

ANALIZA E SHKAQEVE TË AVARIVE NGA KORROZIONI NË DISA NYJA TË LINJËS SË PRODHIMIT TË BIRRËS NË FABRIKËN "STELA"

*ÇAÇI A., LAME A¹., KOKALARI E¹., ZOTAJ J.

¹Universiteti i Tiranës, Fakulteti i Shkencave të Natyrës, Departamenti i Kimisë

e-mail: arlindacaci@yahoo.com

Përmbledhje

Studimi bazohet në analizën e shkaqeve të korrozionit në sistemin CIP (Cleaning in Place) të fabrikës "Stela". Analiza e shkaqeve është e domosdoshme për të vlerësuar drejt masat mbrojtëse nga agjentët korroziv, për të ruajtur cilësinë, si dhe për të ruajtur sigurinë e produktit ushqimor. Korrozioni është shfaqur në zonat të ndryshme të rrjedhjes, në valvula të hapjes dhe të mbylljes së qarkullimit të ujit, në tuba. Metodatat që janë përdorur për studim janë metoda metalografike dhe mikroskopi optik. Është e rëndësishme njohja e zonave ku janë marrë mostrat, njohja e parametrave: pH, temperaturë, shtypje, fortësia e ujit, përbërja e ujit si dhe materiali përbërës i tubave që në rastin tonë është prej çeliku me karbon me legim të lartë. Nga analiza e mostrave dhe studim i kushteve të punës arrihet në përfundimin që detergjentët e përdorur për larje kanë ndikuar në fillimin e korrozionit të tubit duke atakuar më shumë valvulën e ujit pasi në të kemi dhe funksionim jo periodik. Gjatë analizës u vunë re pikëzime të tavanit të tubit dhe nënproduktet kafë të FeOOH ose ndryshku i zakonshëm. Korrozioni u evidentua në pjesën e brendshme sidomos në tegelin e saldimit. Tipi i korrozionit i shkaktuar nga kondensati ka formën e vrimave të gropëzuara me një diametër më të gjërë se lartësia e vrimës. Lloji i korrozionit të vrojtuar është korrozion krisës që fillon si korrozion pikësor dhe përparon maja e pikës me një krisje pingul me stresin pra paralel me profilin e valvulës duke e ciflosur gradualisht dhe duke shkaktuar rrjedhjen e lëngut.

Abstract

The study is based on failure analysis of corrosion in the CIP (Cleaning in Place) system of "Stela" factory. The failure analysis is necessary to evaluate protective measures in corrosive agents, to maintain the quality, as well as to maintain safety of the food product. Corrosion appears in different flow areas, at the valve opening and closing the water flow in pipes. The methods that are used in this study are metallographic methods and optical microscopy. It is very important there cognition of areas where samples were taken, knowing the parameters: pH, temperature, hardness of water, pressure, composition of the water pipes and materials which in our case is high alloy carbon steel. The analysis concluded that detergents used for washing influenced on the corrosion of the pipes and valve, because the water valve didn't have a periodic function. During the analysis were seen different pitts in the ceiling of the pipe, and brown FeOOH and even rust. Corrosion was evidenced in the interior part of the pipes, especially in welding area. The type of corrosion caused by the condensate has the form of pitting were the pitts have the diameter wider than the height. The type of corrosion observed is called craking corrosion. That begins as piting corrosion and progress from the top of the pits as a crack across the stress and in the same direction with a flow and valve profile, by gradually esfoliation and so causing leakage.

Fjalëkyçe: korrozion, analiza e shkaqeve, sistem CIP.

Hyrje

Një nga sfidat më të mëdha në industrinë ushqimore është ruajtja e një mjedisi pune higjienik dhe sa më efikas. Cilësia e produktit, siguria shëndetësore dhe kushtet sanitare janë disa nga shqetësimet kryesore në industrinë ushqimore. Një nga faktorët që ndikon në rritjen e këtyre shqetësimeve është dhe korrozioni. Në industrinë ushqimore sidomos në linjat e prodhimit industrial nuk mund të tolerohet korrozioni dhe prania e produkteve të korrozionit (Veith, 1996). Impiantet tipike të fabrikave të ndryshme në industrinë ushqimore përdorin pajisje të shkallëve të ndryshme të vjetërsisë, të cilat janë ndërtuar prej llojeve të ndryshme materialesh, duke përfshirë këtu çelikun me karbon, aluminin, çelikun inoks, qelqin, drurin, plastikën etj. Korrozioni, si një atak mbi materialin për shkak të reaksionit kimik ose elektrokimik të tij me mjedisin rrethues, mund të jetë një nga armiqtë e shumicës së këtyre materialeve. Ndër kerkesat kryesore në industrinë ushqimore është kontrollimi i korrozionit para se të fillojë prodhimi (Chmielewski & Frank, 2003). Produktet e korrozionit nuk janë të pranueshme në produktin ushqimor për shkak të arsyeve shëndetësore; për këtë arsye, pothuajse të gjitha pajisjet e prodhimit janë të përbërë nga materiale rezistentë ndaj korrozionit. I tillë është çeliku inoks i cili ka hyrë gjerësisht në përdorim në industrinë ushqimore që nga viti 1965 (Nash, *et al.*, 2007). Janë realizuar shumë kërkime në kategori të ndryshme të dëmtimeve të tubacioneve industrial, të tilla si dëmtime nga korrozioni nën stress (Valiente, 2001), fraktura korrozive (Makarenko *et al.*, 2007; Chernov *et al.*, 2002), korrozioni pikësor dhe qëndrueshmëria e tyre (Makarenko *et al.*, 2005).

Në rastin e korrozionit pikësor dhe çarës, problemi i parë që merret në konsideratë nga inxhinierët është përmbajtja e klorit në ujë. Gjithashtu është e rëndësishme të merren parasysh edhe faktorë të tjerë si pH, gjeometria e pajisjes, përmbajtja e oksigjenit si oksidant dhe depolarizator etj. Prania e ujit është thelbësore në procesin e korrozionit me temperaturë të ulët. Ujë i distiluar, kimikisht i pastër, në fakt është korroziv. Kur përqëndrimi i kripërave në të është i ulët, korrozioni i çelikut (që paraqitet në formën e tendencës së pikëzimit) duhet të kontrollohet nga reduktimi i oksigjenit të pranishëm në ujë nëpërmjet trajtimit kimik ose nëpërmjet mbrojtjes katodike. Korrozioni i induktuar nga oksigjeni është proporcional me përqëndrimin e tij, deri në vlerën 25-30 ppm. Temperatura e lartë, presioni i lartë dhe pH i ulët e rritin korrozivitetin. Në temperatura të larta, avujt e ujit nuk luajnë ndonjë rol dominues në korrozionin e tubave, por jo në rastin kur arrihet pika e vesës (kondesim), dhe korrozioni rritet menjëherë (Pierre & Roberge 2000).

Një ekzaminim i detajuar i dëmtimit bashkë me të dhënat në veprim zakonisht janë të dobishme në identifikimin e mekanizmit të dëmtimit dhe si rrjedhojë në ndërmarjen e masave korrigjuese. Në varësi nga rasti specifik,

vezhgimi makroskopik kombinuar me analizën kimike dhe analizën mikroskopike të metalit mund të jetë i nevojshëm për të kapur mekanizmin primar të dëmtimit. Hapi i parë në hetimet laboratorike është ekzaminimi visual. Duhet inspektuar për dëmtime si ana e jashtëme ashtu dhe ana e brendëshme e sipërfaqes. Dokumentacioni fotografik mbi gjëndjen e tubacionit mund të përdoret në lidhje me të dhënat e fituara gjatë investigimit në lidhje me mjedisin, kushtet kimike dhe formës së depozitimeve të ndryshme. Një vëmendje e veçantë i kushtohet ngjyrës dhe formës së depozitimeve të ndryshme, frakturave sipërfaqësore, pozicionimit të tyre dhe morfologjisë. Një stereomikroskop me një fuqi jo shumë të madhe zmadhimi mund të ndihmojë në ekzaminimin e mësipërm. Për një investigim në brendësi të materialit mbi depertimin e dëmtimit, është i domosdoshëm mikroskopi metalografik me një zmadhim të konsiderueshëm.

Materiali dhe metodat

Në këtë studim kemi të bëjmë me tubacionet e transportit të ujit që del nga pusi dhe furnizon pjesë të ndryshme të impianteve të fabrikës Stela. Studimi është bazuar sidomos në dy pjesë nga pozicione të ndryshme tubi i drejtë dhe valvula të hapjes dhe të mbylljes së qarkullimit të ujit në tuba (Figura 1). Materiali prej të cilit përbëhen tubat furnizuese të tankut është çelik me karbon me legim të lartë (Figura 1). Rreth 90% e linjës është inox.

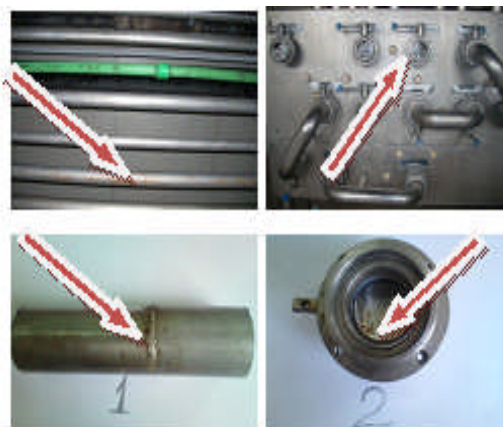


Figura 1. Mostrat e marra për analizë: 1- Tubi i drejtë dhe 2- Valvulat

Në Figurën 1 duket qartë prania e produkteve të korrozionit të lokalizuara dhe në formë pikash me ngjyrë kafe. Kjo tregon për produkte korrozioni të formës FeOOH ose ndryshku tradicional që është i pranishëm në të shumtën e rasteve në mjedise neutrale ose pak acide me prani të bollshme të oksigjenit në gjendje statike. Metodatat që janë përdorur për studim janë metoda metalografike dhe mikroskopi optik. Do të studiojmë pjesën e brendëshme të tubit si dhe brendësinë e kllapës së valvulës.

Marrim mostra të prera përkatësisht nga ana e brendëshme e tubit në zonën e tegelit të saldimit dhe në zonën e pasur me produkte korrozioni të kllapës.

Pamja e jashtëme e tubit dhe e valvulës na jep informacion të bollshëm duke parë dhe shpjeguar thjeshtë nga forma dhe ngjyra e produkteve të korrozionit mbi pozicionimin e tubit në impiant dhe mbi përcaktimin e zonës së tubit që ka shërbyer si tavan dhe si dysheme.

Është e rëndësishme të njihemi me zonat ku janë marrë mostrat, të njohim parametrat: pH, temperatura, shtypja, fortësia e ujit, përbërja e ujit. Përsa i përket analizës së kushteve të punës dhe mjedisit në të cilin punon pajisja (në rastin tonë sistemi CIP, Cleaning in Place; sistemi automatik i larjes së tankeve dhe linjave) laboratorit qëndror i analizave në fabrikën e birrës "Stela" sipas një vlerësimi për vitin 2012 (vit kur është kryer dhe studimi) jep përbërjen kimike të ujit.

Të dhënat e analizave mbi përbërjen kimike, fortësinë, alkalinitetin dhe pH janë paraqitur në Tabelën 1, ku vihet re dukshëm që pH i ujit furnizues pas osmozës, e cila është e domosdoshme për të siguruar një nivel pastërtie dhe fortësie të ujit të kënaqshëm për një prodhim industrial ushqimor si birra, është një pH acid. Një pH i tillë është i favorshëm për procesin enzimatik tek fabrika e birrës por mjaft problematik për çelikut me karbon sidomos në prani të nxehtësisë si dhe të oksigjenit të tretur duke u bërë shkas për një korrozion pikësor me vrima të gjëra.

Kjo është një pikënisje për të shpjeguar korrozionin që paraqesin tubat e transportit të marra në analizë dhe për të shpjeguar shkakun e avarisë. Gjithashtu dhe detergjentët e përdorur për larje kanë ndikuar së tepërmi në fillimin e korrozionit të tubit dhe së tepërmi të valvulës së ujit pasi në të kemi dhe jo funksionim periodik. Intervali kohor i vënies në funksionim është me stade të papërcaktuara.

Temperatura e mjedisit të jashtëm tek sistemi cip ishte në intervale të ndryshme pasi në të kalohet si lëndë e nxehtë e maltit ashtu dhe uji i cili mundëson larjen e tubave, ky ndryshim temperature krijon kondesatet dhe mjedis herë me lagështirë dhe herë të thatë shkak për fillimin e zhvillimit të një korrozioni.

Tabela 1. Parametrat vlerësues të ujit të pusit para dhe pas osmozës

Parametrat e ujit të pusit

PH=6.71	ALK=12 ml	HCO₃=33.6 gradë gjermane
Ca²⁺=120.24	Turbullira duhet të jetë 0 ose afërsisht 0.1	FORTESIA= 67.32

Vlerat e parametrave të ujit pas osmozave

Omozë e vogël	Osmozë e madhe	Vlerë e lejuar
PH=6.0	PH=6.75	PH=5.8+0.5
TDS=50	TDS=89	
HCO ₃ ⁻ =2.6 gradë gjermane	HCO ₃ ⁻ =7.28 gradë gjermane	HCO ₃ ⁻ =67-130
ALK=1 ml	ALK=2.6 ml	ALK=1.5+ -0.3ml
Ca ²⁺ =24.04	Ca ²⁺ =28.05	Ca ²⁺ =24-28
FORT=4.4 gradë gjermane	FORT=11.2 gradë gjermane	FORT=4.6-5re/5-9vjet

23/06/2012

Në Figurën.2 përveç pamjes së përgjithshme të tubit dhe të valvulës të marrë për analizë është bërë një prerje tërthore për të parë në mënyrë më të detajuar format e korrozimit.



Figura 2. Pamje nga sipërfaqja e brendshme e tubave dhe kllapës së korroduar

Nga Figura 2 duket qartë se tubi në pjesën e brendshme ka probleme serioze me korrozionin në zonën e saldimit. Kjo është e kuptueshme pasi (pavarësisht cilësisë së mirë të saldimit, për nga materiali por jo nga tegeli), si rezultat i temperaturës së lartë ndodhin ndryshime në strukturën e kokrrizave të materialit prej çeliku. Sa më i fortë të jetë çeliku aq më e madhe është mundësia e ndryshimeve në kufijtë e kokrrizave ku ndodh

precipitimi i karbureve. Pikërisht këto zona janë më delikate dhe më të prekura nga agjentët korrozivë.

Rezultatet dhe diskutime



Figura 3.-Marrja e kampioneve për analizë metalografike.

Fillimisht i polirojmë mostrat me letra poliruese 250, 1000, dhe më pas me letra poliruese 2000. Bëjmë të ditur që shigjetat tregojnë profilin që është caktuar për t'u analizuar nga pikëpamja optike dhe metalografike.



Figura 4.- Mostrat me epoksid të marrë nga prerja tërthore e tubave

PST- pjesa e sipërme e tubit

PPT- pjesa e poshtëme e tubit

Pasi kryhet polirimi i mostrave, mostrat analizohen me mikroskop optik dhe metalografik, të cilat përdoren për të identifikuar difekte në sipërfaqet e metalit. Vendosim mostrat në mikroskopin optik dhe bëjmë foto të profilit të brendshëm të saldimit të tubit në pjesën e poshtëme dhe në pjesën e sipërme të tij, siç paraqitet në Figurat 5 dhe 6.

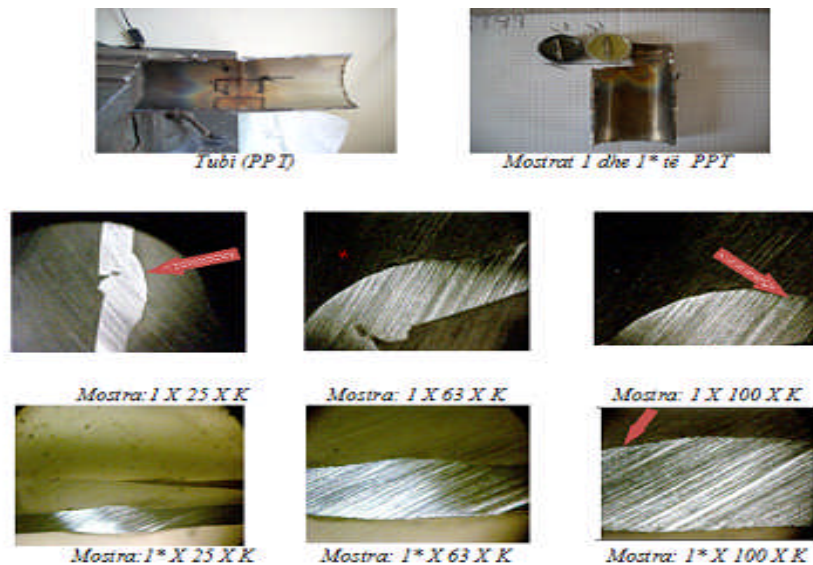


Figura 5. Foto me zmadhime të ndryshme me mikroskop optik të profilit të brendshëm të saldimit të tubit në pjesën e poshtëme të tij

PPT- pjesa e poshtëme e tubit

Fotot në Figurën 5 tregojnë për një profil të butë jo shumë të vrazhdtë krahasuar me atë që duket nga pamja e parë e profilit të saldimit dhe produkteve të korrozionit. Në zmadhimin më të madh të këtij mikroskopi si në mostrën 1* vihet re ashpërsim dhe dhëmbëzim i korroziv i buzëve të saldimit (anës së jashtme të saldimit). Lëngu që rrjedh vazhdimisht në këtë zonë të tubit (si uji i thjeshtë ashtu dhe malti i nxehtë apo solucionet larëse), shpjegon profilin e butë të saldimit me një korrozion uniform të buzëve të saldimit.

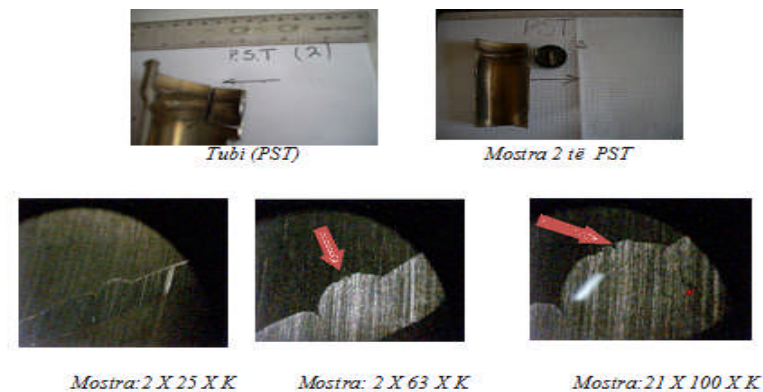


Figura 6. Foto me zmadhime të ndryshme me mikroskop optik të profilin të brendshëm të saldimit të tubit në pjesën e sipërme të tij.

PST- pjesa e sipërme e tubit.

Nga vëzhgimi me mikroskop optik siç paraqitet në Figurën 6 profilli është më i ashpër nga pikëpamja korrozive dhe njëkohësisht ashpërsia nuk vihet re në buzët e saldimit por në kupolën e saldimit. Kjo shpjegohet me faktin që korrozioni në këtë zonë është si rezultat i aktivitetit kondensiv që realizohet nga ndryshimet e temperaturave, është i karakterit lokal në formë bulëzash uji të kondensatit që për shkak të gjeometrisë dhe gravitetit përqëndrohen dhe janë stanjative duke u përqëndruar me specie agresive më shumë në kupolën ose majën e tegelit të saldimit. Analiza tjetër është bazuar në investigimin e profilin të brendshëm të materialit të marrë nga kllapa e valvulës me avari (në zonën ku me sy të lirë del më në pah prania e produkteve të korrozionit në formë të pikëzimeve lokale).

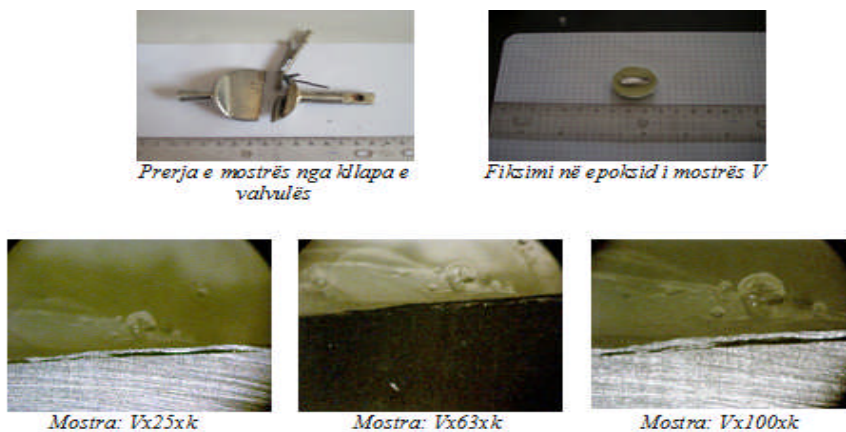


Figura 7- Foto me mikroskop optik me zmadhime të ndryshme për kampionin e marrë nga valvula.

Ajo që vihet re menjëherë nga pamjet me mikroskop (Figura 7) është një çarje e madhe që përfshin pothuajse gjithë profilin gjatësor të mostrës nën investigim dhe që fillësen e ka që në skajin ku ka zanafillën pikëzimi nën produktet e korrozionit të pikës. Duhet të theksojmë që materiali prej të cilit është ndërtuar valvula, e natyrshëm edhe kllapa e saj është prej inoksi të cilësisë së lartë. Në kushtet e ndryshimit të temperaturave, dhe në kushtet specifike të punës në lodhje me ngarkesa harmonike të përdredhjes gjatë hapjes dhe mbylljes së kllapës por edhe me goditje po harmonike të lëngut (malt i nxehtë apo ujë i thjeshtë dhe me detergjentë larës), është plotësisht e justifikueshme fillimmi i një korrozioni pikësor ku maja e pikës përparon në formën e krisjes anodike nën stres (stres harmonik në lodhje dhe i prodhimit). E meqë stresi është pingul me profilin edhe krisja është paralel me profilin. Për të hetuar më mirë në lidhje me çarjen mostra i nënshtrohet investigimit me mikroskop metalografik. Në Figurën 8 kemi pamjet përkatëse të mostrave me mikroskopin metalografik.

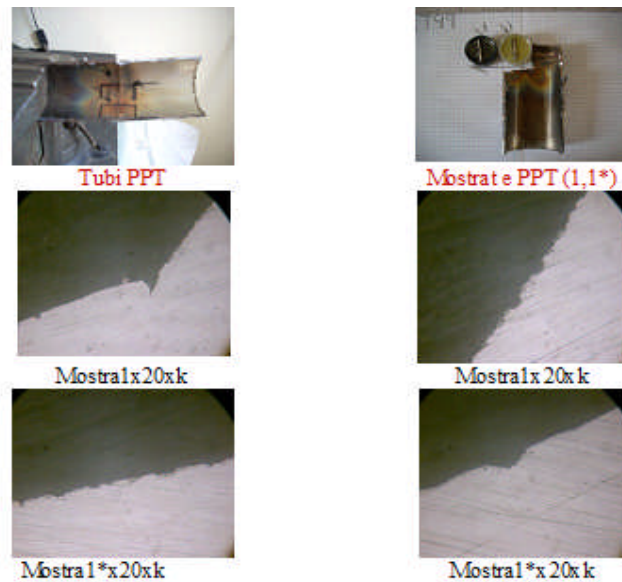


Figura 8. Foto me zmadhime të ndryshme me mikroskop metalografik të profilit të brendshëm të saldimit të tubit në pjesën e poshtëme të tij.

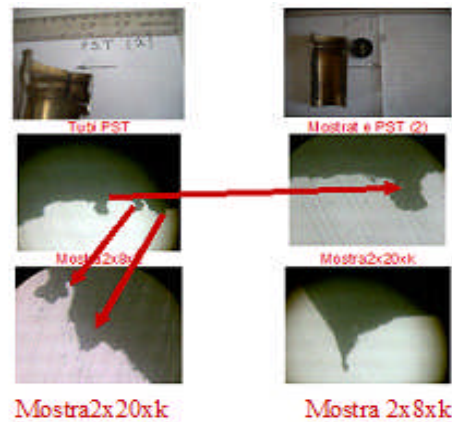


Figura 9. Foto me zmadhime të ndryshme me mikroskop metalografik të profilin të brendshëm të saldimit të tubit në pjesën e sipërme të tij.

Dhe në analizën me mikroskop metalografik NEOPHOT 21 të mostrës së marrë nga pjesa e sipërme e tubit dhe të lokalizuar kryesisht në kreshtën e saldimit aty ku evidentohet edhe gërryerje që nga investigimi me mikroskop optik, tregojnë se gërryerja krahasuar me pjesën e poshtme të tubit është më e mprehtë dhe më e lokalizuar. Zgavrat fillojnë me pikëzim për shkak të kondensatit që herë është pak acid herë neutral me prani detergjentësh, por gjithsesi i pasur me oksigjen. Ato janë karakteristike të korrozionit “shallow pitting” që është i pranishëm kur ndodh në drejtim të kundërt me gravitetin dhe në kushtet e mjedisëve të qëndrueshme që pasurohen (si pasojë e avullimit) me agjentë korrodes, si O_2 apo H^+ .

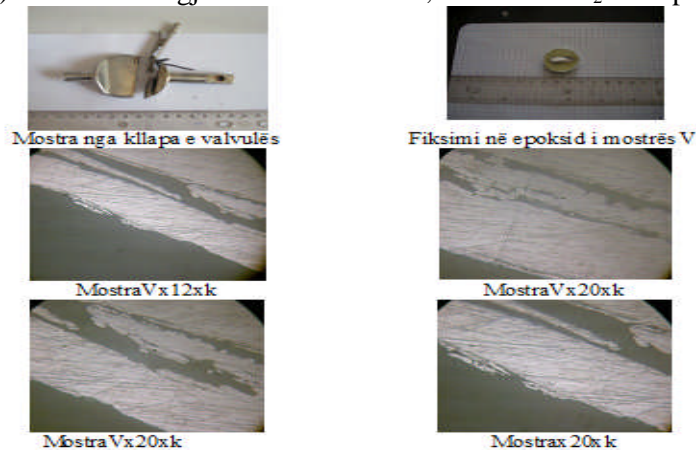


Figura 10- Foto me mikroskop metalografik për mostrën e marrë për analizë nga valvula.

Pamje shumë të qarta merren nga mikroskopi metalografik në lidhje me çarjen e kllapës së valvulës (Figura 9). Profili i mostrës që i përket zonës së brendëshme të kllapës (asaj në kontakt të drejtpërdrejtë me lëngun korrodues), ciflohet gradualisht dhe në zonat më problematike çarja është më e thellë dhe më e gjatë duke marrë me vete një sasi të madhe materiali dhe duke u bërë dhe shkak i rrjedhjes nga kllapa e lëngut (pra shkak i avarisë, si dhe duket, është korrozioni).

Konkluzione

Nga analiza e bërë me kampionet e marra nga pjesët me avari të tubave furnizues të tankut të fermentimit të birrës dhe valvulat e sistemit CIP u arrit në përfundimin:

- Rrjedhja e lëngut ndodh si nga tubi furnizues ashtu edhe nga njëra prej valvulave.
- Pas hetimit të tubit dhe valvulës u vunë re produkte korrozioni me ngjyrë kafe që i përkasin FeOOH ose ndryshkut të zakonshëm
- Nga literatura produkte të tilla korrozioni hekuri jep gjithnjë në kushtet e mjedisit asnjans ose lehtësisht acid në prani të O_2 ku depolarizatori kryesor është O_2
- Hetimi i pjesëve me avari pas heqjes nga sistemi u bë me mikroskop optik dhe metalografik NEOPHOT 21.
- Për tubin, probleme korrozioni kishte në pjesën e brendëshme sidomos në tegelin e saldimit (midis dy tubave me diametër të njëjtë kokë më kokë).
- Më i theksuar korrozioni paraqitej në pjesën e sipërme të tubit. Korrozioni lokalizohet në kurrizin e tegelit të saldimit, kjo e favorizuar nga gjeometria dhe graviteti.
- Tipi i korrozionit shkaktuar nga kondesati (ujë më specie korroduese që i japin karakter lehtësisht acid por edhe me sasi më të madhe oksigjeni pasi kondesati ka temperaturë më të vogël se lëngu rrjedhës në pjesën e poshtëme) ka formën e vrimave të gropëzuara me një diametër më të gjërë së lartësia e vrimës.
- Valvula është e korroduar kryesisht në kllapën e saj.
- Materiali i valvulës (inoks), kushtet e punës së saj (nën presion dhe stres harmonik të lëvizjes por edhe të goditjes nga lëngu) si dhe stresi mbetës nga prodhimi, bëjnë që në kushtet e një mjedisi korrodues në kontakt me të si ai neutral, lehtësisht acid, por edhe në ndryshim temperaturash, e në prani të detergjentëve, të prezantojë një tip korrozioni krisës që fillon si korrozion pikësor dhe përparon maja e pikës me një krisje pingul me stresin pra paralel me profilin e valvulës duke e ciflosur gradualisht dhe duke shkaktuar rrjedhjen e lëngut.

Rekomandime

-Meqë një nga shkaqet e korrozionit është kondesimi duhet shmangur ky i fundit në pjesën e brendshme të tubacioneve furnizuese të tankut duke përdorur material izoluese nga jashtë.

-Shkurtimi i kohës së ndërprerjes së prodhimit pasi kjo do të ishte një kohë e cila depoziton lëngje të ndryshëm në brryla por edhe pranë tegelave të saldimit duke shkaktuar kushte të favorshme për fillimin e korrozionit.

-Në rastin e valvulave, e vetmja gjë që mund të rekomandojmë është pastrimi i kujdesshëm dhe tharja kur ndërron destinacioni i lëngut që kalon në to. Materiali prej të cilit janë prodhuar është shumë i mirë dhe rezistent.

Literatura

Patrick. H. Vieth.(1996): Analysis of DOT Reportable Incidents , Ninth Symposium on Line Pipe Research, Paper 2, Houston, Texas Septembre 30- October 2

Chmielewski, R.& Frank J. (2003): Bopfilm Formation and Control in Food Processing Facilities. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2: 22-23. doi:10.1111/j.1541-4337.2003.tb00012

Rick Nash., Smithfield Beef Group., Plainwell .(2007): Battling Corrosion in the Food Processing Plant. Pumps & Systems, Food Processing, 32-33

Valiente.(2001): Engineering Failure Analysis, Volume 8, issue 3, Stress corrosion failure of large diameter pressure pipelines of prestressed concrete, 245-261

Makarenko, V.A. Petrovskij, Makarenko. V. Y. Chernov & Ob'edkova. (2007), Corrosion fracture of equipment within wells and pipelines at western siberia oil deposits. J. Chem. Petroleum Eng., 43: 120-124

Chernov, V.Y., V.D. Makarenko., Kryzhaniv's'kyi E.I., Shlapak L.S. (2002): On the causes of corrosion Fracture of industrial pipelines. Mater. Sci., 38: 880-883

Makarenko V.D., Antselovich O.V., Bakharev M.S., Murav'ev K.A.,Kalyanov A.I.(2005):Improving the strength of industrial pipelines. J. Chem. Petroleum Eng., 41: 221-224

Chawla S. L., Gupta R. K. (1993): Materials Selection for Corrosion Control. Materials Park, Ohio, ASM International

Pierre R. Roberge, (2000): Handbook of Corrosion Engineering. McGraw-Hill, New York, 742-743, 745

V. S. Sastri., Ghali E.,Elboujdaini M. (2007): Corrosion Prevention and Protection Practical Solutions. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO198SQ, England; 151-155; 399-400