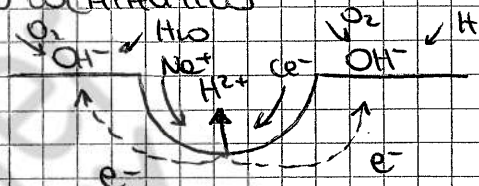
2) DESCRIVERE UN MECCANISMO DI CORROSIONE PER VAIOLATURA NEGLI ACCIAI INOX PROTETTI

È UN PROCESSO DI CORROSIONE LOCALIZZATO NEI MATERIALI CON COMPORTAMENTO DI TIPO ATTIVO-PASSIVO, PORTA ALLA FORMAZIONE DI BUCHI. QUANDO IL MATERIALE È ESPOSTO AD AMBIENTI CONTENENTI IONI ALOGENURICI (Cl^-). SI SVILUPPA IN ZONE DOVE CI SONO AUMENTI LOCALI DELLA VELOCITÀ DI CORROSIONE (INCLUSIONI, ALTRE ETEROGENEITÀ). SI HA UNA REAZIONE ANODICA DI DISSOLUZIONE DEL METALLO NELLA VAIOLATURA. SULLA SUPERFICIE SI HA LA REAZIONE CATODICA DI RIDUZIONE DELL'O_2. LA SUPERFICIE È PROTETTA CATODICAMENTE ATTORNO AL BUCO. L'AUMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEGLI IONI METALLICI DENTRO LA VAIOLATURA FAVORISCE IL FLUSSO DI IONI Cl^- NECESSARI PER MANTENERE L'ELETTRONEUTRALITÀ DEL METALLO. IL pH ALL'INTERNO DEL BUCO DIMINUISCE E AUMENTA LA REAZIONE ANODICA. UNA VOLTA INNESCATA ACCADE IN UN PROCESSO AUTOCATALITICO

CATODICA $O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$

ANODICA $M \longrightarrow M^{2+} + 2e^-$



MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

3) ESPORRE LE PROPRIE CONOSCENZE IN MERITO AI TRATTAMENTI DI INCRUDIMENTO E DI PRECIPITAZIONE PER I METALLI: DISCUTERNE LE CONDIZIONI E MODALITÀ PER ATTUARLI, I MECCANISMI DI AZIONE A LIVELLO STRUTTURALE (MICROSCOPICO) E CONSEGUENTE A LIVELLO MACROSCOPICO SULLE PROPRIETÀ

L'INCRUDIMENTO O DEFORMAZIONE PLASTICA A FREDDO È UNA TECNICA CHE VIENE UTILIZZATA PER AUMENTARE LA DUREZZA E LA RESISTENZA MECCANICA DI UN METALLO O DI UNA LEGA. NEI SOLIDI METALLICI LE DEFORMAZIONI PLASTICHE SONO CAUSATE, A LIVELLO MICROSCOPICO, DA DIFETTI DEL RETICOLO: LE DISLOCAZIONI CHE FAVORISCONO LO SCORRIMENTO DEI PIANI CRISTALLINI MUOVENDOSI ATTRAVERSO LA MATERIA. CON QUESTO TIPO DI LAVORAZIONE, LE DISLOCAZIONI (GIÀ PRESENTI NEL METALLO) TENDONO A MOLTIPLICARSI E AD ACCUMULARSI NELLA FORESTA DI DISLOCAZIONI PRESENTE ALL'INTERNO DELLA STRUTTURA CRISTALLINA. IN QUESTO MODO TENDONO AD INTERFERIRE TRA LORO, BLOCCANDOSI A VICENDA LE UNE CONTRO LE ALTRE INCREMENTANDO I DIFETTI PUNTIFORMI, QUINDI AUMENTANDO LA SUA RESISTENZA. LE DEFORMAZIONI IN MOVIMENTO SI ACCUMULANO CONTRO I BORDI DI GRANO (CHE SONO BARRIERE AL MOTO DELLE DISLOCAZIONI), CHE TENDE A DEFORMARE I GRANI E ALLUNGARLI LUNGO LA DIREZIONE DELLO SFORZO PROVOCANDONE LA ROTTURA
IL RAFFORZAMENTO PER PRECIPITAZIONE VIENE UTILIZZATO PER MIGLIORARE LE CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL METALLO PRODUCENDO UNA DISTRIBUZIONE FINE E DISPERSA DI PRECIPITATI IN UNA MATRICE METALLICA, CAMBIANDO CON LA TEMPERATURA, LA SOLUBILITÀ DEGLI ELEMENTI DI LEGA, IN MODO TALE DA OSTACOLARE IL MOVIMENTO DELLE DISLOCAZIONI. SI OTTIENE RINFORZAMENTO DEL MATERIALE, CIOÈ MIGLIORANO LE PROPRIETÀ DI DUREZZA E RESISTENZA A FATICA. QUESTO TRATTAMENTO VIENE CHIAMATO ANCHE INVECCHIAMENTO. È CARATTERIZZATO DA 3 STADI DI LAVORAZIONE: SI HA UN PRIMO TRATTAMENTO TERMICO DI SOLUBILIZZAZIONE IN CUI LA LEGA VIENE RISCALDATA A $T = T_S$ E MANTENUTA A TALE TEMPERATURA PER UN TEMPO SUFFICIENTE ($T_{SOLVUS} < T < T_{SOLIDUS}$) IN MANIERA TALE DA OTTENERE UNA SOLUZIONE SOLIDA UNIFORME. A QUESTO PUNTO VIENE FATTO UN SECONDO TRATTAMENTO TERMICO DI TEMPERATURA IN CUI LA LEGA VIENE RAFFREDDATA FINO A $T_{AMBIENTE}$. SI FORMA UNA SOLUZIONE SOLIDA SOVRASSATURA CHE HA UN SURPLUS DI ENERGIA UTILIZZATA PER MORGANIZZARE LE PARTICELLE
INFINE LA LEGA VIENE INVECCHIATA, CAMBIA LA STRUTTURA DELLA COMPOSIZIONE DEL PRECIPITATO COL TEMPO, IN MODO TALE CHE SI FORMANO DEI PRECIPITATI FINEMENTE DISPERSI (NATURALE SE $T = T_{AMB}$, ARTIFICIALE SE $T > T_{AMB}$)

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

4) MATERIALI DIELETTRICI: SI DISCUTANO GLI ASPETTI FISICI DI BASE DELLA LORO RISPOSTA AL CAMPO ELETTRICO, LE PROPRIETÀ CHE NE CARATTERIZZANO IL COMPORTAMENTO, LE RELAZIONI CON LA STRUTTURA E LA DINAMICA SU SCALA MOLECOLARE. SI RIPORTINO DEGLI ESEMPI DI MATERIALI O TECNOLOGIE DEL SETTORE RITENUTI DI INTERESSE

NEI MATERIALI ISOLANTI LA BANDA DI CONDUZIONE E QUELLA DI VALENZA SONO MOLTO DISTANTI, OVVERO È PRESENTE UN GAP ENERGETICO CHE DEVE ESSERE SUPERATO PER FAR SALTARE GLI ELETTRONI DALLA BANDA DI VALENZA A QUELLA DI CONDUZIONE. SE TALE ENERGIA VIENE FORNITA, SI PRODUCE UN EFFETTO VALANGA CHE PORTA ALLA ROTTURA DIELETTRICA DEL MATERIALE STESSO. QUESTO GROSSO GAP PRESENTE FA SÌ CHE IL CAMPO ELETTRICO MEDIO SIA NULLO A CAUSA DELLA DISTRIBUZIONE DELLE CARICHE. QUANDO QUESTI MATERIALI VENGONO SOTTOPOSTI ALL'AZIONE DI UN CAMPO ELETTRICO SI CREANO DEI DIPOLI (2 CARICHE OPPOSTE DISTANTI d) AL LORO INTERNO CHE PER BILANCIARE LA FORZA ELETTROSTATICA CHE GLI VIENE IMPOSTA, SI ORIENTANO DANDO ORIGINE AD UN CAMPO ELETTRICO DI POLARIZZAZIONE OPPOSTA A QUELLO APPLICATO. $P = Q\delta x$ (CON δx DISTANZA TRA LE CARICHE) IN GENERALE È POSSIBILE DISTINGUERE 4 TIPI DI POLARIZZAZIONE (DIREZIONE DEL CAMPO ELETTRICO): • ELETTRONICA, DOVUTA ALLO SPOSTAMENTO DELLA NUBE ELETTRONICA RISPETTO AL NUCLEO POSITIVO E SI MANIFESTA GENERALMENTE NELLA BANDA DELLE FREQUENZE OTTICHE

- ATOMICA, DERIVA DALLO SPOSTAMENTO DEGLI IONI ALL'INTERNO DI UN RETICOLO CRISTALLINO CAUSATO DALLE VIBRAZIONI INTRAMOLECOLARI DOVUTE ALL'APPLICAZIONE DI UN CAMPO ELETTRICO
- PER ORIENTAZIONE, SI VERIFICA QUANDO NEL MATERIALE SONO PRESENTI DEI DIPOLI ELETTRICI PERMANENTI CHE SI ORIENTANO NELLA DIREZIONE DEL CAMPO ESTERNO MA IN VERSO OPPOSTO
- INTERFACCIALE, SI HA NEI MATERIALI CHE POSSIEDONO DIVERSI DOMINI, IN CUI L'APPLICAZIONE DI UN CAMPO ELETTRICO PROVOCA LO SPOSTAMENTO DI CARICHE RESIDUE ALL'INTERNO DEL MATERIALE ED IL LORO ADDENSAMENTO NELLE ZONE DI DISCONTINUITÀ PRODUCE UNA POLARIZZAZIONE INDOTTA CHE FA AUMENTARE ε_r E QUINDI ANCHE LE SUE PROPRIETÀ DISSIPATIVE.

I DIVERSI TIPI DI POLARIZZAZIONE DIPENDONO DALLA FREQUENZA DEL CAMPO ELETTRICO ESTERNO APPLICATO AL MATERIALE. MEDIANTE TRASFORMAZIONE DI FOURIER SI OTTIENE

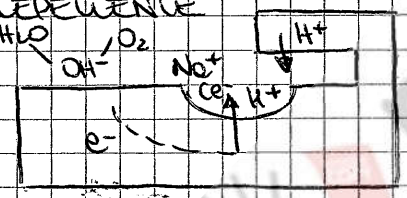
$$P(\omega) = \varepsilon_0 \chi(\omega) E(\omega) \quad \text{DOVE} \quad \begin{cases} \chi(\omega) = \chi'(\omega) - j\chi''(\omega) \\ \varepsilon(\omega) = \varepsilon'(\omega) - j\varepsilon''(\omega) \end{cases}$$

QUESTO È DOVUTO AL FATTO CHE SE VIENE APPLICATO UN CAMPO E CON UNA FREQUENZA DI OSCILLAZIONE TROPPO ALTA O TROPPO BASSA RISPETTO ALLA MOBILITÀ DIELETTRICA, SI AVRANNO DEI FENOMENI DI RITARDO DOVUTI ALL'IMPOSSIBILITÀ DEI DIPOLI DI SEGUIRE IL CAMPO E LA PARTE REALE DELLA PERMITTIVITÀ DIELETTRICA (GRANDEZZA CHE DESCRIVE IL COMPORTAMENTO DI UN MATERIALE DIELETTRICO IN PRESENZA DI CAMPO ELETTRICO: QUANTIFICA LA TENDENZA AD OPPORSI DA PARTE DEL DIELETTRICO) FORNISCE UNA MISURA DELLA CAPACITÀ DEL DIELETTRICO DI IMMAGAZZINARE ENERGIA, MENTRE LA PARTE IMMAGINARIA CI DÀ UNA MISURA DELLA PROPRIETÀ DISSIPATIVA DEL SISTEMA. QUESTI FENOMENI DI RILASSAMENTO FURONO TRATTATI PER LA PRIMA VOLTA DA DEBYE

$$\varepsilon(\omega) = \varepsilon_\infty + \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_\infty}{1 + j\omega\tau}$$

5) DESCRIVERE UN MECCANISMO DI CORROSIONE IN FESSURA

È UNA FORMA DI CORROSIONE LOCALIZZATA CHE PUÒ AVVENIRE NELLE FESSURE O AL DI SOTTO DELLE SUPERFICI SCHERMATE CON POSSIBILI SOLUZIONI STAGNANTI SOTTO LE GUARNIZIONI, CHIODI O BULLONI. È UNA CORROSIONE CHE INTERESSA MOLTE LEGHE. PERCHÉ AVVENGA, LA FESSURA DEVE ESSERE ABBASTANZA AMPIA DA LASCIAR ENTRARE LIQUIDO, MA SUFFICIENTEMENTE STRETTA DA FARLO RISTAGNARE. VISTO CHE LA SOLUZIONE NELLA FESSURA È STAGNANTE, L'O_2 NECESSARIO PER LA REAZIONE CATODICA È SUBITO CONSUMATO, TUTTAVIA LA REAZIONE ANODICA CONTINUA AD AVVENIRE, QUANDO UN'ALTA CONCENTRAZIONE DI IONI POSITIVI. PER BILANCIARE QUESTE CARICHE POSITIVE, GLI IONI NEGATIVI, PRINCIPALMENTE I CLORURI, MIGRANO NELLA FESSURA, FORMANDO H^+Cl^-. QUESTO CLORURO SUBISCE IDROLISI NELL'H$_2$O PER FORMARE IDROSSIDO METALLICO (MOH) E ACIDO URENO (H^+Cl^-)
$M^+Cl^- + H_2O \rightarrow MOH + H^+Cl^-$. QUESTO AUMENTO DI ACIDITÀ DETERMINA LA ROTTURA DEL FILM DI PASSIVITÀ E PROVOCA UN ATTACCO CORROSIVO AUTOCATALITICO. PER PREVENIRE O MINIMIZZARE LA CORROSIONE IN FESSURA NELLE COSTRUZIONI POSSONO ESSERE USATI I SEGUENTI METODI: • NELLE COSTRUZIONI USARE GIUNTI BEN SALDATI INVECE CHE FORMATI • PROGETTARE IN MODO DA AVERE UN DRENAGGIO COMPLETO PER IMPEDIRE LA FORMAZIONE DI SOLUZIONI STAGNANTI • SE POSSIBILE USARE GUARNIZIONI NON ASSORBENTI COME IL TEFLON CHE È IDROLEPELLENTE



AUMENTA LA CONCENTRAZIONE DEGLI IONI METALLICI, DIMINUISCE IL TENORE DI O_2

ANODO: $M \rightarrow M^+ + e^-$
CATODO: $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

6) INDICARE A PARTE QUELLA GENERALIZZATA, ALTRE 6 FORME DIVERSE DI CORROSIONE, FORNENDO PER CIASCUNA UNA DESCRIZIONE SIA DEL MECCANISMO DI AZIONE CHE DEI METODI ATTUABILI PER LA PROTEZIONE O PREVENZIONE DEL FENOMENO

- PER VAIOLATURA: FORMA DI ATTACCO CORROSIVO LOCALIZZATO, TIPICA DEI MATERIALI A COMPORTAMENTO ATTIVO-PASSIVO, CHE DETERMINA LA FORMAZIONE DI BUCHI O VAIOLATURE QUANDO IL METALLO È ESPOSTO AD AMBIENTI CONTENENTI IONI ALOGENURI. LE VAIOLATURE SI INNESCANO NELLE ZONE CON CELLE DI [O_2] O DOVE SI HANNO AUMENTI LOCALI DELLA VELOCITÀ DI CORROSIONE, UNA VOLTA INNESCATA, IL PROCESSO DIVENTA AUTOCATALITICO. PER EVITARLA BISOGNA USARE MATERIALI CON ALTA RESISTENZA A CORROSIONE
- IN FESSURA: FORMA DI CORROSIONE LOCALIZZATA CHE PUÒ AVVENIRE NELLE FESSURE O SOTTO SUPERFICI SCHERMATE DOVE POSSONO ESSERCI SOLUZIONI STAGNANTI, SPESSO SOTTO GUARNIZIONI, CHIODI, BULLONI. LA FESSURA DEVE ESSERE ABBASTANZA GRANDE DA FAR ENTRARE IL LIQUIDO MA ANCHE ABBASTANZA STRETTA DA FARLO RISTAGNARE. PER PREVENIRE È NECESSARIO: USARE GIUNTI BEN SALDATI, USARE GUARNIZIONI NON ASSORBENTI
- INTERGRANULARE: ATTACCO CORROSIVO GENERALIZZATO CHE SI VERIFICA IN CORRISPONDENZA DEI BORDI DI GRANO DI ALCUNE LEGHE METALLICHE CHE NE DETERIORA LE PROPRIETÀ MECCANICHE E PUÒ PORTARE ALLA DISGREGAZIONE DEI BORDI DI GRANO. PUÒ ESSERE CONTROLLATA CON: TRATTAMENTO DI TEMPRA A 1050 °C AGGIUNTA DI ELEMENTI COME Ti, Nb O ABBASSANDO IL TENORE DI C NELL'ACCIAIO $\leq 0{,}03\%$.