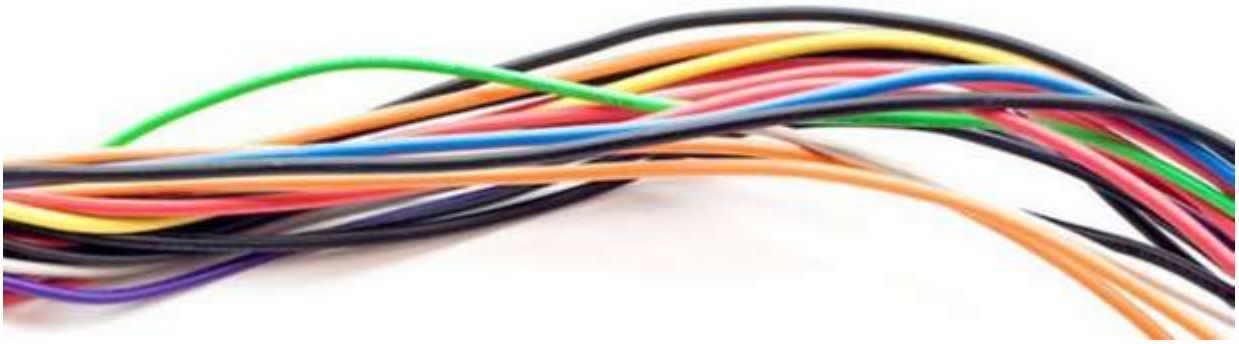
Cofinanțat de Uniunea Europeană

Programul Educație și Ocupare 2021 - 2027
Proiect cofinanțat din Fondul Social European+
Titlu Apel: "Ține pasul" - Regiuni mai puțin dezvoltate
Cod apel: PEO/78/PEO_P9/OP4/ESO4.7/PEO_A36 / Obiectiv specific: ESO4.7
Titlu Proiect: ATAC - angajați trainuiți, angajatori competitivi, cod MySmis: 311210

SUPORT DE CURS

CONFECȚIONER CABLURI ȘI ARBORI DE CABLURI



Cod COR: **821208**

CEFP MM
ANOFM AJOFM MARAMUREȘ
ANOFM AJOFM Iași
blue CONSULTING

CUPRINS:

1. Descriere generală a meseriei de Confecționer cabluri și arbori de cabluri 5

1.1 Competențe profesionale specifice ale confecționerului de cabluri și arbori de cablu 6

1.2 Echipamente și unelte utilizate în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cablu 7

1.3 Normele de protecția muncii și instrucțiunile de utilizare ale echipamentelor 8

1.4 Perspective de carieră și dezvoltare profesională 10

2. Definiții/Simboluri/Notații utilizare în domeniul confecționării cablurilor și arborilor de cabluri 10

2.1 Definiții explicative ale termenilor frecvent utilizați în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri 10

2.2 Clasificarea cablurilor 12

2.3 Clasificarea arborilor de cabluri 14

2.4 Tipurile de cabluri, lungimile, culorile, secțiunile și terminalele prevăzute pentru fiecare ramură a arborelui de cablu 16

2.5 Simbolurile și notațiile utilizate în domeniul confecționării cablurilor și arborilor de cablu 17

2. Fluxul tehnologic de fabricație al cablurilor și arborilor de cablu 22

2.1 Fluxul tehnologic de fabricație al cablurilor 24

2.2 Fluxul tehnologic de fabricație al arborilor 26

2.3 Citirea și interpretarea documentației tehnice, inclusiv a schemelor electrice, a desenelor de execuție, a layout-urilor de asamblare și a listelor de material 29

2.4 Uneltele și echipamentele utilizate în procesul tehnologic de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri 33

2.4.1 Mașini automate de tăiat și dezizolat cabluri

2.4.2. Mașini semi-automate de tăiat și dezizolat cabluri

2.4.3 Diferențe esențiale între mașinile automate și semi-automate:

2.4.4 Ajustarea parametrilor mașinilor în funcție de tipul de cablu procesat

2.4.5 Clești de stripat manuali pentru confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

2.4.6 Clești de sertizat manuali și pneumatice pentru confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

2.4.7 Mașini de sudură ultrasonică în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

2.4.8 Pistoale cu aer cald pentru tuburi termo-contractabile în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

2.4.8 Standurile de asamblare dotate cu șabloane și ghidaje

2.5 Traseele circuitelor la confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri 54

2.6 Tehnici de tăiere, dezizolare, sertizare și bandajare a cablurilor și arborilor de cabluri 56

2.7. Parametrii de sertizare (presiuni, tipuri de matrițe, verificări) 57

2.8 Legarea cablurilor – metode detaliate și importanța lor 59

2.9 Tipuri de terminale pentru arbori de cabluri 61

2.10 Operația de montare a ocheților și manșoanelor 62

2.11. Închiderea şi finisarea cablurilor / arborilor de cablu 64

2.12 Fixarea treselor metalice în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri 65

2.13 Verificarea calității arborilor de cabluri înainte de utilizare 66

2.14 Asigurarea împotriva FOD (Foreign Object Damage) 67

2.15 Fixarea polarizării conectorilor și strângerea adaptorilor cu cuplu controlat 69

2.15.1 Rolul fixării polarizării conectorilor

2.15.2 Importanța strângerii adaptorilor cu cuplu controlat

2.15.3 Procedura corectă de montaj în etapa de fixare a polarizării conectorilor

2.15.4 Beneficiile respectării acestor operațiuni

2.16 Modul de realizare a polarizării conectorilor și abilitatea de a monta adaptorii 74

2.16.1 Realizarea polarizării conectorilor

2.16.2 Abilitatea de a monta adaptorii cu chei cu cuplu reglabil

2.16.3 Utilizarea truselor de ghidaje pentru adaptori

2.16.4 Pașii detaliați ai procesului de montaj

2.16.5 Importanța instruirii și experienței operatorilor

2.17 Montarea și etanșarea manșoanelor pe adaptori 79

2.17.1 Importanța manșoanelor în protecția conexiunilor

2.17.2 Pregătirea pentru montaj

2.17.3 Procesul de montare

2.17.4 Etanșarea manșoanelor

2.17.5 Verificarea și testarea montajului

2.17.6 Aspecte de siguranță și bune practici

2.17.7 Prepararea adezivului de etanșare

2.18 Prepararea și utilizarea corectă a adezivului de etanșare la confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri 89

2.19 Montarea, etanșarea și strângerea manșonului sub flux de aer cald la confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri 92

2.20 Utilizarea tipurilor uzuale de rășini și adezivi în fabricația cablurilor și arborilor de cablu 95

2.21 Metodele de aplicare a rășinilor și adezivilor în fabricația cablurilor și arborilor de cablu 97

2.22 Defectele cablurilor și criteriile de scoatere din funcțiune 104

2.23 Competențe de control al calității la confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri 109

2.25 Identificarea rapidă a scurtcircuitelor și conexiunilor slabe în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri 110

2.26 Concluzie 111

3. Măsuri de promovare a principiilor orizontale (po)/ temelor secundare (ts).....112

3.1 Egalitate de șanse și de tratament între femei și barbați și integrarea perspectivei de gen.....112

3.2 Nediscriminarea și prevenirea oricărei forme de discriminare.....113

3.3 Accesibilitatea pentru persoanele cu dizabilități.....113

3.4 Contribuția la competențele și locurile de muncă verzi și la economia verde.....114

3.5 Dezvoltarea competențelor și a locurilor de muncă digitale..... 115

3.6 Sprijinirea tranziției către o economie cu emisii scăzute de dioxid de carbon și eficiența din punctul de vedere al utilizării resurselor.....116

3.7 Inovare socială.....117

3.8 Dezvoltare durabilă, vizate prin activitățile proiectului la nivelul partenerului.....119

3.9 Aplicarea principiului DNSH.....119

1. Descriere generală a meseriei de Confecționer cabluri și arbori de cabluri:

Meseria de Confecționer de cabluri și arbori de cabluri reprezintă o specializare tehnică fundamentală în domeniul electrotehnic, având un rol esențial în asigurarea continuității și fiabilității instalațiilor electrice și electronice. Confecționerul de cabluri este responsabil pentru fabricarea și asamblarea cablurilor electrice și arborilor de cablu, elemente care constituie „arterele" prin care circulă energia electrică sau semnalele electrice în diverse echipamente, instalații industriale, sisteme de telecomunicații, autovehicule sau aparatură electrocasnică.

În sens larg, cablul este un ansamblu compus din unul sau mai mulți conductori electrici, izolați și protejați prin diverse materiale (PVC, cauciuc, polietilenă, rășini speciale etc.), având rolul de a transporta energie electrică sau informație între două sau mai multe puncte. Arborii de cablu, pe de altă parte, sunt ansambluri formate prin gruparea și legarea mai multor cabluri, care permit transmiterea simultană a unor fluxuri electrice multiple, organizate conform unor scheme specifice. Aceste arbori sunt utilizați frecvent în instalații complexe, cum ar fi în industria auto, aerospațială, în echipamente medicale sau în sistemele de automatizare industrială.

Confecționerul de cabluri trebuie să posede cunoștințe temeinice despre materialele folosite, proprietățile electrice și mecanice ale conductorilor, metodele de izolare și protecție, precum și tehnologiile de montaj și finisare. Operațiile specifice includ tăierea precisă a conductorilor la dimensiuni stabilite, degroșarea izolatiei, torsadarea sau lipirea firelor, montarea conectorilor și adaptorilor, aplicarea manșoanelor și a elementelor de etanșare, precum și testarea parametrilor tehnici ai produsului finit.

Un aspect esențial în activitatea confecționerului este respectarea normelor de securitate și protecție a muncii, având în vedere că manipulează materiale electrice și unelte care pot prezenta riscuri de electrocutare, tăieturi sau alte accidente. De asemenea, acesta trebuie să respecte standardele tehnice naționale și internaționale, cum ar fi cele legate de rezistența mecanică, performanța electrică, protecția împotriva factorilor externi (umiditate, temperaturi extreme, agenți chimici) și cerințele privind compatibilitatea electromagnetică.

Meseria implică utilizarea unor echipamente variate, de la scule simple (clești, șurubelnițe, cuțite de dezizolare) până la mașini automate sau semiautomate pentru tăiere, sertizare, lipire și testare. Totodată, confecționerul trebuie să aibă abilități practice de lucru cu adezivi și rășini pentru etanșare, să știe să realizeze fixarea și montarea corectă a manșoanelor și a elementelor de protecție, dar și să verifice polarizarea corectă a conectorilor pentru a preveni erorile de conectare.

În plus față de abilitățile tehnice, această meserie solicită și o bună capacitate de interpretare a schemelor electrice și tehnice, o atenție deosebită la detalii și răbdare în realizarea operațiunilor precise care asigură

calitatea produsului final. Confecționerul colaborează îndeaproape cu inginerii de proiectare, tehnicienii de mentenanță și controlul calității pentru a respecta specificațiile tehnice și pentru a asigura funcționarea optimă a cablurilor în condițiile de exploatare prevăzute.

Importanța confecționerului de cabluri și arbori de cablu se reflectă în rolul său vital în lanțul de producție industrială, întrucât fără cabluri și arbori fabricați corect, niciun echipament electric sau electronic nu poate funcționa corespunzător. Fiabilitatea, siguranța și durata de viață a sistemelor electrice depind în mare măsură de calitatea manoperei și a materialelor utilizate în această etapă. Prin urmare, confecționerul contribuie direct la reducerea defecțiunilor, la creșterea eficienței energetice și la prevenirea accidentelor.

În concluzie, meseria de confecționer de cabluri și arbori de cablu este una complexă și esențială, care necesită o combinație între competențe tehnice, dexteritate manuală, cunoștințe teoretice și respectarea normelor de securitate. Această profesie asigură legătura între proiectarea sistemelor electrice și funcționarea lor practică, fiind un pilon de bază al industriei moderne. Într-o lume tot mai dependentă de tehnologie și energie, rolul confecționerului devine tot mai important, iar specialiștii bine pregătiți în acest domeniu sunt foarte căutați pe piața muncii.

1.1 Competențe profesionale specifice ale confecționerului de cabluri și arbori de cablu

Confecționerul de cabluri și arbori de cablu trebuie să dețină un set complex de competențe profesionale specifice, care îi permit să realizeze produse conforme cu cerințele tehnice și standardele de calitate impuse de domeniul electric și electronic. În primul rând, este esențial ca acesta să aibă competențe tehnice solide privind citirea și interpretarea documentației tehnice, inclusiv a schemelor electrice, a desenelor de execuție, a layout-urilor de asamblare și a listelor de materiale. Confecționerul trebuie să înțeleagă simbolurile și notațiile utilizate în aceste documentații, să identifice corect traseele circuitelor, tipurile de cabluri, lungimile, culorile, secțiunile și terminalele prevăzute pentru fiecare ramură a arborelui de cablu.

În al doilea rând, acesta trebuie să demonstreze abilități practice dezvoltate în utilizarea uneltelor și echipamentelor specifice procesului tehnologic, precum mașini automate sau semi-automate de tăiat și dezizolat cabluri, clești de stripat manuali, clești de sertizat manuali și pneumatice, mașini de sertizat electrice, mașini de sudură ultrasonică, pistoale cu aer cald pentru tuburi termo-contractabile, precum și standuri de asamblare dotate cu șabloane și ghidaje. Confecționerul trebuie să manipuleze aceste echipamente cu precizie și siguranță, respectând normele de protecția muncii și instrucțiunile de utilizare ale fiecărui dispozitiv, astfel încât să obțină un produs final de calitate și să prevină eventualele accidentări.

Totodată, este important ca acesta să dețină competențe privind tehnicile de tăiere, dezizolare, sertizare și bandajare a cablurilor, pentru a putea executa corect fiecare operație a fluxului tehnologic. El trebuie să știe să ajusteze parametrii mașinilor în funcție de tipul de cablu procesat, să selecteze matrițele corespunzătoare pentru sertizare și să efectueze verificări vizuale ale calității lucrărilor, identificând imediat eventualele neconformități.
De asemenea, confecționerul de cabluri și arbori de cablu trebuie să aibă competențe de asamblare organizată și montaj precis, deoarece arborii de cablu se realizează după trasee bine definite pe standuri de asamblare, fiecare cablu având o poziție exactă. Organizarea corectă a cablurilor, aplicarea conectorilor în ordinea și poziția prevăzute, respectarea traseelor impuse și bandajarea uniformă sunt esențiale pentru asigurarea calității, funcționalității și ergonomiei în timpul montajului final pe echipament.
În același timp, confecționerul trebuie să dețină competențe de control al calității, fiind capabil să efectueze verificări dimensionale, vizuale și electrice asupra lucrărilor sale. El trebuie să utilizeze aparate de testare a continuității circuitelor, să identifice rapid eventuale scurtcircuite sau conexiuni slabe, să recunoască defecte de sertizare, de sudură ultrasonică sau de izolație și să aplice măsurile corective necesare.
Pe lângă competențele tehnice și practice, confecționerul trebuie să manifeste atenție distributivă, concentrare, responsabilitate și o bună motricitate fină, având în vedere că lucrul cu cabluri subțiri, pini și conectori mici presupune precizie și îndemânare. De asemenea, este importantă capacitatea de a lucra în echipă, mai ales în procesele industriale unde confecționarea arborilor de cablu este organizată pe linii de producție, fiecare operator având un rol bine definit pentru asigurarea fluxului continuu și a productivității planificate.
Nu în ultimul rând, confecționerul de cabluri și arbori de cablu trebuie să cunoască și să respecte cu strictețe normele de sănătate și securitate în muncă, regulile de protecția mediului și principiile de utilizare corectă a echipamentelor electrice și pneumatice, pentru a preveni riscurile profesionale asociate acestui domeniu.

1.2 Echipamente și unelte utilizate în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cablu

Echipamentele și uneltele utilizate în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cablu sunt extrem de variate, întrucât fiecare etapă a acestui proces tehnologic presupune operații specifice ce necesită utilaje dedicate, precise și fiabile. În general, procesul începe cu tăierea cablurilor la lungimea prevăzută în documentația tehnică. Pentru aceasta, se folosesc mașini automate de tăiat cabluri, echipamente care asigură debitarea rapidă și exactă, fără a deforma conductorul interior sau a compromite izolația.
După tăiere, urmează dezizolarea cablurilor, operație realizată cu mașini de dezizolat (stripper automate sau semi-automate), capabile să îndepărteze stratul de izolație de pe capetele firelor fără a atinge sau deteriora conductorul de cupru. În cazul atelierelor mici sau al prototipurilor, această operație se efectuează cu stripperi manuali adaptați diametrelor corespunzătoare fiecărui fir.

Un pas esențial în confecționarea arborilor de cablu este sertizarea terminalelor electrice. Această operație presupune aplicarea papucilor, pinilor sau a conectorilor la capetele cablurilor, cu ajutorul mașinilor de sertizat. În funcție de volum și complexitate, se utilizează sertizoare manuale, pneumatice sau electrice, iar în producția de serie mare – mașini de sertizat complet automatizate, care includ funcția de tăiere, dezizolare și sertizare într-un singur ciclu de lucru, crescând eficiența și calitatea procesului.

Pentru arborii de cablu utilizați în industria auto sau în aplicații electronice, este frecvent necesară sudură ultrasonică ori sudură prin rezistență, mai ales la realizarea ramificațiilor. Mașinile de sudură ultrasonică permit îmbinarea conductorilor fără adaos de material, asigurând rezistență mecanică și conductivitate ridicată.

În continuare, arborii de cablu sunt bandați pentru protecție mecanică, organizare și izolare suplimentară. Această operație se realizează cu mașini de banderat care aplică bandă textilă, PVC sau specială (în funcție de cerințele tehnice și de rezistența la temperaturi, abraziune sau fluide chimice).

Un rol important în asigurarea calității și conformității produselor îl au standurile de asamblare, cunoscute și ca mese cu șabloane sau jig-uri de layout. Acestea permit aranjarea și fixarea arborilor de cablu conform desenelor electrice și schemelor de execuție, fiind esențiale în evitarea erorilor de montaj. Pentru verificarea produsului finit, se utilizează testere electrice care controlează continuitatea circuitelor, corectitudinea conexiunilor, precum și integritatea izolației.

Pe lângă aceste echipamente, în atelierele de confecționare a cablurilor se folosesc zilnic unelte manuale precum clești de tăiat cabluri (cuttere laterale), clești de dezizolat, clești de sertizat manuali pentru diferite tipuri de terminale, șurubelnițe și chei pentru montajul diverselor componente. De asemenea, pistoalele cu aer cald sunt utilizate la aplicarea tuburilor termo-contractabile care protejează și izolează conexiunile, iar benzi de măsurat și calibrele sunt indispensabile pentru verificarea dimensiunilor și a lungimilor corecte.

În procesul de finisare și identificare, se folosesc mașini de imprimat cu transfer termic sau inkjet pentru inscripționarea cablurilor cu coduri, simboluri și marcaje conforme standardelor industriale. În final, arborii de cablu sunt organizați cu ajutorul colierelor de plastic, al benzilor izolatoare și al altor accesorii, în vederea expedierii și integrării rapide în ansamblurile electrice și electronice.

1.2 Normele de protecția muncii și instrucțiunile de utilizare ale echipamentelor

În activitatea complexă și precisă desfășurată de confectionerii de cabluri și arbori de cabluri, respectarea normelor de protecția muncii constituie o cerință imperativă și indispensabilă, având ca scop principal prevenirea accidentelor de muncă, protejarea sănătății operatorilor și asigurarea unui mediu de lucru sigur și ergonomic; în acest context, fiecare dispozitiv folosit — de la mașini automate de tăiere și decapare, până la echipamente de

sertizare și arbori de cablu — trebuie utilizat conform instrucțiunilor specifice de operare, care reglementează condițiile de funcționare, modul de manipulare și măsurile obligatorii de securitate ce trebuie respectate înainte, în timpul și după utilizare.

În primul rând, este obligatorie utilizarea echipamentului individual de protecție (EIP), care include mănuși rezistente la tăieturi, ochelari de protecție cu vizieră anticăldură și anti-particule, îmbrăcăminte de protecție adecvată și încălțăminte cu talpă antiderapantă, elemente ce reduc semnificativ riscul de rănire în cazul contactului accidental cu părțile în mișcare ale mașinilor sau cu obiecte tăioase și ascuțite; de asemenea, în zonele cu praf sau vapori degajați în timpul procesării izolațiilor, trebuie asigurată ventilarea corespunzătoare și, dacă este cazul, utilizarea măștilor de protecție respiratorie.

Pentru fiecare echipament, înainte de pornirea mașinii, operatorul trebuie să verifice starea tehnică a dispozitivului, inclusiv integritatea cablurilor electrice, funcționarea butoanelor de oprire de urgență și a sistemelor de blocare și siguranță, precum și corectitudinea setărilor parametrilor în concordanță cu tipul cablului ce urmează a fi procesat, pentru a evita pornirile accidentale sau operarea în condiții care pot genera defecte tehnice sau riscuri pentru sănătatea muncitorului.

În timpul utilizării, este interzisă în mod expres introducerea mâinilor sau a oricăror obiecte străine în zona de acțiune a pieselor în mișcare, iar operatorul trebuie să fie atent la eventualele zgomote sau vibrații neobișnuite, care pot indica o defecțiune, caz în care mașina trebuie oprită imediat și verificată de personal calificat; în plus, este obligatorie respectarea unei distanțe minime față de zonele de prindere și tăiere, precum și evitarea îmbrăcămintei largi sau a accesoriilor care pot fi prinse accidental de componentele în mișcare.

După terminarea lucrului, operatorul trebuie să efectueze o oprire corectă a mașinii, conform procedurii prevăzute în manualul de utilizare, să deconecteze alimentarea electrică, să curețe suprafețele de lucru și să verifice starea generală a echipamentului, semnalând imediat orice anomalie tehnică; în plus, zonele de lucru trebuie menținute curate și ordonate, evitând depozitarea necorespunzătoare a cablurilor, a sculelor și a materialelor auxiliare, pentru a reduce riscul alunecărilor, împiedicărilor și altor accidente.

În cazul mașinilor pentru sertizare și topire, este obligatorie respectarea cu strictețe a instrucțiunilor referitoare la temperatura de lucru și timpii de procesare, pentru a preveni accidentele termice, iar manipularea conectorilor și a cablurilor fierbinți se face numai cu instrumentele și echipamentele de protecție prevăzute.

Nu în ultimul rând, operatorii trebuie să urmeze periodic instruiri privind normele de protecția muncii, să cunoască foarte bine manualele de utilizare ale echipamentelor pe care le folosesc și să fie pregătiți să reacționeze prompt în situații de urgență, utilizând echipamentele de stingere a incendiilor și alte mijloace de prim ajutor aflate în zona de lucru.

1.4 Perspective de carieră și dezvoltare profesională

Meseria de confecționer de cabluri și arbori de cablu oferă multiple oportunități de dezvoltare profesională și avansare în carieră. Începutul este adesea ca operator sau muncitor calificat în secțiile de producție, unde se învață tehnici de bază și se acumulează experiență practică.
Cu timpul și cu formarea continuă, confecționerul poate deveni specialist în tehnici avansate de asamblare, responsabil al controlului calității sau coordonator de echipă în secția de producție. De asemenea, poate opta pentru perfecționare în domenii conexe, cum ar fi proiectarea cablurilor, mentenanța echipamentelor electrice sau ingineria electrotehnică.
Pentru cei pasionați de tehnologie, există posibilitatea de a lucra cu echipamente automatizate sau robotizate, devenind tehnician în automatizarea proceselor de fabricație.
Industria cablurilor este vastă și include domenii variate: telecomunicații, auto, aerospace, energie, echipamente medicale, industria electronică. Astfel, specialistul poate alege să se specializeze într-un anumit segment, ceea ce îi poate crește valoarea pe piața muncii.
Pe lângă cariera tehnică, un confecționer experimentat poate accede și în poziții de management în producție, logistică sau aprovizionare, beneficiind de cunoștințele acumulate în procesul de fabricație și coordonare a echipelor.

În concluzie, meseria de confecționer de cabluri și arbori de cablu este una dinamică, cu multiple provocări tehnice și oportunități de dezvoltare. Pentru cei pasionați de electrotehnică și precizie, este o carieră solidă, cu o cerere constantă pe piața muncii și cu perspective reale de avansare profesională.

2. Definiții/ Simboluri/ Notații utilizare în domeniul confecționării cablurilor și arborilor de cabluri

2.1 Definiții explicative ale termenilor frecvent utilizați în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

În domeniul confecționării cablurilor și arborilor de cablu, se utilizează o serie de termeni tehnici specifici, fiecare având o definiție clară care reflectă atât caracteristicile, cât și rolul său în procesul tehnologic. În primul rând, cablul electric reprezintă un conductor electric flexibil, realizat din cupru sau aluminiu, care este acoperit cu un strat de izolație electrică și, după caz, cu straturi suplimentare de protecție mecanică sau împotriva agenților chimici, având rolul de a transmite energia electrică sau semnalele electrice de la o sursă la un receptor.

Cablurile reprezintă ansambluri tehnice formate din unul sau mai mulți conductori electrici, care sunt acoperiți cu izolație individuală și, în funcție de destinație, pot fi prevăzuți suplimentar cu straturi de protecție mecanică, ecranare împotriva interferențelor electromagnetice și mantale exterioare din materiale plastice sau cauciucate. Ele au rolul principal de a transmite energia electrică sau semnalele electrice de la o sursă la un receptor, în condiții de siguranță, fiabilitate și continuitate, fără pierderi semnificative de tensiune sau curent și fără a permite contactul direct cu conductorii aflați sub tensiune.

Cablurile se caracterizează prin flexibilitate, rezistență mecanică și chimică, precum și printr-o bună izolație electrică, fiind utilizate pe scară largă în instalații electrice interioare sau exterioare, în construcția de mașini electrice, aparate electrocasnice, echipamente electronice, rețele de telecomunicații, precum și în industria auto, navală sau aeronautică.

Arborii de cabluri, denumiți și cablaje electrice sau în engleză wire harness, reprezintă ansambluri tehnice organizate, formate din mai multe cabluri și conductori electrici de diferite tipuri și secțiuni, echipați cu terminale, conectori și elemente de fixare, care sunt grupați, ramificați și bandajați într-o configurație specifică, conform proiectului electric al echipamentului în care urmează să fie montați.

Rolul principal al arborilor de cabluri este de a realiza conexiuni electrice multiple între diferitele componente și sisteme ale unui utilaj, vehicul, aparat electric sau electronic, asigurând alimentarea cu energie electrică, transmiterea comenzilor și semnalelor într-o manieră organizată, sigură, ușor de montat și de întreținut.

Arborii de cabluri sunt proiectați astfel încât să respecte trasee exacte, lungimi precise și poziții bine stabilite ale ramificațiilor, pentru a se potrivi perfect în spațiul disponibil al echipamentului și pentru a facilita asamblarea rapidă în procesul de producție industrială.

Conductorul electric este elementul principal al cablului, format dintr-un fir unic sau din mai multe fire răsucite între ele, realizat dintr-un material cu bună conductivitate (de regulă cupru electrolitic sau aluminiu), având rolul de a permite trecerea curentului electric cu pierderi minime.

Izolația reprezintă stratul aplicat direct pe conductor, realizat din materiale dielectrice precum PVC-ul, polietilena, teflonul sau cauciucul siliconic, având rolul de a împiedica scurtcircuitarea, pierderile de curent și contactul direct cu conductorul de către utilizatori.

Dezizolarea este operația prin care stratul izolator este îndepărtat parțial, pe o anumită lungime, de pe capetele cablului, pentru a permite sertizarea terminalelor sau realizarea conexiunilor electrice.

Sertizarea reprezintă operația tehnologică de fixare mecanică a unui terminal electric (papuc, pin, faston, bornă) pe conductorul dezizolat, prin aplicarea unei presiuni controlate cu ajutorul cleștilor de sertizat manuali, pneumatici sau electrice, asigurând astfel atât contactul electric optim, cât și prinderea mecanică fermă.

Terminalul electric este piesa metalică ce se montează la capătul conductorului, fiind proiectată să realizeze conexiunea cablului cu bornele, conectorii, plăcile de circuit imprimat sau alte piese ale sistemului electric, în condiții sigure și stabile.

Conectorul este un ansamblu de piese (carcasă plastică, pini metalici) care permite cuplarea și decuplarea rapidă a cablurilor electrice de restul circuitelor, fiind utilizat pentru a facilita montajul, mentenanța și repararea echipamentelor electrice și electronice.

Arborele de cablu, denumit și cablaj electric sau harness, este un ansamblu organizat de cabluri, terminale și conectori, montate într-o configurație specifică conform proiectului electric, având rolul de a conecta între ele diverse componente electrice și electronice ale unui echipament, automobil sau utilaj industrial.

Standul de asamblare este un suport special conceput pentru confecționarea arborilor de cablu, având marcaje, ghidaje, șabloane și fixări care ajută operatorul să realizeze corect traseele, lungimile, ordinea ramificațiilor și pozițiile conectorilor conform documentației tehnice.

Bandajarea reprezintă operația de înfășurare a arborilor de cablu cu bandă adezivă (PVC, textilă, specială automotive), având scopul de a proteja cablurile împotriva abraziunii, de a organiza ramurile și de a conferi rezistență suplimentară ansamblului electric.

Sudura ultrasonică, folosită frecvent în industria cablajelor auto și industriale, este procesul de unire a două sau mai multe conductoare prin aplicarea de vibrații ultrasonice și presiune, fără adaos de material suplimentar, rezultând o conexiune electrică și mecanică sigură, rezistentă la solicitări.

Testarea electrică reprezintă operația de verificare a continuității circuitelor, a izolației și a calității conexiunilor arborilor de cablu, utilizând aparate specializate pentru detectarea scurtcircuitelor, întreruperilor sau sertizărilor defectuoase.

Papucul electric este un tip de terminal având forma unui ochi (pentru fixare cu șurub) sau a unei furci, fiind utilizat frecvent în conexiunile industriale și auto pentru realizarea unor legături electrice sigure și ușor demontabile.

Fastonul este un terminal electric plat, utilizat mai ales pentru conexiuni rapide în instalații electrice, fiind compatibil cu bornele standardizate de același tip și dimensiune.

2.2 Clasificarea cablurilor

Cablurile reprezintă elemente fundamentale în realizarea instalațiilor electrice și electronice, motiv pentru care clasificarea lor este esențială în activitatea oricărui confecționer de cabluri. Clasificarea cablurilor se poate

realiza după mai multe criterii tehnice, fiecare având importanța sa în proiectare, confecționare, montaj și exploatare.

Un prim criteriu important de clasificare îl reprezintă **natura curentului electric pe care cablul îl transportă**. Astfel, există cabluri destinate transportului de curent continuu, care sunt folosite mai ales în domeniul auto, în echipamentele electronice, la alimentarea motoarelor de curent continuu, precum și în instalațiile cu baterii, deoarece asigură o tensiune stabilă fără variații de frecvență. Totodată, există cabluri pentru curent alternativ, care sunt utilizate pe scară largă în instalațiile electrice interioare și exterioare, în alimentarea clădirilor civile și industriale, a iluminatului public și în rețelele de transport și distribuție a energiei electrice.

Un alt criteriu fundamental este **tensiunea nominală de utilizare a cablului**, care determină grosimea izolației, structura constructivă și măsurile de protecție necesare. Din acest punct de vedere, cablurile pot fi clasificate în cabluri de joasă tensiune, care sunt proiectate pentru tensiuni de până la 1 kV și sunt utilizate în instalațiile electrice casnice, în prize, iluminat și alimentarea echipamentelor electrocasnice sau a unor utilaje mici. De asemenea, există cabluri de medie tensiune, care suportă tensiuni cuprinse între 1 kV și 35 kV, fiind utilizate în rețelele electrice industriale și urbane pentru distribuția energiei electrice pe distanțe moderate. La polul opus, cablurile de înaltă tensiune sunt realizate pentru tensiuni mai mari de 35 kV și sunt folosite în transportul energiei electrice pe distanțe mari în rețelele naționale, asigurând alimentarea orașelor și zonelor industriale mari.

Clasificarea cablurilor se mai poate face și în funcție de **structura conductorilor**. Astfel, există cabluri monopolare, care conțin un singur conductor izolat și sunt utilizate mai ales în conexiuni simple, unde nu este nevoie de mai mulți conductori grupați. Pe de altă parte, cablurile multipolare sunt formate din doi sau mai mulți conductori izolați individual, grupați sub o manta comună, fiind utilizate frecvent în instalații trifazate, în alimentarea motoarelor electrice și în rețelele electrice unde este nevoie de mai multe circuite paralele.

Un alt criteriu foarte important este **materialul din care este realizat conductorul cablului**. Din acest punct de vedere, cele mai utilizate sunt cablurile cu conductori din cupru, datorită conductivității lor electrice excelente, rezistenței mecanice ridicate și flexibilității care facilitează montajul. Aceste cabluri sunt utilizate în majoritatea instalațiilor electrice interioare, industriale și în realizarea arborilor de cabluri. Totuși, există și cabluri cu conductori din aluminiu, care au avantajul unei greutăți mai reduse și a unui preț mai mic, fiind utilizate cu precădere în rețelele electrice aeriene și subterane pentru transportul energiei electrice pe distanțe mari, acolo unde greutatea cablurilor este un factor critic.

De asemenea, **tipul izolației** utilizate la cabluri reprezintă un criteriu esențial de clasificare. În funcție de materialul izolator, cablurile pot avea izolație din PVC, un material foarte utilizat datorită costului redus, ușurinței de prelucrare, proprietăților bune de izolare electrică și rezistenței moderate la factori chimici și umezeală. Există și cabluri cu izolație din polietilenă, care oferă o rezistență electrică și mecanică mai ridicată

și sunt folosite în special la cablurile de telecomunicații și la cele de medie tensiune. În plus, cablurile cu izolație din cauciuc siliconic sunt utilizate acolo unde este nevoie de rezistență ridicată la temperaturi mari și flexibilitate, în timp ce cablurile cu izolații speciale, cum ar fi teflonul, sunt folosite în domeniul aeronautic, naval și în industriile unde temperaturile extreme și agenții chimici agresivi necesită materiale de izolare performante.

Clasificarea cablurilor mai poate fi realizată în funcție de **destinația lor specifică**. Astfel, există cabluri de putere, care sunt proiectate pentru transportul energiei electrice de la sursă la consumator, cabluri de comandă și control, folosite în automatizări, tablouri electrice și instalații de semnalizare și control, precum și cabluri pentru telecomunicații, care sunt destinate transmiterii semnalelor de date, voce sau imagine în rețelele informatice și de comunicații. Totodată, există cabluri speciale, cum ar fi cablurile rezistente la foc, utilizate în instalații unde se cere funcționarea circuitelor electrice în caz de incendiu, cablurile submersibile, folosite la pompe submersibile, și cablurile ecranate, care asigură protecție împotriva interferențelor electromagnetice în sistemele de comunicație și automatizare.

În plus, cablurile se mai pot clasifica în funcție de **mediul de exploatare**. Există cabluri pentru utilizări interioare, care sunt montate în clădiri și spații protejate de factorii externi, precum și cabluri pentru utilizări exterioare, care sunt realizate din materiale rezistente la radiații UV, temperaturi extreme și umiditate ridicată. Totodată, cablurile subterane au o construcție robustă, cu mantale groase și uneori armături metalice, pentru a rezista presiunii solului, umezelii și agenților chimici, în timp ce cablurile aeriene sunt special concepute pentru a fi suspendate pe stâlpi și a rezista solicitărilor mecanice generate de vânt, gheață și tensiunea proprie.

În concluzie, clasificarea cablurilor în funcție de toate aceste criterii este esențială pentru confecționerul de cabluri, deoarece îl ajută să cunoască în detaliu proprietățile fiecărui tip de cablu, modul de prelucrare, tehnologiile de tăiere, dezizolare, sertizare și montaj adecvate, precum și domeniile exacte de utilizare, astfel încât lucrările realizate să fie sigure, conforme cu standardele și durabile în exploatare.

2.3 Clasificarea arborilor de cabluri

Arborii de cablu reprezintă ansambluri formate din mai multe cabluri și conductoare, organizate și grupate într-o anumită ordine, astfel încât să asigure conexiuni electrice complexe între diferite echipamente, aparate sau componente ale unei instalații electrice. Clasificarea arborilor de cablu este importantă deoarece, în funcție de caracteristicile lor constructive și de utilizarea specifică, aceștia sunt proiectați, confecționați și montați în moduri diferite.

În primul rând, arborii de cablu se pot clasifica în funcție de **destinația și domeniul de utilizare**. Astfel, există arbori de cablu industriali, utilizați în instalațiile electrice din fabrici, uzine și ateliere mecanice, unde sunt

necesare multiple conexiuni pentru alimentarea mașinilor unelte, echipamentelor de automatizare și liniilor de producție. De asemenea, există arbori de cablu utilizați în industria auto, construcția de mașini, utilaje și echipamente, unde aceștia sunt realizați pentru a conecta diverse componente electrice, senzori, motoare electrice, pompe și sisteme de comandă într-o manieră organizată și eficientă din punct de vedere al spațiului.

Un alt criteriu de clasificare a arborilor de cablu este **structura lor constructivă**. Din acest punct de vedere, există arbori de cablu simpli, care conțin un număr redus de conductoare și cabluri, grupate fără ramificații complexe, folosiți pentru alimentarea directă a unui echipament sau a unui circuit limitat. Totodată, există arbori de cablu complecși, care includ mai multe cabluri și conductoare grupate în ramificații multiple, fiecare ramificație fiind destinată unui anumit echipament sau unei anumite funcții electrice, așa cum întâlnim în tablourile electrice, panourile de comandă și instalațiile de automatizare.

Clasificarea arborilor de cablu se poate realiza și în funcție de **modul de asamblare și organizare a cablurilor în interiorul arborelui**. Astfel, există arbori de cablu legați cu bride din plastic, utilizați frecvent datorită rapidității și simplității montajului, bridele având rolul de a fixa și organiza cablurile în traseul dorit. Există însă și arbori de cablu bandajați, unde cablurile sunt înfășurate complet cu bandă izolatoare specială sau cu tub termocontractabil, asigurând o protecție sporită împotriva factorilor mecanici și o estetică adecvată în instalațiile vizibile. De asemenea, arborii de cablu pot fi organizați în tuburi flexibile sau rigide din PVC, metal sau plastic armat, în funcție de necesitatea protecției suplimentare și de mediul în care vor fi montați.

Un alt criteriu important de clasificare îl reprezintă **tipul de cabluri utilizate în compunerea arborilor**. Există arbori de cablu care includ doar cabluri electrice de alimentare, folosiți pentru transportul energiei electrice la diverse echipamente, dar și arbori de cablu care includ atât cabluri electrice de alimentare, cât și cabluri de semnal, de date sau de comandă, necesare în echipamentele automatizate și în instalațiile complexe unde sunt combinate alimentarea electrică și transmiterea de informații.

Clasificarea arborilor de cablu se mai poate realiza și în funcție de **gradul de flexibilitate**. Astfel, există arbori de cablu rigizi, care sunt montați fix în instalații și nu necesită mișcări repetate, cum ar fi arborii de cablu din tablouri electrice, panouri de distribuție sau cutii de joncțiune. În schimb, există arbori de cablu flexibili, utilizați acolo unde este necesară o mobilitate continuă, cum ar fi în roboții industriali, în mașinile unelte cu mișcări ciclice sau în sistemele electrice auto care implică mișcarea continuă a unor componente.

Totodată, arborii de cablu pot fi clasificați în funcție de **modalitatea de confecționare**. Există arbori de cablu standardizați, produși în serie după modele și dimensiuni bine definite, utilizați în industria auto, echipamente electrice și electrocasnice, unde configurația circuitelor este aceeași pentru fiecare produs. Pe de altă parte, există arbori de cablu realizați la comandă, personalizați, confecționați în funcție de specificațiile tehnice ale fiecărei lucrări, instalații sau echipamente speciale, caz în care confecționerul de cabluri trebuie să citească și

să interpreteze schemele electrice și mecanice, să măsoare cu exactitate lungimile și să respecte codurile de culoare, marcajele și standardele impuse de client sau de proiectant.

În plus, arborii de cablu se mai pot clasifica în funcție de **modul de protecție împotriva factorilor externi**. Astfel, există arbori de cablu pentru utilizări interioare, unde condițiile de temperatură, umiditate și solicitări mecanice sunt moderate, dar și arbori de cablu pentru utilizări exterioare sau industriale grele, care sunt protejați suplimentar cu tuburi speciale, materiale termorezistente și protecții contra umezelii, prafului și agenților chimici agresivi.

În concluzie, clasificarea arborilor de cablu după destinație, structură constructivă, modul de organizare, tipul cablurilor utilizate, gradul de flexibilitate, modalitatea de confecționare și mediul de exploatare este esențială pentru orice confecționer de cabluri. Cunoașterea acestor clasificări îl ajută să selecteze materialele adecvate, să aplice metodele corecte de tăiere, dezizolare, sertizare, bandajare și montaj, să respecte standardele tehnice și să asigure siguranța, funcționarea corectă și durabilitatea arborilor de cablu realizați.

2.4 Tipurile de cabluri, lungimile, culorile, secțiunile și terminalele prevăzute pentru fiecare ramură a arborelui de cablu

În confecționarea arborilor de cablu, este esențială stabilirea corectă a tipurilor de cabluri, a lungimilor acestora, a culorilor utilizate, a secțiunilor conductorilor și a tipurilor de terminale care vor fi montate la capetele fiecărei ramuri. Alegerea acestor elemente se face în funcție de destinația arborelui de cablu, de tensiunea de lucru, de intensitatea curentului care circulă prin conductori și de mediul de utilizare al cablurilor.

În primul rând, **tipurile de cabluri** utilizate în arborii de cablu pot fi diferite, în funcție de cerințele tehnice. Se pot folosi cabluri de tip FLRY sau AVSS în industria auto, acestea fiind cabluri cu izolație subțire din PVC sau cu izolație specială rezistentă la temperaturi ridicate. În aplicații industriale, se utilizează cabluri de tip H05VV-F, care sunt flexibile și adecvate pentru alimentarea echipamentelor mobile, sau cabluri cu manta de protecție suplimentară pentru zone cu riscuri mecanice. De exemplu, într-un arbore de cablu auto pentru instalația electrică a compartimentului motor, se vor folosi cabluri FLRY-B cu izolație rezistentă la temperaturi de peste 100°C.

În ceea ce privește **lungimile cablurilor**, acestea sunt stabilite în faza de proiectare a arborelui de cablu, prin măsurători precise în zona de montaj. Fiecare ramură a arborelui are lungimea calculată astfel încât să permită instalarea fără tensionarea cablurilor, dar și fără a lăsa un exces care să incomodeze montajul sau funcționarea echipamentelor. De exemplu, un traseu principal al arborelui poate avea o lungime de 1500 mm, iar ramurile

derivate pot avea lungimi de 200 mm, 350 mm sau 500 mm, în funcție de distanța până la consumatorii electrici la care se conectează.

Referitor la **culorile conductorilor**, acestea sunt stabilite conform standardelor pentru identificarea rapidă a fiecărui circuit. În general, pentru conductorii de fază se utilizează culoarea maro, negru sau gri, pentru conductorul neutru se utilizează culoarea albastru deschis, iar pentru conductorul de protecție (împământare) se utilizează culoarea galben-verde. În cazul arborilor de cablu auto, fiecare conductor este colorat diferit, în funcție de schema producătorului, pentru a evita confuzia în montaj. De exemplu, conductorul care alimentează farul poate fi de culoare galben, iar conductorul pentru semnalizare poate fi verde cu dungi negre.

În ceea ce privește **secțiunile conductorilor**, acestea se aleg în funcție de intensitatea curentului care circulă prin cablu. Conductoarele utilizate în arborii de cablu auto au secțiuni între 0,5 mm² pentru circuite de semnal, senzori sau becuri de bord, până la 1,5 mm² sau 2,5 mm² pentru circuite de alimentare cu consum mai ridicat. În aplicații industriale, pentru alimentarea echipamentelor de putere mică se utilizează conductori de 1,5 mm² sau 2,5 mm², iar pentru motoare electrice sau rezistențe mari, se pot folosi secțiuni de 4 mm², 6 mm², 10 mm² sau chiar mai mari.

La capetele fiecărei ramuri ale arborelui de cablu sunt montate **terminale adecvate**, în funcție de tipul conexiunii care trebuie realizată. Dacă este necesară conectarea la borne cu șurub, se vor folosi papuci de cablu (terminali cu ochi sau furcă). Pentru conexiuni rapide se utilizează terminale tip faston, iar pentru conectarea în conectori speciali se folosesc pinii sau soclurile aferente fiecărui tip de conector. În industria auto, de exemplu, la capătul ramurii care alimentează injectorul de combustibil se montează un terminal specific conectorului de injector, de obicei de tip pino/pin, care se sertizează pe conductor și apoi se introduce în conectorul de plastic, asigurând fixarea mecanică și contactul electric.

Astfel, un arbore de cablu complet proiectat și confecționat va avea o structură clară, în care traseul principal include cabluri de tip FLRY-B cu lungimea de aproximativ 1500 mm, cu secțiuni diferite, de exemplu 1 mm² pentru senzori și 2,5 mm² pentru alimentarea modulelor electronice, iar ramurile derivate vor avea lungimi diferite în funcție de poziția fiecărui aparat. Culorile conductorilor vor fi alese conform schemei electrice, iar la capetele fiecărei ramuri vor fi montate terminale corespunzătoare tipului de conexiune, cum ar fi papuci, faston, pini sau socluri pentru conectorii specifici aplicației.

2.5 Simbolurile și notațiile utilizate în domeniul confecționării cablurilor și arborilor de cablu

În domeniul confecționării cablurilor și arborilor de cablu, utilizarea simbolurilor și a notațiilor este esențială pentru realizarea lucrărilor în mod corect, rapid și conform standardelor. Simbolurile și notațiile sunt folosite

în schemele electrice, în documentațiile tehnice și pe cablurile propriu-zise, pentru a indica rapid tipul, funcția și destinația fiecărui cablu sau conductor, astfel încât să nu existe confuzii la montaj, întreținere sau reparații.

În primul rând, confecționerii de cabluri folosesc simbolurile grafice pentru reprezentarea cablurilor și conductoarelor electrice în schemele de conexiuni. În schemele electrice, cablurile sunt reprezentate prin linii simple sau duble, în funcție de numărul de conductoare pe care îl au, iar la capete sunt marcate cu simboluri pentru conectori, borne, cleme sau prize, astfel încât să fie clar locul de conectare. Aceste simboluri respectă standardele internaționale IEC și naționale SR, pentru a asigura aceeași înțelegere a schemei indiferent de operator.

Totodată, în confecționarea arborilor de cablu, simbolurile și notațiile sunt folosite pentru a indica tipul cablurilor utilizate, precum și pentru a marca fiecare conductor în parte. De exemplu, pe cablurile de joasă tensiune este inscripționat tipul de cablu conform standardului: CYKY, CYYF, H05VV-F, unde fiecare literă are un înțeles specific legat de tipul izolației, structura mantalei și destinația cablului. La fel, în cazul cablurilor utilizate în arbori de cablu auto, se folosesc coduri interne ale producătorilor (cum ar fi FLRY, FLY, AVSS) care indică structura, grosimea izolației și tipul conductorului.

În plus, confecționerii de cabluri folosesc notațiile privind secțiunea conductorului, care sunt extrem de importante în alegerea cablului adecvat pentru o anumită sarcină electrică. Notația include dimensiunea secțiunii în milimetri pătrați, cum ar fi 1,5 mm², 2,5 mm², 4 mm², până la secțiuni mari precum 70 mm² sau 120 mm², acestea fiind înscrise atât în documentația tehnică, cât și pe etichetele bobinelor de cablu.

Un alt simbol important este codul culorii izolației conductorilor, care este standardizat pentru a indica funcția fiecărui conductor într-un circuit. Astfel, culoarea albastru deschis este folosită pentru conductorul neutru, culoarea galben-verde pentru conductorul de protecție (împământare), iar culorile maro, negru sau gri sunt utilizate pentru conductoarele de fază. În cazul cablurilor multipolare, fiecare conductor are un cod de culoare diferit, pentru a fi identificat ușor în procesul de sertizare, montaj și conectare.

Pentru arborii de cablu, în special cei utilizați în industria auto și în automatizări, se folosesc marcaje speciale pe conductori, aplicate sub formă de tuburi marcatoare, inele sau etichete, pe care sunt inscripționate cifre, litere sau coduri alfanumerice. Acestea indică exact circuitul, conexiunea sau aparatul la care conductorul este conectat, facilitând astfel montajul rapid și corect conform schemei electrice. De exemplu, un conductor marcat cu „15" poate indica alimentarea la contact cheie, iar unul marcat cu „31" indică masa, conform standardelor auto.

De asemenea, în confecționarea arborilor de cablu, se folosesc notațiile pentru tipurile de conectori și terminale care vor fi montate la capetele cablurilor. În documentațiile tehnice, acestea apar prin coduri specifice ale

producătorilor, cum ar fi AMP, Molex, JST, împreună cu simbolul schematic aferent conectorului respectiv, pentru a se ști exact unde și cum se montează.

În plus, există simbolurile pentru tipurile de izolații și protecții suplimentare utilizate la arborii de cablu. De exemplu, un tub termocontractabil este notat prin simbolul său standardizat în desenele de confecționare, iar în documentație apare cu diametrul inițial, diametrul contractat și materialul (ex. tub PVC 12/6 mm). La fel, pentru braider (bandaj textil), apare simbolul grafic specific și notația cu lățimea și tipul materialului, de exemplu bandaj textil auto 19 mm, rezistent la temperaturi de până la 150°C.

Un alt aspect important în utilizarea simbolurilor și notațiilor este reprezentat de schema explodată (desfășurată) a arborelui de cablu, unde fiecare ramificație este reprezentată grafic, iar pe fiecare traseu este notat codul cablului, secțiunea, culoarea și lungimea exactă. Această schemă permite confecționarea arborelui fără erori, verificarea completă a lungimilor și controlul final al produsului înainte de ambalare și livrare.

În concluzie, simbolurile și notațiile utilizate de confecționerul de cabluri și arbori de cablu constituie un limbaj tehnic universal, care îi permite să identifice rapid tipurile de cabluri, secțiunile, culorile, funcțiile conductorilor, tipurile de izolație, conectorii și modul de montaj al fiecărui element din ansamblu. Stăpânirea acestor simboluri este esențială pentru realizarea unor lucrări de calitate, conforme cu documentațiile tehnice, sigure în exploatare și competitive pe piața muncii din domeniul instalațiilor electrice și electrotehnice.

Simboluri grafice uzuale în scheme electrice și arbori de cablu:

✓ Conductor simplu (linie electrică)

- Reprezentare: linie continuă subțire.
- Semnificație: un conductor de cupru sau aluminiu izolat, pentru alimentarea sau semnalizarea circuitului.

✓ Cablu multipolar

- Reprezentare: mai multe linii paralele unite într-un oval sau pătrat.
- Semnificație: cablu cu mai multe conductoare izolate în aceeași manta comună.

✓ Conector / mufă / fișă

- Reprezentare: dreptunghi mic sau cerc cu linii de conexiune în ambele părți.
- Semnificație: punct de cuplare/decuplare rapidă a circuitelor.

✓ Borne de legătură (cleme)

- Reprezentare: punct negru mare pe conductor.
- Semnificație: loc de conectare fizică a conductorului la o clemă sau bornă metalică.

✓ Împământare

- Reprezentare: trei linii orizontale de lungimi diferite, plasate vertical (triunghi inversat).
- Semnificație: legătură electrică la pământ pentru protecție.

✓ Fază (L), Neutru (N) și Protecție (PE)

- Notații: L (linie/fază), N (neutru), PE (protecție / împământare).
- Culori: L – maro/negru/gri; N – albastru deschis; PE – galben-verde.

Notații specifice tipurilor de cabluri (exemple standardizate):

✓ CYKY 3x1,5 mm²

- Semnificație: cablu cu manta din PVC, izolație PVC, cu 3 conductoare a câte 1,5 mm² fiecare, utilizat la instalații electrice fixe.

✓ CYYF 5x2,5 mm²

- Semnificație: cablu flexibil cu manta PVC, izolație PVC, 5 conductoare de 2,5 mm², pentru montaj flexibil în instalații interioare.

✓ H05VV-F 3G1 mm²

- Semnificație: cablu flexibil de alimentare cu tensiune nominală 300/500V, 3 conductoare cu împământare (G), secțiune 1 mm² fiecare, izolație PVC.

✓ FLRY 1,5 mm²

- Semnificație: conductor auto cu izolație subțire, utilizat în arbori de cablu auto pentru economisirea spațiului.

✓ AVSS 0,5 mm²

- Semnificație: conductor auto cu izolație subțire, utilizat la circuite de semnal, senzori, becuri de bord.

Notații cod culori conductori (standard european):

- Maro / Negru / Gri → fază
- Albastru deschis → neutru
- Galben-verde → protecție (împământare)

Simboluri pentru accesorii de confecționare arbori de cablu:

✓ Tub termocontractabil

- Reprezentare schematică: cilindru negru cu săgeată indicând reducerea diametrului.
- Notație: Tub termo 12/6 mm PVC, reducere la 50%.

✓ Bride de plastic (coliere)

- Simbol: mic dreptunghi cu un „X" în interior.
- Notație: Brida nylon 100x2,5 mm.

✓ Bandaj textil (braider)

- Simbol: linie groasă cu textură în diagonală.
- Notație: Bandaj textil 19 mm rezistent 150°C.

Exemple de marcaje pe conductori și arbori de cablu:

✓ „31" – masă (standard auto)

✓ „15" – alimentare după contact cheie

✓ „30" – alimentare directă baterie

✓ „50" – pornire electromotor

✓ „87" – contactor ieșire

Simboluri pentru schemă desfășurată arbore de cablu:

- Linie groasă principală → traseul principal al arborelui
- Ramificație (branch) → linie subțire derivată perpendicular
- Notarea lungimii → lângă traseu (ex. „L=1500 mm")
- Notarea secțiunii și culorii → sub fiecare conductor (ex. „1,5 mm² roșu")

2. Fluxul tehnologic de fabricație al cablurilor și arborilor de cablu

Procesul tehnologic de confecționare a arborilor de cablu, cunoscuți și sub denumirea de cablaje electrice, implică o succesiune complexă de operații care urmăresc transformarea materialelor brute – fire, cabluri, terminale și conectori – într-un ansamblu funcțional, organizat și fiabil, pregătit pentru integrarea directă în echipamente electrice sau electronice. Acest flux începe întotdeauna cu analiza atentă a documentației tehnice, în care operatorii și tehnicienii studiază cu rigurozitate schemele electrice, desenele de layout și listele de materiale (BOM – Bill of Materials), pentru a înțelege tipurile de cabluri folosite, lungimile necesare, secțiunile, culorile, tipurile de terminale și conectori, precum și accesoriile suplimentare prevăzute în proiect. În această etapă sunt pregătite cablurile de pe tamburi sau colaci, papucii electrici, pin-ii, tuburile termo-contractabile, banda textilă sau PVC, colierele de plastic și etichetele de identificare, toate fiind organizate conform unui plan bine stabilit pentru a preveni erorile sau întârzierile în proces.

Ulterior, operația de tăiere a cablurilor se realizează cu mașini automate de tăiat cabluri, care au avantajul vitezei și al preciziei ridicate, putând tăia secțiuni diverse fără a deforma conductorul interior sau izolația. În atelierele mai mici sau în cazul realizării de prototipuri, această operație se efectuează cu clești de tăiat cabluri manuali, operatorul măsurând lungimea cu benzi metrice și respectând toleranțele specificate în documentație. Odată tăiate cablurile la lungimile proiectate, acestea trec prin operația de dezizolare, realizată cu mașini automate de stripat, care îndepărtează stratul de izolație de la capetele cablului pe lungimea prevăzută pentru sertizare sau sudură, fără a deteriora conductorul de cupru. Această etapă este crucială deoarece eventualele tăieri parțiale ale conductorului pot duce la scăderea rezistenței mecanice și electrice a conexiunii finale. În unele situații, dezizolarea se poate efectua manual cu stripperi adaptați diametrului conductorului, însă aceasta presupune o atenție sporită din partea operatorului pentru a asigura calitatea corespunzătoare.

După dezizolare urmează sertizarea terminalelor electrice, un pas fundamental pentru realizarea conexiunilor mecanice și electrice sigure. Această operație constă în aplicarea la capetele firelor a papucilor electrici, pinilor, fastonilor sau a altor terminale prevăzute în proiect. Sertizarea se efectuează cu mașini de sertizat automate,

pneumatice sau electrice, care asigură forța constantă de compresiune și calitatea conexiunii, eliminând erorile umane. Totuși, în atelierele unde volumul de lucru este mai redus sau în activitățile de întreținere și reparații, sertizarea se poate efectua cu clești manuali, deși aceasta presupune un efort fizic mai mare și un control riguros al fiecărei sertizări în parte.

În cazul arborilor de cablu utilizați în industria automotive sau în domeniul electronicii avansate, unde sunt necesare ramificații multiple, se aplică operația de sudură ultrasonică. Aceasta se realizează cu mașini speciale de sudură cu ultrasunete care unesc mai multe fire prin aplicarea vibrațiilor ultrasonice de frecvență înaltă și a presiunii controlate, fără adaos de material. Sudura ultrasonică este apreciată deoarece asigură o rezistență mecanică ridicată a îmbinării și o continuitate electrică excelentă, fiind totodată o metodă curată, rapidă și sigură din punct de vedere al mediului.

În continuarea procesului, arborii de cablu trec prin etapa de aplicare a tuburilor termo-contractabile în zonele unde s-au realizat sertizările sau sudurile. Aceste tuburi au rolul de a proteja conexiunile împotriva umezelii, a factorilor mecanici și a coroziunii, precum și de a organiza mai bine cablurile în fascicule compacte. Tuburile termo-contractabile se montează pe cabluri și se contractă cu ajutorul pistoalelor cu aer cald, aderând perfect la conductor și la terminal, formând astfel un strat protector durabil.

Un alt pas important în fluxul tehnologic este aranjarea arborilor de cablu pe standuri de asamblare, denumite și mese cu șabloane sau jig-uri de layout. Aceste standuri sunt realizate conform fiecărui proiect și conțin fixări, ghidaje și trasee exact în forma finală a arborelui de cablu. Operatorii poziționează și organizează cablurile respectând aceste ghidaje, pentru ca la montajul final pe mașină sau în echipament, instalarea să fie rapidă, ergonomică și fără ajustări suplimentare.

După aranjarea pe standuri, urmează bandajarea sau banderolatul arborilor de cablu, care se realizează manual sau cu mașini de banderat semi-automate și automate, aplicând bandă textilă, PVC sau alte tipuri de bandă tehnică în funcție de specificațiile proiectului și de mediul în care va fi utilizat cablajul. Bandajarea are rolul de a proteja cablurile împotriva uzurii, abraziunii și de a le organiza într-un fascicul unitar, facilitând manipularea și montajul final.

Ulterior, se realizează montarea conectorilor, a carcaselor și a accesoriilor suplimentare cum ar fi clipsurile, suporturile de prindere, tuburile de protecție suplimentare și colierele de fixare. Aceasta este o etapă atent controlată, întrucât orice conector montat greșit poate conduce la defectarea sistemului în care va fi integrat cablajul.

Înainte de livrare, fiecare arbore de cablu este supus testării electrice și vizuale. Se folosesc testere automate care verifică continuitatea fiecărui circuit, absența scurtcircuitelor, ordinea corectă a pinilor în conectori și, după caz, rezistența de izolație sau testul dielectric pentru cabluri de putere. În paralel, operatorii de control

calitate inspectează vizual calitatea sertizărilor, integritatea izolației, aplicarea corectă a tuburilor termo-contractabile și a bandajelor, precum și conformitatea generală cu documentația de execuție și standardele de calitate aplicabile.

În final, arborii de cablu sunt etichetați corespunzător, utilizând imprimante termice sau inkjet pentru aplicarea codurilor de produs, a numerelor de lot și a altor informații necesare trasabilității, după care sunt ambalați atent, astfel încât să nu se deformeze sau să sufere deteriorări în timpul transportului, fiind pregătiți pentru expedierea către client sau către linia de montaj final.

2.1 Fluxul tehnologic de fabricație al cablurilor

Procesul tehnologic de fabricație al cablurilor reprezintă un ansamblu de operații succesive și corelate, prin care materia primă trece prin diverse etape de prelucrare până la obținerea produsului finit, gata de utilizare în instalații electrice, electronice sau mecanice, în funcție de destinația cablului.

Fluxul tehnologic începe cu **pregătirea materialului conductor**, care constă în selecția și verificarea bobinelor de sârmă de cupru electrolitic sau aluminiu, în funcție de tipul cablului ce urmează a fi fabricat. Conductorii sunt de obicei achiziționați sub formă de sârmă trasă la dimensiunea corespunzătoare secțiunii dorite. În cazul în care sârma brută nu are diametrul potrivit, aceasta va fi trecută printr-un proces de tragere la rece, unde diametrul este redus la dimensiunea exactă prin trecerea prin filiere calibrate, iar suprafața conductorului este finisată pentru a elimina rugozitățile și impuritățile care ar putea afecta calitatea izolației.

Următoarea etapă importantă este **torsadarea sau cablarea**, în special atunci când cablul este multiplu, adică format din mai multe fire. În cadrul acestei operații, conductoarele individuale sunt răsucite între ele cu un pas stabilit tehnologic, folosind mașini de torsadat automate, pentru a asigura flexibilitate și rezistență mecanică la îndoire. În cazul cablurilor monofilare, această etapă nu este necesară, însă la cablurile multifilare (ex. FLRY, CYYF) ea este esențială pentru obținerea proprietăților cerute de standard.

După torsadare, urmează etapa de **izolare individuală a conductorilor**, care constă în aplicarea unui strat continuu de material izolator pe suprafața conductorului. Această izolație poate fi din PVC, polietilenă, teflon sau materiale speciale rezistente la temperaturi înalte, în funcție de utilizarea finală. Operația se realizează pe linii de extrudare, unde materialul izolator este topit și aplicat uniform în jurul conductorului, iar la ieșirea din extruder, cablul trece printr-o cadă de răcire cu apă pentru stabilizarea formei și a dimensiunii izolației.

După izolarea conductorilor individuali, aceștia sunt grupați, dacă este vorba despre cabluri multipolare, într-o **operație de cablare finală**, unde sunt aranjați paralel sau răsuciți în jurul unei axe centrale. Pentru unele

cabluri se aplică în continuare un strat de ecranare, realizat din folie metalizată sau din plasă de sârmă de cupru, pentru protecție electromagnetică și împiedicarea interferențelor cu alte circuite.

În continuare, cablul astfel format intră în etapa de **aplicare a mantalei exterioare**, unde, similar izolării, se extrudează un strat protector de PVC, cauciuc sau poliuretan pe întreaga structură a cablului. Mantaua are rol de protecție mecanică, rezistență la abraziune, acțiuni chimice, umiditate și temperatură, în funcție de specificațiile tehnice ale cablului.

După finalizarea aplicării mantalei, cablul trece printr-o **etapă de răcire**, iar ulterior este înfășurat pe tamburi sau bobine cu lungimi standard, conform comenzilor și normelor de fabricație. În timpul înfășurării, cablul este etichetat corespunzător cu tipul, secțiunea, lungimea și codul de trasabilitate al producătorului.

În tot acest proces, se realizează **controale de calitate intermediare și finale**, care includ verificarea diametrului conductorului, grosimea stratului de izolație și mantaua, testele electrice de rezistență de izolație și rezistență electrică specifică, precum și testele mecanice de flexibilitate și rezistență la tracțiune. Numai cablurile care trec toate aceste controale vor fi livrate beneficiarilor.

Astfel, fluxul tehnologic de fabricație al cablurilor include în mod organizat: pregătirea conductorului, tragerea la rece (dacă este necesară), torsadarea (pentru cablurile multifilare), izolarea conductorilor, cablarea finală (pentru cablurile multipolare), aplicarea mantalei exterioare, răcirea, înfășurarea pe tamburi și controlul calității în fiecare etapă.

1. Flux tehnologic de fabricație al cablurilor

Nr. crt	Etapa procesului	Descriere detaliată
1	Pregătirea materiilor prime	Alegerea firului metalic (cupru, aluminiu), verificarea calității materiilor prime
2	Tracerea firului	Reducerea diametrului firului prin tragere prin matrițe pentru a obține proprietățile mecanice dorite
3	Curățarea și decaparea	Îndepărtarea impurităților și oxizilor de pe suprafața firului
4	Izolarea firului	Aplicarea stratului izolator prin extrudare (PVC, polietilenă, teflon), în cazul cablurilor electrice
5	Răsucirea / împletirea	Răsucirea mai multor fire subțiri pentru a forma cablul cu structura necesară (torsadat, coaxial etc.)
6	Testarea calității	Verificarea rezistenței electrice, a izolării și a rezistenței mecanice
7	Tăierea și ambalarea	Tăierea cablului la dimensiunea dorită și ambalarea în role sau bobine

2.2 Fluxul tehnologic de fabricație al arborilor

Fluxul tehnologic de fabricație al arborilor de cablu reprezintă totalitatea operațiilor necesare pentru realizarea arborilor conform documentației tehnice și a cerințelor de calitate. Acest flux este organizat astfel încât să asigure atât eficiența producției, cât și obținerea unui produs sigur, funcțional și ușor de montat în aplicația finală.

Procesul începe cu **analiza documentației tehnice**, care presupune studierea atentă a desenelor de execuție, a schemelor electrice, a listei de materiale și a lungimilor exacte necesare fiecărei ramuri. Pe baza acestor documente se stabilesc toate dimensiunile, codurile de cablu, culorile, secțiunile și terminalele care urmează a fi utilizate în confecționarea arborelui.

Următoarea etapă constă în **pregătirea materialelor**, prin selectarea din depozit a cablurilor de tipul, secțiunea și culoarea specificate în documentație. Tot în această fază se pregătesc terminalele adecvate (papuci, fastoane, pini sertizați, conectori) și tuburile termocontractabile sau tuburile de protecție spiralată care vor fi utilizate pentru bandajarea și protejarea cablurilor. Se verifică existența tuturor componentelor înainte de începerea procesului efectiv, pentru a evita întreruperile în fluxul de lucru.

Apoi urmează **tăierea cablurilor la lungimea stabilită**, folosind dispozitive speciale de măsurare și tăiere. Această operație trebuie să fie precisă, pentru a nu afecta ulterior montajul în echipamentul final. Lungimile cablurilor sunt stabilite cu o toleranță redusă, iar la final fiecare conductor tăiat este etichetat sau marcat conform codului din documentație, pentru a fi identificat ușor în etapa de asamblare.

După tăiere, se trece la **dezizolarea capetelor conductoarelor**, o operație prin care se îndepărtează o porțiune mică din izolația cablului, în funcție de tipul terminalului care urmează să fie montat. Dezizolarea trebuie să fie exactă, fără a afecta firele de cupru, pentru a nu slăbi contactul electric sau a reduce rezistența mecanică a sertizării.

În continuare, are loc **sertizarea terminalelor**, care presupune fixarea terminalelor la capetele conductorilor prin strivire mecanică cu clești de sertizat speciali. În această etapă se verifică fermitatea sertizării, astfel încât terminalele să nu se desprindă la montaj sau în exploatare. În cazul în care la capătul cablului se montează conectori compleți, pinii sertizați sunt introduși în carcasele de conector conform pozițiilor stabilite în schema electrică.

După sertizare, cablurile individuale sunt așezate pe **dispozitivele de asamblare** (panouri de montaj cu cuie sau cleme) conform traseului din documentație. Această operație este una dintre cele mai importante în confecționarea arborilor de cablu, deoarece determină forma finală a arborelui, ordinea ramurilor și lungimea

porțiunilor libere. Cablurile sunt fixate treptat pe panou, iar ramurile sunt poziționate și legate între ele acolo unde este nevoie, respectând dimensiunile și orientarea specificată.

După formarea completă a arborelui de cablu, urmează **bandajarea**. Aceasta constă în aplicarea benzii adezive textile, PVC sau a tuburilor spiralate de protecție pe traseul principal și pe ramuri, pentru a proteja cablurile de frecare, temperaturi înalte sau deteriorări mecanice. Bandajarea se realizează cu atenție, astfel încât să nu existe goluri sau strângeri excesive care să afecteze flexibilitatea arborelui.

În final, arborii de cablu asamblați sunt supuși unor **verificări și testări electrice și mecanice**. Se testează continuitatea circuitelor, rezistența de izolație, corespondența fiecărui conductor cu schema electrică, precum și calitatea sertizărilor și a bandajării. Arborii care trec aceste verificări sunt etichetați cu codul de identificare și sunt ambalați conform normelor interne pentru a fi protejați pe durata depozitării și transportului.

Astfel, fluxul tehnologic de fabricație al arborilor de cablu cuprinde, în mod organizat și logic: analiza documentației tehnice, pregătirea materialelor, tăierea cablurilor, dezizolarea capetelor, sertizarea terminalelor, asamblarea pe panou, bandajarea finală, verificarea calității și ambalarea. Fiecare etapă are un rol bine definit, iar calitatea produsului finit depinde de respectarea strictă a succesiunii și a parametrilor tehnologici stabiliți.

2. Flux tehnologic de fabricație al arborilor

Nr. crt	Etapa procesului	Descriere detaliată
1	Selectarea materiilor prime	Alegerea oțelului sau aliajului potrivit, recepția și verificarea materialelor
2	Tăierea semifabricatului	Tăierea barelor la lungimea aproximativă pentru arbore
3	Prelucrare mecanică grosieră	Strunjire și frezare pentru obținerea formei și dimensiunilor aproximative
4	Operații suplimentare	Găurire, alezare sau frezare profilată pentru realizarea detaliilor (canale, găuri)
5	Tratament termic	Călire, revenire, cementare sau nitrurare pentru a îmbunătăți duritatea și rezistența
6	Prelucrare fină	Rectificare și alte operații de finisare pentru precizie dimensională și rugozitate
7	Controlul calității	Verificări dimensionale, teste de duritate și alte încercări specifice
8	Finisarea și protecția	Sablare, vopsire sau alte tratamente anticorozive
9	Ambalare și expediere	Pregătirea arborelui pentru livrare către client

Fluxul tehnologic de fabricație al cablurilor electrice este diferit de fluxul tehnologic de confecționare al arborilor de cablu, prin prisma scopului final, a materiilor prime utilizate și a tipului de operații implicate în fiecare proces.

În primul rând, fabricația cablurilor electrice reprezintă un proces industrial complex care presupune transformarea materiilor prime de bază, cum ar fi cuprul electrolitic sau aluminiul, în conductori electrici flexibili, izolați și protejați mecanic, pregătiți pentru diferite aplicații. Acest flux tehnologic începe cu trafilarea sârmei, unde sârma de cupru laminată este trecută printr-o succesiune de filiere pentru a atinge diametrul dorit, rezultând fire subțiri cu grosimi precise. Ulterior, aceste fire trec prin procesul de torsadare sau cablare, unde mai multe fire se răsucesc împreună pentru a forma conductorul final, asigurând astfel flexibilitate și conductivitate adecvată.

După formarea conductorului, urmează izolarea acestuia, proces realizat prin extrudarea materialelor izolatoare termoplastice (PVC, polietilenă, teflon etc.) care acoperă conductorul uniform, protejându-l împotriva scurtcircuitelor și a contactului direct cu mediul exterior. Pentru cablurile care necesită o protecție mecanică suplimentară, fluxul continuă cu aplicarea armăturilor metalice (în cazul cablurilor blindate) sau cu ecranarea împotriva interferențelor electromagnetice, înainte de aplicarea mantalei exterioare, ce asigură rezistența la abraziune, umezeală și substanțe chimice. La final, cablurile sunt trecute prin testări electrice și mecanice riguroase, fiind apoi tăiate la lungimi standard și ambalate pe tamburi sau colaci pentru distribuție comercială.

Pe de altă parte, confecționarea arborilor de cablu (numiți și cablaje electrice sau harness-uri) reprezintă procesul prin care cablurile fabricate anterior sunt transformate într-un ansamblu organizat, configurat conform cerințelor exacte ale unei aplicații specifice, fie că este vorba de un automobil, un utilaj industrial, un aparat electrocasnic sau un echipament electronic. Spre deosebire de fabricația cablurilor, care presupune obținerea produsului de bază – conductorul izolat, fluxul tehnologic al arborilor de cablu începe cu tăierea cablurilor existente la lungimile prevăzute în proiect, urmată de dezizolarea capetelor acestora, astfel încât să fie pregătite pentru montarea terminalelor.

Etapele continuă cu sertizarea terminalelor electrice (papuci, pini, fastoni, borne), respectiv aplicarea conectorilor potriviți fiecărui circuit, urmată de eventuale operații de sudură ultrasonică, necesare atunci când este nevoie de ramificații în interiorul cablajului. Arborii de cablu sunt apoi aranjați și organizați pe standuri de asamblare, unde operatorii respectă cu strictețe traseele și formele impuse de proiect. Aceștia sunt bandajați cu bandă textilă, PVC sau specială automotive, pentru protecție și organizare, după care se montează conectorii, suporturile de fixare și colierele, în conformitate cu documentația tehnică. În final, arborii de cablu

sunt testați electric și vizual, etichetați și ambalați pentru expediere, fiind pregătiți să fie instalați direct pe echipamentele sau vehiculele pentru care au fost proiectați.

Astfel, diferența majoră dintre cele două fluxuri constă în faptul că fabricația cablurilor produce cablul propriu-zis ca material de bază, pornind de la materii prime metalice și mase plastice, pe când confecționarea arborilor de cablu presupune prelucrarea cablurilor deja fabricate și asamblarea lor într-un ansamblu funcțional complet, organizat, adaptat cerințelor exacte ale unui produs sau sistem electric.

În concluzie, fluxul tehnologic de fabricație al cablurilor are caracter chimic, metalurgic și de prelucrare a materialelor, axat pe transformarea materiei prime în cablu ca produs finit vândut pe piață, în timp ce fluxul tehnologic de confecționare a arborilor de cablu are caracter electromecanic și de asamblare, fiind axat pe personalizarea cablurilor existente în configurații specifice utilizatorului final.

2.3 Citirea și interpretarea documentației tehnice, inclusiv a schemelor electrice, a desenelor de execuție, a layout-urilor de asamblare și a listelor de material

În activitatea profesională a confecționerului de cabluri și arbori de cablu, citirea și interpretarea documentației tehnice reprezintă o etapă fundamentală, deoarece fără o înțelegere completă și corectă a acesteia nu este posibilă realizarea produselor conform standardelor de calitate și cerințelor funcționale. Documentația tehnică este limbajul prin care proiectantul transmite toate informațiile necesare confecționerului pentru a realiza cablurile și arborii de cablu exact în forma, dimensiunea, configurația electrică și mecanică necesară montajului în echipamentele electrice sau electronice.

În primul rând, documentația tehnică include **schemele electrice**, care sunt reprezentări grafice simbolice ale circuitelor ce urmează să fie realizate. Aceste scheme nu arată aspectul fizic al cablurilor, ci modul de conectare dintre diferite puncte, terminale, conectori și echipamente electrice. Schemele electrice folosesc simboluri standardizate pentru a reprezenta contactele electrice, bornele, împământările, întrerupătoarele, siguranțele, dar și conectorii și cablurile. Confecționerul trebuie să fie capabil să recunoască aceste simboluri și să înțeleagă traseele fiecărui cablu din schemă, precum și rolul pe care îl are în circuitul complet. De exemplu, în schemele electrice pot apărea coduri precum „GND" pentru masă sau simboluri grafice pentru conectori multipini cu numerotarea pozițiilor, iar confecționerul trebuie să știe să identifice aceste elemente și să le transpună practic în produsul finit.

În al doilea rând, documentația tehnică cuprinde **desenele de execuție**, care prezintă în detaliu forma fizică a cablurilor și arborilor de cablu. Aceste desene conțin dimensiuni precise, exprimate în milimetri, și indică lungimea fiecărei ramuri, distanțele dintre punctele de ramificare, poziția și orientarea terminalelor sau a

conectorilor montați la capete. De asemenea, ele pot conține indicații despre tipul și dimensiunea terminalelor utilizate, unghiurile de plecare a ramurilor și modul de bandajare sau aplicare a tuburilor spiralate de protecție. Citirea corectă a desenelor de execuție presupune cunoașterea simbolurilor geometrice, a convențiilor de cotare, a proiecțiilor ortogonale și a secțiunilor care pot apărea pentru a clarifica detaliile de montaj și asamblare. Confecționerul trebuie să fie capabil să transpună aceste informații grafice în activitatea practică, tăind cablurile exact la lungimea indicată și poziționând terminalele conform desenului.

Un alt element esențial al documentației tehnice este reprezentat de **layout-urile de asamblare**, denumite și planuri de montaj. Acestea sunt desene speciale care indică modul în care cablurile și ramurile arborelui de cablu trebuie așezate pe panoul de montaj sau pe dispozitivul de confecționare. Layout-urile de asamblare prezintă traseele exacte ale cablurilor, ordinea de așezare a acestora, punctele de fixare cu bandă, cu cleme sau cu bride, precum și lungimile libere necesare la capetele arborilor. Prin studierea layout-urilor, confecționerul știe cum să formeze arborii astfel încât aceștia să fie ușor de montat în echipamentul final, fără tensionări, răsuciri sau întinderi care ar putea provoca defecte în exploatare. Layout-urile pot include și imagini cu coduri de culoare pentru fire, indicații privind tipul tubului spirală utilizat sau poziționarea tuburilor termocontractabile pe ramuri.

De asemenea, **listele de materiale**, cunoscute sub denumirea de BOM (Bill of Materials), fac parte din documentația tehnică esențială. Acestea cuprind toate materialele și accesoriile necesare realizării produsului finit. În lista de materiale sunt specificate: tipul cablurilor utilizate (de exemplu, FLRY-B, H07V-K), secțiunile acestora (în mm^2), culorile, lungimile necesare, precum și toate terminalele, conectorii, pinii sertizați, tuburile termocontractabile, benzile adezive sau tuburile spiralate de protecție. Pentru fiecare poziție din listă sunt trecute codul intern al producătorului, denumirea completă, descrierea tehnică, cantitatea necesară și eventual furnizorul de la care materialul este achiziționat. Confecționerul studiază lista de materiale înainte de începerea procesului, pregătește toate materialele și le verifică, astfel încât să nu existe lipsuri care ar putea întrerupe fluxul tehnologic.

Prin urmare, **citirea și interpretarea documentației tehnice** presupune ca fiecare confecționer să aibă competențe solide în descifrarea schemei electrice pentru a înțelege conexiunile corecte, în interpretarea desenelor de execuție pentru a realiza dimensiunile și formele exacte, în folosirea layout-urilor pentru a poziționa și asambla corect cablurile pe dispozitivele de montaj și în citirea listelor de materiale pentru a selecta toate componentele necesare. Această etapă reprezintă baza calității produsului final, întrucât orice greșeală de interpretare poate conduce la defecte funcționale, refaceri costisitoare sau chiar la compromiterea totală a cablului sau arborelui confecționat.

Exemplu de schemă electrică explicată

Descriere generală:

Să presupunem că avem de realizat un cablu simplu care conectează o baterie de 12V la un bec auto, prin intermediul unui întrerupător. Schema electrică va include bateria, întrerupătorul, becul și firele care le conectează.

Cum arată schematic:

```
+12V (baterie)
  |
[Întrerupător]
  |
[Bec]
  |
GND (masă)
```

Interpretare completă:

- Linia verticală care pornește din +12V reprezintă firul de alimentare de la baterie.
- Întrerupătorul este desenat în schemă cu simbolul standard al contactului mobil.
- Becul este reprezentat cu simbolul unui filament sau cu pictograma becului auto.
- Linia de jos indică legarea la masă, adică firul de retur conectat la caroseria vehiculului.

În practică, confecționerul va utiliza:

- Un cablu roșu de 1.5 mm² pentru conexiunea dintre baterie și întrerupător.
- Un cablu roșu de 1.5 mm² între întrerupător și bec.
- Un cablu negru de 1.5 mm² de la bec la masă.

Pe schemă, aceste fire vor fi notate cu coduri precum:

– „15” pentru alimentare,

– „56” pentru ieșire spre bec,

– „31” pentru masă, conform convențiilor auto.

Exemplu practic de schemă electrică auto cu conectori

Descriere generală:
Schema unui cablu de alimentare a unui senzor ABS include conectorul de la modulul ABS și conectorul de pe roată.

Cum este reprezentat schematic:

```
[ECU ABS] ── (Conector A, pin 1) ─── (Cablu 1, ecranat) ─── (Conector B, pin 1) ── [Senzor ABS]
```

– Conectorul A (spre ECU) are pinii numerotați și este desenat ca un dreptunghi cu numărul fiecărui pin.
– Cablu 1 este marcat ca fiind ecranat, simbolizat cu un cerc întrerupt de-a lungul cablului.
– Conectorul B (spre senzor) este desenat la capătul celălalt cu numerotarea pinilor.
– Pe schemă apar culorile (ex: cablu maro/alb) și secțiunea (ex: 0.75 mm²).

În practică, confecționerul va pregăti:

- Cablu ecranat de 0.75 mm² maro/alb, lungime 1500 mm.
- Conector A și B de tip Delphi sau Bosch, specificați în lista de materiale.
- Terminalele corespunzătoare, cu sertizare corectă conform procedurilor.

Exemplu de layout de asamblare explicat

Descriere generală:
Layout-ul de asamblare pentru un arbore de cablu destinat unei uși auto prezintă traseul cablurilor și poziția ramurilor:
– Layout-ul este desenat pe un panou de montaj în lungime reală (1:1).
– Sunt trasate traseele fiecărui cablu, numerotate și codificate pe culori.
– Se indică punctele de fixare cu bandă adezivă, cleme sau tub spirală.
– Ramurile sunt cotate cu lungimile necesare de la punctul de plecare până la terminale.
– Se arată poziția conectorilor, orientarea lor și codul acestora.

Cum este citit layout-ul:
De exemplu, pe layout apare:

– Cablu roșu de 2.5 mm², lungime totală 1200 mm, ramură laterală de 250 mm spre conectorul geam electric.
– Cablu negru de 1.5 mm², lungime 1100 mm, fără ramuri, merge direct la iluminare portieră.
– Se indică benzi de fixare din 150 mm în 150 mm și o spirală de protecție pe primii 400 mm ai arborelui.

În practică, confecționerul:

1. Taie cablurile la lungimea precizată.
2. Le așază pe panoul de montaj exact pe traseele marcate.
3. Formează ramurile conform layout-ului, aplică benzile adezive și tuburile spirală la distanțele indicate.
4. Sertizează terminalele și montează conectorii conform desenului de execuție.

Explicații suplimentare pentru studiu:

- ✓ Schemele electrice indică doar conexiunile logice (cum se leagă elementele între ele), fără a arăta dimensiunile fizice.
- ✓ Layout-urile de asamblare prezintă poziționarea și traseul fizic al cablurilor și ramurilor.
- ✓ Desenele de execuție conțin dimensiuni și cote, fără a prezenta conexiunile electrice.
- ✓ Listele de materiale specifică exact ce fel de cablu, ce terminal și ce accesorii sunt necesare pentru fiecare parte a produsului.

2.4 Uneltele și echipamentele utilizate în procesul tehnologic de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri

În activitatea de confecționare a cablurilor și arborilor de cablu, uneltele și echipamentele utilizate joacă un rol fundamental, deoarece ele permit realizarea operațiilor tehnologice cu precizie, rapiditate și siguranță. Confecționerul de cabluri folosește o gamă variată de unelte manuale, semiautomate și echipamente automate, în funcție de complexitatea lucrării și de cerințele tehnice impuse de beneficiar.
Una dintre cele mai frecvent utilizate unelte este **cleștele de dezizolat cabluri**, care este special conceput pentru îndepărtarea izolației de pe firele electrice fără a afecta conductorul din cupru. Acest clește poate fi reglabil pentru diferite secțiuni de cablu, asigurând o tăiere precisă și curată a izolației. În atelierele moderne, confecționerii folosesc și dezizolatoare automate, care reglează automat lungimea de dezizolare, crescând astfel randamentul procesului.
De asemenea, un echipament indispensabil este **cleștele de sertizat terminale**, care permite fixarea terminalelor (papucilor) pe cablurile dezizolate, prin presare mecanică sau hidraulică. Există diferite tipuri de

clești de sertizare: manuali, semiautomatici sau automați, fiecare fiind ales în funcție de volumul de producție și de tipul de terminal utilizat. Sertizarea corectă asigură continuitatea electrică și fixarea mecanică sigură a terminalelor, prevenind riscul de scoatere accidentală a firelor.

Pentru tăierea cablurilor la lungimea necesară, confecționerul utilizează **foarfeci speciale pentru cabluri** sau **clești de tăiat cabluri**, care au lame dure și forme adaptate secțiunilor circulare, pentru a realiza o tăiere curată, fără a deforma conductorul. În cazul secțiunilor mari, de peste 10 mm², se utilizează **foarfeci cu clichet**, care reduc forța aplicată de operator.

O altă categorie importantă de unelte este reprezentată de **pistoalele de aer cald**, care sunt folosite pentru contractarea tuburilor termocontractabile aplicate pe cabluri și ramuri, asigurând astfel protecție suplimentară și fixare fermă. Pistoalele de aer cald permit reglarea temperaturii și a debitului de aer, pentru a evita deteriorarea izolației cablurilor.

În procesul tehnologic de formare și legare a arborilor de cablu, confecționerul folosește **panourile de montaj**. Aceste panouri sunt plăci suport pe care este trasat layout-ul de asamblare la scara 1:1, cu cuișoare, pioni sau cleme pentru fixarea temporară a cablurilor și formarea ramurilor. Ele permit realizarea corectă a arborilor conform desenelor tehnice și layout-urilor de producție.

De asemenea, în ateliere se utilizează **mașini automate de tăiat și dezizolat cabluri**, care pot procesa cablurile pe lungimi prestabilite, cu o mare viteză, având funcții integrate de contorizare și calibrare. Astfel de echipamente sunt folosite în producția de serie mare, deoarece asigură productivitate ridicată, uniformitate și precizie constantă a lungimilor și dezizolărilor.

Pentru marcarea cablurilor și a arborilor se utilizează **imprimante termice pentru etichete** sau aparate de marcat cu tub termocontractabil inscripționat, astfel încât fiecare cablu să fie identificat corect în procesul de montaj. Etichetele imprimate cu coduri, culori sau simboluri standardizate sunt esențiale pentru asamblarea corectă în instalațiile electrice și electronice.

Totodată, confecționerul folosește **mijloace de măsurare și control**, cum ar fi ruleta, șublerul, rigla milimetrică, micrometrul și multimetrele, pentru verificarea dimensiunilor cablurilor, secțiunilor și continuității electrice. Verificarea cu multimetrul este obligatorie la finalul procesului, pentru a confirma continuitatea firelor și absența scurtcircuitelor.

În completarea acestor unelte, în procesul tehnologic se utilizează **dispensere de bandă izolatoare**, dispozitive de sertizat pneumatice, standuri pentru derularea tamburilor de cablu și mese de lucru cu accesorii modulare pentru organizarea eficientă a uneltelor.

Utilizarea corectă și adecvată a uneltelor și echipamentelor de lucru asigură nu doar calitatea produselor realizate, ci și siguranța operatorului și eficiența procesului tehnologic. Confecționerul de cabluri trebuie să cunoască foarte bine fiecare unealtă și echipament, modul de funcționare, întreținere și verificare periodică, astfel încât să poată executa lucrările cu responsabilitate, profesionalism și conform cerințelor stricte din industrie.

Nr. crt.	Denumirea uneltei/echipamentului	Utilizare principal
1	**Clește de dezizolat cabluri**	Îndepărtarea izolației de pe firele electrice fără a deteriora conductorul.
2	**Clește de tăiat cabluri**	Tăierea cablurilor la lungimea necesară, cu tăietură curată și fără deformarea conductorului.
3	**Clește de sertizat terminale (papuci)**	Fixarea terminalelor pe cablurile dezizolate, asigurând contactul electric și rezistența mecanică.
4	**Pistol de aer cald**	Contractarea tuburilor termocontractabile pentru izolare și protecție mecanică.
5	**Foarfecă cu clichet**	Tăierea cablurilor cu secțiuni mari, reducând forța aplicată de operator.
6	**Panou de montaj (layout board)**	Formarea arborilor de cablu conform layout-urilor trasate, pentru ordonare și verificare.
7	**Mașină automată de tăiat și dezizolat cabluri**	Tăierea și dezizolarea rapidă și uniformă a cablurilor în producția de serie mare.
8	**Imprimantă termică pentru etichete**	Inscripționarea etichetelor pentru identificarea cablurilor și arborilor.
9	**Ruletă, șubler, micrometru**	Măsurarea lungimilor cablurilor, a diametrelor și a dimensiunilor exacte.
10	**Multimetru digital**	Verificarea continuității electrice și a eventualelor scurtcircuite.
11	**Dispenser de bandă izolatoare**	Aplicarea rapidă și uniformă a benzii izolatoare pe cabluri și ramificații.

Nr. crt.	Denumirea uneltei/echipamentului	Utilizare principal
12	**Tub spirală (spiral wrap)**	Organizarea și protejarea grupurilor de cabluri, oferind flexibilitate și posibilitatea de ramificare.
13	**Bride/coliere de plastic (ties)**	Fixarea rapidă și fermă a cablurilor între ele sau de structuri suport.

2.4.1 Mașini automate de tăiat și dezizolat cabluri

În industria modernă a producției de cabluri electrice și arbori de cabluri, mașinile automate de tăiat și dezizolat cabluri reprezintă echipamente indispensabile, care permit realizarea unor operațiuni complexe într-un mod rapid, precis și repetabil. Aceste mașini combină în mod eficient procesele de tăiere la dimensiunea exactă dorită și îndepărtare controlată a stratului izolator de pe cablu, fără a deteriora conductorul interior, ceea ce este esențial pentru asigurarea calității finale a produsului și pentru evitarea defectelor ce pot apărea în urma unor operațiuni manuale imprecise.

Funcționalități avansate și aplicabilitate:
Unul dintre cele mai importante avantaje ale acestor mașini constă în faptul că permit programarea precisă a lungimii cablurilor care urmează să fie tăiate, precum și setarea parametrilor pentru dezizolarea stratului izolator pe una sau mai multe secțiuni ale cablului. Astfel, utilizatorul poate defini cu exactitate lungimea totală a cablului, lungimea porțiunilor dezizolate, precum și numărul de operații de stripping, ceea ce oferă o flexibilitate deosebită în realizarea diferitelor tipuri de cabluri, inclusiv cele foarte complexe, utilizate în arborii de cabluri pentru domenii tehnice exigente. În plus, aceste mașini sunt capabile să proceseze cabluri realizate dintr-o gamă variată de materiale izolante, precum PVC, silicon, teflon sau alte compuși speciali, dar și cabluri cu conductori rigizi sau flexibili, astfel încât să răspundă cerințelor variate ale industriei.

Tipuri de mașini automate și gradul de automatizare:
Pe piață, există mai multe categorii de mașini automate de tăiat și dezizolat, fiecare adaptată pentru un anumit volum și complexitate a producției. Mașinile compacte, de dimensiuni reduse, sunt destinate atelierelor mici sau producției medii, oferind un echilibru între performanță și cost. Acestea permit operatorului să introducă manual cablul, iar apoi să execute automat secvențele de tăiere și dezizolare, fiind ideale pentru atelierele care

au nevoie de flexibilitate și varietate în tipurile de cabluri produse. De asemenea, mașinile semi-automate integrează elemente suplimentare de automatizare, cum ar fi sistemele de alimentare parțială a cablului sau posibilitatea de a realiza dezizolări multiple pe aceeași piesă, oferind astfel o creștere semnificativă a productivității și a consistenței procesului. În cazul producției mari, industriale, sunt disponibile mașini complet automate, care pot fi integrate în liniile de fabricație complexe, unde alimentarea cu cablu se face automat din bobine, iar mașina efectuează singură tăierea, dezizolarea, marcarea și pregătirea cablului pentru etapele următoare, fără intervenția operatorului, asigurând astfel o eficiență maximă și un control riguros al calității.

Avantajele utilizării mașinilor automate în producție:
Utilizarea acestor mașini aduce beneficii semnificative pe mai multe planuri: pe de o parte, se reduce considerabil riscul apariției unor defecte cauzate de tăieturi necorespunzătoare sau dezizolări incorecte, care ar putea afecta conductorul interior, iar pe de altă parte, timpul necesar pentru procesarea fiecărui cablu scade drastic, crescând astfel volumul producției și reducând costurile cu forța de muncă. De asemenea, datorită faptului că fiecare cablu este procesat identic în conformitate cu programul setat, se asigură o calitate uniformă și repetabilă a produselor, ceea ce este esențial pentru clienții care solicită standarde ridicate de performanță și siguranță în domenii precum industria automotive, aeronautică sau echipamente medicale. Nu în ultimul rând, aceste mașini sunt proiectate cu un grad ridicat de ergonomie și siguranță, reducând efortul fizic al operatorilor și minimizând riscurile de accidentare.

Recomandări pentru integrarea și utilizarea eficientă a mașinilor:
Pentru a beneficia pe deplin de avantajele oferite de aceste mașini, este important ca alegerea lor să se bazeze pe o analiză atentă a nevoilor specifice ale producției, luând în considerare tipurile de cabluri utilizate, volumul estimat de producție și nivelul de automatizare dorit. Este esențială instruirea corespunzătoare a operatorilor pentru a asigura programarea corectă a parametrilor de tăiere și dezizolare, precum și pentru întreținerea preventivă a echipamentelor, care contribuie la menținerea performanțelor și durabilității mașinilor în timp. Totodată, în cazul integrării în linii automate complexe, se recomandă realizarea unui flux de producție optimizat și o conectare corespunzătoare la sistemele informatice de monitorizare a producției, pentru o gestiune eficientă și o trasabilitate completă a procesului.

2.4.2. Mașini semi-automate de tăiat și dezizolat cabluri

În cadrul procesului industrial de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, mașinile semi-automate de tăiat și dezizolat reprezintă o soluție tehnologică eficientă și echilibrată, fiind utilizate pe scară largă datorită versatilității și capacității lor de a îmbina precizia mașinilor complet automate cu flexibilitatea operațiunilor manuale. Aceste echipamente sunt proiectate pentru a realiza, într-un mod rapid și controlat, operațiunile de tăiere la lungimea dorită și de dezizolare parțială sau totală a izolației de pe conductori, cu intervenție minimă din partea operatorului, ceea ce duce la creșterea productivității și la îmbunătățirea calității produsului final.

Funcționalități și mod de operare:
Mașinile semi-automate de tăiat și dezizolat cabluri sunt dotate cu sisteme de antrenare motorizată, cu cuțite reglabile electronic, care permit realizarea unor tăieri precise și dezizolări curate, fără a afecta conductorul interior. De obicei, operatorul introduce manual cablul în poziția corectă de lucru, iar după ce acesta este detectat de senzorii mașinii, procesul de tăiere și stripping este executat automat, conform parametrilor programați anterior. Această combinație de operare manuală și automatizată oferă un control excelent asupra procesului, fiind extrem de utilă mai ales în atelierele care procesează cabluri de diferite tipuri și dimensiuni, întrucât setările pot fi ajustate rapid pentru fiecare aplicație în parte.

Avantajele utilizării mașinilor semi-automate:
Unul dintre cele mai mari avantaje ale acestor mașini constă în faptul că reduc semnificativ timpul necesar prelucrării cablurilor, comparativ cu utilizarea uneltelor manuale tradiționale, eliminând în același timp erorile cauzate de lipsa de precizie a tăieturii manuale sau de dezizolarea incompletă a izolației. Prin utilizarea lor, operatorii pot realiza un volum mult mai mare de cabluri prelucrate într-o perioadă scurtă, menținând totodată un nivel constant al calității, aspect crucial mai ales în producția de arbori de cabluri destinați industriei automotive, aeronautice, feroviare sau altor sectoare unde fiabilitatea și siguranța cablajelor sunt esențiale. De asemenea, aceste echipamente contribuie la reducerea efortului fizic depus de personal, eliminând manevrele repetitive solicitante, ceea ce previne oboseala și accidentele de muncă în activități desfășurate pe termen lung.

Aplicații practice și flexibilitate în producție:
În practică, mașinile semi-automate sunt folosite pentru tăierea cablurilor la dimensiuni exacte, urmată de dezizolarea capetelor pentru pregătirea lor în operațiunile ulterioare, precum sertizarea terminalelor sau asamblarea în arbori de cabluri. Datorită construcției lor, aceste mașini pot procesa cabluri cu diametre și

secțiuni diferite, iar unele modele permit realizarea dezizolării parțiale la diferite lungimi, inclusiv stripping pe două capete simultan. Totodată, ele sunt prevăzute cu funcții de programare și memorare a setărilor, ceea ce înseamnă că, în cazul schimbării tipului de cablu, operatorul poate selecta rapid programul corespunzător fără a fi nevoie de reglaje complexe, reducând astfel timpul de schimbare a produsului și optimizând fluxul de producție.

Limitări și recomandări pentru utilizare:
Deși mașinile semi-automate nu ating nivelul complet de automatizare al mașinilor industriale integrate în linii de producție, ele reprezintă o soluție optimă pentru producțiile medii și mixte, unde este nevoie atât de flexibilitate, cât și de viteză și precizie. Totuși, pentru a obține rezultate optime, este necesar ca personalul care operează aceste echipamente să fie instruit corespunzător, atât în programarea parametrilor corecți pentru fiecare tip de cablu, cât și în operarea sigură și întreținerea periodică a echipamentelor, astfel încât durata de viață a mașinii să fie maximizată, iar calitatea procesului să fie menținută constantă.

În concluzie, utilizarea mașinilor semi-automate de tăiat și dezizolat cabluri aduce beneficii majore în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, prin creșterea productivității, reducerea erorilor umane și asigurarea unei calități uniforme a produsului finit, toate acestea contribuind direct la eficiența și competitivitatea producătorilor din acest domeniu. Aceste echipamente reprezintă, astfel, o investiție strategică în orice atelier sau fabrică de cablaje care urmărește optimizarea proceselor și îmbunătățirea calității serviciilor oferite clienților.

2.4.3 Diferențe esențiale între mașinile automate și semi-automate:

În cadrul proceselor de producție specifice confecționerilor de cabluri și arbori de cabluri, alegerea tipului de echipament pentru tăiere și dezizolare reprezintă un factor decisiv care influențează productivitatea, calitatea produsului final, costurile de operare și organizarea fluxului tehnologic. De aceea, este important să fie înțelese diferențele esențiale dintre mașinile **automate** și cele **semi-automate**, astfel încât fiecare atelier sau fabrică să le poată integra corespunzător în funcție de volumul, diversitatea și complexitatea producției.

Gradul de automatizare și intervenția operatorului:
Una dintre diferențele fundamentale dintre aceste două tipuri de echipamente este dată de gradul de automatizare a operațiunilor și de nivelul de implicare necesar din partea operatorului.

- ✓ **Mașinile semi-automate** necesită, în majoritatea cazurilor, introducerea manuală a cablului în zona de lucru și poziționarea acestuia de către operator, după care echipamentul realizează automat procesul de tăiere și dezizolare conform programului setat anterior. Astfel, operatorul are rol activ în alimentarea constantă a mașinii cu cabluri, ceea ce presupune prezența fizică permanentă și atenția la fiecare piesă procesată.
- ✓ **Mașinile complet automate**, în schimb, dispun de sisteme de alimentare automată cu cablu direct din bobină, de role de avans controlate electronic și de secțiuni de tăiere și stripping complet integrate, astfel încât întregul proces să se desfășoare fără intervenția directă a operatorului pentru fiecare cablu în parte. Operatorul are doar rolul de programare a parametrilor de lucru, monitorizare a funcționării și aprovizionare periodică cu materiale (bobine, cutii de colectare).

Productivitatea și volumul de lucru procesat:
Din perspectiva productivității, mașinile complet automate sunt proiectate pentru a procesa un volum mult mai mare de cabluri într-un timp mult mai scurt, fiind capabile să opereze continuu și să realizeze tăieri și dezizolări la viteze mari, uneori de ordinul zecilor de metri pe minut, fără pauze între ciclurile de lucru.
În schimb, mașinile semi-automate, deși rapide comparativ cu uneltele manuale, au viteze mai reduse, deoarece procesul presupune alimentarea individuală cu cablu de către operator, ceea ce limitează numărul de cabluri procesate pe oră. Totuși, pentru atelierele cu producție medie, unde flexibilitatea este prioritară, aceste mașini reprezintă un compromis optim între cost și performanță.

Flexibilitatea și adaptabilitatea la diverse tipuri de cabluri:
Un alt aspect diferențiator este flexibilitatea în procesarea tipurilor de cabluri.

- ✓ **Mașinile semi-automate** sunt foarte apreciate pentru capacitatea lor de a fi reglate rapid, permitând trecerea de la un tip de cablu la altul cu intervenții minime, ceea ce le face ideale pentru ateliere care lucrează cu multe tipuri de cabluri și loturi mici sau personalizate.
- ✓ **Mașinile automate**, deși pot fi dotate cu programe multiple și pot memora sute de rețete de tăiere și stripping, necesită de regulă o pregătire mai îndelungată la schimbarea produsului, în special în producția unde sunt procesate cabluri speciale sau arbori de cabluri foarte diferiți. Totuși, odată programată, producția devine complet optimizată, fără opriri frecvente.

Complexitatea echipamentului și costurile de achiziție:

Mașinile complet automate au o structură tehnică mult mai complexă, incluzând sisteme de alimentare, role de avans motorizate, module de tăiere, unități de dezizolare multi-pas și, uneori, module suplimentare de sertizare sau imprimare directă pe cablu.

Din acest motiv, investiția inițială pentru achiziția unei mașini automate este considerabil mai mare decât în cazul unei mașini semi-automate, care are un design simplificat, lipsit de sistemele de alimentare complet automatizate. Costurile de întreținere și mentenanță sunt, de asemenea, mai mari la mașinile automate, necesitând personal calificat pentru operare și service specializat.

Precizia și calitatea procesării:

Ambele tipuri de mașini oferă un nivel ridicat de precizie comparativ cu uneltele manuale, însă mașinile complet automate asigură o consistență perfectă în procesare, întrucât elimină complet posibilitatea erorii umane în alimentarea cu cablu. Astfel, lungimea tăiată și dimensiunea exactă a dezizolării sunt respectate identic pentru fiecare cablu, ceea ce este crucial în industria automotive sau aeronautică, unde standardele de calitate sunt extrem de stricte.

La mașinile semi-automate, precizia depinde parțial și de atenția operatorului la poziționarea cablului, deși echipamentele moderne includ senzori care corectează parțial aceste diferențe.

Aplicabilitate și scenarii de utilizare:

În general, mașinile semi-automate sunt preferate în atelierele de producție cu loturi variabile și volum mediu, unde operatorii au nevoie de flexibilitate și adaptabilitate rapidă, în timp ce mașinile complet automate sunt utilizate în producția de serie mare, în special pentru arbori de cabluri complecși din industria auto, feroviară, echipamente electrice sau producția de cabluri standardizate, unde viteza și cantitatea contează mai mult decât flexibilitatea imediată.

În concluzie, diferența esențială între mașinile automate și semi-automate constă în nivelul de automatizare, productivitatea obținută, gradul de implicare a operatorului, costul de achiziție și flexibilitatea în procesare. Alegerea între aceste două tipuri de echipamente trebuie realizată în funcție de necesitățile specifice ale fiecărei unități de producție, volumul de lucru, diversitatea cablurilor procesate și bugetul disponibil pentru investiții în tehnologie. Ambele tipuri reprezintă soluții eficiente, care contribuie la creșterea calității produselor și la îmbunătățirea fluxului de lucru în meseria de confecționer cabluri și arbori de cabluri.

2.4.4 Clești de stripat manuali pentru confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

Definiție și rol general:

Cleștii de stripat manuali reprezintă unele dintre cele mai simple și mai frecvent utilizate unelte în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, fiind proiectați special pentru îndepărtarea izolației de pe conductori într-un mod rapid și sigur, fără a deteriora firele metalice din interior. Acești clești fac parte din echipamentul de bază al fiecărui confecționer cabluri, fiind indispensabili în atelierele unde este necesară prelucrarea zilnică a unui număr variat de cabluri cu dimensiuni și tipuri diferite.

Structura și principiul de funcționare:

Din punct de vedere constructiv, cleștii de stripat manuali sunt alcătuiți din două brațe articulate, prevăzute cu mânere ergonomice acoperite cu material antiderapant pentru o priză sigură în timpul utilizării, un cap de lucru dotat cu lame sau cuțite reglabile și o zonă de decupare calibrată, adaptată pentru diferite grosimi de cablu. Funcționarea lor este simplă: operatorul poziționează cablul în zona de stripping, selectează diametrul corespunzător și strânge brațele cleștelui, astfel încât lamele să taie izolația până aproape de conductor, fără a afecta firele de cupru sau aluminiu din interior. Apoi, prin continuarea mișcării de tragere, izolația este îndepărtată complet, lăsând conductorul pregătit pentru operațiunile ulterioare, precum sertizarea sau lipirea terminalelor.

Tipuri de clești de stripat manuali și aplicațiile lor:

Există mai multe tipuri de clești de stripat manuali utilizați în confecționarea cablurilor, fiecare fiind adaptat unei game specifice de aplicații:

1. Clești de stripat cu dimensiuni fixe – aceștia au găuri calibrate pentru diametre standardizate de cablu și sunt utilizați în special atunci când se lucrează cu cabluri de aceleași secțiuni, asigurând o dezizolare rapidă și uniformă.
2. Clești de stripat cu ajustare automată – sunt dotați cu un mecanism special care detectează automat grosimea izolației și aplică forța necesară pentru a o tăia fără a deteriora conductorul, fiind ideali atunci când operatorul prelucrează cabluri cu diametre diferite într-un timp scurt, fără a fi nevoie de reglaje manuale suplimentare.

3. Clești de stripat pentru cabluri coaxiale – prevăzuți cu lame multiple dispuse astfel încât să realizeze dezizolarea pe mai multe straturi, aceștia sunt folosiți în special în telecomunicații și sisteme de transmisie, unde cablurile coaxiale necesită stripping în trepte succesive.

Avantaje în utilizarea cleștilor de stripat manuali:
Utilizarea cleștilor de stripat manuali prezintă mai multe avantaje practice în activitatea zilnică a confecționerilor de cabluri, dintre care cele mai importante sunt:

- ✓ Portabilitatea și ușurința în utilizare, fiind ușori și putând fi folosiți direct la masa de lucru sau în teren, fără a necesita surse de energie electrică sau pneumatică.
- ✓ Costul redus de achiziție comparativ cu echipamentele semi-automate sau automate, ceea ce îi face accesibili pentru orice atelier, indiferent de mărimea producției.
- ✓ Flexibilitatea mare, deoarece pot fi utilizați la cabluri cu diametre variabile, fiind potriviți atât pentru stripping total, cât și pentru stripping parțial pe lungimi mici.

Limitări și precauții în utilizare:
Cu toate acestea, cleștii de stripat manuali au și anumite limitări care trebuie luate în considerare. Aceștia necesită un grad mai mare de îndemânare din partea operatorului, întrucât aplicarea unei forțe incorecte sau alegerea unei dimensiuni greșite pot duce la tăierea firelor interioare, afectând astfel calitatea finală a cablului și ducând la pierderi de material. De asemenea, la utilizarea repetitivă pe perioade lungi de timp, acești clești pot cauza oboseala musculară a operatorilor, motiv pentru care este recomandată alternarea lor cu echipamente semi-automate în producțiile de volum mare, pentru prevenirea afecțiunilor profesionale.

Importanța lor în fluxul tehnologic:
În procesul complet de confecționare a arborilor de cabluri, cleștii de stripat manuali sunt folosiți în special pentru lucrările de pregătire rapidă a cablurilor înainte de sertizare, pentru ajustarea la dimensiunile exacte cerute în planul de lucru și pentru intervențiile manuale de finisare atunci când apar neconformități minore în procesul automatizat de stripping. Astfel, acești clești rămân un instrument indispensabil chiar și în atelierele dotate cu echipamente automate, fiind întotdeauna necesari pentru reglaje, prototipuri sau corecții punctuale.

În concluzie, cleștii de stripat manuali reprezintă unelte de bază, esențiale în activitatea zilnică a confecționerilor de cabluri și arbori de cabluri, asigurând rapiditate, precizie și flexibilitate în pregătirea conductorilor pentru operațiunile ulterioare de sertizare, lipire sau asamblare. Cunoașterea tipurilor, modului

corect de utilizare și întreținere a acestor clești contribuie semnificativ la calitatea lucrărilor executate și la siguranța operatorilor în timpul activității.

2.4.5 Ajustarea parametrilor mașinilor în funcție de tipul de cablu procesat

În procesul complex și precis al confecționării cablurilor și arborilor de cabluri, ajustarea parametrilor mașinilor utilizate devine un element fundamental pentru obținerea unui produs finit de calitate superioară, aspect care implică o analiză riguroasă și o adaptare minuțioasă a fiecărui set de parametri tehnici în funcție de specificațiile cablului ce urmează a fi prelucrat, având în vedere faptul că fiecare tip de cablu posedă caracteristici distincte, precum diametrul conductorului, tipul și grosimea izolației, flexibilitatea materialului izolator, dar și proprietățile mecanice și electrice ale acestuia, aspecte care influențează direct modul în care mașinile de prelucrare — fie că este vorba de mașini pentru tăiere, decapare, sertizare sau înfășurare pe arbori — trebuie calibrate pentru a preveni deteriorarea cablului, precum și pentru a asigura un proces continuu, eficient și fără defecte.

Astfel, primul și unul dintre cei mai importanți parametri care necesită ajustare este reprezentat de viteza de avans a cablului prin mașină, o variabilă ce trebuie calculată cu precizie în funcție de rigiditatea și diametrul cablului, întrucât cablurile mai groase și cu izolații mai dure necesită o viteză de procesare redusă, pentru a preveni solicitări mecanice excesive care ar putea conduce la deformarea sau deteriorarea izolatorului, în timp ce cablurile mai subțiri și flexibile pot fi procesate la viteze mai mari pentru a maximiza productivitatea; în această ecuație, un rol esențial îl joacă și tipul mașinii utilizate, întrucât diferite echipamente pot suporta un anumit interval de viteze, iar reglarea fină a acesteia presupune adesea interacțiunea cu alte setări precum forța de prindere.

Forța de prindere, pe de altă parte, trebuie calibrată cu atenție în funcție de dimensiunea și compoziția cablului, pentru a asigura o fixare fermă, dar fără a genera presiuni excesive care să compromită integritatea cablului prin strivire sau deformare; acest parametru este crucial în etapele de decapare și sertizare, unde o prindere insuficientă poate duce la alunecări și tăieri inexacte, iar o prindere excesivă poate afecta atât conductorul intern, cât și stratul izolator, provocând defecte ce influențează performanțele electrice și mecanice ale produsului finit.

În cazul cablurilor cu izolație termo-plastică sau alte materiale sensibile la temperatură, parametrii legati de temperatura de sudură, topire sau încălzire sunt ajustați cu mare precizie pentru a asigura o sudură eficientă a conectorilor, evitând supraîncălzirea care poate deteriora izolatorul sau, dimpotrivă, o temperatură insuficientă care să conducă la o sudură incompletă, ceea ce compromite fiabilitatea produsului; această ajustare include

monitorizarea și reglarea continuă a temperaturii pe durata procesului, în corelație cu viteza de avans și timpul de contact al pieselor.

Mai mult decât atât, presiunea aplicată în procesul de sertizare sau înfășurare pe arbori trebuie adaptată astfel încât să corespundă proprietăților mecanice ale cablului, asigurând o fixare corectă și uniformă a elementelor, fără a provoca deformări sau fisuri, iar timpii de operare — respectiv durata ciclului de tăiere, decapare, sertizare sau înfășurare — sunt corelați cu acești parametri pentru a menține un echilibru optim între viteză și calitate.

În ceea ce privește ajustarea setărilor pentru arborii de cablu, este esențială reglarea tensiunii și a vitezei de rotație în funcție de lungimea, diametrul și tipul cablului, pentru a preveni derularea sau strângerea excesivă care ar putea duce la deformări, iar această operațiune necesită o calibrare fină și o monitorizare constantă, adesea asistată de senzori și sisteme automate care ajustează în timp real parametrii în funcție de feedback-ul primit din procesul de producție.

În concluzie, adaptarea parametrilor mașinilor în funcție de tipul cablului procesat este o operațiune complexă ce implică o înțelegere aprofundată a caracteristicilor cablului, a specificațiilor tehnice ale echipamentului, precum și o monitorizare atentă și continuă a procesului, pentru a garanta atât integritatea fizică și funcțională a cablului, cât și eficiența economică a producției, aspecte ce constituie pilonii esențiali în activitatea unui confectioner cabluri și arbori de cabluri.

Tehnici practice de reglare a parametrilor mașinilor în funcție de tipul cablului:

Reglarea optimă a parametrilor mașinilor presupune în primul rând o evaluare detaliată a specificațiilor tehnice ale cablului ce urmează a fi procesat, astfel încât operatorul să poată selecta și ajusta corect setările mașinii, folosind metode care includ, dar fără a se limita la, reglarea manuală pe baza experienței, setări automate prin intermediul softurilor integrate sau aplicarea unor proceduri de calibrare standardizate; de exemplu, în cazul mașinilor de tăiere și decapare, se începe de regulă cu ajustarea grosimii lamei și adâncimii de tăiere, setări ce trebuie calibrate precis în funcție de diametrul conductorului și grosimea izolației, pentru a preveni tăierea parțială a conductorului, ceea ce ar putea duce la compromiterea continuității electrice și scurtarea duratei de viață a cablului.

Pentru reglarea vitezei de avans, operatorul utilizează de obicei valorile recomandate de producătorul cablului, care sunt completate cu date empirice obținute în urma testelor preliminare efectuate pe loturi mici; în mod curent, aceste setări sunt introduse în panoul de comandă al mașinii, unde viteza este ajustabilă în trepte sau

continuu, iar în cazul echipamentelor mai performante, sistemele de control automat reglează în timp real viteza pe baza feedback-ului primit de la senzori de tensiune sau poziție.
În procesul de sertizare, se utilizează proceduri standardizate pentru ajustarea presiunii și a timpului de strângere, care includ, printre altele, măsurători de forță realizate cu ajutorul dispozitivelor speciale, ce permit verificarea uniformității presiunii aplicate, iar pentru cablurile cu izolație termo-plastică sau poliuretanică, ajustarea temperaturii se face cu ajutorul termoreglatoarelor precise, care pot fi programate pentru valori specifice și care permit menținerea unui regim constant pe durata operației de sudură sau topire.

Exemple concrete de ajustare a parametrilor în funcție de tipul cablului:

Cabluri cu conductor solid, izolație PVC, diametru 1,5 mm²: Viteza de avans se va seta la valori moderate, în jur de 5 m/min, pentru a evita deformarea izolației la decapare; forța de prindere trebuie calibrată astfel încât să nu strângă conductorul mai tare de 10 N; adâncimea de tăiere trebuie ajustată la aproximativ 0,2 mm pentru a îndepărta izolația fără a afecta conductorul.
Cabluri flexibile cu conductor multifilar, izolație siliconică, diametru 2,5 mm²: Viteza de avans poate fi mai ridicată, de circa 7-8 m/min, datorită flexibilității materialului; temperatura de sudură va fi reglată la circa 250°C pentru a topi corect conectorii fără a degrada izolația; presiunea de sertizare trebuie să asigure o fixare fermă, dar fără deformarea conductoarelor delicate.
Arbori de cablu cu mai multe straturi izolatoare și diametre variabile: Reglarea tensiunii pe arbori este esențială pentru a preveni derularea excesivă sau tensionarea cablurilor, iar viteza de rotație trebuie sincronizată cu viteza mașinii de prelucrare pentru a evita nodurile sau întinderea excesivă.

Echipamente și tehnologii specifice utilizate pentru reglarea parametrilor:

Pentru optimizarea ajustării parametrilor mașinilor, se folosesc în mod frecvent echipamente dotate cu sisteme automate de control, cum ar fi panouri cu interfețe grafice, sisteme PLC (Programmable Logic Controller), senzori optici și de presiune, dar și softuri specializate care permit crearea și salvarea profilurilor de proces adaptate pentru fiecare tip de cablu, oferind astfel posibilitatea trecerii rapide de la un tip de cablu la altul fără pierderi de timp semnificative.
De asemenea, în atelier se utilizează aparate pentru măsurarea tensiunii cablurilor pe arbori, dispozitive pentru calibrarea forței de prindere și echipamente de testare non-distructivă a calității sertizărilor și a tăierilor, toate

acestea contribuind la realizarea unui control riguros al procesului tehnologic, care să asigure respectarea strictă a parametrilor de calitate impuși de standardele industriale.

2.4.6 Clești de sertizat manuali și pneumatice pentru confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

Definiție și importanță în procesul de confecționare:
Cleștii de sertizat reprezintă unelte esențiale în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, fiind utilizați pentru realizarea conexiunilor mecanice și electrice sigure între conductori și terminalele metalice, cum ar fi papucii, mufe sau terminale specializate. Sertizarea asigură o conexiune fiabilă, cu rezistență mecanică și electrică optimă, prevenind desprinderea conductorilor și reducând pierderile de energie. Există două tipuri principale de clești utilizați în acest scop: manuali și pneumatice, fiecare cu caracteristici, avantaje și domenii de aplicare specifice.

Clești de sertizat manuali:
Cleștii de sertizat manuali sunt instrumente mecanice ce funcționează prin acționarea forței cu mâna, prin strângerea brațelor cleștelui, care închide cu presiune matrița ce comprimă terminalul pe conductor. Aceștia sunt proiectați pentru a oferi o presiune precisă, necesară pentru o sertizare corectă, evitând deteriorarea conductorului sau a terminalului.
Din punct de vedere constructiv, acești clești sunt confecționați din materiale rezistente, de obicei oțel special, iar capul de sertizare este prevăzut cu matrițe interschimbabile, adaptate pentru diferite tipuri și dimensiuni de terminale, precum și pentru diverse secțiuni de cablu. Mânerele sunt izolate și acoperite cu materiale ergonomice pentru confort și siguranță sporită.
Acești clești sunt potriviți pentru loturi mici și medii de producție sau pentru lucrări de reparații și ajustări în teren, unde flexibilitatea și portabilitatea sunt esențiale. Operația de sertizare manuală necesită însă o forță fizică considerabilă și un nivel de îndemânare, pentru a asigura o conexiune uniformă și corectă.

Clești de sertizat pneumatice:
Cleștii de sertizat pneumatice reprezintă o soluție mult mai performantă, destinată producției industriale și proceselor unde volumul de lucru este ridicat. Acești clești funcționează prin acționarea unui piston pneumatic care aplică o forță puternică și constantă asupra matriței de sertizare, asigurând astfel compresia optimă a terminalului pe conductor, cu o precizie și rapiditate greu de egalat prin forța manuală.

Utilizarea aerului comprimat reduce efortul operatorului și crește productivitatea, permițând realizarea unui număr mare de conexiuni într-un timp scurt, cu o calitate uniformă și reproductibilă. Aceste unelte sunt în general conectate la o sursă de aer comprimat și pot fi prevăzute cu sisteme de control care permit reglarea presiunii și a timpului de acționare, pentru adaptarea la diverse tipuri și secțiuni de cabluri.
Cleștii pneumatice sunt ideali pentru ateliere și fabrici cu producție mare și continuă, unde eficiența și calitatea procesului sunt prioritare. De asemenea, reduc riscul oboselii operatorilor și pot fi integrați în linii automate de producție.

Avantaje și limitări:
Clești manuali:

- ✓ Avantaje: portabilitate, costuri reduse, simplitate în utilizare, flexibilitate pentru diverse tipuri de terminale și cabluri.
- ✓ Limitări: necesită efort fizic, productivitate limitată, potențial de variație a calității în funcție de operator.

Clești pneumatice:

- ✓ Avantaje: productivitate mare, efort minim din partea operatorului, calitate constantă și repetabilă, ușurință în adaptarea la volume mari de producție.
- ✓ Limitări: costuri inițiale mai mari, necesitatea sursei de aer comprimat, complexitate tehnică și întreținere mai avansată.

Importanța corectitudinii procesului de sertizare:
Indiferent de tipul de clește utilizat, procesul de sertizare trebuie să fie realizat cu mare atenție pentru a asigura o conexiune electrică sigură, durabilă și rezistentă la factori mecanici și de mediu. Un terminal prost sertizat poate duce la pierderi de contact, supraîncălziri sau chiar defecte majore în sistemul electric, cu efecte negative asupra funcționării întregului ansamblu. De aceea, este importantă verificarea vizuală și, acolo unde este posibil, testarea conexiunii după fiecare operație de sertizare.

Cleștii de sertizat, fie manuali, fie pneumatice, reprezintă instrumente indispensabile în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri, fiecare având un rol bine definit în funcție de necesitățile specifice ale producției. În timp ce cleștii manuali oferă flexibilitate și accesibilitate pentru producții mici și intervenții

rapide, cleștii pneumatice asigură un nivel ridicat de eficiență și calitate în producțiile industriale de mare volum, contribuind decisiv la standardizarea și optimizarea proceselor tehnologice.

2.4.7 Mașini de sudură ultrasonică în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

Definiție și rol în procesul tehnologic:

Mașinile de sudură ultrasonică reprezintă echipamente moderne și eficiente folosite în industria cablurilor pentru realizarea unor îmbinări precise și rezistente între componentele cablurilor sau arborilor de cabluri, fără a utiliza căldură tradițională sau materiale de adaos. Sudura ultrasonică se bazează pe utilizarea vibrațiilor mecanice de înaltă frecvență, transmise printr-un sonotrod (un transductor special) către zona de contact dintre două suprafețe, unde energia mecanică este transformată în căldură localizată, topind stratul superficial al materialelor și realizând o fuziune solidă.

Această metodă de sudură este ideală pentru îmbinarea conductorilor metalici, în special cei din cupru sau aluminiu, precum și pentru lipirea anumitor tipuri de izolații sau învelișuri din materiale plastice utilizate în structura cablurilor. Prin eliminarea flăcării și a temperaturilor ridicate, sudura ultrasonică asigură o conexiune curată, cu un grad redus de deteriorare termică asupra materialului învecinat.

Principiul de funcționare și componentele mașinii:

O mașină de sudură ultrasonică este compusă în general din următoarele componente principale:

- ✓ Generatorul ultrasonic, care produce semnalul electric de înaltă frecvență, specific pentru tipul de sudură dorit (de obicei în intervalul 20-40 kHz).
- ✓ Transductorul piezoelectric, care transformă semnalul electric în vibrații mecanice de înaltă frecvență.
- ✓ Sonotroda, care transmite aceste vibrații direct către zona de sudură, aplicând presiune constantă pentru a asigura contactul optim între piese.
- ✓ Sistemul de prindere și fixare a cablurilor, care poziționează și stabilizează componentele ce urmează a fi sudate, pentru a evita deplasările în timpul procesului.

În timpul sudurii, operatorul plasează cablurile sau arborii de cabluri în zona de prindere, iar mașina aplică presiunea și vibrațiile necesare pentru o durată scurtă de timp, de ordinul secundelor. Rezultatul este o sudură omogenă, cu proprietăți mecanice și electrice excelente.

Avantaje în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri:

Mașinile de sudură ultrasonică oferă multiple avantaje în procesul de producție:

- ✓ Calitate superioară a sudurii, fără deformări sau deteriorări termice ale materialului.
- ✓ Proces rapid și automatizabil, ceea ce crește productivitatea și reduce timpul de execuție.
- ✓ Fără consum de materiale suplimentare, cum ar fi sârme de sudură sau materiale de adaos.
- ✓ Precizie ridicată în realizarea îmbinărilor, esențială pentru cablurile utilizate în aplicații de mare performanță, precum în domeniul automotive, aerospace sau electronică de înaltă frecvență.
- ✓ Reducerea riscurilor de coroziune sau defecte interne datorită unei suduri curate și controlate.
- ✓ Economie de energie comparativ cu metodele tradiționale de sudură prin căldură.

Domenii de aplicare specifice:

- ✓ În confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri, mașinile de sudură ultrasonică sunt folosite în principal pentru:
- ✓ Îmbinarea conductorilor cupru-cupri sau aluminiu-aluminiu, în special în cazurile unde este necesară o conexiune fără rezistențe electrice suplimentare și cu o rezistență mecanică mare.
- ✓ Fixarea sau lipirea unor componente plastice sau composite utilizate ca izolații sau învelișuri pe cabluri, fără a le deteriora.
- ✓ Confecționarea cablurilor speciale folosite în industrii cu cerințe stricte de calitate, cum ar fi automotive, aerospace, echipamente medicale sau electronice de precizie.

Aspecte practice și recomandări:

Pentru o utilizare eficientă a mașinilor de sudură ultrasonică, este esențial ca operatorii să fie instruiți corespunzător și să respecte procedurile tehnice specifice, inclusiv reglajele parametrilor de sudură (frecvență, presiune, timp). De asemenea, este importantă verificarea periodică a stării sonotrodelor și a componentelor mașinii pentru a asigura performanțe constante și rezultate de calitate înaltă.

Concluzie:

Mașinile de sudură ultrasonică reprezintă o tehnologie modernă, performantă și tot mai răspândită în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri, aducând beneficii clare în ceea ce privește calitatea, rapiditatea și eficiența proceselor tehnologice. Implementarea acestor echipamente în fluxul de producție contribuie la realizarea unor produse finale cu standarde ridicate, capabile să răspundă cerințelor tot mai exigente ale pieței industriale și tehnologice actuale.

2.4.8 Pistoale cu aer cald pentru tuburi termo-contractabile în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

Definiție și principiu de funcționare:

Pistoalele cu aer cald reprezintă echipamente esențiale utilizate în procesele de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, fiind proiectate pentru aplicarea controlată a aerului fierbinte la temperaturi ridicate, cu scopul de a contracta tuburile termo-contractabile. Aceste tuburi, fabricate din materiale polimerice speciale, au proprietatea de a-și reduce diametrul și de a se mula strâns pe cablu atunci când sunt expuse la căldură, oferind astfel o protecție suplimentară împotriva factorilor mecanici, chimici și de mediu, precum și o izolare electrică optimă.

Pistoalele cu aer cald funcționează pe baza unui sistem electric ce generează căldură printr-o rezistență internă, iar un ventilator încorporat direcționează fluxul de aer încălzit către tuburile aplicate pe cabluri. Temperatura poate fi reglată în funcție de specificațiile tubului termo-contractabil utilizat, astfel încât procesul să fie eficient și să nu deterioreze izolația cablurilor.

Rolul pistoalelor cu aer cald în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri:

În procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, pistoalele cu aer cald sunt utilizate în principal pentru:

- ✓ Aplicarea tuburilor termo-contractabile pe diverse secțiuni ale cablurilor, fie pentru izolare electrică suplimentară, fie pentru marcaj, etichetare sau gruparea cablurilor în arbori organizați corespunzător.
- ✓ Protejarea îmbinărilor și conexiunilor electrice, în special a zonelor sertizate sau sudate, împotriva umidității, coroziunii, abraziunii și altor factori externi care ar putea deteriora cablul sau contactul electric.
- ✓ Consolidarea mecanică a ramificațiilor cablurilor, asigurând o rezistență suplimentară în punctele de bifurcație, unde există riscuri de deteriorare prin frecare sau întindere.

Caracteristicile tehnice ale pistoalelor cu aer cald:

Pistoalele cu aer cald utilizate în industrie au specificații variate, însă principalele caracteristici urmărite sunt:

- ✓ Puterea aparatului, care poate varia între 1000 și 2000 W, influențând astfel viteza și temperatura maximă de lucru.
- ✓ Temperatura reglabilă, de regulă între 50°C și 650°C, pentru a permite adaptarea la diferite tipuri de tuburi termo-contractabile fără a deteriora izolația cablurilor.

- ✓ Debitul de aer, exprimat în litri pe minut (l/min), care determină eficiența distribuției căldurii asupra tubului aplicat.
- ✓ Accesoriile speciale, cum ar fi duzele cu forme variate, care concentrează fluxul de aer pe suprafețe restrânse sau îl distribuie uniform pe zone mai largi, în funcție de aplicație.
- ✓ Designul ergonomic, cu mâner izolat termic și greutate redusă, pentru a reduce oboseala operatorului în utilizări prelungite.

Avantaje ale utilizării pistoalelor cu aer cald în confecționarea cablurilor:

- ✓ Eficiență ridicată: permit contractarea rapidă și uniformă a tuburilor termo-contractabile, scurtând semnificativ timpul de lucru.
- ✓ Siguranță în utilizare, datorită posibilității de reglare precisă a temperaturii, prevenind deteriorarea accidentală a cablurilor.
- ✓ Versatilitate, putând fi utilizate pentru o gamă largă de diametre și tipuri de tuburi termo-contractabile, inclusiv pentru etichete termocontractabile folosite la identificarea cablurilor.
- ✓ Calitate superioară a finisajului, tubul contractându-se uniform și aderând perfect pe suprafața cablului, fără formarea de goluri de aer.
- ✓ Portabilitate, majoritatea pistoalelor fiind ușoare și ușor de manevrat, atât în atelier, cât și în lucrări de teren.

Recomandări de utilizare în procesele de producție:

- ✓ Pentru rezultate optime și pentru protejarea cablurilor și tuburilor utilizate, este recomandat ca operatorul:
- ✓ Să respecte temperatura optimă indicată de producătorul tuburilor termo-contractabile, pentru a evita topirea excesivă sau deteriorarea izolației cablului.
- ✓ Să miște continuu pistolul cu aer cald de-a lungul tubului pentru a distribui căldura uniform, fără a insista prea mult într-un singur loc.
- ✓ Să utilizeze duzele potrivite aplicației, pentru o eficiență maximă în transferul de căldură.
- ✓ Să folosească echipamente de protecție personală, cum ar fi mănuși și ochelari de protecție, pentru prevenirea accidentelor cauzate de aerul fierbinte.

Pistoalele cu aer cald sunt echipamente indispensabile în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri, datorită versatilității, eficienței și preciziei cu care permit aplicarea tuburilor termo-contractabile. Prin

utilizarea corespunzătoare a acestor instrumente, producătorii pot obține produse finale de calitate superioară, durabile și conforme cu standardele stricte ale industriei electrice și electronice.

2.4.9 Standurile de asamblare dotate cu șabloane și ghidaje

Standurile de asamblare dotate cu șabloane și ghidaje utilizate la confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri reprezintă echipamente esențiale în atelierele și secțiile de producție unde se lucrează cu cablaje electrice de diferite tipuri și complexități. Aceste standuri sunt concepute astfel încât să faciliteze procesul de montaj al cablurilor, oferind operatorilor posibilitatea de a lucra rapid, eficient și cu un grad ridicat de precizie. În general, standurile de asamblare sunt alcătuite dintr-o structură metalică robustă, care conferă stabilitate în timpul lucrului și rezistență la solicitările mecanice repetate. Pe această structură sunt montate șabloane speciale, realizate din materiale rezistente, precum plăci de aluminiu sau PVC tehnic de grosime mare, în care sunt prevăzute perforații, trasee, canale sau profile corespunzătoare fiecărui tip de cablu sau arbori de cabluri ce urmează a fi confecționat. Practic, aceste șabloane au rolul de a indica exact lungimea, ordinea, traseul și poziția firelor și conectorilor, fiind realizate după desenele și specificațiile tehnice ale fiecărui produs.
Pe lângă șabloane, standurile sunt dotate cu ghidaje mecanice, cum ar fi rigle de ghidare, opritoare reglabile, cleme de fixare și uneori role cu rulmenți, care mențin cablurile în poziție fermă pe parcursul operațiilor de tăiere, dezizolare, sertizare și montare a diferitelor accesorii. Aceste ghidaje previn deplasarea accidentală a cablurilor în timpul lucrului, reducând riscul de erori și crescând totodată siguranța și ergonomia muncii operatorului.
Un alt avantaj important al acestor standuri constă în posibilitatea de integrare a unor sisteme suplimentare, precum rigle milimetrice pentru măsurarea rapidă a lungimilor, suporturi laterale pentru scule și dispozitive de verificare electrică sau cutii compartimentate pentru depozitarea conectorilor, papucilor și altor piese mici necesare la montaj. Toate aceste dotări contribuie la organizarea optimă a locului de muncă, eliminând timpii pierduți și sporind productivitatea.
Utilizarea standurilor de asamblare cu șabloane și ghidaje este indispensabilă în procesele de producție în serie mică și mare, asigurând uniformitatea și calitatea constantă a arborilor de cabluri realizați. Operatorii au astfel certitudinea că produsul final respectă în totalitate schema electrică, lungimile specificate și poziționarea conectorilor, eliminând practic posibilitatea apariției erorilor umane cauzate de măsurători greșite sau montaj neconform.
Aceste standuri sunt folosite pe scară largă în industria auto pentru confecționarea arborilor de cabluri auto, în producția de panouri electrice de comandă și control, în confecționarea cablajelor pentru utilaje industriale,

echipamente CNC, sisteme robotizate, dar și în alte domenii unde este necesară realizarea unor cablaje electrice complexe, sigure și conforme cu standardele de calitate impuse.

2.5 Traseele circuitelor la confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

În cadrul procesului de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, un aspect fundamental îl reprezintă stabilirea și respectarea traseelor circuitelor, acestea fiind definite ca ansamblul de căi prestabilite pe care firele și conductorii le urmează pe parcursul arborilor de cabluri, în conformitate cu schema electrică, cu planul de cablare și cu cerințele constructive ale echipamentului sau instalației în care vor fi montate ulterior. Traseele circuitelor nu reprezintă doar simple poziționări ale firelor, ci constituie o organizare complexă a acestora, care asigură atât funcționalitatea electrică optimă a ansamblului, cât și o montare ergonomică și sigură în spațiile, de cele mai multe ori restrânse și bine definite, ale utilajelor, echipamentelor electrice, panourilor de automatizare sau ale autovehiculelor.

Pentru a defini corect traseele circuitelor, proiectantul și tehnologul stabilesc încă din faza de concepție fiecare detaliu legat de configurarea cablajului, pornind de la lungimea exactă a fiecărui fir sau grup de fire, tipul și modelul de conector utilizat la capete, tipul papucilor electrici, ordinea de ieșire a firelor din ramificații și terminarea acestora în conectori multipolari, precum și poziționarea și orientarea acestora pentru o racordare ușoară, rapidă și sigură în timpul montajului final.

În timpul confecționării efective, operatorii confecționeri de cabluri și arbori de cabluri utilizează standurile de asamblare dotate cu șabloane și ghidaje, care sunt proiectate astfel încât să redea cu acuratețe traseele circuitelor stabilite prin proiectare. Aceste standuri includ plăci perforate, rigle de ghidare, cleme și opritoare reglabile, al căror scop principal este de a menține fiecare fir pe poziția corectă, conform traseului stabilit, pe întreaga lungime a cablajului, fără devieri laterale, răsuciri sau încrucișări care ar putea afecta ulterior montajul și funcționarea sistemului electric.

În cadrul acestei etape, fiecare fir este mai întâi tăiat la lungimea specificată în documentația tehnică, utilizându-se aparate de măsură milimetrice integrate în standuri sau dispozitive de măsurare separate, pentru a asigura o precizie ridicată și o uniformitate a producției. După tăiere, firele sunt dezizolate la lungimea cerută de tehnologia de sertizare, apoi la capete se montează, prin sertizare mecanică sau pneumatică, conectorii, papucii sau bornele corespunzătoare. Este deosebit de important ca fiecare conector să fie montat corect, conform specificațiilor electrice, astfel încât contactul să fie ferm, rezistent la solicitări mecanice și să asigure un transfer optim al curentului electric.

Odată ce firele au fost pregătite, acestea sunt poziționate pe șablonul standului de asamblare, fiind fixate pe traseele stabilite prin ghidaje, cleme sau bride temporare, care previn deplasarea lor în timpul operațiilor ulterioare. În această fază, operatorul trebuie să acorde o atenție deosebită ordinii de așezare a firelor, respectării codurilor de culoare prevăzute în schema electrică, dar și orientării conectorilor, astfel încât aceștia să fie poziționați exact în direcția și unghiul cerut de configurația de montaj a echipamentului final.

În cazul arborilor de cabluri complecși, care includ mai multe ramificații, traseele circuitelor sunt organizate pe zone, fiecare zonă corespunzând unui subansamblu sau unui grup de consumatori electrici, iar legăturile dintre aceste zone sunt realizate prin tuburi de protecție, tuburi corrugate, tuburi spiralate din PVC ignifugat sau materiale textile speciale, rezistente la abraziune, temperaturi ridicate și medii chimice agresive, în funcție de mediul de lucru al produsului final. De asemenea, în traseele circuitelor sunt prevăzute manșoane termocontractabile, aplicate în zonele de ramificație sau la capetele tuburilor, pentru a asigura fixarea și etanșarea firelor, precum și pentru a preveni pătrunderea impurităților, umezelii sau a altor factori care ar putea degrada în timp izolația cablurilor.

Un alt detaliu tehnic important în stabilirea traseelor circuitelor îl reprezintă respectarea razelor minime de curbură pentru cablurile și conductorii utilizați, acestea fiind prevăzute în standardele tehnice specifice fiecărui tip de conductor, astfel încât să nu fie afectată integritatea mecanică a izolației și să nu apară forțe excesive asupra conectorilor în timpul montajului și exploatării. De asemenea, traseele trebuie configurate astfel încât să permită o montare ergonomică, rapidă și fără riscuri, evitându-se pozițiile tensionate, zonele unde pot exista muchii ascuțite sau elemente care pot deteriora cablurile în timpul funcționării utilajului sau vehiculului.

La finalul procesului de confecționare, traseele circuitelor sunt verificate riguros, atât vizual, pentru conformitatea cu șablonul și schema electrică, cât și electric, prin testarea continuității fiecărui circuit, verificarea rezistenței de contact și a izolației electrice, folosindu-se echipamente specifice de testare, astfel încât să se asigure că fiecare fir este conectat corect și nu există scurtcircuite, întreruperi sau contacte imperfecte.

Prin urmare, traseele circuitelor la confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri reprezintă nu doar o organizare fizică a firelor, ci o componentă vitală a calității, siguranței și fiabilității produsului final, influențând direct performanța echipamentului electric, durata sa de viață și eficiența proceselor de montaj, exploatare și întreținere din domeniul industrial, automotive sau energetic.

2.6 Tehnici de tăiere, dezizolare, sertizare și bandajare a cablurilor și arborilor de cabluri

În procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, aplicarea corectă a tehnicilor de tăiere, dezizolare, sertizare și bandajare constituie fundamentul realizării unor produse de calitate, conforme cu standardele tehnice, care să asigure fiabilitatea și siguranța în exploatare.

Tehnica de tăiere a cablurilor reprezintă prima operație în realizarea arborilor de cabluri și presupune secționarea conductorilor la lungimea specificată în documentația tehnologică sau în desenele de execuție. Tăierea se realizează utilizând dispozitive și echipamente specializate, cum ar fi clești de tăiere cu tăiș drept, clești cu micro-racord pentru conductori subțiri sau mașini automate de tăiat cabluri, care permit ajustarea lungimii programate și tăierea rapidă și uniformă a unui volum mare de fire. Este esențial ca tăierea să fie netedă, perpendiculară pe axa conductorului, fără aplatizări sau deformări ale izolației, astfel încât să nu afecteze etanșeitatea la montarea ulterioară a conectorilor.

După tăiere, urmează **operația de dezizolare**, care constă în îndepărtarea stratului de izolație de pe capetele conductorilor, pe o lungime bine stabilită în funcție de tipul de conector, papuc sau terminal care urmează a fi montat. Dezizolarea se realizează utilizând cuțite de dezizolat manuale reglabile sau dispozitive automate de dezizolare care ajustează forța de tăiere astfel încât să îndepărteze izolația fără a secționa sau răni firele de cupru din interior. Este important ca după dezizolare conductorii să fie compacți, fără fire rupte, fără a prezenta zone aplatizate sau deformate, pentru a permite o sertizare perfectă și un contact electric optim.

Ulterior, se realizează **sertizarea**, care reprezintă procesul de fixare mecanică a conectorilor, papucilor electrici, terminalelor sau pinilor pe conductorii dezizolați, pentru a asigura continuitatea electrică și rezistența mecanică necesară în exploatare. Sertizarea se efectuează utilizând clești de sertizat manuali cu matrițe corespunzătoare fiecărui tip de conector sau cu prese de sertizat electrice sau pneumatice pentru volume mari de producție, acestea garantând o presiune constantă și un rezultat uniform. Procesul presupune introducerea conductorului dezizolat în locașul conectorului, alinierea corectă și aplicarea forței de sertizare până la formarea unei prinderi ferme, rezistente la tracțiune și vibrații. Sertizarea corectă se verifică prin teste mecanice (tragere) și teste electrice (continuitate și rezistență de contact), pentru a confirma că nu există contacte imperfecte, care pot genera încălziri locale sau defecțiuni în funcționare.

În final, **bandajarea cablurilor și arborilor de cabluri** reprezintă o etapă complexă, menită să protejeze cablajul împotriva uzurii mecanice, abraziunii, umezelii, acțiunii substanțelor chimice sau temperaturilor ridicate și să organizeze conductorii în mănunchiuri ordonate, astfel încât montajul final să fie rapid și ergonomic. Bandajarea se realizează manual sau semi-automat, utilizând bandă adezivă PVC rezistentă la temperatură, bandă textilă specială (în special pentru aplicații auto), tuburi spiralate din PVC sau poliamidă,

tuburi corrugate (copex) sau tuburi termocontractabile care, prin contractarea la căldură, asigură fixarea perfectă și protecția împotriva agenților externi. În timpul bandajării, operatorul respectă sensul de înfășurare și gradul de tensionare recomandat de tehnologia produsului, astfel încât cablurile să fie bine fixate, dar fără a deforma izolația, și să permită o flexibilitate corespunzătoare la montajul în vehicul, utilaj sau tablou electric. Fiecare dintre aceste tehnici – tăierea, dezizolarea, sertizarea și bandajarea – necesită o instruire atentă a operatorilor, utilizarea echipamentelor calibrate și verificarea periodică a sculelor, astfel încât să se respecte standardele de calitate, precum IPC/WHMA-A-620, care reglementează cerințele și criteriile de acceptare pentru cablaje și arbori de cabluri la nivel internațional. Respectarea strictă a acestor tehnici garantează realizarea unor cablaje fiabile, sigure, ergonomice și conforme din punct de vedere electric și mecanic cu cerințele de utilizare în domeniile industrial, automotive, energetic și telecomunicații.

2.7. Parametrii de sertizare (presiuni, tipuri de matrițe, verificări)

În cadrul procesului de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, operația de sertizare reprezintă una dintre etapele fundamentale, deoarece de calitatea acesteia depind în mod direct performanța electrică, rezistența mecanică și durabilitatea în exploatare a ansamblului final. Sertizarea este definită ca fiind procesul prin care terminalul, conectorul sau papucul electric este comprimat mecanic pe conductorul dezizolat, astfel încât să se realizeze o conexiune fermă, fiabilă, care să asigure o continuitate electrică optimă, cu o rezistență de contact minimă, dar și o rezistență mecanică adecvată pentru a suporta solicitările la vibrații, șocuri și tracțiuni ce pot apărea în exploatare.

Unul dintre cei mai importanți parametri tehnici în acest proces este forța sau presiunea aplicată asupra terminalului. Această presiune trebuie să fie suficient de mare pentru a provoca o deformare plastică completă a terminalului și pentru a comprima conductorii între ei până când formează o structură compactă, lipsită de spații de aer, eliminând astfel riscul apariției rezistențelor de contact ridicate care ar putea conduce la încălziri locale și deteriorări în timp. Totodată, presiunea aplicată nu trebuie să fie excesivă, deoarece o forță prea mare ar putea conduce la secționarea firelor conductorului, deteriorând grav conexiunea mecanică și reducând suprafața de contact utilă.

Valoarea forței de sertizare este stabilită în funcție de materialul conductorului, care poate fi cupru moale, cupru cositorit sau aluminiu, fiecare având proprietăți mecanice și rezistențe diferite la deformare. De asemenea, secțiunea conductorului influențează direct forța necesară, firele subțiri necesitând o forță relativ mică, iar conductorii groși, utilizați pentru alimentarea echipamentelor de putere, necesitând forțe mari, aplicate uniform, pentru a realiza compresia optimă. Totodată, geometria și tipul terminalului influențează

direct presiunea aplicată, deoarece terminalele preizolate sau cele cu profil închis necesită o compresie diferită față de papucii tubulari neizolați.

Astfel, de exemplu, pentru conductori cu secțiuni de 0,5 mm² până la 1,5 mm², utilizați frecvent în circuite de semnal și control, presează se aplică o forță de aproximativ 1,5 până la 2,5 kN. Pentru conductori de 2,5 mm² până la 6 mm², utilizați în alimentarea circuitelor medii de putere, se utilizează forțe cuprinse între 3,5 și 6 kN. În cazul papucilor tubulari de 10 mm² până la 16 mm², forța minimă de sertizare aplicată crește și poate depăși 8 kN pentru a asigura o compresie completă și uniformă. În ceea ce privește cablurile de putere cu secțiuni mari, cuprinse între 35 mm² și 95 mm², acestea necesită utilizarea unor prese hidraulice capabile să dezvolte forțe cuprinse între 30 kN și 60 kN, pentru a se obține compresia hexagonală uniformă obligatorie în aplicațiile de înaltă tensiune.

Tipurile de matrițe utilizate în procesul de sertizare sunt alese în funcție de geometria terminalului și de aplicația în care acesta va fi montat. Matrițele de tip barrel sunt utilizate pentru papucii tubulari neizolați și realizează o compresie hexagonală, ovală sau trapezoidală, în timp ce matrițele de tip closed barrel sunt dedicate terminalelor preizolate și permit realizarea unei compresii simultane atât pe conductorul dezizolat, cât și pe izolație, obținându-se astfel o fixare suplimentară care conferă rezistență la vibrații și tracțiuni. Există și matrițe cu profil dublu, care realizează sertizarea dublă, una pe conductor pentru contactul electric și una pe izolație pentru susținerea mecanică. Totodată, matrițele hexagonale sunt obligatorii în cazul papucilor tubulari mari, utilizați în alimentarea tablourilor electrice de distribuție sau a motoarelor, deoarece compresia hexagonală asigură o rezistență mecanică superioară și o conductivitate excelentă. În anumite aplicații speciale, cum sunt telecomunicațiile, se utilizează matrițe cu sertizare în puncte multiple, care permit realizarea unei compresii precise fără deteriorarea conductorilor subțiri.

Pentru a se asigura că procesul de sertizare a fost realizat corespunzător, se efectuează o serie de verificări riguroase. Prima verificare este cea vizuală, prin care operatorul inspectează sertizarea și confirmă că deformarea terminalului este centrată exact pe conductor, că nu există fisuri, tăieturi sau deformări excesive și că aripioarele terminalului preizolat sunt pliate simetric pe izolație, fără a o strivi. Ulterior, se efectuează testul de tragere, denumit pull-out test, prin care conductorul sertizat este supus unei forțe de tracțiune aplicată progresiv cu ajutorul unui dinamometru calibrat. Valorile minime acceptate sunt stabilite în standardele internaționale și variază, de exemplu pentru firele de 0,5 mm² rezistența la smulgere trebuie să fie de minimum 50 N, pentru 1 mm² minim 80 N, pentru 2,5 mm² cel puțin 150 N, iar pentru 6 mm² cel puțin 300 N. Acest test validează dacă sertizarea poate suporta solicitările mecanice din exploatare.

De asemenea, se efectuează testul electric de rezistență de contact, care măsoară rezistența de tranziție între conductor și terminal, valorile acceptate fiind de regulă sub 1 mΩ, pentru a se elimina orice pierdere de energie prin efect Joule care ar putea conduce la supraîncălzirea contactului. În procesele de auditare sau validare a noilor tehnologii, se realizează și verificarea microscopică a sertizării, prin secționarea acesteia și analiza la microscop, în vederea evaluării gradului de compactare, a distribuției uniforme a firelor în interiorul terminalului și a absenței golurilor de aer care ar putea compromite calitatea conexiunii.

În prezent, industria de cablaje utilizează prese electrice sau pneumatice programabile, dotate cu senzori de presiune și cursă, care monitorizează în timp real procesul de sertizare și întrerup automat ciclul în cazul în care parametrii ies din intervalul setat, prevenind astfel fabricarea de produse neconforme. Totodată, liniile automatizate de sertizare sunt dotate cu software de management al calității, care înregistrează datele fiecărei sertizări – cum sunt forța aplicată, cursa matriței, presiunea și timpul de compresie – asigurând astfel trasabilitatea completă a procesului, conform cerințelor stricte impuse de industria automotive și aeronautică. Astfel, controlul atent al parametrilor de sertizare, alegerea tipului corect de matriță, respectarea forțelor minime și realizarea tuturor verificărilor obligatorii garantează obținerea unor conexiuni electrice fiabile și durabile, prevenind apariția defectelor latente care ar putea conduce la avarii, întreruperi de funcționare sau pierderi financiare majore în exploatarea echipamentelor.

2.8 Legarea cablurilor – metode detaliate și importanța lor

Legarea cablurilor reprezintă una dintre operațiile fundamentale pe care trebuie să le cunoască și să le execute corect un confecționer de cabluri și arbori de cabluri, deoarece această operație are rolul principal de a asigura integritatea cablului după tăiere și de a preveni despletirea firelor componente. Atunci când un cablu metalic este tăiat la lungimea necesară pentru o anumită lucrare sau comandă, structura sa este slăbită la capete, iar toronadele se pot desface ușor dacă nu sunt legate imediat, lucru care duce la deformarea permanentă a cablului, la reducerea rezistenței sale și, implicit, la imposibilitatea utilizării în siguranță.

În practică, există mai multe metode de legare a cablurilor, iar alegerea metodei depinde de diametrul cablului, de modul de utilizare, de destinația cablului și de solicitările la care va fi supus în timpul exploatării. Una dintre cele mai frecvente și mai simple metode este legarea cu sârmă moale. Aceasta presupune utilizarea unei sârme zincate sau negre cu diametrul adecvat, care se răsucește strâns în jurul cablului, aplicându-se cel puțin două spire complete la aproximativ un diametru de capătul cablului. Legarea se execută astfel încât spirele să fie bine tensionate și să nu permită alunecarea sârmei în timpul manipulării. După realizarea spirelor, capetele

sârmei de legătură se răsucesc între ele și se presează pe suprafața cablului pentru a nu rămâne ieșite în afară, eliminând astfel riscul de accidente prin agățare sau înțepare.

O altă metodă importantă de legare, utilizată mai ales la cablurile cu diametru mic sau la cablurile electrice, este cositorirea capetelor. Prin această metodă, capătul cablului tăiat se scufundă mai întâi într-o baie de flux care curăță suprafața metalică, iar apoi într-o baie cu cositor topit, astfel încât toate sârmele sunt fixate într-o masă solidă compactă. Această metodă are avantajul că previne complet despletirea cablului, oferă un aspect neted și permite manipularea facilă fără riscuri de rănire, dar și introducerea rapidă a cablului în ocheți, manșoane sau diverse piese de montaj.

Pentru cablurile cu diametre mari, utilizate la confecționarea arborilor de cabluri pentru ridicare grea, se aplică adesea metoda legării cu manșon metalic. Aceasta presupune folosirea unui tub metalic cilindric din oțel sau alamă care se introduce pe capătul cablului și se presează cu o presă hidraulică specială, fixând toate toronadele împreună într-un ansamblu compact și rezistent. Această metodă este foarte sigură, deoarece elimină complet posibilitatea desfacerii firelor, însă necesită echipamente și unelte speciale, motiv pentru care este folosită mai ales în atelierele industriale și mai puțin în șantiere.

Există și metoda legării cu bandă metalică, utilizată în special la cablurile electrice și la cele de telecomunicații, unde legarea se face cu ajutorul unei benzi subțiri de oțel inoxidabil aplicată strâns în jurul cablului cu un dispozitiv de strângere și tăiere. Această metodă asigură o fixare rapidă și uniformă, fiind utilă atunci când se lucrează cu cabluri flexibile și lungi care trebuie legate din loc în loc pentru organizare și manipulare mai ușoară.

Indiferent de metoda de legare aleasă, această operație are o importanță majoră în asigurarea calității cablului, deoarece prin legarea corectă se menține structura inițială a toronadelor și se păstrează caracteristicile de rezistență și flexibilitate pentru care cablul a fost proiectat. Totodată, legarea contribuie la siguranța muncii, prevenind accidentele produse de sârmele ieșite care pot provoca răni grave la mâini în timpul manipulării. Prin legare se facilitează și depozitarea, deoarece cablurile legate corespunzător pot fi bobinate pe tamburi fără riscul destrămării, menținând ordinea și organizarea în depozit sau atelier.

În cadrul pregătirii profesionale, fiecare confecționer cabluri și arbori de cabluri trebuie să deprindă aceste metode, să cunoască tipurile de sârmă, benzi și manșoane utilizate, precum și modul de manipulare al uneltelor specifice. Totodată, lucrătorul trebuie să știe să verifice eficiența legării, printr-o simplă inspecție vizuală urmată de o testare ușoară a rezistenței sârmei sau a manșonului, pentru a se asigura că acestea nu alunecă și nu se desfac în timpul lucrului. Numai astfel se obține un cablu pregătit corespunzător pentru operațiile ulterioare de finisare, montare a ocheților și confecționare a arborilor de cabluri utilizați în ridicarea, ancorarea și manipularea diverselor sarcini.

2.9 Tipuri de terminale pentru arbori de cabluri

Terminalele utilizate la arborii de cabluri reprezintă elemente esențiale care permit fixarea, prinderea, ancorarea sau legarea cablurilor de diverse structuri, utilaje sau sarcini, asigurând transmiterea corectă a forței fără deteriorarea cablului. Alegerea corectă a terminalelor se face în funcție de tipul cablului, de diametrul său și de solicitările la care acesta va fi supus în timpul utilizării. În general, terminalele trebuie să fie fabricate din materiale rezistente, precum oțel carbon sau oțel aliat, și să fie omologate conform standardelor de calitate și siguranță în domeniu.

Un tip de terminal foarte des întâlnit este ochetele de cablu. Ochetele pot fi confecționate direct pe capătul cablului, prin formarea unei bucle care este protejată cu un gheboi (cămașă metalică) sau o piesă de protecție denumită gardă (thimble), peste care se aplică manșoane presate sau se leagă cu bride de cablu. Rolul ochetelor este de a preveni strivirea firelor din bucla cablului în zona de contact cu cârligele, carligele de macara, cuiele de ridicare sau cu inelele metalice, asigurând astfel o durată de viață mai mare cablului.

Un alt tip important de terminal este papucul de cablu. Papucii sunt piese metalice cilindrice care se introduc pe capătul cablului, iar apoi se presează cu o presă hidraulică pentru a fixa definitiv cablul în interior. Papucii pot fi de tip ochi, prevăzuți cu gaură pentru prindere, sau de tip furcă, care au forma literei U și se montează în special la capetele cablurilor utilizate în sisteme de întindere, precum tiranții. Papucii asigură o legătură fermă și rezistentă între cablu și elementul de prindere, eliminând riscul alunecării.

De asemenea, există și terminalele filetate, care sunt prevăzute la un capăt cu o parte tubulară unde se introduce cablul, iar la celălalt capăt cu un filet metric, permitând fixarea cablului direct în structuri metalice, piulițe sau plăci de ancorare. Aceste terminale filetate sunt utilizate frecvent la confecționarea tiranților pentru structuri metalice, construcții temporare, schele sau stâlpi de iluminat.

În categoria terminalelor se încadrează și cheile de cablu (socket-urile), care reprezintă terminale turnate sau forjate, având un interior conic unde se introduce capătul cablului după ce acesta a fost desfăcut și impregnat cu rășină specială sau zinc topit. După întărirea rășinii sau solidificarea zincului, cablul rămâne fixat în interiorul cheii, creând o legătură permanentă, cu rezistență egală cu cea a cablului. Cheile de cablu se utilizează mai ales la cablurile de ridicare grea și la cablurile portante în transportoarele pe cablu.

Un alt tip de terminal este brida de cablu, care este formată din două piese metalice în formă de U și o placă de strângere cu două piulițe. Bridele se folosesc pentru legarea capătului cablului de restul lungimii, formând astfel o buclă fără a fi necesară presarea sau sudarea. Totuși, utilizarea bridelor necesită aplicarea corectă a

unui număr suficient de bride în funcție de diametrul cablului, pentru a se asigura rezistența necesară la solicitările de lucru.

Pentru cablurile care trebuie întinse și reglate frecvent, se folosesc tensionatoarele (riglele de întindere), care sunt prevăzute cu două capete filetate în sens invers, permitând reglarea lungimii cablului prin rotirea corpului central. Acestea se montează împreună cu papuci filetați, furci sau ochiuri și sunt indispensabile la lucrările de ancorare și întindere unde lungimea cablului trebuie ajustată cu precizie.

Terminalele pot fi și de tip manșon cilindric simplu sau dublu, confecționate din aluminiu sau oțel, care se aplică pe cablul trecut printr-un ochet sau în jurul unei gărzi metalice și se presează mecanic pentru a fixa definitiv bucla formată.

Importanța cunoașterii tipurilor de terminale este majoră pentru confecționerul de cabluri și arbori de cabluri, deoarece fiecare terminal are un mod specific de montare, necesită un anumit tip de unealtă și implică respectarea strictă a instrucțiunilor tehnice. Folosirea corectă a terminalelor contribuie la siguranța lucrărilor și la asigurarea unei exploatări fără riscuri în domeniul construcțiilor, ridicărilor, transporturilor pe cablu și instalațiilor industriale.

2.10 Operația de montare a ocheților și manșoanelor

Montarea ocheților și a manșoanelor la arborii de cabluri reprezintă una dintre operațiile esențiale în activitatea confecționerului de cabluri și arbori de cabluri, deoarece prin această lucrare se realizează terminarea cablului sub formă de buclă utilă, care permite prinderea, ancorarea sau ridicarea sarcinilor în condiții de maximă siguranță. Operația presupune mai multe etape care trebuie respectate cu strictețe pentru a asigura calitatea și rezistența îmbinărilor.

În primul rând, înainte de montarea ochetelui, este necesară pregătirea capătului cablului. Această etapă constă în tăierea cablului la lungimea necesară, după care se execută legarea capătului cu sârmă moale sau bandă metalică pentru a preveni despletirea toronadelor în timpul manipulării. După legare, capătul cablului se introduce în manșonul tubular dacă este cazul, lăsând o lungime suficientă pentru formarea buclei în jurul ochetelui sau gărzii metalice.

În etapa următoare, se realizează formarea buclei. Capătul liber al cablului se îndoaie în jurul ochetelui metalic (gardă, thimble) astfel încât bucla să fie formată uniform, fără a deforma toronadele. Ochetele sunt piese metalice curbate, de diferite dimensiuni, care protejează cablul împotriva uzurii produse de cârlige, carlige de macara, cârlige de ridicare sau de inelele metalice în timpul exploatării.

După formarea buclei, capătul liber al cablului este introdus în manșonul cilindric, care poate fi confecționat din aluminiu, oțel sau cupru, în funcție de tipul cablului și de sarcina maximă admisă. Manșonul se poziționează corect astfel încât să cuprindă atât partea activă a cablului, cât și capătul liber, pe o lungime care să asigure o fixare solidă. În unele cazuri, dacă lungimea capătului liber permite, se pot monta două manșoane pentru o rezistență suplimentară.

Etapa finală constă în presarea manșonului. Presarea se efectuează cu ajutorul unei prese hidraulice manuale sau acționate electric, dotată cu bacuri speciale pentru diametrul și tipul de manșon utilizat. Presarea trebuie realizată gradual, aplicând o forță constantă și uniformă pe întreaga lungime a manșonului, pentru a evita zdrobirea sau tăierea firelor cablului. În cazul manșoanelor lungi, presarea se execută în mai multe puncte succesive, pornind dintr-un capăt și avansând către celălalt, fără a lăsa spații nepresate între zonele de strângere.

După terminarea presării, este obligatorie verificarea ochetelui și a manșonului. Se controlează vizual dacă bucla este formată simetric, dacă ochetul este așezat corect în interiorul buclei și dacă manșonul nu prezintă crăpături sau deformări anormale. Totodată, se verifică printr-o probă ușoară de tracțiune dacă îmbinarea este solidă și nu există alunecări între cablu și manșon.

În unele cazuri, mai ales atunci când nu se folosește manșonul presat, fixarea ochetelor se poate realiza cu ajutorul bridelor de cablu. În această metodă, după formarea buclei în jurul ochetelui, capătul cablului se leagă de cablul activ folosind un număr corespunzător de bride, care se montează la distanțe egale între ele, strângându-se alternativ piulițele de pe fiecare parte pentru o distribuție uniformă a presiunii. Numărul minim de bride utilizate se stabilește în funcție de diametrul cablului, conform normativelor tehnice în vigoare.

Importanța montării corecte a ocheților și manșoanelor este foarte mare, deoarece o buclă confecționată defectuos poate duce la alunecarea cablului din manșon sau la ruperea firelor, ceea ce produce accidente grave și deteriorarea iremediabilă a echipamentelor. De aceea, confecționerul de cabluri trebuie să respecte cu strictețe instrucțiunile tehnice de lucru, să utilizeze uneltele adecvate și să efectueze verificări atente după fiecare montaj.

În concluzie, operația de montare a ocheților și manșoanelor constituie o activitate de mare responsabilitate în confecționarea arborilor de cabluri, contribuind direct la siguranța exploatării în șantiere, la macarale, instalații de ridicat, ancorări sau tiranți pentru structuri metalice, fiind o lucrare ce trebuie realizată cu profesionalism și atenție maximă la detalii.

2.11. Închiderea şi finisarea cablurilor / arborilor de cablu

Închiderea cablurilor reprezintă o etapă extrem de importantă în procesul de confecționare și pregătire a cablurilor pentru utilizare, depozitare sau transport, fiind realizată în mod obligatoriu pentru a preveni despletirea sârmelor componente. Prin această operație se asigură menținerea structurii cablului exact așa cum a fost el fabricat, întrucât un cablu care nu are capetele închise corespunzător își poate pierde rapid proprietățile mecanice, deoarece sârmele interioare se desfac și se deplasează din locurile lor inițiale. În momentul în care se realizează tăierea unui cablu la lungimea dorită, capetele sale trebuie imediat închise pentru a preveni desfășurarea acestuia. Închiderea se poate face prin mai multe metode, dintre care cele mai utilizate sunt legarea capetelor cu sârmă moale, aplicarea unor bucșe sau manșoane de protecție, sudarea sau cositorirea capetelor, în funcție de tipul și destinația cablului.

Pentru cablurile cu diametre mari, închiderea se realizează în general prin legare cu sârmă moale zincată sau neagră, bine strânsă, aplicată în două-trei spire, astfel încât sârmele componente să rămână perfect fixe pe toată perioada manipulării, depozitării sau montării ulterioare. În cazul cablurilor de dimensiuni mici, în special la cele folosite în confecționarea arborilor de cabluri sau la cablurile flexibile, se preferă cositorirea capetelor, deoarece această metodă asigură o fixare compactă, iar capătul cablului nu mai zgârie, nu se destramă și permite introducerea lui prin orificii și guri de trecere fără a agăța firele individuale. Totodată, există situații în care capetele cablurilor se sudează, însă această metodă se utilizează mai rar deoarece necesită echipamente speciale și personal calificat, iar sudura poate afecta rezistența sârmelor dacă nu este executată corect.

Finisarea cablurilor reprezintă totalitatea operațiilor efectuate la finalul procesului tehnologic de confecționare, având ca scop obținerea unui produs finit de calitate superioară, ușor de utilizat și cu aspect corespunzător cerințelor. În cadrul finisării, cablurile sunt mai întâi curățate cu atenție pentru a îndepărta eventualele impurități, grăsimi, praf, pilitură de oțel sau resturi de lubrifianți utilizați în procesul de împletire. Ulterior, capetele sunt verificate vizual pentru a se observa dacă închiderea a fost realizată corect și dacă nu există sârme rupte, ieșite în afara structurii cablului sau deformate în timpul manipulării. În cazul constatării unor defecte, acestea se remediază imediat prin tăierea porțiunii afectate și reluarea procesului de închidere și finisare.

Un alt aspect important în etapa de finisare este aplicarea stratului de lubrifiant protector, acolo unde este necesar, în special la cablurile metalice utilizate în exterior sau în medii umede, pentru a preveni coroziunea și degradarea prematură. După aplicarea acestui lubrifiant, cablurile se marchează și se etichetează corespunzător, fiind obligatorie înscrierea pe etichete a tipului de cablu, a diametrului, a lungimii, a datei fabricației și a producătorului, astfel încât la locul de utilizare să existe toate datele necesare montării și exploatării în siguranță.

La confecționer cabluri și arbori de cabluri, închiderea și finisarea cablurilor sunt etape finale care necesită multă atenție, experiență și respectarea strictă a normelor tehnice. După ce cablul a fost măsurat conform comenzii și tăiat la lungimea dorită cu ajutorul foarfecelor de cabluri sau al polizoarelor echipate cu discuri speciale, capătul său este imediat legat cu sârmă moale pentru a nu se desface. Operația se realizează cu fermitate, dar fără a deteriora firele exterioare, fiind important ca strângerea să fie uniformă și suficient de puternică. După închiderea capetelor, cablul este curățat, verificat vizual pe toată lungimea, iar în cazul în care urmează să fie folosit la confecționarea arborilor de cabluri, acesta este pregătit pentru montarea terminalelor, a ocheților, a manșoanelor și a altor elemente de prindere conform proiectului tehnologic.
Prin închiderea și finisarea corespunzătoare a cablurilor se asigură nu doar aspectul estetic și organizarea produsului finit, ci mai ales siguranța în utilizare, prevenirea accidentelor de muncă prin înțepare sau agățare și prelungirea duratei de exploatare, fiind considerate operații indispensabile în activitatea oricărui confecționer profesionist din domeniu.

2.12 Fixarea treselor metalice în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

Fixarea treselor metalice în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri este o etapă esențială ce contribuie la protejarea cablurilor împotriva solicitărilor mecanice și a interferențelor electromagnetice.Tresorile metalice au rolul de a întări cablul, oferindu-i rezistență suplimentară la tracțiune, torsiune și abraziune, precum și de a asigura un ecranaj eficient împotriva perturbațiilor electromagnetice externe care pot afecta semnalul transmis prin cablu. Procesul începe cu pregătirea cablului, care trebuie să fie curat și bine poziționat pentru a facilita aplicarea treselor. Tresorile metalice, realizate de obicei din fire subțiri de cupru sau oțel, sunt înfășurate uniform și strâns pe învelișul cablului, astfel încât să acopere complet suprafața fără a lăsa goluri sau suprapuneri excesive. Această operațiune necesită o atenție deosebită pentru a evita tensionarea prea mare a treselor, care ar putea deteriora izolarea cablului, dar și pentru a preveni o fixare prea lejeră, care ar slăbi protecția oferită. Fixarea propriu-zisă a treselor se realizează prin diverse metode, în funcție de tipul cablului și de specificațiile tehnice, precum presare mecanică, cosire cu sârmă specială sau legare cu benzi metalice. Este important ca aceste metode să asigure o fixare stabilă și durabilă, care să reziste în timp la condițiile de exploatare și la eventuale solicitări mecanice. După aplicarea și fixarea treselor metalice, cablul este supus unor verificări riguroase pentru a confirma integritatea izolației și continuitatea electrică a ecranajului. Controlul calității include inspectarea vizuală a uniformității treselor, testarea rezistenței mecanice și măsurarea parametrilor electrici specifici, pentru a garanta că protecția oferită este conformă cu standardele impuse. O fixare corectă a treselor metalice în cadrul procesului de confecționare asigură astfel o durabilitate

crescută a cablurilor și arborilor de cablu, precum și performanțe optime în condiții de exploatare diverse, contribuind la funcționarea sigură și eficientă a sistemelor electrice sau de telecomunicații în care sunt utilizate. Abilitatea de a utiliza tehnicile corecte de fixare a treselor metalice pe adaptoare este esențială pentru realizarea unor conexiuni durabile și sigure în confecționarea cablurilor și arborilor de cablu. Aceasta presupune cunoașterea tipurilor de adaptoare și a caracteristicilor treselor metalice, precum și alegerea și folosirea corectă a sculelor mecanice sau termice potrivite pentru fiecare caz în parte.

Fixarea treselor metalice se poate face prin metode mecanice, cum ar fi presarea sau cosirea, care implică utilizarea unor unelte speciale, cum ar fi prese hidraulice, clești de cosit sau mașini de înfășurat și fixat sârme. Aceste scule asigură o fixare fermă, uniformă și rezistentă a treselor pe adaptor, prevenind deplasarea sau desprinderea în timpul exploatării. Este important ca operatorul să știe să regleze corect forța aplicată pentru a evita deteriorarea atât a treselor, cât și a adaptorului.

În cazul tehnicilor termice, fixarea se realizează prin încălzirea unor materiale speciale (de exemplu tuburi termocontractabile sau bandaje termoadezive) care, prin contracție și aderență, asigură fixarea treselor metalice pe adaptor și etanșeitatea conexiunii. Utilizarea sculelor termice, precum pistoale cu aer cald sau echipamente de încălzire controlată, necesită atenție și experiență pentru a aplica temperatura corectă și pentru a nu deteriora componentele.

Dezvoltarea acestei abilități implică instruire practică, cunoașterea procedurilor tehnice și respectarea normelor de siguranță. Un operator competent poate astfel să aleagă și să aplice metoda optimă de fixare în funcție de tipul de adaptor și de condițiile de utilizare, garantând calitatea și durabilitatea ansamblului final.

2.13 Verificarea calității arborilor de cabluri înainte de utilizare

Verificarea calității arborilor de cabluri reprezintă o etapă esențială înainte de începerea oricărei operațiuni de ridicare, manipulare sau ancorare a sarcinilor. Această verificare are rolul de a preveni accidentele de muncă, avariile echipamentelor și întreruperile costisitoare ale activității.

În primul rând, se efectuează o inspecție vizuală generală a cablului pe toată lungimea sa. Operatorul sau persoana desemnată pentru verificare trebuie să întindă complet cablul, astfel încât să poată observa eventualele defecte. Se verifică integritatea firelor componente, pentru a identifica posibile rupturi, ciupituri, deformări, aplatizări sau uzuri excesive. Dacă se constată existența unor fire rupte grupate într-o zonă restrânsă sau distribuite pe o lungime scurtă, acestea pot compromite rezistența cablului. Standardele tehnice prevăd un număr maxim admisibil de fire rupte, iar depășirea acestuia impune scoaterea imediată din uz a cablului respectiv.

De asemenea, se verifică gradul de uzură mecanică apărută prin abraziune sau frecare repetată. Aceasta poate duce la reducerea diametrului nominal al cablului. Un cablu cu diametrul redus sub limita minimă admisă conform fișei tehnice nu va mai avea capacitatea de lucru pentru care a fost proiectat și poate ceda în timpul utilizării.

Un alt aspect important este verificarea stării capetelor de prindere. Dacă arborele de cablu este prevăzut cu mansoane presate sau coliere de fixare, acestea trebuie inspectate cu atenție pentru a se asigura că nu prezintă fisuri, deformări, crăpături sau urme de alunecare a cablului în interiorul lor. Integritatea sertizării asigură transmiterea corectă a sarcinii fără riscul de desprindere.

Totodată, ochiurile cablurilor trebuie examinate atent. Acestea trebuie să fie bine formate, fără desfaceri, fără deformări sau gâturi strânse care pot afecta rezistența totală. Dacă există accesorii atașate cablului, cum sunt inelele, cârligele, carabinierele sau cuplele de lanț, ele se verifică individual pentru a confirma că nu prezintă fisuri, crăpături, deformări vizibile sau mecanisme de închidere defecte.

Un aspect care nu trebuie neglijat este prezența coroziunii. Operatorul trebuie să observe dacă există rugină superficială sau coroziune profundă. Rugina superficială se îndepărtează cu perii de sârmă pentru o inspecție corectă, însă dacă se constată coroziune avansată, cablul va fi scos din uz deoarece firele ruginite își pierd caracteristicile mecanice și devin casante.

La finalul inspecției fizice, este obligatorie verificarea documentației tehnice a cablului. Arborele de cabluri trebuie să fie însoțit de certificatul de conformitate, declarația de calitate a producătorului și de marcajele care atestă sarcina maximă de lucru admisă (WLL – Working Load Limit). Lipsa acestor documente implică interzicerea utilizării, deoarece nu există garanția calității și a siguranței.

În concluzie, înainte de utilizare, se verifică întotdeauna dacă tipul de cablu este corespunzător pentru operațiunea planificată. Aceasta presupune să fie potrivit ca lungime, diametru, tip de construcție și capacitate de ridicare în raport cu sarcina reală și cu unghiurile de lucru. Utilizarea unui arbore de cablu necorespunzător poate genera supraîncărcări sau solicitări neuniforme, crescând riscul de accident.

2.14 Asigurarea împotriva FOD (Foreign Object Damage)

Asigurarea împotriva FOD (Foreign Object Damage) în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri reprezintă o măsură esențială pentru prevenirea deteriorărilor cauzate de prezența obiectelor străine în timpul manipulării, transportului și montajului cablurilor. Aceste obiecte pot include resturi metalice, praf, mici pietre sau alte particule care, dacă pătrund în structura cablului sau în zonele de conexiune, pot compromite integritatea mecanică sau funcțională a acestuia. Pentru a preveni astfel de probleme, se aplică o

serie de proceduri stricte și măsuri de protecție pe tot parcursul procesului de confecționare. În primul rând, spațiile de lucru trebuie să fie curate și bine organizate, cu o atenție deosebită acordată menținerii ordinii și eliminării oricăror materiale reziduale sau resturi. Cablurile și arborii de cablu sunt protejați prin utilizarea unor capace speciale, tuburi de protecție sau învelișuri temporare care împiedică pătrunderea particulelor străine în zonele sensibile, cum ar fi capetele cablurilor sau punctele de conectare. De asemenea, manipularea cablurilor se face cu atenție, evitând contactul cu suprafețe rugoase sau cu echipamente care pot genera detritus. În timpul montajului adaptoarelor și fixării componentelor, operatorii sunt instruiți să verifice constant zona de lucru pentru a elimina orice potențial contaminant. O altă măsură importantă este verificarea și curățarea minuțioasă a cablurilor înainte de orice operațiune de sudură, presare sau conectare, pentru a garanta o suprafață perfect curată și pregătită. În plus, utilizarea unor instrumente și unelte specializate, calibrate și întreținute corespunzător, reduce riscul introducerii de obiecte străine în cabluri. Toate aceste măsuri sunt însoțite de o monitorizare continuă și de respectarea strictă a procedurilor de calitate, care includ inspecții vizuale și teste funcționale pentru a detecta eventualele deteriorări provocate de FOD. Prin aplicarea riguroasă a acestor practici, se asigură o protecție eficientă împotriva daunelor cauzate de obiectele străine, contribuind astfel la creșterea fiabilității și durabilității cablurilor și arborilor de cablu, precum și la siguranța și performanța sistemelor în care acestea sunt utilizate.

Cerințele de protecție împotriva FOD (Foreign Object Damage) în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri se referă la măsurile și practici necesare pentru a preveni pătrunderea și acumularea de obiecte străine sau contaminanți care pot deteriora cablurile sau echipamentele. Printre principalele cerințe se numără:

1. Menținerea curățeniei în zona de lucru — spațiul în care se manipulează și se asamblează cablurile trebuie să fie bine organizat și curat, fără resturi, praf sau alte particule care pot pătrunde în cabluri.
2. Utilizarea protecțiilor temporare — capace, tuburi sau garnituri speciale care să sigileze capetele cablurilor și zonele de conexiune pe durata procesului de confecționare și până la montajul final, împiedicând astfel pătrunderea obiectelor străine.
3. Manipulare atentă și corectă — personalul trebuie să manevreze cablurile și adaptoarele cu grijă, evitând contactul cu suprafețe murdare, aspre sau care pot elibera resturi.
4. Curățarea și verificarea cablurilor înainte de asamblare — orice impuritate, praf sau particule trebuie îndepărtate înainte de montarea adaptoarelor sau fixarea componentelor.
5. Utilizarea uneltelor adecvate și bine întreținute — scule calibrate și curate, care să nu introducă contaminanți sau să deterioreze componentele.

6. Inspecții și teste regulate — verificarea continuă a integrității cablurilor și a conexiunilor pentru a detecta eventualele deteriorări sau contaminări cauzate de FOD.

Respectarea acestor cerințe asigură protecția cablurilor și a sistemelor în care sunt integrate, prevenind defectele tehnice și prelungind durata de viață a echipamentelor. Dacă vrei, pot detalia fiecare cerință sau pot oferi exemple practice pentru implementarea lor.

2.15 Fixarea polarizării conectorilor și strângerea adaptorilor cu cuplu controlat

Fixarea polarizării conectorilor și strângerea adaptorilor cu cuplu controlat reprezintă două procese fundamentale și complementare în cadrul confecționării cablurilor și arborilor de cabluri, care influențează direct calitatea, siguranța și durabilitatea conexiunilor electrice. Aceste operațiuni, realizate cu precizie și atenție la detalii, asigură funcționarea corectă a instalațiilor electrice, prevenind defectele ce pot apărea în exploatare, cauzate de conexiuni greșite, slăbiri mecanice sau deteriorări ale componentelor.

2.15.1 Rolul fixării polarizării conectorilor

În procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, fixarea corectă a polarizării conectorilor reprezintă un aspect esențial pentru asigurarea funcționării corespunzătoare a circuitelor electrice și electronice în ansamblul final. Polarizarea conectorilor se referă la orientarea specifică a acestora, determinată de forma geometrică și de sistemele de ghidare și blocare integrate în construcția lor, astfel încât să fie posibilă doar o singură modalitate de cuplare între conectorul mamă și conectorul tată, eliminând complet riscul de conectare greșită.

Rolul principal al fixării polarizării este acela de a preveni inversarea legăturilor electrice între conductori, care ar putea conduce la defectarea componentelor electronice alimentate, la apariția scurtcircuitelor periculoase sau la funcționarea defectuoasă a sistemelor controlate de acestea. Spre exemplu, într-un cablaj auto sau industrial, conectarea inversată a unei mufe care conține alimentarea electrică și semnalele de comandă către un actuator, senzor sau modul electronic poate determina arderea instantanee a componentelor interne, pierderea garanției echipamentului și, în cazuri extreme, declanșarea unor incidente de siguranță cu efecte grave asupra integrității instalației sau a operatorilor.

În plus, fixarea polarizării contribuie la creșterea eficienței procesului de asamblare, întrucât operatorul care realizează montajul arborilor de cabluri în echipamente industriale, în autovehicule sau în panouri de comandă nu mai este nevoit să verifice suplimentar schema de conexiuni pentru a identifica orientarea corectă a fiecărei

mufe. Polarizarea mecanică ghidează automat procesul de conectare, reducând timpul de montaj, eliminând erorile umane și contribuind la creșterea productivității și calității finale.

Din punct de vedere constructiv, conectorii sunt proiectați cu elemente de polarizare precum chei mecanice, șanfrenuri, aripioare de ghidare, pini lipsă în anumite locații (keying) sau forme asimetrice, astfel încât să fie imposibilă conectarea inversă. În cazul conectorilor cu mai multe rânduri de pini, fixarea polarizării devine cu atât mai importantă, deoarece aceștia pot fi montați greșit pe lateral sau rotați la 180°, iar un astfel de montaj eronat ar afecta simultan toate circuitele conectate prin acel conector. Totodată, în confecționarea arborilor de cabluri, fixarea polarizării este asigurată prin respectarea orientării terminalelor în carcasele conectorilor în timpul sertizării și prin utilizarea sculelor și a șabloanelor dedicate pentru inserarea pinilor în pozițiile corecte, conform desenelor de asamblare.

Un alt rol tehnic esențial al polarizării este acela de a contribui la protecția mediului de contact electric împotriva vibrațiilor, șocurilor mecanice și tracțiunilor accidentale, deoarece mulți conectori prevăzuți cu polarizare dispun și de sisteme suplimentare de blocare (lock) integrate în aceleași elemente de polarizare, garantând astfel cuplarea fermă și eliminând riscul de deconectare accidentală în timpul exploatării echipamentului.

De asemenea, polarizarea facilitează și inspecția vizuală finală în etapa de control calitate, deoarece orientarea conectorilor poate fi verificată rapid, asigurându-se că arborii de cabluri sunt conformi înainte de a fi expediați către client sau montați pe linia de producție finală.

Prin urmare, fixarea corectă a polarizării conectorilor în timpul procesului de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri reprezintă o cerință tehnologică obligatorie care contribuie decisiv la siguranța în funcționare, la fiabilitatea instalațiilor electrice, la protejarea componentelor electronice sensibile și la optimizarea procesului de producție prin reducerea timpilor de montaj și a riscurilor de eroare umană.

2.15.2 Importanța strângerii adaptorilor cu cuplu controlat

În cadrul procesului de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, strângerea adaptorilor cu cuplu controlat reprezintă o etapă critică, deoarece de calitatea și corectitudinea acestei operații depind siguranța, fiabilitatea și durabilitatea conexiunilor electrice și mecanice în timpul exploatării echipamentelor. Adaptorii sunt componente care asigură tranziția între cabluri și diverse subansambluri, conectori sau carcase de ecranare și care, în majoritatea cazurilor, implică strângeri filetate pentru a realiza o fixare fermă și o continuitate electrică eficientă între elemente.

Importanța aplicării unui cuplu controlat în strângerea adaptorilor derivă, în primul rând, din necesitatea asigurării unei presiuni de contact constante între suprafețele implicate, astfel încât să se obțină o rezistență mecanică adecvată la vibrații, șocuri și tracțiuni, fără riscul de desfacere în timpul funcționării. În cazul în care cuplul aplicat este prea mic, strângerea nu este suficientă pentru a asigura blocarea filetului, iar adaptorul se poate slăbi progresiv sub acțiunea vibrațiilor sau mișcărilor repetate, conducând la pierderea conexiunii electrice sau chiar la deconectarea totală a cablului din ansamblu. Pe de altă parte, aplicarea unui cuplu prea mare poate determina deteriorarea mecanică a adaptorului, deformarea pieselor filetate, fisurarea corpului adaptorului sau chiar ruperea acestuia, în special dacă materialul este un aliaj ușor de aluminiu sau oțel inoxidabil subțiat.

Totodată, strângerea cu cuplu controlat este esențială pentru asigurarea etanșeității în cazul adaptorilor utilizați în medii expuse la praf, umiditate, ploaie, noroi, medii saline sau agenți corozivi, cum sunt instalațiile auto, feroviare, navale sau industriale în care cablurile sunt expuse direct factorilor de mediu. În astfel de aplicații, adaptorii asigură și continuitatea ecranării electromagnetice între conector și carcasa echipamentului, iar un cuplu prea mic ar putea conduce la pierderea contactului de ecranare, generând astfel probleme de compatibilitate electromagnetică și interferențe radio sau electrice, în timp ce un cuplu excesiv ar putea distruge garniturile de etanșare, compromițând protecția IP.

Aplicarea cuplului controlat se realizează utilizând chei dinamometrice calibrate, care permit setarea exactă a valorii cuplului recomandat de producătorul adaptorului și care indică operatorului momentul în care strângerea a atins valoarea optimă. Valoarea cuplului este stabilită în funcție de materialul adaptorului, pasul și diametrul filetului, tipul garniturilor de etanșare utilizate și aplicația finală. Spre exemplu, pentru adaptoarele de dimensiuni mici M8-M12 utilizate în cablaje de semnal și control, cuplurile recomandate sunt cuprinse între 0,8 Nm și 2 Nm, în timp ce pentru adaptoarele M16-M20 folosite în cabluri de alimentare se aplică valori între 2,5 Nm și 5 Nm. Pentru adaptoarele de dimensiuni mari, de tip heavy-duty, cu filet M25-M40, cuplurile pot depăși 8-10 Nm, fiind necesară aplicarea lor cu scule dinamometrice potrivite pentru a evita deteriorarea filetelor.

Un alt aspect important este verificarea periodică a preciziei cheilor dinamometrice utilizate în proces, întrucât o sculă decalibrată poate duce la aplicarea unor valori incorecte de cuplu, cu aceleași consecințe negative asupra siguranței și calității finale. Din acest motiv, toate cheile dinamometrice utilizate în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri trebuie să fie verificate și calibrate la intervale regulate, stabilite în funcție de numărul de utilizări sau de politica de mentenanță preventivă a fiecărei companii.

De asemenea, aplicarea cuplului corect în etapa de strângere a adaptorilor contribuie la standardizarea calității produsului finit și la respectarea cerințelor clienților finali, în special în industria automotive, feroviară și

aeronautică, unde specificațiile tehnice impun valori exacte de cuplu pentru fiecare tip de adaptor utilizat, aceste valori fiind consemnate în documentele de producție și verificate în cadrul auditărilor interne și externe. În concluzie, importanța aplicării unui cuplu controlat la strângerea adaptorilor în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri rezidă în garantarea siguranței în exploatare, în menținerea etanșeității și continuității ecranării electromagnetice, în prevenirea deteriorării mecanice a componentelor și în asigurarea conformității cu standardele de calitate impuse de industria modernă.

2.15.3 Procedura corectă de montaj în etapa de fixare a polarizării conectorilor

Procedura corectă de montaj în etapa de fixare a polarizării conectorilor începe prin identificarea clară a tipului de conector utilizat, a codului său specific și a orientării impuse de producător, conform desenului de cablaj sau documentației tehnice. Operatorul trebuie să inspecteze vizual conectorul înainte de montaj, verificând integritatea acestuia, prezența elementelor de polarizare mecanică, lipsa oricărei deteriorări, fisuri sau deformări ale componentelor și corectitudinea terminalelor deja sertizate în contactele corespunzătoare.
Ulterior, în timpul operației de inserare a pinilor sau terminalelor în carcasa conectorului, este esențial ca aceștia să fie introduși exact în locațiile prevăzute de schema de asamblare, respectând polaritatea și poziția fiecărui contact. Inserarea se efectuează utilizând scule dedicate de tip inserator sau extractor, pentru a evita deteriorarea contactelor sau a carcasei conectorului. Operatorul trebuie să aplice o forță constantă și controlată până când aude sau simte clicul specific de blocare a terminalului în interiorul carcasei, indicând că acesta este fixat ferm și că nu există riscul de extragere accidentală în timpul cuplării.
După finalizarea inserării tuturor terminalelor, este obligatorie o inspecție vizuală și, dacă este cazul, o verificare tactilă pentru a confirma că fiecare pin este la nivelul corect, nu este împins incomplet și că nu există terminale rotite sau montate invers, ceea ce ar compromite polarizarea și funcționarea circuitului. Conectorul complet asamblat se etichetează conform procedurilor interne, indicându-se data, operatorul și codul lotului de cabluri.
În continuarea procesului, procedura corectă de strângere a adaptorilor cu cuplu controlat presupune pregătirea prealabilă a pieselor, curățarea filetelor de eventuale impurități și aplicarea lubrifiantului sau a soluției de blocare a filetului (dacă este prevăzută în fișa tehnologică). Operatorul selectează cheia dinamometrică adecvată, verificând înaintea utilizării dacă aceasta este calibrată și setată la valoarea exactă de cuplu indicată în documentația tehnică pentru tipul de adaptor utilizat.
În timpul strângerii, operatorul trebuie să poziționeze cheia dinamometrică perpendicular pe axul adaptorului, aplicând o mișcare continuă, controlată, fără smucituri, până în momentul în care cheia semnalizează atingerea

valorii setate de cuplu, fie printr-un clic mecanic, fie prin indicatorul digital, în funcție de modelul cheii. Este interzisă continuarea strângerii după acest semnal, întrucât ar putea conduce la aplicarea unui cuplu mai mare decât cel specificat, cu riscul deteriorării adaptorului sau al filetelor asociate.

După strângere, se efectuează o verificare vizuală pentru confirmarea alinierii corecte a adaptorului față de ansamblu, respectiv pentru verificarea poziționării garniturilor de etanșare, astfel încât să fie asigurată protecția IP solicitată de aplicația respectivă. În cazul în care procedura internă o prevede, se marchează adaptorul strâns cu vopsea de control (torque seal) pentru a indica finalizarea strângerii cu cuplu controlat și pentru a permite identificarea rapidă a eventualelor deșurubări ulterioare în timpul exploatării.

Este important de menționat că aceste proceduri se execută într-o ordine strictă, fără a fi omisă vreo etapă, iar operatorii trebuie să fie instruiți corespunzător, astfel încât să cunoască nu doar succesiunea operațiilor, ci și riscurile asociate unei fixări incorecte a polarizării conectorilor sau unei strângeri cu cuplu necorespunzător al adaptorilor, care pot conduce la defectarea cablurilor și a echipamentelor conectate, generând pagube materiale și posibile incidente de siguranță.

În concluzie, respectarea procedurii corecte de montaj în aceste etape, utilizând scule adecvate și cupluri controlate, reprezintă un factor determinant în asigurarea calității, siguranței și fiabilității produselor finite, contribuind decisiv la satisfacerea cerințelor tehnice ale clienților și la menținerea standardelor ridicate de producție în industria confecționării cablurilor și arborilor de cabluri.

2.15.4 Beneficiile respectării acestor operațiuni

Respectarea riguroasă a fixării polarizării și a strângerii cu cuplu controlat aduce multiple beneficii: elimină erorile de conectare, previne avariile echipamentelor, asigură stabilitatea mecanică a îmbinărilor și menține etanșeitatea împotriva factorilor externi, cum ar fi umezeala și praful. Acest lucru se traduce în reducerea costurilor de întreținere și reparații, creșterea duratei de viață a cablurilor și arborilor de cabluri și, nu în ultimul rând, sporirea siguranței operatorilor și a echipamentelor pe toată durata de funcționare.

În concluzie, fixarea corectă a polarizării conectorilor și strângerea adaptorilor cu cuplu controlat sunt operațiuni indispensabile în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri. Acestea asigură conexiuni electrice sigure, durabile și conforme cu cerințele tehnice, contribuind semnificativ la funcționarea eficientă și sigură a instalațiilor electrice în diverse domenii de aplicare.

2.16 Modul de realizare a polarizării conectorilor și abilitatea de a monta adaptorii

Modul de realizare a polarizării conectorilor și abilitatea de a monta adaptorii folosind chei cu cuplu reglabil și truse de ghidaje reprezintă etape esențiale, complexe și interdependente în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri. Aceste operațiuni sunt fundamentale pentru asigurarea unor conexiuni electrice fiabile, sigure și durabile, care să respecte toate cerințele tehnice și standardele de calitate impuse în domeniul instalațiilor electrice.

2.16.1 Realizarea polarizării conectorilor

În procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, realizarea polarizării conectorilor reprezintă o etapă esențială care asigură conectarea corectă și sigură a circuitelor electrice, prevenind inversarea accidentală a contactelor sau deteriorarea componentelor conectate. Polarizarea conectorilor este realizată încă din faza de proiectare a cablului și presupune stabilirea unei orientări precise și unice de montaj, care să nu permită cuplarea greșită a conectorilor mamă și tată.

Pentru a realiza corect polarizarea conectorilor în timpul procesului de asamblare, operatorul începe prin identificarea clară a tipului de conector utilizat și a sistemului său de polarizare mecanică, specificat în desenul de asamblare sau în documentația tehnologică. Conectorii sunt proiectați cu diferite soluții de polarizare, precum: forme asimetrice ale carcasei, chei mecanice interne sau externe, pini lipsă în locații controlate (keying), aripioare de ghidare sau sisteme de blocare integrate, astfel încât montajul să fie posibil doar într-o singură poziție corectă.

În etapa de montaj, operatorul verifică vizual integritatea sistemelor de polarizare și curățenia carcasei conectorului, eliminând eventualele impurități care ar putea împiedica inserarea corectă a terminalelor sau cuplarea finală. Apoi, fiecare terminal este introdus în locația indicată de schema electrică și de desenul de cablaj, utilizând scule dedicate de inserare, care previn deteriorarea contactelor și asigură aplicarea forței corespunzătoare. Inserarea corectă a terminalului este confirmată prin clicul mecanic specific, indicând blocarea fermă a acestuia în carcasa conectorului.

Realizarea polarizării presupune, totodată, respectarea strictă a poziției fiecărui contact în raport cu elementele de chei mecanice ale conectorului. În cazul în care un terminal este introdus greșit sau rotit, polarizarea va fi compromisă, ceea ce va face imposibilă cuplarea conectorului la echipamentul destinat sau, în cazuri grave, poate permite conectarea greșită, generând scurtcircuite, inversarea alimentării, arderea componentelor electronice sau defectarea sistemului.

După ce toți terminalii au fost inserați conform schemei, operatorul efectuează o verificare vizuală atentă, inspectând alinierea pinilor și integritatea carcasei, urmată, dacă procedura internă o impune, de o testare tactilă sau cu scule speciale de verificare a inserării. În unele procese, se utilizează șabloane sau dispozitive de control care simulează conectorul partener, verificând astfel polarizarea corectă înainte de expedierea cablului către linia de montaj final.

Realizarea polarizării corecte contribuie semnificativ la optimizarea procesului de montaj final, deoarece operatorul de pe linia de producție nu mai este nevoit să verifice suplimentar orientarea fiecărui conector, cuplarea fiind automată și unică datorită polarizării mecanice. Aceasta reduce semnificativ timpii de asamblare și elimină riscul de eroare umană, contribuind la menținerea standardelor de calitate și la asigurarea siguranței funcționale a întregului sistem electric.

Totodată, realizarea corectă a polarizării este extrem de importantă și din punct de vedere al compatibilității electromagnetice, întrucât multe dintre sistemele de polarizare includ și elemente de contact pentru continuitatea ecranării între conector și carcasa echipamentului. O inserare greșită sau incompletă poate determina pierderea protecției electromagnetice, conducând la interferențe radio și la degradarea performanțelor circuitelor conectate.

În concluzie, realizarea polarizării conectorilor în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri este o etapă tehnologică obligatorie, care presupune respectarea strictă a schemelor de montaj, utilizarea sculelor dedicate, verificarea permanentă a corectitudinii inserării și asigurarea integrității sistemelor de polarizare, toate acestea contribuind decisiv la calitatea, siguranța și fiabilitatea produsului finit.

2.16.2 Abilitatea de a monta adaptorii cu chei cu cuplu reglabil

În cadrul meseriei de confectioner cabluri și arbori de cabluri, abilitatea de a monta adaptorii utilizând chei cu cuplu reglabil reprezintă o competență tehnică fundamentală, care asigură respectarea standardelor de calitate, siguranță și fiabilitate ale produsului final. Această abilitate presupune, în primul rând, cunoașterea completă a principiului de funcționare al cheilor dinamometrice, a modului lor de setare și a utilizării corecte în funcție de tipul de adaptor, de materialul acestuia și de specificațiile tehnice impuse de client sau de standardele interne.

Operatorul trebuie să fie instruit în identificarea tipului de adaptor care urmează a fi montat, citind cu atenție fișa tehnologică, unde sunt specificate valorile exacte ale cuplului de strângere, exprimate în Newton-metru (Nm). Înainte de utilizarea cheii dinamometrice, confectionerul verifică dacă scula este calibrată corespunzător, conform procedurilor interne de mentenanță, pentru a se asigura că valoarea afișată și aplicată

este exactă și nu există riscul aplicării unui cuplu incorect, ceea ce ar putea conduce la deteriorarea mecanică a adaptorului sau la slăbirea acestuia în timpul exploatării.

Montajul adaptorului cu cheia cu cuplu reglabil presupune mai multe etape clare și obligatorii. În primul rând, se realizează verificarea prealabilă a filetului adaptorului și a piesei în care acesta se montează, pentru a elimina eventualele impurități sau resturi de material care ar putea afecta calitatea strângerii. Apoi, operatorul setează cheia dinamometrică la valoarea exactă de cuplu indicată în documentație, rotind dispozitivul de reglare până la marcajul corespunzător. Este important ca aceasta setare să fie făcută cu atenție și să fie verificată înainte de începerea lucrului.

În timpul montajului, operatorul poziționează cheia cu cuplu reglabil perpendicular pe axul adaptorului, menținând o priză fermă și o poziție ergonomică a corpului, pentru a putea aplica forța de strângere într-o manieră controlată și constantă. Strângerea se efectuează fără smucituri sau aplicări bruște de forță, operatorul continuând rotirea până în momentul în care cheia semnalizează atingerea valorii setate, fie printr-un clic mecanic, fie printr-un semnal digital, în funcție de tipul sculei utilizate.

Este esențial ca operatorul să nu depășească valoarea de cuplu recomandată după ce cheia a indicat atingerea acesteia, deoarece strângerea suplimentară poate conduce la deformarea filetului, fisurarea adaptorului, compromiterea garniturilor de etanșare sau deteriorarea stratului de protecție anticorozivă al pieselor. De asemenea, aplicarea unui cuplu prea mic, ca urmare a unei utilizări greșite a cheii dinamometrice, poate genera slăbirea adaptorului în timp, mai ales în condiții de vibrații, șocuri mecanice sau temperaturi fluctuante, afectând siguranța sistemului de cablare.

Abilitatea confectionerului de a monta adaptorii utilizând chei cu cuplu reglabil presupune, în egală măsură, cunoașterea tehnicilor de verificare post-montaj. După finalizarea strângerii, operatorul efectuează o inspecție vizuală a adaptorului și a pieselor adiacente, confirmând că adaptorul este montat drept, că garniturile de etanșare sunt intacte și că nu există urme de deteriorare mecanică pe suprafața conectorului. În multe procese, pentru a garanta trasabilitatea și corectitudinea montajului, operatorul aplică un marcaj vizual cu vopsea de control (torque seal), indicând astfel că adaptorul a fost strâns cu cuplul specificat și verificat.

În concluzie, abilitatea de a monta adaptorii cu chei cu cuplu reglabil presupune nu doar dexteritate manuală și experiență practică, ci și o înțelegere aprofundată a principiilor mecanice, a influenței cuplului de strângere asupra integrității pieselor și a importanței respectării stricte a valorilor impuse în documentația tehnică, pentru a asigura fiabilitatea, durabilitatea și siguranța cablurilor și arborilor de cabluri în exploatarea finală.

2.16.3 Utilizarea truselor de ghidaje pentru adaptori

În activitatea de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, utilizarea truselor de ghidaje pentru adaptori reprezintă o etapă esențială care contribuie direct la asigurarea calității montajului și la menținerea integrității componentelor în timpul asamblării. Trusele de ghidaje pentru adaptori sunt constituite din seturi specializate de scule și dispozitive concepute pentru alinierea, centrarea și ghidarea corectă a adaptorilor în timpul procesului de montaj, în special atunci când aceștia sunt montați pe ansambluri cu toleranțe dimensionale stricte.

În practică, utilizarea corectă a acestor truse începe cu identificarea tipului de adaptor care urmează să fie montat și selectarea ghidajului corespunzător din trusă, în funcție de diametrul, filetul și tipul mecanic al adaptorului. Fiecare ghidaj este proiectat pentru un anumit tip de adaptor, având dimensiuni și forme care permit o poziționare perfectă, eliminând riscul de înclinare sau strângere incorectă în timpul operației.

Operatorul, după alegerea ghidajului potrivit, îl montează pe adaptor înainte de începerea procesului de strângere, asigurându-se că acesta este fixat ferm și că adaptorul este centrat corespunzător. Rolul principal al ghidajului este de a preveni aplicarea forței de strângere sub unghiuri greșite, ceea ce ar putea conduce la tensionarea neuniformă a filetelor, deformarea piesei sau deteriorarea garniturilor de etanșare. În plus, utilizarea ghidajelor reduce semnificativ riscul de zgâriere a suprafețelor adaptorului și asigură o presiune uniform distribuită în zona de contact.

În timpul strângerii cu cheia dinamometrică, ghidajul stabilizează adaptorul, menținând alinierea exactă cu axul de montaj, astfel încât operatorul poate aplica forța de cuplu în mod controlat, fără balansări laterale sau devieri care ar putea compromite integritatea mecanică a montajului. După finalizarea strângerii la cuplul specificat în documentația tehnologică, ghidajul este îndepărtat cu atenție, iar adaptorul este inspectat vizual pentru verificarea corectitudinii montajului.

Este important de menționat că, în cadrul proceselor industriale de asamblare a cablurilor și arborilor de cabluri, utilizarea truselor de ghidaje pentru adaptori contribuie nu doar la siguranța montajului, ci și la creșterea eficienței operaționale. Prin eliminarea erorilor de aliniere și reducerea timpului de manipulare, aceste truse permit operatorului să lucreze mai rapid și mai precis, crescând productivitatea fără a compromite calitatea.

De asemenea, utilizarea corectă a ghidajelor previne apariția defectelor ascunse, care nu sunt vizibile imediat după montaj, dar care pot genera probleme majore în exploatarea finală, cum ar fi slăbirea adaptorilor din cauza strângerii neuniforme, pierderea etanșeității sau defectarea conectorilor în urma solicitărilor mecanice repetate.

Pentru a utiliza eficient trusele de ghidaje, confectionerul trebuie să fie instruit cu privire la fiecare componentă a trusei, să cunoască modul corect de întreținere, de curățare și de depozitare a acestor dispozitive, întrucât contaminarea cu uleiuri, praf sau particule metalice poate afecta precizia ghidajelor și, implicit, calitatea montajului.

În concluzie, utilizarea truselor de ghidaje pentru adaptori în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri reprezintă o practică obligatorie în atelierele și fabricile care respectă standardele de calitate ridicate, fiind o abilitate necesară oricărui confectioner care dorește să execute lucrări precise, sigure și conforme cu cerințele stricte ale industriei electronice, electrice și aerospațiale.

2.16.4 Pașii detaliați ai procesului de montaj

1. Inspectarea componentelor: Se verifică conectorii și adaptorii pentru a identifica sistemele de polarizare și starea tehnică a acestora, asigurându-se că nu există defecte, uzuri sau deteriorări.
2. Alinierea polarizării: Se potrivește cu atenție conectorul cu adaptorul, folosind elementele de ghidaj pentru a asigura orientarea corectă, evitând forțările și montajul greșit.
3. Poziționarea în trusa de ghidaj: Dacă este cazul, adaptorul și conectorul sunt fixate în trusa de ghidaj, care menține stabilitatea și poziția corectă în timpul strângerii.
4. Setarea cheii cu cuplu reglabil: Se reglează cheia la valoarea de cuplu recomandată, conform specificațiilor tehnice, pentru a asigura o strângere optimă.
5. Strângerea adaptorilor: Operatorul aplică cu atenție cuplul prescris, verificând constant poziția și stabilitatea pieselor, până la atingerea forței dorite.
6. Verificarea finală: Se controlează integritatea conexiunii, corectitudinea polarizării, stabilitatea mecanică și etanșeitatea îmbinării, pentru a garanta calitatea montajului.
7. Documentarea operațiunilor: Se consemnează valorile de cuplu aplicate și alte date relevante, pentru trasabilitate și controlul calității.

2.16.5 Importanța instruirii și experienței operatorilor

Pentru realizarea corectă a acestor procese, este esențial ca operatorii să beneficieze de instruire tehnică adecvată și experiență practică, deoarece precizia, atenția la detalii și respectarea procedurilor sunt cruciale pentru evitarea defectelor. Cunoașterea în detaliu a caracteristicilor conectorilor și adaptorilor, precum și

abilitatea de a folosi corect uneltele și trusele de ghidaj, contribuie la obținerea unor conexiuni sigure și durabile.

În concluzie, modul de realizare a polarizării conectorilor și abilitatea de a monta adaptorii folosind chei cu cuplu reglabil și truse de ghidaje constituie etape esențiale în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri. Respectarea acestor proceduri asigură montajul corect, elimină erorile, previne deteriorările și contribuie la realizarea unor conexiuni electrice sigure, fiabile și conforme cu standardele tehnice, sporind astfel performanța și siguranța instalațiilor electrice pe termen lung.

2.17 Montarea și etanșarea manșoanelor pe adaptori

În cadrul procesului de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, montarea și etanșarea manșoanelor pe adaptori reprezintă o etapă extrem de importantă, care contribuie direct la asigurarea protecției mecanice, electrice și de mediu a întregului ansamblu. Această operație este necesară atât pentru protejarea conexiunilor electrice împotriva factorilor externi, cât și pentru menținerea integrității structurale a adaptorilor și a conectorilor în timp, mai ales în aplicațiile care implică expunere la vibrații, umiditate, praf, temperaturi extreme sau agenți chimici.

Montarea manșoanelor pe adaptori începe prin selectarea tipului corect de manșon, în funcție de specificațiile din desenul de asamblare și fișa tehnologică. Operatorul verifică diametrul interior al manșonului, lungimea acestuia și compatibilitatea cu adaptorul pe care urmează să fie montat, pentru a se asigura că etanșarea va fi completă și eficientă. De asemenea, este important să se confirme dacă manșonul selectat este termocontractabil, din cauciuc siliconic, fluorosiliconic, EPDM sau din alt material specific, în funcție de mediul de exploatare al cablajului.

Înainte de montaj, operatorul inspectează adaptorul pentru a elimina orice urme de murdărie, praf, uleiuri sau particule metalice care ar putea compromite etanșarea. Manșonul este introdus cu atenție peste adaptor și cablu, fiind împins până la poziția indicată în documentație, astfel încât să acopere complet zona de tranziție dintre adaptor și conector, dar fără a tensiona excesiv cablul sau garniturile existente.

Pentru manșoanele termocontractabile, procesul de etanșare presupune aplicarea unei surse controlate de căldură, de regulă pistol termic profesional cu aer cald, setat la temperatura corespunzătoare materialului (în general între 120°C și 200°C, în funcție de specificații). Operatorul mișcă scula de încălzire lent și uniform de-a lungul manșonului, astfel încât contracția să se realizeze progresiv și constant, evitând apariția de bule de aer sau pliuri, care ar putea compromite etanșarea și rezistența mecanică a îmbinării.

Este esențial ca în timpul procesului de contracție termică, operatorul să nu supraîncălzească materialul, deoarece acest lucru poate conduce la degradarea structurii polimerului, arderea suprafeței sau pierderea proprietăților sale de etanșare și izolare electrică. Totodată, în cazul manșoanelor cu adeziv intern, procesul de încălzire activează adezivul, care se distribuie uniform între manșon și suprafața adaptorului, asigurând astfel o etanșare completă împotriva infiltrării umezelii și a contaminanților.

În cazul manșoanelor realizate din materiale elastomerice care nu necesită contracție termică, montajul se efectuează prin alunecarea acestora pe adaptor și poziționarea lor corectă cu ajutorul sculelor dedicate, precum ghidajele conice sau spray-urile lubrifiante aprobate tehnologic, care facilitează introducerea fără a deteriora pereții manșonului. După montare, operatorul verifică vizual dacă manșonul este așezat complet și uniform pe toată circumferința adaptorului și dacă nu există zone răsucite sau tensionate excesiv.

Etanșarea corectă a manșoanelor pe adaptori contribuie semnificativ la creșterea fiabilității cablajului, prevenind pătrunderea umezelii care ar putea produce coroziunea contactelor, scurtcircuite, scăderea izolației electrice sau defectarea completă a echipamentelor conectate. În plus, manșoanele au rol și de protecție mecanică, absorbând tensiunile și solicitările la care cablul este supus în timpul montajului și exploatării, reducând riscul de deteriorare a învelișului exterior sau a punctelor de conectare.

După finalizarea montajului și a procesului de etanșare, operatorul efectuează o inspecție vizuală atentă, verificând continuitatea manșonului, absența fisurilor, a bulelor de aer și a zonei de adeziv distribuite neuniform. În unele procese tehnologice, se efectuează și un test de etanșare sub presiune scăzută sau vacuum, pentru a confirma lipsa scurgerilor de aer și calitatea montajului, înainte ca produsul să fie transferat către etapa următoare a fluxului de producție.

În concluzie, montarea și etanșarea corectă a manșoanelor pe adaptori reprezintă o operație critică în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri, necesitând cunoștințe tehnice temeinice despre tipurile de materiale, temperaturile de aplicare, metodele de manipulare și controlul calității, pentru a garanta protecția completă a ansamblurilor electrice în exploatarea finală.

2.17.1 Importanța manșoanelor în protecția conexiunilor

În activitatea de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, manșoanele joacă un rol esențial în asigurarea protecției mecanice, electrice și de mediu a conexiunilor. Ele reprezintă o barieră de protecție suplimentară care contribuie la creșterea fiabilității și duratei de viață a cablajelor, fiind indispensabile în majoritatea aplicațiilor industriale, aeronautice, feroviare și automotive, acolo unde rezistența la medii agresive și solicitări mecanice este o cerință critică.

Importanța utilizării manșoanelor constă, în primul rând, în capacitatea acestora de a asigura etanșarea completă a zonelor de îmbinare dintre cablu și adaptor sau dintre cablu și conector. În absența manșoanelor, umezeala, vaporii de apă, praful, particulele contaminante sau agenții chimici agresivi ar putea pătrunde în interiorul conexiunilor, favorizând coroziunea contactelor electrice, oxidarea suprafețelor metalice și degradarea izolației, conducând în timp la defecte precum scurtcircuite, pierderea continuității electrice sau creșterea rezistenței de contact.

Totodată, manșoanele au un rol important în protecția mecanică a cablurilor și conexiunilor. Prin aplicarea lor corectă, acestea preiau și amortizează solicitările mecanice cauzate de vibrații, șocuri, frecări sau îndoituri repetate, care altfel ar fi transmise direct asupra conectorilor și contactelor, determinând slăbirea sau chiar ruperea acestora în exploatare. De exemplu, în aplicațiile din industria aeronautică sau auto, cablurile și arborii de cabluri sunt supuse constant vibrațiilor și mișcărilor bruște, iar manșoanele termocontractabile sau din materiale elastomerice funcționează ca o protecție suplimentară împotriva acestor solicitări.

Un alt aspect esențial al utilizării manșoanelor este izolarea electrică suplimentară pe care acestea o oferă conexiunilor, în special în zonele în care există riscul atingerii accidentale a părților conductoare sau unde sunt necesare măsuri de dublă izolare conform standardelor de siguranță electrică. Manșoanele realizate din materiale dielectrice de înaltă calitate, cum ar fi fluoropolimerii sau elastomerii siliconici, conferă o rezistență excelentă la tensiune electrică și asigură integritatea izolației, prevenind apariția arcurilor electrice sau scurgerilor de curent.

În plus, manșoanele contribuie semnificativ la organizarea și finisarea profesională a cablajelor și arborilor de cabluri. Utilizarea manșoanelor cu coduri de culoare sau marcaje specifice permite identificarea rapidă a conexiunilor în procesele de mentenanță și inspecție, reducând timpul de intervenție și riscurile asociate greșelilor umane. Din acest motiv, documentațiile tehnice și standardele de producție prevăd utilizarea manșoanelor corespunzătoare pentru fiecare tip de conector, adaptor sau traseu de cablaj.

Nu în ultimul rând, manșoanele asigură protecția termică a conexiunilor în medii cu temperaturi extreme. Multe dintre acestea sunt realizate din materiale care rezistă la temperaturi ridicate sau la fluctuații termice, prevenind degradarea izolației primare a cablurilor și menținând parametrii electrici ai conexiunii în limitele impuse de fișa tehnologică și standardele internaționale de calitate.

În concluzie, importanța manșoanelor în protecția conexiunilor este majoră, ele reprezentând o componentă indispensabilă în asigurarea durabilității, siguranței și funcționării corecte a cablurilor și arborilor de cabluri. Orice confectioner care urmărește realizarea unor produse conforme cu cele mai înalte standarde de calitate trebuie să cunoască rolul, modul corect de selecție, aplicare și verificare a manșoanelor, integrând această etapă în fluxul tehnologic zilnic cu maximă responsabilitate.

2.17.2 Pregătirea pentru montaj

Înainte de începerea procesului efectiv de montaj a manșoanelor pe adaptori, este necesară o pregătire riguroasă a tuturor elementelor implicate, astfel încât operația să se desfășoare conform cerințelor tehnologice și să garanteze calitatea și fiabilitatea îmbinării. Această etapă de pregătire are o importanță majoră, deoarece orice contaminare, neconformitate dimensională sau selectare greșită a materialului poate compromite etanșarea și protecția conexiunii.

Pregătirea începe cu identificarea tipului de manșon care urmează să fie montat. Operatorul verifică documentația tehnologică, fișa de produs sau desenul de asamblare pentru a stabili tipul de manșon necesar: dacă este un manșon termocontractabil, un manșon din material elastomeric (precum fluorosilicon sau EPDM) sau un manșon special cu adeziv intern. Este importantă determinarea dimensiunii corecte, atât a diametrului interior inițial și final, cât și a lungimii, astfel încât acesta să asigure acoperirea completă a zonei de tranziție dintre adaptor și cablu, conform specificațiilor impuse de producător.

După selecția manșonului, urmează verificarea vizuală a integrității sale, pentru a constata dacă există eventuale defecte de fabricație precum fisuri, tăieturi, urme de contaminare cu uleiuri sau adezivi, care ar putea afecta etanșarea și contracția uniformă în timpul aplicării. Operatorul verifică și suprafața interioară a manșonului, în special în cazul celor cu adeziv, asigurându-se că adezivul este distribuit uniform și nu prezintă goluri sau crăpături.

În continuare, se trece la pregătirea adaptorului pe care urmează să fie montat manșonul. Această etapă implică curățarea minuțioasă a suprafeței adaptorului cu soluții specifice aprobate în procedurile tehnologice, de regulă alcool izopropilic sau degresanți speciali, pentru a îndepărta urmele de ulei, grăsimi, praf, particule metalice sau alte contaminări care ar putea compromite aderența și etanșarea. Suprafața adaptorului trebuie ștearsă cu lavete antistatice sau nețesute care nu lasă scame, pentru a garanta o curățenie perfectă.

De asemenea, operatorul verifică adaptorul din punct de vedere dimensional și vizual, pentru a se asigura că nu există bavuri, zgârieturi profunde sau deformări care ar putea deteriora manșonul în timpul montajului. În cazul în care se constată astfel de neconformități, adaptorul este scos din fluxul de montaj și trimis la reparații sau înlocuire, conform procedurilor interne de calitate.

Un alt aspect important al pregătirii pentru montaj este verificarea sculelor și echipamentelor necesare. Operatorul trebuie să se asigure că pistolul cu aer cald, în cazul manșoanelor termocontractabile, este setat la temperatura corespunzătoare specificată în fișa tehnologică și că duzele sunt curate, fără urme de rășini topite sau resturi de material care ar putea produce supraîncălzirea locală și arderea manșonului. Totodată, dacă se utilizează lubrifianți speciali pentru montarea manșoanelor elastomerice, operatorul verifică data de expirare

și compatibilitatea acestora cu materialul manșonului și al adaptorului, pentru a preveni reacții chimice nedorite.

În etapa finală a pregătirii, operatorul aranjează manșonul pe cablu înainte de începerea montajului conectorilor sau a altor accesorii care ar putea împiedica introducerea ulterioară. Este important ca manșonul să fie poziționat pe cablu în direcția corectă și să nu fie supus tensionării excesive, care ar putea duce la deformarea permanentă înainte de montajul propriu-zis.

Astfel, pregătirea pentru montaj a manșoanelor pe adaptori este o etapă complexă care include selecția adecvată a materialelor, verificarea integrității fizice și chimice a acestora, curățarea atentă a suprafețelor de montaj și asigurarea tuturor condițiilor tehnice necesare pentru aplicarea manșoanelor la parametrii optimi. Prin respectarea strictă a acestei pregătiri, confectionerul garantează calitatea finală a ansamblului și respectarea standardelor de siguranță electrică, mecanică și de mediu impuse în domeniile industriale.

2.17.3 Procesul de montare

Procesul de montare a manșoanelor pe adaptori reprezintă o etapă esențială în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri, deoarece asigură atât protecția mecanică și electrică a conexiunilor, cât și etanșarea acestora împotriva agenților de mediu agresivi, contribuind astfel la creșterea fiabilității și duratei de viață a cablajului. Montarea manșoanelor presupune respectarea strictă a unor pași tehnologici și a unor condiții de lucru bine definite, pentru a obține o etanșare corespunzătoare și o aplicare uniformă.

Procesul începe prin poziționarea manșonului pe cablu înainte de montarea adaptorului, în special în situațiile în care acesta nu poate fi introdus ulterior din cauza conectorilor sau altor accesorii montate la capetele cablului. Operatorul trebuie să se asigure că manșonul este așezat pe cablu în direcția corectă și că nu este răsucit, îndoit sau deformat, pentru a permite alunecarea facilă spre zona adaptorului în momentul aplicării finale.

După finalizarea montajului adaptorului pe cablu, urmează **deplasarea manșonului către poziția sa finală**, acoperind complet zona de îmbinare dintre cablu și adaptor. În cazul manșoanelor termocontractabile, operatorul se asigură că acestea sunt centrate perfect pe zona care trebuie protejată și că lungimea acoperită respectă cerințele din fișa tehnologică, astfel încât să nu rămână zone expuse la capete.

În continuare, dacă se utilizează manșoane termocontractabile, se trece la **procesul de contractare**, care presupune aplicarea controlată a căldurii prin intermediul unui pistol cu aer cald, setat la temperatura specificată în documentația tehnică (de exemplu, între 120°C și 200°C, în funcție de material). Operatorul menține pistolul în mișcare constantă, cu o viteză uniformă și la o distanță adecvată față de manșon, pentru a

asigura o contracție progresivă și uniformă pe toată lungimea, fără a provoca supraîncălzirea locală, arderea sau apariția bulelor de aer sub manșon. Este foarte important ca procesul să înceapă de la un capăt al manșonului și să continue către celălalt, pentru a permite evacuarea aerului și a preveni formarea golurilor care ar compromite etanșarea.

În cazul manșoanelor dotate cu adeziv interior termofuzibil, pe măsură ce se aplică căldura, adezivul se topește și curge ușor, formând un strat continuu între adaptor și manșon, respectiv între manșon și cablu. Operatorul observă apariția acestui cordon subțire de adeziv la marginea manșonului, semn că etanșarea s-a realizat corespunzător. În acest moment, se continuă contractarea pe toată suprafața manșonului până când acesta își reduce complet diametrul conform specificațiilor.

În cazul manșoanelor din materiale elastomerice, procesul de montaj presupune utilizarea unor lubrifianți speciali pentru a facilita alunecarea manșonului pe adaptor, fără a deteriora suprafața acestuia. După aplicarea lubrifiantului, manșonul este introdus pe adaptor cu ajutorul unor conuri și truse de ghidare dedicate, care previn întinderea excesivă și ruperea materialului. Operatorul împinge manșonul cu o mișcare constantă, fermă, dar controlată, până când acesta ajunge în poziția finală. După montaj, se verifică integritatea materialului și poziția corectă conform desenului de asamblare.

După finalizarea montajului, indiferent de tipul manșonului utilizat, operatorul efectuează o **inspecție vizuală amănunțită** pentru a verifica dacă nu există fisuri, pliuri, arsuri, lipsă de contracție, goluri de aer sau poziționări incorecte care ar putea afecta etanșarea și protecția conexiunii. În cazul manșoanelor cu adeziv, se verifică apariția adezivului la margini, iar în cazul celor elastomerice se verifică etanșarea circumferențială completă pe adaptor.

Astfel, procesul de montare a manșoanelor pe adaptori este o operație care necesită o atenție deosebită la detalii, cunoașterea parametrilor tehnologici, utilizarea echipamentelor și sculelor adecvate, precum și respectarea strictă a procedurilor de lucru, pentru a asigura protecția optimă a conexiunilor în orice condiții de exploatare.

2.17.4 Etanșarea manșoanelor

Etanșarea manșoanelor reprezintă o etapă fundamentală în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, având ca scop principal asigurarea protecției mecanice și electrice a conexiunilor, precum și izolarea acestora împotriva factorilor de mediu care ar putea afecta integritatea ansamblului pe parcursul exploatării. Etanșarea corespunzătoare a manșoanelor garantează protecția împotriva pătrunderii umidității, prafului,

substanțelor chimice, uleiurilor sau altor agenți agresivi care pot conduce la oxidarea și degradarea contactelor electrice, la scurtcircuite sau la deteriorarea izolației cablului.

În cazul manșoanelor termocontractabile, procesul de etanșare este realizat prin aplicarea căldurii controlate, care determină contracția manșonului pe adaptor și pe cablu, generând astfel o strângere mecanică puternică și uniformă pe întreaga suprafață. Manșoanele termocontractabile sunt prevăzute, în general, cu un strat interior de adeziv termofuzibil, care, sub acțiunea temperaturii, se topește și aderă atât la suprafața manșonului, cât și la suprafața adaptorului sau a cablului, umplând toate golurile microscopice și creând o etanșare completă. Aplicarea căldurii trebuie realizată progresiv, începând de la un capăt al manșonului către celălalt, pentru a permite evacuarea aerului și prevenirea formării bulelor care ar compromite etanșarea. Operatorul menține pistolul cu aer cald în mișcare continuă, la o distanță și temperatură specifice materialului utilizat, evitând astfel arderea sau deteriorarea manșonului.

În cazul manșoanelor elastomerice, etanșarea este asigurată prin proprietățile fizice ale materialului, care prezintă o elasticitate ridicată și o forță de revenire ce determină o presiune radială constantă asupra suprafețelor de contact. Pentru a facilita montajul și a evita deteriorarea manșonului în timpul aplicării, operatorul utilizează lubrifianți speciali, compatibili cu materialele implicate, care nu afectează caracteristicile fizico-chimice ale acestuia. După montaj, datorită elasticității ridicate și rezistenței la compresiune, manșonul creează o etanșare mecanică și chimică excelentă, prevenind infiltrarea umezelii sau a altor substanțe dăunătoare.

Este important ca, indiferent de tipul de manșon utilizat, suprafețele pe care acesta se montează să fie pregătite corespunzător înainte de aplicare. Această pregătire presupune curățarea atentă a adaptorului și a cablului cu soluții degresante sau alcool izopropilic, utilizând lavete nețesute, fără scame, pentru a elimina complet praful, urmele de grăsimi, uleiuri sau alte particule contaminante care ar putea afecta aderența adezivului sau etanșarea mecanică a manșonului. De asemenea, operatorul trebuie să inspecteze cu atenție manșonul înainte de montaj, verificând dacă nu prezintă tăieturi, fisuri, urme de deteriorare sau contaminări care ar putea compromite procesul de etanșare.

După aplicarea manșonului și finalizarea procesului de contracție sau montaj, se efectuează o inspecție vizuală detaliată a întregii zone de etanșare. Operatorul verifică uniformitatea contracției, absența golurilor de aer, integritatea adezivului care trebuie să fie vizibil la margini sub formă de cordon continuu, precum și poziționarea corectă a manșonului pe adaptor și cablu. În cazul manșoanelor elastomerice, verificarea presupune observarea dacă manșonul a revenit complet la dimensiunea inițială după montaj și dacă acoperirea suprafeței este completă și fără pliuri sau deformări.

Astfel, etanșarea manșoanelor constituie un proces esențial care necesită cunoașterea atentă a caracteristicilor tehnice ale materialelor utilizate, respectarea cu strictețe a pașilor de montaj, utilizarea echipamentelor și sculelor adecvate și aplicarea parametrilor de temperatură sau lubrifiere specificați în procedurile tehnologice. Numai în aceste condiții se poate obține o protecție completă a conexiunilor și o fiabilitate ridicată a cablurilor și arborilor de cabluri utilizați în domeniile industriale, aeronautice, militare și civile.

2.17.5 Verificarea și testarea montajului

Verificarea și testarea montajului manșoanelor pe adaptori reprezintă o etapă indispensabilă în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, deoarece confirmă calitatea lucrării efectuate și asigură respectarea tuturor cerințelor tehnice impuse de proiect și de standardele aplicabile. Această operațiune este realizată imediat după finalizarea montajului, înainte de trecerea la etapele următoare, pentru a evita continuarea lucrului pe un ansamblu neconform care ar putea compromite întreaga structură de cablu.
În primul rând, verificarea presupune o inspecție vizuală amănunțită, realizată de operator sau de responsabilul cu controlul calității, pentru a confirma că manșonul a fost montat corect pe adaptor și pe cablu, fără să prezinte defecte vizibile. În cazul manșoanelor termocontractabile, se observă cu atenție dacă acestea au suferit o contracție completă și uniformă pe întreaga lungime, fără să apară porțiuni care au rămas necontractate, fără bule de aer, pliuri, arsuri sau decolorări care ar indica aplicarea unei temperaturi excesive. De asemenea, este verificată prezența adezivului termofuzibil care trebuie să fie vizibil la capetele manșonului sub forma unui cordon subțire continuu, semn că acesta s-a topit corespunzător și a pătruns în spațiile microscopice dintre manșon și adaptor, asigurând astfel etanșarea.
În cazul manșoanelor elastomerice, inspecția vizuală urmărește dacă acestea sunt montate integral pe suprafața adaptorului, fără tăieturi, fisuri, rupturi sau deformări și dacă au revenit complet la diametrul inițial după întinderea necesară pentru aplicare. Se verifică și dacă suprafața manșonului este netedă, fără cute sau goluri care ar putea permite pătrunderea umezelii sau a altor contaminanți în interiorul conexiunii.
Pe lângă inspecția vizuală, în cazul unor cabluri și arbori de cabluri destinați utilizării în medii critice, precum industria aeronautică sau militară, este obligatorie efectuarea unor teste suplimentare de etanșeitate, utilizând echipamente dedicate pentru presurizarea ansamblului. Procedura presupune aplicarea unei presiuni interne stabilite în procedura tehnologică și observarea dacă aceasta se menține constantă pe durata testului, ceea ce indică lipsa scurgerilor. În cazul în care presiunea scade, se identifică zona defectă și se decide refacerea montajului manșonului.

De asemenea, pot fi aplicate teste de continuitate electrică și rezistență de izolație, în special pentru cablurile care includ conexiuni electrice în zona etanșată. Verificarea continuității confirmă că montajul manșonului nu a afectat integritatea conductoarelor, iar măsurarea rezistenței de izolație, utilizând megohmetrul, confirmă faptul că nu există scurtcircuite sau pierderi de izolație care ar putea pune în pericol funcționarea ansamblului. Totodată, în cadrul verificării, operatorul controlează alinierea axială a manșonului față de adaptor, pentru a se asigura că acesta nu este montat oblic sau deplasat, ceea ce ar putea compromite etanșarea și integritatea mecanică. Se verifică și compatibilitatea materialului manșonului cu cel al adaptorului și cablului, conform fișei tehnologice, deoarece aplicarea unui manșon necorespunzător ar conduce la defectarea rapidă a ansamblului în exploatare.

La finalul verificării și testării, operatorul completează documentele de calitate impuse, notând codul lotului de manșoane utilizate, data montajului, parametrii tehnici aplicați (temperatura de contractare sau lubrifiantul utilizat) și rezultatele testelor efectuate. Aceste documente asigură trasabilitatea completă a lucrării și permit demonstrarea conformității în cazul unui audit intern sau extern.

Astfel, verificarea și testarea montajului manșoanelor pe adaptori nu reprezintă doar o simplă etapă de control, ci constituie o garanție a calității lucrării executate, având un impact direct asupra siguranței și fiabilității cablurilor și arborilor de cabluri pe întreaga lor durată de exploatare.

2.17.6 Aspecte de siguranță și bune practici

Înainte de demararea operațiunilor de montaj, se impune deconectarea completă a sursei de alimentare electrică pentru prevenirea riscurilor de electrocutare. Operatorul trebuie să utilizeze echipament individual de protecție, incluzând mănuși izolante, ochelari de protecție și îmbrăcăminte adecvată, conform reglementărilor în vigoare. Se efectuează inspectarea vizuală a manșoanelor și adaptoarelor pentru identificarea eventualelor defecte mecanice (fisuri, deformări, zone de deteriorare) ce pot afecta integritatea și etanșeitatea ansamblului. Orice componentă neconformă trebuie înlocuită.

Montajul se realizează respectând normele și standardele tehnice aplicabile (ex: IEC, EN, standarde naționale), asigurând conformitatea și siguranța instalației electrice. Utilizarea sculelor trebuie să fie corespunzătoare și verificată, evitând deteriorarea materialelor.

Suprafețele cablurilor și ale adaptoarelor se vor degresa și curăța minuțios înainte de montaj pentru a elimina impuritățile (praful, grăsimea, resturi mecanice) ce pot compromite procesul de etanșare.

Se selectează manșoanele conform specificațiilor tehnice, având în vedere diametrul exterior al cablului, tipul izolatorului și condițiile de mediu (temperatură, umiditate, expunere UV). Materialele manșoanelor trebuie să fie compatibile chimic și mecanic cu elementele asupra cărora se montează.

Pentru manșoanele termocontractabile, se aplică încălzirea controlată, uniformă, conform instrucțiunilor producătorului, utilizând echipamente specializate (pistol cu aer cald, tunel de încălzire). Controlul temperaturii și duratei de încălzire este esențial pentru asigurarea unei contracții uniforme și etanșeitate eficiente.

Etanșarea suplimentară se poate realiza prin aplicarea de benzi adezive izolante, materiale de etanșare pe bază de silicon sau alte compuși recomandate, pentru protecția împotriva infiltrării umezelii și prafului, respectiv pentru asigurarea stabilității mecanice a ansamblului.

Se evită expunerea manșoanelor la solicitări mecanice excesive, cum ar fi curbări bruște sau tracțiuni în zona de montaj, pentru a preveni slăbirea fixării și degradarea mecanică.

La finalizarea procesului, se recomandă efectuarea unor teste funcționale și de etanșeitate (teste de presiune, verificări vizuale, măsurători electrice) pentru validarea corectitudinii montajului.

Personalul responsabil de montaj trebuie să beneficieze de instruiri periodice privind tehnicile moderne și standardele în vigoare, pentru a asigura calitatea și siguranța lucrărilor.

Documentația tehnică și manualele de utilizare trebuie consultate și respectate pe durata întregului proces tehnologic, pentru a evita neconformitățile.

Pentru mentenanță preventivă, se recomandă inspectarea periodică a manșoanelor și a arborilor de cabluri, cu identificarea și înlocuirea componentelor deteriorate înainte de apariția defecțiunilor majore.

2.17.7 Prepararea adezivului de etanșare

Prepararea adezivului de etanșare pentru confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri este o etapă esențială care asigură protecția împotriva pătrunderii umezelii, prafului și altor impurități ce pot afecta performanța și durabilitatea conexiunilor electrice. Această operațiune necesită o atenție deosebită pentru a garanta că adezivul este pregătit corect și aplicat în condiții optime, astfel încât să asigure o etanșare eficientă și de lungă durată.

În primul rând, este important să se respecte cu strictețe indicațiile tehnice oferite de producătorul adezivului. Acestea includ proporțiile de amestecare a componentelor, timpul de amestecare și condițiile de temperatură și umiditate în care trebuie preparat adezivul. De obicei, adezivul de etanșare este compus din două

componente care trebuie amestecate într-un raport precis pentru a activa reacția chimică ce îi conferă proprietățile de etanșare și aderență.

Pregătirea începe prin măsurarea exactă a fiecărei componente, folosind instrumente de precizie, cum ar fi cantare sau dozatoare speciale. Componentele se adaugă într-un recipient curat, de preferat unul care să permită o amestecare eficientă, și se omogenizează bine cu ajutorul unei spatule, a unui mixer electric sau manual, în funcție de cantitatea și tipul adezivului. Este esențial ca amestecul să fie uniform, fără bulgări sau zone neamestecate, pentru a asigura proprietăți constante și performanță optimă.

După amestecare, adezivul trebuie utilizat într-un interval scurt de timp, numit timpul de lucru sau pot life, în care își păstrează caracteristicile fizico-chimice necesare pentru aplicare. Trecerea acestui interval poate conduce la întărirea prematură a adezivului, ceea ce împiedică aplicarea corectă și afectează calitatea etanșării.

Pe lângă pregătirea adezivului, este important ca suprafețele cablurilor și ale adaptorilor să fie curate, uscate și pregătite corespunzător înainte de aplicarea adezivului. Curățarea se face pentru a îndepărta orice urmă de grăsime, praf sau alte impurități, asigurând o aderență maximă.

Aplicarea adezivului se realizează cu atenție, folosind instrumente adecvate, cum ar fi pensule, spatule sau aplicatoare speciale, pentru a acoperi uniform și complet zona de etanșare. Este important ca stratul aplicat să fie continuu, fără întreruperi sau goluri, pentru a preveni eventualele infiltrații.

După aplicare, adezivul trebuie lăsat să se întărească conform timpului recomandat de producător, într-un mediu controlat, ferit de praf și umiditate excesivă. Respectarea condițiilor de uscare este esențială pentru a obține o etanșare durabilă și rezistentă.

În concluzie, prepararea corectă a adezivului de etanșare reprezintă o etapă critică în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri. Aceasta asigură o protecție eficientă împotriva factorilor externi și contribuie semnificativ la fiabilitatea și longevitatea instalațiilor electrice. Respectarea cu rigurozitate a procedurilor de preparare și aplicare a adezivului este indispensabilă pentru obținerea unor rezultate optime și pentru asigurarea calității finale a produsului.

2.18 Prepararea și utilizarea corectă a adezivului de etanșare la confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

În procesul complex de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, o etapă fundamentală pentru asigurarea durabilității și funcționării în condiții optime o reprezintă prepararea și aplicarea adezivului de etanșare. Acest adeziv are un rol esențial în protejarea conexiunilor electrice, izolând complet îmbinările și

prevenind pătrunderea apei, prafului, agenților chimici sau altor impurități care pot provoca deteriorarea izolatoarelor și compromiterea funcționării echipamentului.

1. Importanța adezivului de etanșare

Adeziunea și etanșeitatea realizate cu ajutorul acestui adeziv sunt cruciale pentru prevenirea defectelor ce pot apărea din cauza influențelor externe. Fără o etanșare corectă, apa poate pătrunde în interiorul conexiunilor, cauzând coroziune, scurtcircuite sau degradarea mecanică a conductorilor. De asemenea, contaminarea cu praf sau particule poate afecta contactele electrice, generând întreruperi sau defecte la nivelul rețelei.

2. Tipuri de adezivi de etanșare

Există o varietate de adezivi disponibili, fiecare cu caracteristici specifice în funcție de materialele cablurilor, condițiile de mediu și tipul de utilizare. De exemplu, adezivii pe bază de rășini epoxidice, poliuretanice sau siliconice sunt frecvent folosiți pentru proprietățile lor excelente de aderență, flexibilitate și rezistență la temperaturi și agenți chimici. Alegerea adezivului potrivit este determinată de specificațiile tehnice ale cablului, condițiile de exploatare (exterior/interior, temperatură, umiditate) și tipul conexiunii care trebuie etanșată.

3. Pregătirea componentelor adezivului

Adezii de etanșare sunt adesea bi-componenti, necesitând amestecarea corectă a două substanțe reactive. Pregătirea începe cu inspectarea ambalajelor pentru a verifica integritatea și termenul de valabilitate, deoarece un adeziv expirat sau contaminat poate compromite întreaga lucrare.

Este esențial să se respecte proporțiile exacte recomandate de producător (de ex., raportul volumetric sau ponderal dintre componente). Utilizarea unui cântar de precizie sau a unui dispozitiv dozator asigură o măsurare corectă. Proporțiile greșite pot conduce la întărirea neuniformă sau incompletă, reducând performanța adezivului.

4. Amestecarea adezivului

Amestecul se realizează într-un recipient curat și necontaminat, ideal dintr-un material care să nu reacționeze cu componentele (de exemplu, plastic sau aluminiu). Pentru omogenizare, se poate folosi o spatulă manuală sau un mixer electric cu viteză redusă pentru a evita introducerea aerului în compoziție, ceea ce poate genera bule ce afectează integritatea stratului de etanșare.

Durata amestecării trebuie să fie suficientă pentru a integra complet substanțele, dar fără a depăși timpul de lucru recomandat, deoarece adezivul începe să se întărească imediat după combinare.

5. Condițiile de preparare

Temperatura și umiditatea mediului în care se prepară și se aplică adezivul sunt factori critici. Majoritatea adezivilor au intervale optime de temperatură (de obicei între 15 și 25 °C) și umiditate relativă controlată pentru a asigura o reacție chimică corectă și o întărire uniformă. Depășirea acestor parametri poate modifica timpul de uscare, consistența și proprietățile finale ale stratului.

6. Pregătirea suprafețelor pentru aplicare

Înainte de aplicarea adezivului, suprafețele cablurilor și ale arborilor de cablu trebuie să fie pregătite meticulos. Acest proces include curățarea completă cu soluții degresante, îndepărtarea oxizilor, a prafului, a reziduurilor de ulei și a altor impurități care ar putea împiedica aderența.

De asemenea, suprafețele trebuie să fie uscate complet pentru a evita formarea condensului, care poate afecta procesul de lipire și etanșare.

În unele cazuri, poate fi necesară ușoară șlefuire sau tratare mecanică pentru a crea o suprafață rugoasă, favorabilă aderenței adezivului.

7. Aplicarea adezivului

Aplicarea adezivului se face folosind ustensile specializate (pensule, spatule, role sau aplicatoare dedicate), în funcție de mărimea și forma zonei ce trebuie etanșată. Se urmărește obținerea unui strat uniform, fără goluri sau acumulări excesive, care să asigure acoperirea completă a îmbinărilor.

Este recomandat să se aplice adezivul în mai multe straturi subțiri dacă este nevoie, respectând timpul de uscare între aplicări, pentru a evita defecte de tip blister sau desprinderi.

8. Timpul de întărire și condițiile de uscare

După aplicare, adezivul trebuie lăsat să se întărească complet, proces care poate dura de la câteva minute până la câteva ore, în funcție de tipul adezivului și condițiile ambientale. Este esențial ca zona să fie protejată de contaminare, praf sau umiditate pe durata întăririi.

O uscare necorespunzătoare poate cauza apariția fisurilor, desprinderi sau lipsa de etanșeitate, cu consecințe grave asupra performanței cablului.

9. Verificarea calității etanșării

După întărirea adezivului, se efectuează o inspecție vizuală riguroasă pentru a depista eventualele defecte, cum ar fi goluri, fisuri, zone neacoperite sau aderență insuficientă.

În anumite cazuri, se pot realiza teste suplimentare, cum ar fi teste de presiune, verificări cu soluții detectoare de scurgeri sau măsurători electrice care să confirme integritatea izolării.

10. Considerații privind siguranța și protecția mediului

Lucrul cu adezivii chimici necesită respectarea unor măsuri stricte de protecție personală, inclusiv purtarea mănușilor, ochelarilor de protecție și a echipamentelor de ventilație adecvate. Expunerea prelungită la vapori sau contactul cu pielea poate avea efecte adverse.

De asemenea, resturile de adeziv și recipientele goale trebuie eliminate conform reglementărilor locale de mediu, pentru a preveni poluarea.

Prepararea și utilizarea corectă a adezivului de etanșare sunt procese esențiale, care implică o serie de pași tehnici detaliați, de la pregătirea componentelor și condițiile optime de lucru, până la aplicarea riguroasă și verificarea finală. Respectarea acestor pași asigură obținerea unor conexiuni electrice durabile, sigure și rezistente în timp, contribuind decisiv la performanța și fiabilitatea instalațiilor în care sunt utilizate cablurile și arborii de cabluri.

2.19 Montarea, etanșarea și strângerea manșonului sub flux de aer cald la confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

Montarea manșonului termoizolant este o etapă tehnologică critică în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, având rolul principal de a proteja îmbinările electrice împotriva factorilor externi dăunători, cum ar fi umezeala, praful, substanțele chimice și deteriorările mecanice. Pentru a garanta o etanșare perfectă, este necesară utilizarea unui flux de aer cald controlat care să faciliteze fixarea manșonului, transformând materialul termocontractabil într-un strat compact și aderent.

1. Pregătirea manșonului și a zonei de montaj

Înainte de montarea manșonului, acesta trebuie verificat cu atenție pentru a se asigura că nu prezintă defecte fizice, cum ar fi fisuri, tăieturi sau deformări, care ar putea compromite eficacitatea etanșării. De asemenea,

dimensiunile manșonului trebuie să corespundă exact diametrului cablului și zonei de protejat, pentru a asigura o contractare optimă.

Zona cablului pe care urmează să se monteze manșonul trebuie să fie curățată riguros. Se elimină urmele de praf, ulei, grăsimi sau alte impurități cu ajutorul unui solvent adecvat, iar suprafața trebuie să fie uscată și netedă pentru a permite o aderență maximă. În cazul în care este necesar, se îndepărtează și straturile deteriorate ale izolatoarelor pentru a facilita o contractare uniformă.

2. Poziționarea manșonului pe cablu

Manșonul se poziționează cu grijă pe zona care trebuie protejată, asigurând o suprapunere corespunzătoare peste capetele cablului sau ale îmbinării. O poziționare corectă este esențială pentru evitarea defectelor de etanșare și pentru o contractare uniformă în timpul aplicării aerului cald.

Pentru anumite tipuri de manșoane, poate fi necesară aplicarea prealabilă a unui strat de adeziv sau sigilant, în funcție de recomandările producătorului, pentru a spori eficiența etanșării.

3. Reglarea parametrilor fluxului de aer cald

Utilizarea unui pistol de aer cald sau a unui dispozitiv specializat este indispensabilă pentru aplicarea controlată a temperaturii. Temperatura de lucru variază, de obicei, între 120°C și 250°C, în funcție de materialul manșonului (de exemplu, poliolefină, PVC sau alte materiale termocontractabile).

Este vital ca operatorul să regleze corect temperatura și debitul aerului pentru a evita supraîncălzirea, care poate duce la topirea sau arderea materialului, sau o temperatură prea scăzută care ar conduce la o contractare incompletă și o etanșare defectuoasă.

4. Aplicarea fluxului de aer cald și contractarea manșonului

Operatorul începe să aplice fluxul de aer cald uniform pe întreaga suprafață a manșonului, deplasând pistolul sau dispozitivul într-un mod constant și controlat, pentru a asigura o încălzire uniformă. În această etapă, manșonul începe să se contracte, adaptându-se perfect la forma și dimensiunea cablului sau arborelui de cablu.

Pe parcursul procesului, manșonul trebuie să fie ușor presat și ajustat, dacă este necesar, pentru a evita formarea de buzunare de aer sau zone neetanșate. Strângerea manuală, folosind unelte speciale sau prin manipulare atentă, contribuie la o fixare fermă și uniformă.

5. Monitorizarea procesului și evitarea defectelor

În timpul încălzirii, este importantă monitorizarea atentă pentru a detecta eventualele defecte cum ar fi:

- Bule de aer formate sub manșon, care compromit etanșarea.
- Supraîncălzirea, care cauzează deformarea sau arderea manșonului.
- Contractarea insuficientă, care lasă spații neprotejate și vulnerabile la pătrunderea apei.

Orice defect observat trebuie corectat imediat, reluând procesul local sau înlocuind manșonul dacă este cazul.

6. Răcirea și fixarea finală

După ce manșonul s-a contractat complet și aderă perfect pe cablu, zona trebuie lăsată să se răcească lent în condiții de mediu controlat, fără expunere la curenți de aer reci sau umiditate ridicată. Răcirea controlată contribuie la fixarea finală a manșonului și la menținerea elasticității și rezistenței acestuia.

7. Verificarea calității montajului

Odată finalizat procesul, se efectuează o inspecție detaliată pentru a verifica integritatea etanșării. Verificarea include o evaluare vizuală pentru a identifica eventualele defecte și, dacă este cazul, teste suplimentare, cum ar fi teste de etanșeitate cu apă sau aer, pentru a confirma lipsa infiltrărilor.

8. Importanța respectării normelor și standardelor

Procedura de montare și etanșare a manșoanelor sub flux de aer cald trebuie să respecte standardele tehnice în vigoare și recomandările producătorilor de materiale. Utilizarea corectă a echipamentelor, instruirea operatorilor și controlul riguros al fiecărei etape asigură o calitate superioară a produsului final și siguranță în exploatare.

Montarea, etanșarea și strângerea manșonului sub flux de aer cald reprezintă o operațiune complexă care combină cunoștințe tehnice avansate, atenție la detalii și utilizarea echipamentelor specializate. Respectarea tuturor pașilor, de la pregătirea și poziționarea manșonului până la controlul temperaturii și monitorizarea contractării, este esențială pentru obținerea unei etanșări perfecte. Aceasta garantează protecția optimă a cablurilor și arborilor de cablu împotriva factorilor externi, prelungind durata de viață și fiabilitatea instalațiilor electrice.

2.20 Utilizarea tipurilor uzuale de rășini și adezivi în fabricația cablurilor și arborilor de cablu

În procesul complex de fabricație a cablurilor și arborilor de cablu, aplicarea corectă a rășinilor și adezivilor reprezintă o etapă fundamentală, având un rol crucial în asigurarea rezistenței mecanice, izolării electrice, protecției împotriva factorilor externi și durabilității produsului final. Alegerea tipului adecvat de rășină sau adeziv este determinată de o serie de factori tehnici și funcționali, precum tipul cablului, condițiile de exploatare, mediul de utilizare, solicitările mecanice și termice, dar și de cerințele de siguranță și standardele industriale.

1. Rășinile epoxidice

Rășinile epoxidice sunt rășini termoîntăritoare, recunoscute pentru proprietățile lor superioare de aderență pe diverse substraturi, rezistență mecanică ridicată și stabilitate chimică. Aceste caracteristici le fac indispensabile în procesul de impregnare a miezurilor cablurilor electrice, unde contribuie la fixarea fibrelor conductoare și la protecția lor împotriva factorilor externi.

În plus, rășinile epoxidice sunt utilizate pe scară largă pentru etanșarea îmbinărilor și conexiunilor electrice, oferind un strat protector care previne infiltrarea apei, umezelii, substanțelor chimice agresive și prafului. Rezistența la temperaturi ridicate, de până la 150-200°C în funcție de compoziție, face ca aceste rășini să fie potrivite și pentru aplicații industriale exigente.

Procesul de aplicare implică adesea prepararea unei mase rășinoase prin amestecarea unui rășină epoxidică cu un întăritor, în proporțiile și condițiile recomandate, pentru a obține o consistență optimă și timpul de lucru necesar. Amestecul trebuie aplicat uniform, iar rășina trebuie să curețe complet, formând o peliculă durabilă și rezistentă.

2. Rășinile poliuretanice

Rășinile poliuretanice sunt materiale versatile, caracterizate printr-o elasticitate ridicată, flexibilitate și rezistență excelentă la abraziune și condiții meteo nefavorabile. Aceste proprietăți fac ca rășinile poliuretanice să fie ideale pentru protecția cablurilor și arborilor de cablu expuși la solicitări mecanice, vibrații și fluctuații mari de temperatură.

Ele sunt frecvent folosite ca adezivi și straturi de protecție suplimentare, asigurând o durabilitate crescută și o protecție împotriva microfisurilor sau degradării în timp. În plus, rășinile poliuretanice au o bună rezistență la substanțe chimice, uleiuri și radiații UV, ceea ce le face potrivite pentru utilizarea în medii industriale sau în aer liber.

Aplicarea rășinilor poliuretanice implică amestecarea a două componente care reacționează pentru a forma un strat durabil, elastic și rezistent. Aceasta necesită respectarea strictă a condițiilor de temperatură și umiditate pentru a asigura o polimerizare corectă și rezultate optime.

3. Adezivii pe bază de silicon

Adezivii siliconici sunt aleși pentru caracteristicile lor unice de a rezista la temperaturi foarte ridicate (până la 300°C) și la condiții extreme de mediu, inclusiv expunerea la umiditate, substanțe chimice și radiații ultraviolete. Acești adezivi oferă o flexibilitate remarcabilă și o izolație electrică excelentă, fiind esențiali pentru etanșarea și fixarea componentelor sensibile din cabluri și arbori de cablu.

Siliconul, datorită naturii sale elastice, permite cablurilor să suporte dilatări și contracții termice fără a-și pierde integritatea. Adezivii siliconici sunt utilizați adesea pentru sigilarea îmbinărilor care trebuie să reziste la vibrații și solicitări mecanice frecvente, precum și pentru protecția împotriva pătrunderii apei în zone critice.

Aplicarea acestora presupune curățarea atentă a suprafețelor, aplicarea uniformă a adezivului și o perioadă de polimerizare la temperatura camerei sau prin încălzire ușoară, în funcție de produsul folosit.

4. Rășinile acrilice și poliacrilice

Aceste rășini sunt recunoscute pentru timpul scurt de uscare și aderența bună pe o gamă variată de materiale. Sunt folosite frecvent pentru lipirea și etanșarea componentelor în procesele industriale rapide de fabricație a cablurilor, unde viteza procesului este esențială.

Rășinile acrilice oferă o bună rezistență la umiditate și la influențele atmosferice, deși nu sunt recomandate pentru utilizări în medii cu temperaturi extreme. Ele asigură o fixare temporară sau permanentă, în funcție de formula utilizată.

Aplicarea acestor rășini se face, de obicei, prin pulverizare sau cu pensula, iar polimerizarea este rapidă, permițând accelerarea procesului tehnologic.

5. Adezivii pe bază de cauciuc

Adezivii pe bază de cauciuc sunt caracterizați printr-o flexibilitate ridicată și o bună rezistență la vibrații și solicitări mecanice repetate. Aceștia sunt utilizați în special pentru lipirea componentelor elastice ale cablurilor, unde este necesară o adaptare permanentă la mișcări și deformări.

Datorită proprietăților elastice, adezivii pe bază de cauciuc permit cablurilor să reziste în medii cu solicitări dinamice intense, prevenind dezlipirea sau deteriorarea straturilor de izolație.

Acești adezivi se aplică de obicei manual sau mecanic, cu respectarea timpilor de uscare și condițiilor de temperatură recomandate pentru a asigura o aderență optimă.

6. Rășinile fenolice

Rășinile fenolice sunt rășini termoîntăritoare cu o rezistență excelentă la temperaturi ridicate, foc și substanțe chimice agresive. Acestea sunt utilizate în special în fabricarea cablurilor rezistente la foc și în straturile izolatoare care trebuie să asigure protecție în condiții extreme.

Proprietățile lor includ stabilitate dimensională, duritate și rezistență mecanică superioară, ceea ce le face potrivite pentru utilizarea în cabluri speciale folosite în domenii critice, cum ar fi industria aeronautică sau cea nucleară.

Aplicarea rășinilor fenolice presupune condiții stricte de temperatură și presiune pentru polimerizare, fiind utilizate în mod frecvent în procese industriale de înaltă tehnologie.

Utilizarea corectă a rășinilor și adezivilor în fabricația cablurilor și arborilor de cablu este esențială pentru asigurarea durabilității, siguranței și performanței acestora în exploatare. Fiecare tip de rășină sau adeziv are proprietăți specifice care trebuie alese în funcție de condițiile de mediu, solicitările mecanice și termice, precum și de cerințele electrice ale produsului final.

Respectarea parametrilor de aplicare, a condițiilor de uscare și polimerizare, precum și monitorizarea atentă a calității fiecărei etape, contribuie la obținerea unui produs final cu performanțe superioare și o durată de viață extinsă.

Această complexitate tehnologică necesită o bună înțelegere a materialelor și a proceselor, precum și o atenție sporită la detalii pe parcursul întregului proces de fabricație.

2.21 Metodele de aplicare a rășinilor și adezivilor în fabricația cablurilor și arborilor de cablu

Metodele de aplicare a rășinilor și adezivilor în fabricația cablurilor și arborilor de cablu sunt variate și se adaptează în funcție de tipul materialului folosit și de cerințele tehnice ale produsului final. Aplicarea manuală este cea mai simplă și frecventă metodă, fiind utilizată în special pentru lucrări de precizie sau atunci când cantitățile de adeziv sunt mici. Aceasta se realizează cu ajutorul pensulelor, spatulelor sau aplicatoarelor speciale, permițând un control bun al cantității și poziționării materialului pe suprafețe sau în zonele critice ale cablurilor și arborilor. Aplicarea prin pulverizare reprezintă o altă metodă utilizată pentru aplicarea rapidă și uniformă a rășinilor acrilice sau a unor tipuri de adezivi. Această tehnică permite acoperirea unor suprafețe

mai mari într-un timp redus și asigură un strat subțire și omogen, fiind folosită cu pulverizatoare manuale sau automate, care pot regla debitul și presiunea pentru a evita consumul excesiv sau depunerile inegale.

De asemenea, adezivii pot fi aplicați sub formă de benzi sau role impregnate cu rășină, care se aplică direct pe cabluri sau arbori pentru etanșări rapide sau pentru protecție suplimentară împotriva umezelii. Metoda de turnare sau impregnare este folosită mai ales pentru rășinile epoxidice sau fenolice, implicând scufundarea sau imersarea componentelor în rășină lichidă, urmată de eliminarea excesului și întărirea materialului prin polimerizare controlată. Această metodă asigură o distribuție uniformă și o protecție completă a conductoarelor. Pentru rășinile termoreactive și adezivii ce necesită activare prin temperatură, se utilizează echipamente speciale, precum pistoale termice sau cuptoare de uscare, care încălzesc cablurile sau arborii după aplicarea adezivului, pentru a grăbi polimerizarea și a asigura o aderență optimă.

Echipamentele utilizate în procesul de aplicare includ pensule și spatule de diverse dimensiuni, pulverizatoare manuale și automate cu reglaje fine pentru debit și presiune, bazine și recipiente pentru impregnarea cablurilor cu rășini lichide, pistoale termice și cuptoare de uscare, precum și truse de dozare și amestecare pentru prepararea corectă a rășinilor bicomponente. De asemenea, se folosesc echipamente de măsurare a temperaturii și umidității pentru controlul condițiilor optime de aplicare și polimerizare, precum și sisteme automate integrate în liniile de fabricație moderne, care asigură aplicarea uniformă și repetabilă a adezivilor pe cabluri și arbori.

Controlul calității începe cu verificarea materiilor prime, analizându-se loturile de rășini și adezivi înainte de utilizare, termenul de valabilitate, caracteristicile fizico-chimice și omogenitatea materialelor. Este esențială monitorizarea proporțiilor și omogenizarea corectă a componentelor în cazul rășinilor bicomponente pentru a asigura o polimerizare completă și proprietăți optime ale adezivului. De asemenea, condițiile de aplicare, cum ar fi temperatura, umiditatea și timpul, sunt controlate riguros pentru a preveni defectele precum insuficienta polimerizare, formarea de goluri sau exfolieri. După aplicare, se efectuează o inspecție vizuală a stratului de adeziv pentru a verifica uniformitatea, eventualele defecte precum bule de aer sau crăpături, precum și aderarea la suprafața cablului sau arborelui.

Pentru a evalua rezistența mecanică și izolarea electrică, se realizează teste specifice, cum ar fi măsurarea cuplului de strângere, teste de tracțiune, rezistență la întindere, continuitate electrică și izolarea dielectrică. Se efectuează și teste de durabilitate și mediu, prin simularea condițiilor de exploatare, incluzând teste accelerate de îmbătrânire, expunerea la temperaturi extreme, umiditate, radiații UV și substanțe chimice, pentru a verifica stabilitatea și rezistența stratului aplicat pe termen lung. Toate aceste etape sunt însoțite de documentație și trasabilitate riguroasă, astfel încât fiecare lot fabricat să fie însoțit de rapoarte detaliate ce includ rezultatele testelor și datele de aplicare, garantând respectarea standardelor de calitate.

În concluzie, metodele variate de aplicare, echipamentele specializate și procedurile riguroase de control al calității sunt integrate într-un sistem bine organizat, menită să asigure performanțele și durabilitatea cablurilor și arborilor de cablu. Respectarea acestor proceduri și utilizarea tehnologiilor moderne permit obținerea unui produs final sigur, durabil și performant, care răspunde cerințelor complexe ale industriei electrice.

Un aspect foarte important în procesul de utilizare a rășinilor și adezivilor este respectarea măsurilor de siguranță în muncă. Deoarece multe adezivi și rășini conțin substanțe chimice care pot fi toxice sau iritante, operatorii trebuie să folosească echipament individual de protecție, cum ar fi mănuși, ochelari de protecție, măști respiratorii și haine de protecție. Este esențială asigurarea unei bune ventilații în spațiile de lucru pentru a evita inhalarea vaporilor nocivi. De asemenea, este recomandată instruirea personalului cu privire la manipularea corectă a materialelor, utilizarea echipamentelor și procedurile în caz de accidente chimice.

Depozitarea rășinilor și adezivilor trebuie realizată în condiții specifice, pentru a păstra integritatea și proprietățile materialelor. Acestea trebuie ținute în recipiente bine închise, ferite de umiditate, temperaturi extreme și lumina directă a soarelui, care pot altera compoziția chimică și eficiența materialelor. Termenele de valabilitate trebuie respectate cu strictețe, iar produsele expirate sau deteriorate trebuie eliminate conform normelor de mediu și siguranță.

Pregătirea corectă a suprafețelor pe care urmează să se aplice rășinile sau adezivii este un pas crucial pentru a asigura aderența optimă și performanța produsului final. Suprafețele trebuie să fie curate, uscate și degresate, fără impurități, praf, uleiuri sau alte contaminanți care pot afecta legătura chimică. În funcție de natura materialului, pot fi necesare proceduri suplimentare precum șlefuirea sau curățarea cu soluții speciale pentru a crea o suprafață rugoasă care să favorizeze aderarea adezivului.

Impactul asupra mediului reprezintă un aspect tot mai important în industria fabricării cablurilor. Se caută permanent soluții pentru reducerea emisiilor de compuși organici volatili (COV) și a deșeurilor generate în procesul de aplicare a rășinilor și adezivilor. Alegerea unor materiale ecologice, biodegradabile sau cu un conținut redus de substanțe nocive este încurajată, iar reciclarea și eliminarea corectă a deșeurilor sunt parte integrantă a procesului. Totodată, companiile implementează sisteme de monitorizare a impactului asupra mediului și adoptă bune practici pentru a minimiza efectele negative.

În plus, pregătirea personalului este un factor determinant în succesul aplicării rășinilor și adezivilor. Instruirea continuă privind tehnologiile noi, metodele de aplicare, echipamentele folosite și procedurile de siguranță contribuie la creșterea eficienței procesului și la prevenirea erorilor care pot duce la defecte în cabluri și arbori. De asemenea, echipele trebuie să fie capabile să identifice rapid eventualele probleme și să aplice măsuri corective.

Pentru optimizarea procesului de fabricație, se utilizează în unele cazuri sisteme automate și robotizate care asigură o aplicare precisă și repetabilă a rășinilor și adezivilor. Aceste tehnologii reduc variațiile cauzate de factorul uman, cresc productivitatea și permit respectarea mai strictă a parametrilor tehnici impuși.

În concluzie, utilizarea corectă și detaliată a rășinilor și adezivilor în fabricația cablurilor și arborilor de cablu implică o combinație complexă între metode de aplicare bine alese, echipamente performante, respectarea normelor de siguranță și protecție a mediului, precum și pregătirea adecvată a personalului. Acest ansamblu contribuie decisiv la obținerea unor produse finale de înaltă calitate, sigure și durabile, care să răspundă cerințelor din ce în ce mai stricte ale pieței și ale reglementărilor industriale.

În procesul de fabricație a cablurilor și arborilor de cablu, un exemplu concret de aplicare a rășinilor epoxidice este impregnarea miezului conductorului. Aceasta presupune plasarea conductorului într-un rezervor cu rășină lichidă, unde acesta este scufundat complet pentru a permite penetrarea uniformă a materialului în spațiile dintre fire. După impregnare, excesul de rășină este eliminat prin scurgere sau centrifugare, iar conductorul este trecut printr-un cuptor de polimerizare, unde temperatura controlată asigură întărirea completă a rășinii. Această metodă oferă o protecție mecanică și electrică excelentă, prevenind pătrunderea umezelii și asigurând stabilitatea dimensională a cablului.

În cazul adezivilor folosiți pentru etanșarea îmbinărilor între componentele cablurilor, cum ar fi manșoanele și adaptoarele, se utilizează adesea adezivi pe bază de poliuretan sau silicon, care au proprietăți elastice și rezistență bună la factorii de mediu. Aplicarea acestora se face prin utilizarea pistolului de dozare, care permite controlul precis al cantității de adeziv aplicate, evitând excesul și risipa. După aplicare, îmbinările sunt expuse la un flux de aer cald sau sunt introduse în camere de uscare pentru a grăbi procesul de întărire.

Echipamentele specifice folosite în aceste procese includ bazine de impregnare cu control automat al nivelului și temperaturii rășinii, pompe de dozare pentru amestecarea și aplicarea adezivilor bicomponenți, pistoale pneumomatice sau electrice pentru aplicarea precisă a adezivilor și cuptoare cu temperatură controlată pentru polimerizare. În liniile automatizate, aceste echipamente sunt integrate într-un sistem computerizat care monitorizează fiecare etapă, asigurând uniformitatea și repetabilitatea procesului.

Procedurile de testare pentru controlul calității includ verificarea vizuală a stratului aplicat, dar și teste mecanice de tracțiune și compresiune pentru a evalua rezistența adezivului și a rășinii după întărire. Testele electrice constau în măsurarea rezistenței de izolație și a continuității conductoare, pentru a se asigura că materialele aplicate nu compromit performanțele cablului. De asemenea, se efectuează teste de îmbătrânire accelerată prin expunerea la temperaturi ridicate, umiditate și radiații UV, pentru a simula condițiile reale de exploatare și a verifica durabilitatea stratului protector.

În plus, se folosesc analize chimice și microscopice pentru a evalua compoziția și omogenitatea rășinilor și adezivilor, precum și aderența acestora la materialele componente ale cablurilor. Aceste teste ajută la identificarea eventualelor defecte care pot afecta calitatea și durata de viață a produsului final.

În concluzie, prin combinarea unor metode practice bine definite, utilizarea unor echipamente moderne și implementarea unor proceduri riguroase de testare, procesul de aplicare a rășinilor și adezivilor în fabricația cablurilor și arborilor de cablu este optimizat pentru a garanta calitatea, siguranța și durabilitatea produselor fabricate. Aceste aspecte sunt fundamentale pentru satisfacerea cerințelor industriei și pentru asigurarea unei performanțe constante în condiții variate de exploatare.

În contextul evoluției rapide a tehnologiei și al cerințelor tot mai stringente privind performanța, durabilitatea și sustenabilitatea produselor, industria fabricării cablurilor și arborilor de cablu a început să adopte o serie de tehnologii avansate și materiale inovatoare menite să optimizeze procesul de producție și calitatea finală a produselor. Aceste inovații au un impact major asupra tuturor etapelor procesului, de la selecția materiilor prime până la testarea și controlul calității, contribuind totodată la reducerea impactului asupra mediului și la respectarea normelor internaționale.

Un domeniu în plină dezvoltare este utilizarea rășinilor și adezivilor pe bază de materiale ecologice, cunoscute și sub denumirea de biopolimeri sau materiale biodegradabile. Aceste materiale sunt fabricate din resurse regenerabile, cum ar fi uleiuri vegetale, amidon sau polizaharide, și sunt concepute pentru a se descompune natural în mediu într-un interval scurt de timp, fără a genera reziduuri toxice. Utilizarea acestor adezivi și rășini are un impact semnificativ în reducerea amprentei ecologice a proceselor industriale, fiind un răspuns la cerințele tot mai stricte ale legislației privind protecția mediului și la așteptările consumatorilor și partenerilor industriali. De exemplu, în fabricarea cablurilor, aceste materiale ecologice pot fi folosite atât pentru impregnarea conductorilor, cât și pentru etanșarea îmbinărilor, asigurând o protecție optimă fără a compromite performanța electrică sau mecanică.

Un alt avans tehnologic esențial îl reprezintă automatizarea și robotizarea proceselor de aplicare a rășinilor și adezivilor. În companiile moderne, liniile de fabricație sunt din ce în ce mai des echipate cu roboți industriali și sisteme computerizate care permit o aplicare uniformă și precisă a materialelor pe cabluri și arbori. Aceste sisteme sunt dotate cu brațe articulate, echipate cu pistoale specializate, capabile să ajusteze debitul, presiunea și direcția aplicării în funcție de dimensiunea și forma cablurilor. Automatizarea reduce semnificativ variabilitatea procesului care poate apărea din cauza factorului uman, crescând astfel calitatea și consistența produselor finale. Mai mult, robotizarea permite accelerarea ritmului de producție, scăzând timpii de fabricație și, implicit, costurile de operare.

O inovație notabilă în domeniul adezivilor o reprezintă adezivii cu activare prin radiație ultravioletă (UV). Acești adezivi sunt special formulați să se polimerizeze rapid atunci când sunt expuși la lumină UV, transformându-se într-un material solid, rezistent și elastic într-un timp extrem de scurt. Această tehnologie permite reducerea semnificativă a timpului de procesare, ceea ce este deosebit de avantajos în liniile de producție cu cerințe ridicate de viteză și eficiență. De asemenea, activarea UV permite aplicarea adezivului în straturi foarte subțiri, cu precizie mare, evitând surplusurile și reducând risipa de material. Pe lângă viteza de întărire, adezivii UV au avantajul că polimerizarea poate fi controlată exact, permițând oprirea procesului în orice moment prin simpla întrerupere a sursei de lumină.

În domeniul materialelor compozite, integrarea nanoparticulelor și a fibrelor de carbon în rășini aduce beneficii considerabile. Nanoparticulele, cum ar fi cele de silica, aluminiu sau grafen, îmbunătățesc proprietățile mecanice și termice ale rășinilor, crescând rezistența la abraziune, la temperaturi extreme și la agenți chimici. Fibrele de carbon, datorită raportului excelent între rezistență și greutate, permit fabricarea de cabluri mult mai ușoare, dar în același timp foarte rezistente, ideale pentru utilizări în domenii critice precum industria aerospațială, auto sau echipamente militare. Astfel de materiale compozite sporesc performanța cablurilor fără a compromite flexibilitatea necesară în montaj și exploatare.

De asemenea, în fabricarea modernă se implementează tehnologii avansate de monitorizare și control al calității în timp real. Utilizarea senzorilor optici, termici și de umiditate pe liniile de producție permite colectarea continuă a datelor privind grosimea stratului de rășină sau adeziv, temperatura de polimerizare, viteza de aplicare și alte variabile critice. Aceste informații sunt procesate prin software specializat, care poate ajusta automat parametrii procesului pentru a menține condițiile optime, prevenind astfel erorile și defectele. Acest nivel de control asigură o calitate constantă și permite o reducere semnificativă a rebuturilor, economisind materiale și timp.

Pe lângă avantajele tehnice și economice, aceste tehnologii și materiale inovatoare aduc și beneficii importante pentru siguranța muncii. Automatizarea reduce expunerea operatorilor la substanțe chimice periculoase, iar utilizarea adezivilor cu polimerizare rapidă minimizează riscul contactului prelungit cu vapori toxici. În plus, materialele ecologice reduc expunerea la compuși organici volatili (COV), contribuind la un mediu de lucru mai sănătos.

În ciuda numeroaselor avantaje, implementarea acestor tehnologii vine și cu unele provocări. Costurile inițiale pentru achiziția echipamentelor robotizate și a sistemelor de control automatizat pot fi ridicate, necesitând investiții substanțiale și perioade de adaptare. De asemenea, introducerea materialelor noi necesită teste riguroase și adaptarea proceselor pentru a asigura compatibilitatea și performanța cerută. Este esențială

pregătirea tehnică a personalului și dezvoltarea unor protocoale de lucru clare pentru a integra eficient aceste tehnologii.

Pentru a încheia, putem spune că viitorul fabricării cablurilor și arborilor de cablu este strâns legat de adoptarea și dezvoltarea continuă a tehnologiilor avansate și a materialelor inovatoare. Acestea nu numai că sporesc calitatea și durabilitatea produselor, dar permit și o adaptare mai flexibilă la cerințele pieței și reglementările de mediu, oferind companiilor un avantaj competitiv important. De la rășini ecologice și adezivi UV până la roboți aplicați pe liniile de producție și sisteme inteligente de monitorizare, toate aceste inovații creează o industrie mai sustenabilă, eficientă și orientată spre viitor.

Studiu de caz 1: Implementarea rășinilor ecologice în producția de cabluri pentru echipamente electrice industriale

O companie europeană specializată în fabricarea cablurilor pentru echipamente industriale a decis să reducă impactul ecologic al procesului de producție prin trecerea la rășini epoxidice pe bază de biopolimeri. După o perioadă de testare și adaptare a parametrilor de impregnare și polimerizare, s-a observat că aceste rășini au oferit o rezistență mecanică și electrică comparabilă cu cea a rășinilor convenționale, dar cu un impact semnificativ mai mic asupra mediului. În plus, costurile de eliminare a deșeurilor au scăzut, iar certificările ecologice obținute au deschis accesul pe piețe noi, cu cerințe stricte de sustenabilitate. Acest proiect a demonstrat că tehnologiile verzi pot fi integrate eficient în procesele industriale tradiționale fără compromisuri majore de performanță.

Studiu de caz 2: Robotizarea aplicării adezivilor cu polimerizare UV în fabricarea arborilor de cablu pentru industria aerospațială

O firmă din Statele Unite care produce arbori de cablu pentru aplicații aerospațiale a adoptat o linie automatizată cu brațe robotizate pentru aplicarea adezivilor cu activare UV. Datorită necesității unor standarde foarte ridicate de calitate și uniformitate, procesul manual anterior era costisitor și predispus la erori. Robotizarea a permis aplicarea stratului adeziv cu precizie milimetrică, iar polimerizarea rapidă prin lumină UV a redus timpul de producție cu peste 40%. În plus, automatizarea a eliminat expunerea lucrătorilor la vapori toxici, sporind siguranța în fabrică. Proiectul a dus la creșterea capacității de producție și la scăderea ratei rebuturilor cu peste 30%, având un impact semnificativ asupra profitabilității companiei.

Studiu de caz 3: Utilizarea materialelor compozite cu nanoparticule și fibre de carbon în cabluri de înaltă performanță pentru industria auto

Un producător de cabluri pentru autoturisme electrice a implementat în producția sa rășini compozite îmbogățite cu nanoparticule de silica și fibre de carbon. Aceste materiale au permis fabricarea unor cabluri cu o greutate redusă cu 20%, dar cu o rezistență mecanică și o durabilitate superioară. Reducerea greutății cablurilor a contribuit la scăderea consumului de energie al vehiculului, un avantaj esențial pentru eficiența generală a mașinilor electrice. De asemenea, cablurile au rezistat mai bine la solicitările termice și mecanice din mediul auto, prelungind durata de viață și reducând costurile de mentenanță. Investiția inițială în noile materiale a fost amortizată rapid datorită cererii crescute și a poziționării companiei ca lider în inovație.

Studiu de caz 4: Sistem inteligent de monitorizare a procesului de aplicare a adezivilor în fabricația cablurilor de telecomunicații

O companie asiatică de top în domeniul cablurilor de telecomunicații a implementat un sistem avansat de monitorizare în timp real, cu senzori optici și termici integrați pe linia de producție. Acest sistem colectează date privind grosimea stratului de adeziv, temperatura aplicării și umiditatea ambientală, transmitând informațiile către un centru de control automatizat. Ajustările sunt realizate instantaneu de către sistemul computerizat, asigurând menținerea parametrilor optimi pe toată durata procesului. Implementarea acestui sistem a redus cu 25% pierderile de material și cu 35% timpii de oprire pentru ajustări manuale, sporind eficiența generală. În plus, calitatea cablurilor produse a devenit mai constantă, îmbunătățind satisfacția clienților și reducând reclamațiile.

Aceste studii de caz demonstrează că inovațiile tehnologice și materialele noi nu sunt doar concepte teoretice, ci au aplicabilitate concretă, cu beneficii reale în industrie. Adaptarea la aceste tehnologii necesită însă investiții, formare profesională și planificare atentă, dar rezultatele sunt vizibile în calitatea produselor, eficiența producției și impactul asupra mediului.

2.22 Defectele cablurilor și criteriile de scoatere din funcțiune

Cablurile utilizate la confecționarea arborilor de cabluri sunt supuse zilnic unor solicitări mecanice, chimice și climatice care, în timp, conduc inevitabil la apariția unor defecte. Identificarea corectă a acestora reprezintă o

responsabilitate majoră a confectionerului de cabluri și arbori de cabluri, dar și a oricărei persoane care realizează operațiuni de ridicare și manipulare. Un cablu defect poate cauza accidente grave de muncă, răniri sau pierderi materiale semnificative, motiv pentru care este obligatorie verificarea atentă a acestuia înainte de fiecare utilizare.

Unul dintre cele mai frecvente defecte întâlnite în practică este ruperea firelor individuale. Firele componente ale cablului se pot rupe din diverse cauze, cum ar fi suprasolicitarea, oboseala materialului generată de ciclurile repetate de ridicare și coborâre, abraziunea excesivă cauzată de frecarea pe role, tamburi sau suprafețe aspre, dar și din cauza coroziunii. Standardele tehnice în vigoare stabilesc clar numărul maxim admisibil de fire rupte înainte ca un cablu să fie declarat necorespunzător. De exemplu, dacă se constată că mai mult de 10% din totalul firelor sunt rupte pe o lungime egală cu o înfășurare completă a cablului, acesta trebuie scos imediat din uz. De asemenea, atunci când firele rupte sunt concentrate pe o lungime scurtă, egală cu de zece ori diametrul cablului, rezistența acestuia este semnificativ diminuată, fiind considerat periculos pentru utilizare.

Un alt defect important care apare frecvent este uzura prin abraziune. Aceasta se produce atunci când cablul se freacă în mod repetat de suprafețe dure, muchii, role metalice sau tamburi, ceea ce conduce la subțierea treptată a firelor. Rezultatul este reducerea diametrului cablului. Conform criteriilor tehnice, dacă diametrul cablului s-a redus cu mai mult de 10% față de diametrul său nominal, cablul trebuie scos din funcțiune, chiar dacă nu prezintă alte defecte vizibile. Această regulă se aplică indiferent dacă uzura este uniformă pe toată lungimea cablului sau localizată pe anumite porțiuni.

Deformările cablului reprezintă, la rândul lor, defecte care impun scoaterea imediată din uz. În categoria deformărilor se încadrează aplatizarea, care apare atunci când cablul își pierde forma circulară și capătă un aspect oval sau plat pe anumite tronsoane. O astfel de deformare indică faptul că firele interioare au fost strivite și nu mai lucrează uniform la solicitări. Tot deformare este considerată și formarea buclelor răsucite, cunoscute sub denumirea de coadă de porc. Acestea apar de obicei din cauza manipulării necorespunzătoare a cablului, atunci când nu este derulat corect, fiind lăsat să se răsucească sau să se încâlcească. De asemenea, deformările locale produse prin lovituri, striviri sau prin prinderea cablului sub greutăți afectează structura internă a acestuia, putând produce fisuri invizibile care îl fac nesigur la utilizare.

Coroziunea reprezintă un alt defect major, mai ales în cazul cablurilor utilizate în medii cu umiditate ridicată, atmosferă salină sau care nu sunt depozitate corespunzător. Coroziunea apare inițial ca o rugină superficială, dar în timp pătrunde în interiorul firelor, reducând grosimea lor și modificând structura metalică. Firele ruginite devin casante și se pot rupe brusc în timpul utilizării. Atunci când se constată coroziune profundă, care reduce vizibil diametrul firelor, cablul trebuie scos imediat din uz, deoarece rezistența acestuia nu mai poate fi

garantată. Este important de menționat că rugina superficială se poate curăța cu perii de sârmă înainte de inspecție, însă rugina avansată nu are remediu.

Tot în categoria defectelor care impun scoaterea din funcțiune se află defecțiunile capetelor de prindere. Terminațiile cablurilor, precum mansoanele presate, colierele sau ochiurile confecționate, au rolul de a transmite sarcina în siguranță către cârlige, inele sau carabiniere. Orice fisură, crăpătură sau deformare vizibilă a acestor terminații este considerată un risc major de desprindere în timpul lucrului. De asemenea, dacă se observă alunecarea cablului din zona de sertizare sau slăbirea colierelor, cablul se scoate din funcțiune fără ezitare, deoarece nu mai prezintă siguranță structurală.

În afară de aceste defecte vizibile, un alt criteriu important de scoatere din uz a cablurilor este depășirea duratei de viață stabilite de producător. Chiar dacă un cablu nu prezintă defecte evidente, dacă a fost utilizat o perioadă îndelungată, conform fișei tehnice, el trebuie retras din utilizare. Durata de viață a cablurilor este influențată de mai mulți factori, printre care frecvența de utilizare, tipul sarcinilor manipulate, unghiurile de lucru și condițiile de mediu. Un cablu folosit zilnic în regim intens va avea o durată de viață mai scurtă decât unul folosit ocazional, motiv pentru care evidența riguroasă și planificarea înlocuirii lor sunt obligatorii.

În concluzie, cunoașterea și identificarea acestor defecte sunt esențiale pentru orice confectioner de cabluri și arbori de cabluri. Doar printr-o verificare atentă, realizată înainte de fiecare utilizare, și prin respectarea strictă a criteriilor de scoatere din funcțiune se poate asigura siguranța personalului, a echipamentelor și a întregului proces de manipulare și ridicare a sarcinilor. Aceasta reflectă profesionalismul operatorului, responsabilitatea față de colegi și respectarea legislației în vigoare privind securitatea și sănătatea în muncă.

2.23 Competențe de control al calității la confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

În activitatea complexă și cu standarde înalte a confecționării cablurilor și arborilor de cabluri, controlul riguros al calității reprezintă un element esențial pentru garantarea conformității produselor finite cu specificațiile tehnice impuse, precum și pentru asigurarea durabilității, fiabilității și siguranței în utilizare; astfel, operatorul trebuie să dețină competențe solide în identificarea, măsurarea și interpretarea parametrilor critici ai procesului de fabricație, pentru a interveni prompt și eficient în corectarea eventualelor deviații.

Un prim set de competențe se referă la evaluarea vizuală și dimensională a cablurilor și arborilor, care include inspectarea atentă a integrității izolației, identificarea eventualelor fisuri, deformări sau defecte mecanice, precum și verificarea diametrului conductorilor și a grosimii stratului izolator cu ajutorul instrumentelor de măsură de precizie (calibre, micrometre, șubler); în plus, este necesară verificarea uniformității înfășurării cablurilor pe arbori pentru a preveni eventualele puncte de tensiune sau alunecare.

Operatorul trebuie să fie capabil să realizeze teste electrice și mecanice, cum ar fi măsurarea rezistenței electrice a conductorilor, testarea continuității electrice, verificarea izolației prin teste de tensiune (hipot) și evaluarea rezistenței la tracțiune, pentru a confirma conformitatea cu cerințele tehnice și normative în vigoare; aceste teste necesită cunoștințe privind modul de utilizare corectă a echipamentelor de testare și interpretarea corectă a rezultatelor obținute.

O altă competență importantă este reprezentată de monitorizarea și ajustarea parametrilor de proces în timp real, pe baza rezultatelor controlului calității, inclusiv reglarea vitezei de avans, forței de prindere, temperaturii de sudură sau presiunii de sertizare, pentru a menține constantă calitatea producției și a preveni apariția defectelor în serie.

De asemenea, competențele implică întocmirea documentației specifice controlului calității, care include fișe tehnice de inspecție, rapoarte de testare și evidențe privind parametrii setărilor mașinilor și rezultatele obținute, documente ce trebuie să fie clare, precise și conforme cu standardele interne și reglementările industriale.

În plus, un operator competent trebuie să aibă capacitatea de a efectua analize cauză-rădăcină în cazul defectelor identificate, să propună măsuri corective și preventive, să colaboreze cu echipa tehnică pentru optimizarea proceselor și să participe activ la îmbunătățirea continuă a sistemului de management al calității.

Nu în ultimul rând, competențele de comunicare și respectarea normelor de protecția muncii și securitate sunt indispensabile, pentru a asigura un flux informațional eficient între departamente și pentru a menține un mediu de lucru sigur și conform cu cerințele legislative.

Indicatori de calitate detaliați pentru confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri:

1. Conformitatea dimensională a conductorilor și izolațiilor
   Este esențial ca diametrul conductorilor electrici, precum și grosimea stratului izolator să fie verificate cu instrumente de măsură de precizie, precum micrometre sau calibre vernier, pentru a se asigura că acestea se încadrează strict în limitele toleranțelor specificate în fișele tehnice și standardele relevante, toleranțele admise fiind, de regulă, de ±0,05 mm, această verificare fiind vitală pentru garantarea performanțelor electrice și mecanice ale cablurilor fabricate.
2. Integritatea și uniformitatea izolației aplicate pe cablu
   Fiecare cablu trebuie inspectat minuțios pentru a detecta eventuale defecte ale izolației, cum ar fi fisuri, zgârieturi, tăieturi sau alte deformări mecanice care pot compromite izolația electrică, iar pentru aceasta se pot folosi atât inspecții vizuale detaliate, cât și echipamente de testare non-distructivă, asigurând astfel că izolația respectă cerințele de rezistență la penetrare și izolatoare conform standardelor precum IEC 60228.

3. Calitatea operațiunilor de decapare și sertizare

   Procesul de decapare trebuie realizat cu precizie astfel încât să se elimine stratul izolator fără a deteriora conductorul interior, iar în etapa de sertizare, conectorii trebuie să fie aplicați cu o forță controlată, corespunzătoare standardelor prestabilite, evitând astfel apariția golurilor, deformărilor sau contactului electric imperfect, iar această operație trebuie verificată prin teste mecanice și vizuale riguroase pentru a asigura o conexiune electrică durabilă și sigură.

4. Verificarea continuității și a rezistenței electrice a conductorilor

   Pentru a garanta funcționarea optimă a cablurilor, se impune măsurarea rezistenței electrice a conductorilor, care trebuie să fie conformă cu valorile teoretice calculate în funcție de material și lungimea cablului; în plus, se efectuează teste de continuitate pentru a confirma absența întreruperilor sau a rezistențelor parazite ce pot afecta performanța și siguranța instalațiilor.

5. Testarea rezistenței mecanice și flexibilității cablurilor

   Cablurile și arborii de cabluri trebuie să fie supuși unor teste riguroase de tracțiune și îndoire repetată, menite să evalueze capacitatea lor de a rezista la solicitări mecanice în condiții normale și de exploatare, astfel încât să se prevină ruperea sau deformarea permanentă care ar putea duce la defecte în funcționare sau chiar accidente.

6. Uniformitatea și corectitudinea înfășurării cablurilor pe arbori

   Procesul de înfășurare trebuie monitorizat pentru a asigura o distribuție uniformă a cablului pe arbor, fără suprapuneri, tensiuni necontrolate sau alunecări care pot afecta integritatea mecanică și ușurința în utilizare; tensiunea aplicată în timpul înfășurării trebuie să fie controlată permanent prin dispozitive speciale pentru a preveni deformarea sau deteriorarea cablurilor.

7. Aspectul vizual general și curățenia cablurilor

   Produsele finite trebuie să prezinte o suprafață netedă, curată, fără contaminări precum praf, uleiuri sau alte impurități care pot afecta calitatea izolării și siguranța utilizării, iar toate marcajele și etichetele aplicate trebuie să fie clare, lizibile și conform normelor, pentru a facilita identificarea rapidă și corectă a produsului în procesul de depozitare sau utilizare.

8. Respectarea parametrilor tehnologici ai procesului de fabricație

   Toți parametrii critici ai procesului, precum viteza de avans a cablurilor în timpul prelucrării, presiunea aplicată în procesul de sertizare sau temperatura de topire în sudură, trebuie să fie monitorizați și menținuți în limitele prestabilite pentru a asigura repetabilitatea și uniformitatea calității, iar orice abatere trebuie corectată prompt și documentată.

9. Rata defectelor și procentul de rebuturi

O evaluare esențială a performanței procesului o reprezintă procentajul de produse neconforme sau cu defecte identificate în cadrul controlului calității, iar acest indicator trebuie să fie menținut sub pragul de 1% din producția totală, iar în cazul defectelor majore care pot compromite funcționalitatea, acestea trebuie eliminate complet înainte de livrare.

10. Conformitatea cu standardele și reglementările în vigoare
    Toate cablurile și arborii de cablu trebuie să respecte standardele tehnice naționale și internaționale aplicabile, precum și cerințele clientului, iar operatorii de control al calității trebuie să se asigure că documentația tehnică este completă, corectă și actualizată, facilitând astfel trasabilitatea și verificabilitatea produsului.

2.24 Verificări dimensionale, vizuale și electrice în procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri

În cadrul procesului complex de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, efectuarea unor verificări riguroase de natură dimensională, vizuală și electrică este indispensabilă pentru asigurarea calității produsului finit și conformității acestuia cu specificațiile tehnice impuse de standardele industriale și de cerințele beneficiarului.

Verificările dimensionale presupun utilizarea unor instrumente de măsură de precizie, cum ar fi micrometre, calibre vernier sau șublere, pentru a determina cu exactitate atât diametrul conductorilor, cât și grosimea și uniformitatea stratului izolator aplicat, această etapă fiind esențială pentru garantarea parametrilor electrici și mecanici optimi ai cablurilor; de asemenea, în această etapă se măsoară și lungimea cablurilor și arborilor pentru a se asigura respectarea strictă a dimensiunilor specificate în fișa tehnică, prevenind astfel eventualele erori ce pot afecta montajul sau funcționarea ulterioară.

În ceea ce privește verificările vizuale, acestea constau într-o inspecție atentă și detaliată a suprafeței cablurilor și a componentelor arborilor pentru a identifica orice defecte evidente, precum fisuri, zgârieturi, tăieturi ale izolației, deformări mecanice sau impurități ce pot compromite integritatea electrică și mecanică; această etapă include de asemenea controlul calității execuției decapării izolatorului și a operațiunii de sertizare, precum și verificarea corectitudinii etichetării și a marcajelor aplicate, toate acestea contribuind la prevenirea apariției unor defecte critice în timpul utilizării cablurilor.

În plus, verificările electrice reprezintă o componentă vitală a controlului calității, implicând teste specifice, cum ar fi măsurarea rezistenței electrice a conductorilor pentru a confirma conformitatea cu valorile normative, testarea continuității pentru a detecta eventualele întreruperi sau rezistențe parazite, precum și efectuarea

testelor de izolație la tensiune înaltă (test hipot) pentru a asigura integritatea dielectrică a stratului izolator și capacitatea cablului de a funcționa în condiții de siguranță în mediul de exploatare.
Aceste verificări integrate – dimensionale, vizuale și electrice – trebuie realizate conform unui protocol bine definit, documentate cu rigurozitate în rapoarte de control, iar orice neconformitate identificată să fie comunicată imediat responsabililor tehnici pentru luarea măsurilor corective necesare, astfel încât să se mențină un nivel ridicat al calității și să se reducă la minimum riscul de apariție a defectelor pe parcursul procesului de fabricație și în exploatare.

2.25 Identificarea rapidă a scurtcircuitelor și conexiunilor slabe în confecționarea cablurilor și arborilor de cabluri

În procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri, capacitatea operatorului de a identifica rapid și precis prezența eventualelor scurtcircuite sau conexiuni slabe reprezintă o competență esențială pentru asigurarea fiabilității și siguranței produselor finite; această abilitate necesită o înțelegere profundă a principiilor electrice, precum și o experiență practică în utilizarea echipamentelor de testare specifice.
Pentru identificarea scurtcircuitelor, operatorul trebuie să efectueze teste de continuitate și măsurători ale rezistenței electrice cu ajutorul dispozitivelor specializate, cum ar fi multimetre digitale sau testere de cabluri, care permit localizarea rapidă a punctelor cu rezistență anormal de scăzută, indicând astfel existența unor contacte nepermise între conductori; de asemenea, este necesar să fie familiarizat cu interpretarea semnalelor acustice sau vizuale furnizate de aceste aparate, pentru a detecta eficient astfel de defecte.
În ceea ce privește conexiunile slabe, operatorul trebuie să fie capabil să recunoască semnele specifice acestora, cum ar fi valori crescute ale rezistenței la punctul de conexiune, posibile fluctuații în semnal sau întreruperi parțiale, identificând astfel legăturile imperfecte realizate în timpul sertizării, sudurii sau lipirii; pentru aceasta, el utilizează metode de testare electrică precisă, inclusiv teste de tensiune sub sarcină sau teste termografice, care pot evidenția zone cu încălzire anormală cauzată de contactul defectuos.
De asemenea, pentru a preveni astfel de defecte, operatorul trebuie să verifice vizual calitatea conexiunilor, să asigure o bună pregătire a suprafețelor și să controleze parametrii tehnologici în timpul execuției, ceea ce facilitează reducerea riscului de apariție a scurtcircuitelor sau conexiunilor slabe încă din faza de fabricație.
Această competență este crucială pentru menținerea unui nivel înalt de calitate și siguranță, reducerea timpilor de reparație și evitarea defectelor ce pot genera probleme majore în utilizarea finală a cablurilor și arborilor de cabluri, reprezentând astfel o componentă fundamentală a controlului tehnic al produsului.

2.26 Concluzie

Procesul de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri reprezintă o activitate fundamentală în industria electrotehnică, caracterizată printr-o complexitate tehnică ridicată și o necesitate stringentă de precizie și responsabilitate la fiecare etapă a producției. Succesul realizării unor produse de calitate superioară, care să răspundă atât cerințelor funcționale cât și normelor de siguranță, depinde în mod direct de competențele profesionale ale confectionerului, de modul în care acesta respectă cu rigurozitate procedurile tehnologice și normele de protecția muncii, precum și de capacitatea sa de a efectua verificări amănunțite și precise pe parcursul întregului proces de fabricație.

Este esențial ca fiecare operator să înțeleagă importanța reglării corecte a parametrilor mașinilor în funcție de tipul și caracteristicile cablului prelucrat, deoarece orice abatere poate conduce la defecte ce afectează durabilitatea, siguranța și performanța produsului finit. De asemenea, confecționarea arborilor de cabluri implică un control riguros al procesului de înfășurare, în care tensiunea aplicată și uniformitatea așezării cablului sunt critice pentru prevenirea deteriorărilor mecanice ulterioare.

Pe lângă partea tehnică, un alt pilon al activității îl constituie aplicarea normelor de protecție a muncii și respectarea instrucțiunilor de utilizare a echipamentelor, aspecte care asigură nu doar calitatea produsului, ci și siguranța operatorului și a mediului de lucru. Un confectioner bine instruit și atent la detalii va efectua verificări dimensionale precise, inspecții vizuale detaliate și teste electrice riguroase, capabil să identifice rapid orice neconformitate, cum ar fi scurtcircuitele sau conexiunile slabe, și să ia măsuri corective în timp util, evitând astfel compromiterea întregului lot de producție.

De asemenea, competența în controlul calității nu se limitează doar la detectarea defectelor, ci implică și o înțelegere profundă a parametrilor tehnici și a standardelor aplicabile, precum și capacitatea de a interpreta rezultatele testelor și de a documenta cu acuratețe fiecare etapă, pentru a garanta trasabilitatea și conformitatea produselor. Prin această abordare integrată, confectionerul devine un factor esențial în menținerea unui flux de producție eficient și în livrarea unor cabluri și arbori de cabluri care să corespundă celor mai înalte standarde de calitate.

În concluzie, activitatea de confecționare a cablurilor și arborilor de cabluri presupune o combinație complexă între cunoștințe tehnice solide, atenție sporită la detalii, respectarea procedurilor și un angajament continuu pentru excelență și siguranță. Doar prin asumarea acestor principii, confectionerii pot contribui decisiv la succesul procesului industrial și la satisfacția clienților, asigurând în același timp durabilitatea și performanța echipamentelor electrice în care cablurile sunt utilizate.

3. Măsuri de promovare a principiilor orizontale (po)/ temelor secundare (ts)

Fără a intra în detalii tehnice specifice politicilor și regulamentelor europene, ce e important să reținem ca punct de start este că principiile orizontale au la bază și includ drepturile fundamentale în acord cu Carta drepturilor fundamentale a Uniunii Europene și Convenția Organizației Națiunilor Unite privind drepturile persoanelor cu dizabilități.

În contextul fondurilor europene, instituțiile europene, dar și cele din statele membre au obligația de a respecta și aplica principiile Cartei atât în pregătirea, cât și în implementarea programelor de finanțare. Această obligație se transmite mai departe și beneficiarilor de finanțări cărora li se solicită să respecte și să integreze principiile orizontale pe tot ciclul de viață al proiectelor, începând de la planificarea și designul lor și până la implementare, monitorizare și evaluare.

Egalitate de șanse și de tratament între femei și barbați și integrarea perspectivei de gen

Egalitatea de șanse și tratament definește acea situație în care ierarhiile existente în societate sunt determinate de un proces competitiv la care toți membrii societății au acces în mod egal. Conceptul se declină în mai multe componente: Egalitatea de gen: se referă la egalitatea de tratament între bărbați și femei.

Accesul la servicii de îngrijire a copiilor accesibile și de bună calitate este important pentru echilibrul dintre viața profesională și cea privată, dar nu numai copiii au nevoie de astfel de servicii. Ratele de îmbătrânire și de handicap sunt în creștere în UE, ceea ce determină o cerere tot mai mare de servicii de îngrijire pe termen lung pentru persoanele în vârstă și pentru persoanele cu handicap. Femeile aflate în preajma vârstei de pensionare se ocupă de cea mai mare parte a serviciilor informale de îngrijire pe termen lung în UE.

Tematica egalității de șanse și de tratament reunește ca principii de bază, așa cum sunt ele promovate în cadrul regulamentelor Fondurilor Europene Structurale și de Investiții, egalitatea de șanse și tratament între bărbați și femei (egalitatea de gen) și nediscriminarea. Pentru a promova egalitatea de șanse și tratament este nevoie să se acorde atenție accesibilității pentru toți cetățenii la serviciile, spațiile și infrastructura care sunt furnizate sau deschise publicului. În plus, egalitatea de șanse trebuie privită în contextul schimbărilor demografice, din perspectiva efectelor îmbătrânirii populației și a eliminării decalajelor dintre generații.

Acțiunile specifice în planificarea acțiunilor, se vor referi la:

- accesul egal pentru femei și bărbați pe piața muncii;
- proces de recrutare și selecție personal transparent și nedisciminatoriu;
- pentru muncă egală, remunerație egală pentru femei și bărbați;
- asigurarea unui mediu de lucru prietenos pentru mame, inclusiv prin adoptarea de către angajatori a programelor de lucru flexibile;

- sprijinirea independenței economice a femeilor (în special prin antreprenoriat);
- sprijinirea utilizării de către bărbați a beneficiilor sociale legate de concediul de îngrijire a copiilor.

Nediscriminarea și prevenirea oricărei forme de discriminare

Nediscriminarea o găsim definită în Declarația Universală a Drepturilor Omului, care stipulează, la Art. 2: „Fiecare om se poate prevala de toate drepturile și libertățile proclamate în prezenta Declarație fără nici un fel de deosebire ca, de pildă, deosebirea de rasă, culoare, sex, limbă, religie, opinie politică sau orice altă opinie, de origine națională sau socială, avere, naștere sau orice alte împrejurări." Pactul internaţional privind drepturile economice, sociale şi culturale precum şi Pactul internaţional privind drepturile civile şi politice, care au fost adoptate de Adunarea Generală a Organizaţiei Naţiunilor Unite la 16 decembrie 1966, menţionează şi ele principiile de baza ale egalităţii si nediscriminării de niciun fel în ceea ce priveşte exercitarea tuturor drepturilor civile, economice, sociale, culturale de care trebuie să se bucure orice fiinţă umană. Caracterul universal al drepturilor omului presupune recunoaşterea fără niciun fel de restricţii a diversităţii umane, care indiferent de deosebirile dintre indivizii aparţinând unor rase, etnii, categorii de vârstă, comunităţi religioase sau de altă natură nu oferă nici un argument pentru manifestări de excluziune şi discriminare sau forme de intoleranţă şi agresivitate.

Eliminarea discriminării rasiale este şansa de a construi o lume a dreptăţii şi a egalităţii, în care xenofobia şi intoleranţa să nu existe. O pace durabilă poate fi construită doar pe premisa că toţi oamenii au drepturi egale şi demnitate, indiferent de etnie, sex, religie, statut social sau alt statut.

Accesibilitatea pentru persoanele cu dizabilități

Participarea deplină a persoanelor cu dizabilități la viața economică și socială reprezintă un vector important în succesul Strategiei Europa 2020 în ceea ce privește promovarea unei creșteri economice inteligente, bazată pe inovare și cercetare, dezvoltare durabilă și favorabilă incluziunii sociale. Ea reprezintă punctul nevralgic al integrării în comunitate în cazul acestei categorii de persoane. De aceea, accesibilitatea este unul din aspectele esenţiale pentru persoanele cu dizabilităţi, nu numai în România, ci şi la nivel internaţional. România a ratificat Convenția ONU privind Drepturile persoanelor cu Dizabilități, aceasta intrând în vigoare pentruțara noastră în ianuarie 2013. Convenția include cea mai complexă și totodată explicită definiție a ceea ce înseamnă accesibilitate, un concept mult mai larg decât simpla accesibilizare a spațiului public, și precizează care sunt datoriile statelor semnatare în acest sens. "Pentru a da persoanelor cu dizabilităţi posibilitatea să trăiască independent şi să participe pe deplin la toate aspectele vieţii, Statele Părţi vor lua măsurile adecvate pentru a asigura acestor persoane accesul, în condiţii de egalitate cu ceilalţi, la mediul fizic, la transport, informaţie şi mijloace de comunicare, inclusiv la tehnologiile şi sistemele informatice şi de comunicaţii şi la

alte facilităţi şi servicii deschise sau furnizate publicului, atât în zonele urbane, cât şi rurale. Aceste măsuri, care includ identificarea şi eliminarea obstacolelor şi barierelor faţă de accesul deplin, trebuie aplicate, printre altele la:

- Clădiri, drumuri, mijloace de transport şi alte facilităţi interioare sau exterioare, inclusiv şcoli, locuinţe, unităţi medicale şi locuri de muncă;
- Serviciile de informare, comunicaţii şi de altă natură, inclusiv serviciile electronice şi de urgenţă.

Contribuția la competențele și locurile de muncă verzi și la economia verde

Definițiile și explicațiile pentru locurile de muncă verzi sunt adesea cuprinzătoare și, prin urmare, lasă loc de interpretări, precum și oportunități de dezvoltare pentru un număr mare de profesii și activități.

Conform unei definiții a UE, locurile de muncă verzi sunt „… cele care, indiferent de sectorul în care se află – fie că este vorba de producție, tehnologie sau servicii – minimizează daunele asupra mediului și păstrează resursele naturale". În timp ce pentru o abordare pur statistică clasificarea locurilor de muncă/ activităților ca locuri de muncă verzi trebuie să fie cât mai precisă, din punct de vedere practic – și deci și din perspectivă orientativă – acestea depind în mare măsură de situație și context. Chiar și Peter Plant, în timpul discursului său principal din cadrul conferinței austriace Euroguidance, a menționat că, în esență, orice loc de muncă poate fi un „loc de muncă verde" dacă este pus în contextul adecvat. Cu toate acestea, aceasta nu este o chestiune de puncte de vedere personale, ci mai degrabă ține de contribuția reală la protecția mediului, sustenabilitate, conservarea resurselor și eficiență energetică. Pe lângă aceste lucruri, profesiile și activitățile sunt într-o continuă evoluție. O profesie care este considerată astăzi convențională ar putea fi privită mâine ca un loc de muncă ecologic.

Cursul de Confecționer asamblor cabluri și arbori de cabluri sprijină dezvoltarea competențelor verzi și promovarea economiei verzi prin formarea de resurse umane calificate, capabile să aplice principii de eficiență, sustenabilitate și protecție a mediului în activitățile de producție și asamblare a cablurilor electrice.

Programul de formare contribuie la:

- utilizarea eficientă și responsabilă a materiilor prime, cu reducerea pierderilor și a deșeurilor tehnologice;
- respectarea standardelor de calitate, siguranță și mediu aplicabile în industrie;
- implementarea practicilor de colectare selectivă și reciclare a materialelor utilizate;
- susținerea lanțurilor de producție din sectoare verzi, precum energia regenerabilă, mobilitatea electrică și echipamentele eficiente energetic;
- dezvoltarea competențelor profesionale și verzi necesare adaptării la cerințele pieței muncii și la tranziția către o economie cu emisii reduse de carbon;
- crearea și consolidarea locurilor de muncă verzi, prin calificarea personalului pentru activități compatibile cu obiectivele de dezvoltare durabilă ale Uniunii Europene.

Prin rezultatele învățării dobândite, cursul contribuie la creșterea ocupabilității, la modernizarea forței de muncă și la atingerea obiectivelor europene privind economia verde și dezvoltarea durabilă.

Dezvoltarea competențelor și a locurilor de muncă digitale

Competențele digitale vor fi esențiale pentru consolidarea rezilienței noastre colective ca societate. Competențele digitale de bază pentru toți cetățenii și posibilitatea de a dobândi noi competențe digitale specializate pentru forța de muncă reprezintă o condiție prealabilă pentru participare activă la deceniul digital, astfel cum se explică în Agenda pentru competențe în Europa.

Planul de acțiune privind Pilonul european al drepturilor sociale prevede ca, până în 2030, 80 % din adulți să aibă cel puțin competențe digitale de bază. Pentru ca toți europenii să poată beneficia pe deplin de bunăstarea pe care o aduce cu sine o societate digitală favorabilă incluziunii și astfel accesul la educație care permite dobândirea de competențe digitale de bază ar trebui să fie un drept al tuturor cetățenilor UE, iar învățarea pe tot parcursul vieții ar trebui să devină o realitate.

Pentru a se asigura că aceste competenţe sunt dezvoltate într-un mod consistent şi de înaltă calitate, este nevoie de o abordare standardizată. Acest document se constituie din trei părți esențiale: prima clarifică terminologia din jurul competenţelor de programare, codare, știința calculatoarelor, informatică şi alfabetizare digitală şi a doua expune diverse abordări de dezvoltare a competenţelor de programare din diferite țări; a treia sugerează că fiecare copil ar trebui să aibă oportunitatea de a învăța bazele informaticii, iar programarea ar trebui predată ca parte a acesteia. Acest document face apel la o abordare unitară a dezvoltării competenţelor digitale care să includă alfabetizarea digitală la fel ca şi informatica.

Definirea termenilor

Codarea, programarea, știința calculatoarelor, Informatica şi gândirea algoritmică – toţi aceşti termeni sunt adesea folosiți în mod substituibil atunci când se discută despre dezvoltarea competenţelor digitale. Pentru a clarifica acești termeni, vom folosi definițiile de lucru existente, prevăzute mai jos.

Programarea pe computer (Computer programming) reprezintă procesul de dezvoltare şi implementare a unor seturi variate de instrucțiuni pentru a permite unui computer să efectueze o anumită sarcină, să rezolve probleme şi să ofere interactivitate umană. Aceste instrucțiuni (coduri sursă care sunt scrise într-un limbaj de programare) sunt considerate programe de computer şi ajută computerul să funcționeze fără probleme.

Codarea (Coding), la nivel tehnic, reprezintă un tip de programare pe computer care arată îndeaproape ceea ce se întâmplă la nivelul cel mai apropiat de limbajul de comunicare de bază al calculatoarelor. Cu toate acestea, atunci când oamenii vorbesc despre codare, de obicei ei se referă la ceva de nivel superior, ce poate fi citit și interpretat de către

oameni. Termenii programare şi codare sunt de obicei substituibili (vor fi folosiți de asemenea ca sinonime în cadrul acestui document).

Știința calculatoarelor (Computer science) este o disciplină academică ce acoperă principii precum algoritmi, structuri de date, programare, arhitectură de sistem, design, rezolvare de probleme, etc. Știința calculatoarelor cuprinde principii fundamentale (precum teoria de calcul), idei şi concepte cu o arie largă de aplicare (precum utilizarea modelelor relaţionale pentru a înregistra structura datelor).

Informatica (Computing) reprezintă termenul care, în dezbaterea despre competențele digitale, este de multe ori folosit în paralel cu termenul "Știința calculatoarelor". În acest document, vom folosi acești termeni ca sinonime (vezi Figura 1). În Marea Britanie, informatica este definită ca un domeniu larg care cuprinde atât știința calculatoarelor cât şi alfabetizarea digitală.

Gândirea algoritmică (Computational thinking) este un proces de rezolvare a problemelor care stă la baza științei calculatoarelor. Gândirea algoritmică implică formularea de probleme care permit folosirea calculatorului pentru rezolvarea acestora; organizarea logică şi analiza de date, reprezentarea datelor prin abstractizare, automatizarea soluțiilor prin gândire algoritmică; identificarea, analizarea şi punerea în practică a soluțiilor posibile cu scopul de a atinge combinația de pași şi resurse cea mai eficientă şi efectivă; generalizarea şi transferul acestui proces de rezolvare a problemelor către o largă varietate de probleme, etc.

Alfabetizarea digitală (Digital literacy), un set de bază de competenţe necesare participării la activităţi esențiale de utilizator IT&C. Competențele tipice ar include abilitatea de a lucra cu numere şi documente (aplicații de procesare de text şi calcul tabelar), abilitatea de a folosi un browser web, e-mail-ul şi motoarele de căutare de pe Internet în siguranță şi în mod eficient.

Sprijinirea tranziției către o economie cu emisii scăzute de dioxid de carbon și eficiența din punctul de vedere al utilizării resurselor

Fenomenul schimbărilor climatice afectează tot globul si poate fi proces ireversibil. Majoritatea comunitatii stiintifice este de acord ca pot fi deja observate schimbari climatice determinate de activitatile antropice ce produc emisii de gaze cu efect de sera.

Pentru a mentine riscurile climatice la un nivel gestionabil, marile economii ale lumii si-au propus reducerea cu 80% a emisiilor de gaze cu efect de sera pana in 2050. Pentru atingerea acestui obiectiv sunt necesare transformari majore, incepand chiar de acum.

Tranzitia catre o economie eficienta din perspectiva utilizarii resurselor poate fi realizata prin reducerea masiva a emisiilor de gaze cu efect de sera si orientarea catre eco-eficienta. In acest sens, sunt necesare noi tehnologii care sa continue imbunatatirea eficientei energetice si care sa reduca emisiile de CO2 din sectorul furnizarii de energie.

Obiectivul principal al strategiei Europa 2020:

„Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu cel puțin 20 % față de nivelurile din 1990 sau cu 30 %, dacă există condiții favorabile în acest sens; creșterea ponderii energiilor din surse regenerabile în consumul final de energie la 20 % și realizarea unei creșteri de 20 % a eficienței energetice."

Situația actuală: în ceea ce privește obiectivele 20/20/20, din estimările recente privind emisiile reiese că UE, în ansamblul său, își va atinge obiectivul de reducere cu 20 % a emisiilor sale de gaze cu efect de seră, în timp ce în cazul unora dintre statele membre vor fi necesare politici suplimentare pentru a-și atinge obiectivele naționale obligatorii. În ceea ce privește eficiența energetică, este în curs de efectuare o analiză globală a obiectivelor naționale ale statelor membre. Un raport în acest sens ar trebui să fie gata la începutul anului 2012. Cu toate acestea, obiectivul de 20 % privind energiile din surse regenerabile, bazat pe obiectivele naționale obligatorii din punct de vedere juridic, ar trebui să fie îndeplinit până în 2020, dacă statele membre își pun pe deplin în aplicare planurile de acțiune privind energiile din surse regenerabile

Cum putem contribui?

Promovând atitudini și activități ecologice în cadrul activității unei întreprinderi, cât și dezvoltând competențe specifice pentru protecția mediului și controlul poluării in rândul personalului din cadrul întreprinderilor.

Inovare socială

Ce presupune ?

Dezvoltarea de idei, servicii și modele prin care pot fi mai bine abordate provocările sociale, cu participarea actorilor publici și privați, inclusiv a societății civile, cu scopul îmbunătățirii serviciilor sociale.

Posibile modele de inovare socială

- metode inovatoare de combatere a discriminării;
- activități și inițiative care vizează promovarea egalității de șanse, nediscriminarea etc.
- crearea și consolidarea de parteneriate, rețele şi platforme de colaborare între centrele de sprijinire a afacerilor şi incubatoarelor/ hub-urilor existente la nivel național/ regional/ local pentru susținerea grupului țintă POCU şi a oricăror persoane interesate, cu resurse privind înființarea şi dezvoltarea afacerilor;
- aplicarea de mecanisme de preluare de către agenții economici a unor servicii publice, prin intermediul unor activităţi comerciale vizând servicii sociale, culturale, de mediu etc. (de ex., alpinism utilitar, peisagistică, îngrijire bătrâni, livrarea la domiciliu de alimente sau alte consumabile etc.);
- dezvoltarea de cooperative pentru livrarea unor servicii necesare în comunitate.

Definim inovațiile sociale ca noi abordări pentru a răspunde nevoilor sociale. Ele sunt sociale în mijloacele lor și în scopurile lor. Ele se angajează și mobilizează beneficiarii și contribuie la transformarea relațiilor sociale prin îmbunătățirea accesului beneficiarilor la putere și resurse. O inovație socială poate fi caracterizată în următorii termini:

- Noutate
- Respectă o nevoie social
- Aplicabilitate practică
- Angajează și mobilizează beneficiarii
- Transformarea relațiilor sociale

Noutate, o inovație socială este nouă în contextul în care apare. Este posibil să nu fie complet nouă, dar trebuie să fie nouă pentru cei implicați în implementarea sa.

Respectă o nevoie socială, inovațiile sociale sunt create cu intenția de a aborda o nevoie socială într-un mod pozitiv sau benefic. Inovațiile sociale pot juca, de asemenea, un rol în articularea sau modelarea nevoilor sociale; ele pot contribui la legitimizarea noilor nevoi sociale și a celor emergente sau a celor care până acum au fost nerecunoscute. Deoarece inovațiile sociale sunt preocupate de satisfacerea nevoilor sociale specifice, inovațiile sociale sunt distincte de inovațiile care au un impact social.

Aplicabilitatea practică, ca și inovații, în general, inovațiile sociale sunt idei care au fost puse în practică. În acest fel, inovațiile sociale sunt distincte de invențiile sociale (idei noi care nu au fost implementate).

Angajează și mobilizează beneficiarii, beneficiarii sunt implicați în dezvoltarea inovației sociale sau în guvernanța acesteia. Acest lucru este realizat fie direct, fie prin intermediari sau alți actori care au contact direct cu beneficiarii. Ar putea avea loc și prin actori care sprijină direct beneficiarii sau au cunoștințe legitime cu privire la nevoile lor. Acest angajament contribuie adesea la asigurarea faptului că inovarea socială servește unor scopuri legitime și implică membrii grupului țintă în a-și aborda și deține propriile probleme. Acest lucru poate, la rândul său, să conducă la soluții mai bune și mai inovatoare, precum și să-și sporească gradul de conștientizare, competențe și chiar demnitatea și stima de sine.

Transformarea relațiilor sociale, inovațiile sociale urmăresc să transforme relațiile sociale prin îmbunătățirea accesului la putere și resurse ale grupurilor țintă specifice. Astfel, inovațiile sociale pot împuternici grupurile țintă specifice și pot provoca distribuția inegală sau nedreaptă a puterii și resurselor în întreaga societate. În acest fel, inovațiile sociale contribuie la discursuri despre binele public și despre societatea justă.

Organizaţia pentru Cooperare Economică şi Dezvolatre (OECD) definește inovația socială ca fiind distinctă de inovația economică. Acest lucru se datorează faptului că inovarea socială „nu vizează introducerea de noi tipuri de producție sau exploatarea de noi piețe în scopul exploatării acestora, ci este vorba de satisfacerea noilor nevoi care nu sunt tentante pentru piață (chiar dacă intervin mai târziu piețele) sau crearea unor noi modalități mai satisfăcătoare de inserție în ceea ce privește oferirea unui loc și a unui rol în producție".

Dezvoltare durabilă, vizate prin activitățile proiectului la nivelul partenerului

Dezvoltarea durabilă a fost definită în raportul Our common future („Viitorul nostru comun" cunoscut și ca Raportul Brundtland), elaborat de Comisia Mondială pentru Mediu și Dezvoltare din cadrul Organizației Națiunilor Unite, în anul 1987, în termenii următori: „Dezvoltarea durabilă este dezvoltarea care urmărește nevoile prezentului, fără a compromite posibilitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi".

Dezvoltarea durabilă are trei dimensiuni:

- Ecologică, care pune accentul pe prezervarea mediului înconjurător, pe reducerea impactului negativ al activităților umane asupra acestuia și pe adaptarea la schimbările climatice;
- Economică, care se preocupă de asigurarea bunăstării, prin decuplarea creșterii economice de consumul de resurse neregenerabile și favorizează investițiile în cercetaredezvoltare și inovare;
- Socială, care subliniază importanța investițiilor în educație și sănătate, ca o precondiție pentru incluziunea socială, a preocupării pentru generațiile următoare și, nu în ultimul rând, a dezvoltării unui model de guvernanță în care procesul decizional ține cont de toți acești factori.

Tematica dezvoltării durabile vizează ca obiective specifice, așa cum sunt ele promovate în cadrul regulamentelor Fondurilor Europene Structurale şi de Investiţi, protecția mediului, utilizarea eficientă a resurselor, atenuarea și adaptarea la schimbările climatice, conservarea şi protejarea biodiversităţii, dezvoltarea capacităţii de a rezista la producerea dezastrelor, precum și prevenirea și gestionarea riscurilor.

Aplicarea principiului DNSH

Aplicarea principiului DNSH (a nu prejudicia în mod semnificativ) în contextul mecanismului de redresare și reziliență și a obținerii de fonduri europene

Ce reprezintă principiul de „a nu prejudicia în mod semnificativ"?

În sensul Regulamentului privind Mecanismul de redresare și reziliență, principiul DNSH trebuie interpretat în sensul

articolului 17 din Regulamentul privind taxonomia. Respectivul articol definește noțiunea de „prejudiciere în mod semnificativ" pentru cele șase obiective de mediu vizate de Regulamentul privind taxonomia:

- Se consideră că o activitate prejudiciază în mod semnificativ atenuarea schimbărilor climatice în cazul în care activitatea respectivă generează emisii semnificative de gaze cu efect de seră (GES);
- Se consideră că o activitate prejudiciază în mod semnificativ adaptarea la schimbările climatice în cazul în care activitatea respectivă duce la creșterea efectului negativ al climatului actual și al climatului preconizat în viitor asupra activității în sine sau asupra persoanelor, asupra naturii sau asupra

- Se consideră că o activitate prejudiciază în mod semnificativ utilizarea durabilă și protejarea resurselor de apă și a celor marine în cazul în care activitatea respectivă este nocivă pentru starea bună sau pentru potențialul ecologic bun al corpurilor de apă, inclusiv al apelor de suprafață și subterane, sau starea ecologică bună a apelor marine;
- Se consideră că o activitate prejudiciază în mod semnificativ economia circulară, inclusiv prevenirea generării de deșeuri și reciclarea acestora, în cazul în care activitatea respectivă duce la ineficiențe semnificative în utilizarea materialelor sau în utilizarea directă sau indirectă a resurselor naturale, la o creștere semnificativă a generării, a incinerării sau a eliminării deșeurilor, sau în cazul în care eliminarea pe termen lung a deșeurilor poate cauza prejudicii semnificative și pe termen lung mediului;
- Se consideră că o activitate prejudiciază în mod semnificativ prevenirea și controlul poluării în cazul în care activitatea respectivă duce la o creștere semnificativă a emisiilor de poluanți în aer, apă sau sol;
- Se consideră că o activitate economică prejudiciază în mod semnificativ protecția și refacerea biodiversității și a ecosistemelor în cazul în care activitatea respectivă este nocivă în mod semnificativ pentru condiția bună și reziliența ecosistemelor sau nocivă pentru stadiul de conservare a habitatelor și a speciilor, inclusiv a celor de interes pentru Uniune.