

REZUMAT TEZĂ DE DOCTORAT

Titlul STUDIUL POSIBILITĂȚILOR DE ÎMBUNĂTĂȚIRE A PROCESULUI DE VULCANIZARE UTILIZAT LA TRANSPORTOARELE CU BANDĂ

Autor: ing. Petre Armășoiu

Conducător științific: Prof.univ.dr.ing.Carmen Florea

Cuvinte cheie: bandă pentru transportoare, inserții textile și metalice, echipamente de vulcanizare, defecțiuni ale benzilor, parametrii regimului de vulcanizare

CUPRINS

Introducere	4
Capitolul 1. Stadiul actual al cercetărilor privind benzile transportoarelor	8
1.1. Benzile cu inserții textile ale transportoarelor	8
1.2. Benzile cu inserții metalice ale transportoarelor	14
1.3. Dotarea tehnică existentă la U.M.C.Roșia	21
1.4. Concluzii	24
Capitolul 2. Tehnologia și echipamentele necesare pentru îmbinarea benzilor transportoarelor	25
2.1. Tehnologia și echipamentele necesare pentru îmbinarea metalică cu agrafe a benzilor	25
2.2. Tehnologia îmbinării benzilor prin vulcanizare	29
2.2.1. Tehnologia îmbinării benzilor cu inserții textile, prin vulcanizare	29
2.2.2. Tehnologia îmbinării benzilor cu inserții metalice, prin vulcanizare	32
2.3. Echipamente pentru îmbinarea prin vulcanizare a benzilor din cauciuc	34
2.4. Concluzii	40
Capitolul 3. Studiul parametrilor tehnologici ai procesului de vulcanizare al benzilor	42
3.1. Aspecte teoretice privind fenomenele termice specifice proceselor de vulcanizare a benzilor	42
3.2. Parametrii tehnologici ai procesului de vulcanizare care influențează calitatea îmbinărilor benzilor	52
3.3. Concluzii	57
Capitolul 4. Studiul comportării în exploatare al benzilor	59
4.1. Structura cauciucului pentru benzile transportoarelor	59

4.2. Studiul cauzelor care determină scoaterea din uz a benzilor	60
4.3. Concluzii	67
Capitolul 5. Cercetări asupra instalațiilor de vulcanizare a benzilor folosind metoda elementelor finite	68
5.1. Aspecte teoretice privind erorile de discretizare ale structurilor spațiale în analiza prin metoda elementelor finite	68
5.2. Modelarea spațială a instalației de vulcanizare a benzilor în vederea analizei prin metoda elementelor finite	71
5.3. Analiza modificărilor structurale din materialul traverselor instalației de vulcanizare a benzilor	73
5.4. Aplicarea metodei elementelor finite în analiza stării de tensiuni și deformații în elementele instalației de vulcanizare	78
5.5. Concluzii	83
Capitolul 6 Concluzii generale, contribuții personale și direcții viitoare de cercetare	85
Bibliografie	89

Benzile instalațiilor de transport sunt supuse unor permanente fenomene de uzură, iar menținerea lor în exploatare, peste o anumită limită de utilizare, devine sursa principală de opriri și întreruperi în funcționare a întregului flux tehnologic din care fac parte. Dacă la aceasta se mai adaugă și costul benzilor, ca fiind cel mai ridicat, față de orice element ce compune o instalație de transport, atunci este justificat pe deplin interesul ce trebuie manifestat față de acțiunile de mentenanță care trebuie efectuate, mai cu seamă pentru prelungirea duratei lor de viață.

Când straturile de protecție din cauciuc au atins un grad de uzare care pune în pericol structura de rezistență (insertiile textile, respectiv, din cabluri de oțel), una din principalele măsuri destinate prelungirii duratei de utilizare a benzilor este recondiționarea acestora.

Timpul de staționare necesar efectuării reparațiilor și în special, al refacerii îmbinărilor, sau al înlocuirii unor tronsoane de bandă, ceea ce presupune realizarea de noi îmbinări, influențează productivitatea unui transportor fapt pentru care, este de dorit ca acest timp să fie cât mai scurt.

Operația de recondiționare a benzilor constă în refacerea straturilor de cauciuc, respectiv, a insertiilor deteriorate, precum și aducerea lor la dimensiunile de fabricație inițiale. O astfel de operație este precedată de o serie de activități care, în principal, au drept scop, pregătirea structurii de rezistență a benzilor. Recondiționarea benzilor pentru

transportoare și importanța ce o reprezintă aceasta pentru reducerea costurilor de exploatare suportate de agenții economici, reiese din numărul mare de benzi aflate în funcțiune la unele exploatare miniere. Efortul financiar care trebuie făcut de către unitățile respective, la fiecare patru ani, cât este durabilitatea medie a benzii, este deosebit de mare. În literatura de specialitate se prezintă cheltuielile de recondiționare ca fiind de circa 50% din costurile de achiziție al unei benzi noi, de unde rezultă avantajele economice obținute în urma aplicării corecte a activităților de mentenanță pentru reintroducerea în circuitul economic al benzilor uzate și scoase din funcțiune.

Lucrarea de față prezintă rezultatele cercetărilor și a analizelor întreprinse de autor asupra numeroaselor tipuri de benzi pentru transportoare, precum și asupra echipamentelor de vulcanizare cu scopul de a găsi soluțiile de îmbunătățire a calității îmbinărilor vulcanizate.

În capitolul 1 intitulat „Stadiul actual al cercetărilor privind benzile transportoarelor” se prezintă rezultatele unei consistente documentări în literatura de specialitate privind benzile cu inserții textile și metalice. Durabilitatea îmbinărilor benzilor trebuie privită atât în legătură cu structura lor, cât și în legătură cu cel mai potrivit sistem de îmbinare.

Evoluția dotării tehnice, în timp, la U.M.C.Roșia, a permis urmărirea modului de comportare al îmbinărilor și al înlocuirii unor tronsoane de bandă; alegerea corectă a modului de îmbinare depinde de clasa de rezistență a acesteia, iar transmiterea corectă a forțelor de tracțiune, de către zona de îmbinare, se realizează prin dimensionarea corespunzătoare a lungimii treptelor de îmbinare.

Capitolul 2 intitulat „Tehnologia și echipamentele necesare pentru îmbinarea benzilor transportoarelor” cuprinde evoluția tehnologiei îmbinărilor metalice și a celor prin vulcanizare.

Îmbinarea metalică cu agrafe nu a ținut pasul cu dezvoltarea benzilor în ceea ce privește rezistența lor. Aceste îmbinări sunt proprii doar benzilor cu inserții textile ale căror clase de rezistență specifică sunt cuprinse între 400 și 1600 daN/cm - lățime de bandă.

Îmbinarea prin vulcanizare a benzilor este un sistem nedemontabil care, datorită gradului de fiabilitate demonstrat în exploatare, se impune a fi aplicat în toate împrejurările în care condițiile o permit.

În zona de îmbinare a două benzi este necesară obținerea unei structuri cât mai apropiate de aceea a benzii inițiale, fapt pentru care există diferite concepții ale instalațiilor de vulcanizare a benzilor.

Instalațiile tip IVB și DSLQ cuprind subansamble, realizate din aliaje de aluminiu, care suportă atât solicitări mecanice cât și termice, fapt pentru care comportarea lor, în timp, influențează, în mod hotărâtor, calitatea îmbinărilor vulcanizate ale benzilor.

În capitolul 3 intitulat „Studiul parametrilor tehnologici ai procesului de vulcanizare al benzilor” sunt analizate teoretic și practic fenomenele de transfer termic, de la placa de încălzire a instalației de vulcanizare până la cauciucul din bandă. Pentru determinarea teoretică a temperaturilor din timpul încălzirii de la o sursă sub formă de placă din aliaj de aluminiu, s-au luat în considerare proprietățile fizico-mecanice ale acestui material; în același timp au fost studiați, experimental, trei dintre parametrii regimului de vulcanizare: timpul și temperatura de încălzire și presiunea de apăsare a capetelor benzii.

Reglarea timpului s-a realizat în funcție de grosimea cauciucului din zona de îmbinare, iar pentru reglarea temperaturii s-a ținut seamă de tipul de cauciuc folosit în procesul de vulcanizare; presiunea de apăsare s-a stabilit în funcție de grosimea și structura cauciucului.

Măsurătorile experimentale au arătat că rezistența specifică maximă la tracțiune, a îmbinării vulcanizate, la benzile de uz general din cauciuc ATRBZ, a fost obținută pentru următorii parametri tehnologici: presiunea 360bar, timpul de vulcanizare 70 minute, temperatura de vulcanizare 135⁰C; în același timp, s-a redus porozitatea din zona de îmbinare sub 0,2 %. Analiza rezultatelor a arătat că duritatea cauciucului din bandă este variabilă, astfel că cea mai mare valoare a durității a fost constatată spre centrul benzii, iar cea mai mică, spre marginea acesteia.

În capitolul 4 intitulat „Studiul comportării în exploatare al benzilor” sunt redate concluziile privind utilizarea benzilor într-un mediu de lucru foarte agresiv, cu umiditate ridicată, cu radiații UV, cu praf și variații mari de temperatură (-30 ⁰C...+ 40 ⁰C). În urma analizei modului de comportare a benzilor s-a constatat că în etapa inițială de funcționare apar rețele de fisuri transversale atât pe fața de rulare cât și pe fața purtătoare (mult mai pronunțate) indiferent de tipul cauciucului și a materialului de ranforsare (inserție textilă, inserție metalică).

Degradarea legăturii dintre inserția metalică și matricea din cauciuc determină scoaterea din uz a benzilor cu inserție metalică deoarece apare fenomenul de smulgere a inserției metalice din matricea de cauciuc. Modificarea durității cauciucului se observă, mai ales, în zona inserției metalice și se produce atât pe fața purtătoare cât și pe fața de rulare a benzii; cea mai mare modificare se observă pe fața purtătoare deoarece aceasta intră în contact direct cu materialul transportat, dar și cu radiațiile UV.

În capitolul 5 intitulat „Cercetări asupra instalațiilor de vulcanizare a benzilor” sunt cuprinse rezultatele studiului privind solicitările, în special cele de încovoiere, precum și deformațiile elementelor mecanice– traverse-, din aliaj de aluminiu, ale instalației de vulcanizare la cald care influențează calitatea îmbinărilor benzilor. În acest scop s-au determinat, inițial, efectele încălzirii neuniforme a materialului traverselor, adică modificările de structură, sub formă de segregări, constând într-o granulație de dimensiuni mari, pe măsura creșterii temperaturii; astfel apar efectele negative asupra comportării în exploatare a instalației de vulcanizare și anume, după un anumit număr de utilizări ale instalației este vizibilă creșterea deformației, din zona aflată la mijlocul traverselor, concomitent cu accentuarea defectelor care apar în zona de îmbinare a benzilor.

Analiza prin metoda elementelor finite a impus discretizarea traverselor instalației de vulcanizare și a permis determinarea stării de tensiuni și deformații ce apar în traverse. Deformațiile de încovoiere determină eroari de tip “clopot”, ale benzii, care va avea o grosime mai mare la mijloc față de cea a zonelor de margine. În vederea înlăturării acestor efecte negative au fost concepute și aplicate soluții tehnice de îmbunătățire a construcției traverselor instalațiilor de vulcanizare, ceea ce a condus la creșterea duratei de viață a îmbinărilor benzilor pentru transportoare.

În capitolul 6 intitulat „Concluzii generale, contribuții personale și direcții viitoare de cercetare” sunt sistematizate concluziile rezultate în urma cercetării, contribuțiile aduse de autor în realizarea temei propuse, precum și direcțiile de cercetare posibile de abordat, ca și cele pentru diseminarea aplicațiilor practice ale prezentei lucrări.

Contribuții personale:

-Am efectuat o vastă documentare a literaturii de specialitate privind: tipurile, caracteristicile, domniile de utilizare și standardele pentru benzile cu inserții textile și cu inserții metalice ale transportoarelor; tipurile de îmbinări ale benzilor și de echipamente necesare pentru realizarea lor ;

-Am urmărit evoluția calității îmbinărilor vulcanizate la transportoarele cu bandă existente în dotarea exploatărilor din bazinul minier Oltenia, în special la U.M.C.Roșia, pe parcursul unei perioade de peste cinci ani pentru a stabili modul în care are loc deteriorarea și ieșirea lor din uz; în același timp am urmărit modul de comportare al echipamentelor utilizate pentru realizarea îmbinărilor prin vulcanizare la cald a benzilor precum și cauzele defecțiunilor elementelor componente ale acestora;

-Am evaluat principalii parametri tehnologici ai procesului de vulcanizare cu referire la temperatura, timpul și presiunea care influențează calitatea îmbinărilor benzilor;

-Am calculat și am măsurat valorile temperaturilor în funcție de timpul de încălzire prin transferul termic care are loc dinspre placa de încălzire a instalației de vulcanizare spre cauciucul din bandă; am constatat că valorile temperaturilor calculate pentru intervalul de încălzire cuprins între 65 și 70 minute corespund cu cele măsurate practic, în procesul real de vulcanizare. Acest aspect, adică respectarea concomitentă a temperaturilor și a timpilor de încălzire, contribuie la obținerea de îmbinări cu calități superioare;

-Am măsurat duritatea cauciucului benzii și am constatat că: aceasta variază astfel încât are cele mai mici valori spre marginea benzii; cea mai mare modificare se produce în zona inserției metalice; ambele aspecte explică motivul pentru care, în timpul exploatării, benzile cu proprietăți și structuri neomogene au o durabilitate scăzută și o uzare accentuată, ca urmare tehnologia lor de îmbinare trebuie să permită respectarea strictă a temperaturii de încălzire, a timpului și a presiunii determinate în concordanță cu tipodimensiunile benzilor;

-Am determinat efectele încălzirii asupra structurii metalice a instalației de vulcanizat, care este realizată din traverse din aliaj de aluminiu. Efectul încălzirii neuniforme a traverselor provoacă modificări importante ale structurii lor și astfel apar zone cu segregări în material constând într-o granulație de dimensiuni mari. În același timp cu modificarea structurii are loc schimbarea durității traverselor: creșterea progresivă a durității odată cu mărirea temperaturii ar putea explica fisurarea traverselor în anumite cazuri și chiar scoaterea lor din uz;

-Am discretizat sistemul mecanic format din traverse din aliaj de aluminiu al instalației de vulcanizare a benzilor din cauciuc prin metoda elementului finit, în componente mai simple, pentru analiza ulterioară a stării de tensiuni și deformații a lor. Necesitatea aplicării acestei metode a rezultat ca urmare a faptului că după o utilizare îndelungată a instalației se produce o modificare semnificativă a durității, în special în zona aflată în contact direct cu placa de încălzire; în același timp se produce o scădere a proprietăților mecanice ale traverselor, urmată de deformații și ruperi ale acestora;

-Am determinat distribuția de tensiuni și deformații ale traverselor, prin metoda elementului finit, pentru a găsi zonele periclitare datorită transferului de căldură care însoțește procesul de îmbinare prin vulcanizare;

-Am stabilit și aplicat soluțiile de rigidizare suplimentară a traverselor prin dispunerea pe capetele lor libere a unor plăci precum și prin creșterea numărului lor de distanțieri; s-a obținut reducerea tensiunilor în zona centrală a traverselor și o redistribuire a lor ceea ce a condus la evitarea apariției defectului de tip “clopot”, la îmbinarea prin vulcanizare a benzilor.

-Am aplicat soluțiile amintite în lucrare, la U.M.C.Roșia, obținând o îmbunătățire a calității îmbinărilor, respectiv, o reducere a numărului de vulcanizări executate în decursul unui an, ceea ce reprezintă economii de manoperă de 47.779,88 lei .

Lucrarea cuprinde 91 pagini, 61 figuri, 25 tabele și 81 relații de calcul, fiind structurată pe șase capitole, are introducere, concluzii finale, contribuții personale, direcții de cercetare și bibliografie.

Lucrarea este redactată în conformitate cu cerințele unei lucrări de doctorat.