais comuns desta categoria são acetona, gasolina de aviação, metil etil cetona, nafta e toluol. Quando houver necessidade de uso de líquido inflamável para limpeza devem ser usados os que possuem um alto ponto de inflamação (de 100 °F ou mais).
3. Misturas de Líquidos. Alguns solventes comerciais são uma mistura de líquidos com diferentes taxas de evaporação, como as misturas de nafta com um material clorado. As diferenças taxas de evaporação podem oferecer problemas de toxicidade e risco de incêndio. Esses produtos não devem ser usados sem que o técnico possua total conhecimento dos riscos e das precauções que deve tomar.

Controle de Embalagem

Líquidos inflamáveis devem ser manuseados apenas em embalagens aprovadas ou latas de segurança devidamente rotuladas.

Precauções para Prevenção de Incêndio

Durante a limpeza da aeronave ou operações de recondicionamento nos quais forem utilizados líquidos inflamáveis as seguintes recomendações de segurança geral devem ser seguidas:

1. As cabinas das aeronaves devem oferecer ventilação suficiente o tempo todo para evitar o acúmulo de vapores inflamáveis. As portas devem ser deixadas abertas para propiciar ventilação natural. Quando esta ventilação natural for insuficiente pode-se usar um equipamento para ventilação mecânico, desde que aprovado para uso. O acúmulo de vapor inflamável superior a 25 por cento do limite mínimo de inflamabili-

dade de um determinado vapor medido a 5 pés do local que está sendo utilizado pode resultar na revisão dos procedimentos de emergência da operação em progresso.

2. Todos os aparelhos e equipamentos que produzem faísca ou chama que tiverem que ser levados para as áreas onde há vapor inflamável devem ser mantidos desligados e não devem operar durante esse período.
3. Equipamentos elétricos de natureza portáteis usados na cabina da aeronave devem ser aprovados para uso na Classe I, Grupo D, Localizações de Risco conforme definido pelo Código Elétrico Nacional.
4. Interruptores de luz da cabina da aeronave e dos componentes do sistema elétrico não devem estar em funcionamento ou serem acionados durante as operações de limpeza.
5. Avisos de advertência adequados devem ser colocados em localizações estratégicas nas portas das aeronaves para indicar que líquidos inflamáveis estão sendo usados na limpeza ou operação recondicionamento em andamento.

Recomendações de Proteção contra Incêndio

Durante a limpeza da aeronave ou operações de recondicionamento onde estiverem sendo usados líquidos inflamáveis as medidas de proteção contra incêndio recomendadas são:

1. A aeronave na qual estiver ocorrendo uma operação de limpeza ou recondicionamento deve estar posicionada preferencialmente fora do hangar quando as condições climáticas permitirem. Isto oferece mais ventilação natural e facilita o acesso a aeronave no caso de incêndio.
2. É recomendado que nestas operações de limpeza e recondicionamento de uma aeronave fora do hangar sejam providenciados extintores de incêndio na entrada da cabina tendo com classificação mínima 20-B e uma mangueira reforçada com válvula de spray d'água ajustável para que consiga atingir o a cabina para que possa ser usado antes da chegada dos equipamentos de incêndio do aeroporto. Como uma recomendação alternativa pode-se usar extintor de in-

cêndio Classe A com uma classificação mínima 4-A mais ou um extintor de Classe B com uma classificação mínima de 20-B na porta da aeronave para uso imediato se necessário.

NOTA 1: Não devem ser usados extintores ABC (químico seco) para múltiplos propósitos em situações onde há problema de corrosão do alumínio.

NOTA 2: Existem equipamentos de extinção e detecção de incêndio portáteis ou semi portáteis que foram desenvolvidos, testados e instalados para oferecer proteção a aeronave durante sua construção e operações de manutenção. Os operadores devem verificar a confiabilidade do uso destes equipamentos durante as operações limpeza e de condicionamento da cabina.

3. A aeronave que estiver passando por uma operação de limpeza ou condicionamento no qual o trabalho deva ser executado dentro de um ambiente coberto o hangar deve estar equipado com equipamentos de proteção contra incêndio automáticos.

Limpeza do Motor

A limpeza do motor é um trabalho importante e deve ser feito por completo. Acúmulos de graxa e sujeira no motor resfriado a ar causa um efeito isolante do efeito de resfriamento do ar. Esses acúmulos de graxa e sujeira também pode esconder rachaduras e outros defeitos.

Ao limpar um motor, abra e retire o capô o máximo possível. Começando pelo topo, lave o motor e acessórios com um spray fino de querosene ou solvente. Uma escova pode ser usada para auxiliar na limpeza de algumas superfícies.

Água corrente e sabão e solventes aprovados para limpeza põem ser usados para limpar os propulsores e laminas da hélice. Materiais cáusticos não devem ser usados no propulsor a não ser que esteja em processo de esfoliação. Espátulas, polidores elétricos, escovas de aço ou qualquer ferramenta ou substância que pode marcar ou arranhar a superfície não devem ser usadas nas hélices, a não ser que seja recomendado para esfoliação ou conserto.

Spray d'água, chuva ou outro material abrasivo durante o voo atingem as laminas propulsoras giratórias

com tamanha força que chegam a formar pequenas depressões nas bordas de ataque da hélice. Se não forem tomadas medidas de precaução a corrosão faz com que essas depressões cresçam rapidamente. Se elas se tornam muito grandes é necessário afiar as bordas de ataque da hélice para emparelha-la.

Hélices de aço são mais resistentes a abrasão e corrosão do que as hélices de liga de alumínio. As hélices de aço, quando esfregadas com óleo após cada voo mantém a superfície plana por muito tempo.

Examine as hélices com regularidade, pois rachaduras em aço ou liga de alumínio podem encher-se de óleo, que tende a oxidar. Isso pode ser logo ser visto na inspeção da hélice. Manter as superfícies limpas com óleo serve como uma medida de segurança tornando a rachadura mais aparente.

O centro das hélices deve ser inspecionado com regularidade em busca de rachaduras e outros defeitos. Se o hub não estiver limpo os defeitos podem não ser encontrados. Limpe os hubs de aço com água corrente e sabão ou com um solvente de limpeza aprovado. Estes solventes de limpeza podem ser aplicados com pano ou escova. Evite ferramentas e abrasivos que arranham ou danificam a galvanização.

Em casos especiais quando se deseja um alto polimento, o uso de um polidor de metal é recomendado. Após polimento todos os resíduos devem ser removidos, as laminas devem ser limpas e então revestidas com óleo de motor limpo. Todas as substâncias de limpeza devem ser removidas imediatamente após o término do serviço de limpeza de qualquer peça propulsora. O sabão pode ser removido com enxágue completo com água corrente. Após o enxágue todas as superfícies devem ser secas e revestidas com óleo de motor limpo. Após a limpeza do motor todos os braços de controle, guinhóis, e partes móveis devem ser lubrificadas devidamente segundo as instruções do manual de manutenção.

Solventes para Limpeza

Em geral os solventes para limpeza usados em aeronaves devem ter um ponto de inflamação de no mínimo 105 °F, no caso de que os equipamentos ou contra explosão ou outras precauções possam ser dispensadas. Solventes clorados de todos os tipos se enquadram nessa exigência de produto não inflamável, porém são tóxicos e devem ser usados com as precauções de segurança. O uso de carbono tetracloreto deve ser

evitado. Devem ser consultados as Fichas de Dados de Segurança de Material (MSDS) para informar-se sobre os procedimentos de segurança e manuseio.

O técnico de manutenção de aeronave deve consultar a Ficha de Dados de Segurança de Material (MSDS) de cada produto químico, solvente ou outros materiais com os quais ele pode entrar em contato durante a atividade de manutenção. Em especial os solventes e líquidos de limpeza, mesmo os considerados “ecológicos” podem ter efeitos nocivos a pele, órgãos internos e/ou sistema nervoso. Solventes ativos como o metil etil cetona (MEK) e acetona podem ser nocivos quando inalados ou absorvidos pela pele em quantidades suficientes.

Deve-se ter atenção especial quanto às medidas de proteção recomendadas incluindo luvas, respiradores e máscaras protetoras. O Técnico deve revisar regularmente o MSDS e manter as atualizações feitas pelos fabricantes de produtos químicos ou autoridades governamentais em dia.

Solvente de Limpeza a Seco

O Stoddard é o solvente a base de petróleo mais comum usado na limpeza de aeronaves. Seu ponto de inflamação é um pouco acima de 105 °F e pode ser usado na remoção de graxas, óleos ou light soils. É preferível o solvente de limpeza a seco à querosene para propósitos de limpeza, porém, assim como a querosene, ele deixa um leve resíduo na evaporação, que pode interferir na aplicação de algumas películas de tinta.

Composto Alifático e Nafta Aromática (23)

A nafta alifática é recomendada para secar superfícies já limpas antes da pintura. Este material também pode ser usado para limpeza de acrílicos e borracha. Ele flashes em aproximadamente 80°F e deve ser usado com cuidado.

A nafta aromática não deve ser confundida com o material alifático. Ele é tóxico e prejudicial a produtos de acrílico e borracha, e deve ser usado com controle adequado.

Solvente de Segurança

O solvente de segurança, tricloroetano (metilcloroformo), é normalmente usado na remoção de graxa. Ele não é inflamável em circunstâncias normais e pode ser usado como substituto do carbono tetracloreto. As precauções de segurança necessárias devem sempre ser seguidas com solventes clorados, lembrando que

seu uso prolongado pode causar dermatites em algumas pessoas.

Metil Etil Cetona (MEK)

O MEK também está disponível como um solvente limpador para superfícies metálicas e removedor de tinta para áreas pequenas. É um solvente muito ativo na limpeza de metais com um ponto de inflamação de aproximadamente 24°F. É tóxico quando inalado e deve ser usado seguindo normas de segurança. Na maioria dos casos é substituído por outros solventes de manuseio mais seguro e menos nocivos ao meio ambiente.

Querosene

Querosene é uma mistura de emulsões solventes para amolecer revestimentos protetores pesados. Também é usada para limpeza geral, mas seu uso deve ser seguido de um revestimento ou enxágue com algum tipo de agente protetor. O querosene não evapora tão rápido quanto solvente de limpeza seca e normalmente deixam uma película visível em superfícies limpas o que pode acabar sendo corrosivo. Películas de querosene devem ser removidas com um solvente seguro, emulsão a base d'água ou detergentes.

Composto de Limpeza para Sistemas de Oxigênio

Os compostos de limpeza para uso em sistemas de oxigênio são anídricos (sem água) álcool etílico ou isopropil (fluido anticongelante). Eles podem ser usados para a limpeza de componentes acessíveis dos sistemas de oxigênio como as máscaras e tubos para tripulação, mas nenhum fluido deve ser colocado dentro de tanques ou reguladores.

Não utilize compostos de limpeza que possam deixar uma película oleosa ao limpar equipamentos de oxigênio. Siga sempre as instruções do fabricante.

Emulsões para Limpeza

Emulsões solvente e a base d'água são usados na limpeza geral da aeronave. Alguns solventes são muito úteis na remoção de acúmulos pesados, como carbono, graxa, óleo ou piche. Quando utilizados de acordo com as instruções estas emulsões solvente não afetam os revestimentos de pintura ou acabamentos orgânicos.

Emulsões a Base D'Água

Disponível sob a especificação MIL-C-22543^a está a emulsão de limpeza a base d'água que serve tanto para a uso em superfícies pintadas e não pintadas. Este material também é aceito para limpezas de superfícies com tinta fluorescente e é seguro para uso

em acrílicos. Como as propriedades variam de acordo com o material disponível recomenda-se testar uma amostra para verificar se o material corresponde a necessidade antes de usá-lo livremente.

Emulsões Solvente

Um dos tipos de emulsão solvente é a não fenólica que pode ser usada em superfícies pintadas pois não amolece a base da tinta. Seu uso repetido pode amolecer laca nitrocelulose e acrílica, porém é eficiente em amolecer e levantar revestimentos de conservação pesados. Materiais mais persistentes devem receber um segundo ou terceiro tratamento quando necessário.

Outro tipo de emulsão solvente usado na limpeza tem uma base fenólica que é mais eficiente para aplicações pesadas, mas tende a amolecer os revestimentos de pintura. Deve ser usado com cuidado ao redor de borracha, plástico ou outros materiais não metálicos. É necessário o uso de luvas e óculos de proteção para trabalhar com soluções de base fenólica.

Sabão e Detergentes

Esta seção traz alguns dos materiais mais comuns entre os materiais disponíveis para limpeza leve.

Composto de Limpeza para Superfícies de Aeronave

Materiais do Tipo I e II da especificação MIL-C-5410 são usados na limpeza geral de superfícies pintadas e não pintadas para a remoção de partículas leves e médias, filmes operacionais, óleos e graxas. Seu uso é seguro para todas essas superfícies incluindo tecidos, couro e plástico transparente. Acabamentos opacos (planos) não devem ser limpos mais do que o necessário e nunca devem ser esfregados com escovas duras.

Detergente Não Iônico

Estes materiais podem ser solúveis em água ou em óleo. O detergente solúvel em óleo é eficiente se usado em uma solução de 3 a 4 por cento em solvente de limpeza seco para amolecer e remover revestimentos protetores pesados. O desempenho desta mistura é parecido com as emulsões limpadoras mencionadas anteriormente.

Materiais para Limpeza Mecânica

Os materiais para limpeza mecânica devem ser usados com cuidado e de acordo com as instruções dadas para evitar danos no acabamento e superfícies.

Materiais de Abrasividade Branda

Esta seção não tem a intenção de dar instruções detalhadas quanto ao uso da diversidade de materiais a serem listada. Algumas orientações do que se deve ou não fazer com o produto estão incluídas como forma de auxiliar na seleção dos materiais para trabalhos de limpeza específicos.

A introdução de uma variada graduação de esponjas abrasivas de não-tecido (com o nome comercial Scotch-Brite®, produzido pela empresa 3M) proporcionou ao técnico de manutenção de aeronave um material barato para a remoção de produtos corrosivos e outras necessidades de leve abrasividade. As esponjas podem ser usados na maioria dos metais (desde que a mesma esponja não seja usada em diferentes metais) e eles são geralmente a primeira escolha quando surge uma situação. Outra variação bem aberta desta esponja também está disponível para descascar pintura, quando usado em conjunto com removedores molhados.

Pedra-pome em pó pode ser usado para a limpeza de superfícies de alumínio corroídas. Um abrasivo suave similar também pode ser usado.

Material estufado com algodão é usado para a remoção de manchas de gás do escapamento e superfícies de alumínio corroídas devido a polimento. Também pode ser usado em outras superfícies metálicas para obter uma alta reflectância.

O polidor de alumínio é usado para obter um polimento lustroso e durador em superfícies de alumínio revestido sem pintura. Não deve ser usado em superfícies anodizadas, pois pode remover o revestimento óxido.

Três graduações de lã de alumínio, áspera, média e fina são normalmente usadas para a limpeza de superfícies de alumínio. Materiais contendo redes de nylon são preferíveis para uso sobre a lã de alumínio para a remoção de produtos corrosivos e filmes de pintura persistente e para a raspagem do acabamento de pintura existente antes do retoque.

Componentes para raspagem de laca pode ser usado para remover resíduos do escapamento da aeronave e outras oxidações menores. Evite que seja aplicado muita força ao esfregar as cabeças de rebites ou extremidades, pois nestas aeras o revestimento protetor pode ser mais fino.

Papéis Abrasivos

Os papéis abrasivos usados nas superfícies das aeronaves não podem conter abrasivos afiados ou agulhados capazes de se penetrarem na base do metal que está sendo limpo nem não revestimento de proteção que está sendo conservado. Os abrasivos usados não podem corroer o material que está sendo limpo. Papel de óxido de alumínio de gramatura 300 ou mais fino se encontra disponível em diversas formas e é de uso seguro na maioria das superfícies. O material Tipo I, Classe 2 sob a Especificação Federal P-C-451 existe nas espessuras 11/2 e 2 polegadas. Evite a utilização de papéis de carborundum (carbeto de silício), especialmente em alumínio ou magnésio. A estrutura granular do carborundum é afiada e o material é tão duro que seus grãos podem penetrar e enterrar-se nas superfícies planas do aço. A utilização de lixa de esmeril ou pano áspero no alumínio ou magnésio pode causar corrosão severa do metal devido a óxido de ferro incrustado.

Limpadores Químicos

Os limpadores químicos devem ser usados com muito cuidado ao serem usados para limpar uma aeronave sem desmontá-la. O perigo de que materiais corrosivos fiquem presos em superfícies obsoletas e fissuras

contrapõe-se as vantagens quanto a rapidez e eficiência com que agem. Qualquer material que for usado deve ser relativamente neutro e de fácil remoção. É imprescindível que qualquer resíduo deve ser removido. Sais solúveis resultantes de tratamentos químicos de superfície como o tratamento com ácido crômico ou dicromato podem se liquefazer e causar superaquecimento no revestimento de pintura.

Ácido Cítrico e Fosfórico

Existe uma mistura de ácido cítrico e fosfórico (Tipo I) para a limpeza de superfícies de alumínio disponível em embalagem e pronta para o uso. O Tipo II é um concentrado que precisa ser diluído em mineral destilado e água. É necessário o uso de luvas de borracha e óculos de proteção para evitar contato com a pele. Todo tipo de queimadura provocada por ácido pode ser neutralizada através de lavagem com água em abundância, seguido de um tratamento com uma solução diluída de fermento químico (bicarbonato de sódio).

Fermento Químico

O fermento químico pode ser usado para neutralizar os depósitos de ácido em compartimentos de bateria de chumbo ácido e para tratar queimadura provocada por ácido de limpadores e inibidores químicos.