

## REZUMAT

al tezei de doctorat intitulată ” *Cercetări privind reducerea riscului de aprindere a benzilor transportoare utilizate în minieră* ”, elaborată de domnul ing. **PULBERE ALEXANDRU MARIAN**, în vederea obținerii titlului științific de doctor în domeniul fundamental *Științe inginerești*, domeniul de doctorat **Mine, Petrol și Gaze**.

Obiectivul prezentei lucrări constă în realizarea unor cercetări privind reducerea riscului de aprindere a benzilor transportoare utilizate în minieră, modul de prevenire a apariției de focare datorită utilizării necorespunzătoare a utilajelor pe timpul transportului minereului cât și instalații de stins incendii care ar putea localiza, lichida și/sau încetini propagarea unui eventual incendiu produs.

**În primul capitol** am prezentat stadiul actual privind construcția transportoarelor cu bandă utilizate în minieră și am plecat de la premisa că acestea ar trebui să aibă o fiabilitate crescută astfel încât să nu fie afectată productivitatea.

Transportul cu benzi transportoare reprezintă sistemul cel mai modern de transport, ce permite transportul continuu din frontul de lucru pe mai mulți kilometri. În construirea acestor instalații de transport s-au realizat progrese remarcabile. Astăzi, se folosesc în marile cariere benzi transportoare de mare capacitate. De asemenea, se folosesc benzi suspendate pe cablu, care le asigură mișcarea de translație, în timp ce banda stă pe loc.

Sistemele de transport cu bandă, în carieră, sunt formate din următoarele categorii de transportoare:

- transportoare staționare;
- semistaționare;
- nestaționare;
- transportoare cu braț în consolă;
- transportoare intermediare;
- poduri transbordoare.

Transportoarele cu bandă se utilizează pentru transportul pe orizontală sau pe direcție înclinată față de orizontală cu un unghi de 5...25°, atât a sarcinilor vărsate cât și a sarcinilor în bucăți. De asemenea traseul pe care lucrează transportorul poate fi combinat, fiind format din zone orizontale, zone înclinate, unite între ele cu zone curbe.

Ca și soluții constructive de benzi transportoare am analizat în capitolul curent construcția covorului de bandă cu *inserții textile, cu inserții sintetice și cu inserții din cabluri(cord) de oțel*.

**Covorul de bandă este cel mai scump element al transportorului**, care ocupă până la 70% din costul transportorului și de a cărui durată de viață depinde în principal eficacitate economică a folosirii transportoarelor cu bandă.

Condițiile principale ce trebuie să le îndeplinească benzile pentru transportoare sunt următoarele:

- rezistență longitudinală mare la rupere;
- flexibilitate atât longitudinală (la înfășurarea pe tobe) cât și transversală (pentru a lua forma de albie);
- rigiditate transversală limitată pentru a nu se deschide prea mult între doi suporturi cu role ;
- deformații longitudinale elastice și permanente cât mai mici sub sarcina de lucru;
- rezistență la exfoliere datorită trecerii peste tobe și role;
- rezistență la străpungere (pentru bulgări mari de rocă);

- rezistență mare la uzura dată din partea materialului ce se transportă;
- higroscopicitate cât mai redusă;
- rezistență la putrezire;
- înădare cât mai ușoară;
- stabilitate cât mai mare la creșteri de temperatură;
- antiinflamabilitate;
- să nu se încarce electrostatic;
- păstrarea caracteristicilor și la temperaturi scăzute de 30...40° C;
- stabilitate împotriva îmbătrânirii datorită mediului înconjurător.

Sunt recunoscute foarte puține încercări efectuate în țară cu privire la riscul de aprindere al benzilor transportoare utilizate în minerit. Acest lucru se datorează complexității echipamentelor pentru efectuarea încercărilor, condițiilor dificile și foarte variate în care funcționează cât și a mediului înconjurător(diferențe de temperatură, umiditate, curenți de aer etc) care pot genera evoluții neșteptate a situației de urgență produsă.

Pe plan mondial s-au desfășurat cercetări similare dar rezultatul acestora nu poate fi preluat deoarece tehnologia de fabricație a benzii și proiectarea unui transportor cu bandă diferă în funcție de producător. Unele dintre rezultate sunt în regim de secret iar așteptarea până la publicarea lor este păguboasă și lipsită de relevanță, dacă se ține seama de progresul tehnologic și de dinamica pieței în general.

La testarea de securitate la incendiu este bazată pe premisa că o banda nu ar trebui să fie cauza unui incendiu, ar trebui să fie greu de aprins și dacă s-a aprins de la o sursă exterioară de incendiu nu ar trebui să propage focul.

Testele efectuate pe benzi transportoare pentru a evalua conformitatea lor cu standardele de siguranță de foc sunt asociate cu următoarele patru pericole specifice:

- Testare prin frecare
- Test de flacără în laborator
- Test de foc în galerie
- Testul rezistenței electrice

**În capitolul doi** am prezentat caracteristicile benzilor transportoare privind rezistența la foc.

Sisteme de manipulare a materialelor sunt coloana vertebrală a unei exploatare miniere moderne fără transport eficient, producție poate fi grav afectată. Eficiența transportoare depinde în mare măsură de probleme de lucru, de durata de viață a centurii în sine, dar condițiile în care aceasta trebuie să funcționeze poate fi extrem de dificilă, având în vedere rezista, impactul, abraziunea, bacterii, acid, apa, foc și daune mecanice generale.

La construcția unui transportor cu bandă folosit în minerit, trebuie să plecăm de la premisa că banda utilizată nu este un element generator de incendiu și nici nu trebuie să ajute la propagarea acestuia.

Pentru a putea cerceta caracteristicile benzilor transportoare privind rezistența la foc, trebuie să plecăm de la definiția incendiului, și anume, *incendiul*, reprezintă o ardere autoîntreținută, care se desfășoară fără control în timp și spațiu, care produce pierderi de vieți omenești și/sau pagube materiale și care necesită o intervenție organizată în scopul întreruperii procesului de ardere.

În faza de dezvoltare a incendiului are loc în principal propagarea arderii, pierderea de greutate a materialelor combustibile(cărbune) echivalând cu 5...7%.

Pe timpul arderii se majorează suprafața incendiată, se generalizează suprafața de ardere, se depășește temperatura de 800°C; pierderea de greutate a materialelor combustibile ajunge la 80...85%.

Incendiul convențional izbucnit în spații deschise evoluează aproape similar cu cel în spații închise, prezentând însă următoarele particularități: se dezvoltă de la început pe întreaga suprafață a materialului cuprins de flăcări; mărimea flăcărilor depinde de condițiile meteorologice și de aerodinamica curenților care afluesc către locul incendiului; produsele de ardere sunt bogate în particule de cărbune.

Pe timpul unui incendiu real se pot distinge 3 faze: dezvoltarea liberă; localizarea; lichidarea care se face doar cu personal specializat.

Propagarea incendiului depinde de: compoziția chimică și viteza de ardere a materialului aprins; temperatura mediului înconjurător; curenții de aer din atmosferă sau de cei care se formează; sarcina termică; sursa potențială de aprindere; obstacolele întâlnite în cale.

Praful de cărbune depus pe diferite instalații se poate aprinde de la scânteii provenite din frecare, sudură sau tăiere cu flacăra și arde cu incandescență. Praful de cocs sau de huilă nu se aprinde de la scânteii, însă sub acțiunea de scurtă durată a unei flăcări el se aprinde și trece în stare de incandescență, iar după îndepărtarea sursei, în cele mai multe cazuri, starea de incandescență încetează.

În mine, exploziile prafului de aer cărbune se propagă deseori de-a lungul galeriilor, cu atât mai mult cu cât viteza flăcărilor și creșterea presiunii sunt mai puternice. Propagarea exploziilor se face mult mai violent în galerii de mine decât la suprafața solului. O inițiere puternică duce la răspândire rapidă a flăcărilor, putând apărea creșteri de presiune sub formă de unde de șoc. Domeniul exploziilor puternice în galerii începe la viteze ale flăcărilor de 180 m/s.

Incendiile care se dezvoltă în spații închise sunt însoțite de degajarea unor produse de ardere fum, funingine, gaze arse, etc. Aceste produse de ardere pun în pericol viața utilizatorilor aflați în zona afectată, influențează evoluția incendiului și răspunsul în ansamblu, îngreunează sau fac imposibilă intervenția rapidă a pompierilor și provoacă efecte asupra mediului.

Instalațiile de detecție și stingere a incendiilor apărute în galeriile de exploatare sunt foarte eficiente deoarece acționează în faza incipientă și nu lasă focarul să se propage și cu atât mai mult protejează personalul aflat în zonă de intoxicații cu monoxid de carbon și alte gaze rezultate în urma arderilor.

Acoperirea PVC a benzii transportoare poate fi făcută, la nivel mondial, pentru orice fel de sarcini, pentru a oferi rezistență la foc și la alte pericole, cum ar fi uleiuri și produse chimice, compuși speciali, de asemenea utilizate pentru a îmbunătăți rezistența la abraziune sau cu un coeficient mai mare de frecare. Pentru utilizare și cazul în care este necesar un mai mare coeficient de frecare, se aplică un cauciuc vulcanizat pe bandă. Acestea pot fi rezistente la foc dacă este necesar. Acoperirea cu cauciuc este recomandată pentru instalații de mare tonaj, cum ar fi cărbune, cocs și roci tari.

**În capitolul trei** am prezentat studiul acționării transportoarelor cu bandă utilizate în minerit.

La momentul actual majoritatea transportoarelor cu bandă utilizate în minerit în România pentru subteran sunt transportoare de tip T.M.B., care pot avea banda cu o lățime de la 800 mm până la 1200 mm, iar cele utilizate pentru transportul suprateran sunt cele de tip T.M.C., care pot avea banda cu o lățime de cel mult 2000 mm, fabricate la SC Unio Satu Mare.

Transportoarele cu bandă pentru subteran pot fi împărțite în transportoare semistaționare ce lucrează pe galerii de pregătire la minele de cărbuni și transportoare staționare ce lucrează pe galerii principale și plane înclinate.

Părțile principale ale transportorului sunt:

- 1 – capul sau stația de acționare;
- 2 – capul sau stația de întoarcere;
- 3 – construcția de traseu.

Toate transportoarele T.M.B. au câte două tobe motoare (în mod excepțional transportoarele T.M.B.1000 și T.M.B. 1200 pot avea până la 4 tobe motoare), iar fiecare tobă poate avea unul sau două motoare.

Transportoarele cu bandă utilizate la suprafață în România sunt depășite moral și fizic motiv pentru care pot apărea defecțiuni majore și destul de frecvente, ceea ce afectează major debitul de material transportat.

În domeniul transportului continuu suprateran, putem spune că transportoarele cu bandă pe cabluri tractoare, reprezintă o soluție de viitor pentru transportoarele staționare și de mare distanță. Acestea reprezintă o construcție specială față de cele pe role, întrucât banda propriu-zisă servește doar pentru susținerea și deplasarea materialului transportat, iar eforturile de tracțiune sunt preluate de o pereche de cabluri de oțel pe care se sprijină banda, și de la care forța de deplasare a benzii reprezintă forța de frecare dintre bandă și cabluri. Rezultă, deci, că la aceste transportoare, mișcarea se transmite de la acționare până la material, prin 3 „puncte” de frecare, și anume:

1. frecarea între șabilele de acționare și cabluri;
2. frecarea între cabluri și bandă;
3. frecarea între bandă și material.

**În capitolul patru** am prezentat riscurile referitoare la aprinderea benzilor transportoarelor utilizate în minieră.

Pentru aprecierea pericolului de incendiu potențial trebuie să se țină seama de: sarcina termică; condițiile de vizibilitate în caz de intervenție; toxicitatea și creșterea pagubelor datorită degajării fumului; mărirea compartimentelor de incendiu și posibilitatea de evacuare a fumului și de realizare a ventilării spațiilor; înălțimea galeriilor, respectiv a minei; eventualitatea creșterii valorilor pagubelor datorită degajării gazelor de ardere ca acțiune corozivă, densitatea valorică pe unitatea de suprafață.

Împrejurările favorizante constau, în principiu, din producerea unor defecțiuni în sistemul tehnic, în exploatarea acestuia fără respectarea instrucțiunilor de funcționare, neglijența personalului muncitor și apariția altor factori neprevăzuți.

Cercetările întreprinse asupra prafurilor și pulberilor combustibile au scos în evidență dependența combustibilității și pericolului de incendiu de anumiți parametri.

Printre acești parametri se citează: compoziția chimică, granulația, grosimea stratului de pulbere, concentrația pulberilor și prafurile combustibile, presiunea mediului, compoziția mediului, temperatura de aprindere, gradul de umiditate a aerului și indicii de explozivitate.

Concentrația mediului influențează asupra presiunii de explozie. Prezența gazelor inerte în spații închise în care se găsesc particule de praf combustibil în suspensie în aer micșorează pericolul de explozie și incendiu. Prin înlocuirea parțială a oxigenului din aer cu gaze inerte se ajunge la un volum minim de oxigen, la care pulberea nu mai poate exploda creându-se așa zisa limită de inertizare.

Aprinderea prafului depus pe suprafețele încălzite este posibilă și la temperaturi mai scăzute. Cu cât praful depus este mai fin, mai uscat și acumularea de căldură este mai mare, cu atât se aprinde la temperaturi mai scăzute. Particulele foarte fine de praf se pot aprinde la o temperatură în jurul a 100°C. Praful existent în încăperi închise și încălzite în care temperatura este uniformă, se aprinde de regulă la temperaturi mai joase decât cel depus pe suprafețele încălzite.

Prin praf de cărbune se înțeleg particulele de cărbune cu o granulație sub 0,5 mm care pot fi antrenate de aer. Particulele mai mari se depun în apropierea sursei de formare, în timp

ce cele fine sunt antrenate de curenții de aer sau de ventilație și evacuare în atmosferă, iar în lipsa aerisirii rămân în stare de suspensie în spațiul încăperii respective.

Pe lângă finețea granulației, asupra posibilității și ușurinței formării amestecurilor explozive influențează și conținutul de gudron; cu cât acesta este mai mare, cu atât praful de cărbune prezintă pericol mai accentuat de explozie. Praful care conține mai mult de 10% substanțe volatile se consideră exploziv. La depozitarea prafului de cărbune în silozuri, pericolul de explozie este mărit de prezența metanului care duce la micșorarea limitei inferioare de explozie.

În mine, exploziile prafului de aer-cărbune se propagă deseori de-a lungul galeriilor, cu atât mai mult cu cât viteza flăcărilor și creșterea presiunii sunt mai puternice fenomen care poate duce la aprinderea benzilor transportoare și a celorlalte elemente combustibile.

Incendiile care se dezvoltă în spații închise sunt însoțite de degajarea unor produse de ardere fum, funingine, gaze arse, etc. Aceste produse de ardere pun în pericol viața utilizatorilor aflați în zona afectată, influențează evoluția incendiului și răspunsul în ansamblu, îngreunează sau fac imposibilă intervenția rapidă a pompierilor și provoacă efecte asupra mediului.

#### ***Managementul riscurilor de incendiu presupune următoarele etape:***

- a) stabilirea sistemului sau procesului supus evaluării;
- b) stabilirea nivelului de acceptabilitate a riscului;
- c) alegerea metodei și a instrumentelor de lucru;
- d) identificarea pericolelor de incendiu;
- e) identificarea riscurilor;
- f) estimarea și cuantificarea riscului;
- g) evaluarea riscului;
- h) controlul riscului;
- i) monitorizarea riscului;
- j) documentația rezultată în urma procesului de identificare, evaluare și control al riscurilor de incendiu.

Nivelul de acceptabilitate al riscului de incendiu sau riscul de incendiu acceptat trebuie să fie stabilit pe baza experienței anterioare de către administratorul operatorului economic prin strategia de apărare împotriva incendiilor adoptată în interiorul unității sale.

Nivelurile de pericol de incendiu trebuie să fie stabilite pe zone, spații, încăperi, compartimente de incendiu, de producție și/sau depozitare, precum și la instalații tehnologice, și precizate în mod obligatoriu în planul de intervenție la incendiu.

Ca și instalații de stins incendii, care pot fi utilizate în anumite galerii unde sunt amplasate transportoare cu bandă, sunt următoarele:

- Instalații de drencere pentru stingerea incendiilor;
- Instalații de sprinklere pentru stingerea incendiilor;
- Instalații de stingere cu ceață;
- Instalații de stins incendii cu inergen;

Apărarea împotriva incendiilor, reprezintă ansamblul integrat de activități specifice, măsuri și sarcini organizatorice, tehnice, operative, cu caracter umanitar și de informare publică, planificate, organizate și realizate în scopul prevenirii și reducerii riscurilor de producere a incendiilor și asigurării intervenției operative pentru limitarea și stingerea incendiilor, în vederea evacuării, salvării și protecției persoanelor periclitare, protejării bunurilor și mediului împotriva efectelor situațiilor de urgență determinate de incendii.

**În capitolul cinci** am prezentat rezultatele cercetărilor privind reducerea riscului de aprindere a benzilor transportoare.

Testarea de securitate la incendiu este bazată pe premisa că o centură nu ar trebui să fie cauza unui incendiu, ar trebui să fie greu de aprins și dacă s-a aprins de la o sursă exterioară de incendiu nu ar trebui să propage focul. În timp ce specificațiile de rezistență la foc variază de la țară la țară, formulate pentru a îndeplini orice specificații ale performanței la incendiu din lume. Testele efectuate pe benzi transportoare pentru a evalua conformitatea lor cu standardele de siguranță de foc sunt asociate cu următoarele patru pericole specifice:

- Pericolul asociat de o curea și un împas rotativ acționat de tambur sau scripete de unde rezultă căldură prin fricțiune;
- Posibilitatea de aprindere a unui benzi transportoare cu o sursă de aprindere relativ mică;
- Posibilitatea ca o centură să fie aprinsă de la o sursă mai mare de aprindere;
- Constituția și ulterior posibilele descărcări electrostatice pe transportoare în mișcare.

În urma încercărilor la foc cu un singur arzător, făcute pe cele 2 epruvete de bandă cu o lungime de 2000 *mm*, a rezultat că acest covor de bandă se încadrează în parametrii normali privind riscul de aprindere.

În urma încercărilor la foc cu arzător dublu, făcute pe cele 2 epruvete de bandă cu o lungime de 2500 *mm* lungime și 1200 *mm* lățime, s-a constatat că odată cu îndepărtarea flăcării acestea nu au întreținut arderea.

Pentru încercarea de propagare a focului la scară medie s-au folosit 2 epruvete de bandă cu o lungime de 1500 *mm* lungime și 230 *mm* lățime și s-a constatat că după o perioadă de 8 minute a încetat orice flăcără sau incandescență pe epruvetă și reziduuri.

## **CONTRIBUȚII PERSONALE**

Prin cercetările efectuate în prezenta lucrare se aduc anumite contribuții la domeniul studiat, contribuții care fac referire la prezentarea transportoarelor cu bandă utilizate în minerit, analiza materialelor utilizate în construcția benzilor care conferă acestora o anumită rezistență la foc, riscuri care pot genera aprinderea benzilor aferente transportoarelor și nu în ultimul rând rezultate obținute în urma efectuării de încercări a rezistenței la foc a unor epruvete de bandă.

Principalele contribuții proprii aduse la domeniul studiat prin finalizarea tezei sunt:

1. Prezentarea stadiului actual privind construcția benzilor transportoare utilizate în minerit, plecând de la premisa menținerii fiabilității acestora în paralel cu creșterea rezistenței lor la foc.
2. Realizarea unui studiu cu privire la sursele exterioare care pot genera aprinderea benzilor transportoarelor utilizate, atât în subteran, cât și la suprafață.
3. Îmbunătățirea soluției constructive a covorului de bandă prin utilizarea PVC-ului în procesul de fabricație, pentru creșterea rezistenței la foc și mărirea coeficientului de frecare dintre bandă și suprafața tobelor motoare.
4. Analiza fenomenului de transmitere a efortului prin frecare de la tobele motoare la bandă și ca urmare îmbunătățirea soluțiilor constructiv-funcționale ale acționării, evitând fenomenul de alunecare a benzii pe tobele de acționare și în consecință reducerea riscului de aprindere.
5. Prezentarea problemelor specifice privind asigurarea intervenției operative pentru limitarea și stingerea focarului care poate apărea la bandă, în vederea evacuării, salvării și protecției persoanelor periclitate, protejării bunurilor și mediului împotriva efectelor situațiilor de urgență.
6. Prezentarea unor mijloace pentru stingerea incendiului, care pot fi utilizate în lucrările miniere echipate cu transportoare cu bandă pe role, care ar putea acționa punctual în zonele unde pot apărea creșteri semnificative de temperatură.

7. Realizarea de cercetări cu privire la testarea de securitate la foc a diferitelor tipuri constructive de benzi transportoare care înseamnă micșorarea riscului de aprindere, creșterea rezistenței la foc limitarea propagării acesteia.
8. Efectuarea de încercări la foc în condiții de laborator și anume în galerii de încercare privind rezistența la foc și în tunel propagarea focului la scară medie, în cadrul Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare Pentru Securitate Minieră și Protecție Antiexplozivă Petroșani.
9. Compararea rezultatelor încercărilor experimentale privind rezistența la foc a diferitelor tipuri de bandă.