

PRIMENA SREDSTAVA ZA ZAŠTITU OD KOROZIJE – PUT KA EKONOMIČNIJEM ODRŽAVANJU

Mr Stevan Jovičić, dipl. inž.,
Tehnički opitni centar

Rezime:

Radi smanjenja enormnog povećanja troškova održavanja letelica, naročito onih starije godine proizvodnje, potrebno je usvojiti odgovarajuću strategiju za rešavanje problema korozije. Ona se odnosi na upotrebu sredstava za zaštitu od korozije CPC (Corrosion Prevention Compound). U službi održavanja RV Australije istražuju se mogućnosti ovih sredstava kako bi se zaustavilo širenje korozije i omogućila upotreba letelica do vremena koje je planirano za njihovo održavanje.

Ključne reči: *naponska korozija, zaštitna sredstva, održavanje.*

APPLICATION OF CORROSION PREVENTION COMPOUNDS – BETTER COST-EFFECTIVE MAINTENANCE

Summary:

In order to reduce aircraft maintenance costs, particularly costs for repairing aircraft of older generations, it is necessary to adopt a relevant strategy for dealing with corrosion – application of corrosion preventive compounds (CPCs). The experiences of the Australian Air Force maintenance service concerning CPCs are given in the paper. Application of corrosion prevention compounds could postpone repair till predicted time for maintenance.

Key words: *stress corrosion, corrosion prevention compounds (CPC), maintenance.*

Uvod

Radi smanjenja enormnog povećanja troškova održavanja letelica, naročito onih starije godine proizvodnje, potrebno je usvojiti odgovarajuću strategiju. Jedna od važnih komponenti plana za rešavanje problema korozije jeste upotreba sredstava (Corrosion Prevention Compound) CPC, koja sprečavaju širenje korozije sve do redovnog servisa. U službama održavanja u RV Australije istražuju se upravo ove mogućnosti kako bi se zaustavio rast korozije i omogućila upotreba letelice do vremena koje je već ranije planirano za njeno održavanje.

Sredstva za zaštitu od korozije u vazduhoplovstvu se koriste dugi niz godina. Postupke primene ovih sredstava uglavnom su definisali proizvođači letelica, uputstvom za održavanje i to kao način da se pomogne u prevenciji korozije na određenim mestima na letelici. Međutim, usled nedostatka sredstava, zaštitna sredstva nisu uvek korišćena, a iskustvo iz prakse je pokazalo da fabrički nanosena zaštita ima ograničeno vreme trajanja u kome je letelica zaštićena od pojave korozije, ali i činjenica da se pojava korozije ne može izbeći. Trenutno je usvojeni pristup u većini službi održavanja takav da se korodirana površina uklanja čim se na nju naiđe ili se deo korodirane strukture letelice kompletno zameni. Ovakav pristup je svakako najbolji, ali i najskuplji i istovremeno utiče na to da je gotovost flote korisnika koji sprovodi ovakav vid održavanja na relativno niskom nivou.

U eri sve veće konkurencije na tržištu korisnik čija bi se služba održavanja bavila samo savršenim održavanjem svojih letelica ne bi imao šanse da ekonomski preživi. Takav prilaz održavanju doveo bi ga do toga da bi sve letelice koje ima u floti bile u izuzetno dobrom stanju uz samo jednu manu - sve vreme bi provodile u hangarima. Naravno, to ne znači da drugi ne održavaju svoja sredstva na zadovoljavajući način. Radi se o tome da se letelice koriste uz prihvatljiv rizik. Pristup treba da bude takav da se korodirane površine tretiraju nekim od sredstava za zaštitu od korozije i tako ostave do vremena predviđenog za servis. Dakle, funkcija sredstva za zaštitu jeste da uspore, ako ne i zaustave, dalje širenje korozije. Ovaj pristup zahteva detaljno znanje o prirodi korozije i brzini širenja oštećenja posle nanošenja sredstava za zaštitu. Ove informacije, nažalost, trenutno nisu dostupne, ali postoje brojni radovi, objavljeni u poslednje vreme, koji se bave ovom problematikom. U tabeli 1. navedena je lista problematičnih mesta na letelicama iz sastava RV Australije, na kojima se korozija najčešće javlja.

Tabela 1

Lista problematičnih mesta na letelicama na kojima se korozija najčešće javlja

Macchi	Repne horizontalne površine (naponska korozija)
C-130	Krila (naponska korozija)
F-111	Okov krila, spoj krila-trup sa strane gornjake (naponska korozija SCC i „pitting“ korozija)
F-18	Sklop horizontalnih komandnih površina (zadržavanje vlage)
P-39C	Poklopci na trupu (naponska korozija)
PC-9	Glavni stajni trap (korozija)

Iz dosadašnjeg iskustva se zna da primena sredstava za zaštitu umanjuje brzinu širenja korozije.

Priroda i vrste sredstava za zaštitu od korozije

Postoji zaista veliki izbor sredstava za zaštitu od korozije koja su dostupna na tržištu (tabela 2). Sredstva, uglavnom, imaju karakteristiku da u dodiru sa površinom metala odstranjuju prisutnu vlagu i formiraju meki ili tvrdi zaštitni film. Tačan hemijski sastav sredstava za zaštitu nije moguće u potpunosti saznati, jer predstavljaju tajnu proizvođača. Međutim, hemijskom analizom može se utvrditi da sadrže razne vrste ulja, alkoholne rastvore, rastvarače, aditive, inhibitore i druge agense.

Tabela 2

Sredstava za zaštitu od korozije koja su dostupna na tržištu

Rastvoriva u vodi koja obrazuju meki film	Rastvoriva u vodi koja obrazuju tvrdi film	Nerastvoriva u vodi koja obrazuju meki film	Nerastvoriva u vodi koja obrazuju tvrdi film
<ul style="list-style-type: none"> - LPS-2 - CRC 3-36 - CRC Protector 100 - Mobilarma 245 - WD 40 - Boeshield T-9 - Ardox 3961 - Ardox 3107 	<ul style="list-style-type: none"> - AV-8 	<ul style="list-style-type: none"> - Fluidfilm NAS - LPS-3 	<ul style="list-style-type: none"> - Dinol AV-30 - ZipChem ZC-029 - Dinol AV-40 - LPS Procyon - Ardox 3322

U narednom delu rada predstavljeni su rezultati primene zaštitnih sredstava i iskustva iz službe održavanja RV Australije.

Naponska korozija

Za posmatranje je korišćen deo određenih geometrijskih osobina koji je dozvoljavao da faktor koncentracije napona K ostane konstantan dok raste dužina prskotine. Zbog toga je bilo moguće direktno pratiti efikasnost tretmana dela zaštitnom prevlakom, uz istovremeno praćenje rasta prskotine. Ispitni uzorak je izrađen, od materijala oznake AA7075-T651 i AA7079-T651, na taj način da je pravac prskotine bio u pravcu valjanja rolne lima, a opterećenje je uneto u poprečnom pravcu. Uzorci su zatim izloženi određenim uslovima (2 sata na 465°C, brzo ohlađeni u vodi, držani zatim 24 sata na temperaturi od 120°C i na kraju ohlađeni vazduhom), koji izuzetno pogoduju nastanku mikrostrukture koja je podložna nastanku naponske korozije. Uzorci su, zatim, izloženi uticaju slane magle. Porast oštećenja, odnosno rast prskotine, praćen je davačem (Linear Variable Displacement) koji je postavljen iznad pravca u kojem je delovalo opterećenje. Promene koje su beležene u funkciji vremena korišćene

su da bi se odredio prirast oštećenja u funkciji vremena. U trenutku kada je došlo do stabilizacije vrednosti porasta oštećenja naneta je zaštitna prevlaka i posmatran njen uticaj na brzinu rasta oštećenja.

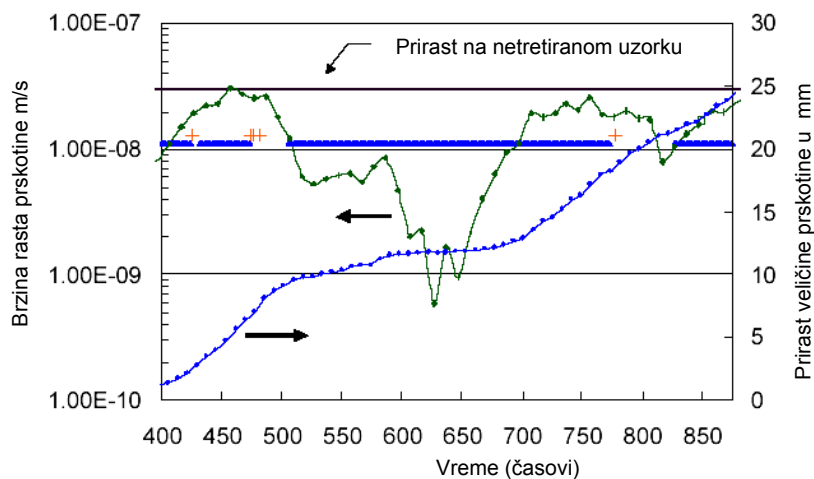
Površinska korozija

Za posmatranje ove vrste korozije korišćeni su paneli aluminijuma AA2024-T351 veličine 127 x 75 mm, isečeni od lima debljine 2 mm. Paneli su očišćeni, odmašćeni, uklonjen im je oksidni sloj upotrebom Deoxidine 624, nakon čega je na uzorke nanet film prozirnog fleksibilnog poliuretana. Površinska korozija inicirana je metodom iz DIN Standard 65472. Površinsko oštećenje inicirano je nanošenjem ogrebotine poprečno na pravac valjanja materijala. Uzorci su zatim bili izloženi uticaju hlorovodonične okoline u trajanju od jedan sat. Posle navedenog vremena uzorci su preneti u okolinu zasićenu sodium-hloridom, temperature 40°C. Porast korozije praćen je tehnikom optičke analize. Digitalne slike uzoraka uzimane su sekvencijalno i zatim upoređivane korišćenjem „HIN Image“ softvera. Ovom metodom je površina zahvaćena korozijom prikazana u različitim sivim tonovima, što omogućava precizno merenje korodirane površine od nekorodirane. Posle 10 dana na mesta oštećenja naneta je zaštitna prevlaka i nastavljeno posmatranje ponašanja uzoraka.

Rezultati ispitivanja naponske korozije

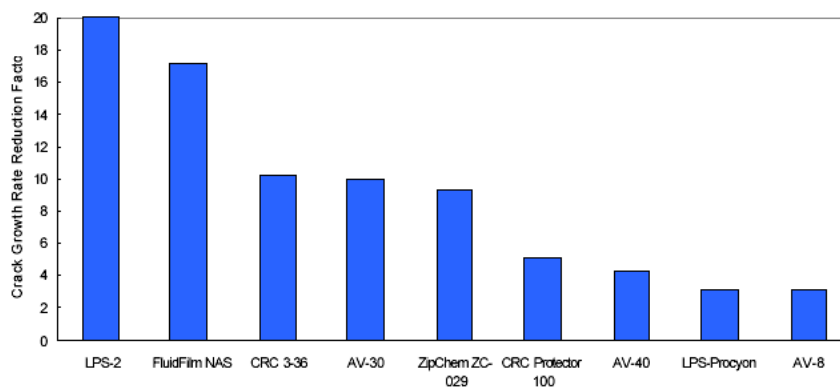
Tipičan primer rezultata koji se dobijaju ispitivanjem naponske korozije prikazani su na dijagramu (slika 1). Kao što se vidi, prskotina je posle pojave inicijalnog oštećenja počela brzo da raste do neke vrednosti kada je ušla u oblast stabilnog i konstantnog rasta za aluminijum AA7079-T351, približno $2,6 \times 10^{-8}$ m/s. Krstići na dijagramu označavaju trenutke u kojima je primenjeno zaštitno sredstvo LPS-2. Zadebljana linija pokazuje vreme kada su uzorci bili izloženi uticaju slane magle. Sa leve strane grafika prikazana je brzina rasta prskotine, a sa desne porast veličine prskotine. Horizontalna linija na vrednosti od ispod 1×10^{-7} pokazuje vrednosti prirasta oštećenja na netretiranom uzorku. Prvo nanošenje zaštitnog sredstva urađeno je posle 425 časova, a zatim je uzorak bio 6 časova bez uticaja slane magle. Vidi se da ne postoji promena u veličini brzine prirasta oštećenja, a i samo oštećenje ima tendenciju rasta kao i pre nanošenja zaštitnog sredstva. Moguće je da je ovakav rezultat uzrokovan malom količinom sredstva koje je naneto na površinu ispitivanog uzorka. Dva dana kasnije, posle 472 časa od početka eksperimenta, naneta su tri sloja zaštite. Rezultat je bio uočljiv. Brzina prirasta oštećenja počela je da opada. Zaštitno dejstvo trajalo je oko 180 časova, posle čega je oštećenje ponovo počelo da se širi, ali

je sve vreme bilo ispod nivoa netretiranog uzorka. Uočljivo je da je zaštitni faktor bio u velikoj meri zavisen od perioda kada je posle nanošenja zaštitnog sredstva uzorak bio na normalnim uslovima, to jest do kada je ponovo bio izložen uticaju slane magle.



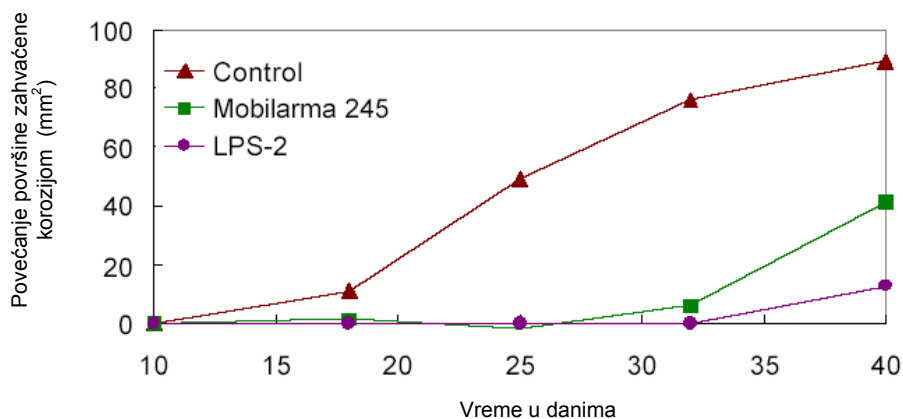
Slika 1 – Dijagram brzine rasta prskotine i primene zaštitnih prevlaka

Slična istraživanja izvršena su sa nekoliko vrsta zaštitnih sredstava. Prosečni redukциони faktor brzine porasta prskotine izračunavan je za svaku od zaštitnih prevlaka. Rezultati pokazuju da je primenom bilo kojeg od zaštitnih materijala ostvareno smanjenje brzine prirasta prskotine. Na slici 2 prikazani su dobijeni rezultati sa različitim vrstama zaštitnih prevlaka, pri uticaju slane magle i sile zatezanja na uzorak izrađen od aluminijuma AA7075-T6.



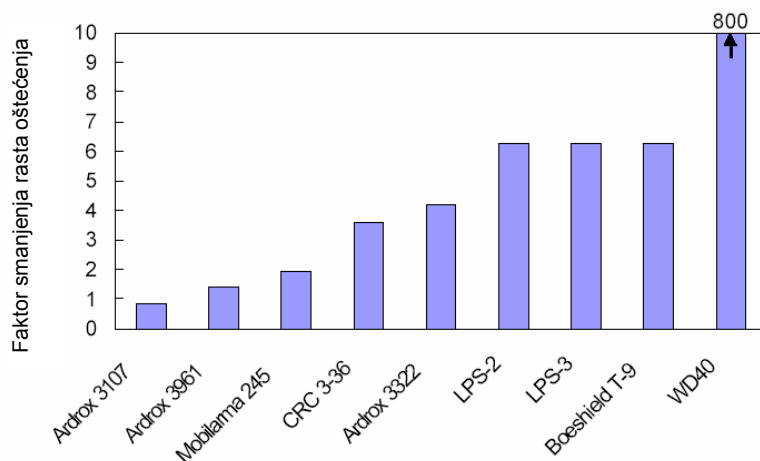
Slika 2 – Faktor smanjenja širenja prskotine

Na slici 3 prikazani su rezultati dobijeni analizom pojave površinske korozije na netretiranom uzorku panela i panelu koji je tretiran nekom zaštitnom prevlakom posle desetodnevnog izlaganja uticaju kontrolisane okoline. Zaštitna sredstva bila su Mobilarma 245 i LPS-2. Oba sredstva pokazala su zadovoljavajuće rezultate, zaustavljajući širenje površinske korozije u roku od 25 dana od dana nanošenja.



Slika 3 – Povećanje korodirane površine

Na slici 4 prikazani su faktori smanjenja korozije (redukcije) za različite zaštitne prevlake. Rezultati pokazuju da redukциони faktori imaju vrednost između 4 i 6 za većinu zaštitnih sredstava, osim za sredstvo WD-40. Vrednosti faktora približniji su realnosti ukoliko se uzimaju u dužim intervalima.



Slika 4 – Faktor smanjenja širenja oštećenja

Zaključak

Sprovedena istraživanja pokazala su da su zaštitna sredstva efikasna u smanjenju brzine širenja različitih vidova korozije. Sredstva su se pokazala posebno efikasnim u vremenu koje sledi neposredno nakon primene. U većini slučajeva brzina širenja korozije smanjena je i do 10 puta. Međutim, posle isteka određenog vremena sredstva gube svoje zaštitne karakteristike i brzina širenja korozije se vraća na nivo pre primene zaštitnih prevlaka.

U slučajevima naponske korozije vreme zaustavljanja rasta ili njegovog značajnog usporenja traje oko 7 dana, dok u slučaju površinske korozije taj period iznosi oko 20 dana. Ponovno nanošenje zaštitnih sredstava na već postojeći film dovodi do još boljih rezultata. Primećeno je da je efikasnost zaštitnih sredstava veća ukoliko se posle njihovog nanošenja letelica neko vreme nalazi u hangaru, kako bi zaštitno sredstvo formiralo zaštitni film. Činjenica je da prskotina koja se javila usled korozije i opterećenja nastavlja da se širi, ali smanjenom brzinom. Posle nekog vremena sa porastom prskotine nestaje i zaštitni film koji se formirao tako da oštećenje nastavlja da se širi istom brzinom kao i pre tretmana. Može se zaključiti da je upotreba sredstava za zaštitu u svakom slučaju dala pozitivne efekte i odložila slanje letelica na popravku do prvog redovnog servisa, prema redovnom planu održavanja.

Literatura

[1] Salgaris, M., Bushell, P. G., Trathen, P. N., Hinton, B. R. W., *The use of corrosion prevention compounds for arresting the growth of corrosion in aluminium alloys*, Defence Science and Technology Organisation, Australia.