

ANALIZA RISCULUI TEHNOLOGIC PENTRU PROCESUL DE PRELUCRARE PRIN ELECTROEROZIUNE

RUJAN Valentin¹

Conducători științifici: Prof. dr. ing. **Alexandra BANU**, As. drd. ing. **Cristina JUGĂNARU**

Lucrarea prezintă succint metodele existente de analiză a riscurilor, axându-se pe analiza riscului tehnologic pentru procesele de prelucrare. De asemenea, este prezentată și aplicată metoda HAZOP de analiză a riscului pentru procesul de prelucrare prin electroeroziune. Astfel, au fost identificate și analizate riscurile inacceptabile, fiind propuse acțiuni pentru diminuarea acestora.

CUVINTE CHEIE: analiză risc; electroeroziune; HAZOP.

1. INTRODUCERE

Exploatarea eficientă a liniilor și instalațiilor tehnologice presupune funcționarea cvasicontinuă a acestora, prin diminuarea substanțială a ponderii opririlor cauzate de diferite cedări/defectări, în circumstanțele protejării corespunzătoare a sănătății personalului angajat și populației, ale menținerii integrității fizice a echipamentelor tehnologice și ale conservării calității mediului ambiant[1].

O componentă esențială a oricărei analize de risc o constituie identificarea tuturor factorilor de risc implicați în punerea în operă a sistemelor tehnice/tehnologice. Ținând seama de fazele și etapele punerii în operă a unui sistem tehnic/tehnologic, identificarea și sistematizarea factorilor de risc presupune gruparea acestora în următoarele trei mari categorii:[1]

- a) factori intrinseci;
- b) factorii asociați condițiilor de exploatare și amplasare teritorială;
- c) factorul uman implicat în faza de exploatare.

Între factorii nominalizați există interacțiuni și condiționări reciproce, analizele de risc trebuind să identifice acești factori în contextul acestor interdependențe. Indiferent dacă se pune problema proiectării unei instalații industriale absolut noi, a măririi de capacitate sau a modernizării unei instalații existente, în contextul asigurării siguranței și securității în funcționare este necesară experiența profesională însumată a întregului spectru de specialiști care participă la activitățile menționate.

Prevenirea accidentelor tehnice/tehnologice prin analiza hazardului implică activități suplimentare încă din etapa de proiectare, prin tehnici și metode calitative și/sau cantitative bazate pe date existente sau pe acțiuni sistematice, creative.

2. STADIUL ACTUAL

Prelucrarea prin electroeroziune este o tehnologie neconvențională care are la bază procesele de eroziune. Procesele de eroziune sunt procese de distrugere a integrității straturilor de suprafață ale obiectului supus eroziunii, cu ajutorul energiei unui agent eroziv. Energia agentului eroziv, de natură mecanică, electrică, electromagnetică, electrochimică, chimică, termică sau mecanică, acționează în zona de interacțiune sau spațiul de lucru eroziv și se transformă în energie de distrugere a integrității straturilor de suprafață a piesei supusă prelucrării, având ca efect prelevarea de material. Prelucrarea prin electroeroziune se bazează pe efectul eroziv polarizat al unor descărcări electrice prin impuls, amorsate în mod repetat între un electrod (electrodul sculă) și obiectul prelucrării. Agentul eroziv este descărcarea electrică prin impuls.

Descărcarea electrică ce apare la o anumită tensiune și putere a sursei evoluează în patru etape succesive: descărcare luminiscentă, scânteie, scânteie - arc, arc electric [2].

Chiar dacă există o serie de studii realizate asupra aspectelor producției și calității prelucrării prin electroeroziune[3, 4], foarte puține dintre acestea au fost efectuate luând în considerare o identificare sistematică a riscurilor, majoritatea lucrărilor studiate abordând câte un tip specific de riscuri [5, 6, 7, 8, 9]. Prin această lucrare se urmărește realizarea unei analize calitative a riscurilor, ținând cont de întreaga gamă de riscuri existente.

1. Specializarea Nanotehnologii și Sisteme neconvenționale, Facultatea IMST;

E-mail: valentinrujan@hotmail.com

3. METODE DE ANALIZĂ A RISCURILOR

Există două mari categorii de metode în cadrul cărora se disting o serie de componente generale

- Analize calitative: au ca obiectiv principal stabilirea listei de riscuri, face posibilă ierarhizarea evenimentelor în ordinea riscului și prezintă primul pas în metodologia de realizare a analizei cantitative a riscurilor.

- Analize cantitative folosite pentru evaluarea hazardurilor, pentru a decide cum trebuie să acționăm în scopul eliminării sau reducerii riscului.

Ordinea de aplicare este de la identificarea calitativă la analiza cantitativă.

În domeniul evaluării riscului există diferențe de opinie în ceea ce privește utilizarea metodelor de analize calitative sau cantitative. Factorul calitativ-cantitativ este proprietatea de bază a metodelor de analiză a hazardurilor. Majoritatea metodelor de analiză sunt efectuate cu scopul identificării hazardurilor și pentru determinarea riscului de transformare a hazardului în accident.

Pentru determinarea riscului de accident a hazardului identificat, trebuie utilizată o metodologie de caracterizare a parametrilor de probabilitate și magnitudine. Au fost dezvoltate atât metode calitative cât și metode cantitative, care sunt folosite cu succes, fiecare metodă având avantajele și dezavantajele proprii.

Pentru realizarea unei analize a riscurilor este necesar să se identifice și evalueze pericolele ce pot apărea în timpul procesului. Acestea vor fi ierarhizate în concordanță cu gradul de risc, fiind luate în considerare probabilitatea sau frecvența și severitatea consecințelor.

De obicei, se recomandă să se înceapă ierarhizarea pericolelor după potențialele consecințe distructive, urmate de o estimare a probabilității ca pericolul să genereze o consecință.

Pericolele care pot cauza moartea sau distrugerea unei instalații au cel mai înalt grad de severitate. Pericolele vor fi minore sau neglijabile dacă nu vor conduce la incapacitate temporară de lucru ca urmare a vătămării sau îmbolnăvirii.

3.1. Metode calitative de analiza a riscurilor

Metode calitative de identificare a hazardurilor și estimare a riscului:

1. Metoda listelor de verificare (checklist);

- DSF- "Diagnosis Safety Form";

- DCT- "Diagnostic et Conditions du Travail";

- SQD- "Safety Diagnosis Questionnaire";

- MORT- "Management Oversight and Risk Three";

2. Inspecțiile integrale ale instalațiilor industriale;

3. Ierarhizarea;

4. Metoda Analiza Preliminară de Hazarduri" (PHA);

5. Metoda de analiza "Dar Dacă ?";

6. Metoda „Studiul Hazardurilor și al Operabilității” (HAZOP);

7. Metoda „Analiza Modurilor de Defectare și a Efectelor” (FMEA);

8. Metoda de evaluare a riscului prin indicele DOW;

9. Determinarea probabilității prin Analiza istoric.

O analiză calitativă presupune utilizarea unor criterii calitative, folosind diferite categorii pentru separarea parametrilor, utilizând scări calitative pentru fiecare categorie în parte. De asemenea, deciziile sunt luate calitativ, bazate pe experiența evaluatorului cu scopul de a atribui elemente în categorii. Această abordare este subiectivă, dar permite un grad de generalizare mai mare, fiind mai puțin restrictivă.

Analiza calitativă implică folosirea unor criterii calitative, folosind diferite categorii pentru separarea parametrilor, cu definiții calitative care stabilesc scala pentru fiecare categorie.

De asemenea, sunt luate decizii calitative, bazate pe expertiza în domeniu, pentru încadrarea elementelor în categorii. Această abordare este subiectivă, dar permite un grad de generalizare mai ridicată, fiind mai puțin restrictivă.

3.2. Metode cantitative de analiza a riscurilor

Metode cantitative de analiza de risc:

1. Analiza "HAZAN";

2. Evaluarea frecvenței evenimentelor de vârf. Arborele Greselilor;

3. Evaluarea frecvenței scenariilor accidentale. Arborele evenimentelor;

4. Analiza efectelor și a consecințelor prin modelarea matematică și simularea accidentelor tehnologice.

Analiza cantitativă include folosirea datelor numerice sau cantitative și furnizează rezultate cantitative. Această abordare este mult mai obiectivă și mai precisă. Trebuie menționat faptul că rezultatele cantitative pot fi afectate foarte mult de precizia și validitatea parametrilor de intrare.

Din acest motiv rezultatele cantitative în cazul analizelor de risc nu ar trebui considerate ca

numere exacte, ci estimativ cu o scală variabilă.[11]

În figura 1 se prezintă succint etapele precum și în metodele de analiza a riscului specifice fiecărei etape.[12]

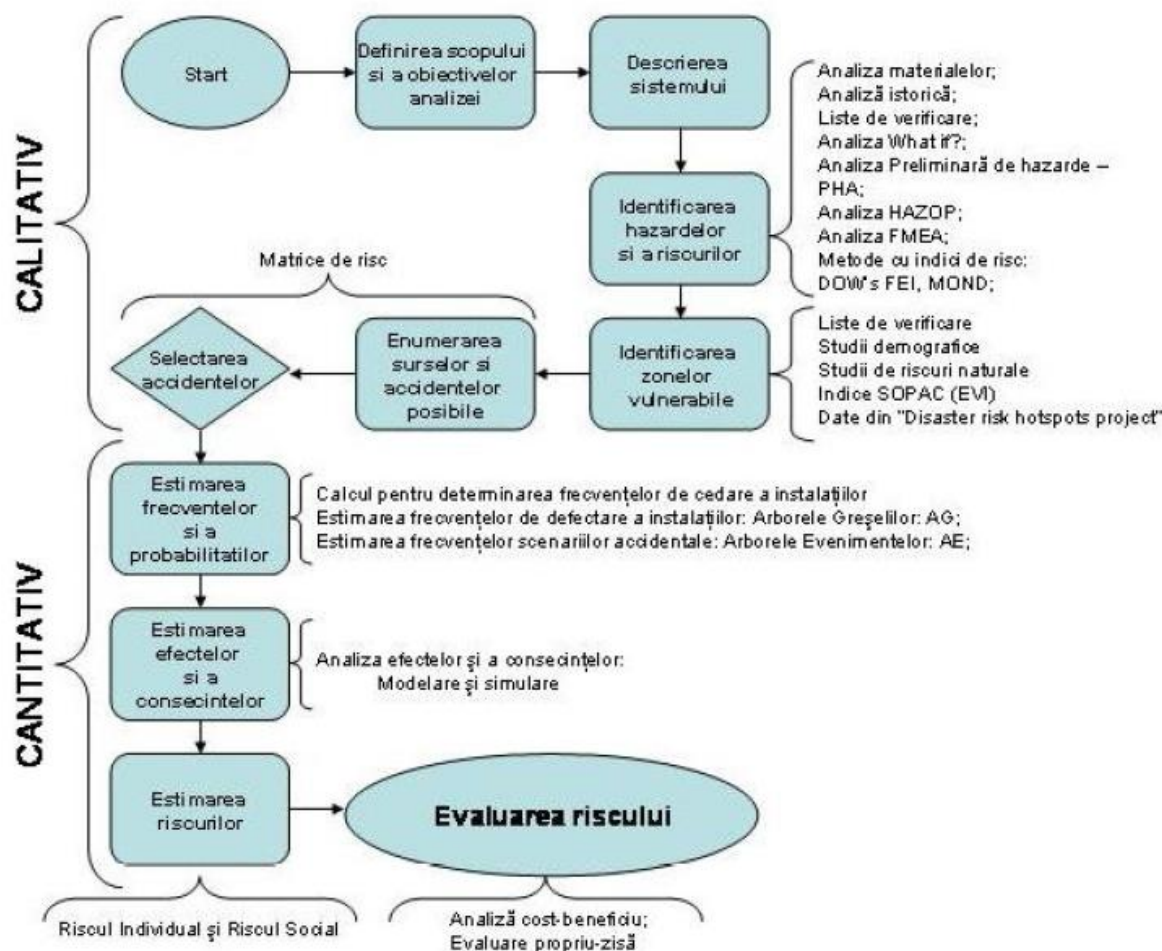


Fig 1. Etapele și metodele de analiza a riscului[12]

În continuare, pentru analiza riscurilor la procesul de electroeroziune a fost selectată metoda HAZOP deoarece:

- poate fi aplicată în cazul riscurilor greu de cuantificat; riscuri ce pot apărea din cauza factorului uman; riscuri greu de identificat, analizat, izolat etc.

- este o tehnică de tip „brainstorming”;
- este mai simplă și mai intuitivă decât alte metode de evaluare a riscurilor.[13]

4. ANALIZA RISCURILOR PENTRU PROCESUL DE ELECTROEROZIUNE FOLOSIND METODA HAZOP

Metoda de analiză a riscurilor și operabilității (HAZard and Operability Analysis, HAZOP) este o tehnică structurată și sistematică utilizată pentru examinarea sistemelor și pentru managementul riscurilor. Această metodă este în special folosită

ca o tehnică pentru identificarea pericolelor potențiale într-un sistem precum și pentru identificarea problemelor de interoperabilitate care ar putea conduce la produse sau acțiuni neconforme.[14]

Un beneficiu important al utilizării acestei metode este faptul că, pe baza cunoștințelor rezultate, obținute prin identificarea pericolelor potențiale și al problemelor de operabilitate într-un mod structurat și sistematic, este posibilă stabilirea măsurilor de remediere corespunzătoare.

Metoda HAZOP de evaluare a riscului se bazează pe o teorie care presupune că evenimentele de risc sunt cauzate de abateri de la specificațiile de proiectare sau de operare. Identificarea acestor abateri este facilitată prin utilizarea de seturi de "cuvinte cheie", seturi ce reprezintă o listă sistematică de posibile abateri.[14]

Tabelul 1: Exemple de cuvinte cheie utilizate

Tip abatere	Cuvânt cheie	Exemplu de interpretare pentru procese industriale	Exemplu de interpretare pentru sisteme electronice de control
Negativ	Nu	Nu este identificată nici-o parte a specificațiilor de proiectare (ex. nu există debit prin conductă)	- Nu există semnal măsurat - Nu există semnal de comandă
Modificare cantitativă	Mai mult	Creștere cantitativă a unui parametru (ex. temperatură peste limita maximă)	- Semnal de comandă cu valoare peste limită - Transmisie a datelor cu viteză prea mare
Modificare cantitativă	Precum și	- Prezența impurităților - Execuția simultană a unei alte operații	- Prezență semnal parazit - Prezență semnal fals
Substituție	Invers	- Flux invers al unui fluid - Reacție chimică reversibilă	Semnal de comandă cu polaritate inversă
Timp	Mai devreme	O operație are loc mai devreme decât momentul prevăzut (ex. răcire, ventilație)	Un semnal de comandă este transmis mai devreme decât momentul prevăzut
Ordine sau secvență	Înainte	O operație are loc înaintea altei operații decât trebuie (ex. încălzire înaintea amestecului)	Contactorul C2 închide/deschide înaintea contactorului C1

Combi-națiile dintre elementele din ghidul decuvinteîmpreună cu caracteristicepot fiinterpretatediferitînstudiiale diferitelor sisteme, ladiferite fazealeciclului de viațăale sistemului, șiatunci când sunt aplicatela reprezentăridiferitede proiectare. Chiar dacă unele combinații nu pot avea interpretări semnificative pentru un studiu dat, ar trebui să fie luate în considerare.

Interpretarea tuturor combinațiilor cuvântul utilizat–element/caracteristică ar trebui să fie definită și documentată. Dacă o combinație are mai mult de o interpretare sensibilă, în contextul de proiectare, toate interpretările ar trebui să fie listate[14].

Analiza ar trebui să urmeze un fluxul sau o succesiune de secvențe legate de elementul supus analizei urmărind o înșiruire logică de operații de la intrare la ieșire. Puterea metodei de analiză a riscurilor HAZOP derivă din execuția pas cu pas a procesului de examinare.

Există două proceduri de examinare pas cu pas a unui sistem sau proces în vederea realizării analizei riscurilor în raport cu combinația element/cuvânt – cheie:

- procedura element;
- procedura cuvânt – cheie.

În cazul analizei efectuate în această lucrare am ales ca procedură, procedura cuvânt cheie prezentată în figura 2.[14]

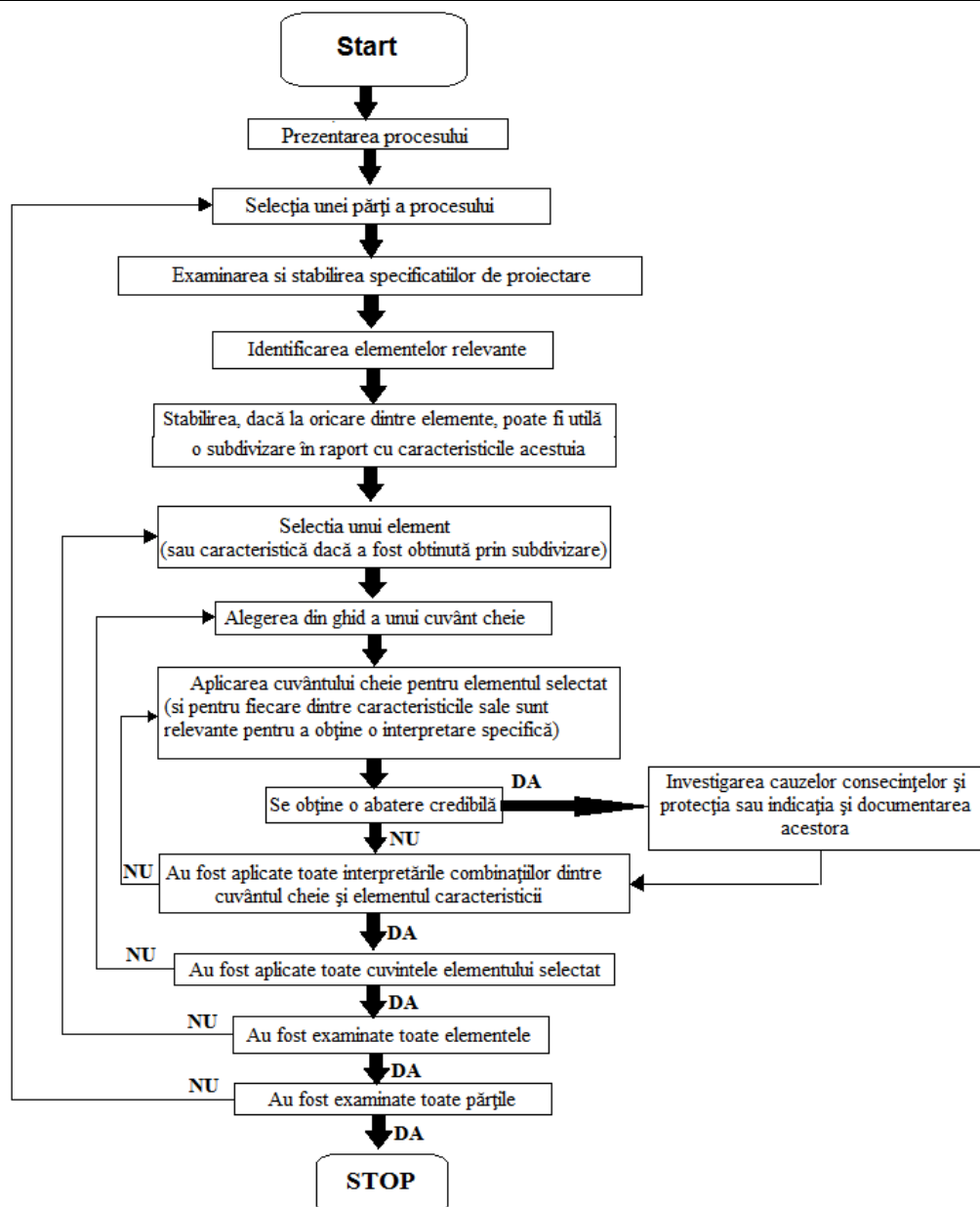


Fig. 2: Procedura cuvânt – cheie de examinare pas cu pas a unui sistem sau proces în vederea realizării analizei riscurilor prin metoda HAZOP [14]

4.1 Stabilirea fazelor operației și succesiunii acestora

Pentru realizarea unei cavități cu următoarele dimensiuni 40 x 24 x 20 mm, se parcurg următoarele etape:

1. Prinderea piesei și poziționarea acesteia.
2. Prinderea electrodului .
3. Poziționarea electrodului în raport cu piesa de prelucrat (reglarea la dim.).
4. Umplerea bazinului cu dielectric.
5. Stabilirea regimului.
6. Reglarea mașinii pentru regimul stabilit.
7. Prelucrarea propriu-zisă.
8. Oprire prelucrare.
9. Evacuare dielectric.
10. Desprinderea electrodului 1.
11. Prinderea electrodului 2

12. Poziționarea electrodului în raport cu piesa de prelucrat (reglarea la dim.).
13. Umplerea bazinului cu dielectric.
14. Stabilirea regimului.
15. Reglarea mașinii pentru regimul stabilit.
16. Prelucrarea propriu-zisă.
17. Oprire prelucrare.
18. Evacuare dielectric.
19. Desprindere piesă.
20. Spălare piesă.
21. Control.

Pentru aceste operații au fost evaluate riscurile tehnologice utilizând metoda HAZOP, prezentate în tabelul 2.

Analiza Riscului Tehnologic Pentru Procesul De Prelucrare Prin Electroeroziune

Tabel 2. Evaluarea riscurilor tehnologice utilizând metoda HAZOP

Nr. crt	Operația	Cuvânt – cheie	Abatere	Cauze posibile	Consecințe	Elemente de siguranță	Acțiuni necesare	Responsabil
1	Prinderea piesei și poziționarea acesteia	Greșit	Poziționarea greșită a piesei pe masa mașinii	Interpretarea greșită de către operator a schemei de orientare	Identificarea incorectă a suprafeței de prelucrat Prelucrarea realizată necorespunzător Piesa deteriorată iremediabil	Angajarea de personal calificat Evaluarea la angajare și periodică a cunoștințelor personalului angajat	Verificarea cunoștințelor	Șeful ierarhic, organe de instruire și control.
2	Prinderea electrodului	Altul decât	Prelucrare greșită a suprafeței	Fixare greșită a electrodului	Prelucrare realizată necorespunzător Piesa deteriorată remediabil/iremediabil	Angajarea de personal calificat Evaluarea la angajare și periodică a cunoștințelor personalului angajat	Verificarea electrodului înainte de prelucrare	Operatorul mașinii
3	Poziționarea electrodului în raport cu piesa de prelucrat (reglarea la dim.).	Greșit	Poziționarea greșită a electrodului în raport cu piesa de prelucrat	Planeitatea suprafețelor față de care se face reglarea	Prelucrare realizată necorespunzător Piesa deteriorată iremediabil	Angajarea de personal calificat Evaluarea la angajare și periodică a cunoștințelor personalului	Verificarea piesei înainte de realizarea reglării	Operatorul mașinii
4	Umplerea bazinului cu dielectric.	Mai puțin	Nivel scăzut de dielectric	Setări incorecte ale mașinii	Pericol de incendiu, generare de vapori, fum și gaze	Angajarea de personal calificat Evaluarea la angajare și periodică a cunoștințelor personalului	Senzori pentru verificarea înălțimii fluxului de lichid dielectric	Operatorul mașinii

Sesiunea Științifică Studențească, 15-16 mai 2015

5	Stabilirea regimului de prelucrare	Mai mult	Prea mult curent	Setări incorecte ale curentului	Emisii de substanțe toxice	Angajarea de personal calificat Evaluarea la angajare și periodică a cunoștințelor personalului	Verificarea cunoștințelor	Șeful ierarhic
6	Alegerea regimului de prelucrare	Mai mult	Durață a impulsurilor prea mare	Setări incorecte ale impulsului	Emisii de substanțe toxice	Angajarea de personal calificat Evaluarea la angajare și periodică a cunoștințelor personalului	Verificarea cunoștințelor	Șeful ierarhic
7	Reglarea mașinii pentru regimul stabilit	Altul decât	Reglarea incorectă a mașinii	Reglare incorectă a mașinii	Piesa deteriorată iremediabil	Angajarea de personal calificat	Verificarea cunoștințelor	Șeful ierarhic
8	Prelucrarea propriu-zisă	Greșit	Atingere electrodului și a piesei	Alegerea gresită a parametrilor de proces	Pericol de incendiu Piesa deteriorată Iremediabil	Angajarea de personal calificat. evaluarea la angajare și periodică a cunoștințelor personalului	Verificarea cunoștințelor	Șeful ierarhic
9	Desprindere piesă	Greșit	Scăparea piesei	Prezenta dielectricului pe suprafețele piesei	Piesa deteriorată remediabil/iremediabil	Angajarea de personal calificat. evaluarea la angajare și periodică a cunoștințelor personalului	Verificarea cunoștințelor	Șeful ierarhic
10		Greșit	Oprirea fluxului de lichid dielectric	stricarea pompei	Pericol de incendiu	Verificarea periodică a sistemului	instalarea unei alarme în cazul nefuncționării pompei	Șeful ierarhic

Analiza Riscului Tehnologic Pentru Procesul De Prelucrare Prin Electroeroziune

11		Greșit	Oprirea fluxului de lichid dielectric	Lichid dielectric insuficient	Supraîncălzirea pompei, pericol de incendiu	Verificarea periodică a volumului de dielectric existent în bazin	Asigurarea cantității necesare de lichid dielectric în rezervor	Operatorul mașinii
12		Greșit	Oprirea fluxului de lichid dielectric	Blocarea conductei	Supraîncălzirea pompei	Verificarea periodică a sistemului	Instalarea unui buton pentru oprirea de urgență a mașinii	Șeful ierarhic
13		Greșit	Oprirea fluxului de lichid dielectric	Spargerea conductei	Curgeri de dielectric	Verificarea periodică a sistemului	Instalarea unui buton pentru oprirea de urgență a mașinii	Șeful ierarhic
14		Altul decât	Punct de aprindere mai mic	Alegerea greșită a lichidului dielectric	Pericol de incendiu	Angajarea de personal calificat Evaluarea la angajare și periodică a cunoștințelor personalului	alegerea coerentă a lichidului dielectric	Operatorul mașinii
15		Mai mult	Creșterea temperaturii dielectricului	Creșterea temperaturii mașinii în timpul prelucrării	Pericol de incendiu, generare de vapori fum și gaze	Verificarea periodică a mașinii	Monitorizarea temperaturii	Șeful ierarhic
16		Altul decât	Particule nedorite în dielectric	Probleme ale sistemului de filtrare	Eliberare de fum toxic în atmosfera	Verificarea periodică a sistemului	Asigurarea unui sistem de filtrare corespunzător, înlocuirea filtrelor	Șeful ierarhic
17		Greșit	Defecțiune a filtrului	Folosirea pe perioadă îndelungată a filtrului	Contaminarea lichidului dielectric	Verificarea periodică a sistemului	Schimbarea periodica a filtrelor	Șeful ierarhic

6. Concluzii

Aplicarea metodei HAZOP asupra procesului de prelucrare prin electroeroziune a scos în evidență următoarele:

- posibilele riscuri ce pot să apară în timpul procesului;
- consecințele acestor riscuri;
- metode de evitare și combatere a riscurilor;
- personalul responsabil pentru înlăturarea posibilelor riscuri.

Metoda HAZOP poate fi folosită cu ușurință în orice situație în care se dorește cunoașterea posibilităților riscuri;

Metoda poate fi aplicată unui singur proces sau unei întregi linii de producție;

Metoda este ușor de folosit și înțeles de persoanele care vor să efectueze analiza.

7. Bibliografie

[1]*** Curs:Riscul tehnic/ tehnologic; disponibil:

http://omicron.ch.tuiasi.ro/~mgav/pdf/EMR/Curs_7.pdf

Accesat la data: 13.05.2015

[2] *** Prelucrare prin eroziune electrica- curs disponibil:

<http://biblioteca.regielive.ro/cursuri/mecanica/prelucrare-prin-eroziune-electrica319278.html>

Accesat la data: 12.05.2015

[3] Abbas NM, Solomon DG, Bahari MF (2007) A review on current research trends in electrical discharge machining (EDM). *Int J Mach Tools Manuf* 47, 1214–28.

[4] Yeo SH, Tan HC, New AK (1998) Assessment of waste streams in electric-discharge machining for environmental impact analysis. *Proceedings of Institution of Mechanical Engineers* 212(B), 393–401.

[5] BANU Alexandra, GHICULESCU Daniel, JUGANARU Cristina, TRIFANESCU Mihai, The environmental impact preliminary study of manufacturing machining by applying CO2PE methodology , *Nonconventional Technologies Review*, Vol. XVIII, no.4/2014, ISSN: 2359-8646 december 2014, 38-42.

[6] TONSHOFFHK, EGGERR, KLOCKEF (1996) Environmental and safety aspects of electrophysical and electrochemical processes. *Annals of CIRP. Manufacturing Technology* 45, 553–68.

[7] Leao FN, Pashby IR (2004) A review on the use of environmentally-friendly dielectric fluids in electrical discharge machining. *J Mater Process Technol* 149, 341–6.

[8] Evertz S, Dott W, Eisentraeger A (2006) Electrical discharge machining: Occupational

hygienic characterization using emission based monitoring. *Int J Hyg Environ Health* 209, 423–34.

[9] Mathew JOSE, S. P. SIVAPIRAKASAM and M. SURIANARAYANAN-.*Analysis of Aerosol Emission and Hazard Evaluation of Electrical Discharge Machining (EDM) Process*

[10] Prof. univ.dr. Emil CORDOS; Doctorand Török Zoltán, Analize calitative și cantitative în Managementul riscului în sectorul industrial chimic;

disponibilă:

http://doctorat.ubbcluj.ro/sustinerea_publica/rezumate/2010/chimie/TOROK_ZOLTAN_RO.pdf

Accesat la data: 12.05.2015

[11] Prof. univ. dr. ing. Alexandru Ozunu; Doctorand: Nicolae Ajtai disponibil:

<http://193.231.20.119/doctorat/teza/fisier/374>

Accesat la data: 12.05.2015

[12] *** Risc tehnologic; disponibil:

<https://ro.scribd.com/doc/228987974/Referat-Risc-Tehnologic>

Accesat la data: 12.05.2015

[13] *** Hazard and Operability Studies (HAZOP) Application Guide;

disponibil:

http://www.pqri.org/pdfs/mtc/hazop_training_guide.pdf

Accesat la data: 13.05.2015

[14] Ing. Midrigan Georgel, Evaluarea riscurilor prin analiză hazop pentru procesul operațional de primire într-o stație de cale ferată a trenurilor care circulă pe baza înțelegerii telefonice pe rețeaua administrată de cncf „cfr” – sa

disponibil:

http://babyblogs.ro/web/guest/forum1;jsessionid=93771D35754AFE91994E5E8FFBCEC24F?p_p_id=19&p_p_lifecycle=1&p_p_state=exclusive&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_19_struts_action=%2Fmessage_boards%2Fget_message_attachment&_19_messageId=25545&_19_attachment=Evaluarea+riscurilor+pentru+procesul+de+primire+a+trenurilor+care+circula+pe+baza+de+cale+libera.doc

Accesat la data: 12.05.2015