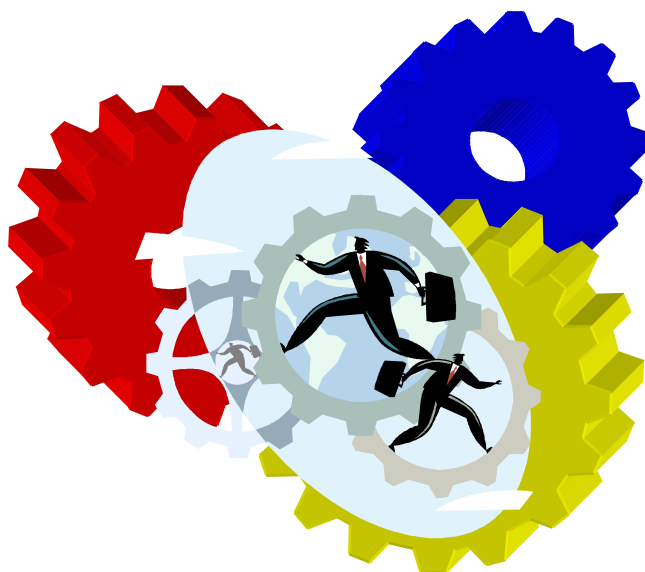


MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
Programul PHARE TVET RO 2002/000-586.05.01.02.01.01

AUXILIAR CURRICULAR

CLASA a XI-a

Domeniul: Mecanică
Calificarea: Sudor
Nivelul: 2



Modulul: SUDAREA OȚELURILOR, FONTELOR ȘI NEFEROASELOR

2005

AUTOR:

prof. Marcela Pârvu- Grup Școlar Tehnologic ASTRA Brașov

CONSULTANȚĂ:

Dana Stroie- expert CNDIPT

Ramona Țițiu- expert local

CUPRINS

I. INTRODUCERE	4
Structura pe niveluri a calificărilor	5
Competențe vizate	5
Obiective urmărite	6
II. MATERIALE DE REFERINȚĂ	7
C1-Identifică particularitățile de sudare a materialelor	7
Sudabilitatea oțelurilor.....	7
Sudabilitatea fontelor.....	9
Sudabilitatea cuprului.....	10
Sudabilitatea aliajelor cuprului.....	11
Sudabilitatea aluminiului și aliajelor sale.....	13
C2-Alege procedeele de sudare corespunzătoare materialelor de sudat	14
Sudarea oțelurilor.....	14
Sudarea fontelor.....	17
Sudarea cuprului, aluminiului și aliajelor sale.....	18
Termeni de referință și cuvinte cheie	20
III. ACTIVITĂȚI PENTRU ELEVI	22
Fișa de descriere a activităților	22
Exerciții, fișe, teste.....	24
C1-Identificarea particularităților de sudare a :oțelurilor, fontelor și neferoaselor	24
C2-Alegerea procedeele de sudare în funcție de material.....	31
Exerciții recapitulative.....	41
Fișa de progres școlar	44
IV. SOLUȚII ȘI SUGESTII METODOLOGICE	45
Soluțiile exercițiilor	45
Îndrumări privind modalități de evaluare	48
Sugestii pentru creșterea eficienței învățării	49
V. BIBLIOGRAFIE	50



I.INTRODUCERE

Informațiile din acest auxiliar completează activitățile profesorului și elevului
Sunt incluse exemple rezolvate de activități și exerciții care pot fi folosite ca un ghid al realizărilor elevului.

De asemenea sunt incluse o serie de materiale didactice, precum:

- folii transparente
- exerciții și teste (cu soluții anexate)
- materiale de referință
- îndrumări privind modalități de evaluare a elevilor
- sugestii pentru creșterea eficienței învățării

Aceste materiale pot fi folosite în predarea modulului „**Sudarea oțelurilor, fontelor și neferoaselor**” ce cuprinde unitățile de competență prevăzute în standardele de pregătire profesională. Auxiliarul curricular oferă elevului documente pentru portofoliul său, iar centrului de evaluare mai multe seturi de dovezi. Sunt incluse următoarele formulare :

- fișă de descriere a activității
- fișă de progres școlar
- fișă de autoevaluare

Precizez că auxiliarul **nu acoperă toate cerințele din S.P.P. Pentru obținerea certificatului de calificare e necesară validarea integrală a competențelor conform probelor de evaluare din S.P.P.**Sunt prezentate în material tipuri de exerciții și teste pentru anumite competențe cu precizarea că în dreptul fiecărei fișe sau sarcini de lucru se precizează competențele individuale vizate.



STRUCTURA PE NIVELURI A CALIFICĂRILOR

În conformitate cu ultimele reglementări cu privire la nomenclatorul calificărilor profesionale, structurarea se face pe trei niveluri :

Tehnician prelucrător la cald			Nivel III
Tehnician mecanic pentru întreținere și reparații			
SUDOR	Forjor	Turnător	Nivel II
	tratamentist	Modelier	
Domeniul : mecanic			Nivel I
Lucrător în prelucrări la cald			

COMPETENȚE VIZATE

Unitățile de competență pentru modulul IV „Sudarea oțelurilor, fontelor și neferoaselor” și competențele aferente fiecărei unități sunt prezentate în tabelul următor :

Unități de competență	Competențe individuale
U.C.1 Lucrul în echipă	<ul style="list-style-type: none"> ▪ C.1.1 Identifică sarcinile și resursele necesare pentru atingerea obiectivelor. ▪ C.1.2 Își asumă rolurile care îi revin în echipă. ▪ C.1.3. Colaborează cu membrii echipei pentru îndeplinirea sarcinilor.
U.C.2 Sudarea oțelurilor, fontelor și neferoaselor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ C.2.1 Identifică particularitățile de sudare a materialelor ▪ C.2.2 Alege procedeele de sudare corespunzătoare materialului de sudat. ▪ C.2.3 Execută suduri pentru piese din oțeluri slab aliate, fonte și neferoase.



OBIECTIVE URMĂRITE

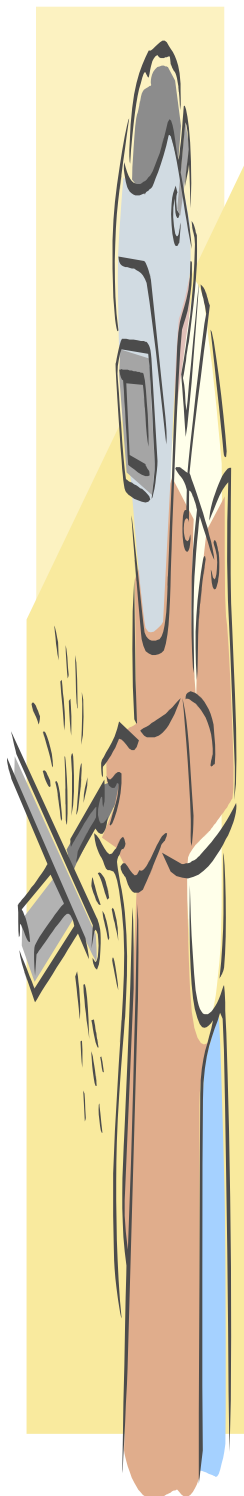
După parcurgerea **unităților de competență**, elevii vor fi capabili să :

- dobândească capacitatea de identificare a particularităților de sudare a oțelurilor, fontelor și aliajelor neferoase ;
- aleagă procedeele de sudare corespunzătoare pentru diferite materiale metalice ;
- definească operațiile de pregătire a locului de muncă ;
- efectueze operațiile pregătitoare ;
- identifice utilaje, scule, dispozitive și verificatoare utilizate în atelierele de sudură ;
- descrie elementele constructive și principiul de funcționare al mașinilor și echipamentelor utilizate în atelierele de sudură ;
- își formeze deprinderi de a executa suduri pentru piese din oțeluri nealiate și aliate, fonte și aliaje neferoase utilizând anumite procedee de sudare ;
- asigure respectarea succesiunii operațiilor de lucru corespunzătoare operațiilor de sudare a diferitelor aliaje metalice;
- aplice cunoștințele teoretice la realizarea unor îmbinări sudate a unor materiale cu sudabilitate mică ;
- utilizeze limbajul tehnic de specialitate ;
- să manifeste spirit de înțajutorare în cadrul echipei de lucru
- își asume o atitudine constructivă în grup
- își asume rezultatele obținute de echipă ;
- enumere principiile care stau la baza organizării ergonomice a locului de muncă și să precizeze factorii care diminuează capacitatea de muncă ;
- aplice măsuri individuale de reducere a efortului fizic
- îndeplinească criterii de calitate, cantitate, timp, pentru lucrări de sudură
- enumere factorii de risc în funcție de specificul locului de muncă
- își însușească măsurile cuprinse în normativele de protecția muncii
- identifice simbolurile de avertizare a pericolelor la locul de muncă ;
- aplice măsuri de prim ajutor în caz de accidente

II. MATERIALE DE REFERINȚĂ
C1. IDENTIFICĂ PARTICULARITĂȚILE DE SUDARE A MATERIALELOR

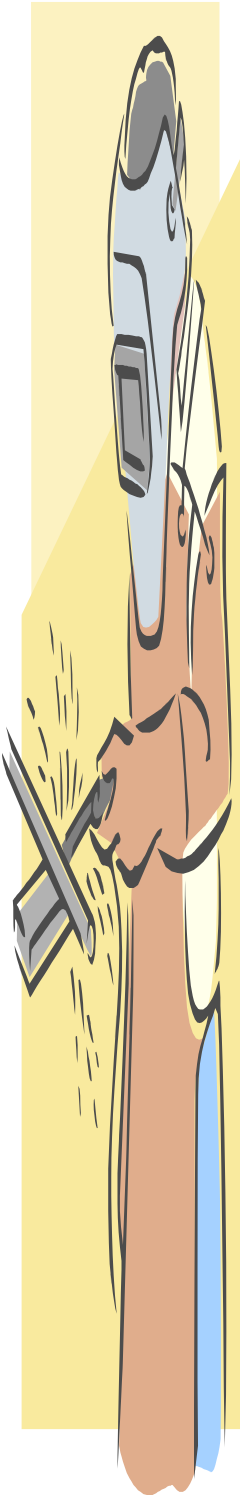
SUDABILITATEA OȚELURILOR

Sudabilitatea reprezintă aptitudinea unui aliaj de a se îmbina prin sudare:
CLASIFICAREA OȚELURILOR CARBON ȘI SLAB ALIATE DUPĂ SUDABILITATE



Grupa oțelurilor	Calificațiv sudabilit.	Garantarea sudabilit.	Felul oțelului	Marca oțelului Exemple	Observații
I	a	bună necondiționată	Oțel carbon Oțel slab aliat	OL 37; K ₁ ; OLT 35; OLC 15; R ₁	sudabilitate bună, garantată fără condiții speciale
	b	bună condiționată	Oțel carbon Oțel slab aliat	OL42; OLT45; OLC 25; K ₆	sudabilitate bună, garantată cu condiția respectării unor condiții
II	posibilă	NU	Oțel carbon	OL60; OLC 45;	se pot obține îmbinări corespunzătoare
III	necorespunzătoare	NU	Oțel carbon Oțel slab aliat	OL70; OLT 65; OLC 50; K ₇ ; K ₈ .	nerecomandate pentru construcții sudate

SUDABILITATEA OȚELURILOR CARBON ȘI A OȚELURILOR SLAB ALIATE



1. Sudabilitatea oțelurilor nealiate

- cu cât **conținutul în carbon** al oțelului crește, cu atât **sudabilitatea lui scade**;
- se admite utilizarea unor oțeluri cu un **conținut de carbon mai mic de 0,25%**

2. Sudabilitatea oțelurilor slab aliate

- se determină analitic cu relația **carbonului echivalent**:

$$C_{ech} = C + Mn/6 + Cr/5 + V/5 + Mo/5 + Cu/15 + Ni/15 \quad [\%].$$

Observație : există mai multe relații de calcul pentru determinarea C_{ech} , formula de mai sus fiind doar o variantă.

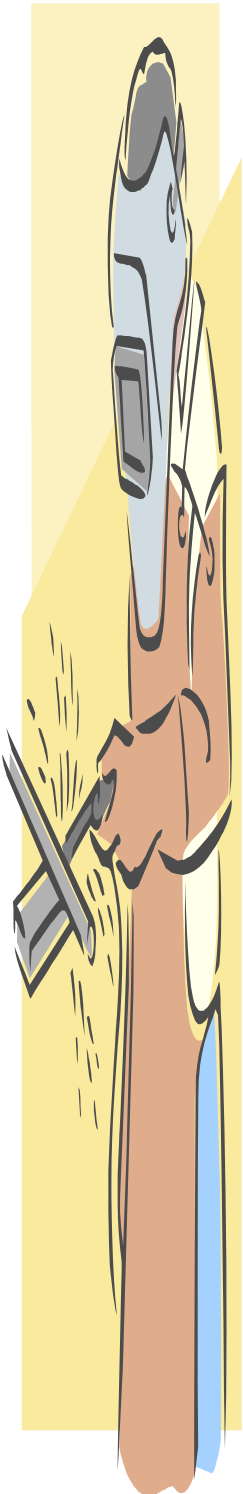
Sudabilitatea bună este asigurată pentru :

$$C_{ech} \leq 0,45 \%$$

3. Sudabilitatea oțelurilor carbon și slab aliate cu grosime mai mare de 20 mm

- sudabilitatea e apreciată prin încercarea la îndoire a unei epruvete plate prevăzută cu un canal longitudinal în care s-a depus un cordon de sudură ;
- se determină momentul apariției primei **fisuri**.

SUDABILITATEA FONTELOR



Fonta este un material **nesudabil** deoarece:

- **conținutul ridicat de carbon** provoacă cu ușurință **fisurarea** (ruperea) dacă sudarea nu se execută la cald ;

Se impune **încălzirea la 650-700°C**, urmată de **răcire lentă** pentru a nu se forma structuri dure .

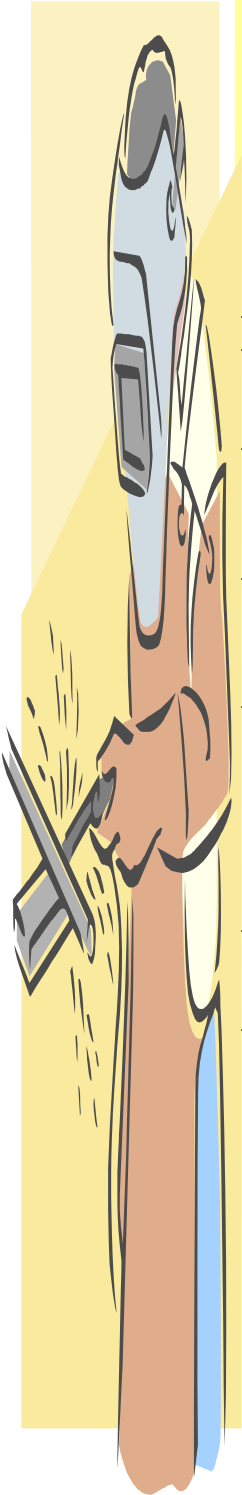
Comportarea la sudare a fontelor e înrăutățită față de cea a oțelurilor din următoarele motive :

- la **viteze mari de răcire** în **sudură** și **ZITM** ,apare **fonta albă, dură și fragilă** ;
- **încălzirile locale** provoacă **tensiuni interne mari** care determină apariția de **fisuri** ;
- **absorbția intensă de gaze** de baie de metal topit duce la apariția **porilor** ;
- **fluiditatea ridicată** a fontelor generează **scurgeri** intense de metal din sudură

Aceste inconveniente pot fi compensate prin :

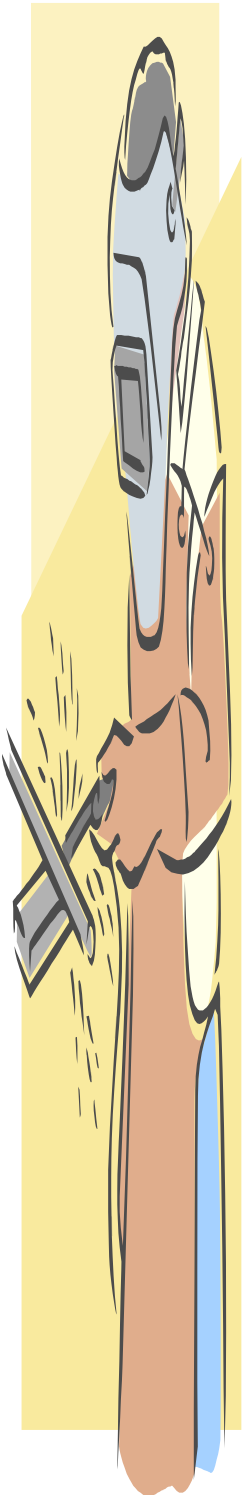
- **preîncălzirea** pieselor;
- aplicarea de **tratamente termice după sudare** ;
- aplicarea unor **tehnologii adecvate** pentru sudarea pieselor;
- folosirea de **materiale de adaos potrivite** (ex. electrozi din oțel slab aliat).

SUDABILITATEA CUPRULUI



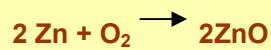
Proprietăți negative	De ce?	Măsuri
<ul style="list-style-type: none"> • conductivitate termică foarte ridicată 	<ul style="list-style-type: none"> • împrăștiere rapidă a căldurii în componentele de sudat 	<ul style="list-style-type: none"> • preîncălzirea; • sudarea cu surse termice foarte concentrate.
<ul style="list-style-type: none"> • coeficient de dilatare liniară mare 	<ul style="list-style-type: none"> • tensiuni, deformări (produc fisurarea cusăturii și ZITM) 	<ul style="list-style-type: none"> • preîncălzirea; • crearea posibilității de contracție și dilatare liberă a componentelor.
<ul style="list-style-type: none"> • absoarbe oxigenul în timpul sudării; 	<ul style="list-style-type: none"> • fisuri ; • pori. 	<ul style="list-style-type: none"> • protejarea băii de metal topit prin utilizarea fluxurilor, învelișul electrozilor și sudarea în mediu de gaz protector.
<ul style="list-style-type: none"> • la limita grăunților se formează un amestec de $Cu+Cu_2O$ cu temperatură de topire diferită de a MB; 	<ul style="list-style-type: none"> • fragilizarea îmbinării ; • fisuri. 	<ul style="list-style-type: none"> • reducerea procentului de oxigen dizolvat în baie prin : protejarea metalului lichid cu zgură sau gaze inerte , • dezoxidarea cuprului lichid cu dezoxidanți :P, Mn, Si, Zn, Al;
<ul style="list-style-type: none"> • difuzia hidrogenului în metalul încălzit 	<ul style="list-style-type: none"> • pori • fisuri (boala de hidrogen) 	<ul style="list-style-type: none"> • eliminarea umidității din fluxuri și învelișul electrozilor

SUDABILITATEA ALIAJELOR CUPRULUI



Sudabilitatea aliajelor cupru-zinc (alame)

- Principala problemă o constituie **arderea zincului**. Acesta arde vaporizându-se sub formă de oxid de zinc, conform reacției :



Procentul de zinc ars duce la apariția **porilor** în cusătură și **diminuarea proprietăților mecanice**.

Metode de diminuare :

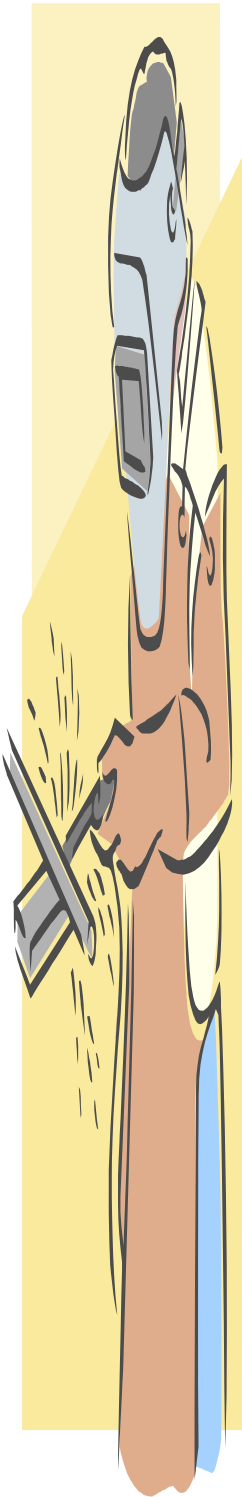
- utilizarea fluxurilor;
- utilizarea elementelor dezoxidante: Al, Si, Mn, Ni;
- Pericolul vaporizării zincului duce la apariția unui **nor de zinc nociv** (se impun măsuri speciale de ventilație).

Se diminuează prin **sudarea cu viteza mare** și aplicarea **preîncălzirii** la 200-300°C

- Datorită **deformațiilor** și **solicitărilor termice** în timpul sudării, apar **fisuri** de cristalizare în cusătură și ZITM.

Se evită prin aplicarea **preîncălzirii**.

SUDABILITATEA ALIAJELOR CUPRULUI



Sudabilitatea bronzurilor (aliaje ale cuprului cu: staniu, plumb, aluminiu, beriliu, siliciu, nichel)

Sudabilitatea este direct condiționată de compoziția chimică.

- **Bronzurile cu staniu**

- apare pericolul **fisurării**;
- Staniul în exces, se topește ușor și **reduce rezistența** materialului
- conductivitatea termică mare duce la apariția de tensiuni și **fisuri**

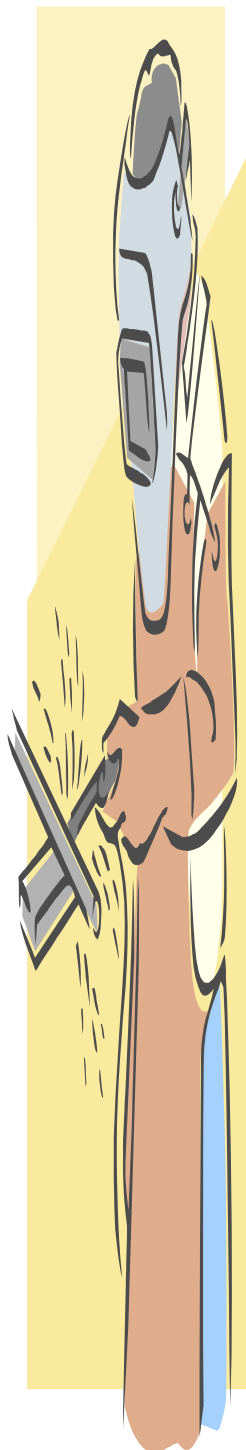
Se aplică **preîncălzire** la 500-600°C urmată de **răcire lentă**.

- **Bronzurile cu aluminiu**

Se impune **eliminarea** cu ajutorul dezoxidaților a **peliculei de oxid de aluminiu** ce are temperatură de topire și greutate specifică mai mare și se depune la partea inferioară a băii de sudură

- **Bronzurile cu siliciu-** au **sudabilitate bună**.
- **Bronzurile cu nichel**, se sudează greu dacă conțin mai mult de 16%Ni.(oxidul de nichel e greu fuzibil).

SUDABILITATEA ALUMINIULUI ȘI ALIAJELOR SALE



Comportarea la sudare este determinată de:	Eliminarea acestor inconveniente se realizează prin :
<ul style="list-style-type: none"> • formarea peliculei de oxid de aluminiu în timpul sudării -oxidul de aluminiu se topește la temperatură mare față de aluminiu; - este insolubil în metalul de bază ; -densitatea este mai mare ca a aluminiului lichid și ca pelicula de oxid se depune la partea inferioară a băii; -scad caracteristicile mecanice ale îmbinării. 	<ul style="list-style-type: none"> • îndepărtarea mecanică a peliculei de oxid de aluminiu înainte de sudare și în timpul sudării -se face prin curățare mecanică sau decapare chimică; -îndepărtarea peliculei în timpul sudării asigură protecția metalului de oxidările ulterioare; -se aplică procedeele de sudare cu arc electric sau în mediu de gaz protector.
<p>formarea porilor de hidrogen dizolvat în baie -apariția lor este favorizată de existența impurităților în baia de oxid de aluminiu.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • utilizarea fluxurilor -curățarea metalelor supuse îmbinării de impurități ; -limitarea umidității.
<ul style="list-style-type: none"> • apariția fisurilor -structura grosolană duce la diminuarea rezistenței metalului topit 	<ul style="list-style-type: none"> • alegerea unei tehnologii de sudare care să limiteze cantitatea de impurități și umiditatea -utilizarea unor materiale de adaos corespunzătoare.
<ul style="list-style-type: none"> • modificări structurale în zona influențată termomecanic (ZITM). 	<ul style="list-style-type: none"> • aplicarea unor tratamente termice

Pentru îmbunătățirea caracteristicilor fizico-mecanice se produc diferite aliaje, cum sunt : Al-Si-Cu,

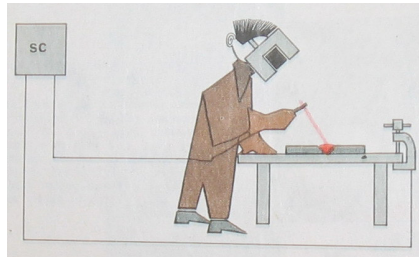
Al-Si-Cu-Mn,
Al-Mg-Zn,
Al-Cu-Mg

C2 ALEGE PROCEDEELE DE SUDARE CORESPUNZĂTOARE MATERIALULUI DE SUDAT

SUDAREA OȚELURILOR

SUDAREA MANUALĂ CU ELECTROZI ÎNVELIȚI

FR 1



Oțeluri carbon :

- cele mai utilizate ;
- oțelurile cu :
 - $C \leq 0,22\%$ (OL32...OL37 ; OLC10...OLC20), se sudează cu electrozi cu **înveliș acid** sau **titanici , fără preîncălzire** ;
 - $C \leq 0,3\%$ (OL42;OLC25) se sudează cu electrozi cu **înveliș acid, bazici, titanici , cu preîncălzire** între 100-350°C ;
 - $C > 0,3\%$ se sudează cu electrozi cu **înveliș bazic** cu **preîncălzire** între 400-600°C ;
 - **oțelurile laminate pentru țevi și cele pentru cazane** se sudează cu electrozi cu **înveliș titanic, bazic, cu sau fără preîncălzire** .

Oțelurile slab aliate cu Mn, Si, Cr :

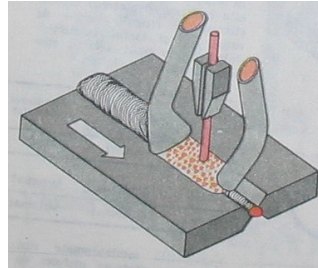
- se sudează în general bine ;
- valoarea temperaturii de **preîncălzire** se stabilește în funcție de C_{ech} .

Oțeluri înalt aliate(inoxidabile) :

- **înainte de sudare** se aplică **preîncălzirea** ;
- **sudarea** se face cu I_s mici și **c.c. de polaritate inversă** ;
- pentru creșterea rezistenței , **după sudare** se face **baterea** cu lovituri ușoare ;
- **după sudare** se aplică un **tratament de normalizare**.

SUDAREA SUB STRAT DE FLUX

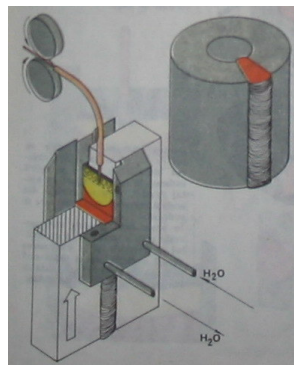
FR 2



- **arcul electric și baia de metal topit** sunt **protejate de stratul de flux** ;
- tablele cu **grosime de până la 5 mm** se sudează pe **garnituri de cupru** ;
- se folosește **material de adaos identic** cu cel de **bază** sau **sârmă aliată cu Mn** ;
- procedeul se aplică la: rezervoare, cazane, vagoane, construcții navale, poduri.

SUDAREA ÎN BAIE DE ZGURĂ

FR 3



- procedeu economic pentru piese cu **grosimi mai mari de 40 mm** ;
- sudarea **secțiunilor groase** se execută simultan **cu trei sârme** ;
- la sudarea **oțelurilor nealiate** și **slab aliate**, se folosesc **materiale de adaos din materiale identice cu cele de bază** (sudabilitatea este îmbunătățită prin **alierea MA cu mangan**)

1. Oțeluri carbon și slab aliate :

- sudarea se face cu **flacără reducătoare** ;
- la **grosimi mai mici de 3 mm**, **productivitatea e mare** ;
- **sudarea tablelor cu grosime mai mare de 3 mm**, nu e **productivă** ;
- la **grosimi mari** apar **tensiuni, deformații**;
- se aplică **tratament termic după sudare**;
 - oțelurile cu **până la 0,22% C** se sudează cu sârmă **S10**;
 - oțelurile de calitate se sudează cu **S10X**;
 - la oțelurile cu **mai mult de 0,22% C** se aplică $T_{preinc.}=150-350^{\circ}C$, urmată de **răcire lentă** ;
 - la oțelurile cu **mai mult de 0,22% C** se folosește o **flacără slab carburantă** ;
 - se utilizează **MA cu până la 0,22% C** pentru a nu se produce **pori**;
 - la sudurile **de rezistență mare** se folosește **MA aliat cu Mn, Ni**.

2. Oțeluri mediu aliate :

- sudarea se face cu **preîncălzire** ;
- după sudare se aplică **tratament termic de recoacere**.

3. Oțeluri înalt aliate (inoxidabile) :

- sudarea se face cu **flacără neutră**, urmată de **tratament termic**.

Rezultate bune : utilizarea METILACETILENPROPADIENEI.

SUDAREA FONTELOR

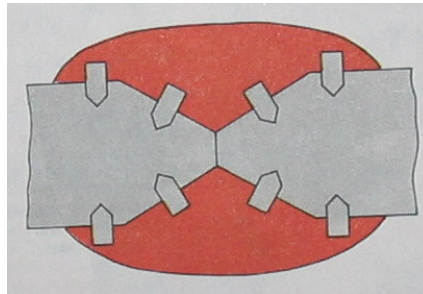
SUDAREA CU FLACĂRĂ DE GAZE

FR 5

- **sudare la cald** : $T_{preinc} = 600-700^{\circ}\text{C}$ –pentru **piese mari și complicate** ;
- se aplică la operații de recondiționare ;
- se folosește **metal de adaos** din fontă sub formă de vergea ;
- pentru **eliminarea oxizilor** se utilizează **fluxuri** pe bază de **borax** ;
- sudarea se face cu **suflaiuri puternice**.

SUDAREA CU ARC ELECTRIC

FR 6



1. Sudarea la rece (cu prezoane)

- se realizează cu **electrozi din oțel**;
- pentru **piesele neprelucrate** se folosesc **electrozi din oțel** cu **conținut scăzut de carbon**;
- pentru **piesele cu rost în V sau U** se folosesc **electrozi din aliaje neferoase pe bază de cupru și nichel (aliaj monel)**;
- din motive economice, la umplerea rostului se folosesc **electrozi din oțel pe bază de Fe sau Fe-Ni** ;

2. Sudarea la semicald

- se face cu **preîncălzirea completă** a piesei sau **parțială** la locul de sudare ;
- **temperatura de preîncălzire** este de $200-300^{\circ}\text{C}$:

SUDAREA CUPRULUI, ALUMINIULUI ȘI ALIAJELOR SALE

SUDAREA CU ARC ELECTRIC A NEFEROASELOR FR 7

1. Sudarea cu arc electric a neferoaselor este **dificilă**, întrucât produce **oxizi și pori**.
2. Zgura pătrunde în baie, producând **incluziuni**.
3. Datorită conductivității termice mari, se impun **surse puternice și concentrate** de căldură.

1. Sudarea manuală cu electrozi

1. Cuprul și aliajele sale

- se sudează cu **electrozi foarte rar** (c.c. cu polaritate inversă)
- preîncălzire între 200-300°C**
- sudare fără pendularea electrozilor
- alamele se sudează rar** iar **bronzurile cu preîncălzire**

2. Aluminiul și aliajele sale

- se sudează cu **electrozi** (c.c. cu polaritate inversă)
- preîncălzire între 150-400°C**
- după sudare se bate sudura cu bătăi dese și ușoare la 300°C
- se curăță zgura după sudare
- aliajele : AlSi, AlMg, AlCu, se sudează respectând aceleași condiții

2. Sudarea în mediu de gaze protectoare

1. Cuprul și aliajele sale

- se sudează cu procedeul: MIG, asigurând protecția băii cu amestec de argon și heliu;

2. Aluminiul și aliajele sale

- se sudează cu procedeul WIG, asigurând protecția băii cu argon sau heliu

1. Cuprul și aliajele sale :

- se utilizează drept MA bare din Cu-Ag, Cu electrolitic;
- după sudare se bate sudura cu lovituri ușoare și dese la 650°C și 450°C
- alama se sudează cu flacără cu exces de oxigen pentru a împiedica evaporarea zincului ;
- înainte de sudare e obligatorie decaparea cu acid azotic pentru a înlătura urmele de grăsime ce împiedică sudarea;
- după sudare se face baterea și se aplică normalizarea;
- bronzurile sunt dificil de sudat, pentru că sunt fragile.

2. Aluminiul și aliajele sale :

- tablele de grosimi foarte mici (sub 1 mm) se sudează cu flacără oxihidrică ;
- tablele de grosimi mai mari de 1 mm se sudează cu flacără oxiacetilenică ;
- înaintea sudării se face degresarea și decaparea MB ;
- se utilizează fluxuri pentru protejarea băii de metal topit.





TERMENI DE REFERINȚĂ ȘI CUVINTE CHEIE

Următoarea listă de termeni vă va fi folositoare la absolvirea unităților de competență. Dacă găsiți și alți termeni care **nu** sunt incluși, adaugați-i la sfârșitul acestei liste.

Aliaj metalic-combinație între un metal numit și componentă de bază și unul sau mai multe metale sau nemetale numite componente de adaos ;

Amper-intensitatea unui curent constant, care menținut în doua conductoare paralele, rectilinii, de lungime infinită și de secțiune circulară neglijabilă, plasate în vid, la distanța de un metru unul de altul, ar produce între aceste conductoare o forță de 2×10^{-7} N pe o lungime de 1 metru ; simbolizare [A] ;

Ampermetru-aparat de măsurare a intensității curentului electric ;

Ansamblu-reunire a două sau mai multe subansambluri și piese ;

Arc electric-fenomen provocat de trecerea curentului de sudare între electrod și piesă, însoțit de degajare intensă de lumină și căldură ;

Calitate-ansamblul însușirilor esențiale ale obiectelor și fenomenelor care fac ca acestea să fie ceea ce sunt și să se deosebească unele de altele ;

Casant-calitate a unui material de a se rupe brusc sub acțiunea unei forțe exterioare, fără să fi prezentat înainte deformații permanente observabile ;

Conductibilitate-proprietate a corpurilor de a transmite caldura, electricitatea, de a fi străbătut de curentul electric sub acțiunea unor tensiuni electrice ;

Control-operație de măsurare, verificare, comparare ;

Cusătură-îmbinare sudată, rezultată prin solidificarea băii de metal topit formată din metalul depus (de adaos) și marginile metalului de bază ;

Decapant-substanță întrebuințată la decapare prin mijloace chimice ;

Decapare-operație de pregătire a suprafeței metalice, în vederea unui tratament ulterior de protecție a suprafeței sau a unei operații de prelucrare la care suprafețele trebuie să fie curate ;

Defect-imperfecțiune, ceea ce nu e în conformitate cu anumite reguli stabilite

Echipament de sudare-dotare specifică operației de sudare ;

Electrod-vergea sau sârmă, circulară, cu ajutorul căreia se formează arcul electric ;

Ergonomie-adaptarea echipamentelor la caracteristicile fizice ale executantului ;

Flux-amestec de substanțe care stabilizează și protejează baia de metal topit ;

Fragilitate-proprietate a unui material de a se rupe brusc, sub acțiunea sarcinilor exterioare, fără a suferi deformații permanente apreciabile ;

Incluziune -particulă de material străin în : MB,ZITM :

Intensitate electrică-mărime fizică ce caracterizează cantitativ fenomenul de transport a sarcinii electrice ;

Lipire-îmbinare nedemontabilă a două piese, prin presare la rece sau la cald cu sau fără material de adaos ;

Metal de adaos -MA-metal cu care se sudează

Metal de bază-MB-metal care se sudează ;

Normalizare-tratament termic aplicat oțelurilor sudate în scopul omogenizării structurii și îmbunătățirii proprietăților mecanice (constă în încălzirea la o temperatură situată deasupra zonei de transformare, menținere și răcire lentă în aer) ;

Omogen-calitatea unui corp de a avea în toată masa aceleași proprietăți fizico-chimice și aceeași compoziție ;

Recoacere- tratament termic care constă în încălzirea metalului până la o anumită temperatură, urmată de menținere și răcire lentă ;

Rost-spațiu format între marginile pieselor destinate îmbinării sudate ;

S.D.V-scule, dispozitive, verificatoare ;

Sudabilitate-însușirea unui metal de a se îmbina prin sudare ;

Sudare -proprietatea unui material metalic de a se îmbina prin încălzire (presiune) în anumite condiții

Modulul: Sudarea oțelurilor, fontelor și neferoaselor

de temperatură și presiune ;

Tratament termic-operație de încălzire a aliajelor la temperaturi ce determină modificări de: structură, compoziție chimică și proprietăți ;

Volt- unitate de măsurare a tensiunii electrice ; simbolizare ,[V] ;

Voltmetru-aparat de masură pentru tensiunea curentului electric ;

Watt-unitate de masură derivată pentru putere ; simbolizare,[W] ;

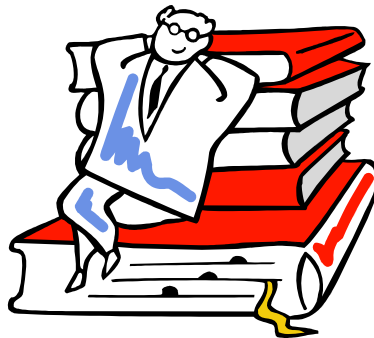
Wattmetru-aparat de masură pentru putere.

Zgura-reziduuri de natură organică și anorganică care se separă din baie și se îndepărtează după sudare ;

Zona influențată termomecanic(ZITM)-zona din vecinătatea sudurii ce suferă modificări de structură și proprietăți ;

Observație :

- cuvintele cheie sunt marcate cu *italic*.



Modulul: Sudarea oțelurilor, fontelor și neferoaselor

III. ACTIVITĂȚI PENTRU ELEVI

FIȘA DE DESCRIERE A ACTIVITĂȚII

Tabelul următor detaliază sarcinile incluse în U.C. , relevantă pentru modulul IV:

U.C.2 - Sudarea oțelurilor, fontelor și neferoaselor”

Unele exerciții ating și unitatea de competență: **U.C.1 - „Lucrul în echipă ”** și competența individuală **C.2.3 - Execută suduri pentru piese din oțeluri slab aliate, fonte și neferoase.**

Acest tabel este util după rezolvarea exercițiilor și în procesul de colectare a dovezilor pentru urmărirea progresului elevului.

Poate fi anexat portofoliului.

Competența	Sarcina de lucru	Obiectiv	Realizat
U.C.2 SUDAREA OȚELURILOR, FONTELOR ȘI NEFEROASELOR			
C.2.1	ACTIVITATEA 1 Fișă de lucru Exercițiul 1	-identificarea sudabilității oțelurilor și a metodelor de îmbunătățire a acestora prin aplicarea pre și postîncălzirii;	
	Exercițiul 2	-definirea unor termeni legați de sudabilitate ;	
	ACTIVITATEA 2 Fișă de lucru	- identificarea influenței proprietăților asupra sudabilității aliajelor feroase și neferoase ;	
	ACTIVITATEA 3 Fișă de activitate independentă Exercițiul 1	-analizarea comportării la sudare a aliajelor feroase ;	
	Exercițiul 2	-recunoașterea factorilor ce determină scăderea sudabilității aliajelor feroase ;	
	ACTIVITATEA 4 Fișă de lucru Exercițiul 1	-stabilirea conexiunilor între aliaje și caracteristicile care înrăutățesc comportarea la sudare;	
	Exercițiul 2	-emiterea de aprecieri cu privire la comportarea la sudare a fontelor ;	
	ACTIVITATEA 5 Sarcină de lucru	-stabilirea sudabilității unui oțel și determinarea valorii temperaturii de preîncălzire ;	
	ACTIVITATEA 6 Fișă de evaluare	-recunoașterea oțelurilor după simbol și determinarea sudabilității unui oțel aliat ;	
	ACTIVITATEA 7 Sarcină de lucru	-evidențierea comportării la sudare a aliajelor ;	
	ACTIVITATEA 8 Fișă de evaluare Exercițiul 1	-definirea unor termeni legați de sudabilitate ;	
	Exercițiul 2	-identificarea metodelor de îmbunătățire a sudabilității,	

Modulul: Sudarea oțelurilor, fontelor și neferoaselor

C.2.2	ACTIVITATEA 9 Sarcină de lucru	-recunoașterea procedeelelor de sudare și particularităților acestora ;	
	ACTIVITATEA 10 Lucrul în echipă	-alegerea procedeeului de sudare adecvat pentru sudarea alamelor ;	
	ACTIVITATEA 11 Fișa de autoevaluare	-alegerea electrozilor în funcție de MB ;	
	ACTIVITATEA 12 Probă de lucru	-realizarea pregătirii materialului în vederea sudării: executarea rosturilor și sudurilor de prindere;	
	ACTIVITATEA 13 Sarcină de lucru	-recunoașterea elementelor postului de lucru la sudarea oxiacetilenică	
	ACTIVITATEA 14 Sarcină de lucru	-recunoașterea particularităților de sudare a oțelurilor carbon și aplicațiile lor în practică ;	
	ACTIVITATEA 15 Studiu de caz	-evidențierea capacității de organizare a locului de muncă pe șantier ;	
	ACTIVITATEA 16 Fișă de activitate independentă	-depistarea defectelor apărute ca urmare a nerespectării condițiilor de sudare și alegerii necorespunzătoare a parametrilor ;	
	ACTIVITATEA 17 Proba de lucru	-executarea de îmbinări sudate utilizând procedeul manual cu electrozi :	
	ACTIVITATEA 18 Sarcină de lucru	-evidențierea procedeelelor utilizate la sudarea aluminiului;	
	ACTIVITATEA 19 Test de evaluare	-stabilirea caracteristicilor la sudarea cu flacăra;	
Recapitulare	ACTIVITATEA 20 Proiect tehnologic	-urmărirea practică a comportării la sudare a aliajelor neferoase și alegerea procedeelelor pentru sudarea acestora ;	
	ACTIVITATEA 21 Lucrul în echipă R	-stabilirea unei legături interdisciplinare cu privire la pregătirea pieselor în vederea sudării;	
	ACTIVITATEA 22 Fișă de activitate independentă R	-realizarea unui studiu interdisciplinar cu privire la particularitățile de sudare a materialelor și a procedeelelor folosite.	
	ACTIVITATEA 22 Sarcină de lucru	-depistarea defectelor ca urmare a sudării necorespunzătoare.	

Sunt prezentate în continuare : fișe de lucru, fișe de evaluare, fișe de activitate independentă și în grup.

C1. IDENTIFICĂ PARTICULARITĂȚILE DE SUDARE A MATERIALELOR



ACTIVITATEA 1

FIȘĂ DE LUCRU

Exercițiul 1

Alegeți din mai multe soluții posibile pe cea corectă

Bifați litera corespunzătoare acesteia.

1. Sudabilitatea oțelurilor nealiat este considerată bună dacă oțelurile conțin :
 - a. până la 0,22% C;
 - b. între 0,22 și 0,45%;
 - c. mai mult de 0,45% C.
2. Sudabilitatea oțelurilor aliate de grosime mai mare de 20 mm se determină:
 - a. prin metoda C_{ech} ;
 - b. în funcție de conținutul de carbon ;
 - c. prin încercări de laborator.
3. ZITM este :
 - a. zona provenită din topirea MA și a unei părți din MB ;
 - b. zona din MB care nu suferă modificări de structură și care favorizează sudabilitatea ;
 - c. zona din jurul sudurii care nu se topește dar suferă modificări structurale din cauza încălzirii puternice.
4. Condiția ca o îmbinare sudată să fie de calitate este :
 - a. MA să aibă compoziție diferită de MB ;
 - b. MA să conțină elemente ce favorizează sudarea, indiferent de tipul MB ;
 - c. MA să aibă compoziție chimică identică sau cel puțin asemănătoare cu MB.
5. Preîncălzirea înainte de realizarea sudării :
 - a. este obligatorie ;
 - b. se aplică la anumite aliaje metalice în funcție de sudabilitate și grosime ;
 - c. nu e necesară.

Exercițiul 2

Utilizând **bibliografia și internetul**, găsiți explicația următorilor termeni :

- fragilitate ;
- casant ;
- pasivizare ;
- carbon echivalent



ACTIVITATEA 2
FIȘĂ DE LUCRU

Sunt enunțate mai jos, caracteristici ale unor metale și aliaje metalice :

1. F U Z I B I L I T A T E
2. D U R I T A T E
3. C U L O A R E
4. C O N D U C T I B I L I T A T E T E R M I C Ă
5. R E Z I S T E N Ț Ă L A Ș O C
6. P L A S T I C I T A T E
7. G R E U T A T E S P E C I F I C Ă

a. Completați după exemplul dat, tabelul de mai jos.

Puneți în fiecare căsuță un: +, - sau 0, după cum proprietățile mai sus menționate influențează **favorabil**, **negativ** sau **deloc** sudabilitatea materialelor precizate.

Propriet.	Cupru	Oțel	Aluminiu	Alamă	Fontă	Bronz
1.	-	0	-	-	0	-
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						

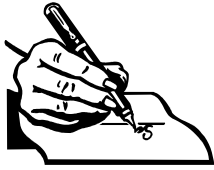
b. Se prezintă piese din metalele și aliajele din tabel.

Recunoașteți materialele prezentate.

Precizați proprietatea de bază după care ați recunoscut metalul respectiv.

Completați în tabel:

Nr. piesă	Material	Proprietate
1		
2		
3		
4		
5		
6		



ACTIVITATEA 3

FIȘĂ DE ACTIVITATE INDEPENDENTĂ

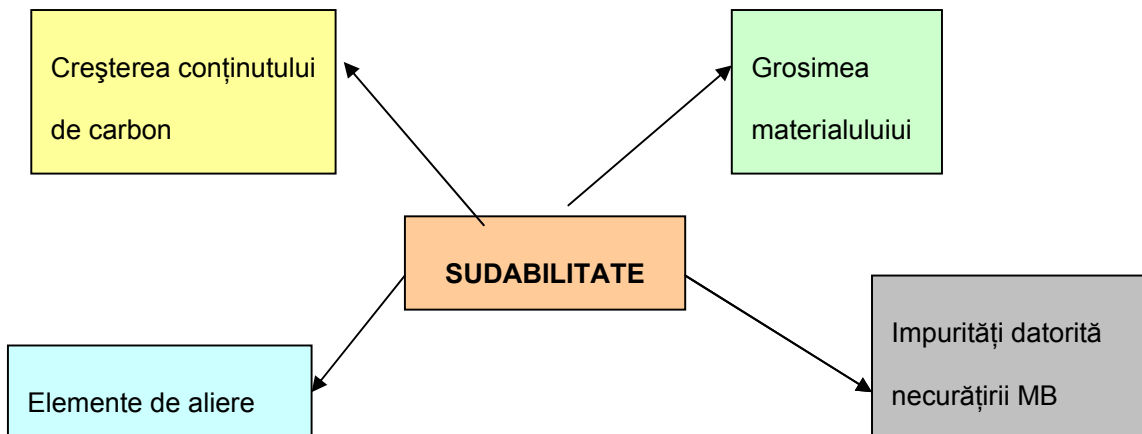
Exercițiul 1

Completați cu **roșu** căsuța dacă apreciați că afirmația de mai jos este corectă, dacă nu cu **albastru**.

- Cele mai utilizate oțeluri din industrie au un conținut de mai mult de 0,6%C
- Fontele sunt mai sărace în carbon decât oțelurile
- Datorită fragilității fontele se sudează mai greu decât oțelurile
- Sudabilitatea oțelurilor de grosime mare este mai bună decât a tablelor subțiri
- Tendința de fisurare a oțelurilor bogate în carbon este diminuată prin aplicarea tratamentelor de pre și postîncălzire.

Exercițiul 2-FACULTATIV

Completați schema factorilor care determină scăderea sudabilității:



Exercițiu cu grad mai mare de dificultate, presupune documentare suplimentară și stabilirea unor conexiuni interdisciplinare cu celelalte module de specialitate. Poate fi rezolvat ca temă pentru acasă de către elevii cu rezultate bune, îndeosebi cei care se pregătesc pentru concursurile pe meserii.



ACTIVITATEA 4

FIȘĂ DE LUCRU

Exercițiul 1

În coloanele **A** și **B** sunt prezentate grupe de materiale și caracteristici care înrăutățesc comportarea la sudare. Uniți cu o săgeată corespondența elementelor dintre cele două coloane:

A	B
oțel nealiat de calitate	elemente de aliere
oțel inoxidabil	duritate mare
fontă albă	conținut ridicat de carbon

Exercițiul 2

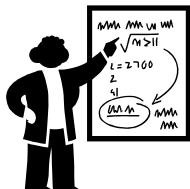
Completați spațiile libere din textul de mai jos :

Fonta este un material.....deoarece..... provoacă cu ușurință fisurarea (ruperea) .

Se impune încălzirea la, urmată de..... pentru a nu se forma structuri dure .

Comportarea la sudare a fontelor e față de cea a oțelurilor din următoarele motive :

- la viteze mari de răcire în sudură și ZITM ,apare, dură și fragilă ;
- încălzirile locale provoacă tensiuni interne mari care determină apariția de
- absorbția intensă de gaze de baie de metal topit duce la apariția
- fluiditatea ridicată a fontelor generează intense de metal din sudură.



ACTIVITATEA 5

SARCINĂ DE LUCRU-exercițiu cu grad mai mare de dificultate, este opțional și poate fi rezolvat ca temă.

Elevii care rezolvă tema sunt notați.

Determinați dacă o tablă cu grosimea **g=6mm** din **OL37** necesită preîncălzire înainte de sudare și dacă **da**, care este **valoarea** acestei **temperaturi** ?

Din STAS se cunoaște compoziția chimică a acestei mărci de oțel :

$C=0,22\%$; $Mn=0,9\%$; $Si= 0,6\%$

Se dă relația de calcul pentru determinarea C_{ech} :

$$C_{ech}=C + Mn/4 + Si/4$$

C_{ech} i se aplică o corecție, funcție de grosimea MB :

$$C_{ech}'= C_{ech} (1+ 0,005g)$$

Se dă relația de calcul pentru determinarea T_{preinc} :

$$T_{preinc.}=350\sqrt{C_{ech}'-0,25} [^{\circ}C]$$

Modulul: Sudarea oțelurilor, fontelor și neferoaselor



ACTIVITATEA 6

FIȘĂ DE EVALUARE cu grad mare de dificultate.

Se rezolvă numai de către elevii care participă la faza pe clasă a concursului pe meserii.

Timp de lucru: 30 minute.

Să se citească oțelul: **30M₀CrNi20**.

Cu ajutorul relației de calcul:

$$C_{ech} = C + Mn/6 + Cr/5 + V/5 + Mo/5 + Cu/15 + Ni/15 \quad [\%].$$

să se determine **sudabilitatea**.

Să se precizeze dacă e necesară **preîncălzirea** înainte de sudare.

Se știe că oțelul conține : **M₀ : 0,3%**

Cr : 2%.



Notă : Se acordă 2 puncte din oficiu și câte un punct pentru :

- denumirea oțelului ;
- precizarea conținutului de carbon ;
- precizarea conținutului de nichel ;
- înlocuirea în relația de calcul ;
- efectuarea calculului ;
- corectitudinea rezultatului ;
- aprecieri privind sudabilitatea ;
- concluzii privind necesitatea preîncălzirii.

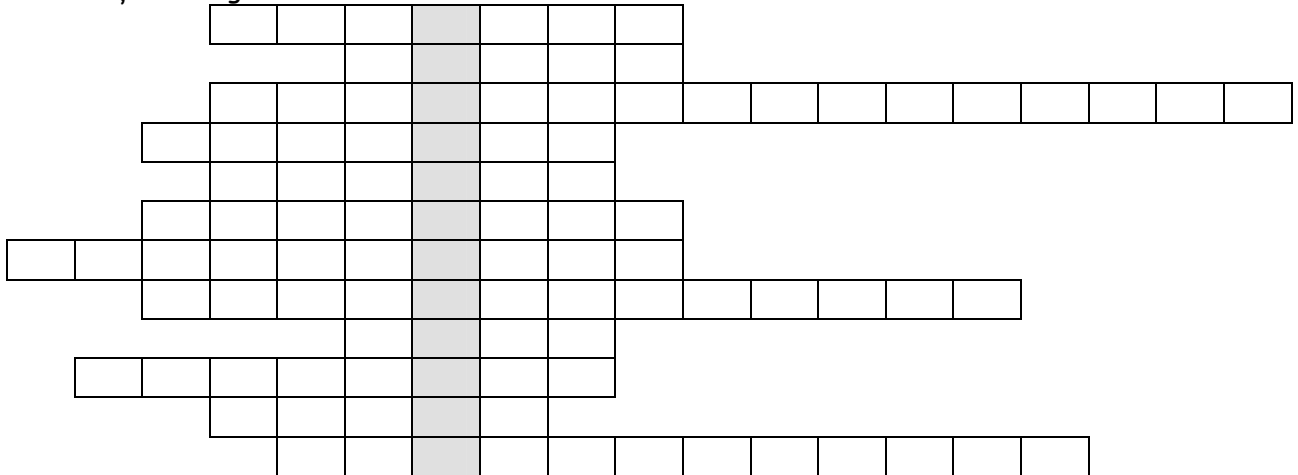




ACTIVITATEA 7

SARCINĂ DE LUCRU

Rezolvați aritmogriful :



La o descifrare corectă a aritmogrifului, obțineți pe **verticală** în coloana marcată un termen ce definește proprietatea unui metal de a se îmbina prin sudare.

Orizontal :

- 1.Element geometric caracteristic MB ce influențează direct sudabilitatea
- 2.Element chimic de culoare roșcată, greu sudabil din cauza conductibilității electrice și termice mari.
- 3.Proprietate fizică caracteristică metalelor de a conduce energia electrică sau termică.
- 4.Reacție a metalului din straturile de la suprafața cu oxigenul, ce influențează sudabilitatea.
- 5.Element chimic din componența aliajelor feroase ce influențează negativ sudabilitatea acestora .
- 6.Element chimic ușor fuzibil, greu sudabil din cauza peliculei de oxid a cărui fuzibilitate e mică.
- 7.Termen anexat carbonului, întâlnit în relația de calcul pentru determinarea sudabilității oțelurilor aliate.
- 8.Termen sub care mai sunt cunoscute tratamentele termice aplicate după sudare.
- 9.Aliaj fier-carbon cu foarte largă răspandire în industrie.
- 10.Consecință a fragilizării mărite apare mai ales la aliajele bogate în carbon.
- 11.Aliaj fier-carbon cu sudabilitate mică datorită procentului de carbon ridicat.
- 12.Termen sub care sunt cunoscute tratamentele termice aplicate semifabricatelor înainte sudării în vederea încălzirii treptate la temperatura de sudare.

Modulul: Sudarea oțelurilor, fontelor și neferoaselor



ACTIVITATEA 8

FIȘĂ DE EVALUARE

Timp de lucru: 30 minute.

Exercițiul 1

Utilizați informațiile din **Termenii de referință și cuvinte cheie** și explicați semnificația următoarelor noțiuni :

- aliaj metalic
- fuzibilitate
- sudabilitate
- fluiditate

4 puncte ;

Exercițiul 2

Realizați un eseu liber (max.100 cuvinte) despre „**Metode de îmbunătățire a sudabilității**”, utilizând următoarele cuvinte cheie : **preîncălzire , normalizare , detensionare, decapare, aliere**

5 puncte

Notă : Se acordă 1 punct din oficiu

Se utilizează ca materiale bibliografice suplimentare, **Ghidul lucrărilor de sudare, tăiere, lipire și Agenda sudorului.**

Punctajul minim acceptat este de 6 puncte.



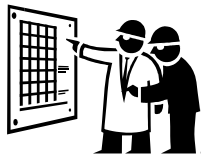
C2. ALEGE PROCEDEELE DE SUDARE CORESPUNZĂTOARE MATERIALULUI DE SUDAT



ACTIVITATEA 9 SARCINĂ DE LUCRU

Alegeți varianta corectă încercuind litera corespunzătoare răspunsului corect :

1. Sudarea sub strat de flux este un procedeu :
 - a. cu arc electric ;
 - b. prin presiune ;
 - c. cu flacăra.
2. Metalul de adaos folosit la sudarea manuală cu arc electric este:
 - a. sârmă;
 - b. electrod ;
 - c. flux.
3. Cel mai răspândit procedeu de sudare cu arc electric este :
 - a. procedeul cu electrod de cărbune ;
 - b. procedeul cu electrod învelit ;
 - c. procedeul cu electrod de wolfram.
4. Curățirea pieselor în vederea sudării:
 - a. nu e necesară ;
 - b. se face numai în anumite condiții ;
 - c. este obligatorie



ACTIVITATEA 10 LUCRUL ÎN ECHIPĂ

Se organizează patru echipe de lucru.

Fiecare primește o **îmbinare sudată** din **alamă** care reprezintă prototipul reperului ce urmează a fi realizat. Fiecare grupă va trebui să aleagă **procedeul de sudare** pe care îl consideră cel mai potrivit, ținând cont de particularitățile reperului:

- material ;
- utilizarea asamblării și caracteristicile impuse ;
- costuri.

La sfârșit fiecare echipă va argumenta prin intermediul unui raportor alegerea făcută. Ceilalți membri ai grupurilor vor alege varianta optimă din cele prezentate (exceptând propria soluție). Între timp profesorul intervine pe parcurs dând informațiile complementare necesare muncii fiecărui grup și afișează la sfârșit procedeele alese în ordinea punctajului obținut.



ACTIVITATEA 11

FIȘA DE AUTOEVALUARE

Alegerea corectă a electrozilor la sudarea manuală cu arc electric

Profesorul dă fiecărui elev câte un plic cu 8 pătrățele de carton albastre corespunzătoare unor oțeluri diferite. Pe fiecare cartonaș se specifică și destinația oțelului :

OL42
roți dințate,
arbori
biele

OL70
roți dințate
supuse la
uzură

OLC10
sudură de colț
ușor solicitată

OL37
structuri
sudate
(șantier)

R1
recipienți

OLT65
țevi

20MoNi35
piese supuse
la solicitări
importante

OLC45
arbori cotiți
biele.

și 5 cartonașe galbene corespunzătoare celor 5 tipuri de electrozi :

Oxidant

Acid

Bazic

Celulozic

Rutilic

Asociați fiecărui tip de înveliș materialele care se pot suda cu ajutorul lor.

Răspundeți în scris completând fișa anexată

Fiecare elev se autoevaluează prin acordarea unui punct pentru fiecare răspuns corect.

Două puncte se acordă din oficiu.

Fișa de autoevaluare a testului

Nr.item	Răspuns ales	Realizat	Nerealizat	Punctaj
1				10
2				10
3				10
4				10
5				10
6				10
7				10
8				10
Se acordă din oficiu:				20
Total punctaj obținut din 100 puncte:				

Se consideră competențele dobândite în cazul în care se obțin minimum 60 de puncte din 100.



ACTIVITATEA 12

PROBĂ DE LUCRU

Trebuie să realizați:

- rosturi în V și X;
- prinderea în puncte de sudură.

Materiale :

- table OL37 cu dimensiunile : 16x50x800 mm
 - 24x50x800 mm
- electrozi cu d=4mm-înveliș rutilic și bazic.

Urmăriți în macrostructura secțiunii sudurii, elementele îmbinării sudate :MD, ZITM, MB-vezi

Termenii de referință și cuvinte cheie

Atenție:

Se așează cap la cap cele două piese în vederea prinderii cu puncte de sudură, la distanțe de 300 mm unul de altul.

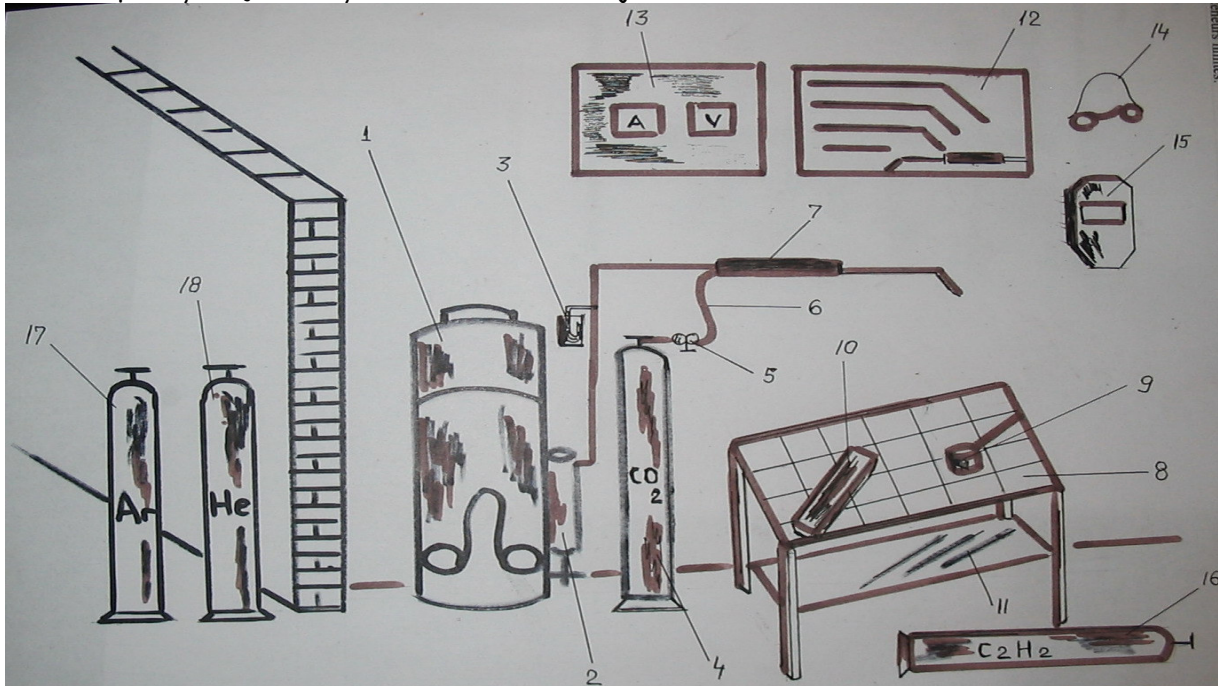
Pentru 100 de puncte sarcina se va realiza fără fișa de lucru.

Dacă utilizați fișa de lucru, primiți 80 de puncte.



ACTIVITATEA 13
SARCINĂ DE LUCRU

În desenul de mai jos, ce reprezintă un post de sudare cu flacără oxiacetilenică s-au strecurat 9 erori. Depistați-le și treceți-le în tabelul de mai jos:



- 1-generator;
- 2-epurator;
- 3-manometru;
- 4-butelie;
- 5-reductor de oxigen;
- 6-tuburi de cauciuc;
- 7-clește port-electrod;
- 8-masa de lucru;
- 9-flux;
- 10-cutie electrozi;
- 11- MA;
- 12-tije arzătoare de schimb;
- 13-aparate de măsură;
- 14-ochelari de protecție;
- 15-mască;
- 16,17,18-butelii.

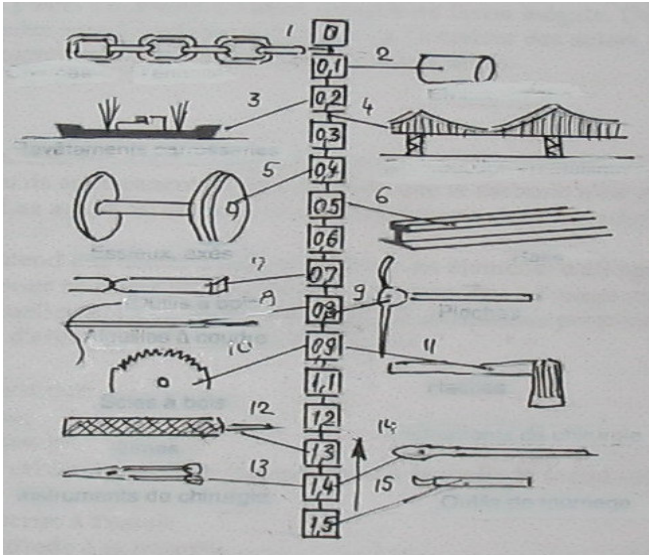
ERORI

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....
- 7.....
- 8.....
- 9.....



ACTIVITATEA 14 SARCINĂ DE LUCRU

În desenul de mai jos, sunt aplicații ale oțelurilor în funcție de conținutul în carbon.

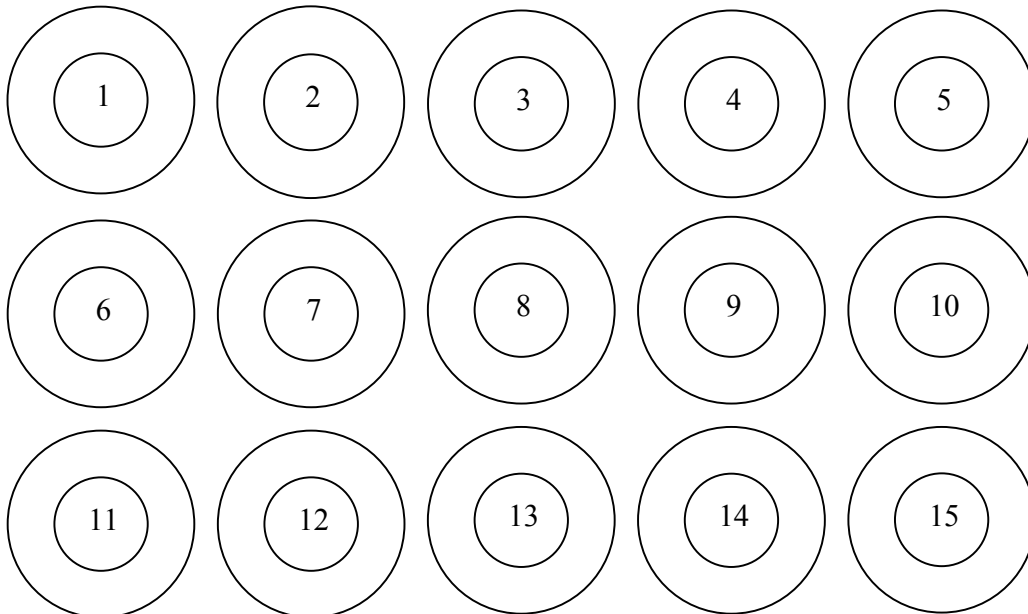


- 1-lanțuri ;
- 2-piese din I.C.M ;
- 3-construcții navale ;
- 4-poduri ;
- 5-axe,osii ;
- 6-șine ;
- 7-scule pentru prelucrarea lemnului ;
- 8-ace ;
- 9-piolet ;
- 10-pânză circulară prelucrare lemn ;
- 11-topoare ;
- 12-pile ;
- 13,14-instrumente chirurgice ;
- 15-scule pentru formare.

Fiecare aplicație se notează în cercuri notate de la 1 la 15.

Colorați cu **roșu** cercurile pentru aplicațiile sudate.

Colorați cu **albastru** cercurile pentru îmbinările ce necesită măsuri suplimentare pentru îmbunătățirea sudabilității.





ACTIVITATEA 15

STUDIU DE CAZ-durata :1h30min

Obiectiv :punerea în evidență a capacității de organizare la locul de muncă și găsirea de soluții în cazul în care se lucrează în condiții de șantier.

Situație profesională :

- Ion Popescu este sudor.
- Trebuie să realizeze îmbinări sudate pe șantierul unui imobil în construcție.
- Pe acest șantier la același punct de lucru lucrează și alți meseriași: mozaicari, dulgheri, zugravi, electricieni.
- Munca constă în efectuarea de suduri autogene, la nivelul întâi al clădirii.
- Sudurile trebuie executate în cursul dimineții, întrucât Ion Popescu trebuie să fie pe un alt șantier la ora 14.
- Postul de lucru se situează în vecinătatea scării ce permite accesul la etaj. Materialele necesare faianțurilor și celor care se ocupă de montarea geamurilor sunt depozitate aici.
- Scara este tot timpul ocupată de acești lucrători.
- Ion Popescu așează materialul necesar sudării: arzător alimentat de butelii, vergele de sârmă, ochelari de protecție,etc și o scară mică cu două trepte pentru accesul la locul de sudat plasat la 2 m înălțime.
- Pentru pregătirea sudării, Ion Popescu a urcat și a coborât de 6 ori în 10 minute pentru că nu poate nimic stoca pe scară.
- Pentru a lăsa liber accesul la etaj a fost nevoit să-și întrerupă lucrul de mai multe ori.
- El sudează efectuând mișcări ale brațului și antebrațului pentru a dirija flacăra și a pune arzătorul în funcțiune pe scară.
- Furtunurile coboară de-a lungul peretelui și nu poate vedea cusătura.
- Încearcă să folosească o oglindă pentru a controla dirijarea flăcării pe porțiunea de sudat.
- Văzând că nu poate lucra fără întreruperi și în deplină securitate, sudorul preferă să aștepte pauza de prânz și să profite de libertatea culoarului pentru a realiza sudurile.

Identificarea problemei :

- Pentru a-și realiza obiectivul propus, Ion Popescu trebuie să dea dovadă de calm, stăpânire de sine și siguranță.
- Datorită condițiilor grele de lucru trece printr-o situație stresantă.

Identificați elementele situației :

Distingeți **elementele** situației prezentate, care **cresc stresul**.

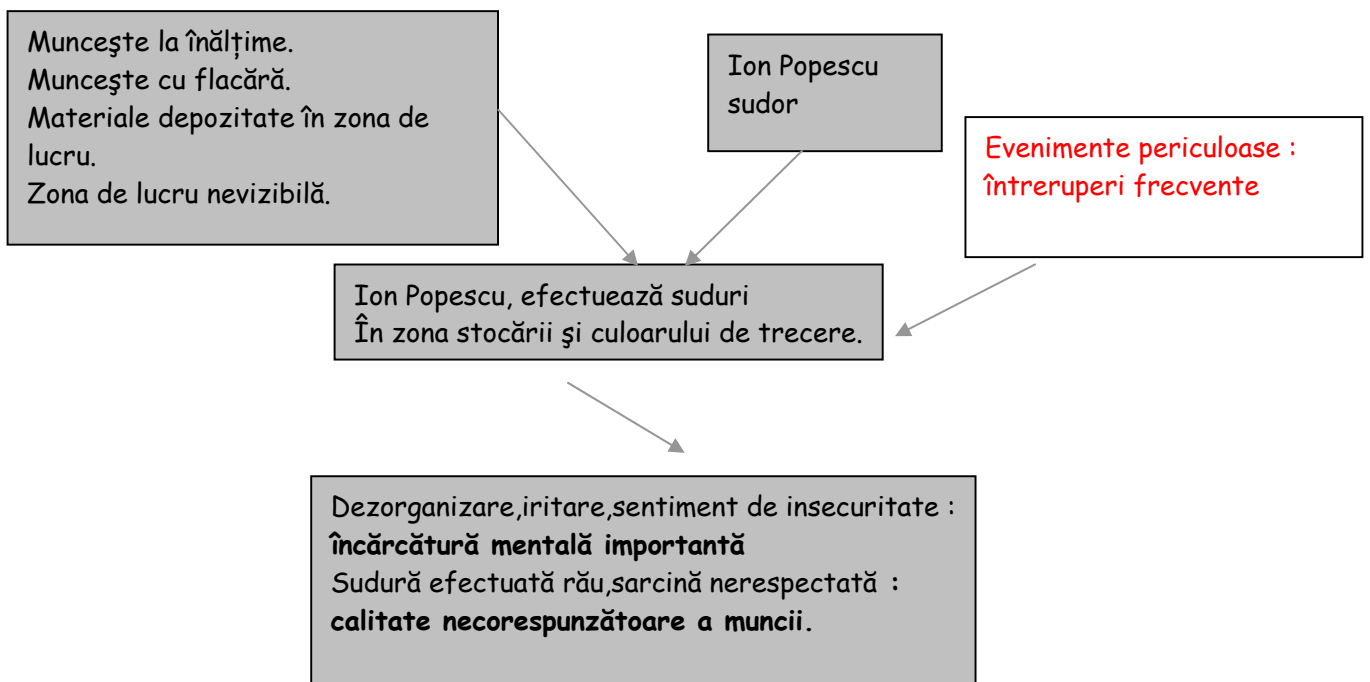
Elemente care cresc stresul
<ul style="list-style-type: none">• lucrul la înălțime;• urcă și coboară de mai multe ori scara;• face gesturi repetate, obositoare cu arzătorul;• are un plan de respectat;

Modulul: Sudarea oțelurilor, fontelor și neferoaselor

- e obligat să se întrerupă din lucru ;
- nu are materialul la îndemână ;
- privește sudura în oglindă și e derutat ;
- nu e în totală securitate.

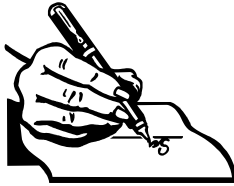
Punere în relație a elementelor situației:

Asociați elementele care duc la creșterea stresului, manifestările lor în timpul muncii și pericole, utilizând **schema** :



Soluții propuse :

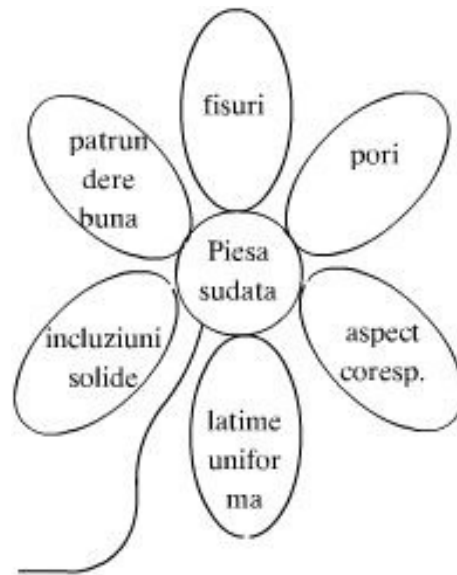
- altă organizare a muncii pe șantier (colaborare cu șeful de șantier și ceilalți lucrători) ;
- utilizarea unui echipament de sudare adaptat la condițiile de lucru (arzător mic, portabil) ;
- menționare pe fișa de lucru a raportului de activitate a dificultăților întâlnite ;
- dezbateră problemelor cu responsabilitate și în deplină securitate cu toți factorii implicați în activitate.



ACTIVITATEA 16

FIȘĂ DE ACTIVITATE INDEPENDENTĂ

Pe fiecare petală a florii din imagine apar caracteristici ale unei îmbinări sudate. Pe unele s-au strecurat însă dăunătorii. Ajuțați fluturașul să-i stârpească, arătându-i drumul printr-o săgeată :



ACTIVITATEA 17

PROBĂ DE LUCRU

Proba I-Executați o îmbinare orizontală cap la cap a două plăci cu dimensiunile : 100x100x5 [mm] din **OL37**. Sudarea se face **manual cu electrozi înveliți**.

Proba II-Executați sudura unui cadru metalic utilizând bare din **OLC45**, de $\varnothing=6$ mm cu lungimea $L=200$ mm. Sudarea se face manual cu electrozi înveliți.

Proba III-Executați sudura circulară a unei țevi cu grosimea peretelui de 3 mm și diametru de 100 mm pe o placă de : 200x80x3[mm]

Urmăriți etapele și comentați:

- pregătirea materialului ;
- alegerea și prelucrarea rostului ;
- justificați alegerea echipamentului de sudare ;
- justificați alegerea S.D.V ;
- justificați alegerea MA;
- prezentați modul de prindere a componentelor cu puncte de sudură;
- efectuați controlul și evidențiați eventualele defecte ;
- enumerați N.T.S.M. respectate.



ACTIVITATEA 18

TEST DE EVALUARE

Timp de lucru: 30 minute

Se acordă 2 puncte din oficiu.

Fiecare soluție corectă este notată cu un punct.

Alegeți soluția corectă încercuind litera corespunzătoare acestuia:

1. Zona flăcării cu temperatura cea mai înaltă este :
 - a. zona nucleului luminos ;
 - b. zona primară ;
 - c. zona secundară.
2. Cea mai mare temperatură o dezvoltă :
 - a. flacără oxihidrică ;
 - b. flacără oximetanoică;
 - c. flacără oxiacetilenică.
3. Sudarea oțelurilor cu conținut de carbon mai mic de 0,22% se face :
 - a. fără preîncălzire ;
 - b. cu preîncălzire între 150-350° ;
 - c. cu preîncălzire între 350-500° ;
4. După sudarea cu flacără, la oțelurile cu conținut de carbon mai mare de 0,22% se aplică tratamentul termic de :
 - a. recoacere de recristalizare ;
 - b. recoacere de normalizare ;
 - c. călire și revenire ;
5. Îmbinarea fontei prin procedeul cu flacără de gaze, se face :
 - a. la rece ;
 - b. la cald ;
 - c. nu se face.
6. La flacăra neutră, raportul oxigen-acetilenă, este :
 - a. mai mic de 1,1 ;
 - b. cuprins între 1,1-1,2 ;
 - c. mai mare de 1,2.
7. Boraxul, se utilizează la protecția :
 - a. băii de metal topit la sudarea oțelurilor ;
 - b. băii de metal topit la sudarea cuprului ;
 - c. băii de metal topit la sudarea alamei.

Se consideră rezolvat dacă răspundeți la minimum 4 întrebări.



ACTIVITATEA 19 SARCINĂ DE LUCRU

Există mai multe modalități de sudare a aluminiului și aliajelor sale.

a. Din activitatea practică la atelier precizați câteva dintre posibilitățile de sudare a **aluminiului și aliajelor sale**.

b. Pentru fiecare dintre procedeele evidențiate anterior, încercați să răspundeți la întrebarea : **De ce ? sau Cum ?** a influențat elementul în cauză îmbunătățirea sudabilității ?





ACTIVITATEA 20
RAPORT TEHNOLOGIC

1. Proiectul nostru tehnologic :

Vizita la o Societate Comercială pentru a vedea modul de sudare a unor aliaje neferoase



2. În cadrul proiectului nostru tehnologic, dorim să luăm contact cu o S.C. pentru a urmări modul de sudare a aliajelor neferoase.

3. În cadrul proiectului va trebui să alegem S.C. și să estimăm costurile deplasării noastre.

Ne deplasăm în afara localității sau alegem o societate din oraș ?

Vom urmări procedee moderne de sudare și vom realiza un raport cu cele observate.

4. Pentru a pregăti vizita noastră la S.C....repetăm comportarea la sudare a aluminiului, cuprului, aliajelor lor și stabilim procedeele de sudare adecvate



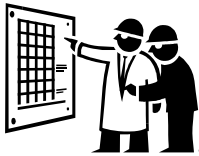
ACTIVITATEA 21

FIȘA DE ACTIVITATE INDENPENDENTĂ- RECAPITULARE

Realizați un studiu interdisciplinar, vizând Particularitățile de sudare ale oțelurilor, fontelor și metalelor și aliajelor neferoase și procedee folosite.

Observație : Faceți uz de cunoștințele de la : **Elemente și concepția produselor, (Studiul materialelor), Chimie, Tehnologia prelucrărilor la cald.**

Se consultă următoarele pagini web: www.sudura.ro
www.asr.ro



ACTIVITATEA 22

LUCRUL ÎN ECHIPĂ-RECAPITULARE.

Un rol important în calitatea unei îmbinări sudate îl are și modul de pregătire a componentelor de sudat : începând cu alegerea materialului, trasarea, debitarea și până la curățire și decapare. Exercițiul își propune stabilirea unei legături interdisciplinare cu alte discipline tehnice precum și asumarea rolurilor în cadrul echipei.

Se lucrează în 4 grupe de câte șase elevi, după preferințe

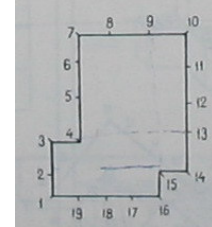
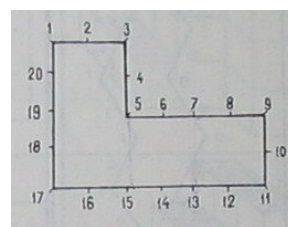
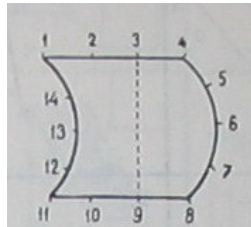
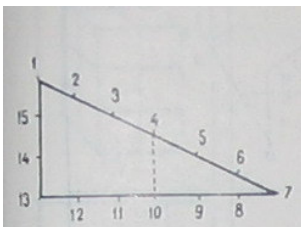
Enunțul problemei :

Un sudor are o bucată de tablă dintr-un anumit material din care trebuie să realizeze un pătrat. Bucata de tablă are însă formă neregulată. **Muncitorul trebuie să facă o singură debitare și îmbinând prin sudare cele două bucăți să obțină piesa pătrată fără pierderi de material (sudarea nu necesită rost).**

Vor primi următoarele sarcini :

1. **Identificați materialul și enumerați caracteristicile de sudare ale acestuia .**
2. **Precizați măsurile luate pentru îmbunătățirea sudabilității (dacă este cazul).**
3. **Alegeți procedeul de sudare și justificați alegerea făcută.**
4. **Executați croirea.**

Fiecare grupă primește materialul de lucru : table de **alamă, aluminiu, oțel nealiat, oțel inoxidabil.**



Elevii își asumă rolul în cadrul echipei. Vor desemna un raportor. Pentru soluționarea problemei pot folosi orice metodă : fac împărțirea, desenează, fac încercări utilizând foarfecă și carton, etc

Timpe de lucru: 80 minute.

Prezentarea rezultatelor de către raportori: 15 minute.

Concluziile profesorului : 5 minute.

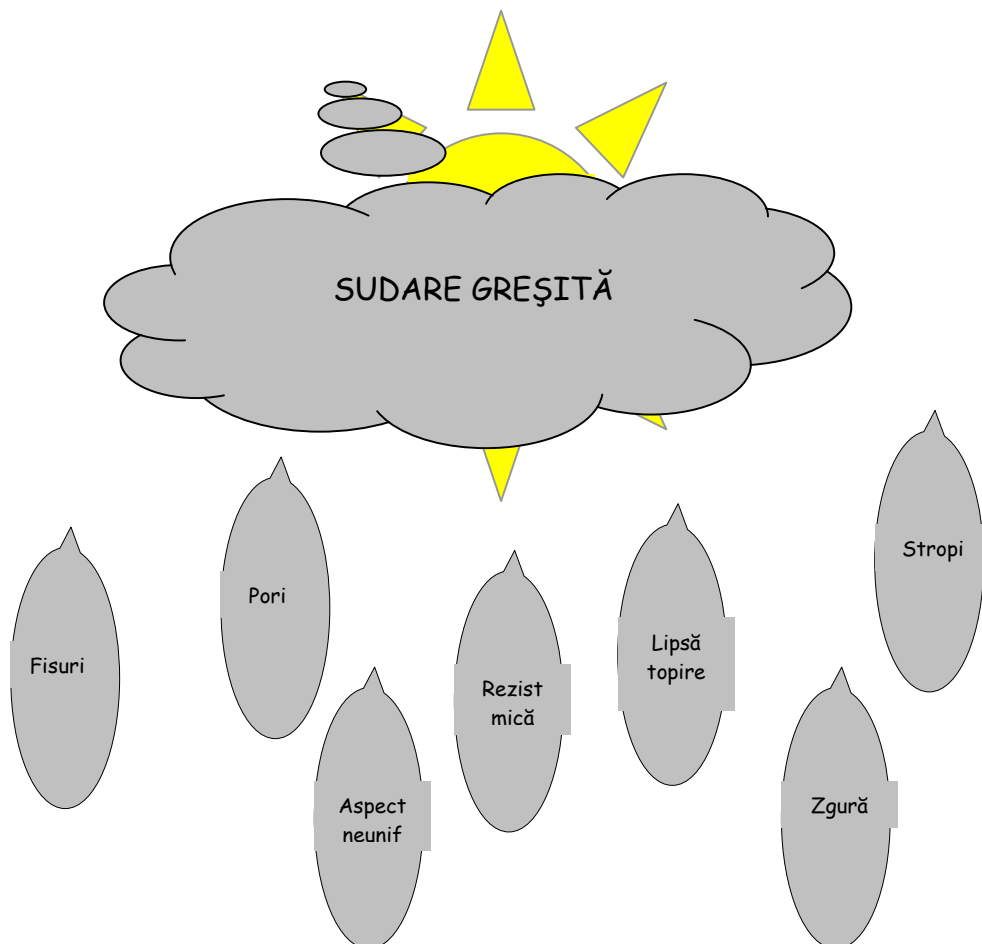
Domeniul: Mecanic

Calificare: Sudor



ACTIVITATEA 22 SARCINĂ DE LUCRU

- ☀️ **Deschideți** calculatoarele.
- ☀️ **Intrați pe desktop** în fișierul intitulat „**Sudare**”.
- ☀️ **Norul** aduce ploaia, dar și **defecte** datorită nerespectării condițiilor la sudare.
- ☀️ Fiecare picătură de ploaie reprezintă un defect.
- ☀️ Alungați norul și **descoperiți** ce se ascunde în spatele lui.
- ☀️ **Scrieți** rezolvarea într-un nou document Word.



FIȘA DE PROGRES ȘCOLAR

Este un instrument detaliat de înregistrare a progresului elevilor. Pentru fiecare elev se pot realiza mai multe astfel de fișe pe durata derulării modulului, acestea permițând evaluarea precisă a evoluției elevului, furnizând în același timp informații relevante pentru analiză.

Fișa pentru înregistrarea progresului elevului

Modulul (unitatea de competență):

U.C.2 - SUDAREA OȚELURILOR, FONTELOR ȘI NEFEROASELOR

Numele elevului:

Numele profesorului:

Competențe care trebuie dobândite	Data	Activități efectuate și comentarii	Data	Aplicare în cadrul unității de competență Se utilizează pentru:	Evaluare		
					bine	satisfăcător	refacere
C.2.1		A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8		- identificarea particularităților de sudare a oțelurilor, fontelor și neferoaselor.			
C.2.2		A9 A10 A11 A12 A13 A14 A15 A16 A17 A18 A19		- identificarea procedeelor de sudare a : oțelurilor, fontelor și neferoaselor ; (cu electrozi înveliți, cu flacără de gaze)			
R		A20 A21 A22		-stabilirea unei legături interdisciplinare cu privire la alegerea procedeelor de sudare în funcție de sudabilitate.			
Comentarii			Priorități de dezvoltare :				
Competențe care urmează să fie dobândite(pentru fișa următoare) :			Resurse necesare :				

IV. SOLUȚII ȘI SUGESTII METODOLOGICE

SOLUȚIILE EXERCITIILOR

C1. IDENTIFICĂ PARTICULARITĂȚILE DE SUDARE A MATERIALELOR

ACTIVITATEA 1

Exercițiul 1: 1a,2c 3c,4c,5b.

Exercițiul 2: -alegerea tehnologiei necorespunzătoare de sudare

- alegerea incorectă a regimurilor de sudare

-stabilirea incorectă a rostului

-depunerea incorectă a rândurilor de sudură la tablele groase.

ACTIVITATEA 2

Propriet.	Cupru	Oțel	Aluminiu	Alamă	Fontă	Bronz
8.	-	0	-	-	0	-
9.	0	-	0	0	-	-
10.	0	0	0	0	0	0
11.	-	0	-	-	0	-
12.	+	+	+	+	-	0
13.	+	+	+	+	-	-
14.	0	0	0	0	0	0

ACTIVITATEA 3

F, F, A, F, A

ACTIVITATEA 4

Exercițiul 1: oțel nealiat de calitate- conținut ridicat de carbon;

oțel inoxidabil- elemente de aliene;

fontă albă - duritate mare.

Exercițiul 2

Fonta este un material **nesudabil** deoarece **conținutul ridicat de carbon** provoacă cu ușurință fisurarea (ruperea) .

Se impune încălzirea la **650-700°C**, urmată de **răcire lentă** pentru a nu se forma structuri dure .

Comportarea la sudare a fontelor e **înrautățită** față de cea a oțelurilor din următoarele motive :

- la viteze mari de răcire în sudură și ZITM ,apare **fonta albă**, dură și fragilă ;
- încălzirile locale provoacă tensiuni interne mari care determină apariția de **fisuri** ;
- absorbția intensă de gaze de baie de metal topit duce la apariția **porilor** ;
- fluiditatea ridicată a fontelor generează **scurgeri** intense de metal din sudură

ACTIVITATEA 5

$T_{preinc} = 210^{\circ}C$ -deși oțelul este sărac în carbon, preîncălzirea este necesară datorită grosimii MB și prezenței elementelor însoțitoare.

ACTIVITATEA 6

0,64%-necesită preîncălzire

ACTIVITATEA 7

		G	R	O	S	I	M	E												
				C	U	P	R	U												
		C	O	N	D	U	C	T	I	B	I	L	I	T	A	T	E			
		O	X	I	D	A	R	E												
			C	A	R	B	O	N												
		A	L	U	M	I	N	I	U											
E	C	H	I	V	A	L	E	N	T											
		P	O	S	T	Î	N	C	Ă	L	Z	I	R	E						
						O	Ț	E	L											
		F	I	S	U	R	A	R	E											
						F	O	N	Ț	Ă										
								P	R	E	Î	N	C	Ă	L	Z	I	R	E	

C2. ALEGE PROCEDURELE DE SUDARE CORESPUNZĂTOARE MATERIALULUI DE SUDAT

ACTIVITATEA 9

1a, 2b, 3b, 4c.

ACTIVITATEA 11

Oxidant: OLC 10;OL 42;OLC 45,OL 70

Acid: OL 42, OL 37

Bazic:20MoNi35, OLC45

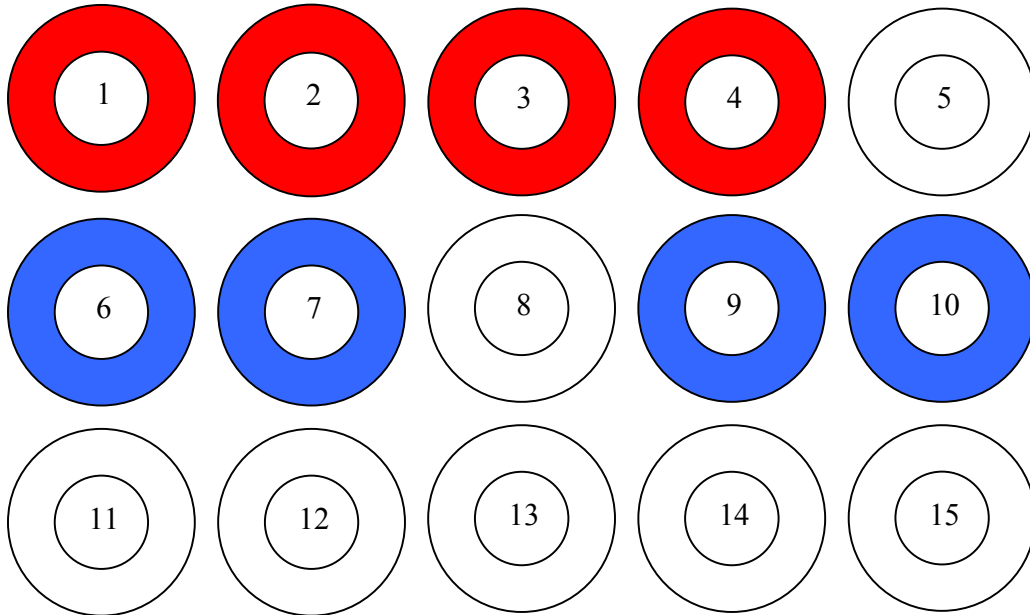
Celulozic:OL37

Rutilic (Titanic): R1,OL42, OL70,OLT65,OLC45.

ACTIVITATEA 13

Erori :1-generatorul amplasat în cabina sudorului ;2-în locul buteliei de CO₂ e butelia de O₂;3-mască de protecție ;4-buteliile de argon și heliu plasate în afara cabinei ;5-cutia cu electrozi ;6-lipsește supapa hidraulică de siguranță pentru evitarea întoarcerii flăcării în generator ;7-reprezintă arzătorul nu cleștele port-electrod ;8-butelia de acetilenă răsturnată lângă masă ;9-ampermetru și voltmetru.

ACTIVITATEA 14



ACTIVITATEA 16

Fisuri, pori, incluziuni solide.

ACTIVITATEA 19

1b, 2c, 3a, 4b, 5b, 6b, 7b,c.

ACTIVITATEA 22

SUDARE CORECTĂ

- curățirea pieselor
- preîncălzire
- tratament termic
- alegerea corectă a:
 - procedului
 - metodei de sudare
 - MA
 - regimului de sudare



ÎNDRUMĂRI PRIVIND MODALITĂȚI DE EVALUARE

Modulul „Sudarea oțelurilor, fontelor și neferoaselor” oferă elevilor cunoștințe și abilități precise care se pot verifica în diferite faze ale însușirii.

Modulul are o structură elastică, putând încorpora, în orice moment, noi mijloace sau resurse didactice.

Permite individualizarea învățării și articularea învățării formale și informale

Între competențe și conținuturi există o relație biunivocă, competențele determină conținuturile tematice, iar parcurgerea acestora asigură dobândirea de către elevi a competențelor dorite.

Profesorul va ține seama în elaborarea strategiei didactice de următoarele principii:

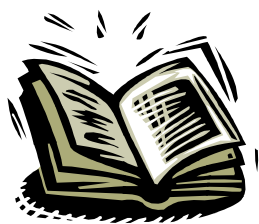
- elevii învață bine când consideră că învățarea răspunde nevoilor lor;
- învață atunci când fac ceva și sunt implicați activ în procesul de învățare;
- elevii au stiluri unice de învățare; învață cu metode diferite și viteză diferită;
- elevii contribuie cu cunoștințe semnificative și importante la procesul de formare ;
- învață cel mai bine atunci când asociază cunoștințele noi cu cele vechi și când informațiile noi sunt abordate sistematizat ;
- sarcinile vor fi graduale de la ușor la dificil, utilizând fișe de lucru ;
- fixarea unor sarcini diferite individuale sau în grup, funcție de abilități ;
- abordarea stilurilor de învățare diferită ;
- implicarea elevilor în procesul de învățare prin impunerea obiectivelor și utilizarea autoevaluării (prin autoevaluare elevii își exprimă liber propriile opinii și își susțin și motivează propunerile).

Evaluarea continuă formativă, permite atât profesorului cât și elevului să cunoască nivelul de achiziționare a competențelor și cunoștințelor, să identifice lacunele și cauzele acestora, să facă remedieri în vederea ajustării procesului de învățare.

La evaluare se vor utiliza atât **probe orale cât și scrise**, precum și metode și instrumente complementare, urmărindu-se nu numai nivelul de cunoștințe și deprinderi acumulate ci și a atitudinilor dezvoltate și progresul pe parcursul derulării modulului.

Evaluarea scoate în evidență măsura în care se formează competențele cheie și competențele tehnice generale din S.P.P. Pe lângă evaluarea formativă, se utilizează metode alternative, cum sunt: **observarea sistematică** a elevului, **investigarea, proiectul, portofoliul**. Acesta cuprinde:

- dovezi ale parcurgerii unor activități de evaluare;
- fișa de descriere a activităților în care se va bifa rubrica „realizat ”
- opinii ale elevilor privind activitățile desfășurate ;
- planuri de acțiune, evaluări, activități planificate și efectuate de elev;
- comentarii ale profesorului privind atitudinea și rezultatele elevului .



SUGESTII PENTRU CREȘTEREA EFICIENȚEI ÎNVĂȚĂRII

Pentru atingerea competențelor dorite, activitățile de învățare-predare utilizate de profesor vor avea un caracter activ, cu pondere sporită pe activitățile de învățare și nu pe cele de predare, pe activitățile practice și mai puțin pe cele teoretice.

Pentru atingerea obiectivelor programei și dezvoltarea la elevi a competențelor vizate de parcurgerea modulului, se vor utiliza în procesul de învățare-predare cu precădere metode bazate pe acțiune, cum ar fi efectuarea de lucrări practice de laborator, citirea și interpretarea schemelor simple, metode explorative (observarea directă, observarea independentă), metode expositive (explicația, exemplificarea, descrierea).

Mijloacele de învățare vor fi adecvate conținutului și obiectivelor urmărite : fișe de lucru, chestionare, fișe de evaluare, culegeri de standarde, documentații tehnice de execuție, mostre, machete,etc.

Se urmărește în permanență corelarea conținuturilor între pregătirea teoretică și cea practică.

Se recomandă utilizarea Internetului în documentare și chiar ca sursă pentru întocmirea unor referate care pot fi incluse în portofoliu și servi la evaluarea finală.

Se va acorda atenția cuvenită cadrului legislativ, cumulând Legea protecției muncii , Legea protecției mediului și N.P.S.I precum și a fișelor individuale de protecția muncii în activitatea de laborator și pregătire practică.

V. BIBLIOGRAFIE

- C. Jilăveanu, N. Petre, etc., „Pregătire de bază în domeniul mecanic. Studiul Materialelor. Tehnologie” - E.LVS Crepuscul PHARE 2000
- I. Moraru, C. Călinescu, „Cultura de specialitate. Instruire practică. S.A.M-tehnic-mecanic - E.SIGMA 2003
- I. Echim, I. Lupescu, „Tehnologia sudării prin topire a metalelor și aliajelor ” – Editura Tehnică, București
- Miloș Radu- „Tehnologia sudării cu flacără de gaze ” – Institutul Politehnic „Traian Vuia”, Timișoara
- L. Scorobețiu- „Tehnologia sudării prin topire” – Universitatea „Transilvania” Brașov
- „Guide de l'utilisateur du soudage manuel” – Paris, 1996
- Pagini WEB – www.lic.csrquenay.com/metallurgie
www.sudură.ro
www.asr.ro
www.welding.com
www.twi.co.uk
- Vladimir Mărăscu-Klein – „Materiale Industriale” – Universitatea „Transilvania” Brașov, 2004
- V. Berinde- „Agenda sudorului” - Editura Tehnică
- V. Berinde, I. Anghel- Sudarea cu arc electric- Ghid pentru autoinstruirea sudorilor- Editura Tehnică
- V. Popovici, S. Șonțea, L. Miloș- Ghidul lucrărilor de sudare, tăiere, lipire- Ed. Scrisul Românesc Craiova
- J. Berducou, R. Gomez, C. Raynal- Sciences Physiques- Education Hachette- 1994.
- Culegeri de referate- Conferințe de sudură și încercarea materialelor- Universitatea „Transilvania” Brașov și Institutul de Sudură și Încercarea Materialelor - Timișoara
- Colecția revistei „T&T”- Revistă de informare Tehnică și Tehnologie 2001-2005.