

**MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE ȘI CERCETĂRII  
ȘTIINȚIFICE**



**UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI**  
**FACULTATEA DE INGINERIE MECANICĂ ȘI**  
**ELECTRICĂ**



***TEZĂ DE DOCTORAT***  
***REZUMAT***

***CERCETĂRI PRIVIND CREȘTEREA SIGURANȚEI ÎN EXPLOATARE A***  
***UNOR ECHIPAMENTE ELECTROMECHANICE UTILIZATE ÎN MEDIU***  
***POTENȚIAL EXPLOZIV***

**Conducător Științific**

**Prof.univ.dr.ing. NAN Silviu Marin**

**Doctorand**

**Ing. FOTĂU Dragoș**

**Petroșani**

**2015**

Introducere

Capitolul 1. Cerințe privind punerea pe piață și montajul echipamentelor electromecanice destinate utilizării în atmosfere potențial explozive

Capitolul 2. Clasificarea zonelor cu pericol de explozie în care sunt amplasate echipamentele electrice utilizate în atmosfere potențial explozive

Capitolul 3. Studiul tipurilor de protecție aplicate echipamentelor utilizate individual sau în cadrul instalațiilor tehnice folosite în medii cu pericol de explozie

Capitolul 4. Procesul de certificare al echipamentelor în construcție antiexplozivă și încercările efectuate asupra acestora

Capitolul 5. Cercetări privind stadiul actual al sistemelor de alimentare cu energie a principalelor categorii de consumatori din unitățile miniere

Capitolul 6. Contribuții personale privind rezultate obținute în determinarea siguranței în funcționare a cofretului ag-63

Capitolul 7. Concluzii finale și contribuții personale.

Bibliografie.

Utilizarea energiei electrice în atmosferă potențial explozivă prezintă multe particularități fapt pentru care problemele ridicate de proiectarea, construcția și exploatarea aparaturii și a instalațiilor electrice prezintă numeroase dificultăți, abordarea lor necesitând o deosebită atenție în considerarea multiplelor aspecte tehnice, economice și de tehnică a securității muncii.

Riscul de explozie poate să apară în toate domeniile de activitate în care sunt implicate substanțe inflamabile (gaze, vapori, prafuri, cețuri), care în amestec cu aerul pot da naștere la atmosfere potențial explozive.

Teza este structurată pe șapte capitole, la care se adaugă partea de introducere și o parte de bibliografie.

Primul capitol intitulat „**Cerințe privind punerea pe piață și montajul echipamentelor electromecanice destinate utilizării în atmosfere potențial explozive**” sintetizează cerințele directivelor și normativelor, atât Europene cât și Naționale, cu privire la punerea pe piață a produselor folosite în medii cu pericol de explozie și prezintă și obligațiile producătorilor de echipamente.

În capitolul doi intitulat **„Clasificarea zonelor cu pericol de explozie în care sunt amplasate echipamentele electrice utilizate în atmosfere potențial explozive”** sunt prezentate zonele cu pericol de explozie precum și principiile care stau la baza clasificării acestora.

Capitolul trei intitulat **„Studiul tipurilor de protecție aplicate echipamentelor utilizate individual sau în cadrul instalațiilor tehnice folosite în medii cu pericol de explozie”** prezintă clasificarea echipamentelor electromecanice în funcție de grupa de explozie, categoria echipamentelor și a tipului de protecție.

În capitolul patru **„Procesul de certificare al echipamentelor în construcție antiexplozivă și încercările efectuate asupra acestora”** au fost prezentate pe scurt etapele prin care trece un produs supus certificării. De asemenea au fost prezentate și încercările de baza la care sunt supuse echipamentele, în procesul de certificare.

Capitolul cinci intitulat **„Cercetări privind stadiul actual al sistemelor de alimentare cu energie a principalelor categorii de consumatori din unitățile miniere”** prezintă modul în care este distribuită energia electrică în minele gruzotoase și descrie echipamentele electromecanice folosite în acest sens.

În capitolul șase **„Contribuții personale privind rezultate obținute în determinarea siguranței în funcționare a cofretului ag-63”** au fost prezentate rezultatele, obținute cu ajutorul calculelor matematice, privind siguranța în funcționare a cofretului Ag 63.

Ultimul capitolul **„Concluzii finale și contribuții personale”**, încheie teza prin prezentarea concluziilor finale și a contribuțiilor personale. Tot în acest capitol au fost prezentate și direcțiile de cercetare viitoare în care vor fi folosite rezultatele obținute prin această teză de doctorat.

Având în vedere atingerea obiectivelor propuse în cadrul tezei, au fost evidențiate câteva aspecte care privesc echipamentele electromecanice folosite în medii potențial explozive:

- Cu privire la certificarea și utilizarea sigură a echipamentelor protejate la explozie, în legislația națională au fost transpuse cele două Directive Europene, așa-zise Directive ATEX, care reglementează punerea pe piața europeană a produselor destinate folosirii în atmosfere potențial explozive, respectiv utilizarea lor în condiții de siguranță.
- Standardele trebuie utilizate ca și ghid pentru utilizatorii de echipamente, sisteme protectoare și componente la aprecierea riscului de explozie la locul de muncă și la selectarea echipamentelor, sistemelor protectoare și componentelor corespunzătoare.

- Clasificarea ariilor periculoase este o metodă de analiză și de clasificare a mediului în care pot să apară atmosfere explozive gazoase, astfel încât să faciliteze alegerea și instalarea corectă a echipamentelor utilizabile fără pericol în acest mediu, ținând cont de grupele de gaze și de clasele de temperatură a gazelor.
- În funcție de natura materialului inflamabil atmosferele explozive pot fi: atmosfere explozive gazoase când materialul inflamabil este sub formă de gaz sau vapori sau atmosfere explozive de praf când materialul inflamabil este sub formă de praf sau fibre.
- Conform Standardului EN 60079-10-1:2009 Atmosfere explozive. Partea 10-1: Clasificarea ariilor. Atmosfere explozive gazoase, ariile periculoase generate de gaze inflamabile sunt clasificate în zone, în funcție de frecvența apariției și durata prezenței unei atmosfere explozive gazoase, după cum urmează: zona 0, zona 1, zona 2.
- Conform SR EN 60079-10-2:2010 Atmosfere explozive. Partea 10-2: Clasificarea ariilor. Atmosfere de praf combustibil, ariile clasificate pentru atmosfere explozive de praf sunt împărțite în zone, care sunt identificate după frecvența și durata de apariție a atmosferei explozive de praf, astfel: zona 20, zona 21 și zona 22.
- Ventilația este foarte importantă pentru controlul efectelor degajărilor de gaze și de vapori combustibili. Aceasta poate fi utilizată atât în interiorul cât și în exteriorul echipamentelor, sistemelor de protecție și a componentelor. La prafuri, ventilația asigură protecție suficientă doar dacă praful este extras, iar depozitele periculoase de praf combustibil se previn în mod fiabil.
- Conform Directivei Europene ATEX 94/9/EC sunt definite următoarele tipuri și categorii de echipamente: Echipamente grupa I – minerit: Categoriile M1, M2; Echipamente grupa a II-a – echipamente destinate utilizării în locuri periclitare de atmosfere explozive altele decât cele pentru Grupa I: Categoria 1, Categoria 2 și Categoria 3.
- Conform standardelor în vigoare sunt definite 3 grupe de echipamente: Grupa I, Grupa II și Grupa III de echipamente. Echipamente grupa I – minerit: Categoriile M1, M2; Echipamente grupa a II-a - echipamente destinate utilizării în locuri periclitare de atmosfere explozive generate de gaze/vapori: Categoria 1, Categoria 2 și Categoria 3 și Echipamente grupa a III-a – echipamente destinate utilizării în locuri periclitare de atmosfere explozive generate de prafuri combustibile: Categoria 1, Categoria 2 și Categoria 3.

- Tipul de protecție la explozie reprezintă acele măsuri specifice aplicate echipamentului electric și/sau neelectric pentru a evita aprinderea unei atmosfere explozive înconjurătoare.
- Din punct de vedere constructiv, echipamentele electrice pot avea mai multe tipuri de protecție specificate de producător în marcaj, conform cerințelor din standardele aplicabile.
- Tipurile de protecție pentru echipamentele electrice sunt clasificate după cum urmează: Securitate intrinsecă "i", Încapsulare "m", Capsulare antideflagranta "d", Protecție prin carcasă "t", Securitate mărită "e", Capsulare presurizată "p", Imersiune în ulei "o", Umplere cu pulbere "q", Tip de protecție "n", Radiație optică "op".
- Echipamentele neelectrice pot avea mai multe tipuri de protecție: Securitate constructivă "c", Imersie în lichid "k", Controlul surselor de aprindere "b", Carcase presurizate "p", Carcasă antideflagranta "d", Protecție prin carcasă "t".
- Echipamentele neelectrice care funcționează în atmosfere potențial explozive trebuie să corespundă anumitor cerințe de protecție la explozie astfel încât să nu poată fi sursa de aprindere, a atmosferei potențial explozive, prin părțile lor mecanice.
- În domeniul protecției la explozie, în legislația națională au fost transpuse cele două Directive Europene, așa-zise Directive ATEX, care reglementează punerea pe piața europeană a produselor destinate folosirii în atmosfere potențial explozive, respectiv utilizarea lor în condiții de siguranță.
- Protecția împotriva exploziilor prezintă o importanță majoră pentru securitatea și sănătatea lucrătorilor deoarece exploziile pun în primejdie viața și sănătatea oamenilor ca un rezultat al efectelor necontrolate ale flăcărilor și presiunii, prezenței produselor de reacție toxice și consumului de oxigen din aerul pe care trebuie să-l inspire aceștia. De asemenea, daunele materiale în cazul unei explozii pot fi deosebit de mari.
- Încercarea și certificarea echipamentelor tehnice în construcție antiexplozivă, necesare în cadrul procesului de evaluare a conformității, sunt extrem de importante, având în vedere pericolul de explozie, care există datorită atmosferelor potențial explozive generate de amestecuri aer-gaz/praf, risc ce trebuie minimizat în scopul asigurării securității vieții și sănătății oamenilor, dar și pentru prevenirea pierderilor materiale.

- Standardele in vigoare trebuie folosite de către producătorii și utilizatorii de echipamente, sisteme protectoare și componente Ex, ca și ghid pentru realizarea și folosirea corectă a aparatelor protejate la explozie.
- Prezentarea stadiului actual al sistemelor de alimentare cu energie a principalelor categorii de consumatori din subunitățile miniere, creează premisele studierii principalilor factori ce contribuie la dimensiunea consumului de energie, permițând pe baza datelor experimentale corelarea acestora, integrarea acestora într-un ansamblu și tratarea ca un sistem măsurabil, controlabil, ce poate permite intervenții pe baza unor decizii argumentate de informații, în vederea reducerii consumurilor.

Contribuțiile personale și direcțiile de cercetare viitoare aduse prin intermediul tezei de doctorat sunt prezentate în continuare:

- Am evidențiat rolul directivelor Europene în vigoare, privind punerea pe piață a echipamentelor electromecanice folosite în medii cu pericol de explozie.
- Am prezentat rolul standardelor în evaluarea conformității echipamentelor electrice și neelectrice protejate la explozie.
- Am evidențiat importanța ventilației (naturale sau artificiale), în cadrul instalațiilor tehnice care funcționează în atmosfere potențial explozive.
- Am studiat și prezentat clasificarea zonelor cu pericol de explozie în care sunt amplasate echipamentele electromecanice destinate funcționării în atmosfere potențial explozive.
- Am prezentat criteriile de selectare a echipamentelor utilizate în atmosfere potențial explozive.
- Am prezentat felul în care sunt împărțite echipamentele în funcție de grupe de explozie, categorii de echipamente și tipuri de protecție.
- Am făcut o prezentare detaliată a tipurilor de protecție aplicate echipamentelor electrice și neelectrice utilizate în atmosfere explozive generate de gaze, vapori, cețuri și lichide inflamabile precum și cele utilizate în ariile periculoase generate de prafuri, fibre sau scame combustibile.
- Am prezentat procesul de certificare al echipamentelor destinate utilizării în atmosfere potențial explozive.
- Am prezentat încercările specifice la care sunt supuse echipamentele folosite în atmosfere potențial explozive

- Am prezentat soluțiile de electrificare în industria minieră, și clasificarea rețelelor electrice din cadrul minelor grizutoase.
- Au fost prezentate și descrise echipamentele electromecanice, protejate la explozie care funcționează în minele grizutoase din Valea Jiului.
- Analiza de fiabilitate efectuată asupra construcției metalice a cofretului AG-63 conduce, cel puțin, la următoarele concluzii:

- defectarea metaloconstrucției cofretului se datorează fenomenului de coroziune, care este modelat matematic prin cu ajutorul distribuțiilor normală și Weibull, și care este în perfectă concordanță cu precizările literaturii de specialitate din domeniu;

- raportat la perioada stabilită prin normative privind momentul efectuării activităților de mentenanță preventivă, fiabilitatea construcției metalice a cofretului este foarte redusă, obținându-se o fiabilitate de 80%, absolut necesară pentru condițiile speciale din subteranul minelor de huiă, doar pentru o perioadă de 1500 ore de funcționare, echivalent a două luni de utilizare continuă.

- în vederea creșterii nivelului fiabilității și mentenabilității cofretului, și implicit a siguranței în funcționare a actualei construcții a cofretului, este necesară reconsiderarea concepției și tehnologiei de realizare a părții metalice a cofretului, în sensul măririi rezistenței la coroziune a suprafețelor funcționale, îndeosebi a suprafețelor de contact dintre carcasă și capac, care asigură în principal siguranța în funcționare. În acest sens trebuie reconsiderate mărcile de material utilizate, tehnologia de realizare a suprafețelor de contact, inclus posibilitatea utilizării acoperirilor metalice în vederea obținerii unor suprafețe de contact cu caracteristici superioare;

- în altă ordine de idei, pentru obținerea aceluiași țel, este necesară reconsiderarea actualei politici de mentenanță aplicată părții mecanice a cofretului, care se poate realiza prin:

- îmbunătățirea acțiunilor de mentenanță preventivă și corectivă, care să conducă la evitarea apariției coroziunii, prin curățirea și protecția corespunzătoare a suprafețelor funcționale;

- mărirea frecvenței acțiunilor de mentenanță preventivă, care să acopere timpii caracteristici rezultați din studiul de fiabilitate, ceea ce presupune modificarea actualelor norme și normative.

Având în vedere importanța echipamentelor electromecanice utilizate în zone potențial explozive, continuarea cercetărilor vizează următoarele aspecte:

- Studiu asupra echipamentelor electrice și neelectrice cu tipurile de protecție capsulare antideflagrantă și securitate mărită;

- Realizarea de standuri de încercare pentru echipamentele electrice, cu diferite tipuri de protecție, utilizate în cadrul procesului de certificare al produselor care funcționează în atmosfere potențial explozive;
- Îmbunătățirea permanentă a standurilor de încercare deja existente, utilizate la certificarea echipamentelor în construcție antiexplozivă.