TEMATICA ȘI BIBLIOGRAFIE

ELECTRICIAN SUBTERAN/SUPRAFAȚĂ – ACTIVITATE MINIERĂ

I. – **MAȘINI ȘI UTILAJE DIN INDUSTRIA MINIERĂ** – N.Brădeanu, I. Condurache, Gh. Condurache, D. Chisega, S. Groza, ed. 1981,

– cap. 26 – Probleme specifice electrificării exploatărilor miniere; pag. 300– 312.

– cap. 28 – Aparataj electric specific exploatărilor miniere; pag. 328 – 339.

– cap. 30 – Instalaţii de iluminat, semnalizare şi telecomandă în subteran; pag. 365 – 377.

II. – **INSTALAȚII ȘI ECHIPAMENTE ELECTRICE** – Sabina Milohi, M. Popescu, Ed. 1995,

– cap. 6 - Componente ale echipamentelor electrice; pag. 137 – 161.

– cap. 7 – Cabluri şi conducte electrice; pag. 183 – 189.

III. **– H.G. 1146/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizarea în muncă de către lucrători a echipamentelor de muncă cu Anexa 1 și 2**

IV. – **Regulament de Securitate și Sănătate în Muncă la nivelul societății, cu modificările și completările ulterioare**
- partea a III-a Echipamente electrice

Măsuri de protecție a muncii. — Dacă ventilatorul lucrează la extremitatea tubului de aeraj, se va monta un grilaj de protecție din plasă de sîrmă la partea lui frontală liberă.

— Se va interzice cu desăvîrșire menținerea în funcțiune a ventilatorului la o presiune a aerului comprimat mai mare de 5 daN/cm².

— Locul de montare a ventilatorului se va stabili astfel ca nivelul zgomotului produs de ventilator, în condiții normale de funcționare (95 foni la 1 m, respectiv 85 foni la 5 m), să nu depășească pe cel admis la locurile de muncă prin normele republicane de protecție a muncii, evitîndu-se prin aceasta pericolul de explozie și insuficiența aerajului, provocate de oprirea intenționată a ventilatorului din cauza zgomotului produs.

Verificarea cunoștințelor

1. Cum se determină presiunea sau depresiunea pe care trebuie să o producă ventilatorul și ce deosebire este între cel radial și axial ?
2. Prin ce metode se poate regla debitul ventilatorului radial ?
3. Cînd și cum se poate regla debitul ventilatorului axial prin schimbarea unghiului de poziție ?
4. Prin ce se deosebesc ventilatoarele axiale pentru aeraj secundar de cele pentru aeraj principal ?
5. Cum funcționează un ventilator electromagnetic și ce avantaje prezintă ?
6. În cazul cînd rotorul se freacă de pereții carcasei, care poate fi cauza ?
7. În cazul cînd rulmenții nu mai au unsoare, ce se poate întîmpla ?
8. Dacă în timpul funcționării ventilatorului se aud zgomote anormale, care ar putea fi cauzele ?
9. Pentru evitarea electrocutărilor, ce se recomandă la montarea ventilatorului în tub ?

Capitolul 26

PROBLEME SPECIFICE ELECTRIFICĂRII EXPLOATĂRILOR MINIERE

1. AVANTAJELE ELECTRIFICĂRII MINELOR

Progresul tehnic în ritm susținut, care caracterizează dezvoltarea economiei țării noastre, se manifestă în sectorul industriei extractive și prin electrificarea tot mai intensă a exploatărilor miniere, condiție de bază pentru mecanizarea și automatizarea complexă a proceselor de producție.

Introducerea electrificării minelor a fost determinată de următoarele avantaje :

— posibilitatea folosirii energiei electrice pentru toate necesitățile unei exploatări miniere — forță, iluminat, semnalizare și telecomunicație ;

— transportul și distribuția energiei electrice în condiții tehnice avantajoase și cu pierderi mici (randamente peste 90%) ;

— costul mult mai redus decît al aerului comprimat ;

— transformarea ușoară, în special curentul alternativ, de la anumiți parametrii (tensiune, frecvență, curent etc.) la alți parametrii, în funcție de necesități ;

— principalii consumatori de energie electrică — motoarele electrice — au construcție simplă, gabarit redus și prezintă siguranță în funcționare ;

— folosirea instalațiilor ce necesită puteri mari de acționare (mii de kW) ;

— realizarea unor randamente totale de 0,65—0,75 în comparație cu instalațiile pneumatice care au randamente de numai 0,15—0,2 ;

— nepoluarea atmosferei minei cu gaze toxice ;

— instalare simplă, exploatare și întreținere ușoară a echipamentelor electrice ;

— posibilități de telecomandă și centralizare a instalațiilor de acționare, măsurări de control a receptoarelor.

Față de avantajele folosirii energiei electrice, aceasta prezintă însă dezavantajele determinate de pericolul de electrocutare și al producerii de incendii și explozii. Rezolvarea construcțiilor de utilaje electrice cu un grad ridicat de securitate contra electrocutărilor și exploziilor deschide calea introducerii energiei electrice și în acele locuri de muncă unde pînă acum se utiliza în exclusivitate energia pneumatică.

2. TENSIUNI ADMISE ÎN SUBTERAN

În funcție de natura instalației electrice și a lucrării miniere, valoarea maximă a tensiunilor între faze se limitează la următoarele valori maxime :

— 6 000 V, pentru transportul energiei electrice la stațiile de transformare și distribuție, și pentru alimentarea echipamentelor staționare (pompe, ventilatoare principale, compresoare, instalații de extracție) sau pentru alimentarea consumatorilor mobili (combinele de înaintare) ;

— 1 200 V pentru rețelele de distribuție de forță, pentru alimentarea echipamentelor staționare, semistaționare și mobile, plasate în lucrări de abataj, în fronturi de înaintare și în lucrările aferente (combine, transportoare etc.) ;

— 220 V pentru utilaje portative și instalații de iluminat fix ; dacă aceste utilaje se folosesc în abataje și fronturi de lucru, este obligatoriu ca instalația să fie prevăzută cu un dispozitiv de control și deconectare automată în caz de defectare a izolației ;

— 600 V curent continuu pentru rețelele de tracțiune electrică ;

— 24 V pentru iluminatul portativ.

Tensiunile de pînă la 42 V c.a. și 60 V c.c. se consideră nepericuloase ; peste această valoare tensiunile sînt periculoase și necesită folosirea mijloacelor de protecție.

3. PERICOLE SPECIFICE INTRODUCERII ENERGIEI ELECTRICE ÎN SUBTERAN

Utilizarea energiei electrice în exploatările miniere fără respectarea prescripțiilor legale și a măsurilor speciale de protecție a muncii este legată de o serie de pericole, cum sînt :

— pericolul de electrocutare ;

— pericolul de incendiu ;

— pericolul pe care îl prezintă curenții de dispersie — (vagabonzi) ;

— pericolul de explozie.

a. Pericolul de electrocutare

Trecerea curentului electric prin corpul omenesc se numeşte electrocutare. Pericolul de electrocutare în subteran este mai mare decît la suprafaţă, din următoarele motive: spaţiu redus, iluminare slabă, umiditate relativă mare a aerului din subteran, existenţa prafului, infiltraţii de apă care acţionează negativ asupra izolaţiei echipamentelor electrice.

Electrocutarea se produce atunci cînd omul atinge un element aflat la o tensiune periculoasă faţă de pămînt sau atinge concomitent două conductoare între care există o diferenţă de potenţial.

În cazuri uşoare, electrocutarea produce numai o zguduire dureroasă sau pierderea cunoştinţei, iar în cazuri grave, moartea.

Efectele electrocutării depind de: felul curentului (cel continuu produce electroliza sîngelui, iar cel alternativ acţionează asupra sistemului nervos); frecvenţa curentului alternativ, (are un grad de periculozitate maximă la 40—60 Hz) drumul parcurs de curent prin corpul omenesc (trecerea curentului prin inimă şi creier este cea mai periculoasă); durata acţiunii curentului (peste 0,1 secunde curentul devine periculos); intensitatea curentului (50 mA valoarea maximă nepericuloasă); rezistenţa corpului omenesc care se consideră de aproximativ 1 000 Ω; tensiunea curentului electric etc.

Cunoscînd valoarea periculoasă a curentului (I_{per} = 50 mA) şi rezistenţa corpului (R_{om} = 1 000 Ω), tensiunea minimă de atingere periculoasă $U_{a \cdot p}$ se determină astfel:

$$U_{a \cdot p} = R_{om} \cdot I_{per} = 1\,000 \cdot 0{,}05 = 50 \text{ [V]}.$$

Normele de protecţie a muncii din ţara noastră limitează valoarea tensiunii nepericuloase la 42 V la suprafaţă şi la 24 V în subteran.

Cazurile posibile de electrocutare sînt următoarele:

— atingerea concomitentă a două faze diferite (fig. 266, *a*) a unui sistem trifazat. Aceste electrocutări sînt cele mai periculoase, deoarece între cele două faze se găseşte numai rezistenţa omului. Curentul ce străbate corpul este mult mai mare decît cel nepericulos, putînd produce moartea chiar la tensiunea de 127 V:

$$I_{om} = \frac{U}{R_{om}} = \frac{127}{1\,000} = 0{,}127 \text{ [A]};$$

— atingerea doar a unei faze (fig. 266, *b*) într-un sistem cu nulul neizolat, este de asemenea periculoasă dar curentul ce străbate corpul este redus cu $\sqrt{3}$ faţă de cazul anterior;

— atingerea unei faze (fig. 266, *c*) în cazul sistemelor trifazate cu nulul izolat faţă de pămînt. Valoarea curentului ce trece prin corpul omenesc depinde nu numai de rezistenţa electrică a acestuia, ci şi de rezistenţele de izolaţie şi de capacitatea reţelei faţă de pămînt (R şi C) prin care se închide circuitul (care, în condiţii normale au valori nominale mari). Astfel, curentul ce străbate corpul este limitat. Din acest motiv, în toate exploatările miniere din ţara noastră, normele de protecţie a muncii impun utilizarea numai a sistemului trifazat cu nul izolat faţă de pămînt.

În cazul atingerii unei carcase care are legătura la pămînt executată corect (fig. 266, *d*) prin priza generală şi locală, se produce un scurtcircuit monofazat între fază şi pămînt; astfel omul este protejat împotriva electrocutării. Curentul de scurtcircuit este suficient de mare pentru acţionarea sigură a protecţiei (siguranţe fuzibile sau relee).

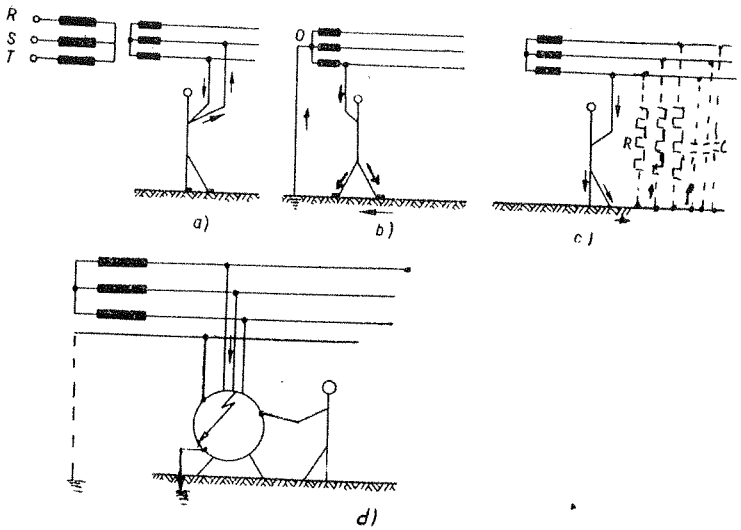


Fig. 266. Reprezentarea schematică a producerii electrocutării: *a* — atingerea a două faze a reţelelor cu neutrul izolat; *b* — atingerea unei faze cu neutrul neizolat; *c* — atingerea unei faze oarecare a reţelelor cu neutrul izolat faţă de pămînt; *d* — atingerea carcasei unui motor electric cu defect de izolaţie, legată la pămînt.

Pentru a nu se întrerupe legătura la pămînt este interzis montarea protecţiei (siguranţe fuzibile sau relee) pe conductorul de nul.

Măsuri pentru prevenirea producerii electrocutărilor. Prevenirea producerii accidentelor prin electrocutare constă din luarea unor măsuri constructive, organizatorice şi tehnice care au rolul de a micşora probabilitatea şi posibilitatea atingerii de către individ a părţilor aflate sub tensiune.

Dintre aceste măsuri se menţionează următoarele:

— montarea pieselor neizolate aflate sub tensiune la o înălţime încît să fie exclusă posibilitatea de atingere;

— construcţia echipamentelor din subteran cu un grad de protecţie care să evite posibilitatea atingerii directe a părţilor neizolate (în carcase închise);

— dotarea carcaselor cu dispozitive de blocare care să împiedice deschiderea lor sub tensiune;

— izolarea cu un strat de cauciuc a părţilor metalice ale echipamentelor electrice portative (perforatoare etc.) cu care manipulantul vine în contact în timpul lucrului;

— lucrările de montare, exploatare, întreţinere şi reparare a instalaţiilor electrice se vor executa numai cu personal calificat, instruit corespunzător şi autorizat să execute aceste lucrări;

— manevrele în instalaţiile electrice se vor executa numai pe bază de foaie de manevră aprobată de personalul tehnic superior;

— în subteran, reţelele electrice de distribuţie vor fi alimentate de la transformatoare de forţă cu nulul izolat;

— utilizarea mijloacelor de protecţie izolantă la executarea operaţiilor unde există pericolul atingerii directe;

— controlul permanent a existenţei legăturii la pămînt prin priza generală şi locală;

— controlul permanent al stării de izolaţie a echipamentelor din subteran. Reţelele cu tensiuni nominale între faze mai mari de 220 V vor fi prevăzute cu dispozitive de control automat al rezistenţei de izolaţie şi de decuplare cînd rezistenţa scade sub 7,2 KΩ, blocînd totodată cuplarea cu defect de izolaţie (toate cofretele electrice pentru subteran sînt dotate cu astfel de dispozitive).

b. Pericolul de incendiu

Incendiile din subteran, care au ca sursă de aprindere curentul electric, pot fi provocate de scîntei, de arcuri electrice, sau supraîncălziri produse de curentul electric. Acestea, la rîndul lor, pot avea următoarele cauze: puneri la pămînt, curenţi vagabonzi, lovirea cablurilor electrice, dimensionarea necorespunzătoare a cablurilor, exploatarea şi întreţinerea necorespunzătoare a echipamentului electric.

La un incendiu produs într-o lucrare minieră în care există echipamente electrice se va acţiona respectîndu-se următoarele reguli: se va decupla instalaţia electrică din sectorul afectat; la stingerea incendiilor care afectează instalaţiile electrice, se poate folosi nisip, praf inert, stingătoare cu praf şi stingătoare cu bioxid de carbon. În acest sens, în apropierea instalaţiilor electrice trebuie să se găsească materiale de stins incendii, admiţîndu-se ca minimum două stingătoare cu praf şi o ladă cu nisip de 0,5 m³.

c. Pericolul curenţilor de dispersie (vagabonzi)

Acest pericol apare în reţelele de tracţiune electrică în curent continuu cînd şinele sînt şi conductoare de întoarcere a curentului electric. Şinele avînd legătura la pămînt, o parte din curent se poate scurge prin rocile cu conductibilitate electrică mare, formînd curenţii de dispersie (vagabonzi). Curenţii de dispersie prezintă unele pericole: pot produce explozia neprevăzută a capselor electrice, coroziunea conductelor din subteran etc.

Pentru limitarea apariţiei unor curenţi trebuie asigurată o rezistenţă cît mai redusă la îmbinarea şinelor, prin executarea de şuntări a acestora cu platbande sau conductoare de oţel sau cupru.

d. Pericolul de explozie

Acesta este specific numai minelor care conţin în atmosfera lor gaze explozive sau praf de cărbune. În anumite condiţii de concentraţie (5—14%), metanul formează cu aerul gazul exploziv numit „grizuu", iar hidrogenul împreună cu aerul dă naştere unui amestec exploziv numit „gaz detonant". De asemenea, particulele fine de praf de cărbune aflate în suspensie în atmosfera minei, într-o anumită concentraţie şi conţinut de substanţe volatile, alcătuiesc un amestec exploziv puternic.

Pericolul de explozie se poate evita prin luarea următoarelor măsuri: asigurarea unui aeraj corespunzător tuturor locurilor de muncă; prevenirea formării şi acumulării prafului de cărbune; scoaterea de sub tensiune a instalaţiilor electrice atunci cînd concentraţia de metan ajunge la 2%, interzicerea executării reparaţiilor utilajelor sub tensiune, obligativitatea de a controla concentraţia de metan înainte de efectuarea reparaţiilor la echipamentele electrice; introducerea aparaturii automate pentru controlul permanent a stării aerajului şi concentraţiei de metan, cu posibilităţi de decuplare a instalaţiilor electrice în caz de pericol; utilizarea echipamentului electric de construcţie antiexplozivă.

În prezent, accidentele datorită aprinderii în subteran a amestecurilor explozive de la echipamentele electrice sînt practic imposibile dacă se respectă întocmai normele de protecţie a muncii.

4. ECHIPAMENTELE ELECTRICE MINIERE ÎN CONSTRUCŢIE NORMALĂ

Aceste echipamente trebuie să aibă următoarele caracteristici constructive specifice de bază:

— rezistenţă la solicitări mecanice brutale, care sînt posibile în subteran;

— izolaţie electrică rezistentă la umiditate şi căldură;

— închise în carcase, protejate contra prafului, a umezelii şi a ape (protecţie IP 33), a căror deschidere să fie posibilă numai cu ajutorul sculelor;

— prevăzute cu două borne de legare la pămînt: una pentru priza de pămînt locală şi alta pentru reţeaua generală de legare la pămînt;

— aparatajele, transformatoarele şi maşinile electrice prevăzute, după caz, cu o cutie terminală pentru legătura la cablurile armate şi cu o bucşă de racord sau priză cu fişă pentru legătura la cablurile flexibile;

— circuitele electrice de comandă ale aparatelor sînt executate pentru tensiunea maximă de 42 V.

În afara acestor caracteristici generale, construcţia aparatajului trebuie să îndeplinească şi următoarele condiţii specifice:

— întrerupătoarele trebuie să fie prevăzute cu dispozitive de blocare pentru îmbinarea desfacerii capacului cînd sînt în poziţie „închis". Cînd în carcasa întrerupătorului este montat şi un separator, dispozitivului de blocare trebuie să împiedice: manevrarea separatorului cînd întrerupătorul este „închis" sau are capacul desfăcut: închiderea întrerupătorului cînd separatorul este „deschis" sau cu capacul desfăcut şi desfacerea capacului cînd întrerupătorul sau separatorul este „închis";

— întrerupătoarele trebuie să fie folosite la o putere de rupere de două ori mai mică decît cea nominală;

— prizele de curent cu fişă de tip mobil, pentru cablu flexibil, trebuie să fie prevăzute cu un contact suplimentar pentru conducta de legare la pămînt (contact care se închide înaintea contactelor de fază) şi cu un dispozitiv de zăvorîre a fişei în priză (pentru ca fişa să nu iasă din priză în mod neprevăzut); la prizele cu fişă prevăzute şi cu întrerupător, scoaterea fişei de sub tensiune trebuie să fie împiedicată printr-un dispozitiv de blocare.

TABELA 25

Simbolizarea protecţiei antigrizutoase şi antiexplozive

SPECIFICARE			Simbol
Simbol general			*Ex*
1			2
Modurile de protecţie	Capsulare antideflagrantă Capsulare presurizantă Siguranţă intrinsecă Înglobare în nisip Imersiune în ulei Siguranţă mărită Special		*d* *p* *i* *q* *o* *e* *s*
Domeniul de destinaţie	Mine grizutoase Alte sectoare industriale		I II
Grupele de gaze şi vapori	Interstiţiul maxim admis constructiv la modul de protecţie „*d*" pentru $l = 25$ mm	$\delta = 0{,}5$ mm $\delta = 0{,}5$ mm $\delta = 0{,}3$ mm $\delta = 0{,}2$ mm	I II *A* II *B* II *C*
Clasele de temperatură	Temperatura maximă de suprafaţă	450°C 300°C 200°C 135°C 100°C 85°C	*T* 1 *T* 2 *T* 3 *T* 4 *T* 5 *T* 6
Ordinea de simbolizare	Grupa I protecţie antigrizutoasă astfel: lîngă simbolul general *Ex.* se adaugă simbolul modului (sau modurilor) de protecţie şi simbolul grupei I		*Ex.* . . .1
	Grupa II — protecţie antiexplozivă astfel: lîngă simbolul general *Ex.* se adaugă simbolul modului (sau modurilor) de protecţie, simbolul grupei II, simbolul grupei (*A*, *B*, *C*) de explozie (numai pentru capsulare antideflagrantă) şi simbolul clasei de temperatură		*Ex.* . .II. . .*T*. . .
Exemple de simbolizare	Protecţie antigrizutoasă, capsulare antideflagrantă		*Ex d* I
	Protecţie antiexplozivă, capsulare antideflagrantă, subgrupa II *A* şi clasa *T* 3 de temperatură		*Ex d* II *A T3*

5. ECHIPAMENTE ELECTRICE CU PROTECŢIE ANTIEXPLOZIVĂ

După felul construcţiei, echipamentele electrice pot fi de tip normal sau protejate contra exploziilor. În ambele cazuri, aceste echipamente au o construcţie care să asigure protecţia persoanelor contra atingerii directe a părţilor interioare aflate sub tensiune sau în mişcare.

Echipamentele electrice protejate contra exploziilor (antiexplozive) sînt destinate să fie exploatate în depline condiţii de securitate în atmosferă explozivă, formată din amestec de aer şi gaze explozive sau vapori inflamabili (conform STAS 6877/1973).

În funcţie de destinaţie, aceste echipamente se împart în două grupe:

— cu protecţie antigrizutoasă, destinat lucrărilor în minele grizutoase (simbol ExI);

— cu protecţie antiexplozivă, destinate unor locuri de muncă în care există alt pericol de explozie decît metanul (simbol ExII). În funcţie de caracteristicile atmosferice explozive, aceste echipamente subdivid în trei subgrupe de explozie (IIA, IIB, IIC) şi şase clase de temperatură maximă de suprafaţă ($T_1 = 450°C \ldots T_6 = 85°C$).

Echipamentele electrice cu protecţie antigrizutoasă şi antiexplozivă pot fi construite cu următoarele moduri de protecţie: capsulare antideflagrantă (simbol d); cu siguranţă mărită intrinsecă (i); capsulare presurizantă (p); înglobare în nisip (q); imersiune în ulei (0); siguranţă mărită (e) şi protecţie specială (s).

Clasificarea completă şi simbolurile acestor protecţii sînt indicate în tabela 25.

Toate echipamentele electrice în construcţie antigrizutoasă şi antiexplozivă sînt verificate de către Centrul de cercetări pentru securitate minieră Petroşani (C.C.S.M.).

a. Modul de protecţie cu capsulare antideflagrantă

Acest mod de protecţie este unul din cele mai răspîndite şi mai sigure în exploatare. Protecţia se bazează pe introducerea echipamentului electric în carcase în care chiar dacă se va produce explozia, şocul dinamic rezultat în urma exploziei nu va deteriora carcasa şi totodată va fi împiedicată transmiterea exploziei mediului înconjurător prin laminarea şi răcirea gazelor rezultate (fig. 267).

Laminarea şi răcirea gazelor fierbinţi se va produce între suprafeţele de îmbinare carcasă-capac (fig. 268).

Interstiţiile care există între carcasă şi capac, avînd lungimea l şi grosimea δ, au proprietatea de a răci flacăra rezultată la o explozie interioară, prin absorbţie de căldură de către materialul respectiv şi destinderea gazelor la ieşirea

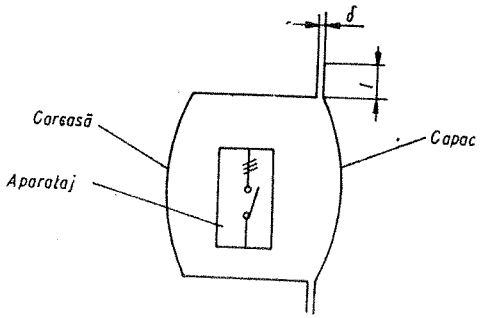


Fig. 267. Construcţia de principiu a carcaselor antideflagrante utilizate la aparatajul minier.

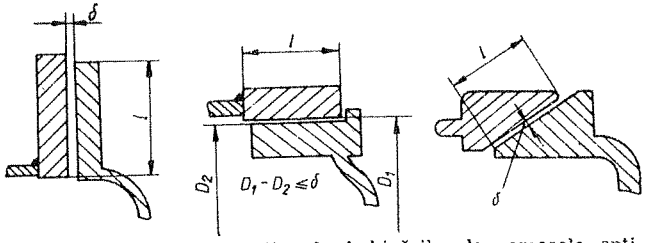


Fig. 268. Formele obișnuite ale îmbinărilor la carcasele antideflagrante.

din carcasă. Astfel, gazele arse și eventual particulele de metal încinse, la ieșirea lor din carcasă nu sînt capabile să producă explozia amestecului exploziv din atmosfera minei.

Lungimea minimă și grosimea maximă a interstițiului se determină în funcție de volumul caracsei și grupa de explozie a gazului respectiv. Pentru carcasele antideflagrante cu un volum mai mare de 100 cm³, lungimea minimă a interstițiului este de 25 mm, iar grosimea maximă 0,05 mm.

Toate carcasele antideflagrante trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— să aibă o rezistență mecanică mare pentru a suporta solicitările datorită transportului, surpărilor, exploziilor interioare etc.;

— prelucrarea suprafețelor interstițiului să fie efectuată cu o rugozitate maximă de 6,3 μm; lovirea sau zgîrierea acestor suprafețe este interzisă;

— protecția contra coroziunii a suprafețelor îmbinărilor (interstițiilor) să se efectueze cu un strat de vaselină neutră (fiind interzisă vopsirea lor);

— materialul folosit la construcția carcaselor trebuie să reziste la acțiunea flăcării, a umezelii, a agenților chimici, să nu fie casant și să nu producă prin frecare sau lovire scîntei care pot aprinde gazul grizuu (toate aceste condiții sînt bine îndeplinite de oțelul turnat sau laminat). Formele geometrice a carcaselor pot fi: sferice, cilindrice cu capace bombate sau plane, paralelipipedice (fig. 269);

— să asigure un acces ușor la echipamentul electric, pentru efectuarea lucrărilor de racordare la sursă și consumator. Compartimentarea carcaselor antideflagrante este în principiu cea indicată în figura 270. Echipamentul electric *1* (întrerupător, contactor, transformator etc.) este amplasat în

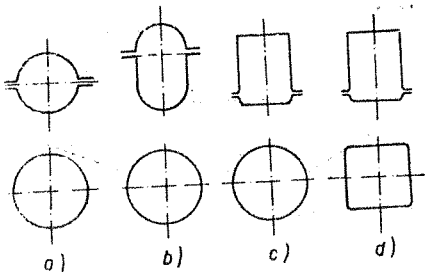


Fig. 269. Formele geometrice ale carcaselor antideflagrante:

a — sferică; *b* — cilindrică cu capace sferice; *c* — cilindrică cu capace plane; *d* — paralelipipedică.

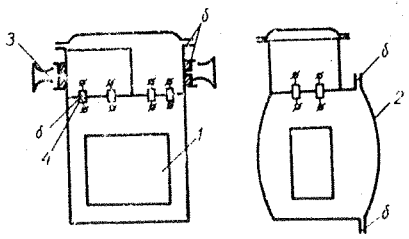


Fig. 270. Compartimentarea carcaselor antideflagrante.

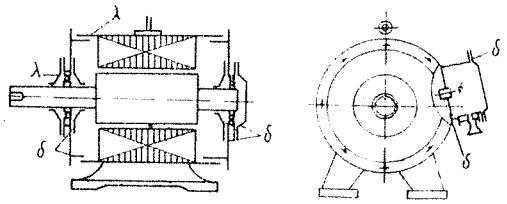


Fig. 271. Realizarea caracterului antideflagrant la motoarele electrice.

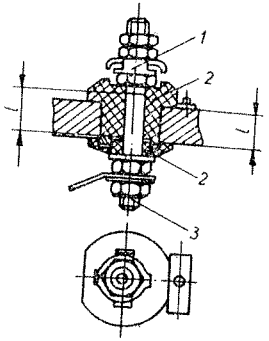


Fig. 272. Treceri fixe de borne prin carcasele antideflagrante.

compartimentul de bază al carcasei la care accesul se asigură prin scoaterea capacului *2*, cu posibilitate de manevrare rapidă. În compartimente separate sînt amplasate cutiile de borne, separatoarele inversoare, dispozitivele de semnalizare etc. Mufele de cablu *3* asigură antideflagranța intrării și ieșirii cablurilor, iar izolatoarele de trecere *4* realizează legătura electrică între diferitele compartimente.

O problemă dificilă a construcției carcaselor o constituie asigurarea proprietăților antideflagrante la trecerile arborilor prin peretele carcasei la motoare, a tijelor de acționare la aparate sau a altor detalii mobile care se întîlnesc la utilajele electrice (fig. 271). În acest scop se folosește tot principiul protecției cu interstiții antideflagrante, care se realizează prin asigurarea unei lățimi corespunzătoare a capacelor, iar grosimea *δ* prin ajustarea diametrelor orificiului și a arborelui sau a tijei.

Legăturile electrice între părțile echipamentului aflate în compartimente diferite (fig. 272) se realizează prin treceri care constau din conductorul electric *1* cu piulițele de strîngere *3* și izolatorul electric *2*. Și în acest caz, trebuie să se respecte indicațiile privind lungimea și grosimea interstițiului.

Etanșarea intrărilor și ieșirilor de cablu în carcase se realizează constructiv ca în figura 273. Inelul de cauciuc *4* este presat prin strîngere cu piulița *6* între corpul cutiei și mufa cablului.

Majoritatea utilajelor și aparatajelor electrice de forță utilizate în minele grizutoase sînt executate cu capsulare antideflagrantă (motoare electrice, cofrete cu contactoare și întrerupătoare automate, transformatoare, celule prefabricate etc.).

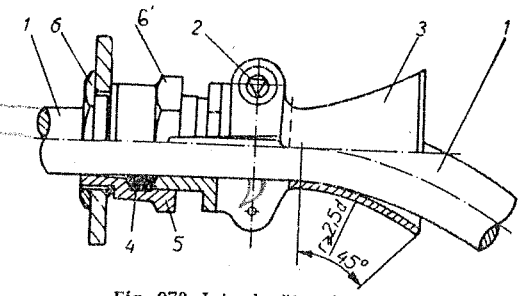


Fig. 273. Introducător de cablu:

1 — cablu; *2* — piesă de fixare a cablului contra smulgerii; *3* — deschidere în formă de pîlnie; *4* — garnitură de cauciuc; *5* — flanșă de fixare a buoșei; *6* — piuliță de fixare; *6'* — piuliță de strîngere.

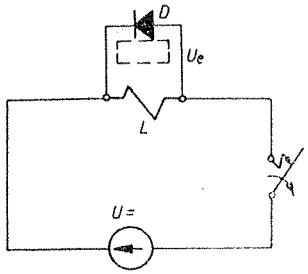


Fig. 274. Şuntarea cu o diodă a inductanţei circuitelor de siguranţă intrinsecă.

b. Modul de protecţie cu siguranţă intrinsecă

Echipamentele electrice cu siguranţă intrinsecă (internă) contra exploziilor sînt astfel concepute încît scînteile electrice pe care le poate produce să nu fie capabile să provoace aprinderea unei atmosfere inflamabile atît în regim normal cît şi în cel de avarie.

Mărimea energiei scînteii electrice care nu aprinde amestecul exploziv depinde de valoarea parametrilor circuitului electric, şi anume: rezistenţa, inductanţa, capacitatea, tensiunea, curentul şi puterea sursei de alimentare. Mărimile acestor factori vor fi alese astfel încît scînteile posibile în funcţionare normală sau în stare de defect (scurtcircuite sau puneri la masă) să nu fie capabile să aprindă amestecurile explozive.

În cazul circuitelor cu inductanţe trebuie să se ia măsuri de limitare sau amortizare a energiei ce se înmagazinează în bobine, cu aşa numitele elemente de limitare care pot fi rezistenţe, condensatoare, diode Zener, tranzistoare etc. (fig. 274).

La construcţia, exploatarea şi întreţinerea circuitelor cu siguranţă intrinsecă se vor respecta şi următoarele măsuri: carcasele să fie rezistente la şocuri, iar în caz de lovire sau frecare să nu producă scîntei; transformatoarele de alimentare să fie bobinate astfel încît să nu existe posibilitatea pătrunderii tensiunii primare în secundar; sistemele de limitare să poată asigura protecţia intrinsecă a montajului; bornele de racordare să fie montate în cutii separate, iar pe carcasă să se monteze plăcuţe care să indice tensiunea, curentul, frecvenţa, lungimea şi tipul de cablu; încălzirea diferitelor elemente a montajelor cu siguranţă intrinsecă nu trebuie să depăşească valorile limită admise; circuitele imprimate să fie montate pe plăci separate sau acoperite cu un strat de lac izolant cu grosimea de 1 mm; după realizarea circuitelor cu siguranţă intrinsecă acestea se verifică conform normativelor.

Circuitele cu siguranţă intrinsecă se pot realiza pînă în prezent numai pentru circuitele cu puteri mici, de ordinul a cîtorva zeci de waţi şi tensiuni mici. Din acest motiv protecţia intrinsecă se foloseşte obişnuit în circuitele de comandă la distanţă, în cele de măsură, de protecţie, semnalizare, telecomunicaţii şi de automatizare, destinate să funcţioneze în atmosferă explozivă.

c. Modul de protecţie cu capsulare presurizantă

Acest mod de protecţie este realizat prin închiderea echipamentelor electrice, într-o carcasă în care se menţine o suprapresiune cu un mediu gazos nepericulos, care poate fi aer curat sau gaz inert. Datorită suprapresiunii nu este posibilă pătrunderea amestecurilor explozive din mediul înconjurător.

Protecţia se poate realiza prin:

— ventilaţie permanentă în circuit deschis, la care suprapresiunea mediului gazos în carcasă se asigură şi se menţine prin ventilaţie continuă;

— cu suprapresiune statică permanentă, la care mediul gazos nepericulos este introdus în carcasă înainte de pornire, prin ventilaţie forţată în circuit deschis, şi apoi în cursul exploatării se menţine o suprapresiune statică.

Suprapresiunea aerului sau a gazului inert din interiorul carcaselor cu protecţie cu ventilaţie trebuie să fie de minim 15 N/m². Cînd suprapresiunea scade sub această valoare, un sistem de blocare va deconecta echipamentul, iar un sistem de semnalizare va avertiza acustic şi optic personalul de exploatare.

Punerea în funcţiune a echipamentului electric este posibilă numai după ce carcasele şi întregul sistem de ventilaţie a fost ventilat cu o cantitate de aer curat sau gaz inert egal cu de 10 ori volumul carcasei şi a sistemului de ventilaţie.

d. Modul de protecţie cu înglobare în nisip

În acest caz protecţia constă din izolarea părţilor echipamentului electric de mediul înconjurător prin cufundarea acestora în nisip de cuarţ, astfel încît arcurile electrice de avarie produse la piesele electrice nu pot provoca aprinderea mediului înconjurător.

Factorul determinant în asigurarea securităţii este înălţimea H a stratului de nisip dintre echipamentul electric şi atmosfera inflamabilă (fig. 275).

Acţiunea protectoare a nisipului se explică prin răcirea intensă a produselor de ardere datorită suprafeţei mari de contact, evacuarea căldurii prin masa de nisip reducerea presiunilor rezultate la o explozie interioară etc.

În cazul acestui tip de protecţie trebuie să se respecte următoarele măsuri: carcasele trebuie să aibă rezistenţă mecanică mare şi să nu permită pătrunderea apei; umplerea cu nisip trebuie făcută astfel încît să nu rămînă în masa nisipului spaţii libere. Nisipul să îndeplinească anumite condiţii tehnice privind granulaţia (0,25—0,16 mm), compoziţia (98,5% bioxid de siliciu), umiditatea maximă 0,1%. Înălţimea minimă H a stratului de nisip se determină prin calcul sau prin încercări (minimum 200 mm).

Dintre aparatele electrice executate cu protecţie cu înglobare în nisip se menţionează unele transformatoare de forţă.

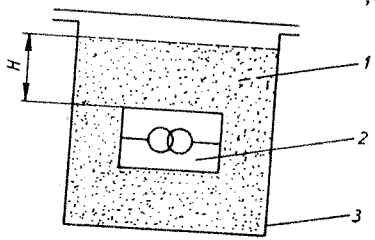


Fig. 275. Principiul protecţiei antiexplozive cu strat protector de nisip:
1 — nisip de cuarţ; 2 — echipament electric (transformator); 3 — carcasă metalică.

e. Modul de protecţie prin imersiune în ulei

La acest mod de protecţie, elementele componente ale echipamentului electric care în funcţionare normală produc arcuri electrice, scîntei sau se încălzesc se cufundă în ulei de transformator, la o adîncime la care nu pot fi aprinse amestecurile explozive deasupra nivelului uleiului (fig. 276).

Avantajele utilizării uleiului de transformator constau în cost redus, răcire corespunzătoare aparatajului, bun izolator electric şi stingerea bună a arcurilor electrice.

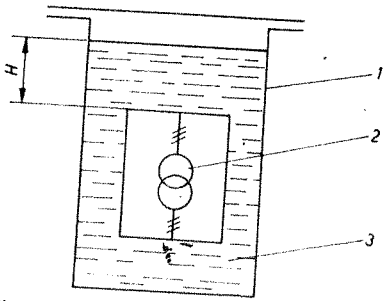


Fig. 276. Schema de principiu a protecţiei antiexplozive prin imersiune în ulei.

Dezavantajele utilizării uleiului de transformator sînt: gabaritul și greutatea utilajelor sînt mari; uleiul nu este suficient de stabil și fiind combustibil produce prin ardere gaze inflamabile.

Protecția în cuvă de ulei se admite numai pentru echipamente electrice staționare (transformatoare de forță, baterii de condensatoare pentru îmbunătățirea factorului de putere, redresoare cu semiconductoare, reostate, controlere, întrerupătoare etc). Camerele în care se montează aceste echipamente trebuie să fie armate cu materiale ignifuge și să fie dotate cu mijloace de stingere a incendiilor.

La construcția, exploatatea și întreținerea echipamentelor electrice cu protecție în ulei se vor avea în vedere următoarele: carcasele să aibă rezistență mecanică, rezistența la foc și să nu permită pătrunderea apei; dispozitivele de evacuare a uleiului să fie bine etanșate și să se poată deschide numai cu scule speciale; toate materialele care vin în contact cu uleiul trebuie să fie rezistente la ulei; temperatura maximă a uleiului nu trebuie să depășească limitele admise (45—75°C); grosimea stratului de ulei deasupra utilajului să fie suficient de mare și eficiența acestuia să se verifice prin încercări; în cazul tensiunilor mai mari de 1 kV, piesele ce trec prin ulei trebuie izolate corespunzător; echipamentul electric aflat deasupra uleiului trebuie să fie în construcție antigrizutoasă care să corespundă clasei de temperatură T3 și grupei de explodare IIC; nivelul necesar al uleiului trebuie marcat cu un semn vizibil pe carcasă.

f. Modul de protecție cu siguranță mărită

La modul de protecție cu siguranță mărită, elementele echipamentului electric sînt construite și dimensionate astfel încît în condiții normale este exclusă formarea de scîntei, arcuri electrice sau temperaturi periculoase care să producă aprinderea amestecurilor explozive. Această protecție se realizează prin luarea următoarelor măsuri:

— executarea carcaselor cu un grad normal de protecție (IP-44);

— nefolosirea materialelor izolante higroscopice și inflamabile; piesele izolante din mase plastice sau piesele izolante care vor fi solicitate electric trebuie să aibă stabilitate termică, rezistență la foc, rezistență mecanică și electrică;

— respectarea distanțelor de străpungere minime impuse de norme (de la 6 mm pentru tensiunea de 60 V pînă la 100 mm pentru tensiunea de 10 000 V);

— racordarea conductoarelor se poate executa cu șuruburi (asigurate contra desfacerii), cu nituri, prin lipire moale dacă conductoarele sînt strînse într-un manșon sau matisate, prin lipitură tare sau sudură;

— cutiile de conexiuni, bornele, dispozitivele de racordare a cablurilor trebuie să fie astfel construite și dimensionate încît să asigure o racordare ușoară și corectă; temperatura în punctul de racordare nu trebuie să depășească 70°C. Se vor păstra distanțele minime de străpungere prescrise, iar prin etanșare corectă trebuie să se asigure un grad normal de protecție (IP-54) M;

— întrebuințarea numai a înfășurării impregnate prin cufundare sau sub vid, a căror izolație să reziste la solicitări mecanice, termice (33°C), la umiditate (98%);

— etanșarea carcaselor cu garnituri corespunzătoare sau cu suprafețele conjugate cu lungimea interstițiului de cel puțin 10 mm, prelucrate cu o rugozitate de 6,3 μm, unse cu vaselină neutră.

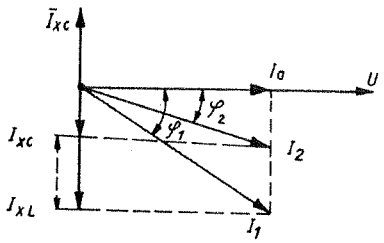


Fig. 291. Diagrama vectorială a curenților în cazul unui circuit cu *R*, *L* și *C*.

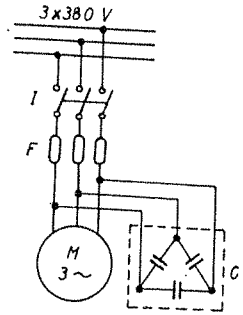


Fig. 292. Schema electrică a montării unui condensator de joasă tensiune pentru compensarea individuală a factorului de putere:

I — întrerupător; *F* — siguranțe fuzibile; *C* — condensator; *M* — motor asincron.

Pentru ameliorarea factorului de putere (cos φ) al unei instalații electrice există următoarele posibilități:

— eliminarea funcționării în gol a motoarelor asincrone (la funcționarea în gol a motoarelor asincrone factorul de putere (cos φ) este scăzut. În acest scop se pot monta limitatoare de mers în gol;

— înlocuirea motoarelor electrice sau transformatoarelor cu puteri mult mai mari decît cele necesare, cu altele cu puteri potrivite;

— utilizarea motoarelor sincrone la acționarea mecanismelor cu cuplu și turație constantă (compresoare, pompe, ventilatoare de aeraj principal etc.). Motoarele sincrone pot funcționa cu cos φ = 1 sau dacă sînt supraexcitate chiar cu cos φ capacitiv debitînd astfel energie reactivă în rețea;

— montarea unor compensatoare sincrone care să funcționeze (în gol) ca generatoare de energie reactivă;

— conectarea unor baterii de condensatoare la rețelele electrice. Compensarea factorului de putere (cos φ) cu ajutorul bateriilor de condensatoare se realizează datorită faptului că curentul reactiv dat de condensator este în opoziție cu curentul reactiv al inductanțelor (fig. 291). Astfel, condensatoarele furnizează energie reactivă în rețea, contribuind la ameliorarea factorului de putere total (cos φ_2 < cos φ_1).

Compensarea factorului de putere cu ajutorul condensatoarelor se poate realiza centralizat (pentru toți consumatorii), pe grupe de consumatori sau individual (fig. 292).

6. NORME DE PROTECȚIE A MUNCII LA MONTAREA, EXPLOATAREA ȘI ÎNTREȚINEREA REȚELELOR DE CABLURI SUBTERANE

La montarea, exploatarea și întreținerea rețelelor de cabluri subterane trebuie să se respecte următoarele norme de protecție a muncii:

— toate tipurile de cabluri electrice utilizate în subteran trebuie să fie avizate de C.C.S.M. Petroșani;

— pentru instalațiile electrice staționare sau cele semistaționare cu durată lungă de funcționare pe același amplasament, montate în lucrări miniere executate în roci stabile, trebuie folosite cabluri cu manta etanșă din P.V.C. cu armătură metalică și înveliș de protecție;

— în puțuri sau lucrări cu înclinare peste 45° se montează numai cabluri în construcție cu izolația uscată;

— învelișurile exterioare din cauciuc sau P.V.C. ale cablurilor trebuie să nu propage focul;

— este interzisă folosirea cablurilor sau a conductoarelor din aluminiu la: instalațiile electrice subterane din minele de cărbuni; instalațiile din încăperile cu pericol de explozie (de gaze, vapori sau praf exploziv); la instalațiile la care întreruperea curentului pune în pericol securitatea oamenilor; la instalațiile electrice de semnalizare, comandă, protecție și automatizare; instalațiile mobile sau cele expuse șocurilor și vibrațiilor permanente; instalațiile electrice montate în medii vătămătoare aluminiului (stații de încărcare a acumulatorilor, locuri cu umiditate excesivă etc.); instalațiile electrice din depozitele de explozivi; instalațiile de legare la pămînt;

— montarea cablurilor se va face în locuri ferite de lovituri mecanice și umezeală;

— cablurile flexibile de alimentare a mașinilor mobile pot fi așezate pe vatră pe lungimea strict necesară procesului tehnologic, dar ferite de deteriorări și încălziri, iar cînd mașina nu funcționează se scoate de sub tensiune;

— în timpul montării și întreținerii rețelelor de cabluri, acestea vor fi scoase de sub tensiune și se va utiliza echipament de protecție, scule și dispozitive — corespunzătoare.

Verificarea cunoștințelor

1. Cum se clasifică rețelele electrice?
2. Să se descrie cablul electric cu simbolul CMYArY.
3. Cum se clasifică cablurile electrice?
4. Care este destinația în subteran a cablurilor armate, precum și a celor flexibile?
5. Care sînt principalele metode de îmbinare a cablurilor flexibile și armate?
6. Pe ce criterii se aleg cablurile?
7. Care sînt principalele criterii de calcul a rețelelor electrice?
8. Indicați principalele norme de protecție a muncii la montarea, exploatarea și întreținerea rețelelor de cabluri.

Capitolul 28

APARATAJ ELECTRIC SPECIFIC EXPLOATĂRILOR MINIERE

Avînd în vedere gradul ridicat de electrificare a exploatărilor miniere, pentru a asigura buna funcționare a consumatorilor, instalația electrică din subteran trebuie dotată cu o serie de aparate, ca: contactoare, întrerupătoare, relee etc. care să permită conectarea și deconectarea lor de la sursa

de energie electrică, să asigure protecția și reglarea diferitelor mărimi, cum ar fi: curentul, tensiunea etc.

Aparatajul electric minier trebuie să îndeplinească următoarele condiții de bază:

— să aibă robustețe mecanică și electrică mare;

— să aibă gabarit adecvat, greutate redusă, carcasă etanșă la praf și la umezeală; să aibă borne de legare la pămînt;

— să fie dotate cu relee termice, electromagnetice și de tensiune minimă care să asigure protecția corespunzătoare contra suprasarcinilor, scurtcircuitelor și la întreruperea sau scăderea sub limită a tensiunii;

— să fie prevăzute cu aparate de semnalizare și de măsură;

— să permită interschimbabilitatea echipamentelor din componența lor;

— să realizeze controlul rezistenței de izolație a consumatorilor;

— circuitele pentru comanda de la distanță să fie alimentate cu tensiuni nepericuloase, de 24 V;

— pentru minele grizutoase, circuitele de comandă de la distanță să fie cu mod de protecție cu siguranță intrinsecă;

— să fie prevăzute cu blocaje electrice și mecanice care să nu permită executarea unor manevre greșite sau cu carcasa deschisă;

— să aibă butoanele de acționare notate cu „I" pentru cuplare și cu „O" pentru oprire.

După modul de protecție împotriva exploziilor, aparatajul electric poate fi:

— în construcție minieră normală (pentru suprafață sau minele negrizutoase);

— în construcție antigrizutoasă (pentru minele grizutoase).

A. APARATE DE JOASĂ TENSIUNE PENTRU COMANDĂ AUTOMATĂ

Aparatele de comandă automată pot efectua operațiile de închidere, deschidere și comutare a unor circuite electrice ca urmare a unei comenzi date de un releu sau traductor reglat la anumiți parametri. De asemenea, pot fi acționate și de un operator, prin utilizarea unui buton de comandă montat în apropierea aparatului sau la distanță.

Teoria generală a acestora a fost expusă în clasa a XI-a la cursul de aparate electrice.

Dintre aceste aparate cu folosință în minerit fac parte și cofretele cu contactoare de putere în construcție antigrizutoasă.

La întreprinderea „Electrocontact" Botoșani se produce o serie nouă de cofrete antigrizutoase (Exd I) cu contactoare de putere de joasă tensiune pentru minele grizutoase. Aceste cofrete sînt destinate pentru comanda și protecția motoarelor și rețelelor electrice care funcționează în subteran sau în exploatările la suprafață unde există pericolul degajării amestecurilor explozive de metan sau praf de cărbuni.

Cofretele antigrizutoase sînt dotate cu contactoare de putere și relee, în gama de curenți de 25, 63 (2×63) 125 A și întreruptoare automate de 400 A. În construcție asemănătoare sînt și cofretele pentru minele negrizutoase. Aceste cofrete cu contactoare și întrerupătoare de putere sînt dotate cu circuite electronice cu siguranță intrinsecă pentru comandă de la distanță și pentru verificarea rezistenței de izolație a consumatorului.

Principalele circuite electronice din dotarea acestor cofrete sînt: circuitorul electronic cu siguranţă intrinsecă pentru comanda la distanţă, circuitul electronic pentru verificarea rezistenţei de izolaţie.

a. Circuit electronic cu siguranţă intrinsecă pentru comanda la distanţă

Pentru comanda de la distanţă a cofretelor antigrizutoase se utilizează circuite electronice cu siguranţă intrinsecă. Schema electrică a acestor circuite este indicată în figura 293. Circuitul de comandă se leagă la bornele *a*, *b*. Prin scurtcircuitarea acestora (cu butonul *I*), tranzistorul T_1 este blocat, releul intermediar RI_1 anclanşează şi prin închiderea contactului său normal deschis $1RI_1$ comandă anclanşarea releului intermediar *RI* care comandă închiderea contactorului principal. Rezistenţele R_1 şi R_2 servesc la limitarea curentului din circuitele cu siguranţa intrinsecă legat la bornele *a*, *b* (sub 65 mA). Diodele D_1, D_2 şi D_3 servesc la limitarea fenomenelor tranzitorii care apar la anclanşarea releelor. Integritatea tranzistorului T_1 este supravegheată permanent de circuitul de control format din tranzistoarele T_2 şi T_3. În cazul apariţiei unui scurtcircuit colector-emitor la tranzistorul T_1, releul RI_1 ar anclanşa şi fără comanda dată prin butonul *I*, provocînd pornirea instalaţieiîn mod nedorit (cu consecinţe uneori grave). Datorită circuitului de control, la apariţia scurtcircuitului colector-emitor releul intermediar RI_2 anclanşează, deschizînd contactul său normal închis $1RI_2$, blocînd astfel acţionarea releului RI_1 şi închizînd contactul $2RI_2$ (de autoreţinere) care blochează circuitul

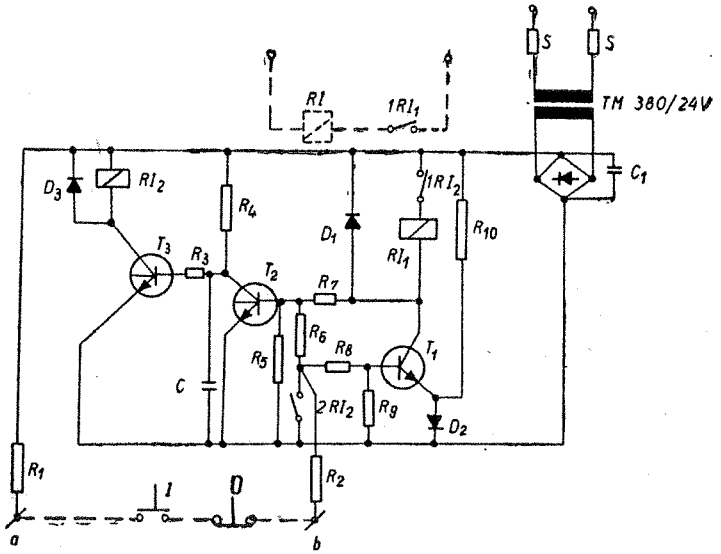


Fig. 293. Schema electrică a circuitului de comandă în construcţie intrinsecă a cofretelor antigrizutoase.

menţinînd releul RI_1 declanşat. Deblocarea se face automat la întreruperea scurtcircuitului. Celelalte elemente ale circuitului asigură funcţionarea normală a circuitului electronic.

Alimentarea circuitului se face de la reţeaua alternativă de 380 V prin transformatorul de tensiune monofazat *TM* şi redresorul cu diode prevăzut cu condensatorul de netezire C_1.

Schema de comandă prezintă avantajul unui curent foarte slab în circuitul de comandă (50—60 mA), îndeplinind condiţiile impuse pentru circuitele cu siguranţă intrinsecă.

b. Circuit electronic pentru verificarea rezistenţei de izolaţie

În figura 294 este redată schema unui circuit electronic pentru blocarea funcţionării întregului aparat cînd rezistenţa de izolaţie a circuitului de forţă a consumatorului scade sub o anumită valoare. Dacă rezistenţa de izolaţie dintre conductorii legaţi la bornele motorului şi pămînt scade sub o anumită valoare (de obicei 7,2 kΩ), releul intermediar RI_1 anclanşează şi deschide contactul său normal închis $1RI_1$ care blochează circuitul electric de alimentare a contactorului principal *C* (neputîndu-se pune în funcţiune instalaţia). De asemenea, prin închiderea contactului normal deschis $2RI_1$ se comandă aprinderea lămpii de semnalizare L_{iz} care indică defect de izolaţie. Dacă rezistenţa de izolaţie creşte pînă la valoarea admisă, releul revine, deblocînd schema.

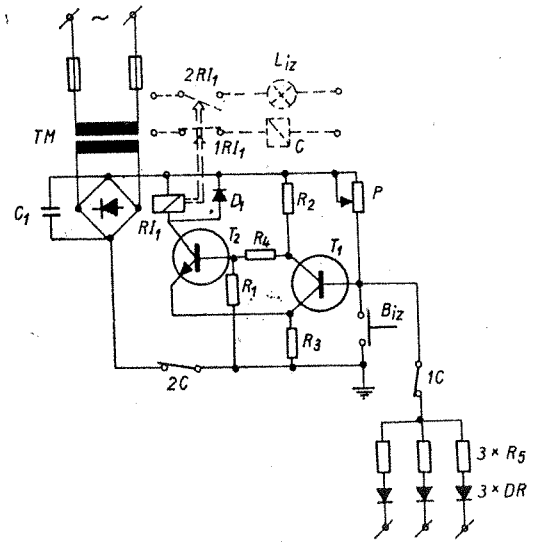


Fig. 294. Schema circuitului pentru verificarea rezistenţei de izolaţie.

Butonul B_{iz} servește pentru verificarea periodică (înainte de pornire) a funcționării corecte a circuitului, astfel: la apăsarea butonului lampa L_{iz} trebuie să se aprindă, iar la eliberarea butonului lampa trebuie să se stingă.

Contactele normal închise $1C$ și $2C$ ale contactorului principal au scopul de a deconecta circuitul electronic atunci cînd bornele motorului sînt sub tensiune și echipamentul funcționează normal.

Diodele DR și rezistențele R_5 au rolul de a crea un nul artificial; potențiometrul P se folosește pentru reglarea punctului optim de funcționare; celelalte elemente componente asigură o funcționare normală a schemei.

Alimentarea circuitului de la rețea se face prin transformatorul de tensiune monofazat TM și redresorul cu diode prevăzut cu condensatorul C_1 de filtraj.

c. Schema de principiu a instalației electrice a cofretelor antigrizutoase

Schema instalației electrice conține următoarele componente principale (fig. 295):

— Contactorul principal de putere este de tip TCA și este prevăzut cu următoarele contacte: contactele principale tripolare $1C$, pentru închi-

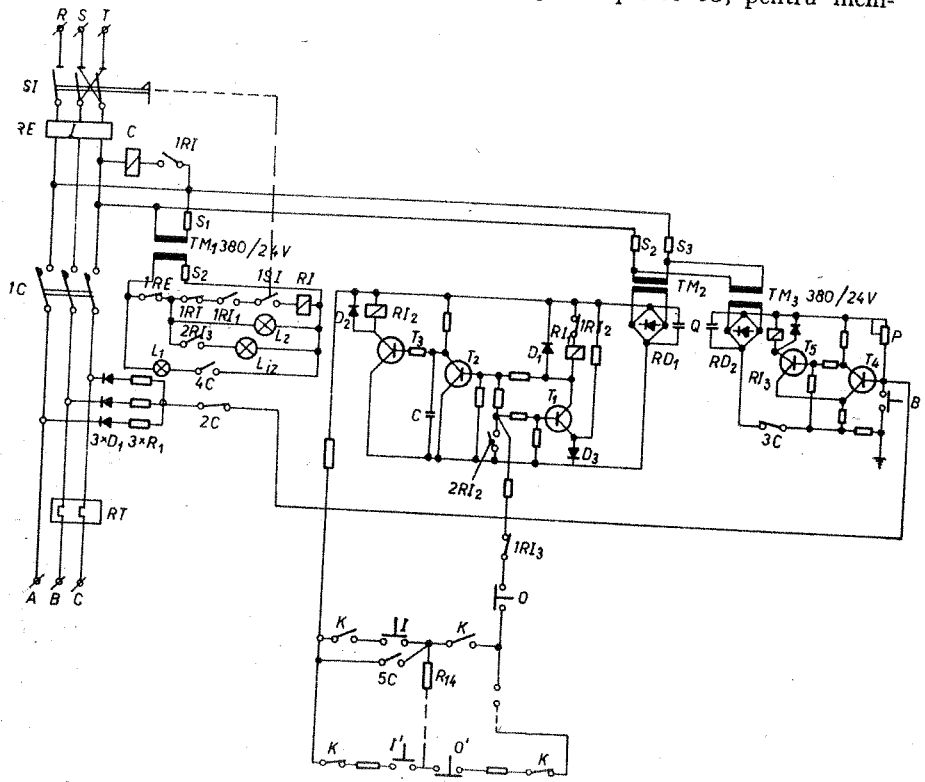


Fig. 295. Schema de principiu a instalației electrice a cofretelor antigrizutoase.

derea circuitului de forță, două contacte normal închise $2C$ și $3C$ introduse în circuitul de control al rezistenței de izolație pentru decuplarea acesteia cînd contactorul este cuplat și instalația funcționează normal; un contact normal deschis $4C$ pentru închiderea circuitului lămpii de semnalizare L_1 care indică poziția cuplată a contactorului; contactul de autoreținere $5C$ (care scurtcircuitează butonul I) și contactele $6C$ și $7C$ din circuitul auxiliar pentru semnalizare la distanță sau interblocaje.

— Separatorul-inversor SI este de tipul comutator cu came, cu posibilitatea inversării a două faze. Separatorul are trei poziții de lucru, din care două pentru inversarea sensului motoarelor electrice și o poziție pentru decuplarea generală a cofretului de la rețeaua electrică. Simultan cu acționarea separatorului se acționează și contactul $1SI$ din circuitul releului intermediar RI.

— Comutatorul K este destinat stabilirii poziției de comandă a cofretului; are trei poziții: de acționare de pe cofret prin butoanele I și 0, de acționare de la distanță prin butoanele I' și $0'$ și blocat.

— Blocul releelor termice RT are rol de protecție la suprasarcină; limitele de reglaj sînt între $0{,}67 \times In$ și $1 \times In$. Aceste relee au contactul $1RT$ normal închis înseriat în circuitul de alimentare al bobinei releului de comandă RI.

— Blocul releelor electromagnetice RE, fiind relee maximale de curent, realizează protecția la scurtcircuite; limitele de reglaj sînt $4 \times In$ pînă la $8 \times In$. Contactul $1RE$ normal închis este înseriat în circuitul de alimentare al bobinei releului de comandă RI. După acționarea releului, contactul $1RE$ rămîne blocat printr-un mecanism cu zăvor. Deblocarea se realizează prin deschiderea capacului și armarea prin buton (după verificarea și înlăturarea cauzei scurtcircuitului).

— Releele intermediare cuprind:

RI un contactor de tip TCA-6, care prin contactul său normal deschis $1RI$ închide și deschide circuitul bobinei contactorului principal C. În serie cu bobina acestuia se găsesc contactele releelor termice $1RT$, a releelor electromagnetice $1RE$, a separatorului inversor $1SI$ și a releului intermediar din circuitul de comandă $1RI_1$.

RI_1 un releu intermediar de comandă, montat în circuitul de colector al tranzistorului T_1 din circuitul cu siguranță intrinsecă. Este de tip RI-9, care comandă prin contactul său $1RI_1$ contactorul RI.

RI_2 un releu intermediar de tip RI-9 de blocare a circuitului de comandă cînd în acest circuit apar defecțiuni. Are două contacte, unul normal închis $1RI_2$ în circuitul bobinei releului de comandă RI_1 și unul normal deschis $2RI$ de autoreținere menținînd blocat circuitul de comandă pînă la remedierea defectului.

RI_3 un releu intermediar introdus în circuitul de control al rezistenței de izolație, care prin contactul său normal închis $1RI_3$ introdus în circuitul de comandă blochează comanda cînd rezistența de izolație a scăzut sub o anumită valoare, iar prin contactul $2RI_3$ se aprinde lampa de semnalizare L_{iz} indicînd defect de izolație.

— Transformatorul TM_1 este un transformator coborîtor de tensiuni, monofazat, cu tensiunea primară de 125, 220, 380, 500 V, iar tensiunea secundară de 24 V și puterea de 60 W. Servește la alimentarea circuitului releului de comandă RI și a lămpilor de semnalizare L_1, L_2 și L_{iz}.

— Transformatoarele TM_2 și TM_3 sînt transformatoare monofazate, cu tensiunea primară de 125, 220, 380 sau 500 V, iar tensiunea secundară de 24 V și puterea de 4 W. Sînt în construcție specială conform normelor pentru circuite cu siguranță intrinsecă. Protecția transformatoarelor se realizează cu siguranțe fuzibile S_1, S_2 și S_3 de tip cu filet de dimensiuni reduse (mignon E-16).

— Butoanele de pornire I, de oprire 0 și de control a rezistenței de izolație B_{iz} acționează microîntrerupătoare cu tijă telescopică care realizează închiderea și deschiderea circuitelor respective. Comanda de la distanță prin butoanele I' și O' se poate utiliza cu orice tip de buton de comandă, nefiind necesară utilizarea de butoane în construcție antigrizutoasă, datorită realizării circuitului de comandă cu siguranță intrinsecă.

— Lămpile de semnalizare sînt de tip cu incandescență, alimentate la 24 V, avînd puterea de 3 W. Lampa L_1 semnalizează prin aprindere închiderea contactorului principal C, lampa L_{iz} semnalizează prin aprindere scăderea rezistenței de izolație sub limitele admise (7,2 kΩ), iar lampa L_2 (numai la cofretele de 2×63 A și 125 A) indică prin stingere că releele electromagnetice au declanșat datorită unui scurtcircuit.

Funcționarea schemei. Pentru punerea în funcțiune a cofretelor este necesar să se închidă separatorul-inversor SI pentru sensul de rotație dorit, comutatorul k să se pună pe poziția necesară pentru comandă locală sau de la distanță și se acționează butonul B_{iz} pentru testarea funcționării circuitului de verificare a rezistenței de izolație (dacă lampa L_{iz} se aprinde cînd butonul este acționat și se stinge la eliberarea acestuia, circuitul respectiv este în funcțiune și rezistența de izolație este peste valoarea minimă).

Comanda de cuplare se dă prin apăsare pe butonul $I(I')$, astfel releul RI anclanșează închizînd contactul $-RI_1$ din circuitul releului intermediar de comandă RI, care prin acționare (toate celelalte contacte înseriate în circuitul său fiind închise) închide contactul $1RI$ din circuitul bobinei contactorului principal de putere C care prin anclanșare realizează închiderea contactelor tripolare $1C$ cuplînd motorul la rețeaua trifazată. Totodată, contactorul C închide contactul său normal deschis $5C$ de autoreținere a releului RI_1, deschide contactele normal închise $2C$ și $3C$ din circuitul de verificare a rezistenței de izolație, închide contactul normal deschis $4C$ din circuitul lămpii de semnalizare L_1, acționînd și contactele $6C$ și $7C$ din circuitul auxiliar pentru semnalizări la distanță.

Comanda de oprire se poate da manual prin apăsarea pe butonul $O(O')$ sau pe cale electrică cînd în circuitul de forță sau de comandă apar situații anormale de funcționare, astfel:

— la apariția suprasarcinilor, releele termice RT anclanșează și, prin deschiderea contactului normal închis $1RT$, decuplează releul intermediar RI care, la rîndul său, prin deschiderea contactului $1RI$ decuplează contactorul principal care întrerupe circuitul de forță;

— la apariția unui scurtcircuit, releele electromagnetice RE anclanșează și, prin contactul normal închis $1RE$, decuplează releul intermediar RI care decuplează contactorul principal realizîndu-se și stingerea lămpii L_2 care indică prezența scurtcircuitului;

— dacă în circuitul de comandă apare un scurtcircuit, releul RI_2 declanșează deschizînd contactul său normal închis $1RI_2$, decuplînd astfel releul RI_1, care, prin contactul său normal deschis $1RI_1$, decuplează releul RI; astfel se întrerupe alimentarea bobinei contactorului principal C;

— dacă rezistența de izolație scade sub 7,2 kΩ, releul RI_3 din circuitul de verificare a rezistenței de izolație anclanșează deschizînd contactul său normal închis $1RI_3$, blocînd astfel comanda de pornire, iar prin închiderea contactului normal deschis $2RI_3$ se aprinde lampa de semnalizare L_{iz} indicînd defect de izolație.

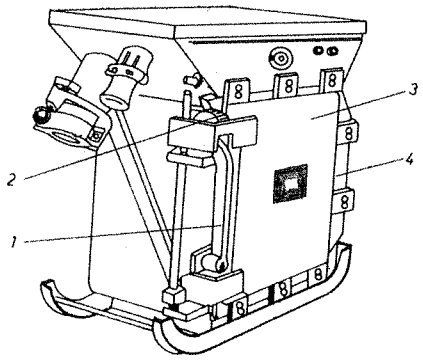


Fig. 296. Carcasă antideflagrantă de formă paralelipipedică.

Carcasa metalică. Toate părțile componente ale cofretelor sînt introduse într-o carcasă metalică, construită din tablă de oțel de formă paralelipipedică (fig. 296) sau de formă cilindrică cu capace sferice (fig. 297).

Carcasele au gradul de protecție antideflagrant (Exd I), fiind compartimentate astfel:

— compartiment principal, care conține marea parte a echipamentului electric (contactorul principal, blocul de comandă, transformatoarele de alimentare a circuitelor de comandă etc.);

— compartimentul de separare, care conține separatoarele inversoare, întrerupătoarele pentru comenzi etc.;

— compartimentul de semnalizare, care conține dispozitivele de semnalizare optică și aparatele de măsură;

— compartimentul de racordare care conține bornele de legătură, introductoarele pentru cabluri și capetele terminale.

Compartimentarea prezintă avantajul că în cazul unei explozii violente în unul din compartimente, echipamentul montat în celelalte compartimente nu este deteriorat. Fiecare din aceste compartimente este prevăzut cu capace demontabile, iar compartimentul principal cu capace cu deschidere rapidă.

Carcasele antideflagrante care posedă capace cu deschidere rapidă sînt înzestrate cu dispozitive de blocare, care împiedică deschiderea carcasei înainte de întreruperea tensiunii. De asemenea, conectarea la rețea a aparatelor este posibilă numai după montarea și închiderea corectă a acestor capace.

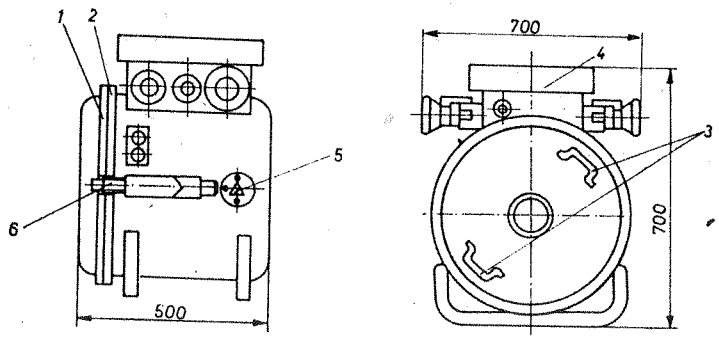


Fig. 297. Carcasă antideflagrantă de formă cilindrică.

La carcasele paralelipipedice (fig. 296) deschiderea se face cu ajutorul unei manete *1*, care acționează un excentric *2*. Prin rotirea excentricului, capacul *3* este ridicat în sus paralel cu rama carcasei *4*, după care, prin rotirea laterală a manetei capacul se deschide fiind fixat cu balamale.

La carcasele cilindrice cu capace sferice (fig. 297), prinderea și fixarea capacelor se face printr-un sistem tip baionetă : rama capacului *1* se așază pe rama carcasei *2*, după care, prin rotirea cu un unghi de 60°, capacul se asamblează la carcasă. Manevrarea se face cu două mînere *3*. Compartimentul de racordare *4* este amplasat în partea superioară. Pentru manevrarea separatorului este prevăzută tija cu cap triunghiular *5*, iar pentru blocarea capacului și a tijei *5* este prevăzut șurubul *6*. Carcasa este montată pe un suport sanie. Comanda cofretului se realizează prin butoanele „*I*" și „*O*".

Celelalte compartimente sînt prevăzute cu capace fixate cu șuruburi cu cap triunghiular, prevăzute cu elemente de asigurare împotriva autodeșurubării.

Echipamentul electric dispus în interiorul carcaselor poate fi montat pe un cadru metalic fix sau mobil (culisabil pe role). Legăturile electrice sînt în general debroșabile, realizîndu-se prin intermediul unor contacte telescopice sau cu prize și fișe multicontact. Sistemul debroșabil prezintă avantajul că, în cazul unor defecțiuni la echipamentul mobil, acesta poate fi înlocuit cu unul de rezervă, iar pentru reparații se transportă la atelier numai partea de echipament defect.

Îmbinările dintre carcasă și capace sînt prevăzute cu interstiții de laminare care asigură caracterul antideflagrant al carcaselor.

Piesele din circuitele de comandă sînt protejate suplimentar, într-o casetă din material plastic.

În compartimentul separatorului-inversor sînt introduse și lămpile de semnalizare. Controlul lămpilor de semnalizare se face din exteriorul cofretului, prin intermediul unor vizoare (fig. 298), care sînt formate din corpul vizorului *1*, fixat rigid de carcasă, vizorul transparent *2*, garniturile de etanșare *3*, piulița *4* de strîngere a vizorului și lampa de semnalizare *5*.

Compartimentele pentru racordări la rețea și la consumatori conțin bornele de legătură, atît pentru circuitele principale, cît și pentru cele de comandă și semnalizare. Aceste compartimente sînt prevăzute cu introducătoare speciale pentru cabluri.

Toate carcasele cofretelor au borne de interior și exterior pentru racordarea obligatorie a conductorului de legare la pămînt.

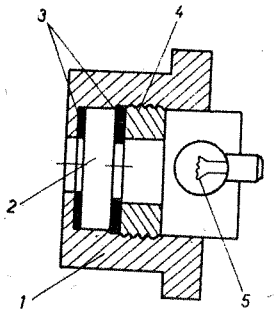


Fig. 298. Vizor pentru carcase antideflagrante.

Cu toate că construcția și schema electrică de principiu sînt asemănătoare, între contactoarele antigrizutoase aflate în fabricație există și unele deosebiri :

— cofretele AG-25 A sînt dotate cu contactoare și relee pînă la 25 A, putînd comanda motoare electrice pînă la 8 kW/380 V. Nu sînt dotate cu circuit pentru verificarea rezistenței electrice de izolație ;

— cofretele AG-63 A și 2×63 A sînt dotate cu contactoare și relee pînă la 63 A, putînd comanda unul sau două motoare cu putere pînă la 20 kW la 380 V ;

— cofretele AG-125 A sînt dotate cu contactoare și relee de protecție de 125 A, putînd comanda motoare pînă la 40 kW/380 V, fiind dotate cu trei lămpi de semnalizare ;

— cofretele antigrizutoase cu întrerupător automat de 400 A sînt dotate cu întreruptoare automate (tip USOL-400 A), putînd comanda motoare sau linii electrice cu puteri pînă la 130 kW la 380 V, fiind dotate cu relee termice și electromagnetice. Schema de comandă este identică cu a cofretelor cu contactoare de putere. Pentru comanda motoarelor trebuie să fie dotate și cu releu minimal de tensiune.

Pentru minele negrizutoase, la întreprinderea „Electrocontact" Botoșani se fabrică aceeași gamă de cofrete, avînd în principiu aceeași schemă electrică, cu deosebirea că nu sînt în construcție antigrizutoasă.

d. Tendințe de modernizare a cofretelor antigrizutoase

Avînd în vedere că actuala serie de cofrete în construcție antigrizutoasă prezintă o serie de inconveniente constructive și funcționale, este în curs de realizare și omologare o nouă serie de cofrete antigrizutoase modernizate. Îmbunătățirile propuse sînt următoarele :

— circuitul de comandă la distanță cu siguranță intrinsecă va fi protejat împotriva oricărui defect (sigur la defect) ;

— vor fi dotate cu dispozitive de temporizare la pornire pentru semnalizarea pornirii utilajelor sau pentru pornirea eșalonată a mai multor motoare comandate printr-un singur impuls ;

— lămpile de semnalizare cu incandescență vor fi înlocuite cu fotodiode ;

— schema electronică de control preventiv al rezistenței de izolație a consumatorului va fi îmbunătățită.

Aceste cofrete antigrizutoase modernizate se vor realiza integral cu piese din țară și vor realiza caracteristici tehnice echivalente și chiar superioare unor produse similare din străinătate. Dintre îmbunătățirile aduse se menționează circuitul de comandă. Schema de principiu a circuitului de comandă cu siguranță intrinsecă protejat împotriva oricărui tip de defecțiuni (sigur la defect) este indicată în figura 299.

Funcționarea schemei este următoarea : comutatorul *K* se fixează în poziția corespunzătoare pentru comanda locală (pe poziția *l*) sau pe poziția pentru comanda de la distanță (pe poziția *d*). Blocul de comandă fiind alimentat de la un transformator de rețea de 380/24 V, are loc intrarea în rezonanță a transformatorului de separare (*TS*) cu condensatorul *C* (*C—TS*). Datorită acestui fenomen, tensiunea de alimentare a primarului acestui transformator atinge 30—35 V. Una din alternanțele tensiunii secundare se aplică direct releului *RI*, însă rezistențele R_1 limitează curentul la o valoare insuficientă pentru acționarea acestuia. Prin apăsarea pe butonul de pornire *I'* releului *RI* i se aplică și cea de-a doua alternanță a tensiunii din secundarul transformatorului la valoarea sa maximă, deoarece butonul *I'* scurtcircuitează rezistența R_2. Astfel are loc acționarea releului *RI*, care prin contactul său normal deschis 1*RI*, realizează autoreținerea, iar prin contactul 2*RI* comandă închiderea circuitului contactorului C_1 care comandă la rîndul său alimentarea circuitului de presemnalizare înainte de pornire. Prin închiderea contactului normal deschis 1*CJ* se alimentează fotodioda *FD* care indică optic acționarea contactorului. Diodele Zener *DZ* au rol de a asigura stabilitatea tensiunii din

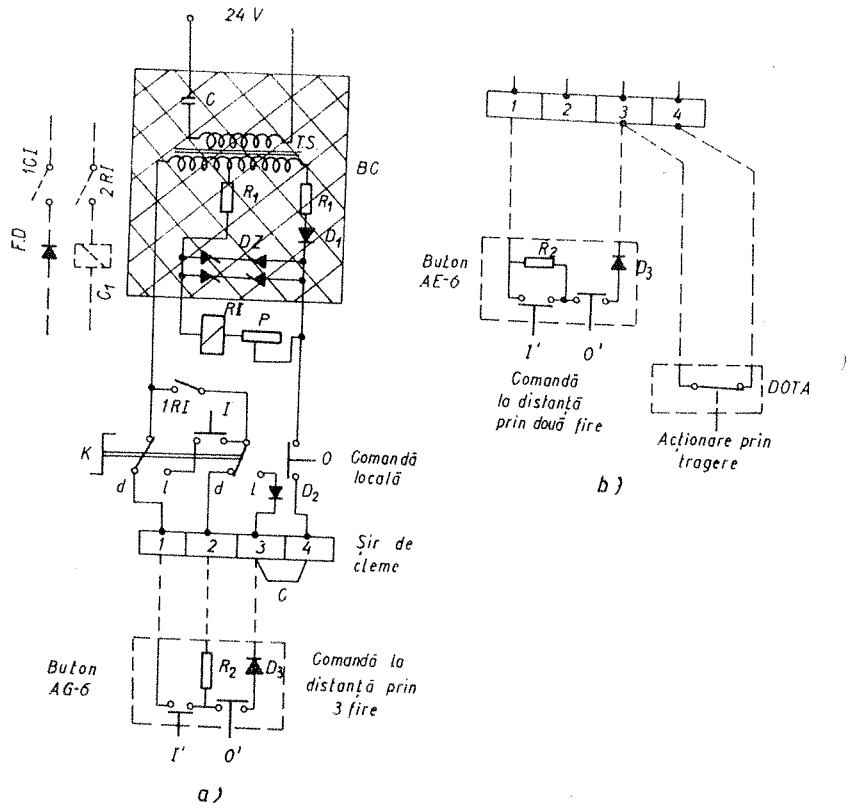


Fig. 299. Schema de principiu a circuitului de comandă pentru cofretele antigrizutoase modernizate:
a — cu comandă locală sau de la distanţă prin trei fire; *b* — cu comandă de la distanţă prin două fire sau cu dispozitiv tip DOTA.

secundarul transformatorului. Potenţiometrul *P* serveşte la reglarea tensiunii optime de funcţionare a releului intermediar *RI*. Pentru comanda locală se trece comutatorul *K* pe poziţia comandă locală (*l*) şi se acţionează butonul *I*.

Schema permite şi comanda de la distanţă cu două conductoare (fig. 299, *b* în acest caz, autoreţinerea se realizează prin rezistenţa R_2 care şuntează butonul de oprire. Curentul care străbate circuitul prin rezistenţa R_2 este insuficient pentru acţionarea releului, dar este suficient pentru menţinerea sa acţionată.

În cazul acţionării transportoarelor comandate local sau de la distanţă, schema permite şi oprirea transportoarelor de pe traseu cu ajutorul dispozitivelor de oprire automată a transportoarelor tip DOTA.

Decuplarea cofretului se poate realiza prin comandă manuală prin apăsarea pe unul din butoanele de oprire *O* (*O'*) sau automat prin tragerea cablului care acţionează dispozitivul DOTA. De asemenea, decuplarea se realizează automat şi în urma unor defecţiuni în circuitul de comandă, la

creşterea rezistenţei circuitului de comandă peste o anumită valoare (sau întreruperea acestora), precum şi la apariţia unor scurtcircuite între conductoarele de comandă (prin scoaterea din circuit a diodelor D_2 sau D_3 numite diode cap de linie). În acest fel, circuitul este sigur la orice defect.

Pentru protecţia suplimentară a pieselor electronice şi evitarea posibilităţii de înstrăinare, se recomandă ca blocul de comandă *BC* (porţiunea haşurată) să fie turnat în răşină epoxidică.

Dispozitivul de temporizare se utilizează pentru: realizarea semnalizării preventive înaintea pornirii utilajelor, eşalonarea pornirii mai multor motoare comandate printr-un singur impuls şi blocarea pornirii repetate a motorului la intervale mai mici de două secunde.

B. APARATAJ DE ÎNALTĂ TENSIUNE

Aparatajul de înaltă tensiune se foloseşte pentru comanda, protecţia şi măsurarea mărimilor electrice în circuitele cu tensiuni înalte (peste 1 000 V).

În industria minieră, aparatul de înaltă tensiune este necesar pentru dotarea staţiilor de transformare şi distribuţie de înaltă tensiune (de la suprafaţă sau din subteran).

Aparatajul de înaltă tensiune este format în general din următoarele aparate: separatoare, separatoare de sarcină, întrerupătoare, contactoare, celule de staţii, descărcătoare, bobine de reactanţă, tablouri automate pentru motoare sincrone, siguranţe fuzibile, transformatoare aparate de măsură etc.

Ele au fost studiate în clasa a XI-a la cursul de aparate electrice. În ceea ce urmează vom analiza folosirea acestor aparate în subansamblele întîlnite în industria minieră.

a. Celule de înaltă tensiune utilizate în industria minieră Destinaţia celulelor de înaltă tensiune

Celulele sînt o parte importantă a instalaţiilor de distribuţie, care cuprinde întregul aparataj pentru a realiza circuitele de sosire sau de plecare a energiei electrice în staţiile şi posturile de transformare. Acestea cuprind, într-o construcţie prefabricată (de oţel), aparatajul de conectare, de protecţie şi de măsură necesar pe o plecare sau pe o sosire de înaltă tensiune. Uneori transformatoarele de tensiune pentru alimentarea aparatelor de măsură şi de protecţie sînt montate într-o celulă specială, numită celulă de măsură (CIM).

Celulele se pot folosi, de asemenea, şi la comanda şi protecţia motoarelor de înaltă tensiune, cum sînt, de exemplu: motoarele pentru acţionarea compresoarelor sau pompelor.

Celulele sînt în aşa fel construite încît dacă sînt aşezate una lîngă cealaltă este posibilă montarea unor bare colectoare comune şi formarea tablourilor de distribuţie, de componenţa şi mărimea dorită.

Utilizarea celulelor prefabricate tipizate în industria minieră, în special în subteran, permite realizarea sau extinderea rapidă a tablourilor de distribuţie, putîndu-se realiza gradul de protecţie normală sau antigrizutoasă, cu cheltuieli mici de investiţii şi montaj.

Celulele sînt prevăzute cu blocajele necesare împotriva executării unor manevre greşite.

În toate punctele rețelei, curentul nominal al fuzibilului trebuie să fie în concordanță cu secțiunea cablului pe care îl protejează.

Cînd protecția se face cu relee maximale de curent cu acționare instantanee, selectivitatea se asigură micșorîndu-se curenții de lucru ai releelor pe măsură ce se parcurge rețeaua de la transformator spre capătul acesteia. În cazul rețelelor de înaltă tensiune, pentru asigurarea în bune condiții selectivitatea, se pot utiliza relee maximale cu acțiune temporizată.

Protecția transformatoarelor electrice. Transformatoarele sînt elementele importante ale unei instalații electrice, deoarece defectarea lor conduce la întreruperea alimentării cu energie electrică a unui număr mare de consumatori, au un cost ridicat; iar cele în ulei pot produce incendii sau explozii. Protecția unui transformator trebuie să fie cît mai completă în vederea protejării împotriva defectelor posibile și a regimurilor anormale de funcționare.

Situațiile anormale și defecțiunile care pot apare la un transformator sînt:

— de natură internă, care constau în scurtcircuite între bobinaje, la borne, între spire, defecte de izolație, între bobinaje și miez (sau cuvă) și scăderea nivelului uleiului;

— de natură externă, care constau în suprasarcini și scurtcircuite produse pe circuitul secundar.

Protecția împotriva defecțiunilor interne se realizează cu ajutorul aparatelor de protecție montate pe partea de înaltă tensiune. La transformatoarele în ulei de puteri mari (peste 300 kVA) sînt prevăzute și relee de gaze (relee Bucholz) care semnalizează și apoi decuplează transformatorul de la rețea în cazul apariției unor gaze în interior (care se produc în cazul unor scurtcircuite).

Protecția împotriva suprasarcinilor se realizează cu relee termice, care se reglează pentru curentul nominal al transformatorului.

Protecția împotriva scurtcircuitelor (externe) se realizează cu relee maximale de curent, care se reglează astfel încît să nu declanșeze la curentul maxim ce apare în circuit cînd pornesc motoarele electrice și să decupleze singur la curentul de scurtcircuit bifazic (I_{sc}^2) considerîndu-se un coeficient de siguranță de 1,5:

$$I_{l\,rel} = \frac{I_{sc}^2}{1,5}\ [\mathrm{A}].$$

În cazul transformatoarelor de iluminat și semnalizare, protecția la scurtcircuit se realizează cu ajutorul siguranțelor fuzibile, care se aleg în funcție de curentul nominal al transformatorului.

Verificarea cunoștințelor

1. Care sînt principalele condiții pe care trebuie să le îndeplinească alimentarea cu energie electrică a exploatărilor miniere?
2. De ce factori se ține seama la alimentarea cu energie electrică a unităților miniere?
3. Indicați principalele părți componente ale unei stații de transformare și distribuție.
4. Care sînt principalele reguli de exploatare-întreținere a transformatoarelor?
5. Ce regimuri anormale pot apare în funcționarea unei instalații electrice?
6. Enumerați principalele relee utilizate la protecția motoarelor electrice.

Capitolul 30

INSTALAȚII DE ILUMINAT, SEMNALIZARE ȘI TELECOMANDĂ ÎN SUBTERAN

A. INSTALAȚII DE ILUMINAT

Datorită condițiilor de lucru specifice în lucrările miniere subterane (lipsa completă a iluminării naturale) s-a pus întotdeauna problema rezolvării iluminatului locului de muncă.

Dezvoltarea deosebită a mecanizării și electrificării lucrărilor miniere impune și existența unui iluminat corespunzător, necesar montării, exploatării, reparării și întreținerii utilajelor.

Iluminarea rațională a locurilor de muncă conduce la:

— mărirea securității muncii și reducerea numărului de accidente și boli profesionale (5—10% din accidente se datoresc iluminatului insuficient);

— îmbunătățirea calității produselor și a lucrărilor (alegerea sterilului din minereu etc.);

— mărirea productivității muncii (cu 10—20%) (fig. 314);

— reducerea rebuturilor.

Pentru a putea aprecia calitatea iluminatului, trebuie să se cunoască că:

— lumina este o energie radiantă de natură electromagnetică, care impresionează retina ochiului;

— cantitatea de energie radiantă care provoacă senzații luminoase se numește flux luminos (Ø) și se exprimă în lumeni (lm);

— fluxul luminos căzînd pe diferite obiecte se reflectă parțial și face ca acestea să fie vizibile. Cu cît fluxul luminos care cade pe o suprafață este mai mare, cu atît mai multe raze se reflectă ajungînd la ochi și obiectul este mai bine iluminat;

— iluminarea (E) reprezintă raportul dintre fluxul luminos și suprafața iluminată uniform. Unitatea de măsură pentru iluminare se numește lux (lx) și reprezintă iluminarea creată de un flux luminos de un lumen, uniform distribuit pe o suprafață de 1 m². Pentru asigurarea unei iluminări normale este necesar ca aceasta să aibă valori cuprinse între 50 și 100 lx (lucși). Iluminarea se măsoară cu aparatul numit luxmetru (un milivoltmetru prevăzut la borne cu o celulă fotoelectrică);

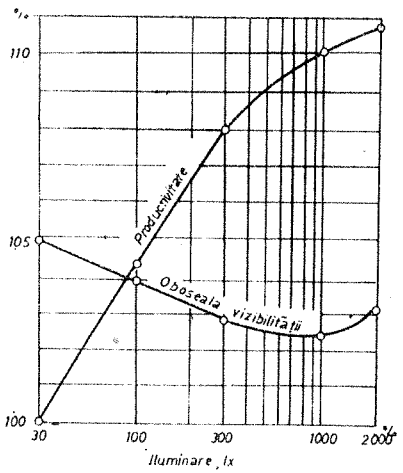


Fig. 314. Influența iluminatului asupra productivității muncii.

— strălucirea corpurilor (S) depinde de valoarea fluxului luminos şi de capacitatea lor de a-l reflecta într-o proporţie mai mică sau mai mare;

— factorul de eficacitate luminoasă (η) este raportul dintre fluxul luminos emis de sursa de lumină (în lm) şi puterea lămpii respective (în W). Fluxul luminos echivalent pentru un watt este de 650 lm;

— randamentul luminos (η_l) este raportul dintre fluxul luminos produs de sursă şi fluxul echivalent:

$$\eta_l = \frac{\varnothing}{650\,P} \cdot 100 \quad [\%]$$

în care:

$\varnothing$ este fluxul luminos produs de sursă, în lm;

P — puterea sursei, în W.

Un iluminat corespunzător în subteran trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

— să asigure o iluminare corespunzătoare (minimum 15 lx în lucrările miniere principale);

— spectrul luminos (compoziţia luminii) să fie apropiat de cel al luminii naturale;

— lumina să fie repartizată uniform, fără pîlpîiri şi să nu prezinte strălucire;

— să prezinte siguranţă din punctul de vedere al pericolului de explozie.

Izvoarele electrice de lumină sînt dispozitive care transformă energia electrică în energia radiaţiilor din spectrul vizibil (cu lungimea de undă cuprinsă între 0,4 μm — lumina violetă şi 0,75 μm — lumină roşie).

După principiul de producere al radiaţiilor luminoase, izvoarele de lumină frecvent utilizate în minerit sînt:

— cu incandescenţă, cînd radiaţiile luminoase se datoresc temperaturii înalte (becul cu incandescenţă);

— cu luminiscenţă, cînd radiaţiile se produc prin descărcări electrice în gaze sau din alte cauze.

Principalele caracteristici ale lămpilor cu descărcare în gaze (cu fluorescenţă) sînt:

— eficacitatea luminoasă mare 50—70 lm/W, circa 0,2% din energia absorbită fiind transformată în radiaţie vizibilă;

— durată de funcţionare mare (7 500 ore) care este influenţată de numărul conectărilor (care reduc durata);

— temperatura tubului redusă (40°C);

— pîlpîire corespunzătoare alternanţelor curentului de alimentare de 50 Hz (se sting şi se aprind de 100 de ori pe secundă) obosind astfel ochii;

— lumină monocromatică (schimbă efectul culorilor).

În lucrările miniere subterane sînt folosite dispozitive de iluminat, numite *lămpi de mină*, care se pot clasifica:

După modul de montare, în:

— lămpi fixe;

— lămpi semimobile;

— lămpi portative.

După energia folosită, în:

— lămpi electrice (de la reţea, cu acumulatoare sau produsă de o turbină cu aer comprimat);

— lămpi cu acetilenă;

— lămpi cu benzină.

După modul izvorul de lumină, în:

— lămpi cu becuri cu incandescenţă (cu filament);

— lămpi cu tuburi fluorescente;

— lămpi cu fitil (lămpile cu benzină);

— lămpi cu brenere (lămpile cu acetilenă);

După siguranţa în funcţionare, în:

— lămpi cu flacără deschisă;

— lămpi protejate;

— lămpi de siguranţă.

1. ILUMINATUL FIX

În subteran şi la suprafaţă se foloseşte iluminatul fix cel puţin în următoarele cazuri: rampele de deservire a puţurilor şi a planelor înclinate, căile principale de transport şi circulaţie, punctele de încărcare şi descărcare, camerele de maşini şi instalaţii electromecanice, lucrările miniere în care lucrează maşini mobile (combine, pluguri, maşini de încărcat etc.), punctele de deservire a transportoarelor şi în depozitele de explozivi.

Iluminatul fix se realizează cu corpuri de iluminat cu becuri cu incandescenţă, cu tuburi cu fluorescenţă şi cu lămpi electropneumatice.

Lămpi cu becuri cu incandescenţă. Din categoria acestor lămpi fac parte lămpile de tip LMS-7/100 şi LMS-7/200 fabricate la intreprinderea „Electrobanat" Timişoara (fig. 315). Aceste lămpi funcţionează cu becuri cu filament cu puterea maximă de 100 W şi respectiv 200 W. Sînt în construcţie antigrizutoasă, cu mod de protecţie cu siguranţă mărită, iar dulia în care se produce arcul electric la înşurubarea sau deşurubarea becului este antideflagrantă. La aceste becuri, temperatura marginii soclului nu trebuie să depăşească valoarea maximă de 200°C. Dulia împiedică deşurubarea becului la vibraţii, datorită acţiunii unui arc special. La aceste lămpi, becurile sînt închise într-un glob de protecţie din sticlă rezistentă la şocuri. Tensiunea de alimentare poate fi 127 şi 220 V.

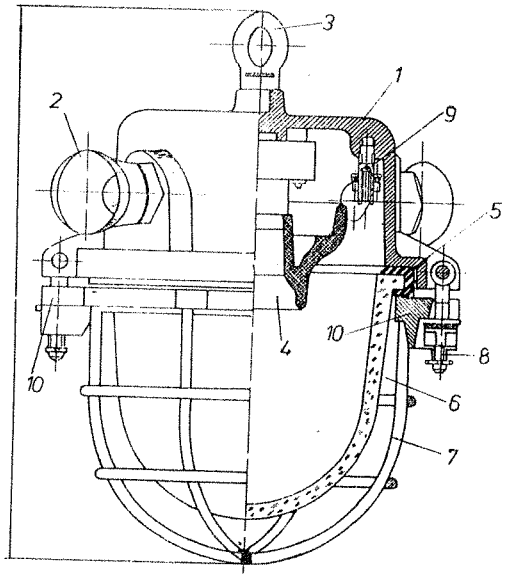


Fig. 315. Lampă de mină tip L.M.S. 7/100:
1 — carcasa lămpii; 2 — bucşă de racord pentru cablu cauciucat flexibil; 3 — inel; 4 — dulie; 5 — garnitură de cauciuc; 6 — glob de sticlă de protecţie; 7 — grătar de protecţie; 8 — şurub de fixare a globului şi a grătarului; 9 — şurub de legare la pămînt; 10 — inel de prindere a globului.

Lămpi fluorescente. În cazul acestor lămpi, fluxul luminos este produs prin descărcări electrice în gaze.

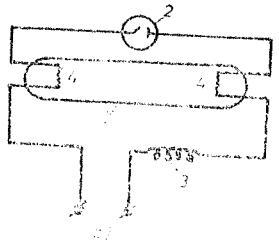


Fig. 316. Schema electrică de principiu a lămpii fluorescente.

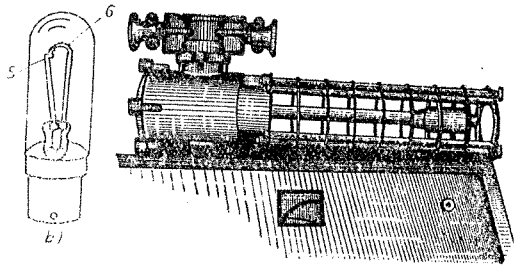


Fig. 317. Corp de iluminat fluorescent tip C.F.S. —02—120.

Schema electrică de principiu a lămpii este prezentată în figura 316. Lampa se compune din tubul de sticlă *1* avînd la ambele capete un soclu metalic, prevăzut cu două borne de contact pentru conectarea în prize biporlare. Între bornele de contact ale fiecărui soclu sînt conectați electrozii interiori *4*, compuși din cîte un filament de wolfram acoperit cu un strat de oxizi se bariu, de stronțiu și de calciu. Datorită acestui strat, electrozii pot emite cantități mari de electroni la o temperatură scăzută. În interiorul tubului se introduce argon la o presiune scăzută și mercur pur (cîteva miligrame). Pereții interiori ai tubului sînt acoperiți cu un strat foarte subțire de substanță albă, numită luminofar, care are rolul de a mări randamentul luminos al lămpii.

Pentru funcționarea lămpii este necesar ca în circuitul acestora să se introducă un starter *2* (demaror) și o bobină de inducție *3* (balast). Starterul are rol de a ajuta aprinderea, iar bobina de a limita valoarea curentului.

Starterul este un dispozitiv de pornire a lămpii și constă dintr-un tub mic umplut cu un amestec de neon-argon și doi electrozi, unul fix *4* și altul mobil *6*, format dintr-o lamelă bimetalică. Prin conectarea la bornele lămpii, curentul produce o descărcare electrică între electrozii *5* și *6*, producînd încălzirea lamelei bimetalice și deformarea ei pînă cînd atinge electrodul fix *5*. În acest moment, circuitul electric al electrozilor lămpii se închide și aceștia încep să se încălzească. După cîteva secunde, dispărînd efectul termic, contactul mobil se întrerupe.

În urma întreruperii circuitului de către starter se produce o supratensiune datorită fenomenului de inducție din bobină care este suficientă să declanșeze descărcarea electrică în tub.

Aceste tuburi fluorescente sînt introduse în carcase formînd astfel corpuri de iluminat care pot fi în construcție normală sau antigrizutoasă.

La noi în țară se construiesc astfel de corpuri de iluminat la Întreprinderea „Electrobanat" Timișoara, de tipul CFS-02-120 (114) (140) prevăzute cu tuburi fluorescente de 14 și 20 sau 40 W, alimentate la o tensiune de 127 sau 220 V. (fig. 317).

Corpurile sînt destinate pentru iluminatul general în medii cu pericol de explozie și gaz metan, fiind în construcție antigrizutoasă — capsulare anti deflagrantă (Ex. d.I), iar cutia de borne și balastul Ex. e.I. Tuburile fluorescente sînt protejate printr-un tub din sticlă specială și un grătar din sîrmă de oțel.

Corpurile CFS-02-120 se folosesc și la echiparea complexelor mecanizate de abataj de construcție românească CMA-3.

Corpurile de iluminat cu becuri cu vapori de mercur de 100 și 80 W sînt alimentate la 127 sau 220 V. Sînt în construcție antigrizutoasă — capsulare antideflagrantă (Ex. d.I), destinate utilizării în subteran.

Lampa electropneumatică se utilizează în minele care folosesc energie pneumatică. O lampă electropneumatică (fig. 318) constă dintr-o mică turbină *1* acționată cu aer comprimat avînd 7 500 rot/min) și un generator de curent continuu *2*. Generatorul are rotorul sub forma unui magnet permanent, iar statorul are o înfășurare monofazată care alimentează becul.

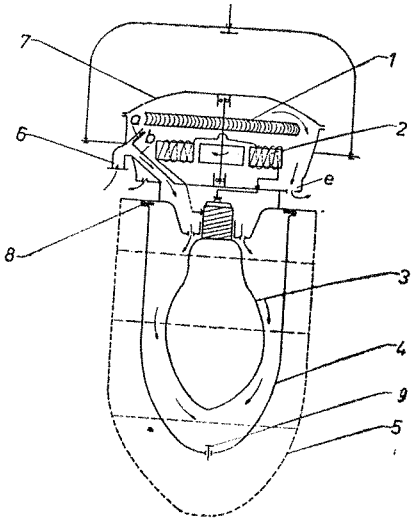


Fig. 318. Schema de principiu a lămpii electropneumatice:
1 — turbină; *2* — generator; *3* — bec; *4* — glob de protecție; *5* — grătar; *6* — racord; *7* — carcasă; *8* — garnitură; *9* — supapă; *a*, *b* — canale; *e* — orificiu de evacuare în atmosferă.

Aerul comprimat intră în turbină prin racordul *6* și canalul *a* la o presiune de 3—4 at, acționînd turbina. O parte din aer intră în globul de sticlă *4* prin canalul *b*. Prin construcția lor, lămpile sînt ermetic închise, ceea ce permite folosirea lor în minele grizutoase. Cînd globul se sparge, aerul iese prin canalul *b* în atmosferă, oprind acționarea turbinei.

Aceste lămpi pot asigura iluminarea cu becuri cu incandescență, fluorescență sau cu vapori de mercur.

Corpuri de iluminat cu semnalizare. Una din cauzele care pot conduce la situații periculoase de accident în subteran o constituie și lipsa semnalizării prealabile la pornirea utilajelor și a instalațiilor. În acest scop s-au realizat corpuri de iluminat cu semnalizare continuă sau cu buton de semnalizare.

La aceste corpuri, sistemul de presemnalizare, prin blocul propriu de temporizare și comandă asigură și controlează emiterea de semnale de avertizare, care pot fi acustice sau optice. Pentru a fi mai ușor recunoscute de personalul de deservire, semnalele se pot regla în anumite limite de frecvență.

Blocul de temporizare face imposibilă pornirea utilajului sau a instalației înainte de emiterea semnalului, după care utilajul pornește automat. Un astfel de corp de iluminat conceput și realizat de CCSM Petroșani în colaborare cu întreprinderea EL-BA Timișoara este indicat în figura 319.

Instalații electrice de iluminat fix. Instalațiile de iluminat pot fi fixe și mobile. Cele fixe se folosesc la iluminat atît în subteran cît și la suprafață,

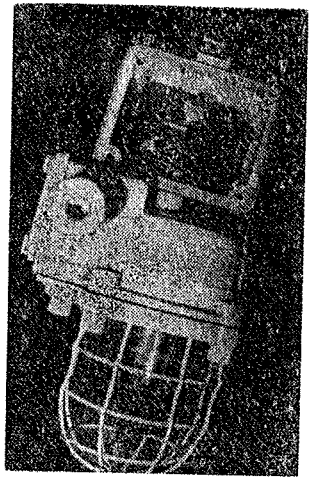


Fig. 319. Corpuri de iluminat cu semnalizrae.

iar cele mobile, în fronturile de lucru. Instalaţia de iluminat fix este alimentată de la reţeaua de forţă, la 380 V, cu ajutorul transformatorului tensiunea se reduce la 127 sau 220 V.

Transformatorul este amplasat în staţia sau postul de transformare. Cablurile folosite sînt cabluri armate cu secţiunea pînă la 16 mm². În figura 320 este prezentată schema electrică a unei instalaţii de iluminat fix utilizate la iluminatul galeriilor.

Instalaţiile mobile de iluminat sînt folosite la fronturile de lucru şi la înaintări. În acest caz, transformatorul este amplasat în punctul de distribuţie de abataj. Pentru alimentare se folosesc cabluri flexibile cu izolaţie de cauciuc, avînd secţiunea de pînă la 10 mm².

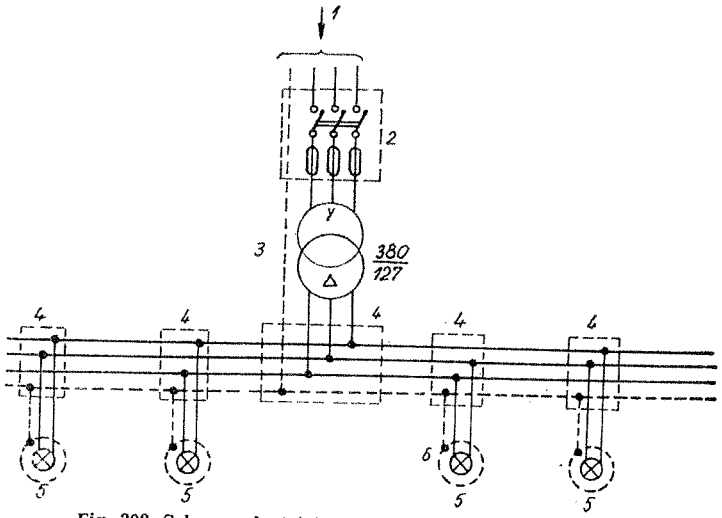
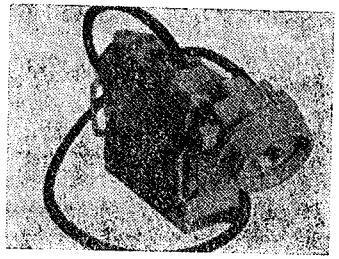


Fig. 320. Schema electrică a unei instalaţii de iluminat fix :
1 — de la reţeaua de forţă ; *2* — cofret pentru conectarea şi deconectarea reţelei de iluminat ; *3* — transformator ; *4* — manşoane de derivaţie ; *5* — corpuri de iluminat ; *6* — legarea la pămînt a corpurilor de iluminat.

2. ILUMINATUL PORTATIV

Iluminatul fix, cu toate avantajele sale, nu este suficient în toate cazurile. Pentru asigurarea unui grad total de securitate, normele de protecţie a muncii impun ca întregul personal care intră în subteran să posede şi un mijloc de iluminat portativ individual.



a

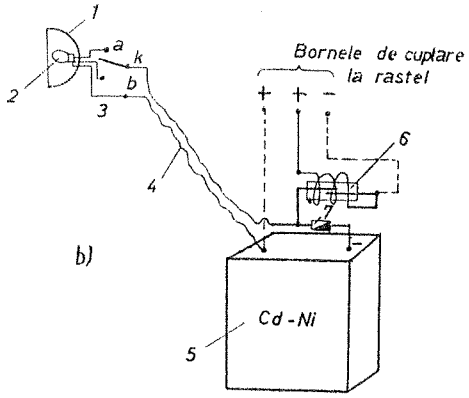


Fig. 321. Părţile componente şi schema electrică a lămpilor de cap tip G.L.Z. 0433-10.

Avînd în vedere condiţiile de lucru specifice exploatărilor miniere din subteran, lămpile electrice trebuie să fie astfel construite încît să satisfacă, pe cît posibil, toate condiţiile impuse de securitatea muncii în exploatare, comoditate cît mai mare în manipulare şi caracteristici tehnice superioare privind durata de funcţionare şi luminozitatea.

Avînd în vedere aceste considerente, cea mai mare răspîndire o au lămpile de cap cu reflectoare, care s-au introdus în majoritatea ţărilor în proporţie de 90—100%.

Lampa electrică portativă de cap tip GLZ 0433-10 utilizată la noi în minele grizutoase sau negrizutoase are următoarele caracteristici: greutatea lămpii 1,85 kg, acumulatorul de tip Cd-Ni cu tensiunea nominală de 2,4 V, farul prevăzut cu 1 bec cu două filamente (faza lungă 1 A şi faza scurtă 0,5 A).

Părţile componente ale acestei lămpi sînt indicate în figura 321, *a* iar schema electrică în figura 321, *b*. Lampa se compune din corpul de iluminat format din reflectorul *1*, becul *2*, întrerupătorul *3*, cablul de legătură *4* între bec şi acumulator, acumulatorul *5* şi anexele acestuia, releul de încărcare *6* şi siguranţa *7*. Prin punerea întrerupătorului *3* pe poziţia *a* se va alimenta faza lungă, iar pe poziţie *b* — faza scurtă. Întrerupătorul (butonul) se acţionează prin rotire. În timpul încărcării se închide contactul releului electromagnetic *6*. Protecţia împotriva scurtcircuitărilor se realizează prin siguranţa *7*.

Cordonul de legătură este de construcţie specială, cu inimă textilă pentru preluarea tensiunilor. Legătura bateriei la far se realizează cu piese fără contact mobil.

Acumulatorul este format din două elemente Cd-Ni dispuse într-o carcasă din material plastic rezistent la şocuri. Acesta nu necesită întreţinere, decît regenerare periodică (la 1 an), capacitatea acumulatorului fiind de 12 Ah.

Releul electromagnetic asigură încărcarea acumulatorului la tensiunea nominală şi limitează curentul de încărcare.

Încărcarea acumulatorului se efectuează pe un rastel dotat cu instalația electrică necesară.

Lampa nu este prevăzută cu închizător magnetic, blocarea capacului realizîndu-se cu ajutorul unui şurub cu cap triunghiular.

În industria minieră, în afară de lămpile de cap, în anumite situații se mai folosesc şi lămpile de mină cu acumulatoare. Aceste lămpi, datorită dezavantajelor pe care le prezintă, au fost înlocuite.

Lămpile cu benzină, care serveau şi la determinarea conținutului de metan, sînt înlocuite cu aparate speciale — *metanometre*.

3. LĂMPĂRII

Pentru încărcarea, repararea şi întreținerea lămpilor portative, toate unitățile miniere trebuie să dispună de spații special amenajate, numite *lămpării*.

În lămpării se amenajează spații pentru încărcarea lămpilor cu benzină, încărcarea lămpilor electrice, portative, atelier de reparat etc.

La toate lămpăriile, instalațiile de încărcare sînt concepute să funcționeze în regim de autoservire. În acest sens sînt prevăzute cu sisteme de funcționare automată.

B. INSTALAȚII DE SEMNALIZARE

Pentru asigurarea unui regim normal de desfăşurare a procesului de producție este necesară utilizarea unor instalații moderne şi operative de telecomunicație la distanță în diverse puncte ale minei.

Principalele forme de comunicație în minerit, sînt *semnalizarea*, *telefonia* şi *radiofonia*.

Semnalizarea serveşte la transmiterea unor comunicări scurte şi foarte precise — un număr limitat de semnale convenționale acustice şi optice — după un cod anumit cunoscut de întregul personal din subteran. Se aplică acolo unde timpul rezervat transmiterii este limitat, iar în urma comunicării trebuie luate măsuri imediate (de exemplu, comunicările între manipulanții de la rampe — cuplătorii — şi mecanicul maşinii de extracție ; în urma semnalelor primite, mecanicul trebuie să execute imediat anumite manevre). Semnalizarea se adaptează bine şi la transportul pe galerii, plane înclinate, suitori, abataje mecanizate.

Telefonia, adică transmiterea vorbirii la distanță printr-un circuit electric, serveşte la realizarea unor comunicări al căror conținut şi durată sînt practic nelimitate. Se aplică frecvent în minerit pentru comunicarea între suprafață şi sectoarele din subteran la instalații de extracție, plane înclinate, suitori etc.

Radiofonia este transmiterea vorbirii la distanță, fără fir (fără a folosi deci un circuit electric de legătură), prin unde electromagnetice.

Elementele componente ale instalațiilor de semnalizare. Instalațiile de semnalizare cuprind ca elemente componente principale : aparate de comandă şi de blocare ; aparate de recepție, linii de transmitere şi surse de energie.

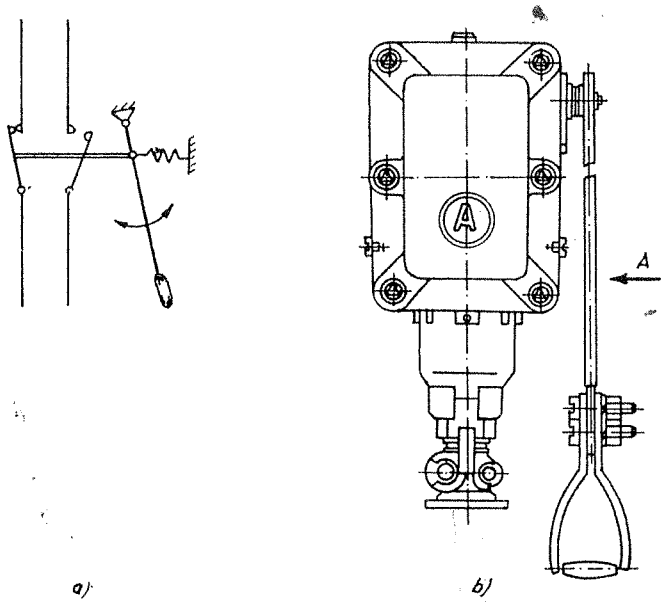


Fig. 322. Contactoare de semnalizare :
a — schemă ; *b* — vedere.

Aparatele pentru comanda circuitelor de semnalizare folosesc în general contactoare acționate mecanic (fig. 322). Contactoarele mecanice cuprind unul sau mai multe contacte care sînt acționate prin apăsare sau prin tragere. Cînd acțiunea de tragere sau de apăsare încetează, contactele revin la poziția inițială. Pentru a transmite semnalele din diferite locuri pe rînd se folosesc aparatele de blocare de tip comutator.

Aparatele de recepție pot fi acustice sau optice ; ele transformă impulsurile de curent primite în semnale sonore sau luminoase.

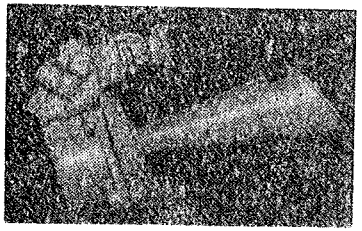
Aparatele acustice se construiesc sub formă de sonerii şi claxoane (hupe).

În subteran se folosesc claxoane (hupe) electrice, deoarece emit semnale de intensitate mare care se disting foarte bine față de alte zgomote din mină. Funcționarea claxonului (fig. 323) este următoarea : electromagnetul *1*, parcurs de un curent alternativ atrage armătura sa *2*, punînd în vibrație membrana elastică *3*, prin intermediul tijei *4* ; sunetul este amplificat printr-o pîlnie de oțel *5*.

Aparatele optice se realizează cu lămpi de semnalizare, tablouri luminoase, indicatoare cu săgeți, tuburi electronice colorate montate pe panou sau local. Semnalul luminos poate fi continuu sau pîlpîitor.

Întrucît semnalele acustice atrag mai rapid atenția personalului decît cele luminoase, dar nu se recomandă să fie prelugite pînă la eliminarea cauzei care le-a provocat, se recomandă folosirea unor scheme combinate de semnalizare.

Sursele de energie electrică sînt fie transformatoare de mică putere cu tensiunea secundară pînă la 127 V, fie redresoare sau o baterie de acumulatoare.



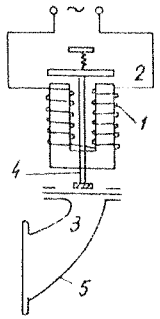


Fig. 323. Claxon.

Instalațiile de semnalizare mai cuprind o serie de relee, cutii de conexiuni, manșoane pentru îmbinarea cablurilor, aparate de protecție etc. În funcție de locul de lucru, elementele componente ale instalațiilor de semnalizare pot fi în execuție normală sau antigrizutoasă.

C. INSTALAȚII DE TELECOMANDĂ

Instalațiile de telecomandă asigură transmiterea comenzilor de la distanță cu destinație determinată, ca : înainte, înapoi, cuplat, decuplat etc.

Purtătorii de informații în sistemele de telecomandă sînt semnalele (impulsurile) de curent cu caracteristici diferite calitativ, ca : polaritatea, amplitudinea, durata transmiterii sau a intervalelor dintre perioadele de transmitere, faza și frecvența curentului, precum și diversele combinații între aceste caracteristici ale curentului.

Schema structurală a unui sistem de telecomandă este indicată în figura 324.

O transmitere și o recepție sigură de semnale independente la mari distanțe se realizează prin transformarea lor la punctul de dispecer și printr-o nouă transformare la punctul de utilizare. Acest proces de transformare a semnalelor în scopul transmiterii lor pe linia de comunicații și apoi de descifrare (retransformare) se numește *selecție* sau *alegere*.

În telecomandă se folosesc mai multe metode de selecție și anume :

— *Selecția după polaritatea curentului*, se caracterizează prin transmiterea de semnale unice, cu o anumită polaritate, pe conductoare individuale (fig. 325).

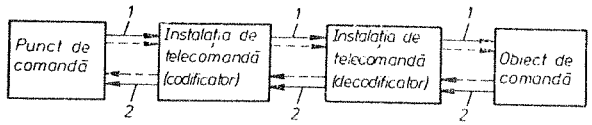


Fig. 324. Schema structurală a unui sistem de telecomandă : *1* — semnale de telecomandă și telereglare ; *2* — semnale de telecontrol.

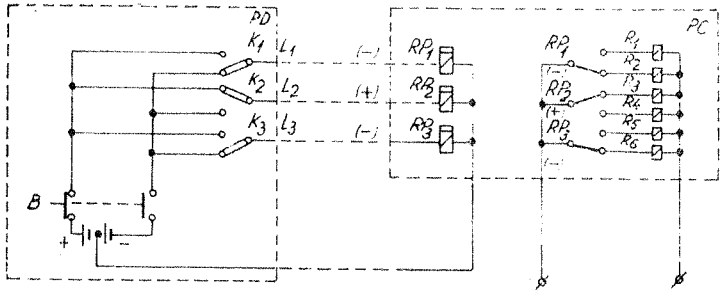


Fig. 325. Selecția după polarități.

Prin conectarea întrerupătoarelor $K_{1...3}$ în poziția corespunzătoare semnalelor de transmis și printr-o apăsare de scurtă durată pe butonul B, se transmit concomitent de la punctul de dispecer (PD) pe cele trei linii $L_{1...3}$ impulsuri ce acționează releele de polarizare ($EP_{1...3}$) montate la punctul de control (PC). Releele $RP_{1...3}$, în funcție de polaritatea tensiunii de linie' realizează circuitul de semnalizare a releelor de comandă ($R_{1...6}$). Numărul de semnale ce se poate transmite prin sistemul ales poartă denumirea de capacitatea sistemului.

— *Selecția cu distribuitor pășitor* permite transmiterea unui număr mare de semnale pe un singur circuit de comunicație (fig. 326).

Transmiterea semnalelor se face pe rînd (separat), indiferent de polaritatea curentului, în ordinea fixată de poziția comutatoarelor (cheilor).

Instalația asigură conectarea pe rînd a circuitelor de telecomandă cu diverse funcții, atît de la punctul de comandă la obiectul comandat, cît și invers. Această operație se realizează cu ajutorul distribuitoarelor (selectorilor) D_1 și D_2, care se rotesc în sincronizare la cele două capete ale liniei în ordinea stabilită. Comutatoarele de comandă $K_{1...3}$ se conectează la contactele lamelare fixe ale releului distribuitor D_1, iar contactul mobil (de testare) al acestuia pune în legătură, pe rînd, contactele fixe cu linia de transmitere. Releele de polarizare $RP_{1...3}$ de la punctul comandat primesc corespunzător semnalele transmise prin selectorul D_2 și conectează sau deconectează, în funcție de polaritatea primită, releele de execuție $R_{1...6}$. În timpul unui ciclu (rotație), distribuitorii D_1 și D_2 realizează pe rînd toate contactele de transmitere.

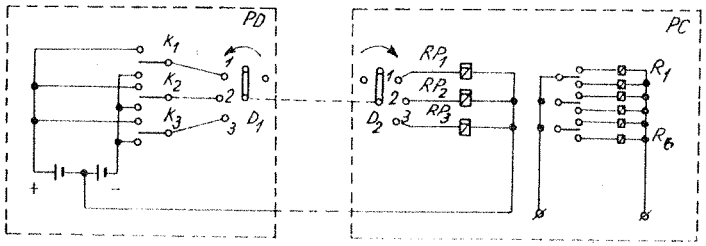


Fig. 326. Selecția cu distribuitor.

D. MONTAREA, EXPLOATAREA ŞI ÎNTREŢINEREA INSTALAŢIILOR DE ILUMINAT, SEMNALIZARE ŞI TELECOMANDĂ

Corpurile de iluminat fix se montează la tavanul lucrării miniere sau al încăperilor prin sisteme de suspensie prevăzute de fabrica constructoare.

Lămpile cu acumulatoare trebuie bine fixate în rastel şi cu întrerupătorul reflectorului decuplat.

În cazul cînd în timpul încărcării lămpilor de cap tensiunea se reduce sub 2,94 V, se reglează cu ajutorul unei rezistenţe din interiorul redresorului.

Durata pentru prima încărcare va fi de minimum 30 ore, după care lămpile pot fi utilizate pentru serviciul normal de schimburi.

După 9 ore de folosire lampa de cap trebuie să aibă o tensiune de 2,3 V; în caz contrar acumulatorul trebuie regenerat.

Lămpile care nu se utilizează un timp îndelungat se descarcă şi se încarcă cu curent odată pe lună.

Principalele defecţiuni care se pot produce la lămpile de cap sînt: arderea becului (faza lungă); scoaterea cablului din far datorită unei exploatări necorespunzătoare; uzarea cablului, pentru care este necesară înlocuirea lui; spargerea carcasei farului; spargerea vizorului şi arderea contactelor electrice.

La montarea instalaţiei de semnalizare şi telecomandă trebuie să se utilizeze cabluri şi aparataj corespunzător.

Periodic instalaţiile de semnalizare şi telecomandă sînt revizuite, reparate şi verificate.

E. MĂSURI DE PROTECŢIE A MUNCII

Pentru evitarea oricăror pericole la utilizarea instalaţiilor de iluminat, semnalizare şi telecomandă trebuie să se respecte următoarele măsuri:

— nu este permisă nici o modificare constructivă a acestor instalaţii;

— toate reparaţiile se execută numai de personal calificat şi instruit în acest scop;

— la corpurile de iluminat sînt admise numai acele reparaţii care se execută cu piese originale;

— tensiunile de alimentare admise în subteran pentru iluminat sînt: 24 V pentru corpurile de iluminat portabil, 127 V pentru corpurile de iluminat staţionare şi semistaţionare şi maxim 220 V pentru corpurile de iluminat montate fix la o înălţime de peste 2,5 m;

— tensiunile nominale maxime pentru instalaţiile de semnalizare sînt: 127 V pentru semnalizare în general şi 220 V pentru semnalizare optică şi acustică la puţuri;

— corpurile de iluminat fix trebuie prevăzute cu grătare de protecţie metalice;

— este interzis utilizarea în subteran a altor lămpi decît cele primite de la lămpărie;

— lămpile se repară numai la suprafaţa minei;

— la folosirea lămpilor cu benzină se interzice lăsarea lor în subteran fără supravegherea sau deschiderea lor;

— la fiecare mină trebuie să existe o reţea telefonică care să lege postul dispecerului, sediile conducerii sectoarelor şi a exploatării cu punctele principale din subteran;

— liniile telefonice subterane trebuie să fie bifilare şi protejate împotriva supratensiunilor;

— alimentarea aparaturii de telefonie şi de semnalizare la puţuri trebuie să se facă de la o sursă independentă şi separat pentru fiecare instalaţie.

Verificarea cunoştinţelor

1. Ce avantaje prezintă un iluminat corespunzător?
2. Prin ce se poate realiza iluminatul fix şi portativ subteran?
3. Ce se înţelege prin sistem de „autoservire" în lămpării?
4. Care este rolul instalaţiilor de semnalizare şi telecomandă?
5. Care sînt principalele elemente componente ale instalaţiilor de semnalizare?
6. Care sînt principalele metode de selecţie folosite la telecomandă?

Capitolul 31

CONTROLUL CALITĂŢII LUCRĂRILOR ELECTROMECANICE

1. IMPORTANŢA CALITĂŢII PRODUSELOR

Înfăptuirea obiectivelor din Programul Partidului Comunist Romîn de făurire a societăţii socialiste multilateral dezvoltate şi de înaintare a României spre comunism, în condiţiile promovării ferme a progresului tehnic, corespunzător cuceririlor revoluţiei tehnico-ştiinţifice contemporane, impune desfăşurarea unei activităţi permanente şi susţinute pentru ridicarea calităţii produselor şi a seviciilor în toate sectoarele producţiei materiale.

Calitatea produselor şi a serviciilor reprezintă unul dintre cele mai importante forme de materializare a capacităţii de creaţie, a disciplinei în muncă, prin care lucrătorii din economie participă la perfecţionarea dotării tehnice a activităţii economice, creşterea productivităţii muncii, valorificarea eficientă a resurselor ţării, satisfacerea cerinţelor populaţiei, mărirea competitivităţii produselor româneşti pe piaţa externă.

În acest sens a fost adoptată, în anul 1977, legea calităţii produselor şi serviciilor. Măsurile preconizate de această lege sînt menite să asigure cadrul necesar pentru intensificarea şi orientarea unitară a eforturilor tuturor colectivelor de muncă din unităţile economice în direcţia ridicării substanţiale a calităţii produselor destinate atît pieţii interne cît şi exportului.

2. CONCEPTUL DE CALITATE ŞI CARACTERISTICILE DE CALITATE

Calitatea reprezintă măsura în care un produs satisface necesităţile societăţii din punct de vedere tehnic, economic, utilitar şi estetic.

Ea se diferenţiază în procesul de producţie şi în consum prin calitatea producţiei şi, respectiv, calitatea produselor.

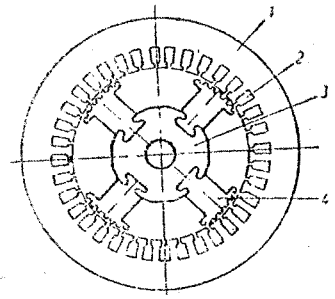


Fig. 6.83. Miezul magnetic al maşinii sincrone cu poli aparenţi

a — miez statoric cilindric; *2* — crestături interioare; *3* — butuc rotoric; *4* — pol rotoric separat.

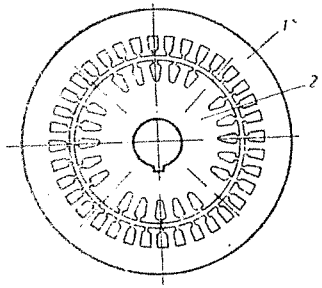


Fig. 6.84. Miezul magnetic al maşinii sincrone cu poli înecaţi:

1 — miez statoric cilindric; *2* — miez rotoric cilindric cu crestături.

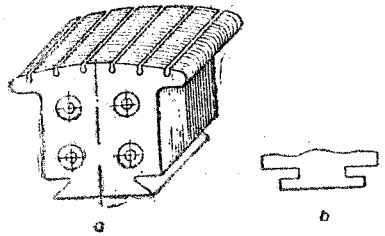


Fig. 6.85. Pol pentru rotorul maşinii sincrone:

a — pol asamblat; *b* — coada în *T*.

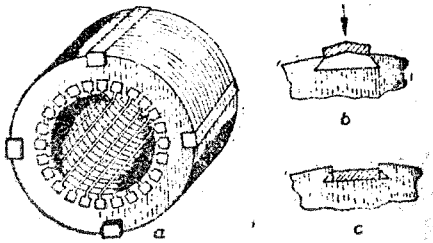


Fig. 6.86. Strângerea miezului statoric cu scoabe:

a — pachet de tole stator străns cu scoabe; *b* — coada de rândunică din tolă şi scoaba nepresată; *c* — scoaba presată în coada de rândunică.

• **Polii.** Maşinile sincrone mici pot prezenta poli pe stator şi pe rotorul cilindric (similar cu maşina de curent continuu), caz în care se numesc cu „construcţie inversă". Partea inferioară a polilor maşinilor sincrone se realizează astfel încât să se fixeze pe butucul rotorului prin îmbinarea în coadă de rândunică sau coadă în formă de T, aşa cum se arată în figura 6.85. Piesa polară este prevăzută cu crestături rotunde, unde se introduce bobinajul de amortizare.

Solidarizarea tolelor miezului stator se face cu scoabe care se introduc în canale de forma cozii de rândunică prezente la exteriorul pachetului (fig. 8.86) şi se îndoaie la capete peste părţile frontale. O altă soluţie este asamblarea prin sudură pe patru generatoare exterioare.

○ **Notă.** La maşinile electrice cu lungime mare, pentru a micşora pierderile se introduc, la împachetare, din loc în loc, tole de material izolant, pachetul de tole fiind deci divizat.

d. MIEZUL MAGNETIC AL MAŞINILOR ASINCRONE

• **Miezul stator** al maşinilor asincrone este similar cu cel al maşinilor sincrone (fig. 6.87). Excepţie fac maşinile asincrone mici, care au o formă specifică (fig. 6.88), având poli aparenţi pe stator.

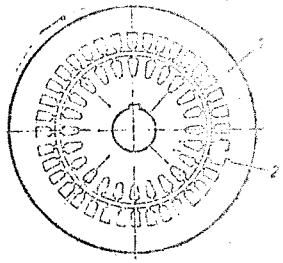


Fig. 6.87. Miezul magnetic al maşinii asincrone:

1 — miez statoric; *2* — miez rotoric.

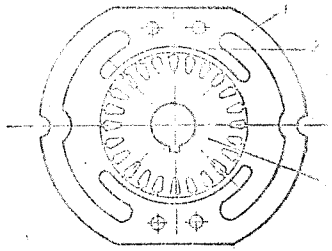


Fig. 6.88. Miezul magnetic al maşinilor asincrone monofazate mici:

1 — miez statoric; *2* — pol aparent statoric; *3* — miez rotoric.

Fig. 6.89. Forma crestăturilor miezurilor rotor la maşina asincronă:

a — cu rotor bobinat; *b* — cu rotor în colivie.

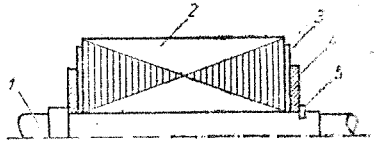


Fig. 6.90. Strângerea miezului rotor:

1 — arbore; *2* — miez magnetic; *3* — tolă de capăt; *4* — flanşă de presare; *5* — piesă de fixare.

• **Miezul rotor** este realizat din tole cu crestături la exterior. Forma specifică crestăturilor este prezentată în figura 6.89. Miezurile rotor sunt împachetate pe arbori sau butuci şi sunt strânse la capete cu flanşe de presare, aşa cum se arată în figura 6.90.

3. CONSTRUCŢIA ŞI TEHNOLOGIA MIEZURILOR MAGNETICE PENTRU TRANSFORMATOARELE ELECTRICE

a. GENERALITĂŢI PRIVIND TRANSFORMATOARELE ELECTRICE

Transformatorul electric este *un aparat care are rolul de a transforma parametrii energiei electrice de curent alternativ.* În general, un transformator asigură transferul de energie electrică dintr-o reţea de curent alternativ într-alta cu parametrii diferiţi (tensiunea, curentul).

• **Clasificarea transformatoarelor**

• **După domeniul de utilizare,** transformatoarele se pot clasifica astfel:

— *transformatoare de putere,* pentru reţele de transport şi energie electrică;

— *transformatoare de construcţie specială,* pentru instalaţii de redresare, pentru cuptoare electrice, pentru sudare etc.;

— *transformatoare de măsurat,* folosite pentru măsurarea curenţilor intenşi şi a tensiunilor înalte;

— *transformatoare de mică putere,* pentru circuitele de comenzi, de alimentare a aparaturii electrice etc.

• **După numărul de faze** există:

— *transformatoare monofazate;*

— *polifazate* (dintre care cele trifazate sunt cele mai utilizate).

• **După modul de răcire**, transformatoarele se clasifică în:

— *transformatoare uscate*, al căror circuit magnetic se află într-un dielectric solid (rășină, nisip) sau sunt răcite cu un gaz. Când gazul este aerul, se numesc transformatoare în aer, răcirea făcându-se prin circulația naturală a aerului sau prin circulație forțată asigurată de un ventilator;

— *transformatoare în ulei*, al căror circuit magnetic este scufundat în ulei special, într-o cuvă de tablă. Uleiul are rol de izolant electric și de agent de răcire, evacuând căldura produsă în bobinaj și în miezul magnetic către exterior.

b. CONSTRUCȚIA TRANSFORMATOARELOR DE PUTERE

Există o mare varietate de tipuri constructive.

În figura 6.91 este arătat un exemplu reprezentativ, și anume **transformatorul de putere trifazat în ulei.**

Părțile componente principale sunt:

— *miezul magnetic*, realizat din tole;

— *înfășurările de joasă și înaltă tensiune;*

— *schela*, adică ansamblul de piese care fixează miezul și strânge axial bobinele;

— *cuva*, din tablă de oțel, umplută cu ulei și prevăzută la exterior cu dispozitive de răcire a uleiului (țevi, radiatoare);

— *comutatorul de prize*, cu ajutorul căruia se poate regla cu câteva procente tensiunea transformatorului;

— *conexiunile de la bobinaj la borne;*

— *capacul*, care închide etanș cuva și pe care sunt fixate izolatoarele de trecere cu bornele;

— *conservatorul de ulei* — un rezervor ce comunică cu cuva, parțial umplut cu ulei. Acesta are rolul de a prelua variațiile de nivel datorate variațiilor de temperatură ale uleiului din cuvă;

— *alte dispozitive anexe:* filtrul de aer, releul de gaze etc.

c. MIEZURILE MAGNETICE ALE TRANSFORMATOARELOR

• Miezul magnetic al unui transformator este parcurs de un flux magnetic variabil și de aceea este realizat din tole de oțel electrotehnic. Se folosește tabla silicioasă laminată la cald sau la rece.

Tabla laminată la cald este bogat aliată cu siliciu (până la 4%), are grosimea de 0,35 sau 0,5 mm și se izolează pe ambele fețe cu lac electroizolant.

Tabla laminată la rece are caracteristici magnetice superioare în direcția de laminare (se mai numește și tablă cu cristale orientate). În transformatoare, direcția liniilor câmpului magnetic nu se schimbă, deci utilizarea tablei laminate la rece conduce la obținerea unor miezuri cu calități magnetice remarcabile. Pe direcția perpendiculară pe cea de laminare, tabla laminată la rece are proprietățile mai slabe decât cea laminată la cald, și de aceea se evită (pe cât posibil) această situație.

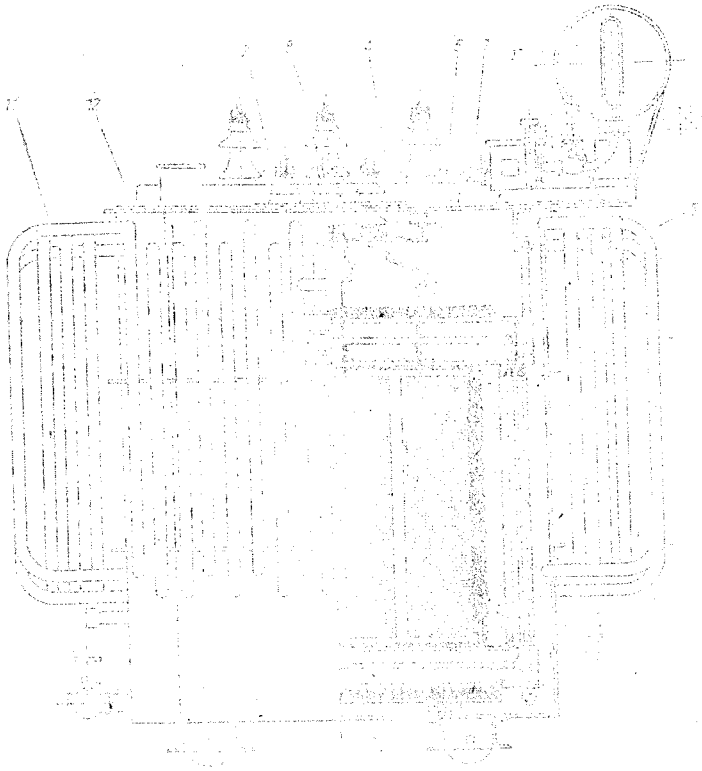


Fig. 6.91. Construcția transformatorului de putere:

1 — miez magnetic; 2 — bobină de joasă tensiune; 3 — bobină de înaltă tensiune; 4 — bare pentru conexiuni; 5 — grindă schelă; 6 — frunt de fonte; 7 — capacul cuvei; 8 — borne de înaltă tensiune; 9 — borne de joasă tensiune; 10 — conservator de ulei; 11 — radiator cu ulei; 12 — cuvă.

Tabla laminată la rece cu cristale orientate are grosimea de 0,3—0,35 mm și este izolată pe ambele fețe cu straturi de oxizi sau cu un material ceramic (carlit).

Forma circuitului magnetic al unui transformator monofazat este prezentată în figura 6.92, iar pentru transformatorul trifazat — în figura 6.93.

• Se deosebesc următoarele **părți constructive:**

— *coloanele:* porțiunile miezului magnetic pe care sunt dispuse bobine;

— *jugurile:* porțiunile de miez care nu au înfășurări și servesc la închiderea circuitului magnetic. Când jugul leagă cele două capete ale unei coloane, se numește „jug lateral".

• **Tipurile constructive principale de circuite magnetice** sunt:

— *circuit magnetic în manta* (fig. 6.92, *a*), la care coloana are două juguri laterale;

— *circuit magnetic cu coloane* (fig. 6.92, *b* și 6.93, *a*), la care jugurile unesc capete de coloane și nu există juguri laterale;

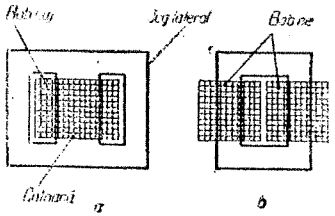


Fig. 6.92. Circuitul magnetic la transformatorul monofazat:
a — fu manta; *b* — cu coloane.

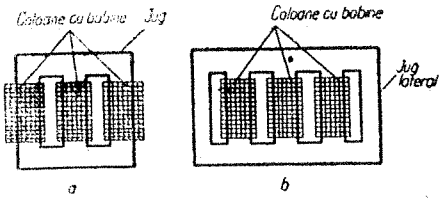


Fig. 6.93. Circuitul magnetic la transformatorul trifazat:
a — cu coloane; *b* — cu coloane și în manta.

— *circuit magnetic cu coloane și manta* — o combinație a celor **două** variante anterioare (fig. 6.93).

Forma secțiunii coloanei este diferită (fig. 6.94) pentru diferitele **utilizări**. Astfel, la transformatoarele de putere mică este dreptunghiulară, iar la transformatoarele de putere bobinele se realizează cilindric și de aceea coloanele au o secțiune în trepte.

Un număr mai mare de trepte asigură o secțiune mai mare de fier în interiorul bobinei, dar complică tehnologia de montaj. Prin spațiile libere dintre miez și înfășurare circulă uleiul de răcire. La transformatoarele foarte mari se asigură, cu distanțoare, canale de răcire în secțiunea coloanei.

Jugurile transformatorului au secțiunea dreptunghiulară sau cu 1—2 trepte, ca în figura 6.95.

La transformatoarele mici, circuitele magnetice se realizează în **două** moduri:

— *din tole*, asemănător cu miezurile transformatoarelor de putere;

— *din bandă roluită de tablă silicioasă* (fig. 6.96).

• **Miezuri din tole**. Pentru a funcționa în mod economic (deci cu pierderi de energie mici) este necesar ca întrefierurile tehnologice, care apar la montaj între tole, să fie reduse la minimum. Pentru aceasta se asigură un montaj al tolelor prin întrețeserea acestora, precum și o **bună** strângere a pachetului.

La transformatoarele mari, din tablă laminată la cald, tolele **sunt** dreptunghiulare. La împachetare se asigură un montaj alternativ al straturilor (de câte 2—3 tole fiecare), așa cum se arată în figura 6.97.

În cazul miezurilor magnetice din tablă laminată la rece, forma tolelor prezintă capete tăiate oblic la 30° și 45°, pentru ca liniile de câmp

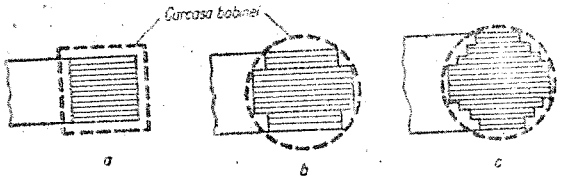


Fig. 6.94. Secțiunea coloanei transformatorului:
a — dreptunghiulară; *b* — cu o treaptă; *c* — în trepte (cu 3 trepte).

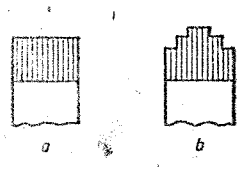


Fig. 6.95. Secțiune prin jug:
a — dreptunghiular; *b* — în trepte.

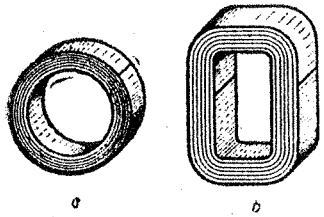


Fig. 6.96. Miez magnetic roluit:
a — toroidal; *b* — dreptunghiular.

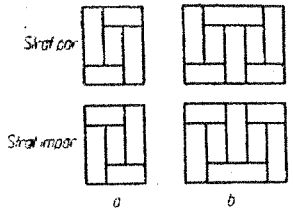


Fig. 6.97. Împachetarea țesută a miezurilor magnetice din tablă laminată la cald:
a — monofazat; *b* — trifazat.

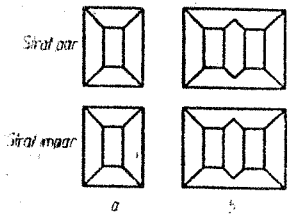


Fig. 6.98. Împachetarea țesută a miezurilor din tablă laminată la rece:
a — monofazat; *b* — trifazat.

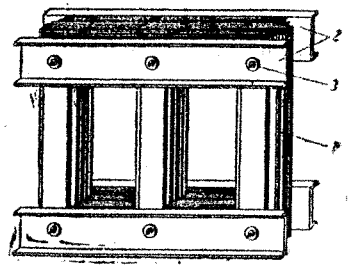


Fig. 6.99. Miez magnetic strâns cu buloane și grinzi metalice:
1 — miez magnetic; *2* — grinzi; *3* — șuruburi.

magnetic să se abată cât mai puțin de la direcția de laminare, așa cum se arată în figura 6.98.

Consolidarea miezurilor se face prin lipire sau strângere cu șuruburi. Jugurile sunt strânse de grinzile schelei, cu șuruburi izolate față de miez (fig. 6.99).

La transformatoarele mici miezul din tole se realizează din tole profil, împachetate țesut ca în figura 6.100, și din tole complete (fig. 6.101) împachetate țesut.

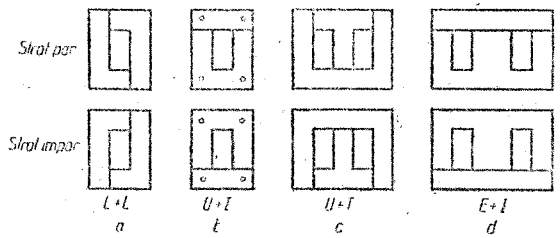


Fig. 6.100. Împachetarea miezurilor magnetice mici realizate din tole profil.

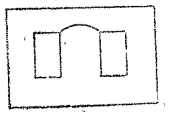


Fig. 6.101. Tolă completă de miez monofazat în manta.

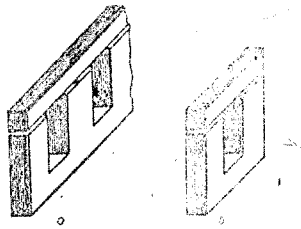


Fig. 6.102. Miez magnetic cu jug aplicat:
a — monofazat cu coloane; b — monofazat în manta.

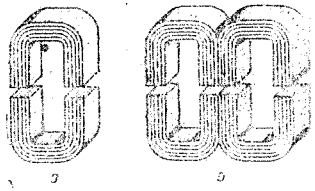


Fig. 6.103. Miez magnetic rulat și divizat:
a — monofazat cu coloane; b — monofazat în manta.

În unele situații se realizează montajul separat al tolelor U sau E și al celor I, rezultând un miez magnetic cu jug aplicat, așa cum se arată în figura 6.102.

• **Miezurile magnetice din bandă roluită de oțel electrotehnic** pot fi *toroidale* sau *dreptunghiulare*. Aceste miezuri se realizează foarte ușor prin roluirea pe un șablon a tablei și consolidarea prin lipire sau sudură în puncte. În cazul folosirii acestor miezuri, bobinajul se realizează direct pe miez, prin bobinare cu mașini de bobinat toroidal. Miezurile toroidale având caracteristici magnetice superioare, se folosesc la transformatoarele de măsurat.

Miezurile magnetice roluite se folosesc și tăiate (după lipire) — fig. 6.103 —, ceea ce permite separarea lor și introducerea unor bobine concentrate de tip obișnuit.

d. TEHNOLOGIA DE REALIZARE A MIEZULUI MAGNETIC AL UNUI TRANSFORMATOR DE MICĂ PUTERE

Transformatoarele de mică putere sunt transformatoare monofazate sau trifazate, cu puteri între 3 VA și 10 kVA.

• **Cele mai importante tipuri sunt:**

— *transformatoarele de comandă*, care alimentează circuitele de comenzi, semnalizări, automatizări, asigurând și separarea electrică a circuitelor de comandă față de rețea;

— *transformatoarele* de alimentare pentru aparatura electronică și de telecomunicații, tehnică de calcul, redresoare etc. Au una sau mai multe înfășurări;

— *transformatoarele de siguranță*, ce permit racordarea la rețea a unor consumatori mici (unelte portabile, lămpi portabile, aparate medicale) cu tensiunea secundară redusă (24—40 V); ele se utilizează ca măsură suplimentară de protecție împotriva electrocutării;

— *transformatoarele de separare*, care asigură o tensiune aproximativ egală cu cea a rețelei, dar realizează separarea electrică de protecție a consumatorilor față de rețea (de exemplu, transformatorul de separare pentru aparate de ras electric).

• **Secțiunea de fier a coloanei** unui transformator de mică putere se poate determina cu relația:

$$A_{Fe} = (0{,}9 - 1{,}2)\sqrt{S}, \qquad (6.34)$$

unde:

A_{Fe} este aria secțiunii coloanei (cm²);

S — puterea transformatorului (VA).

• **Tehnologia de realizare a miezului magnetic** al unui transformator de mică putere cuprinde:

— *executarea tolelor;*

— *împachetarea miezului;*

— *consolidarea miezului magnetic.*

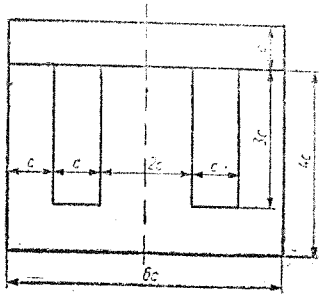


Fig. 6.104. Tole cu dimensiuni corelate.

Tolele se execută din foi sau benzi de tablă de oțel electrotehnic, prin operația de ștanțare. Aceasta se realizează cu dispozitive numite ștanțe, care sunt acționate de prese mecanice.

Pentru executarea operațiilor de ștanțare cu deșeuri minime se aleg tole de dimensiuni corelate și se alege poziția optimă de așezare a tolelor pe banda de tablă. Dimensiunile unor astfel de tole sunt multiplii unei dimensiuni *c*, conform desenului din figura 6.104.

Valorile recomandate ale dimensiunii *c* sunt următoarele: 5; 6,4; 7; 8; 9; 10; 11; 13; 14; 15; 16; 17,5; 20; 22,5; 25; 30; 32; 40; 44 mm. Această gamă de valori tipizate satisfac practic toate cerințele pentru transformatoarele de până la 500 VA, utilizate pentru automatizări și pentru alimentarea produselor electronice. Așezarea tolelor pe banda de tablă se face ca în figura 6.105.

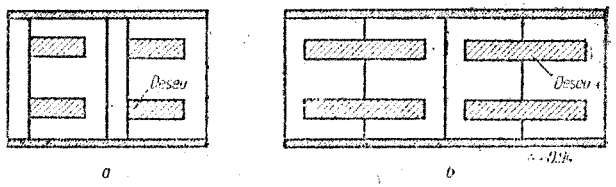


Fig. 6.105. Așezarea tolelor pe banda de tablă.
a — cu coeficient de utilizare a materialului $n = 0{,}76$; b — cu coeficient de utilizare a materialului $n = 0{,}94$.

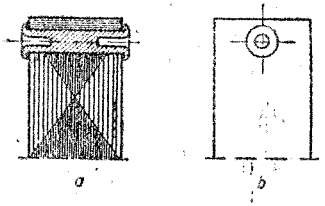


Fig. 6.106. Strângerea cu nit bereluit
a — secțiune; b — vedere laterală.

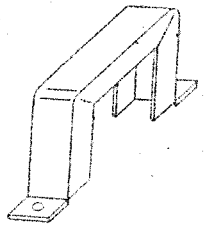


Fig. 6.107. Scoabă de strângere a miezului magnetic.

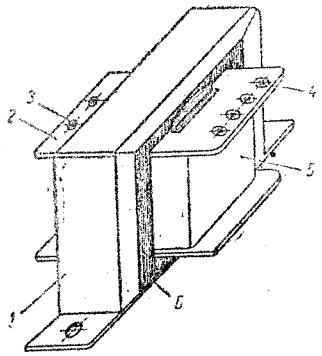


Fig. 6.108. Transformator de mică putere asamblat:

1 — scoabă; 2 — carcasă bobinaj; 3 — borne primare; 4 — borne secundare; 5 — bobinaj; 6 — miez magnetic.

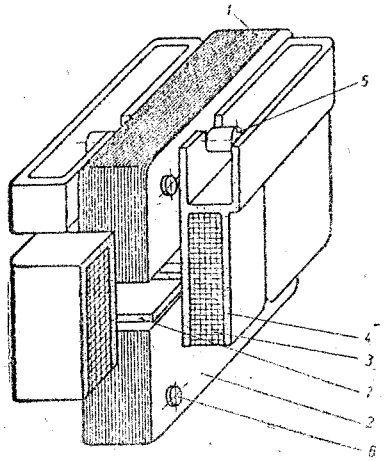


Fig. 6.109. Electromagnet de curent alternativ.

După ştanţare se realizează *împachetarea*, asigurndu-se aşezarea tolelor astfel încât bavurile să fie în acelaşi sens (fig. 6.105). Se realizează şi întreţeserea tolelor.

Consolidarea miezului se face prin strângerea tolelor cu nituri, şuruburi cu piuliţe sau scoabe. În figura 6.106 s-a prezentat modul de consolidare cu nituri cu capete bercluite, iar în figura 6.107 — o scoabă de strângere.

Un transformator de mică putere cu miezul magnetic strâns cu scoabă de strângere este prezentat în figura 6.108.

Consolidarea miezului se face, de regulă, după montarea bobinajului, fiind o operaţie de asamblare finală.

4. CONSTRUCŢIA ŞI TEHNOLOGIA DE REALIZARE A MIEZURILOR MAGNETICE PENTRU ELECTROMAGNEŢI

a. GENERALITĂŢI

• **Rol funcţional. Electromagnetul** este *un dispozitiv format dintr-un miez magnetic şi o bobină; la trecerea curentului prin bobină piesele feromagnetice se atrag şi se dezvoltă o forţă portantă.* Electromagnetul este deci un dispozitiv care *converteşte energia electrică în energie mecanică.*

• **Electromagneţii se utilizează** în domenii diverse, de exemplu:

— ca element de acţionare în construcţia unor aparate electrice de comutaţie (contactoare, relee);

— ca element de acţionare în construcţia unor aparate electrice de comutaţie (contactoare, relee);

— ca element de acţionare pentru cuple şi ambreiaje electromagnetice;

— pentru ridicare şi transport de piese (macarale electromagnetice);

— pentru fixarea unor piese (mese magnetice pentru maşini-unelte);

— pentru frâne electromagnetice;

— ca element sensibil la prezenţa unui curent sau a unei tensiuni (relee de curent şi tensiune).

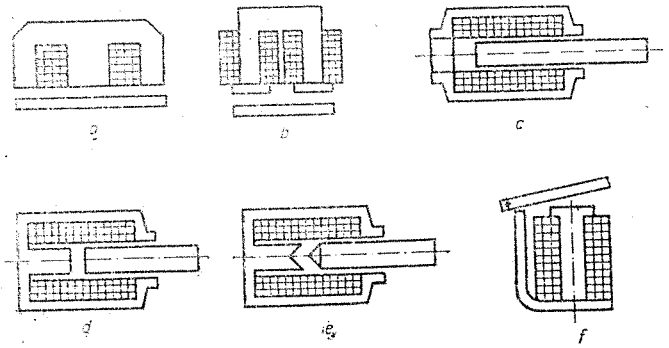


Fig. 6.110. Forme constructive ale electromagneţilor de curent continuu:

a — în manta; *b* — tip U; *c* — plonjor; *d* — plonjor cu opritor plan; *e* — plonjor cu opritor conic; *f* — cu clapetă.

• **După natura curentului** se deosebesc:

— *electromagneţi de curent continuu;*

— *electromagneţi de curent alternativ monofazat.*

b. TIPURI CONSTRUCTIVE

• În figura 6.109 se prezintă construcţia tipică a unui **electromagnet de curent alternativ de tip U.** Miezul magnetic fix *1* atrage miezul magnetic mobil *2* la excitarea bobinei *3* situate în carcasa din materia electroizolant *4*. Miezul mobil este fixat prin bolţul *5* pe carcasă. Ambele miezuri sunt lamelate şi tolele sunt strânse cu niturile *6*. Electromagnetul de curent alternativ are o spiră în scurtcircuit, montată pe circuitul magnetic, cu rol de a atenua vibraţia armăturii mobile, datorită faptului că forţa de atracţie nu este constantă, ci pulsatorie în timp.

• **Electromagneţii de curent continuu** au miezul realizat din piese masive şi nu au spire în scurtcircuit.

În figura 6.110 se prezintă câteva soluţii constructive pentru electromagneţii de curent continuu, iar pentru curent alternativ — în figura 6.111. Forţa dezvoltată de un electromagnet de curent continuu pe un pol de arie transversală A este:

$$F = \frac{B_0^2 A}{2\mu_0} \qquad (6.35)$$

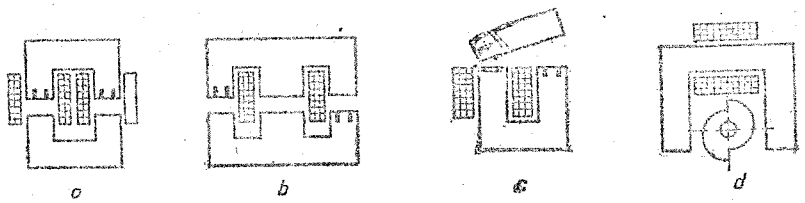


Fig. 6.111. Forme constructive ale electromagneţilor de curent alternativ:

a — tip U; *b* — tip E; *c* — tip U cu rotaţie; *d* — cu rotor profilat.

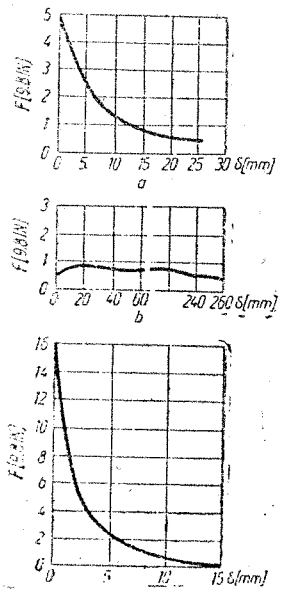


Fig. 6.112. Variația forței electromagnetului cu mărimea întrefierului la electromagneții de curent continuu:
a — tip plonjor; *b* — plonjor cu opritor plan; *c* — plonjor cu opritor conic;

unde:

B_0 este inducția în întrefier (T);

μ_0 — permeabilitatea magnetică a aerului;

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ [\mathrm{H/m}].$$

Forța de atracție este dependentă de întrefier. Diagrama variației forței în funcție de întrefier este influențată de forma suprafețelor miezurilor magnetice în zona întrefierului. Exemple reprezentative pentru electromagneții de curent continuu sunt date în figura 6.112.

Din cauza remanenței magnetice a materialului miezului (fenomenul de a rămâne puțin magnetizat la încetarea trecerii curentului prin bobină), la electromagneții de curent continuu se prevăd distanțoare nemagnetice (pentru poziția închis) de 0,05—0,15 mm, cu rolul de a evita lipirea miezurilor. În același scop, la electromagneții de c.a. se prevede un întrefier suplimentar de 0,2—0,4 mm.

La deconectarea unui electromagnet de curent continuu apar supratensiuni mari în circuit. Pentru a evita aceasta, se leagă în paralel pe bobină o rezistență, un condensator sau o diodă polarizată invers față de sursă.

c. TEHNOLOGIA DE REALIZARE A MIEZULUI MAGNETIC AL ELECTROMAGNETULUI DE CURENT ALTERNATIV

Miezul magnetic al electromagnetului de curent alternativ se execută din tole, în mod asemănător cu miezul transformatorului de mică putere.

Operațiile principale la fabricarea miezului magnetic sunt:

— tăierea tablei în benzi (dacă se folosesc foi);
— ștanțarea tolelor;
— formarea pachetului de tole;
— presarea și consolidarea miezului;
— fixarea spirei în scurtcircuit;
— vopsirea;
— rectificarea suprafețelor polare;
— împerecherea și controlul final.

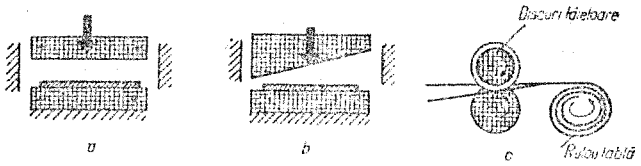


Fig. 6.113. Tăierea benzilor de tablă:
a — foarfece cu lame drepte; *b* — ghilotină; *c* — foarfece cu role.

Tăierea tablei în benzi este o operație preliminară, care se face dacă semifabricatul este sub formă de foi. Tăierea foilor se face cu ajutorul unui foarfece mecanic cu lame paralele sau cu lame înclinate (ghilotină).

În cazul tablei sub formă de rulou, se poate face tăierea în rulouri de lățimea necesară cu ajutorul unui foarfece cu role. În figura 6.113 se prezintă cele trei modalități de tăiere.

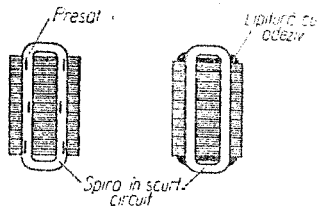


Fig. 6.114. Fixarea spirei în scurtcircuit.

Ștanțarea tolelor se execută cu ajutorul ștanțelor și preselor mecanice. De regulă, producția de electromagneți fiind de serie mare, ștanțarea se face în regim automat, folosindu-se drept semifabricat tabla sub forma de rulou de lățime corespunzătoare. Grosimea tolelor este de 0,5 mm sau, mai des de 1 mm.

Formarea pachetului de tole se execută prin cântărire sau automat după ștanțare. Tolele se așază în ordinea ieșirii de la ștanțare cu bavurile în același sens.

Presarea și consolidarea pachetului se realizează în scopul asigurării unei strângeri bune, la presa hidraulică. Solidarizarea pachetului se face cu nituri cu cap lat sau bercluite.

Fixarea spirei în scurtcircuit se execută în canalul special realizat pe suprafața polului prin presare sau, mai ales, prin lipire cu o rășină epoxidică sau prenadez (fig. 6.114). Spira în scurtcircuit este realizată din aluminiu, cupru sau alamă, prin ștanțare.

Vopsirea electromagneților se face în scopul evitării coroziunii. Se vopsește întregul miez magnetic, cu excepția suprafețelor polare.

Rectificarea suprafețelor polare se realizează cu mașini de rectificat cu piatră abrazivă, obținându-se o rugozitate foarte mică.

Împerecherea și controlul final se execută în scopul verificării valorii curentului absorbit de perechea de miezuri. În acest scop se folosește o bobină alimentată și se măsoară curentul absorbit. Se constituie o pereche dacă armăturile testate se așază una pe alta fără vibrații, iar curentul absorbit de bobină se înscrie în plaja de valori prescrisă.

E. CONTACTE ELECTRICE

1. GENERALITĂȚI

Contactul electric reprezintă atât locul de trecere a curentului de la o piesă conductoare de curent la altă piesă similară conductoare, cât și piesa propriu-zisă (numită și piesă de contact).

În toate instalațiile electrice, în construcția aparatelor și mașinilor electrice aceste locuri de contact sunt puncte sensibile, cărora trebuie să li se dea o atenție deosebită în cursul realizării montajului și în cursul exploatării.

Un contact necorespunzător se încălzește din ce în ce mai mult și provoacă distrugerea pieselor izolante înconjurătoare, având ca urmare apariția unor efecte grave, cum sunt scurtcircuitele, incendiile etc.

În consecință, trebuie avute în vedere corespondența puterii motoarelor și curenților diferitelor receptoare cu secțiunile conductoarelor, cablurilor și curenții nominali și de utilizare ai aparatelor folosite.

Rezistența de contact, parametrul principal al oricărui contact electric, este rezistența suplimentară care apare la locul de contact față de rezistența căii de curent respective în cazul în care nu ar fi întreruptă în locul de contact.

2. CONSTRUCȚIA CONTACTELOR

a. MATERIALE PENTRU CONTACTE

Materialele pentru piesele de contact trebuie să asigure buna funcționare a acestora atât la trecerea îndelungată a curentului electric, cât și în cazul arcului electric care se formează la deschiderea contactelor care întrerup curentul electric.

Aceste materiale trebuie să fie bune conductoare, să se oxideze cât mai puțin, să aibă temperatura de topire cât mai ridicată (în special pentru contactele care întrerup curentul). Cele mai folosite materiale sunt prezentate mai jos.

• **Cuprul** are conductibilitate electrică și termică foarte bune, rezistență bună la arc (dar nu la curenți de scurtcircuit), cost relativ redus, dar se oxidează în aer, mai ales la temperaturi ridicate, formând un strat rău conductor și rezistent din punct de vedere mecanic.

De aceea, folosirea sa este limitată la contactoarele de curent continuu, asigurându-se autocurățirea prin construcție, și la aparatele cu contacte în ulei.

• **Argintul** are cea mai mare conductibilitate electrică și termică, cea mai mică rezistență de contact, oxidul care se formează la suprafață se îndepărtează ușor, dar în atmosferă de sulf formează un strat de sulfit rău conductor, rezistența sa mecanică și la arcul electric este redusă și deci nu poate fi utilizat pentru anumite contacte de rupere, este foarte scump și, mai ales în ultimul timp, foarte deficitar.

Argintul se mai folosește în construcția pieselor de contact aliat cu cuprul (3—20% Cu) sau în materiale sinterizate.

• **Metalele dure**, ca *wolframul* și *molibdenul*, se folosesc pentru piesele de contact ale întreruptoarelor de înaltă tensiune; ele intră, de asemenea, în componența unor materiale sinterizate.

• **Metalele prețioase**, ca *aurul, platina, paladiul*, sunt folosite pentru piesele de contact ale releelor și întreruptoarelor care lucrează la tensiuni reduse, la care straturi chiar foarte subțiri de oxid pot împiedica închiderea circuitului electric.

• **Materialele de contact sinterizate**, în care pot fi asociate metale cu proprietăți foarte deosebite, de obicei unul moale, de foarte bună conductibilitate electrică și termică (de exemplu argintul), celălalt dur și cu o temperatură de topire foarte înaltă (de exemplu wolframul), se apropie mult de condițiile unui material ideal.

Sinterizarea este tratamentul termic al unui amestec de pulberi metalice la o temperatură inferioară punctului de topire a componentului principal. În funcție de materialele folosite se utilizează diferite variante ale acestui procedeu.

Materialele cele mai folosite sunt:

— *cupru-wolfram cu 40—90% W*, pentru întreruptoarele de înaltă tensiune în ulei;

— *argint-wolfram* cu procent redus de wolfram, pentru contacte de relee, cu procent mediu și înalt de wolfram, pentru contactele de rupere al întreruptoarelor automate de joasă tensiune în aer;

— *argint-nichel cu 10—40% nichel*, pentru piesele de contact ale contactoarelor mici, limitatoarelor, comutatoarelor, microîntreruptoarelor etc. Nu se recomandă pentru tensiuni joase, având rezistența de contact ridicată;

— *argint-oxid de cadmiu cu 6—13% CdO*, cel mai folosit material pentru piesele de contact ale contactoarelor.

b. FORME CONSTRUCTIVE

Există o mare diversitate de forme constructive pentru piesele de contact.

• După funcționare, **principalele grupe de contacte** sunt următoarele: *contacte permanente, contacte alunecătoare, contacte amovibile.*

• **Contactele permanente** sunt contacte care nu se desfac în timpul funcționării, cum sunt de exemplu legăturile la borne. Forța de apăsare este asigurată cu șuruburi sau, în unele cazuri, prin elasticitatea unor prese speciale (fig. 6.115).

Strângerea șuruburilor care asigură fixarea conductoarelor de legătură la bornele aparatelor, motoarelor și altor receptoare electrice trebuie să fie făcută foarte atent, pentru ca să se asigure un contact permanent corespunzător, o perioadă îndelungată de timp. În acest scop șurubul bornei trebuie să aibă o dimensiune minimă, așa cum se indică în tabelul 6.5.

Tabelul 6.5

Dimensiunile minime ale șuruburilor de borne

I_n[A]	6	10	16	25	32	40		80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000
Diametrul șurubului	M3	M3,5	M4	M4	M5	M5	M5	M6	M8	M8	M10	M10	M10	M10	M10	M12	M16	M16	M16

Pentru valori de curent intermediare, se va alege șurubul corespunzător curentului imediat superior.

În cazul folosirii conductoarelor și barelor de legătură de aluminiu, se va introduce o piesă elastică prin care să se compenseze tasarea aluminiului sub șurubul bornei.

Toate șuruburile bornelor vor fi prevăzute cu dispozitive (șaibe) de siguranță împotriva deșurubării întâmplătoare.

• **Contactele alunecătoare (glisante)** sunt contactele la care piesele de contact nu se desfac, dar se deplasează una față de cealaltă, una dintre

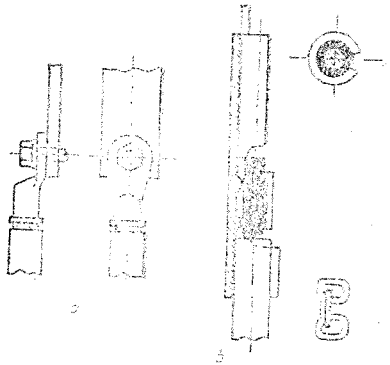


Fig. 6.115. Contacte permanente:
a — bornă cu papuc de cablu, contactul fixă asigurat prin strângere; *b* — bornă cu papuc cu contactul asigurat prin elasticitatea materialului.

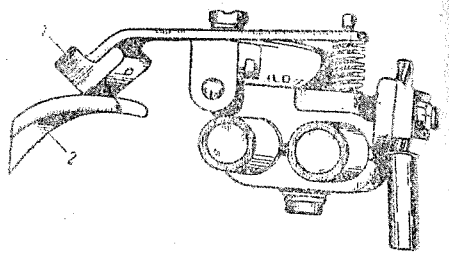


Fig. 6.116. Contacte alunecătoare pentru controler:
1 — deget de contact; 2 — segment al contactului mobil.

piese alunecând peste cealaltă. Un exemplu de astfel de contacte îl reprezintă captatoarele de la troleibuze, care alunecă pe firul de alimentare în timp ce troleibuzul se deplasează. Un alt exemplu este reprezentat în figura 6.116.

• Contactele amovibile sunt contactele care în funcționare se închid și se deschid, servind la stabilirea și la întreruperea curentului electric. Forța de apăsare este asigurată cu resoarte elicoidale sau lamelare (fig. 6.117).

• Piesele de contact propriu-zise pot fi de diferite forme, dintre care cele mai frecvente sunt: *discuri* cu o anumită grosime; *plăcuțe dreptunghiulare; nituri.*

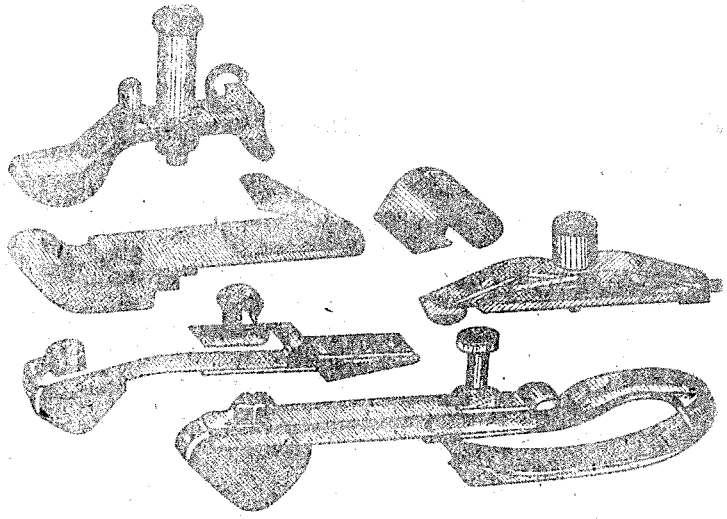


Fig. 6.117. Contacte deget pentru contactoare și controlere.

• Discurile se pot realiza prin următoarele procedee:
— ștanțare din table sau benzi de material;
— aplatisare din sârmă din materialul de contact, cum sunt cuprul și argintul;
— presare în matrițe de forma contactelor a pulberilor metalice pentru contactele metaloceramice.

În cazul contactelor metaloceramice, după presarea pulberii metalice în matrițe, urmează operația de sinterizare în cuptor la o anumită temperatură în funcție de materialul folosit și ulterior calibrarea prin presare în matrițe cu forma definitivă a contactului. Această calibrare duce, pe lângă stabilitatea dimensiunilor, și la mărirea durității contactului.

• **Plăcuțele dreptunghiulare** pot fi realizate de asemenea prin:
— ștanțare din table sau benzi;
— presare în matrițe în cazul contactelor sinterizate.

• **Niturile de contact** se realizează pe mașini speciale, din sârmă din materialul de contact dorit.

• **Piesele de contact se fixează pe căile de suport prin următoarele procedee tehnologice:**
— *lipire* cu aliaj de lipit pe bază de argint;
— *sudură* prin topirea materialului din care sunt făcute piesa de contact și suportul;
— *nituire* în cazul contactelor nit.

Se folosesc diferite aliaje de lipit, cu procente de argint între 20 și 50% și cupru, care au temperaturi de topire diverse.

Încălzirea contactului și a suportului până la temperatura de topire a aliajului de lipit se face prin încălzire cu flacără oxiacetilenică sau prin încălzire prin curent de inducție.

Sudarea contactelor pe suport se face prin trecerea unui curent mare prin contact și suport între doi electrozi.

În cazul niturilor de contact, după introducerea cozii nitului în gaura din suport, se deformează coada pe partea cealaltă a suportului prin ciocănire sau presare.

În general, sudarea contactului și nituirea se face pe mașini automate.

c. VIBRAȚIA CONTACTELOR

Acest fenomen apare la închiderea contactelor amovibile și constă în atingerea și desfacerea repetată la distanță mică de câteva ori a pieselor de contact.

Vibrația contactelor este dăunătoare, deoarece provoacă ruperea pieselor de contact și uneori sudarea lor prin formarea de puncte de metal topit între piesele contactelor, care se deschid și se închid în timpul vibrațiilor până când rămân ferm în contact.

Micșorarea vibrației contactelor se obține prin:
— reducerea vitezei de impact (respectiv a retragerii) cu care piesa de contact mobilă vine spre piesa de contact fixă;
— reducerea masei pieselor de contact mobile și a echipajului care le poartă, pentru a se micșora energia cinetică;
— reducerea lungimii punților sau brațelor de contact;
— folosirea unor amortizoare.

3. ÎNTREȚINEREA ȘI REPARAREA CONTACTELOR

Supravegherea și îngrijirea periodică a contactelor electrice constituie o condiție strict necesară pentru o funcționare sigură a aparatelor, deoarece în timpul exploatării se produce întotdeauna o înrăutățire a stării contactelor.

În ce privește contactele de întrerupere, se recomandă curățirea lor periodică cu oxid și verificarea menținerii presiunii în contact.

F. ELEMENTE ARCUITOARE

1. GENERALITĂȚI

Folosirea elementelor arcuitoare și construcția produselor electrotehnice este legată de principiul de funcționare al acestor produse. Datorită capacității de deformare elastică și de acumulare de energie sub acțiunea sarcinilor, se folosesc cu precădere în ansamblările elastice dintre diverse elemente constructive.

În construcția aparatelor electrice mai pot servi la: asigurarea presiunii în contacte, amortizarea mișcării unor organe la capătul cursei, preluarea jocurilor de dilatare, asigurarea piulițelor împotriva deșurubării, deschiderea rapidă a aparatelor de conectare prin eliberarea energiei acumulate în timpul închiderii.

În construcția mașinilor electrice, rolul lor este acela de a realiza și de a menține la o valoare constantă forța de apăsare pe perii (fig. 6.118).

2. MATERIALE

Ca materiale pentru realizarea elementelor arcuitoare și a resoartelor se folosesc *aliajele pe bază de cupru* și *oțelurile speciale*.

• **Alama** — aliaj al cuprului cu zincul, se folosește pentru benzi laminate cu proprietăți elastice utile în construcția unor aparate de joasă tensiune. La temperaturi de ordinul a 200°C, alama își pierde proprietățile elastice.

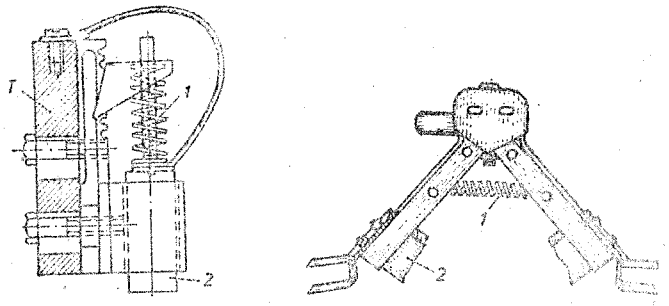


Fig. 6.118. Portperii
1 — arc; *2* — perie.

• Un alt aliaj de cupru și zinc, dar cu un conținut de cupru de 60—65%, cunoscut sub denumirea de **tombac**, este folosit ca element de contact cu arcuire proprie pentru aparate de joasă și de înaltă tensiune.

• Cele mai bune proprietăți elastice ale aliajelor de cupru le întâlnim la **bronzurile cu beriliu**. Proprietățile elastice se mențin până în jurul temperaturilor de 300°C, spre deosebire de bronzurile pe bază de staniu, care își pierd aceste proprietăți la circa 200°C.

• **Oțelurile speciale** cele mai utilizate pentru resoarte sunt oțelurile *„coardă de pian"* și *oțelurile cu prelucrare la cald* (forjare sau formare la temperaturi de ordinul a 900°C).

Pentru medii de lucru corozive, cu temperaturi de lucru ridicate, se folosesc *sârme din oțel șlefuite și lustruite*, precum și *aliaje de oțel cu conținut de crom și vanadiu*.

• Pentru amortizarea mișcării unor elemente mobile, se folosesc elemente elastice din **cauciuc**.

3. TIPURI CONSTRUCTIVE

Elementele arcuitoare pot fi solicitate la tracțiune, compresiune, răsucire, încovoiere și se realizează în variante constructive adaptate acestor tipuri de solicitări.

Întâlnim, astfel, elemente arcuitoare *lamelare, elicoidale, spirale, sub formă de disc* sau *de bare*.

• **Elementele arcuitoare lamelare** se realizează prin ștanțare din benzi. În figura 6.119 este prezentat un resort lamelar realizat din bandă de oțel și inclus în construcția unui contact deget, iar în figura 6.120 sunt prezentate arcuri lamelare pentru contacte cuțit și pentru contacte duble.

• **Resoartele elicoidale** sunt solicitate la întindere sau la tracțiune. Se realizează din oțeluri coardă de pian și se folosesc cu precădere în și fig. 6.122) etc.

• **Resoartele spirale** se folosesc acolo unde trebuie să se obțină un cuplu de rotație. Cuplul rezistent la unele tipuri de aparate de măsurat

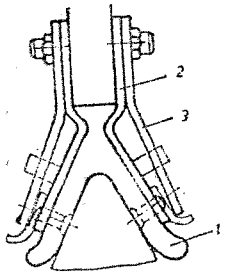


Fig. 6.119. Contact deget
1 — deget de contact; *2* — legătură flexibilă conductoare; *3* — resort lamelar.

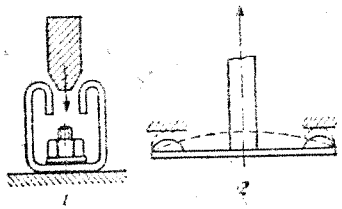


Fig. 6.120. Arcuri lamelare
1 — pentru contact cuțit; *2* — pentru contact dublu.

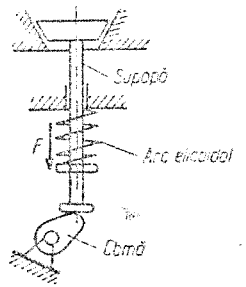


Fig. 6.121. Mecanism de închidere.

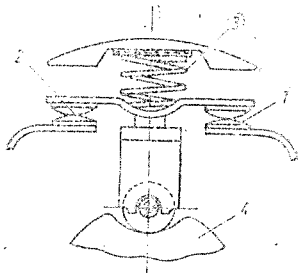


Fig. 6.122. Contact de întrerupător cu came

1 — contact fix; 2 — contact mobil; 3 — resort elicoidal; 4 — came.

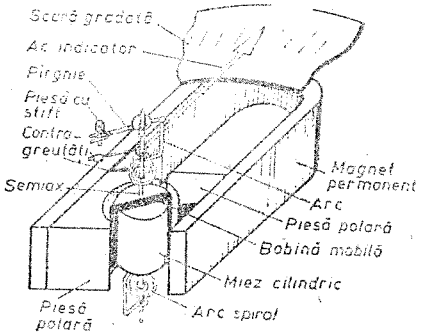


Fig. 6.123. Aparat de măsurat.

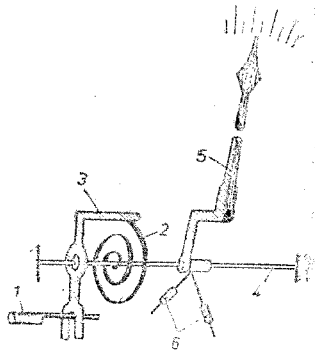


Fig. 6.124. Corector de zero:

1 — buton crestat; 2 — arc spiral; 3 — pârghie; 4 — axul sistemului mobil; 5 — ac indicator; 6 — contragreutăți.

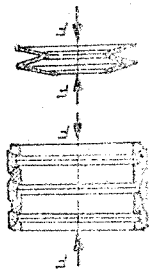


Fig. 6.125. Resoarte disc.

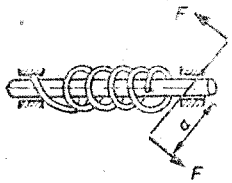


Fig. 6.126. Arc elicoidal de torsiune.

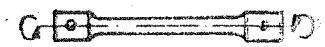


Fig. 6.127. Arc bară de torsiune.

electrice este obținut cu ajutorul unor resoarte spirale (fig. 6.123). Cu ajutorul unui arc spiral și al unei pârghii este corectată poziția zero a acului indicator la aparatele analogice (fig. 6.124).

• **Resoartele disc** sunt folosite cu precădere în construcția de aparate pentru a realiza presiunea de contact necesară la îmbinarea barelor de aluminiu. Resoartele disc se realizează prin ștanțare din tablă de oțel de arc și se caracterizează prin efort mare la cursă mică (fig. 6.125).

• Tot în construcția unor aparate mai întâlnim **arcuri elicoidale solicitate la răsucire** (fig. 6.126), precum și **arcuri bară de torsiune** (fig. 6.127).

G. IZOLATOARE ȘI PIESE IZOLANTE

1. GENERALITĂȚI

Izolatoarele și piesele izolante servesc în construcția aparatelor electrice, în special la susținerea mecanică și izolarea electrică a căilor de curent.

În construcția aparatelor de înaltă tensiune se folosesc izolatoare suport de trecere și tip carcasă (fig. 6.128).

Piesele izolante sunt socluri și suporți, capace, camere de stingere, butoane, manete, pârghii, bucșe, garnituri etc.

2. MATERIALE FOLOSITE

Izolatoarele se execută din porțelan, materiale ceramice aluminoase cu proprietăți similare, sau rășini de turnare (epoxidice).

Piesele izolante se execută din diferite materiale adecvate (ceramice, plastice).

a. MATERIALE CERAMICE

Materialele ceramice sunt:

— *porțelan presat* — pentru piesele siguranțelor de joasă tensiune;

— *steatit* — pentru piesele întrerupătoarelor și comutatoarelor folosite la aparatele electrocalorice;

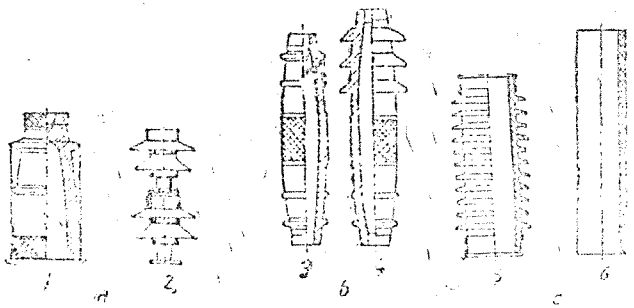


Fig. 6.128. Izolatoare:

a — izolatoare suport; 1 — de interior; 2 — de exterior; b — izolatoare de trecere; 3 — tip interior-interior; 4 — tip interior-exterior; c — izolatoare carcasă; 5 — pentru întreruptoare automate; 6 — pentru siguranțe.

— *termoceramit* — pentru camere de stingere, suporţi de rezistenţă, siguranţe cu mare putere de rupere.

Materialele ceramice au caracteristici izolante deosebit de bune şi sunt foarte stabile în timp. Ele rezistă în bune condiţii la solicitări termice ridicate.

Tehnologia realizării pieselor din materiale ceramice presupune următoarele operaţii:

— realizarea pastei ceramice din caolin, cuarţ, feldspat sub formă de suspensie;

— eliminarea unei cantităţi de apă până se ajunge la pastă;

— realizarea pieselor prin presare la rece în matriţe pentru piese sau prin strunjire pentru izolatoarele cilindrice de înaltă tensiune;

— arderea pieselor în cuptor la cca 1200—1300°C, ceea ce duce la eliminarea completă a apei şi la întărirea pieselor.

b. MATERIALE PLASTICE

Materialele plastice termorigide cele mai folosite sunt:

— *bachelita* sau *melamina*, ambele cu umplutură organică (făină de lemn), pentru piese fără solicitări mecanice sau termice deosebite, sau cu umplutură anorganică (mică, azbest, vicamit), pentru piese cu solicitări termice deosebite;

— *poliesterii cu fibre de sticlă*, pentru piese cu solicitări mecanice, termice şi la arc electric;

— *aminoplastele*, pentru piese supuse acţiunii arcului electric de mică intensitate şi pentru capacele aparatelor de instalaţii.

Dintre **materialele plastice termoplaste** frecvent folosite cităm, printre altele:

— *policlorura de vinil* (PCV), acrilonitributadienstiren (ABS), pentru carcase de prize industriale şi alte piese exterioare (piesele executate din unele varietăţi de ABS se pot metaliza);

— *polietilena de înaltă presiune*, pentru dopuri, stuturi, garnituri, piese elastice uşor deformabile;

— *polistirenul, policarbonaţii, polimetacrilatul de metil* (plexiglass pentru capace transparente);

— *poliamidele* (relon, nylon, acetat de celuloză), pentru piese cu solicitări mecanice şi la şoc.

Materialele termoplaste se realizează asemănător celor termorigide, dar întărirea materialului se face prin răcire. Spre deosebire de cele termorigide, materialul se înmoaie de câte ori se încălzeşte peste o anumită temperatură.

Tehnologia realizării pieselor din materiale termorigide cuprinde următoarele operaţii:

— brichetarea maselor termorigide care sunt livrate sub formă de pulbere sau granule, în brichete sub formă de discuri sau prisme;

— preîncălzirea brichetelor executată în general în aparate de înaltă frecvenţă. Brichetele se aşază între două plăci metalice care alcătuiesc armăturile unui condensator. La aceste plăci se aplică o tensiune alternativă cu frecvenţă înaltă (zeci de kiloherţi). Datorită câmpului electric de înaltă frecvenţă în care se află, în masa brichetă de material izolant apar pierderi de energie sub formă de căldură.

Scopul preîncălzirii este de a reduce timpul operaţiei de policondensare care urmează şi de a crea posibilitatea umplerii mai bune a matriţei;

— presarea masei preîncălzite în matriţe în care este săpată forma piesei. Matriţa este de oţel cu feţele interioare cât mai şlefuite şi cromate, pentru ca piesa obţinută să nu adere la pereţii matriţei şi să aibă suprafaţa lucioasă.

Matriţele sunt încălzite la circa 220°C cu rezistenţe electrice.

Prin presare şi încălzire materialul termorigid devine fluid, umple golurile matriţei şi policondensează întărindu-se.

Timpul de policondensare este de cca. 1 min. pentru un milimetru grosime în piesă.

Temperatura de încălzire a matriţei depinde de materialul izolant termorigid.

Piesele din materiale termoplaste se realizează prin injectarea în matriţă a masei termoplaste lichefiate datorită încălzirii, cu ajutorul unor maşini speciale denumite prese de injecţie.

Piesele se realizează repede şi pot avea diferite culori sau uneori sunt transparente.

Caracteristicile principalelor materiale izolante sunt indicate în tabelul 6.8.

Tabelul 6.8

Materiale de presare termorigide şi termoplaste

Denumirea	*Răşină şi materiale de umplere*	*Rezistenţa termică [°C]*	*Rezistenţă la încovoiere [da/N]*	*Exemple utilizate*	*Observaţii*
Bachelită electrotehnică	Fenolice făini minerale	140	500	Piese diverse aparate	Termorigide
Fenocord	Fenolică fibră textilă	110	700	Piese de rezistenţă mecanică	
Aminoplast	Formaldehidică fibră celuloză	110	500	Piese de aspect şi rezistenţă la arc	
Demilan	Formaldehidică fibră azbest	140	800	Camere de stingere	Termoplasate
Polistiren		80	530	Piese diverse colorate şi transparente	
Relon		100	900	Piese rezistente	
Policarbonat		150	900	Piese rezistente mecanic şi termic	

3. ÎNTREŢINEREA ŞI REPARAREA IZOLATOARELOR

Curăţirea izolaţiei instalaţiei de înaltă tensiune este o operaţie importantă. Intensitatea prăfuirii şi periodicitatea curăţirilor izolaţiei depind atât de atmosfera înconjurătoare, cât şi de caracteristicile combustibilului centralei. De aceea, în localităţile cu aer conţinând mult praf se

asigură o ventilație specială, cu o curățire prealabilă a aerului prin trecerea lui prin filtre.

Pe lângă aceasta se iau măsuri de curățire periodică a izolației. După ce s-a deconectat instalația, izolația se poate curăța prin ștergerea cu o cârpă uscată sau înmuiată în puțin ulei de transformator.

La instalațiile de înaltă tensiune, în cazul unei murdăriri și prăfuirii exagerate, curățirea izolației se execută prin spălare cu apă sub presiune. Apa trebuie să aibă o rigiditate dielectrică de minimum 2000 V/cm. Cel ce face spălarea trebuie să fie îmbrăcat în costum de protecție de cauciuc, pentru a se împiedica scurgerea curentului electric prin jetul de apă și corpul omenesc la pământ.

Se atrage atenția că la curățarea izolației prin spălare, apa stropește și alte părți ale instalației și se micșorează rigiditatea dielectrică a întregii instalații, deci manevrarea trebuie să se facă cu o deosebită grijă.

H. MECANISME DE ACȚIONARE

1. GENERALITĂȚI

Mecanismele cuprind elemente rigide, legate între ele prin cuple, cu mișcări unic determinate, în scopul transmiterii unor acțiuni mecanice. Cupla este denumirea legăturii directe, mobile și permanente între cele două elemente. O cuplă, deci, presupune existența a două elemente, respectiv a două zone de contact. În figura 6.129 sunt prezentate câteva exemple de cuple.

În construcția mecanică a separatoarelor și a întreruptoarelor, întâlnim frecvent mecanisme.

La întreruptorul de putere, mecanismul se interpune între contacte și dispozitivul care acționează aceste contacte și are rolul de a elibera la deschidere o energie suplimentară, care desface contactele cu mare viteză. În poziția închis, acest mecanism blochează contactele mobile, asigură presiunea necesară în contacte și le menține în această poziție un timp oricât de lung, fără vreun consum suplimentar de energie.

2. TIPURI CONSTRUCTIVE

Un mecanism întâlnit la întrerupătoarele de medie tensiune este cel din figura 6.130, *a*. De la axa *1* se imprimă o mișcare de rotație manivelei izolante *2*, care prin intermediul bielei *3*, transmite mișcarea tijei *4*, care este ghidată cu dispozitivul *5*.

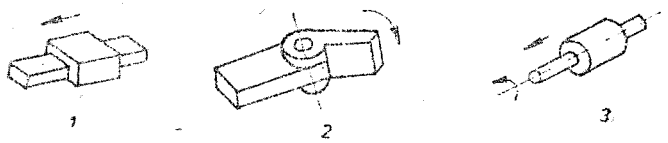


Fig. 6.129. Cuple:
1 — cu mișcare de translație; *2* — cu mișcare de rotație; *3* — cu mișcare de rotație și de translație.

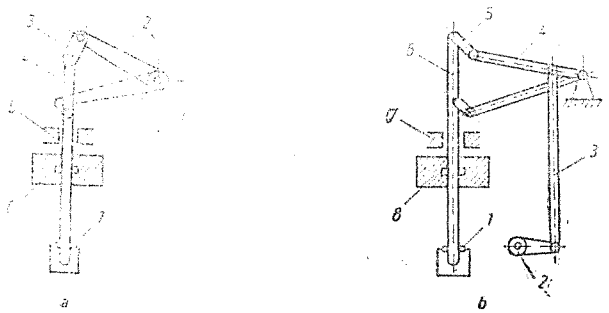


Fig. 6.130. Mecanism pentru acționarea întreruptoarelor:
a — de tensiune medie:
1 — axă; *2* — manivelă izolantă; *3* — biellă; *4* — tijă; *5* — ghidaj; *6* — contact mobil; *1* — contact fix.
b — axă; *2* — manivelă; *3* — tijă izolantă; *4* — *5* — pârghii; *6* — tijă mobilă; *7* — ghidaj.

Întreruptoarele pentru tensiuni înalte sunt echipate cu mecanisme de tipul celui din figura 6.130, *b*. Mișcarea de rotație de la acul *1*, prin manivela *2*, biela *3* și tija *4* și *5* este transmisă pârghiei *6*, care deplasează contactele mobile.

Acționarea manuală a separatoarelor de medie tensiune se face prin intermediul unor mecanisme ca cel din figura 6.131. Rotind pârghia *1* prin intermediul tijei *2*, a barei ghidate *3*, și a barelor *4* și *5*, mișcarea este transmisă la axul O al separatorului, iar de aici acționează cuiul *8* al separatorului, prin tija mecanică *6* și tija izolantă 7.

Mecanismul din figura 6.132 se utilizează la acționarea întreruptoarelor cu stingere în aer și suflaj magnetic.

Figura 6.133 prezintă un mecanism de acționare utilizat la unele întreruptoare cu ulei mult.

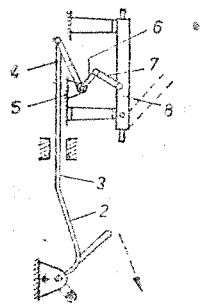


Fig. 6.131. Mecanism pentru acționarea manuală a separatoarelor de medie tensiune
1 — pârghie; *2* — tijă; *3* — bară ghidată; *4*, *5* — bare; *6* — tijă metalică; *7* — tijă izolantă; *8* — cuțit.

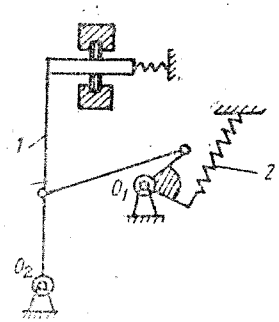


Fig. 6.132. Mecanism pentru acționarea întreruptoarelor cu stingere în aer
1 — tijă; *2* — resort.

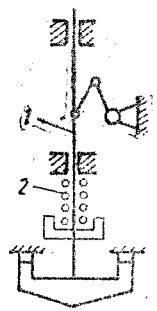


Fig. 6.133. Mecanism utilizat pentru întreruptoare cu ulei mult:
1 — tijă; *2* — resort.

Având în vedere piesele componente, tehnologia de execuție a mecanismelor prezentate include o serie de operații mecanice prezentate în capitolele anterioare.

I. CAMERE DE STINGERE

1. GENERALITĂȚI

La întreruperea curentului la aparatele electrice de conectare, între contactele acestora apare, în anumite condiții, o descărcare în formă de arc electric luminos. Arcul electric este format din plasmă care conține particule puternic ionizate. Datorită temperaturii foarte mari a arcului electric într-un timp cât mai scurt, pentru a se limita efectele sale, reprezintă o problemă deosebit de importantă în construcția aparatelor electrice.

Camerele de stingere, care îmbracă piesele de contact, limitează spațiul de dezvoltare a arcului electric și favorizează stingerea sa.

2. TIPURI CONSTRUCTIVE

În funcție de soluția constructivă, adoptată, deosebim: *camere de stingere largi, înguste, cu grătar, cu suflaj de fluide* etc. În figura 6.134 este reprezentată o cameră de stingere cu pereți largi, executați din materiale rezistente la temperatura arcului: azbociment, șamotă, steatit sau ceramică.

În figura 6.135 se prezintă câteva variante constructive de camere de stingere cu fantă. Pereții se execută din aceleași materiale ca și pereții camerelor largi.

O metodă foarte eficace pentru atingerea arcului electric este divizarea acestuia cu ajutorul grătarelor metalice.

Grătarele se realizează din plăci de cupru sau din oțel cuprat. Plăcile de cupru răcesc puternic coloana de arc. Plăcile de oțel sunt prevăzute

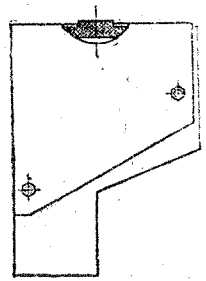


Fig. 6.134. Cameră de stingere cu pereți largi.

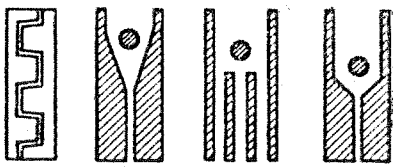


Fig. 6.135. Cameră de stingere cu fantă.

cu o crestătură care joacă rolul de nișă pentru atragerea și alungirea arcului.

În figura 6.136 este prezentată o cameră de stingere cu grătare izolate folosită mai rar, deoarece arcul electric este stins numai prin alungirea acestuia.

Camerele de stingere cu grătare nu sunt folosite la aparatele de curent continuu.

Tehnologia de execuție a camerelor de stingere este funcție de materialele utilizate (izolante, metalice) și cuprinde și operații de asamblare.

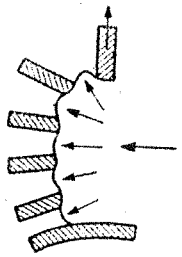


Fig. 6.136. Cameră cu grătare izolante.

j. COMPONENTE ELECTRONICE ACTIVE

1. GENERALITĂȚI

Semiconductoarele în stare pură au o rezistivitate foarte mare. Conducția electrică, la aceste materiale, poate apărea numai dacă se transmite din exterior energie—termică (prin încălzire) sau electromagnetică (prin iluminare sau iradiere) — capabilă să asigure electronilor din banda de valență energii suficient de mari pentru a trece în banda de conducție. Aceste proprietăți sunt folosite în realizarea de dispozitive electronice sensibile la temperatură sau la iradiere.

Variația rezistivității se explică considerând structura cristalină a semiconductoarelor și legăturile dintre atomii rețelei. Fiecare atom de material semiconductor (din grupa a IV-a a tabelului lui Mendeleev) are patru electroni de valență. El este legat cu patru atomi vecini uniform distribuiți în spațiu, și anume situați în vârfurile unui tetraedru regulat având în centru atomul considerat. Legătura dintre atomi este covalentă; în jurul fiecărui nucleu se găsesc opt electroni, patru aparținând nucleului respectiv, iar ceilalți patru, — celor patru atomi vecini cu care formează legătura.

În figura 6.137 s-a reprezentat simbolic, în plan, o mică zonă dintr-un cristal de material semiconductor (germaniu), punându-se în evidență legătura covalentă.

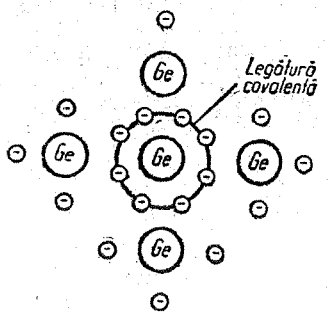


Fig. 6.137. Structura unui semiconductor (reprezentare plană).

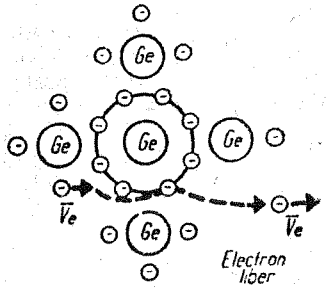


Fig. 6.138. Conductivitatea electrică intrinsecă.

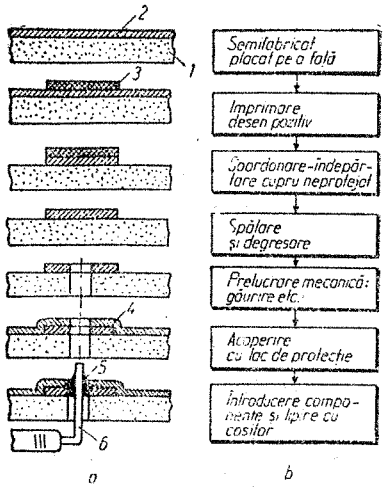


Fig. 6.161. Etapele principale ale tehnologiei de fabricație a unui cablaj imprimat simplu placat.

a — secțiune prin placat; *b* — ordinea operațiilor: *1* — suport izolant; *2* — folie de cupru; *3* — lac de protecție sau cerneală serigrafică; *4* — lac de protecție; *5* — aliaj de lipit; *6* — terminal lipit.

tele, se taie scurt terminalele (în prealabil ele au fost îndoite pentru a ajunge în dreptul orificiilor), iar în final se lipesc cu aliaje de lipit terminalele componentelor pe placă. Lipirea trebuie să se facă rapid și precis; în caz contrar se produce exfolierea placatului și deteriorarea cablajului imprimat.

Pentru cablajele imprimate dublu strat se execută două desene (față—spate) ce trebuie să se suprapună perfect în dreptul găurilor comune. Se prevăd găuri de ghidare pentru a asigura centrarea desenelor.

La cablajele monostrat, pe partea necablată pe care se așează componentele) se fac desene suplimentare introducându-se componentele, schema electrică, precum și elemente distinctive pentru montare — anodul sau catodul diodelor, electrozii tranzistorului etc.

După executarea lipiturilor, acestea se acoperă cu un lac protector, izolant.

Conectarea plăcilor de cablaj imprimat între ele sau cu circuitele exterioare se face de cele mai multe ori cu ajutorul unor cuple multicontact.

Capitolul 7

CABLURI ȘI CONDUCTE ELECTRICE

A. GENERALITĂȚI

Pentru transportul energiei electrice și pentru distribuția acesteia la consumatori se folosește o mare varietate de conducte și cabluri.

La confecționarea conductelor și a cablurilor se folosesc materiale conductoare cu rezistivitate mică și cu coeficient de variație al acesteia cu temperatura cât mai mic; se folosesc, deasemenea, materiale electroizolante și de protecție.

Materialul conductor constituie calea de curent.

• Prin **conductor** (neizolat) se înțelege un corp metalic care constituie calea unică de curent și este format din unul sau mai multe fire. *Conductorul multifilar* este format din mai multe fire. *Lița* este un conductor cu fire subțiri ($\varnothing < 0{,}4$ mm) răsucite împreună.

Funia este un conductor multifilar, cu fire mai groase de 0,4 mm, răsucite împreună. Conductoarele se pot înveli cu unul sau mai multe straturi de material izolant, care alcătuiesc *izolația*.

Prin *conductor izolat* se înțelege conductorul cu izolația sa individuală, cu sau fără înveliș de protecție. (Fig. 7.1, fig. 7.2).

Prin *înveliș comun* se înțelege unul sau mai multe straturi destinate solidarizării unui ansamblu de conductoare izolate.

Învelișul de protecție asigură protecția contra acțiunilor chimice, fizice sau mecanice.

Când învelișul de protecție asigură și etanșeitate, el se numește *manta*, iar când este constituit din benzi metalice înfășurate, din înfășurări de sârmă sau din împletitură de sârmă, se numește *armătură*.

Tresa sau *impletitura* este un înveliș rezultat din mănunchiuri de fire care se întrepătrund după un sistem anumit.

Conductele sunt ansambluri constituite din unul sau mai multe conductoare izolate, care pot avea mantale individuale sau comune nemetalice, sau pot avea înfășurări sau trese textile

Fig. 7.1. Conductoare izolate:

1 — conductor de cupru monofilar; *2* — izolație din PCV; *3* — conductor de cupru lițat.

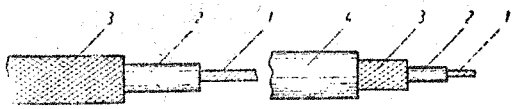


Fig. 7.2. Conductoare izolate, flexibile, răsucite împreună:

1 — conductor multifilar; *2* — izolație; *3* — tresă metalică; *4* — manta din PCV.

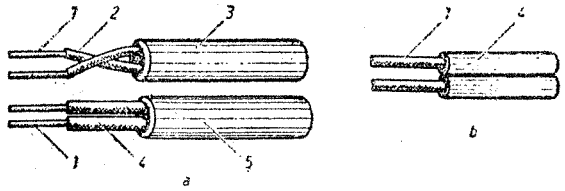


Fig. 7.3. Cordoane:

a — construcție rotundă; *b* — construcție plată; *1* — conductor de cupru multifilar; *2* — izolație de cauciuc; *3* — manta de cauciuc; *4* — izolație din PCV; *5* — manta din PCV.

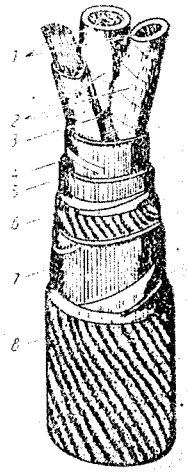


Fig. 7.4. Cablu cu trei conducte:

1 — toroane; *2* — izolația toroanelor; *3* — umplutura de sfoară de hârtie; *4* — înveliș; comun de hârtie; *5* — manta de protecție din plumb; *6* — înveliș de iută; *7* — armături de protecție din bandă de Ol; *8* — înveliș din iută impregnată cu bitum.

Cordonul este o conductă flexibilă ale cărei conductoare au secțiunea de cel mult 6 mm² destinate instalațiilor electrice mobile.

• **Cablurile** sunt conducte care au învelișuri de protecție (mantále, armături etc.). (Fig. 7.4).

În scopul eliminării sau atenuării acțiunii câmpurilor electrice sau magnetice străine asupra curentului electric care trece prin conductor sau invers, cablurile se prevăd cu învelișuri metalice numite ecrane.

Denumirea de cablu se mai utilizează și pentru conducte de secțiune foarte mare sau cu mantale nemetalice în execuție grea.

Între conductele izolate ale unui cablu se pune *material de umplutură*. Materialul de umplutură este, în general, izolant și are rolul de a da ansamblului o anumită formă a secțiunii.

B. MATERIALE FOLOSITE LA FABRICAREA CONDUCTELOR ȘI A CABLURILOR ELECTRICE

Materialele folosite la conducte și cabluri electrice se pot grupa în trei categorii: *materiale conductoare, materiale electroizolante* și *materiale de protecție*.

1. MATERIALE CONDUCTOARE

Cea mai largă utilizare o au *cuprul* și *aluminiul*. Aceste materiale sunt utilizate în stare cât mai pură (minimum 99,95% cuprul și minimum 99,9% aluminiul), deoarece conținutul de impurități are o mare influență asupra conductivității electrice. Cuprul este metalul care, după argint, are rezistivitatea cea mai mică.

Firele de cupru pentru conducte și cabluri electrice trebuie să aibă o suprafață netedă, fără crăpături, exfolieri, umflături, solzi sau pete de oxizi.

Din punct de vedere chimic, cuprul este puțin activ. Prin oxidare în aer, la suprafață se formează o peliculă de oxid subțire, care împiedică oxidarea în adâncime a metalului.

Utilizarea cuprului se recomandă în următoarele cazuri:

— la instalațiile din sălile mult frecventate: sălile de spectacole, sălile cluburilor, din marile magazine și restaurante;

— în clădirile care adăpostesc valori importante socio-culturale (biblioteci, muzee) sau social-economice (expoziții, etc.);

— în medii cu pericol de explozie și de incendiu;

— în medii cu vapori cu acțiune dăunătoare asupra aluminiului;

— la instalațiile de legare la nul sau la pământ în scop de protecție împotriva electrocutării;

— în circuite secundare pentru comandă, măsurare, comandă, semnalizare;

— la instalațiile de telecomunicații, radio, televiziune, obiective strategice;

— pentru instalațiile de iluminat de siguranță, de avertizare a incendiilor;

— la instalațiile supuse permanent șocurilor și vibrațiilor;

— la bateriile de acumulatoare;

— la instalațiile din spitale pentru sălile grupului operator, pentru circuitele de prize și din laboratoarele unde se fac cercetări științifice importante.

Aluminiul este foarte răspândit, dar nu sub formă pură și se situează imediat după cupru, din punctul de vedere al caracteristicilor electrice. Rezistivitatea aluminiului este de 1,65 ori mai mare decât a cuprului, dar are greutatea specifică de 3,3 ori mai mică.

Sârma de aluminiu pentru cabluri se fabrică în două grade de ecruisare: m — moale (recoaptă) și 1/2 t — jumătate tare.

Rezistența mecanică a aluminiului este foarte mică, rezistența la coroziune este foarte bună. Pe suprafața aluminiului se formează, în aer, un strat de cca. 1 μm de oxid de aluminiu care protejează metalul contra coroziunii; acest strat are bune proprietăți izolante.

2. MATERIALE ELECTROIZOLANTE ȘI DE PROTECȚIE

Caracteristica cea mai importantă a materialelor electroizolante este temperatura maximă de stabilitate termică, cea care definește *clasa de izolație*. Sunt definite următoarele clase de izolație:

Y (90°), A (105°), E (120°), B (130°), F (155°), H (180°), C (180°).

• Dintre **materialele electroizolante** o largă utilizare au următoarele categorii:

— *materialele plastice:* policlorvinilul, polietilena, polistirenul, politetrafluoretilena, poliamidele;

— *cauciucurile naturale și sintetice:* de tip butil, silicon, policloropren;

— *lacuri electroizolante:* silicoorganice, poliamidice, poliuretanice, tereftalice, pe bază de ulei, gliptalice, epoxidice;

— *materiale fibroase:* fire de bumbac mătase naturală, vascoză, țesături de bumbac, fire de sticlă, azbest, pânză lăcuită.

Izolația poate fi executată sub formă de înveliș continuu sau stratificat.

Materialele electroizolante care se folosesc se caracterizează prin tensiuni de străpungere mari, care permit folosirea de straturi de izolație de grosime mică. Rezistența materialelor electroizolante la îmbătrânire este mare, ceea ce conferă un grad acceptabil de siguranță în exploatare a conductoarelor.

• **Materialele de protecție** asigură protecția cablurilor și conductelor împotriva agresiunilor mediului de natură fizică, mecanică sau chimică.

Protejarea conductelor și cablurilor împotriva acțiunilor mediului ambiant se realizează cu mantale etanșe nemetalice sau metalice.

La rândul lor, mantalele se protejează cu învelișuri protectoare sau mantale suplimentare. Astfel, mantaua de plumb se protejează împotriva loviturilor mecanice și a coroziunii datorite agenților atmosferici cu învelișuri de protecție din bitum, benzi metalice și straturi formate din cânepă sau iută impregnate.

Conductele cu izolații de cauciuc se protejează împotriva acțiunii luminii și a unor solicitări mecanice neînsemnate cu țesături de bumbac, fire sintetice, mătase, sau fire de oțel. Pentru protejarea izolației de cauciuc împotriva acțiunii uleiului, a uleiului, aceasta se lăcuiește.

• **Materialele de impregnare** au rol electroizolant și de protecție.

○ *Notă.* Despre materialele de impregnare se vor face precizările necesare ori de câte ori va fi vorba despre un domeniu în care se impune utilizarea lor.

C. CLASIFICAREA ȘI SIMBOLIZAREA CONDUCTELOR ȘI A CABLURILOR ELECTRICE

Criteriul cel mai important **de clasificare** al conductelor și al cablurilor electrice este *domeniul de utilizare,* deoarece acesta determină atât gama de tensiuni și frecvența utilizate, cât și tipul constructiv.

În conformitate cu STAS 9436/1—73, deosebim următoarele categorii de cabluri și conducte conform tabelului 7.1.

Pentru simbolizarea cablurilor sau conductelor se respectă următoarele principii:

1 — simbolul începe cu litera sau grupa de litere din parantezele de mai sus, în funcție de tipul de conductă sau de cablu;

2 — simbolul conține de la conductor spre exterior, în ordine litere sau combinații de litere și cifre pentru fiecare înveliș care intră în construcția cablului.

Tabelul 7.1

Tipuri de cabluri și conducte electrice

Denumirea categoriei de cabluri sau conducte	*Prima literă (sau grupă de litere) din simbol**	*Numărul standardului*
Cabluri de energie de joasă și medie tensiune	(C)	STAS 9436/2-80
Conducte pentru instalații electrice fixe	(F)	9436/3-73
Cabluri și conducte pentru instalații electrice mobile	(M)	9436/4-73
Cabluri de semnalizare comandă și control:		
— cabluri de semnalizare	(Cs)	9436/5-73
— cabluri de comandă și control	(CC)	
Cabluri și conducte de telecomunicații	(T)	9436/6-73
Conducte pentru instalații electrice pe vehicole	(V)	9436/7-73
Cabluri navale	(CN)	9436/8-74
Conducte și cabluri pentru exploatări miniere	(CM)	9436/9-84

* În cazul utilizării conductelor de aluminiu, prima literă este A, urmată de litera sau grupa de litere din tabel.

Clasificarea de mai sus nu este limitativă. La sfârșitul simbolului se pot indica și caracteristici speciale.

• În conformitate cu STAS 9436/2—80, **cablurile de energie de joasă și medie tensiune** se pot grupa după cum urmează:

— cabluri cu izolație de hârtie impregnată în manta de plumb;
— cabluri cu izolație de PCV în manta de plumb;
— cabluri cu izolație și manta de PCV;
— cabluri cu izolație de PE termoplastică și manta de PCV;
— cabluri cu întârziere mărită la propagarea flăcării;
— cabluri torsadate din aluminiu și 01—A1 cu izolație de PCV.

Semnificația literelor din simboluri este următoarea:

C — cablu de energie (STAS 9436/1—73;
A — conductor de aluminiu (la începutul simbolului);
OA — conductor de nul din O1—A1 și conductoare de fază din A1 (la începutul simbolului);
T — conductoare torsadate (conțin conductoare de A1 sau A1—O1 cu izolație din PVC, răsucite);
Y — izolație, manta sau înveliș exterior din PVC;
2Y — izolație, manta sau înveliș exterior de PE;
H — izolație de hârtie impregnată (când este așezat imediat după prima literă C din simbol);
C — conductor concentric de nul (a doua literă C din simbol);
CO — conductor concentric de nul aplicat ondulat;
HS — strat semiconductor și ecran metalic comun, peste conductoarele izolate înfuniate;
SE — la cabluri cu mai multe conductoare, strat semiconductor peste fiecare conductor și peste izolația fiecărui conductor și ecran meta-

lic peste fiecare conductor;
P — manta de plumb;
Ab — armătură din bandă de oțel;
Abz — armătură din bandă de oțel zincată;
Al — armătură din sârmă lată de oțel;
Alz — armătură din sârmă lată de oțel zincată;
Arz — armătură din sârmă rotundă de oțel zincată;
Î — înveliș exterior de protecție (din material fibros impregnat);
F — cabluri cu întârziere mărită la propagarea flăcării (la sfârșitul simbolului, despărțit prin linioară).

Exemple de notare:

ACYP — cablu cu conductor de aluminiu, cu izolație din PVC, în manta de plumb;
CYAbY—F — cablu cu conductoare de cupru, cu izolație din PVC, cu armătură din bandă de oțel respectiv bandă de oțel zincată și manta de PVC, cu întârziere mărită la propagarea flăcării.

• **Conductele pentru instalații electrice fixe,** în conformitate cu STAS 9436/3—73, se construiesc pentru joasă și medie tensiune cu izolație de cauciuc și pentru joasă tensiune cu izolație din mase plastice. Variantele constructive sunt următoarele: FCTi, FCTif, FCTiff, AFCTi, FSCTi, FSCTif, TSCTiff, FCTiA, FCTiAf, FCCTiAf, FsCt, FciCT, FciCTp, FciCTip, FY, AFY, FYYA, FPCC, AFPCC, FPCY, AFPCY, FPYY, AFPYY, AFPYYS, AF2YI.

Semnificația literelor din simboluri este următoarea:
F — conducte pentru instalații fixe;
A — aluminiu (la începutul simbolului);
P — punte;
p — construcție plată;
S — izolație specială;
s — suspendare;
ci — corpuri de iluminat (când se utilizează pentru suspendare nu se mai scrie);
C — izolație de cauciuc;
Y — izolație sau manta de PVC;
2Y — izolație sau manta de polietilenă;
A — armătură din împletitură de sârmă de oțel;
T — împletitură textilă neimpregnată;
Ti — împletitură textilă impregnată;
I — rezistent la intemperii;
f — flexibil;
ff — foarte flexibil.

Exemple de notare:

FY — conductor de cupru cu izolație din PVC;
FciCTip — conductă plată cu două conductoare izolate de cauciuc, cu înveliș comun de împletitură textilă impregnată.

• Dintre **cablurile și conductele pentru instalații electrice mobile,** (STAS 9436/473), pentru utilizări casnice și semiindustriale, se folosesc cordoane cu izolație de cauciuc de tipurile: MCTi, MCTp, MCT, MCTs.

Cordoanele în PCV, execuție ușoară, se realizează în trei variante: MYUp, MYYUp, MYYU.

Atât cablurile în manta de cauciuc, cât și cele în PVC se construiesc și în execuție mijlocie și grea.

• **Cablurile pentru ascensoare, pentru alimentarea electropompelor submersibile,** cât și cele **pentru sudare electrică** au o construcție deosebită, în funcție de specificul utilizării.

Literele folosite în simbol au aceeași semnificație ca și alte categorii de cabluri. Mai apar literele:
M — conducte pentru instalații mobile (la începutul simbolului);
U — execuție ușoară;
M — execuție mijlocie (în interiorul simbolului);
G — execuție grea;
As — ascensor;
I — greu combustibil (la sfârșitul simbolului, despărțit prin linioară);
U — rezistent la ulei;
Sud — sudare electrică.

• **Cablurile de semnalizare, comandă și control** se realizează cu izolație de hârtie în manta de plumb, cu izolație de hârtie impregnată în manta de plumb, cu izolație și manta de PVC.

Literele CC — semnifică un cablu de comandă și control, iar literele CS — un cablu de semnalizare. Cu litera I se specifică învelișul exterior de protecție din material fibros impregnat.

Exemplu de simbolizare:

CSYAby — cablu de semnalizare cu izolație din PVC, armătură din benzi de oțel, în manta de PVC.

• În conformitate cu STAS 9436/6—73, **cablurile și conductele pentru telecomunicații** se clasifică în: cabluri și conducte telefonice, conducte de conexiuni pentru telecomunicații și automatizări, cordoane pentru conexiuni telefonice și telegrafice.

Denumirile, simbolizarea și principalele caracteristici ale conductelor pentru instalații de telecomunicații interioare, sunt date în tabelul 7.2 (conform STAS 9436—73).

Tabelul 7.2

Conducte pentru instalații de telecomunicații interioare

Denumirea	*Descrierea construcției*	*Simbol*
Conducte pentru instalații de telecomunicații interioare	a) Două sau trei conductoare de cupru cu izolație de cauciuc, fiecare cu împletitură de bumbac neimpregnată, răsucite împreună	TC
	b) Două sau trei conductoare de oțel cu izolație de cauciuc, fiecare cu împletitură de bumbac impregnată, răsucite împreună	TCTI
	c) Conductoare formate din două sau trei conductoare de cupru cu izolație PCV, răsucite între ele	TIV

Hotararea de Guvern 1146 din 2006

privind cerintele minime de securitate si sanatate pentru utilizarea in munca de catre lucratori a echipamentelor de munca

Publicata in Monitorul Oficial, Partea I nr. 815 din 3 octombrie 2006

In temeiul art. 108 din Constitutia Romaniei, republicata, si al art. 51 alin. (1) lit. b) din Legea securitatii si sanatatii in munca nr. 319/2006, Guvernul Romaniei adopta prezenta hotarare.

CAPITOLUL I
Dispozitii generale

Art. 1. - (1) Prezenta hotarare stabileste cerintele minime pentru asigurarea securitatii si sanatatii lucratorilor care utilizeaza la locul de munca echipamente de munca, definite potrivit art. 2.
(2) Prevederile Legii securitatii si sanatatii in munca nr. 319/2006 se completeaza cu prevederile specifice cuprinse in prezenta hotarare.
Art. 2. - In sensul prezentei hotarari, termenii si expresiile de mai jos au urmatoarea semnificatie:
a) **echipament de munca** - orice masina, aparat, unealta sau instalatie folosita la locul de munca;
b) **utilizarea echipamentului de munca** - orice activitate referitoare la echipamentul de munca, cum ar fi pornirea sau oprirea echipamentului, folosirea, transportul, repararea, modificarea, intretinerea, inclusiv curatarea lui;
c) **zona periculoasa** - orice zona din interiorul si/sau din jurul echipamentului de munca in care prezenta unui lucrator expus il supune pe acesta unui risc pentru sanatatea si securitatea sa;
d) **lucrator expus** - orice lucrator aflat integral sau partial intr-o zona periculoasa;
e) **operator** - lucratorul/lucratorii insarcinat/insarcinati cu utilizarea echipamentului de munca.

CAPITOLUL II
Obligatiile angajatorului

SECTIUNEA 1
Obligatii generale. Reguli referitoare la echipamentele de munca

Art. 3. - (1) Angajatorul este obligat sa ia masurile necesare pentru ca echipamentul de munca pus la dispozitia lucratorilor din intreprindere si/sau unitati sa corespunda lucrului prestat ori sa fie adaptat acestui scop si sa poata fi utilizat de catre lucratori, fara a pune in pericol securitatea sau sanatatea lor.
(2) La alegerea echipamentelor de munca pentru asigurarea securitatii si sanatatii lucratorilor, angajatorul este obligat sa acorde o atentie deosebita tuturor conditiilor de munca, caracteristicilor specifice acestora, precum si riscurilor existente, in special la locurile de munca din cadrul intreprinderii si/sau unitatii, si/sau riscurilor care sunt susceptibile sa apara la utilizarea echipamentelor de munca.
(3) In situatia in care nu este posibil sa se asigure ca echipamentele de munca sunt utilizate fara niciun risc pentru sanatatea si securitatea lucratorilor, angajatorul este obligat sa ia masuri corespunzatoare pentru reducerea riscurilor.
Art. 4. - (1) Fara a aduce atingere prevederilor art. 3, angajatorul este obligat sa procure si/sau sa utilizeze:
a) echipamente de munca puse pentru prima data la dispozitia lucratorilor din intreprindere si/sau unitate, pentru folosinta, dupa data intrarii in vigoare a prezentei hotarari, care indeplinesc:
(i) prevederile tuturor reglementarilor tehnice romane care transpun legislatia comunitara aplicabila;
(ii) cerintele minime prevazute in anexa nr. 1, in cazul in care nu se aplica sau se aplica partial reglementari tehnice romane care transpun legislatia comunitara;
b) echipamente de munca puse pentru prima data la dispozitia lucratorilor din intreprindere si/sau unitate, pentru folosinta, care indeplinesc cerintele minime prevazute in anexa nr. 1, cel tarziu pana la data de 31 decembrie 2006.
(2) Angajatorul este obligat sa ia masurile necesare pentru ca, pe toata durata utilizarii lor, echipamentele de munca sa fie mentinute, printr-o intretinere adecvata, la un nivel tehnic care sa respecte, dupa caz, prevederile alin. (1) lit. a) sau b).
(3) Ministerul Muncii, Solidaritatii Sociale si Familiei stabileste, dupa consultarea partenerilor sociali si luand in considerare legislatia si/sau practicile nationale, modalitatile care sa permita realizarea unui nivel de securitate corespunzator obiectivelor prevazute in anexa nr. 2.

SECTIUNEA a 2-a
Verificarea echipamentelor de munca

Art. 5. - (1) Angajatorul este obligat sa ia masurile necesare pentru ca echipamentele de munca a caror securitate depinde de conditiile de instalare sa fie supuse unei verificari initiale, dupa instalare si inainte de prima punere in functiune si unei verificari dupa fiecare montare intr-un loc de munca nou sau pe un nou amplasament, efectuate de persoane competente, in conformitate cu legislatia si/sau cu practicile nationale, in scopul asigurarii unei instalari corecte si a bunei functionari a acestor echipamente de munca.
(2) Pentru a garanta ca cerintele de securitate si de sanatate sunt respectate si orice deteriorari sunt depistate si remediate la timp, angajatorul este obligat sa ia masurile necesare pentru ca echipamentele de munca, care sunt supuse unor influente ce pot genera deteriorari susceptibile de a fi la originea unor situatii periculoase, sa faca obiectul:
a) unor verificari periodice si, daca este cazul, unor incercari periodice efectuate de persoane competente, in conformitate cu legislatia si/sau cu practicile nationale;
b) unor verificari speciale, efectuate de persoane competente, in conformitate cu legislatia si/sau cu practicile nationale, de fiecare data cand s-au produs evenimente exceptionale susceptibile sa aiba consecinte

daunatoare asupra securitatii echipamentului de munca, cum ar fi modificari ale procesului de munca, accidente, fenomene naturale, perioade prelungite de neutilizare.
(3) Rezultatele verificarilor trebuie sa fie inregistrate si puse la dispozitie Inspectiei Muncii la solicitarea acesteia. Ele trebuie pastrate pe o perioada de timp corespunzatoare, de exemplu, in functie de recomandarile sau specificatiile producatorului.
(4) Daca echipamentele de munca respective sunt utilizate in exteriorul intreprinderii, acestea trebuie sa fie insotite de o dovada referitoare la realizarile ultimei verificari.
(5) Ministerul Muncii, Solidaritatii Sociale si Familiei stabileste modalitatile de efectuare a acestor verificari.

SECTIUNEA a 3-a
Echipamente de munca cu riscuri specifice.
Ergonomia si sanatatea la locul de munca

Art. 6. - Daca utilizarea unui echipament de munca este susceptibila sa prezinte un risc specific pentru securitatea si sanatatea lucratorilor, angajatorul este obligat sa ia masurile necesare pentru a se asigura ca:
a) utilizarea echipamentului de munca este accesibila numai lucratorilor insarcinati cu aceasta atributie;
b) pentru efectuarea reparatiilor, modificarilor si intretinerii trebuie desemnati lucratori cu atributii in acest sens.
Art. 7. - Postul de lucru si pozitia lucratorilor in utilizarea echipamentului de munca, precum si principiile ergonomice trebuie sa fie luate, in mod deosebit, in considerare de catre angajator la aplicarea cerintelor minime de securitate si sanatate.

SECTIUNEA a 4-a
Informarea lucratorilor

Art. 8. - Fara a aduce atingere prevederilor sectiunii a 5-a a cap. III din Legea nr. 319/2006, angajatorul este obligat sa ia masurile necesare pentru ca lucratorii sa dispuna de informatii adecvate si, daca este cazul, de fise de lucru referitoare la echipamentele de munca utilizate la locul de munca.
Art. 9. - (1) Informatiile si fisele de lucru prevazute la art. 8 trebuie sa cuprinda un numar minim de date referitoare la securitate si sanatate privind:
a) conditiile de folosire a echipamentelor de munca;
b) situatiile anormale previzibile;
c) concluziile care pot fi trase, acolo unde este cazul, din experienta acumulata in urma utilizarii echipamentelor de munca.
(2) Lucratorii trebuie sa fie atentionati in legatura cu riscurile la care sunt expusi, echipamentele de munca din imediata vecinatate a locului lor de munca, precum si asupra modificarilor prevazute a fi efectuate, in masura in care aceste modificari afecteaza echipamentele de munca situate in imediata vecinatate a locului lor de munca, chiar daca acesti lucratori nu utilizeaza direct aceste echipamente.
(3) Informatiile si fisele tehnice trebuie sa fie pe intelesul lucratorilor vizati.

SECTIUNEA a 5-a
Instruirea, consultarea si participarea lucratorilor

Art. 10. - Fara a aduce atingere prevederilor sectiunii a 7-a a cap. III din Legea nr. 319/2006, angajatorul este obligat sa ia masurile necesare pentru ca:
a) lucratorii insarcinati cu utilizarea echipamentelor de munca sa fie instruiti adecvat, inclusiv cu privire la riscurile posibile, determinate de utilizarea acestora;
b) lucratorii prevazuti la art. 6 lit. b) sa fie instruiti adecvat.
Art. 11. - Consultarea si participarea lucratorilor si/sau a reprezentantilor lor se desfasoara potrivit prevederilor sectiunii a 6-a a cap. III din Legea nr. 319/2006.

CAPITOLUL III
Dispozitii finale

Art. 12. - Modificarile de natura strict tehnica ale anexelor nr. 1 si 2 sunt realizate de Ministerul Muncii, Solidaritatii Sociale si Familiei, in functie de:
a) adoptarea reglementarilor tehnice romane care transpun legislatia comunitara in domeniul armonizarii tehnice si al standardizarii referitoare la echipamentele de munca; si/sau
b) progresele tehnice, de evolutia reglementarilor sau specificatiilor internationale ori de cunostintele din domeniul echipamentelor de munca.
Art. 13. - (1) Pentru intreprinderile mici si mijlocii, Ministerul Muncii, Solidaritatii Sociale si Familiei poate stabili, daca este necesar, modalitatile de aplicare a prevederilor pct. 4 din anexa nr. 2, care se aproba prin ordin al ministrului muncii, solidaritatii sociale si familiei.
(2) Ministerul Muncii, Solidaritatii Sociale si Familiei raporteaza Comisiei Europene la fiecare 5 ani cu privire la aplicarea dispozitiilor prezentei hotarari, indicand punctele de vedere ale partenerilor sociali.
Art. 14. - Anexele nr. 1 si 2 fac parte integranta din prezenta hotarare.
Art. 15. - Prezenta hotarare intra in vigoare la data de 1 octombrie 2006.
Prezenta hotarare transpune Directiva 89/655/CEE privind cerintele minime de securitate si sanatate pentru utilizarea echipamentului de munca de catre lucratori in munca, amendata de directivele 95/63/CE si 2001/45/CE, publicate in Jurnalul Oficial al Comunitatilor Europene (JOCE) seria L nr. 393/1989, nr. 335/1995 si nr. 195/2001.

PRIM-MINISTRU
CALIN POPESCU-TARICEANU

Bucuresti, 30 august 2006.
Nr. 1146.

ANEXA Nr. 1

CERINTELE MINIME
pentru aplicarea art. 4 alin. (1) lit. a) pct. (ii) si lit. b) din hotarare

1. Dispozitii generale
1.1. Obligatiile stabilite in prezenta anexa se aplica, tinandu-se seama de prevederile din hotarare, si in cazurile in care echipamentul de munca prezinta riscuri.
1.2. Cerintele minime enuntate in continuare, in masura in care ele se aplica la echipamentele de munca in functiune, nu necesita obligatoriu aceleasi masuri ca si cerintele esentiale referitoare la echipamentele de munca noi.
2. Cerinte minime generale aplicabile echipamentelor de munca
2.1. Sistemele de comanda ale unui echipament de munca, care afecteaza securitatea, trebuie sa fie vizibile, usor de identificat si, daca este necesar, sa fie marcate corespunzator.
2.1.1. Sistemele de comanda trebuie sa fie amplasate in exteriorul zonelor periculoase, cu exceptia anumitor sisteme de comanda, daca este necesar, si in asa fel incat manevrarea lor sa nu provoace riscuri suplimentare. Acestea nu trebuie sa genereze riscuri ca urmare a unei manevre neintentionate.
2.1.2. Daca este necesar, de la postul de comanda principal operatorul trebuie sa aiba posibilitatea sa se asigure ca nu exista persoane in zonele periculoase. Daca acest lucru nu este posibil, orice pornire trebuie sa fie precedata automat de un sistem de siguranta, cum ar fi un semnal de avertizare sonora si/sau vizuala. Lucratorul expus trebuie sa aiba timpul si/sau mijloacele necesare pentru a evita rapid riscurile provocate de pornirea si/sau oprirea echipamentului de munca.
2.1.3. Sistemele de comanda trebuie sa fie sigure si sa fie alese tinandu-se cont de defectiunile, perturbatiile si constrangerile previzibile in cadrul utilizarii prevazute.
2.2. Pornirea echipamentului de munca nu trebuie sa fie posibil sa se realizeze decat numai printr-o actiune voluntara asupra sistemului de comanda prevazut in acest scop.
2.2.1. Exceptandu-se cazurile in care repornirea sau modificarea nu prezinta niciun risc pentru lucratorii expusi, aceeasi cerinta se aplica si pentru:
a) repornirea echipamentului dupa o oprire, indiferent de cauza opririi;
b) comanda unei modificari semnificative a conditiilor de functionare (de exemplu, viteza, presiune etc.).
2.2.2. Aceasta cerinta nu se aplica repornirii sau modificarii conditiilor de functionare rezultate din derularea unei secvente normale a unui ciclu automat.
2.3. Fiecare echipament de munca trebuie sa fie prevazut cu un sistem de comanda care sa permita oprirea completa a acestuia in conditii de securitate.
2.3.1. Fiecare post de lucru trebuie sa fie prevazut cu un sistem de comanda care sa permita, in functie de riscurile existente, oprirea fie in totalitate a echipamentului de munca, fie numai partial, de asa maniera incat echipamentul de munca sa fie in stare de securitate.
2.3.2. Comanda de oprire a echipamentului de munca trebuie sa aiba prioritate fata de comenzile de pornire. Oprirea echipamentului de munca sau a elementelor periculoase ale acestuia fiind realizata, alimentarea cu energie a organelor de comanda respective trebuie sa fie intrerupta.
2.4. Daca acest lucru este necesar si in functie de pericolele pe care le prezinta echipamentul de munca si de timpii normali de oprire, un echipament de munca trebuie sa fie prevazut cu un dispozitiv de oprire de urgenta.
2.5. Un echipament de munca care prezinta pericole datorate caderilor sau proiectarii de obiecte trebuie sa fie prevazut cu dispozitive de securitate corespunzatoare. Un echipament de munca care prezinta pericole datorate degajarilor de gaze, vapori sau lichide ori emisiilor de pulberi trebuie sa fie prevazut cu dispozitive corespunzatoare de retinere si/sau de evacuare amplasate in apropierea surselor corespunzatoare de pericol.
2.6. Echipamentele de munca si elementele lor componente trebuie, daca este necesar pentru securitatea sau sanatatea lucratorilor, sa fie stabilizate prin fixare ori prin alte mijloace.
2.7. In cazul in care exista riscul ruperii sau spargerii unor elemente ale echipamentului de munca, situatie care ar putea prezenta pericole semnificative pentru securitatea si sanatatea lucratorilor, trebuie luate masuri de protectie adecvate.
2. 8.
2.8.1. Daca elementele mobile ale unui echipament de munca prezinta riscuri de producere de accidente prin contactul mecanic, acestea trebuie sa fie prevazute cu protectori si dispozitive de protectie care sa impiedice accesul in zonele periculoase sau sa opreasca miscarea elementelor periculoase inainte de patrunderea in zonele periculoase.
2.8.2. Protectorii si dispozitivele de protectie trebuie:
a) sa fie de constructie robusta;
b) sa nu genereze riscuri suplimentare;
c) sa nu fie inlaturate cu usurinta sau facute inoperante;
d) sa fie amplasate la o distanta adecvata fata de zona periculoasa;
e) sa nu limiteze mai mult decat este necesar observarea ciclului de munca;
f) sa permita interventiile indispensabile pentru instalarea si/sau inlocuirea elementelor si, de asemenea, pentru activitatile de intretinere, prin limitarea accesului numai in zona sau la lucrarea care trebuie realizata si, daca este posibil, fara demontarea protectorului sau dispozitivului de protectie.
2.9. Zonele si punctele de munca sau cele de intretinere a unui echipament de munca trebuie sa fie iluminate corespunzator, in functie de lucrarile realizate.
2.10. Partile echipamentului de munca expuse unor temperaturi inalte sau foarte scazute trebuie, daca este cazul, sa fie protejate impotriva riscurilor de contact sau de apropiere a lucratorilor de ele.
2.11. Dispozitivele de avertizare ale echipamentului de munca trebuie sa fie usor de perceput si de inteles si lipsite de ambiguitati.
2.12. Un echipament de munca poate sa fie utilizat numai pentru operatiunile si in conditiile pentru care a fost realizat.
2.13. Operatiile de intretinere trebuie sa poata sa fie efectuate cand echipamentul de munca este oprit. Daca acest lucru nu este posibil, trebuie sa fie luate masuri de protectie adecvate pentru executarea acestor operatii sau pentru ca acestea sa fie efectuate in afara zonelor periculoase. Pentru fiecare echipament de munca care detine un program de intretinere, acesta trebuie sa fie respectat si tinut la zi.
2.14. Orice echipament de munca trebuie sa fie prevazut cu dispozitive usor de identificat, destinate separarii de fiecare din sursele de energie. Reconectarea nu trebuie sa genereze riscuri pentru lucratorii in cauza.

2.15. Un echipament de munca trebuie sa fie prevazut cu dispozitive de avertizare si semnalizare indispensabile pentru asigurarea securitatii lucratorilor.
2.16. Pentru efectuarea operatiilor de productie, reglare si intretinere a echipamentelor de munca, lucratorii trebuie sa aiba acces si sa ramana in conditii de securitate in toate zonele necesare.
2.17. Orice echipament de munca trebuie sa fie adecvat pentru protectia lucratorilor impotriva riscurilor de incendiu sau de supraincalzire a echipamentului de munca ori de degajare de gaze, pulberi, lichide, vapori sau de alte substante produse de catre echipamentul de munca sau utilizate ori depozitate in acesta.
2.18. Orice echipament de munca trebuie sa fie adecvat pentru prevenirea riscurilor de explozie a acestuia sau a substantelor produse de acesta ori utilizate sau depozitate in echipamentul de munca.
2.19. Orice echipament de munca trebuie sa fie adecvat pentru protectia lucratorilor expusi riscurilor de electrocutare prin atingere directa sau indirecta.
3. Cerinte minime suplimentare aplicabile echipamentelor de munca specifice
3.1. Cerinte minime aplicabile echipamentelor de munca mobile, cu sau fara autopropulsie
3.1.1. Echipamentele de munca pe care este necesara prezenta unui lucrator transportat sau a unor lucratori transportati trebuie sa fie amenajate de asa maniera incat sa reduca riscurile pentru lucrator sau lucratori in timpul deplasarii. In aceste riscuri trebuie sa fie incluse riscurile de contact al lucratorilor cu rotile sau senilele ori de blocare de catre acestea.
3. 1.2.
3.1.2.1. Atunci cand blocarea accidentala a elementelor de transmisie a puterii intre un echipament de munca mobil si accesoriile sale si/sau remorci poate genera riscuri specifice, acest echipament de munca trebuie sa fie echipat sau amenajat de asa maniera incat sa impiedice blocarea elementelor de transmitere a puterii.
3.1.2.2. Atunci cand blocarea nu poate sa fie impiedicata, trebuie sa fie luate toate masurile posibile pentru a se evita consecintele daunatoare pentru lucratori.
3.1.3. Daca elementele de transmitere a puterii intre echipamentele de munca mobile risca sa se imbacseasca si sa se deterioreze prin contact cu solul, trebuie sa fie prevazute facilitati pentru sustinerea acestora.
3. 1.4.
3.1.4.1. Echipamentele de munca mobile pe care este necesara prezenta unui lucrator transportat sau a unor lucratori transportati trebuie sa limiteze, in conditii de utilizare efectiva, riscurile care provin din schimbarea directiei sau rasturnarea echipamentului de munca:

a) fie printr-o structura de protectie care sa impiedice ca echipamentul de munca sa nu se rastoarne mai mult de un sfert de rotatie;
b) fie printr-o structura care sa garanteze un spatiu suficient in jurul lucratorului transportat sau lucratorilor transportati, daca miscarea poate continua cu mai mult de un sfert de rotatie;
c) fie prin orice alt dispozitiv cu efect echivalent.

3.1.4.2. Aceste structuri de protectie pot face parte integranta din echipamentul de munca.
3.1.4.3. Aceste structuri de protectie nu sunt necesare atunci cand echipamentul de munca este stabilizat in timpul utilizarii sau atunci cand schimbarea directiei ori rasturnarea echipamentului de munca este imposibila din proiectare.
3.1.4.4. Daca exista un risc ca un lucrator transportat, in momentul schimbarii directiei sau rasturnarii, sa fie strivit intre partile echipamentului de munca si sol, trebuie sa fie instalat un sistem de retinere pentru lucratorii transportati.
3.1.5. Autostivuitoarele cu furca pe care sunt asezati unul sau mai multi lucratori trebuie sa fie amenajate sau echipate de asa maniera incat sa limiteze riscurile de rasturnare, de exemplu:

a) fie prin instalarea unei cabine pentru conducator;
b) fie printr-o structura care sa impiedice rasturnarea acestora;
c) fie printr-o structura care sa garanteze ca, in cazul rasturnarii acestora, ramane un spatiu suficient intre sol si anumite parti ale autostivuitorului cu furca pentru lucratorii transportati;
d) fie printr-o structura care sa retina lucratorul sau lucratorii pe scaunul de la postul de conducere de asa maniera incat sa impiedice ca acesta/acestia sa fie strivit/striviti de parti ale autostivuitorului care se rastoarna.

3.1.6. Echipamentele de munca mobile cu autopropulsare, a caror deplasare poate provoca riscuri pentru lucratori, trebuie sa indeplineasca urmatoarele conditii:

a) sa fie prevazute cu mijloace care sa permita prevenirea unei porniri neautorizate;
b) sa fie prevazute cu mijloace adecvate care sa reduca consecintele unei eventuale ciocniri in caz de miscare simultana a mai multor echipamente de munca care se deplaseaza pe sine;
c) sa fie prevazute cu un dispozitiv de franare si de oprire; in masura in care conditiile de securitate o impun, in cazul defectarii dispozitivului principal, un dispozitiv de urgenta, actionat prin comenzi usor de manevrat sau prin sisteme automate, trebuie sa permita franarea si oprirea;
d) atunci cand campul de vizibilitate directa a conducatorului este necorespunzator din punctul de vedere al securitatii, acestea trebuie sa fie prevazute cu dispozitive auxiliare adecvate, pentru imbunatatirea vizibilitatii;
e) daca sunt prevazute pentru utilizare pe timpul noptii sau in locuri intunecoase, acestea trebuie sa fie prevazute cu un dispozitiv de iluminat, adaptat lucrarii de efectuat si care asigura o securitate suficienta pentru lucratori;
f) daca prezinta riscuri de incendiu - datorate acestora sau remorcilor si/sau incarcaturii susceptibile sa pericliteze lucratorii, acestea trebuie sa fie prevazute cu dispozitive adecvate de stingere a incendiilor, in cazul in care astfel de dispozitive nu sunt disponibile suficient de aproape de locul de utilizare;
g) daca sunt telecomandate, acestea trebuie sa se opreasca automat atunci cand ies din campul de actiune al telecomenzii;
h) daca sunt telecomandate si pot, in conditii normale de utilizare, sa loveasca sau sa blocheze lucratorii, acestea trebuie sa fie echipate cu dispozitive de protectie impotriva acestor riscuri, in cazul in care nu exista alte dispozitive adecvate pentru combaterea riscului de lovire.

3.2. Cerinte minime aplicabile echipamentelor de munca folosite pentru ridicarea sarcinilor
3.2.1. Daca echipamentele de munca folosite pentru ridicarea sarcinilor sunt instalate in mod permanent, rezistenta si stabilitatea acestora in timpul utilizarii trebuie sa fie asigurate tinandu-se seama mai ales de sarcinile care se vor ridica si de solicitarile produse in locurile de suspendare sau de fixare pe structuri.
3. 2.2.
3.2.2.1. Masinile folosite pentru ridicarea sarcinilor trebuie sa aiba marcate vizibil sarcina nominala si, daca este cazul, o placuta pe care sa fie inscrisa sarcina nominala pentru fiecare configuratie a masinii.
3.2.2.2. Dispozitivele de prindere pentru ridicarea sarcinilor trebuie sa fie marcate de asa maniera incat sa permita identificarea caracteristicilor esentiale pentru utilizarea sigura.
3.2.2.3. Daca echipamentul de munca nu a fost destinat pentru ridicarea lucratorilor si daca exista posibilitatea unei

asemenea confuzii, o semnalizare adecvata trebuie sa fie marcata de maniera vizibila.
3.2.3. Echipamentele de munca instalate permanent trebuie sa fie instalate de asa maniera incat sa reduca riscul ca sarcinile:
a) sa loveasca lucratorii;
b) in mod neintentionat, sa se deplaseze periculos sau sa cada liber; sau
c) sa se desprinda neintentionat.
3. 2.4.
3.2.4.1. Masinile pentru ridicarea sau deplasarea lucratorilor trebuie sa fie adecvate:
a) pentru a evita riscurile de cadere a cabinei, atunci cand acestea exista, cu ajutorul dispozitivelor adecvate;
b) pentru a evita riscurile de cadere a utilizatorului in afara cabinei, atunci cand acestea exista;
c) pentru a evita riscurile de strivire, de blocare sau de lovire a utilizatorului, in special printr-un contact intamplator cu obiecte;
d) pentru a garanta securitatea lucratorilor blocati in cabina in caz de accident si a permite deblocarea acestora.
3.2.4.2. Daca, din motive inerente datorate amplasamentului si inaltimilor diferite, riscurile mentionate la pct. 3.2.4.1 lit. a) nu pot sa fie evitate prin niciun dispozitiv de securitate, trebuie sa fie instalat un cablu cu coeficient de securitate marit, iar starea acestuia trebuie sa fie verificata in fiecare zi de munca.
3.3. Cerinte minime aplicabile instalatiilor si echipamentelor de munca electrice
3.3.1. Instalatiile si echipamentele de munca electrice trebuie sa fie proiectate, fabricate, montate, intretinute si exploatate astfel incat sa asigure protectia impotriva pericolelor generate de energia electrica, precum si protectia impotriva pericolelor datorate influentelor externe.
3.3.1.1. Pentru asigurarea protectiei impotriva pericolelor generate de echipamentele electrice, trebuie prevazute masuri tehnice astfel incat:
a) persoanele sa fie protejate fata de pericolul de vatamare care poate fi generat la atingerea directa sau indirecta a partilor aflate sub tensiune;
b) sa nu se produca temperaturi, arcuri electrice sau radiatii care sa pericliteze viata ori sanatatea oamenilor;
c) constructia echipamentelor de munca sa fie adecvata mediului pentru a se evita producerea de incendii si explozii;
d) persoanele si bunurile sa fie protejate contra pericolelor generate in mod natural de echipamentul electric;
e) izolatia echipamentelor electrice sa fie corespunzatoare pentru conditiile prevazute.
3.3.1.2. Pentru asigurarea protectiei impotriva pericolelor datorate influentei externe, echipamentele electrice trebuie:
a) sa satisfaca cerintele referitoare la solicitarile mecanice astfel incat sa nu fie periclitati lucratorii si persoanele care se afla in mediul de munca;
b) sa nu fie influentate de conditiile de mediu, astfel incat sa nu fie periclitati lucratorii si persoanele care se afla in mediul de munca;
c) sa nu pericliteze lucratorii si persoanele care se afla in mediul de munca, in conditii previzibile de suprasarcina.
3. 3.2.
3.3.2.1. La instalatiile si echipamentele de munca electrice, pentru protectia impotriva electrocutarii prin atingere directa trebuie sa se aplice masuri tehnice, completate cu masuri organizatorice.
3.3.2.2. Pentru protectia impotriva electrocutarii prin atingere directa trebuie sa fie realizate urmatoarele masuri tehnice:
a) acoperiri cu materiale electroizolante ale partilor active (izolarea de protectie) ale instalatiilor si echipamentelor electrice;
b) inchideri in carcase sau acoperiri cu invelisuri exterioare;
c) ingradiri;
d) protectia prin amplasare in locuri inaccesibile prin asigurarea unor distante minime de securitate;
e) scoaterea de sub tensiune a instalatiei sau echipamentului electric la care urmeaza a se efectua lucrari si verificarea lipsei de tensiune;
f) utilizarea de dispozitive speciale pentru legari la pamant si in scurtcircuit;
g) folosirea mijloacelor de protectie electroizolante;
h) alimentarea la tensiune foarte joasa (redusa) de protectie;
i) egalizarea potentialelor si izolarea fata de pamant a platformei de lucru.
3.3.2.3. Pentru protectia impotriva electrocutarii prin atingere directa trebuie sa fie realizate urmatoarele masuri organizatorice:
a) executarea interventiilor la instalatiile electrice (depanari, reparari, racordari etc.) trebuie sa se faca numai de catre personal calificat in meseria de electrician, autorizat si instruit pentru lucrul respectiv;
b) executarea interventiilor in baza uneia din formele de lucru;
c) delimitarea materiala a locului de munca (ingradire);
d) esalonarea operatiilor de interventie la instalatiile electrice;
e) elaborarea unor instructiuni de lucru pentru fiecare interventie la instalatiile electrice;
f) organizarea si executarea verificarilor periodice ale masurilor tehnice de protectie impotriva atingerilor directe.
3.3.2.4. La instalatiile, utilajele, echipamentele si aparatele care utilizeaza energie electrica interventiile sunt permise numai in baza urmatoarelor forme de lucru:
a) autorizatii de lucru scrise (AL);
b) instructiuni tehnice interne de protectie a muncii (ITI-PM);
c) atributii de serviciu (AS);
d) dispozitii verbale (DV);
e) procese-verbale (PV);
f) obligatii de serviciu (OS);
g) propria raspundere (PR).
3. 3.3.
3.3.3.1. La instalatiile si echipamentele de munca electrice, pentru protectia impotriva electrocutarii prin atingere indirecta trebuie sa se realizeze si sa se aplice numai masuri si mijloace de protectie tehnice, fiind interzise inlocuirea masurilor si mijloacelor tehnice de protectie cu masuri de protectie organizatorice. Pentru evitarea electrocutarii prin atingere indirecta trebuie aplicata o masura de protectie principala, care sa asigure protectia in orice conditii, si o masura de protectie suplimentara, care sa asigure protectia in cazul deteriorarii protectiei principale. Cele doua masuri de protectie trebuie alese astfel incat sa nu se anuleze una pe cealalta.
3.3.3.2. Pentru protectia impotriva atingerii indirecte trebuie sa fie realizate urmatoarele masuri tehnice:
a) folosirea tensiunilor foarte joase de securitate TFJS;

b) legarea la pamant;
c) legarea la nul de protectie;
d) izolarea suplimentara de protectie, aplicata utilajului, in procesul de fabricare;
e) izolarea amplasamentului;
f) separarea de protectie;
g) egalizarea si/sau dirijarea potentialelor;
h) deconectarea automata in cazul aparitiei unei tensiuni sau a unui curent de defect periculoase;
i) folosirea mijloacelor de protectie electroizolante.

3.3.3.3. Este interzisa folosirea drept protectie principala a masurilor indicate la pct. 3.3.3.2 lit. e), g), h) si i).

3.3.3.4. Fac exceptie instalatiile electrice casnice, la care deconectarea automata la curenti de defect poate constitui mijloc principal de protectie, si stalpii liniilor electrice aeriene de joasa tensiune, la care dirijarea distributiei potentialelor constituie mijloc principal de protectie.

3.3.4. La instalatiile si echipamentele electrice de inalta tensiune, sistemul de protectie impotriva electrocutarii prin atingere indirecta trebuie sa se realizeze prin legarea la pamant de protectie, care este masura obligatorie, cumulat cu alte masuri de protectie.

3. 3.5.

3.3.5.1. Instalatiile si echipamentele electrice trebuie sa fie alese cu grad corespunzator de protectie in functie de zonele cu atmosfera potential exploziva.

3.3.5.2. Zonarea trebuie sa se efectueze de catre proiectantul instalatiilor si echipamentelor electrice, la cererea beneficiarului.

3.3.6. La instalatiile si echipamentele de munca electrice, valorile de calcul, precum si limitele admise ale curentilor prin corpul omului, ale impedantei electrice a corpului uman, ale tensiunilor de atingere si de pas si ale tensiunilor de lucru trebuie sa fie in conformitate cu regulile tehnice aplicabile.

3.3.7. Retelele izolate fata de pamant trebuie sa fie prevazute cu protectie automata prin controlul rezistentei de izolatie, care sa semnalizeze si/sau sa deconecteze in cazul punerii la pamant. Retelele electrice din locurile de munca cu risc de incendiu si explozie, precum si cele din depozitele de explozivi sau carburanti trebuie prevazute cu dispozitive care sa asigure protectia automata la curenti de defect (PACD).

3.3.8. La instalatiile de inalta tensiune trebuie sa fie prevazute blocari mecanice sau electrice, astfel incat deschiderea carcaselor si a ingradirilor de protectie sa fie posibila numai dupa scoaterea de sub tensiune a echipamentului electric respectiv, iar manevrarea dispozitivului de blocare trebuie sa poata fi facuta numai cu o scula speciala.

3.3.9. Pentru ca deservirea, intretinerea si repararea instalatiilor si echipamentelor de munca electrice sa se poata efectua fara pericol, trebuie sa se prevada, inca din faza de proiectare, executie si montaj, distante, spatii si/sau ingradiri de protectie in jurul acestora.

3.3.10. La masinile si instalatiile de ridicat cu elemente mobile, cum sunt podurile rulante din incaperile sau spatiile de productie neelectrice, se admit parti active in constructie deschisa, fara carcase inchise, cu conditia protejarii impotriva atingerii sau apropierii de partile active, prin amplasarea acestora la inaltimi suficient de mari fata de caile de acces si de circulatie si/sau prin prevederea de ingradiri inchise pe caile de acces.

3.3.11. Automacaralele care lucreaza in apropierea liniilor electrice aeriene trebuie sa fie echipate cu dispozitive de semnalizare a intrarii bratului in zona de influenta a acestora.

3.3.12. Echipamentul de munca electric/instalatia de clasa I de protectie trebuie sa aiba asigurata protectia impotriva atingerii directe a pieselor aflate normal sub tensiune si sa fie prevazut/prevazuta cu legaturi de protectie pentru asigurarea protectiei in caz de defect.

3.3.13. La instalatiile si echipamentele de munca electrice de clasa I de protectie posibilitatea executarii legaturilor de protectie trebuie sa se asigure astfel:

a) in cazul unui echipament electric/unei instalatii fix/fixe, acesta/aceasta trebuie sa fie prevazut/prevazuta cu doua borne de masa: una in cutia de borne, langa bornele de alimentare cu energie electrica, pentru racordarea conductorului de protectie din cablul de alimentare a echipamentului/instalatiei, si a doua borna pe carcasa echipamentului/instalatiei in exterior, pentru racordarea vizibila la centura de legare la pamant sau la alta instalatie de protectie;

b) in cazul unui echipament mobil sau portabil, acesta trebuie sa fie prevazut cu un cablu de alimentare flexibil, prevazut cu o fisa (stecher) cu contact de protectie, sau echipamentul sa fie prevazut cu posibilitatea racordarii unui cablu flexibil de alimentare cu conductor de protectie.

3.3.14. Echipamentul de munca electric/instalatia de clasa II de protectie trebuie sa aiba asigurata protectia impotriva atingerii directe a pieselor aflate normal sub tensiune si sa fie prevazut/prevazuta, din fabricatie, cu o izolatie suplimentara, dubla sau intarita.

3.3.15. Echipamentul de munca electric/instalatia de clasa III de protectie trebuie sa aiba asigurata protectia impotriva atingerii directe a pieselor aflate normal sub tensiune si sa nu produca o tensiune mai mare decat tensiunea foarte joasa de alimentare.

3. 3.16.

3.3.16.1. Instalatiile electrice in faza de experimentare trebuie sa indeplineasca toate conditiile prevazute in reglementarile si regulile tehnice aplicabile pentru protectia impotriva electrocutarii sau a accidentelor tehnice.

3.3.16.2. Instalatiile sau echipamentele de munca electrice trebuie sa fie verificate la receptie, inainte de punerea in functiune si apoi periodic in exploatare, precum si dupa fiecare reparatie sau modificare, fiind interzisa punerea sub tensiune a instalatiei, utilajului sau echipamentului care nu a corespuns la una dintre aceste verificari.

3.3.16.3. Instalatiile si echipamentele de munca electrice pot sa fie receptionate si puse in functiune numai dupa ce s-a constatat ca s-au respectat reglementarile si regulile tehnice aplicabile.

3.3.17. La instalatiile sau echipamentele de munca electrice este interzis sa se aduca modificari fata de proiect in timpul exploatarii, intretinerii si repunerii in functiune a acestora. In cazuri speciale, se admit modificari doar cu acordul proiectantului instalatiilor si echipamentelor de munca electrice respective.

3.3.18. Mijloacele si echipamentele electrice de protectie trebuie sa fie verificate, in conformitate cu prevederile reglementarilor si regulilor tehnice aplicabile, inainte de utilizare, la punerea in functiune, dupa reparatii sau modificari si apoi periodic (in exploatare).

3.3.19. Utilizarea echipamentului de munca electric/instalatiei de clasa I de protectie trebuie sa se faca in urmatoarele conditii:

a) sa se execute si sa se verifice periodic legaturile de protectie necesare pentru asigurarea protectiei impotriva electrocutarii in cazul unui defect soldat cu aparitia unei tensiuni periculoase de atingere;

b) sa se asigure si sa se verifice periodic deconectarea automata a echipamentului electric/instalatiei sau sectorului defect si disparitia tensiunii periculoase de atingere;

c) sa se verifice periodic ca protectia impotriva atingerii directe a pieselor aflate normal sub tensiune sa nu fie

inlaturata sau deteriorata.

3.3.20. Utilizarea echipamentului de munca electric/instalatiei de clasa II de protectie trebuie sa se faca in urmatoarele conditii:

a) sa se verifice periodic ca izolatia suplimentara a echipamentului electric/instalatiei sa nu fie deteriorata sau eliminata;

b) sa se verifice periodic ca protectia impotriva atingerii directe a pieselor aflate normal sub tensiune sa nu fie inlaturata sau deteriorata.

3.3.21. Utilizarea echipamentului de munca electric/instalatiei de clasa III de protectie trebuie sa se faca in urmatoarele conditii:

a) sa se alimenteze echipamentul electric sau instalatia la tensiunea foarte joasa pentru care au fost proiectate sa functioneze;

b) sursa de tensiune trebuie sa fie astfel construita incat sa nu permita aparitia in circuitul de tensiune foarte joasa a unei tensiuni mai mari. Daca se utilizeaza un transformator coborator, acesta trebuie sa fie un transformator de separare (de siguranta);

c) izolatia circuitului de foarte joasa tensiune trebuie sa fie de asa natura incat sa nu permita aparitia unei tensiuni mai mari din alte circuite, in circuitul de tensiune foarte joasa;

d) sa se verifice periodic ca protectia impotriva atingerii directe a pieselor aflate normal sub tensiune sa nu fie inlaturata sau deteriorata.

3. 3.22.

3.3.22.1. In cazul instalatiilor sau echipamentelor de munca electrice la care se executa lucrari cu scoaterea de sub tensiune, trebuie sa fie scoase de sub tensiune urmatoarele elemente:

a) partile active aflate sub tensiune, la care urmeaza a se lucra;

b) partile active aflate sub tensiune la care nu se lucreaza, dar se gasesc la o distanta mai mica decat limita admisa la care se pot apropia persoanele sau obiectele de lucru (utilaje, unelte etc.), indicata in documentatia tehnica specifica;

c) partile active aflate sub tensiune ale instalatiilor situate la o distanta mai mare decat limita admisa, dar care, datorita lucrarilor care se executa in apropiere, trebuie scoase de sub tensiune.

3.3.22.2. In cazul lucrarilor cu scoatere de sub tensiune este necesara legarea la pamant si in scurtcircuit a conductoarelor de faza, inclusiv pe conductorul de nul in cazul liniilor electrice aeriene, operatie care trebuie sa se execute imediat dupa verificarea lipsei de tensiune.

3. 3.23.

3.3.23.1. In cazul instalatiilor sau echipamentelor de munca electrice la care se executa lucrari cu scoatere de sub tensiune sau fara scoatere de sub tensiune, trebuie sa se utilizeze mijloace de protectie electroizolante.

3.3.23.2. La lucrul in instalatiile de joasa tensiune trebuie sa fie utilizate mijloace individuale de protectie electroizolante, care constituie singura masura tehnica de protectie, cumulate cu masurile organizatorice.

3.3.23.3. La lucrul in instalatiile de inalta tensiune trebuie sa fie utilizate mijloace individuale de protectie electroizolante, cumulate cu alte mijloace de protectie.

3.3.23.4. Lucrarile fara scoatere de sub tensiune a instalatiilor si a echipamentelor electrice trebuie sa fie executate de catre personal autorizat pentru lucrul sub tensiune.

3.3.24. Instalatiile sau locurile unde exista sau se exploateaza echipamente electrice trebuie sa fie dotate, in functie de lucrarile si conditiile de exploatare, cu urmatoarele categorii de mijloace de protectie:

a) mijloace de protectie care au drept scop protejarea omului prin izolarea acestuia fata de elementele aflate sub tensiune sau fata de pamant, respectiv prajini electroizolante pentru actionarea separatoarelor, manipularea indicatoarelor mobile de tensiune, montarea scurtcircuitoarelor etc., scule cu manere electroizolante, covoare si platforme electroizolante, manusi si incaltaminte electroizolante etc.;

b) detectoare mobile de tensiune, cu ajutorul carora se verifica prezenta sau lipsa tensiunii;

c) garnituri mobile de legare la pamant si in scurtcircuit;

d) panouri, paravane, imprejmuiri (ingradiri);

e) panouri de semnalizare.

3.3.25. Instalatiile sau echipamentele de munca electrice trebuie sa fie exploatate, intretinute, reglate, reparate si puse sub tensiune numai de catre personal calificat in meseria de electrician autorizat din punctul de vedere al securitatii muncii. Autorizarea personalului pentru lucru la instalatiile tehnice electrice in activitatile de exploatare, intretinere si reparatii trebuie sa se realizeze, conform regulamentului pentru autorizarea electricienilor din punctul de vedere al securitatii muncii, pe baza de examen medical, psihologic si test de verificare a cunostintelor profesionale, de securitate si sanatate in munca si de acordare a primului ajutor.

ANEXA Nr. 2

DISPOZITII
referitoare la utilizarea echipamentelor de munca prevazute la art. 4 alin. (3) din hotarare

1. Dispozitii generale aplicabile tuturor echipamentelor de munca

1.1. Dispozitiile din prezenta anexa se aplica in conformitate cu dispozitiile din hotarare si atunci cand exista riscul corespunzator pentru echipamentul de munca respectiv. Echipamentele de munca trebuie sa fie instalate, dispuse si utilizate de asa maniera incat sa permita reducerea riscurilor pentru utilizatorii acestora si pentru ceilalti lucratori, de exemplu facand astfel incat sa existe spatiu suficient intre elementele mobile ale echipamentelor de munca si elementele fixe sau mobile din spatiul de munca si ca toata energia ori substanta utilizata sau produsa sa poata sa fie furnizata si/sau evacuata de maniera sigura.

1.2. Montarea si demontarea echipamentelor de munca trebuie sa fie realizate de maniera sigura, in special prin respectarea instructiunilor furnizate de fabricant.

1.3. Echipamentele de munca care, in timpul utilizarii, pot sa fie expuse descarcarilor electrice trebuie sa fie protejate prin dispozitive sau cu masuri adecvate impotriva efectelor trasnetului.

2. Dispozitii de utilizare a echipamentelor de munca mobile, cu sau fara autopropulsie

2.1. Conducerea echipamentelor de munca autopropulsate este rezervata numai lucratorilor care au fost instruiti adecvat pentru conducerea sigura a acestora.

2.2. Daca un echipament de munca este manevrat intr-o zona de munca, trebuie sa fie stabilite si respectate reguli de circulatie adecvate.

2.3. Trebuie sa fie luate masuri organizatorice pentru a evita ca lucratorii care se deplaseaza pe jos sa nu se gaseasca in zona de operare a echipamentelor de munca autopropulsate. Daca prezenta lucratorilor care se deplaseaza pe jos este necesara pentru buna executare a lucrarilor, trebuie sa fie luate masuri adecvate pentru a

evita ca acestia sa fie accidentati de catre echipamente.
2.4. Transportul lucratorilor pe echipamentele de munca mobile actionate mecanic nu este autorizat decat daca au fost prevazute amplasamente sigure in acest scop. Daca lucrarile trebuie sa fie efectuate in timpul deplasarii, viteza trebuie sa fie adaptata, in functie de cat este necesar.
2.5. Echipamentele de munca mobile prevazute cu un motor cu ardere interna nu trebuie sa fie utilizate in zonele de munca daca nu este garantata o cantitate suficienta de aer, astfel incat sa nu existe riscuri pentru securitatea si sanatatea lucratorilor.
3. Dispozitii de utilizare a echipamentelor de munca folosite pentru ridicarea sarcinilor
3.1. Observatii generale
3.1.1. Echipamentele de munca demontabile sau mobile folosite la ridicarea sarcinilor trebuie sa fie utilizate de asa maniera incat sa garanteze stabilitatea echipamentului de munca pe durata utilizarii in toate conditiile previzibile, luandu-se in considerare natura solului.
3. 1.2.
3.1.2.1. Ridicarea lucratorilor nu este permisa decat cu echipamente de munca si dispozitive prevazute in acest scop.
3.1.2.2. Fara a se aduce atingere prevederilor art. 6 din Legea securitatii si sanatatii in munca nr. 319/2006, in mod exceptional, echipamentele neprevazute pentru ridicarea lucratorilor pot sa fie utilizate in acest scop, cu conditia sa fie luate masuri adecvate pentru a se asigura securitatea, in conformitate cu legislatia si/sau cu practicile nationale care prevad o supraveghere corespunzatoare.
3.1.2.3. In timpul prezentei lucratorilor pe echipamentul de munca folosit pentru ridicarea sarcinilor, la postul de conducere trebuie sa fie asigurata prezenta permanenta. Lucratorii care sunt ridicati trebuie sa dispuna de un mijloc de comunicare sigur. Trebuie sa fie prevazuta evacuarea acestora in caz de pericol.
3.1.3. Doar daca acest lucru nu este necesar pentru buna desfasurare a lucrarilor, trebuie sa fie luate masuri pentru ca lucratorii sa nu fie prezenti sub sarcinile suspendate. Este interzisa deplasarea sarcinilor suspendate deasupra locurilor de munca neprotejate in care lucratorii sunt prezenti in mod curent. In aceasta eventualitate, daca buna desfasurare a lucrarilor nu poate fi asigurata in alt mod, trebuie sa fie elaborate si aplicate proceduri adecvate.
3.1.4. Dispozitivele de prindere pentru ridicarea sarcinilor trebuie sa fie alese in functie de sarcinile care se manipuleaza, distantele dintre punctele de prindere ale acestora, dispozitivele de prindere si conditiile atmosferice, tinandu-se seama de modul si de configuratia de legare. Ansamblurile dispozitivelor de prindere pentru ridicarea sarcinilor trebuie sa fie marcate vizibil pentru a permite utilizatorului sa le cunoasca caracteristicile, atunci cand acestea nu sunt demontate dupa utilizare.
3.1.5. Dispozitivele de prindere pentru ridicarea sarcinilor trebuie sa fie depozitate de asa maniera incat sa se garanteze ca acestea nu se vor deteriora sau degrada.
3.2. Echipamente de munca folosite la ridicarea sarcinilor neghidate
3.2.1. Daca doua sau mai multe echipamente de munca folosite pentru ridicarea sarcinilor neghidate sunt instalate sau montate la un loc de munca astfel incat campul lor de actiune se intersecteaza, trebuie sa fie luate masuri adecvate pentru a se preveni ciocnirea intre sarcini si/sau intre elemente ale echipamentelor de munca.
3.2.2. In timpul utilizarii unui echipament de munca mobil folosit pentru ridicarea sarcinilor neghidate trebuie sa fie luate masuri adecvate pentru a se preveni bascularea, rasturnarea si, daca este cazul, deplasarea si alunecarea acestuia. Trebuie sa fie verificata executarea corespunzatoare a acestor masuri.
3.2.3. Daca operatorul unui echipament de munca folosit la ridicarea sarcinilor neghidate nu poate observa intregul traseu al sarcinii nici direct, nici prin intermediul unor dispozitive auxiliare care furnizeaza informatiile necesare, atunci o persoana competenta trebuie sa fie desemnata sa comunice cu operatorul pentru a-l ghida si trebuie sa fie luate masuri organizatorice pentru a se evita ciocnirile sarcinilor susceptibile sa puna in pericol lucratorii.
3.2.4. Lucrarile trebuie sa fie organizate de asa maniera incat atunci cand lucratorul agata sau desprinde o sarcina cu mana, aceste operatii sa poata fi efectuate in conditii de securitate deplina, in special prin pastrarea de catre acest lucrator a comenzilor directe sau indirecte ale echipamentului.
3.2.5. Toate operatiunile de ridicare trebuie sa fie planificate corect, supravegheate de o maniera adecvata si efectuate astfel incat sa protejeze securitatea lucratorilor. In special, daca o sarcina trebuie sa fie ridicata simultan de doua sau mai multe echipamente de munca folosite la ridicarea sarcinilor neghidate, trebuie sa fie stabilita si aplicata o procedura pentru a se asigura buna coordonare a operatorilor.
3.2.6. Daca echipamentele de munca folosite pentru ridicarea sarcinilor neghidate nu pot retine sarcinile in cazul unei defectari partiale sau totale a sistemului de alimentare cu energie, trebuie sa fie luate masuri adecvate pentru a se evita expunerea lucratorilor la riscurile corespunzatoare. Sarcinile suspendate nu trebuie lasate fara supraveghere, cu exceptia cazului in care accesul in zona periculoasa este impiedicat si daca sarcina a fost agatata si este mentinuta in conditii de securitate deplina.
3.2.7. Utilizarea in aer liber a echipamentelor de munca folosite pentru ridicarea sarcinilor neghidate trebuie interzisa atunci cand conditiile meteorologice se deterioreaza pana la punctul in care se pericliteaza utilizarea in conditii de securitate a acestora, expunand astfel lucratorii la riscuri. Pentru a se evita riscurile pentru lucratori trebuie sa fie luate masuri adecvate de protectie, destinate in special impiedicarii rasturnarii echipamentului de munca.
4. Dispozitii de utilizare a echipamentelor de munca puse la dispozitie pentru lucrari temporare la inaltime
4.1. Dispozitii generale
4. 1.1.
4.1.1.1. Daca, in aplicarea prevederilor art. 7 din Legea securitatii si sanatatii in munca nr. 319/2006 si ale art. 3 din hotarare, lucrarile temporare la inaltime nu pot sa fie executate de o maniera sigura si in conditii ergonomice adecvate de pe o suprafata adecvata, trebuie sa fie alese cele mai potrivite echipamente de munca pentru a se asigura si a se mentine conditii de munca sigure. Trebuie sa se acorde prioritate masurilor de protectie colectiva in raport cu masurile de protectie individuala. Dimensionarea echipamentului de munca trebuie sa fie adaptata la natura lucrarilor care urmeaza sa fie executate si a constrangerilor previzibile si sa permita circulatia fara pericol.
4.1.1.2. Cel mai potrivit mijloc de acces la posturile de lucru temporare la inaltime trebuie sa fie ales in functie de frecventa de circulatie, de inaltimea la care trebuie sa se ajunga si de durata de utilizare. Alegerea facuta trebuie sa permita evacuarea in caz de pericol iminent. Trecerea, intr-un sens sau in altul, intre mijlocul de acces si platforme, plansee sau pasarele nu trebuie sa creeze riscuri suplimentare de cadere.
4.1.2. Scarile nu pot sa fie utilizate ca posturi de lucru la inaltime decat in conditiile in care sau tinand cont de pct. 4.1.1 utilizarea altor echipamente de munca mai sigure nu se justifica din cauza nivelului redus de risc si din cauza fie a duratei scurte de utilizare, fie a caracteristicilor existente ale locului de munca respectiv, care nu se pot modifica de catre angajator.
4.1.3. Tehnicile de acces si de pozitionare cu ajutorul franghiilor nu pot sa fie utilizate decat in conditiile in care,

tinand seama de evaluarea riscului, lucrarea in cauza poate sa fie executata de o maniera sigura si in care utilizarea unui alt echipament de munca mai sigur nu este justificata. Tinandu-se cont de evaluarea riscului si in special in functie de durata lucrarilor si de constrangerile de natura ergonomica, trebuie sa fie prevazut un scaun dotat cu accesoriile corespunzatoare.
4.1.4. In functie de tipul de echipament de munca selectat pe baza dispozitiilor punctelor precedente, trebuie sa fie luate masurile adecvate de reducere a riscurilor pentru lucratori, inerente respectivului tip de echipament. Daca este necesar trebuie sa fie prevazuta instalarea dispozitivelor de protectie impotriva caderilor. Aceste dispozitive trebuie sa aiba o structura corespunzatoare si sa fie suficient de solide pentru a impiedica sau opri caderile de la inaltime si a preveni, in masura in care este posibil, ranirea corporala a lucratorilor. Dispozitivele de protectie colectiva pentru evitarea caderilor nu pot sa fie intrerupte decat in punctele de acces ale unei schele sau ale unei scari.
4.1.5. Cand executarea unei anumite lucrari necesita indepartarea temporara a unui dispozitiv de protectie colectiva impotriva caderilor, trebuie sa se ia masuri de securitate compensatorii eficiente. Lucrarea nu poate sa fie efectuata fara adoptarea prealabila a acestor masuri. Odata ce lucrarea respectiva este terminata, definitiv sau temporar, dispozitivele de protectie colectiva trebuie sa fie remontate pentru a se evita caderile.
4.1.6. Lucrarile temporare la inaltime pot sa fie efectuate numai atunci cand conditiile meteorologice nu pericliteaza securitatea si sanatatea lucratorilor.
4.2. Dispozitii specifice de utilizare a scarilor
4.2.1. Scarile trebuie sa fie amplasate de asa maniera incat sa se asigure stabilitatea lor in timpul utilizarii. Scarile portabile se sprijina pe un suport stabil, rezistent, de dimensiuni adecvate si imobil, astfel incat treptele sa ramana in pozitie orizontala. Scarile suspendate sunt fixate de o maniera sigura si, cu exceptia scarilor din franghie, in asa fel incat sa nu poata fi deplasate si sa fie evitate orice miscari de balans.
4.2.2. Alunecarea picioarelor scarilor portabile trebuie sa fie impiedicata in timpul utilizarii fie prin fixarea partii superioare sau inferioare a lonjeroanelor, fie prin dispozitive antiderapante sau prin orice alte solutii cu eficacitate echivalenta. Scarile de acces trebuie sa fie de o lungime suficienta, astfel incat acestea sa se prelungeasca dincolo de nivelul de acces, cu exceptia cazului in care au fost luate alte masuri pentru a se garanta o fixare sigura. Scarile compuse din mai multe elemente asamblate, cum ar fi scarile articulate sau scarile culisante, trebuie sa fie utilizate de asa maniera incat imobilizarea diferitelor elemente unele in raport de altele sa fie asigurata. Scarile mobile trebuie sa fie imobilizate inainte de urcarea pe acestea.
4.2.3. Scarile trebuie sa fie utilizate de asa maniera incat sa permita lucratorilor sa dispuna, in orice moment, de o prindere cu mana si de un sprijin sigur. In special, daca o greutate trebuie transportata manual pe scara, aceasta nu trebuie sa impiedice mentinerea unei prinderi cu mana sigure.
4.3. Dispozitii specifice de utilizare a schelelor
4.3.1. Atunci cand breviarul de calcul al schelei alese nu este disponibil sau cand configuratiile structurale avute in vedere nu sunt prevazute de acesta, trebuie sa fie realizat un calcul de rezistenta si de stabilitate, cu exceptia cazului in care schela este asamblata in conformitate cu o configuratie standard general recunoscuta.
4.3.2. In functie de complexitatea schelei alese, un plan de montare, de utilizare si de demontare trebuie sa fie intocmit de catre o persoana competenta. Acest plan poate avea forma unui plan general, completat cu elemente referitoare la detaliile specifice ale schelei in cauza.
4.3.3. Elementele de sprijin ale unei schele trebuie sa fie protejate impotriva pericolului de alunecare fie prin fixare pe suprafata de sprijin, fie printr-un dispozitiv antiderapant sau alt mijloc cu eficacitate echivalenta, iar suprafata de sprijin trebuie sa aiba o capacitate portanta suficienta. Stabilitatea schelei trebuie sa fie asigurata. Deplasarea inopinata a schelelor mobile in timpul lucrului la inaltime trebuie sa fie prevenita prin intermediul dispozitivelor adecvate.
4.3.4. Dimensiunile, forma si dispunerea planseelor unei schele trebuie sa fie adecvate naturii lucrarii care urmeaza sa fie executata si adaptate la sarcinile ce urmeaza a fi suportate si sa permita lucrul si circulatia de o maniera sigura. Planseele unei schele trebuie sa fie montate de asa maniera incat componentele sa nu poata sa se deplaseze in cazul unei utilizari normale. Niciun gol periculos nu trebuie sa existe intre componentele planseelor si dispozitivele verticale de protectie colectiva impotriva caderii.
4.3.5. Atunci cand anumite parti ale unei schele nu sunt gata de intrebuintare, ca de exemplu in timpul montarii, demontarii sau modificarilor, aceste parti trebuie semnalizate cu ajutorul unor semnale de avertizare a pericolului general, in conformitate cu dispozitiile nationale care transpun Directiva 92/58/CEE, si trebuie delimitate in mod corespunzator prin obstacole fizice care sa impiedice accesul in zona periculoasa.
4. 3.6.
4.3.6.1. Schelele nu pot sa fie montate, demontate sau modificate substantial decat sub supravegherea unei persoane competente si de catre lucratori care au fost instruiti adecvat si conform operatiilor avute in vedere, care se refera la riscurile specifice in conformitate cu art. 10 din hotarare, si vizand in special:
a) intelegerea planului de montare, de demontare si de modificare a schelei in cauza;
b) securitatea in timpul montajului, al demontajului si al modificarii schelei in cauza;
c) masurile de prevenire a riscurilor de cadere a persoanelor sau a obiectelor;
d) masurile de securitate in cazul schimbarii conditiilor meteorologice care ar putea afecta negativ securitatea schelei in cauza;
e) conditiile in materie de sarcini admise;
f) orice alt risc pe care operatiile de montare, de demontare si de modificare il pot cuprinde.
4.3.6.2. Persoana care supravegheaza si lucratorii implicati trebuie sa aiba la dispozitie planul de montare, de utilizare si de demontare mentionat la pct. 4.3.2, in special orice instructiuni pe care le-ar putea cuprinde.
4.4. Dispozitii specifice de utilizare a tehnicilor de acces si de pozitionare cu ajutorul franghiilor
4.4.1. La utilizarea tehnicilor de acces si de pozitionare cu ajutorul franghiilor trebuie respectate urmatoarele conditii:
a) sistemul trebuie sa cuprinda cel putin doua franghii ancorate separat, una constituind mijlocul de acces, de coborare si de sprijin (franghia de lucru), iar cealalta, mijlocul de asigurare (franghia de securitate);
b) lucratorii trebuie sa fie dotati cu o centura complexa adecvata, sa o utilizeze si sa fie legati prin intermediul acesteia de franghia de securitate;
c) franghia de lucru trebuie sa fie prevazuta cu un mecanism de coborare sau de urcare sigur si sa cuprinda un sistem autoblocant care sa impiedice caderea utilizatorului in cazul in care acesta pierde controlul miscarilor. Franghia de securitate trebuie sa fie echipata cu un dispozitiv mobil de oprire a caderii, care insoteste lucratorul in timpul deplasarii;
d) uneltele si celelalte accesorii pe care le utilizeaza un lucrator trebuie sa fie legate de centura complexa sau de scaunul lucratorului ori sa fie atasate printr-un alt mijloc adecvat;
e) lucrul trebuie sa fie corect organizat si supravegheat, astfel incat lucratorul sa poata sa primeasca imediat

primul ajutor in caz de accident;

f) lucratorii in cauza trebuie, in conformitate cu art. 10 din hotarare, sa beneficieze de o instruire adecvata si specifica operatiilor avute in vedere, in special in privinta procedurilor de salvare.

4.4.2. In conditii exceptionale in care, tinand cont de evaluarea riscurilor, utilizarea unei a doua franghii ar conduce la un lucru mai periculos, poate fi permisa utilizarea unei singure franghii in conditiile in care au fost luate masurile adecvate pentru asigurarea securitatii, in conformitate cu legislatia si/sau cu practicile nationale

4. MONTAREA, CONTROLUL, ÎNTREŢINEREA ŞI REPARAREA ECHIPAMENTELOR ELECTRICE

Art.27

(1) Montarea echipamentelor electrice trebuie efectuate numai de lucărtori calificaţi şi autorizaţi conform **cerinţelor specifice de securitate pentru autorizarea electricienilor** pentru montarea, întreţinerea şi repararea echipamentelor electrice.

(2) Montarea echipamentelor electrice se face pe bază de proiecte aprobate.

(3) Este interzis lucrul sub tensiune atât în subteran cât şi la suprafaţă.

(4) Lucrările la echipamentele electrice se vor efectua în conformitate cu:

- **cerinţele specifice privind inspectarea, întreţinerea şi repararea echipamentelor electrice antideflagrante pentru mine cu regim grizutos**;
- **cerinţelor specifice privind procurarea, instalarea şi întreţinerea echipamentelor şi a sistemelor electrice cu securitate intrinsecă, pentru lucrări miniere cu regim grizutos**, precum şi a **instrucţiunilor de exploatare prezentate de producător** odată cu produsul**.**

Art.28

(1) Lucrătorii care deservesc echipamentele electrice trebuie să controleze la intrarea în schimb, instalaţia electrică, starea cablurilor şi continuitatea legăturilor la pământ.

(2) Unităţile miniere trebuie să organizeze pe bază de grafice de revizii şi reparaţii lunare, controlul echipamentelor electrice astfel ca să fie asigurată menţinerea lor în conformitate cu prevederile prezentelor norme.

Art.29

(1) Încăperile care adăpostesc echipamente electrice trebuie susţinute cu materiale incombustibile.

(2) În subteran la minele de cărbune se interzice folosirea echipamentelor electrice cu ulei mult, cu excepţia celor aflate în funcţie la data intrării în vigoare a prezentelor norme.

Art.30

Încăperile care adăpostesc maşini, cu excepţia celor care adăpostesc echipamente electrice cu putere totală instalată sub 30 KW trebuie să fie prevăzute cu uşi cu deschidere către exterior care să permită aerisirea necesară.

Art. 31

Nivelul vetrei încăperilor care adăpostesc echipamente electrice cu înaltă tensiune, trebuie să fie cu cel puţin 0,5 m deasupra nivelului galeriei.

Art. 32

Fiecare celulă sau întreruptor va avea înscrisă destinaţia pe care o are. Aparatele de comutare cu manetă trebuie să aibă marcată poziţia „închis" şi „deschis".

Art. 33

Încăperile subterane pentru încărcarea acumulatoarelor de locomotive trebuie să îndeplinească următoarele condiţii suplimentare:

- aerajul să fie sub depresiunea generală a minei, iar sensul curentului de aer să fie îndreptat de la redresoare către mesele de încărcare;
- să fie separate de încăperile cu alte destinaţii decât încărcarea acumulatoarelor şi întreţinerea locomotivelor;
- iluminatul fix să fie realizat cu echipament cu tip de protecţie capsulare antideflagrantă grupa I sau II.

Accesul în încăperile de încărcare a acumulatoarelor este permis numai cu lămpi electrice portabile pentru mine cu regim grizutos.

Art. 34

(1) În încăperile cu echipamente electrice este interzisă depozitarea materialelor şi pieselor în locuri şi în cantităţi care stânjenesc circulaţia, deservirea şi revizia echipamentelor.

(2) Încăperile fără personal permanent de supraveghere vor fi ţinute cu uşile închise şi încuiate.

Art. 35

În încăperile cu echipamente electrice, precum şi în locurile de amplasare a staţiilor de transformare semistaţionare şi punctele principale de distribuţie a energiei electrice trebuie să existe următoarele:

- instrucţiuni de exploatare în condiţii de securitate şi de întreţinere a echipamentelor aflate în acel loc;
- schema electrică monofilară a echipamentului, cu menţionarea curenţilor de reglaj al releelor de protecţie;
- instrucţiuni de prim ajutor în caz de accidentare prin electrocutare;
- instrucţiuni privind comportarea personalului în regim de avarie;
- instrucţiuni pentru lichidarea incendiilor;
- mijloace PSI;
- instrucţiuni de manevră a echipamentelor;
- plăcuţe avertizoare cu inscripţiile specifice prevenirii pericolelor generate de curentul electric;
- garnituri mobile de scurtcircuitare şi legare la pământ.

Art. 36

Posturile de transformare uscate semistaţionare precum şi staţiile semistaţionare de redresare pentru tracţiune electrică se pot amplasa în galerie sau nişe cu respectarea următoarelor condiţii:

- să fie asigurată o răcire normală;
- să nu existe acumulări de apă pe vatră sau picurări din tavan;
- să nu fie stânjenit transportul şi circulaţia;
- să fie îngrădite şi protejate împotriva lovirii de către mijloacele de transport;
- să fie susţinută lucrarea minieră cu materiale incombustibile pe întreaga lungime ocupată de echipamentele tehnice electrice şi cel puţin 5 m în amonte şi aval.

Art. 37

Aparatele de comutaţie şi transformatoarele de iluminat şi semnalizare folosite la echipamentele tehnice semistaţionare care deservesc abatajele frontale şi lucrările de pregătire trebuie să fie amplasate în nişe susţinute cu materiale incombustibile, dimensionate corespunzător, sau pe platforme mobile care avansează împreună cu frontul, cu condiţia de a se asigura gabaritul necesar efectuării manevrelor, reviziilor şi reparaţiilor.

Art.38

Rigiditatea dielectrică a uleiurilor izolante trebuie verificată la punerea în funcţiune a echipamentelor şi periodic, la următoarele intervale:

- 6 luni la autotransformatoarele de pornire, controlere şi comutatoare stea - triunghi;
- 12 luni la celelalte utilaje.

Rigiditatea dielectrică a uleiului din întrerupătoare, trebuie verificată şi după patru declanşări la scurtcircuit.

Rezultatele verificărilor vor fi consemnate în „Registrul uleiurilor dielectrice".

Rigiditatea dielectrică trebuie să aibă cel puţin următoarele valori:

- 60 KV/cm, la uleiul de la întrerupătoare şi autotransformatoare de pornire, controlere şi comutatoare stea – triunghi;
- 80 KV/cm, pentru uleiul de la transformatoare şi celelalte echipamente.

Art.39

Montarea echipamentelor electrice se face pe bază de proiecte aprobate.

Modificări în reţeaua electrică de alimentare a echipamentelor tehnice trebuie să se efectueze pe bază de permis de lucru.

Art.40

Unităţile miniere trebuie să întocmească, să ţină la zi şi să păstreze un exemplar din următoarele documentaţii referitoare la echipamentele electrice:

a. - Schemele monofilare de principiu a alimentării instalaţiilor din subteran şi suprafaţă.

b. - Schema electrică detaliată a instalaţiilor complexe, maşini de extracţie, instalaţii de semnalizare, control, etc.

Art.41

Unităţile miniere trebuie să aibă şi următoarele documentaţii:

a. - Cărţile tehnice ale echipamentelor tehnice din dotare;

b. - Proiectele sau documentaţiile de montaj a echipamentelor electrice şi certificatele acestora din punct de vedere al protecţiei muncii;

c. - Procesele verbale de punere în funcţiune.

Art.42

Transformatoarele, motoarele şi generatoarele electrice cu tipul de protecţie capsulare antideflagrantă pot fi utilizate în abataje şi lucrări miniere în fund de sac.

Art.43

(1) Orice echipament electric sau reţea electrică trebuie scoasă de sub tensiune dacă în locurile sau pe traseele pe care sunt montate:

- a fost detectată o concentraţie de metan de 2%;
- s-a produs o surpare care poate provoca deteriorarea cablurilor sau a echipamentelor electrice;
- se constată un defect la elementele care asigură protecţia antigrizutoasă şi electrică a reţelei.

(2) Repunerea în funcţie a echipamentelor electrice se va face după înlăturarea cauzelor care au impus scoaterea de sub tensiune.

(3) Punerea sub tensiune a echipamentelor electrice de tensiune joasă mai mare decât tensiunea nepericuloasă amplasate în lucrări miniere cu regim grizutos trebuie precedată de controlul preventiv al rezistenţei de izolaţie cu blocarea automată a cuplării în cazul în care rezistenţa de izolaţie scade sub valorile prescrise în cerinţele minime.

(4) Dacă la un punct de distribuţie există plecări la ventilatoare de aeraj parţial care nu pot fi oprite decât cu restricţii, atunci pentru aceste plecări trebuie montate suplimentar aparate secţionare.

Art.44

La peste 2% CH4 pot rămâne sub tensiune echipamente electrice necesare din motive de securitate certificate în acest sens.

În documentul de certificare a acestor echipamente trebuie precizate condiţiile de folosire în atmosfere cu concentraţii mai mari de 2% CH_4.

Art.45

Montarea cablurilor electrice în lucrările miniere cu aer viciat pentru alimentarea cu energie electrică a echipamentelor tehnice se poate face în condiţiile asigurării controlului automat al concentraţiei de metan şi a decuplării energiei electrice la depăşirea concentraţiei prereglate, astfel încât cablurile din zona afectată să fie scoase de sub tensiune. Fac excepţie cablurile electrice care cuprind numai circuite cu siguraţă intrinsecă.

Art.46

(1) Aparatele electrice de măsură şi control portabile în construcţie normală pot fi folosite în următoarele condiţii:

- să fie supravegheate pe toate durata folosirii lor;
- să fie întreruptă tensiunea de alimentare la conectarea şi deconectarea lor;

- la controlul metanului efectuat în prealabil, precum şi periodic în timpul măsurătorii, conţinutul de metan să nu depăşească 0,5 %.

(2) Aparatele de fotografiat şi filmat (inclusiv instalaţiile aferente de iluminat, proiectoare, bliţuri, etc.) care au surse electrice încorporate, aparatele de luat vederi, etc., care nu sunt cu protecţie antigrizutoasă, pot fi folosite în subteran numai în lucrări miniere din curentul principal de aer proaspăt.

Art.47

Executarea lucrărilor la echipamentele electrice este admisă în condiţiile măsurării prealabile a concentraţiilor de metan, care trebuie să fie sub limitele admise pentru funcţionare normală.

Prin excepţie, în caz de evenimente, peste aceste limite, dar până la 2 %, lucrările se vor executa pe bază de permis de lucru, prin care se stabilesc măsurile de siguranţă necesare şi persoanele care execută şi supraveghează lucrările.

Concentraţiile de metan admise în subteran, în cazul unei activităţi normale sunt:

- 0,5% CH_4 pentru curentul de aer proaspăt,
- 1% CH_4 pentru curentul de ieşire din sectoare, abataje, lucrări miniere în fund de sac,
- 0,75% CH_4 în curentul general de ieşire, înaintea intrării în canalul ventilatorului.