**Rezumat**

Lucrarea, prin problematica abordată, se înscrie în contextul cercetărilor care au ca scop îmbunătăţirea calităţii produselor prin selecţia şi utilizarea judicioasă a materialelor, prin investigarea calităţii materialelor pentru a reduce numărul de produse neconforme, prin utilizarea unor tehnologii moderne şi eficiente de producţie, în conformitate cu reglementările europene din industrie.

În **capitolul 1** sunt prezentate, pe baza biografiei consultate, noţiuni şi definiţii aplicabile rezistorilor electrici de uz industrial, electrocasnic şi medical – farmaceutic. De asemenea, este prezentată o clasare a rezistorilor electrici, pe categorii, din punctul de vedere al tensiunii de alimentare, de la tensiuni joase până la tensiuni înalte, cu tensiune de alimentare mono şi trifazată.

În **capitolul 2** – Criterii de selecţie a materialelor utilizate la fabricarea rezistorilor – se analizează tehnici ale matricilor decizionale în selecţia materialelor. Astfel, au fost analizate:

* metoda proprietăţilor ponderate,
* metode arborescente cu grafuri.

La metodele arborescente cu grafuri s-a propus o nouă metodă matematică de abordare a problemei selecţiei materialelor cu exemplificare pentru cazul selecţiei materialelor utilizate la fabricarea rezistorilor electrici.

Sunt prezentate într-o manieră sistematică tipurile de materiale utilizate pentru:

* elementul rezistiv (pe domenii de temperaturi de la 100 şi 1850°C),
* terminali,
* materialul izolator,
* tubul protector al rezistorului (teaca).

Pentru materialele analizate sunt prezentate normele de fabricare, caracteristicle mecanice, caracteristicile electrice şi de rezistenţă la coroziune.

Pentru selecţia materialelor folosite la fabricarea rezistorilor înveliţi s-a aplicat metoda arborescentă cu grafuri. S-au analizat şase materiale utilizate la fabricarea elementului rezistiv al rezistorilor electrici cu diverse temperaturi de regim. În final, pe baza matricii de selecţie la nivelul de temperatură dat s-a selectat materialul optim.

În **capitoul 3** – Tehnologii moderne de fabricaţie a rezistorilor electrici – a fost descrisă tehnologia de fabricare a rezistorilor electrici înveliţi precum şi procesul tehnologic aferent. Pentru fiecare etapă a procesului tehnologic s-au prezentat într-o manieră sistematică procedeele utilizate, echipamentel folosite, precum şi parametrii tehnologici. În cazul apariţiei unor avarii sau defecte tehnologice s-a insistat pe prezentarea cauzelor acestora cu indicarea acţiunilor corective pentru îndepărtarea lor.

În cazul elementelor rezistive pentru temperaturi ultraînalte, fabricaţi din MoSi2, s-a prezentat comportamentul energiei de rupere şi al coroziunii, la temperaturi înalte, în contextul tehnologiei de fabricaţie a acestui tip de rezistori electrici. Au fost prezentate, de asemenea, efectele temperaturii de prelucrare şi a carbonului asupra proprietăţilor şi caracteristicilor MoSi2. În acelaşi context tehnologic s-a prezentat efectul armării cu particule de SiC cu diferite participări volumice de elemente de armare. De menţionat că a fost evaluată contribuţia fazei intrinseci în MoSi2 (SiO2) asupra caracteristicilor şi proprietăţilor tehnologice şi de exploatare. Au fost prezentate două itinerarii tehnologice, pentru obţinerea unor materiale compozite pe bază de MoSi2, armate cu SiC: depunerea carbonului prin ***evaporarea solventului*** ***din răşini fenolice pe bază de carbon*** (*Phenolic Resin Based Carbon by Solvent Evaporation – PRBCSE*) şi prin ***flocularea dispersiei apoase*** (*Aqueous Dispersion Flocculation – ADF*). Totodată au fost prezentate şi modalităţile de obţinere a cermeţilor rezistenţi la coroziune, obţinuţi prin metalurgia pulberilor. Sistemul de cermeţi luat în considerare a fost cel de MoSi2 / Al2O3. Au fost evaluate proprietăţile sistemului, contribuţia procentului de amestec, a traseului tehnologic şi a tratamentelor termice asupra proprietăţilor de exploatare.

Pe baza analizei fluxului tehnologic de fabricaţie a rezistorilor electrici înveliţi, folosit de unii producători de rezistori electrici, s-au făcut propuneri de modificare a tehnologiei de fabricaţie, în sensul că la sudarea tubului se face o reglare automată a parametrilor sudării în funcţie de caracteristicile termice şi electrice ale materialelor utilizate.

În **capitolul 4** – Controlul calităţii produsului finit - se prezintă schemele de testare a produsului finit, în conformitate cu normele ASTM UL 1030. S-au analizat testele de performanţă efectuate pe un lot de 1000 de rezistori electrici, urmărindu-se parametri precum:

* puterea consumată;
* tensiunea dielectricului;
* curentul de scurgere la pământ;
* anduranţa termică;
* temperatura de lucru.

A fost prezentat testul de protecţie la contactul accidental cu componentele sub tensiune, insistându-se pe prezentarea metodelor şi tehnologiei de testare, respectiv, încadrarea produsului în normele prescrise. S-a analizat calitatea produselor cu radiaţii penetrante şi s-a reperat apariţia diverselor defecte. De precizat că, în acest scop s-a folosit instalaţia Eresco 42MF3 cu o rezoluţie de 1 mm.

În finalul capitolului se prezintă un studiu de caz folosind lotul de 1000 de rezistori electrici, pe care s-au efectuat testele şi rezultatele evaluării acestora, conform standardului ASTM UL 1030. Urmare a analizării datelor se concluzionează că indicele mediu de calitate al produsului are o valoare supraunitară.

În **capitolul 5** – Cercetări asupra materialelor utilizate la fabricarea rezistorilor electrici – se prezintă schemele de testare a materialelor utilizate la fabricarea rezistorilor electric înveliţi. S-au făcut analize şi încercări privind:

* compoziţia chimică, folosind metoda spectroscopiei de emisie optică;
* starea structurală a materialelor, prin analiză metalografică optică şi electronică la măriri cuprinse între 100 şi 8000X, atât pe materialul de bază cât şi în zona îmbinărilor sudate;
* determinarea caracteristicilor mecanice în special duritatea prin metode nedistructive
* determinarea caracteristicilor electrice ale materialelor unor componente ale rezistorilor electrici, prin metoda modificată a celor patru puncte. S-a făcut o corelaţie a rezistivităţii electrice a oţelurilor inoxidabile cu compoziţia chimică a acestora, corelaţie folosită la modificarea tehnologiei de fabricaţie a tuburilor protectoare ale rezistorilor;
* s-au realizat studii şi încercări ale rezistorilor la coroziunea materialelor folosite la fabricarea tuburilor protectoare ale rezistorilor electrici. S-au analizat următoarele tipuri de coroziune:
	+ coroziunea intercristalină la oţelurile inoxidabile austenitice, urmărită în special prin analiză metalografică electronică;
	+ coroziunea de suprafaţă a tuburilor folosind microscopia optică prin care s-au evidenţiat fisuri, coroziuni punctiforme, pe diverse adâncimi ale tubului;
	+ s-a analizat, de asemenea, coroziunea sub tensiune, în special în zona îmbinărilor sudate, evidenţiindu-se coroziunea prin microscopie optică şi electronică la diverse măriri.

În **capitolul 6** – Fiabilitatea rezistorilor electrici – se prezintă noţiuni de bază asupra fiabilităţii din punctul de vedere al aplicabilităţii în domeniul prezentat şi metodologia de analiză a unui produs. Stabilirea fiabilităţii rezistorilor electric s-a făcut prin determinarea:

* funcţiei de repartiţie de bună funcţionare şi a funcţiei complementare, funcţia de repartiţie a defectării rezistorilor electrici;
* ratei de defectare;
* mediei timpului de bună funcţionare;

S-au făcut analize pe loturi de rezistori electrici neînveliţi, cu puterea nominală de 1000W şi pe rezistori neînveliţi cu puterea nominală de 600W, folosind metode statistice de analiză a numărului de cicluri de funcţionare, astfel:

* se prezintă calculele statistice pe baza dateloor culese din încercări şi se stabilesc indicatorii principali ai fiabilităţii la testul de anduranţă termică;
* se face validarea modelului de fiabilitate folosind repartiţiile exponenţială şi Weibull, stabilindu-se totodată şi limitele de încredere ale fiecărui model.

Se face precizarea că modelul Weibull este modelul cel mai adecvat pentru stabilirea fiabilităţii rezistorilor electrici, coeficientul de corelaţie fiind de 0,978. La loturile încercate s-au obţinut următoarele valori ale parametrilor de fiabilitate, conform datelor din tabelul 1:

**Tabelul 1.** Prezentarea parametrilor de fiabilitate.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tip rezistorParametrul de fiabilitate | Învelit | Neînvelit |
| Funcţia de bună funcţionarela 1000, respectiv 200 de cicluri. | R1000: 0,963 | R200: 0,978 |
| Forma analitică afuncţiei de bună funcţionare | $$R\left(t\right)=e^{-3,345∙10^{-19}t^{5,685}}$$ | $$R\left(t\right)=e^{-4,533∙10^{-17}t^{6,387}}$$ |
| Valoarea parametrului λ, al distribuţiei Weibull | 3,345∙10-19 | 4,533∙10-17 |
| Forma analitică aa ratei de defectare | $$z\left(t\right)=1,901∙10^{-18}∙t^{4,585}$$ | $$z\left(t\right)=2,895∙10^{-16}∙t^{5,387}$$ |
| Timpul mediu de bună funcţionare | 1644,4 | 337,13 |

Pe baza acestor valori concluzionează o dată în plus că rezistorii testaţi prezintă o foarte bună fiabilitate.