MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

UTILAJUL ȘI TEHNOLOGIA CONSTRUCȚIILOR MECANICE



Manual pentru clasa a XI-a licee industriale
și de matematică-fizică cu profil de mecanică
și școli profesionale

UTILAJUL ȘI TEHNOLOGIA CONSTRUCȚIILOR MECANICE

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

Ing. VASILE MĂRGINEAN
prof. gr. I

Ing. DUMITRU TEODORESCU

UTILAJUL ȘI TEHNOLOGIA CONSTRUCȚIILOR MECANICE

PARTEA COMUNĂ,

Manual pentru clasa a XI-a
licee industriale și de matematică-fizică
cu profil de mecanică
(meseriile: lăcătuș mecanic constructor de nave,
lăcătuș mecanic constructor de utilaj tehnologic,
lăcătuș mecanic construcții industriale),
și școli profesionale

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, BUCUREȘTI

Manualul este reeditat după ediția revizuită în anul 1980 și corespunde programei școlare aprobate de Ministerul Educației și Învățămîntului cu nr. 39438/1980.

Textul barat nu se adresează elevilor din școlile profesionale.

Contribuția autorilor:

ing. **V. Mărginean:** introducere, cap. 1, 2, 3, 4, 10 și 11;
ing. **D. Teodorescu:** cap. 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15 și 16.

Redactor: ing. *Alexandru Nicolae*
Tehnoredactor: *Elena Oprișeanu*
Grafician: *Valerian Agalopol*

INTRODUCERE

Construcțiile metalice s-au impus în ultima vreme datorită calităților remarcabile pe care le are oțelul ca material de construcție, în comparație cu materialele tradiționale. Se poate spune, pe drept cuvînt, că toate ramurile economiei naționale utilizează, sub o formă sau alta, construcțiile metalice. Astfel, acestea se utilizează cu prioritate în ramurile chimie, construcții de mașini, energie electrică, materiale de construcții, construcții industriale, siderurgie etc.

În industria constructoare de mașini, construcțiile metalice își găsesc o largă aplicabilitate la realizarea navelor, aeronavelor, utilajului tehnologic.

La Întreprinderea Constructoare de Mașini din Reșița și la Combinatul Siderurgic din Hunedoara s-au executat numeroase construcții metalice de anvergură, cum sînt: halele pentru centrale termice, hala nouă a oțelăriei din Reșița, furnalele noi de la Combinatul Siderurgic din Hunedoara (cu o capacitate de 450 m^3, 750 m^3, 1 000 m^3 și 1 500 m^3) cu toate anexele lor (hala de turnare, estacade, buncăre pentru cocs și minereu, conducte de gaz cu galerii de susținere etc.) și altele.

La Combinatul Siderurgic din Galați s-au executat numeroase construcții metalice, din care se pot menționa:

— hala laminorului de tablă groasă (fig. 1), cu aria suprafeței totale de circa 110 000 m^2, executată pe un teren sensibil la înmuiere, luîndu-se măsuri constructive pentru reducerea tasărilor diferențiate ce apar în această zonă geografică;

— hala turnătoriei mixte cu cinci deschideri, rețeaua stîlpilor fiind de 24·12 m;

— hala oțelăriei, prevăzută cu convertizoare cu suflare de oxigen; în zona convertizoarelor construcția are o înălțime de 54 m, cu unele părți etajate;

— furnalele de 1 700 m^3, cu anexele corespunzătoare;

— halele pentru laminorul slebing, cu traverse de 18 și 15 m;

— o construcție cu schelet metalic pentru aglomerarea minereului;

— lungi trasee de conducte de gaze și galerii pentru susținerea diferitelor conducte.

La Întreprinderea de Țevi din Roman s-au executat, de asemenea, o serie de construcții metalice interesante, cea mai importantă fiind hala laminorului (fig. 2).

La Brașov s-au executat unele construcții metalice, între care hala turnătoriei și hala secției de montaj a Întreprinderii de Autocamioane. Alte construcții metalice importante au fost executate la Întreprinderea Tractorul, la combinatele de utilaj greu din Iași, Craiova și Cluj-Napoca.

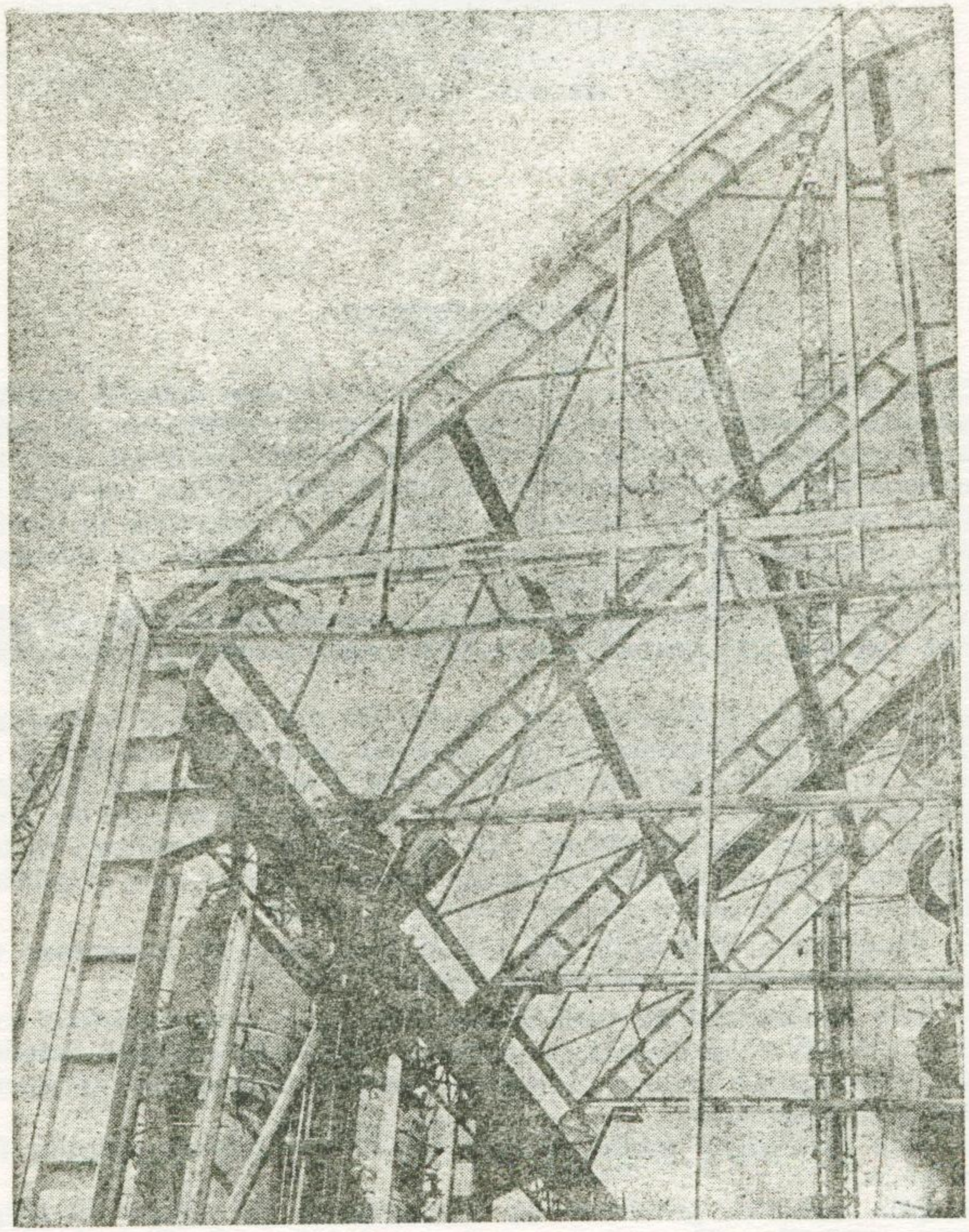


Fig. 1. Hala laminorului de tablă groasă de la Galați. Vedere în timpul montajului.

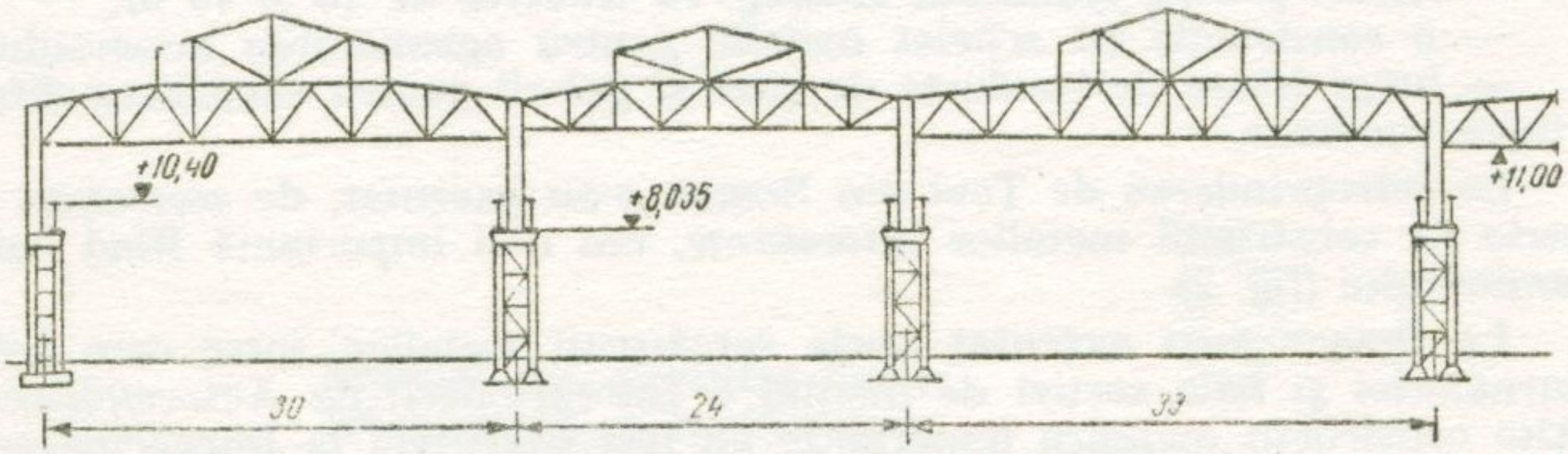


Fig. 2. Hala laminorului de la Roman.

La Întreprinderea de Mașini-unelte și Agregate din București s-au executat, de asemenea, hale cu structură metalică. Pe Platforma industrială Berceni din București s-au construit numeroase hale industriale mari cu structură metalică (Întreprinderea de Mașini Grele, Întreprinderea Mecanică de Utilaj Chimic și altele). De asemenea, s-au construit două hale industriale grele la Întreprinderea de Utilaj Chimic Grivița Roșie din București.

O serie de construcții metalice de mari proporții au fost executate pentru Centrala termo-electrică din Rovinari. Structura acestor construcții, cu grinzi și o parte din stîlpi metalici, are o înălțime de 92 m și susține cazane suspendate de planșeul superior.

Printre alte construcții metalice executate la diferite întreprinderi, mai pot fi citate: fermele metalice de la Întreprinderea de Celuloză și Hîrtie din Suceava, structurile șarpantelor de la Întreprinderea de Aluminiu Slatina, șarpanta acoperișului de la Întreprinderea de Frigidere din Găești, construcția stației de conexiuni de la Galați, unele hale de la Întreprinderea Electroputere din Craiova, construcții pentru depozite de îngrășăminte (fig. 3), turnuri pentru televiziune, stîlpi pentru linii de transport de energie electrică și multe altele. O soluție interesantă a fost aplicată pentru șarpanta metalică a acoperișului Sălii Sporturilor de la Cluj-Napoca.

Dintre halele metalice executate la Combinatul Siderurgic de la Tîrgoviște se pot cita: hala oțelăriei electrice cu aria suprafeței de 12 820 m^2, din OL 37 și OL 52, și hala oțelăriei cu convertizoare.

O altă construcție interesantă este clădirea monobloc de la Întreprinderea de sodă din Govora, care cuprinde patru secții cu 2—13 niveluri.

S-a realizat, de asemenea, un număr impresionant de ansambluri de construcții metalice în marile combinate ale industriei chimice și petrochimice din țara noastră. În acest sens pot fi menționate construcțiile metalice portante ale utilajului tehnologic chimic și de rafinării, cum sînt: aparatele de transfer termic, rezervoarele sferice și în formă de picătură, aparatele de reacție, agregatele cu tambur rotativ, coloanele, cazanele de abur și altele.

De asemenea, construcțiile navale, aparatele de zbor, magistralele metroului și amenajarea modernă a rîului Dîmbovița au în componența lor

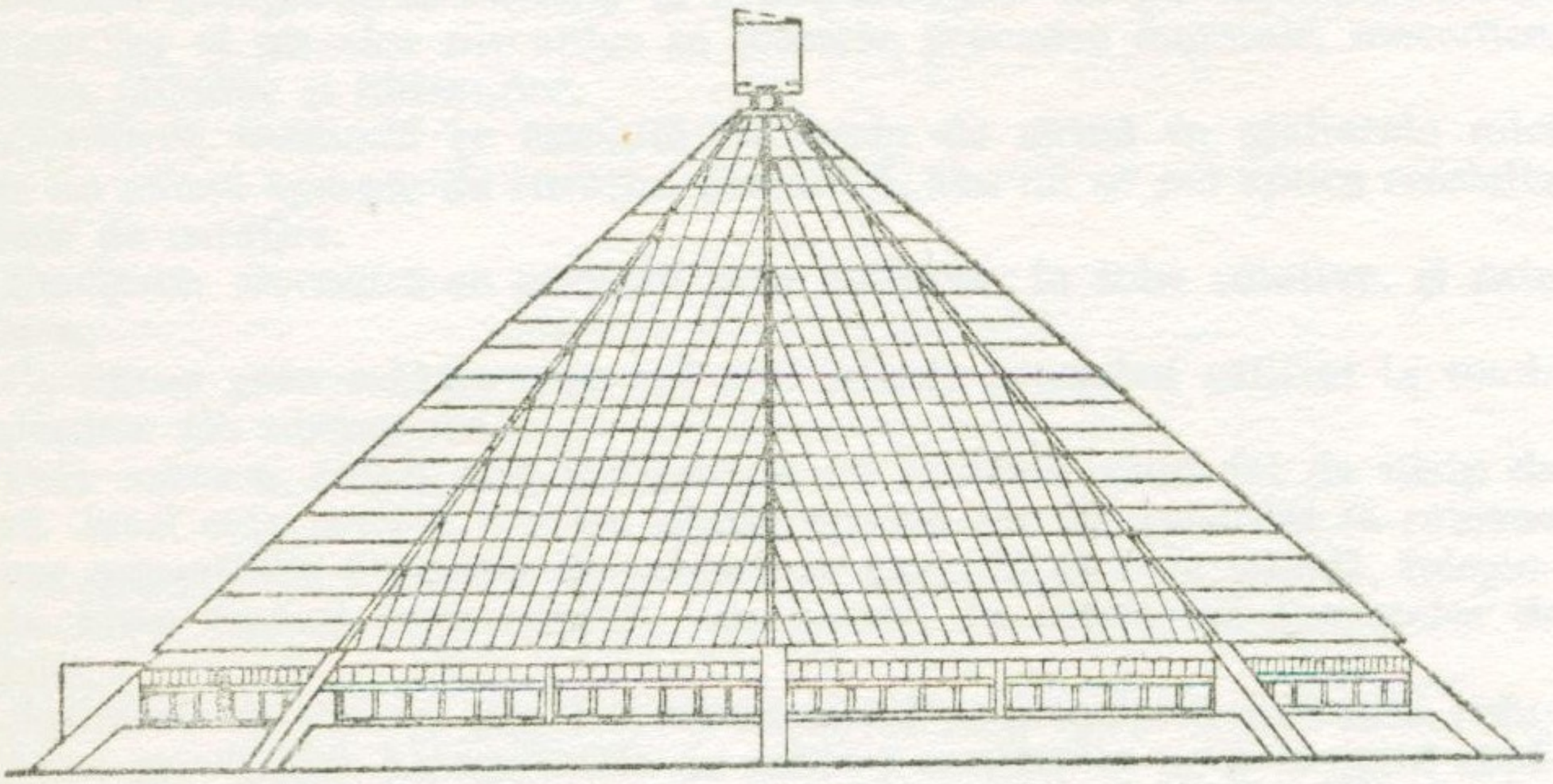


Fig. 3. Construcția unui depozit de îngrășăminte.

construcții metalice grele și construcții metalice ușoare dimensionate corespunzător, forma constructivă fiind stabilită prin proiectul de execuție, în funcție de scopul propus.

Progresele realizate în domeniul proiectării și al execuției, precum și dezvoltarea industriei din țara noastră permit astăzi să se exporte proiecte și elemente de construcții uzinate și să se preia montajul unora din aceste lucrări. Dintre lucrările proiectate, uzinate, pentru care s-a acordat asistența tehnică sau s-a executat montajul, se pot cita: cele exportate în R. P. Mongolă; construcția Întreprinderii de Sodă de la Alexandria din R. A. Egipt, cu asistență tehnică din partea română; Întreprinderea de Sodă Shiraz din Iran, cu o structură asemănătoare celei din Egipt; hala de prăjire a piritei de la Samsum din Turcia.

De asemenea s-au executat proiecte și elemente de construcții metalice, utilaj tehnologic pentru R. A. Siria, Pakistan, R. P. Chineză, R. P. Polonă, U.R.S.S. și alte țări.

În țara noastră s-au executat construcții metalice de anvergură cum sînt podurile de la Cernavodă și Agigea și construcțiile montate de-a lungul Canalului Dunăre—Marea Neagră și Poarta Albă Midia Năvodari.

Prezenta lucrare tratează cele mai importante probleme privitoare la alcătuirea, calculul și tehnologiile de fabricație specifice elementelor de construcții metalice, subansamblurilor și ansamblurilor generale propriu-zise. În lucrare sînt prezentate, de asemenea, mijloacele de îmbinare a construcțiilor metalice și principalele tipuri de elemente de construcții: grinzi cu inimă plină, grinzi cu zăbrele, stîlpi și turnuri metalice. Sînt descrise mașinile și utilajele de ridicat și de transport folosite la executarea și montarea construcțiilor metalice. În ultima parte sînt prezentate noțiunile legate de montajul general al construcțiilor metalice, consolidarea, controlul, încercarea, recepția și revizia acestora.

1

TEHNOLOGII DE FABRICAȚIE SPECIFICE CONSTRUCȚIILOR METALICE

1.1. OPERAȚII PREGĂTITOARE

1.1.1. **Curățirea semifabricatelor**

În timpul laminării și forjării la cald a semifabricatelor, la suprafața acestora iau naștere oxizi, datorită condițiilor tehnologice în care au loc procesele de laminare și de forjare. De asemenea, în timpul transportului și depozitării, suprafețele semifabricatelor sînt supuse fenomenului de coroziune, fiind totodată posibilă și depunerea de impurități la suprafața acestora.

1.1.2. **Procedee de curățire**

Pentru îndepărtarea oxizilor și a impurităților de pe suprafața semifabricatelor și pieselor mecanice se folosesc procedee manuale, mecanice, termice, chimice și hidraulice.

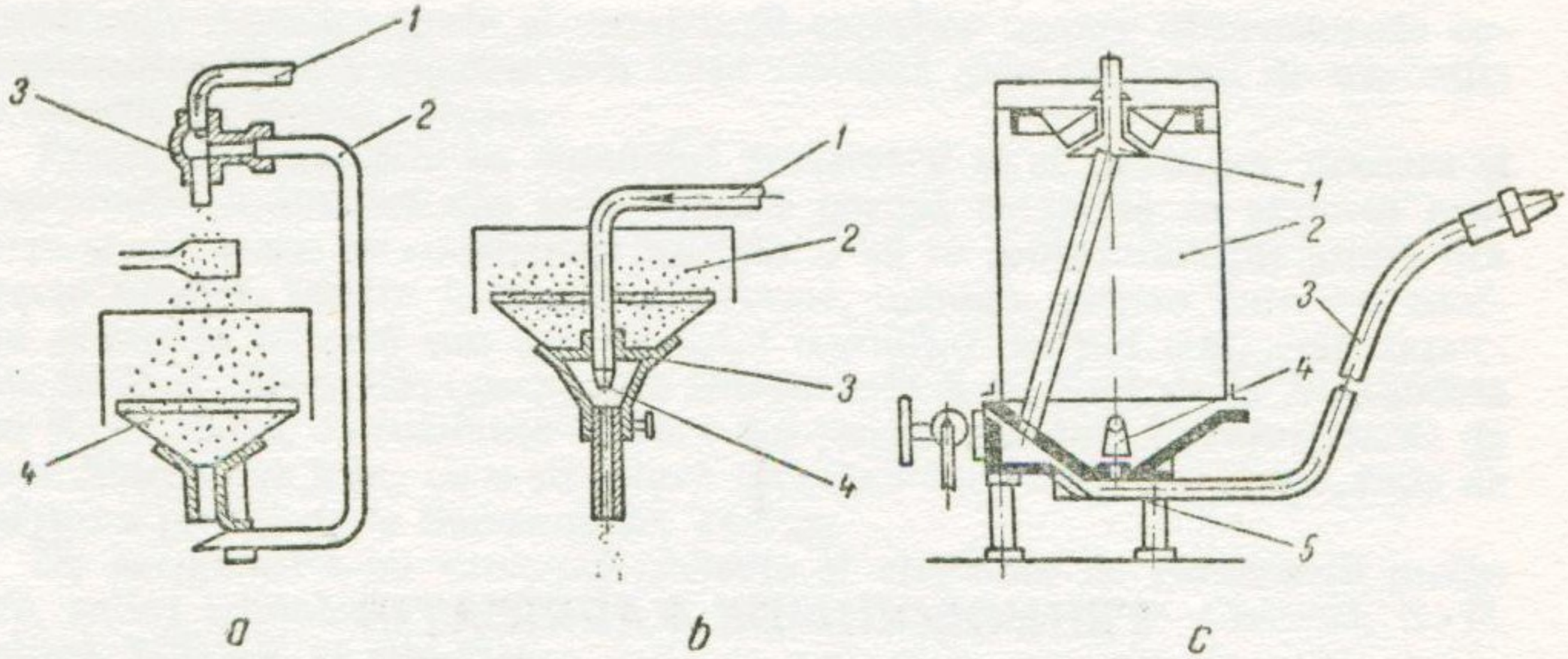
Curățirea manuală se execută cu peria de sîrmă în atelierele mici unde nu există aparate de curățire mecanică, sau nu se pot aplica celelalte metode de curățire.

Curățirea mecanică se execută prin așchiere, în tobe rotative, și prin sablare.

Curățirea prin sablare este cel mai folosit procedeu utilizat la semifabricatele din cazangerie.

Prin sablare, oxizii sînt îndepărtați cu ajutorul unui jet de nisip de cuarț. Jetul este produs într-un ajutaj special (duză), racordat la rețeaua de aer comprimat. Operația de sablare se execută pe cale umedă, folosindu-se nisip umezit impermeabil, sau uscată, în interiorul aparatelor de sablare.

Aparatele de sablare (fig. 1.1) funcționează pe principiul aspirației, refulării sau gravitației. La aparatele de sablare construite pe principiul aspirației (fig. 1.1, *a*), aerul comprimat intră prin tubul *1*, antrenînd particulele de nisip aspirate prin tubul *2*, în interiorul camerei de amestec *3*.



a *b* *c*

Fig. 1.1. Aparate de sablare, scheme:

a — sistemul prin aspirație; *1* — tub pentru aer comprimat; *2* — tub de aspirație; *3* — cameră de amestec; *4* — rezervor; *b* — sistemul gravitațional; *1* — tub pentru aer comprimat; *2* — rezervor; *3* — cameră de amestec; *4* — orificiu pentru trecerea nisipului; *c* — sistemul prin refulare; *1* — supapă; *2* — rezervor; *3* — tub elastic; *4* — vană; *5* — cameră de amestec.

Particulele de nisip de cuarț care se află sub influența aerului comprimat (p=60 ... 70 N/cm^2) creează, la ieșirea din camera de amestec *3*, prin intermediul unui ajutaj special (duză), jetul necesar pentru efectuarea operației de sablare.

Semifabricatul sau piesa ce urmează a fi curățită prin sablare se așază sub ajutajul respectiv, la o distanță de circa 100 mm. Cu acest aparat de sablat se execută sablarea pieselor de dimensiuni mici. Nisipul trebuie să fie cernut fin, uscat, pentru a da astfel posibilitatea refolosirii lui în cadrul circuitului închis care se creează în interiorul rezervorului *4*.

La aparatele de sablare construite pe principiul gravității (fig. 1.1, *b*) se introduce aerul comprimat prin tubul *1* ce străbate rezervorul *2*, prevăzut la partea inferioară cu un orificiu *4* care permite trecerea nisipului în camera de amestec *3*.

În urma căderii gravitaționale a nisipului prin acest orificiu în camera de amestec *3* se formează, la nivelul ajutajului, jetul necesar executării operației de sablare.

În cazul aparatelor construite pe principiul refulării (fig. 1.1, *c*) aerul comprimat din camera de amestec antrenează în mișcare particule de nisip, proiectîndu-le prin furtunul *3* asupra piesei ce urmează a fi curățită.

Pentru a se realiza creșterea productivității muncii și îmbunătățirea calității suprafețelor curățite, sablarea se execută pe principiul refulării, utilizîndu-se, în locul nisipului de cuarț, pulbere specială de fontă, precum și alice de fontă sau de oțel. În curățătoriile existente, pe lîngă marile turnătorii, se aplică curățirea prin împroșcare cu jet de alice cu ajutorul paletelor unui rotor de turbină special.

Prin acest procedeu, alicele sînt proiectate spre periferia rotorului (prin centrifugare), datorită rotirii rapide a paletelor.

Sablarea se poate executa și în camere etanșe prevăzute cu mai multe aparate de sablat, care funcționează pe principiul refulării.

Curățirea pe cale termică constă în arderea și îndepărtarea stratului de impurități cu ajutorul flăcării unui arzător.

Curățirea pe cale chimică (decaparea) se execută în băi care conțin soluții acide care atacă suprafața semifabricatului. După scoaterea din baie, piesele se spală bine cu apă caldă și rece, introducîndu-se apoi într-o soluție de neutralizare.

Curățirea hidraulică constă în introducerea semifabricatului încălzit într-o cameră de curățire și supunerea lui acțiunii unui jet de apă sub presiune (700 N/cm²). În urma răcirii bruște a semifabricatului, la suprafața acestuia are loc o contracție puternică, care produce crăparea intensă și desprinderea stratului de oxizi. Acest procedeu se aplică semifabricatelor înainte de forjare.

1.1.3. Îndreptarea manuală

Îndreptarea semifabricatelor de dimensiuni mai mici, în cazul producției individuale și de serie mică, se execută folosindu-se ciocanele și baroasele. Semifabricatele (table, bare, profile, țevi) și piesele se îndreaptă pe plăci de îndreptat, de dimensiuni maxime 1,5·3 m, obținute prin turnare din fontă cenușie, prevăzute cu nervuri masive, avînd suprafața de lucru perfect plană.

Pe lîngă ciocane și baroase la îndreptarea manuală se mai folosesc și planatoarele care au suprafața de lucru (lovire) plană sau ușor convexă.

La *îndreptarea mecanică* se vor folosi utilaje prevăzute cu cilindri netezi, mașini cu role profilate sau prese.

1.1.4. Trasarea semifabricatelor

Instrumente și dispozitive folosite la trasarea pieselor. Părțile componente ale construcțiilor metalice se trasează folosindu-se mesele de trasat, stelajele, caprele, cricurile, clemele cu șurub etc.

Locurile de muncă pentru trasat sînt deservite de mașini de ridicat și de transportat.

Pentru executarea lucrărilor de trasare se vor folosi următoarele instrumente: rulete, ace de trasat, rigle, compasuri de diferite tipuri, șublere, ciocane de lăcătușărie, punctatoare, paralele, echere etc.

Metode de trasare. Semifabricatele cele mai folosite în construcția utilajului tehnologic, a navelor și construcțiilor industriale sînt tablele, barele, țevile și profilele.

În vederea obținerii piesei finite este necesar să se determine forma și dimensiunile semifabricatului și să se traseze conturul acestuia.

În afară de marcarea conturului desfășuratei semifabricatului, se urmărește ca trasarea după desen să se facă avîndu-se în vedere planele de croire cele mai economicoase de pe urma cărora să rezulte o cantitate minimă de deșeuri.

În cazul trasării după șablon, se constată o simplificare a operației de trasare datorită faptului că șablonul înlocuiește desenul desfășuratei, evitîndu-se folosirea instrumentelor de măsurat și control și o parte a instrumentelor de trasat. Se aplică la producția în serie mare și în masă.

Tehnologia operației de trasare. Suprafața respectivă de trasare se vopsește cu o soluție de cretă sau sulfat de cupru pentru a se putea obține

linii de trasare vizibile. Pentru trasarea plană a desfășuratelor mari și a pieselor simple, de obicei, suprafața nu se vopsește.

După ce locurile vopsite s-au uscat, urmează operațiile:

Trasarea plană, care constă în transpunerea cotelor de pe desen pe material și la trasarea liniilor de contur, după care semifabricatul trebuie să fie prelucrat, sau la marcarea centrelor găurilor pentru fixarea pieselor și subansamblelor.

Trasarea în spațiu, care constă din trasarea axelor și centrelor, ducîndu-se apoi toate cotele din desen. La început, se desenează liniile orizontale, după aceea liniile verticale, apoi liniile înclinate, și în sfîrșit, cercurile și racordările.

Aplicație practică la trasarea semifabricatelor. Să se efectueze operația de trasare (fig. 1.2) la o apărătoare a unui utilaj tehnologic.

Rezolvare: Efectuîndu-se calculele necesare, se determină valoarea laturilor dreptunghiului: 400×890.

În cadrul acestei operații se trasează:

— triunghiurile dreptunghice *ABC*, care urmează a fi îndepărtate prin debitare, avînd cotele egale cu 170, respectiv 200 mm;

— triunghiurile dreptunghice *DEF*, care urmează a fi debitate, avînd cotele egale cu 30, respectiv 15 mm;

— axa de simetrie *MN*;

— liniile de îndoire *PP* și *RR*, egal depărtate de axa *MN*, la distanța de 128 mm;

— liniile de îndoire *QQ* și *SS*, la distanță egală cu 30 mm de muchiile *BD*;

— poziția găurilor cu diametrul de 18 mm, ținîndu-se seama de cotele 100 mm și 200 mm indicate pe figură.

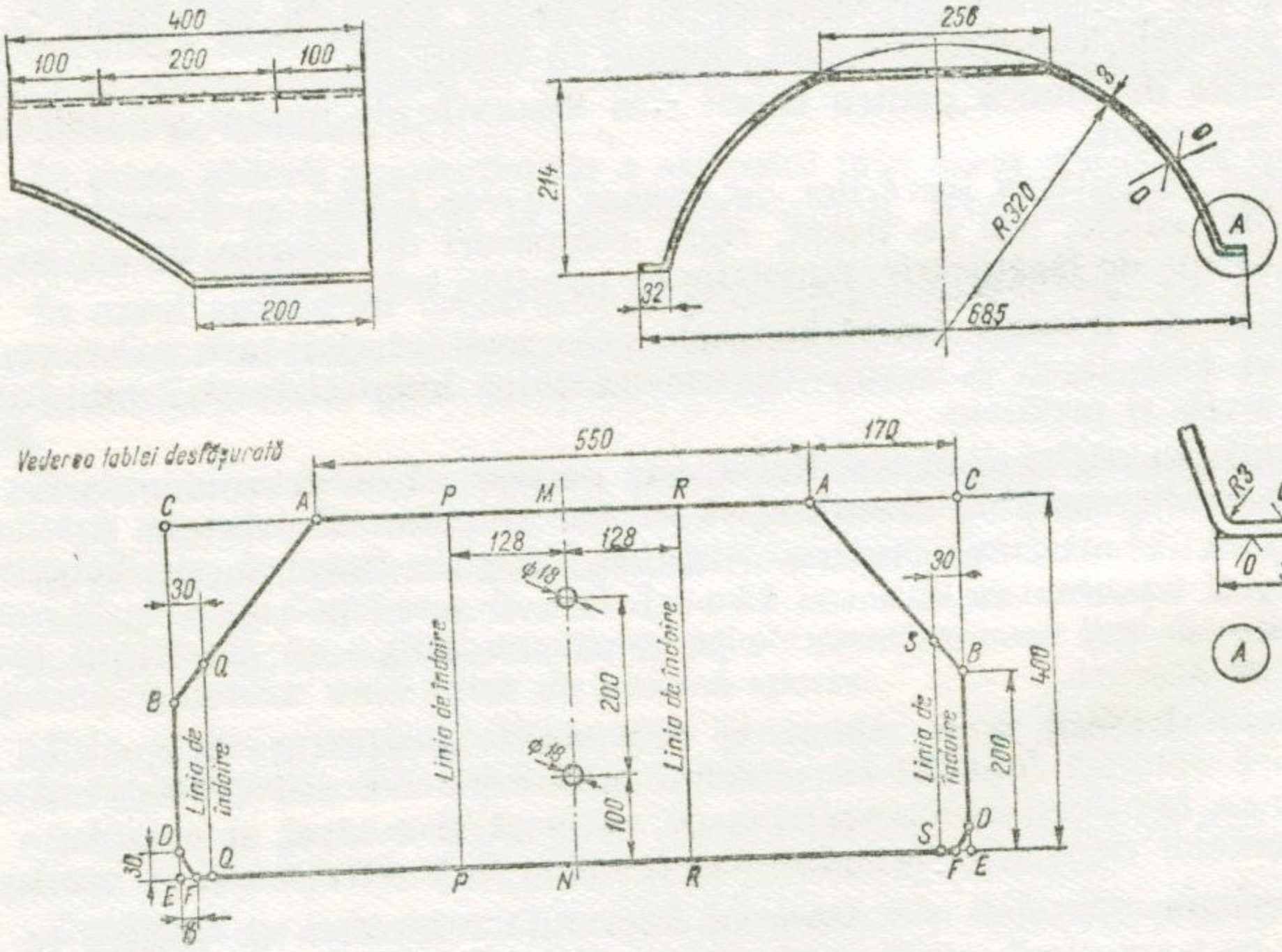


Fig. 1.2. Apărătoare.

După executarea operației de trasare se efectuează autocontrolul cu instrumentele de măsurat și control. După aceea se execută celelalte operații din fișa tehnologică.

1.2. OPERAȚII TEHNOLOGICE

1.2.1. Debitarea și decuparea metalelor

Debitarea este operația de separare a unor materiale în bucăți cu dimensiuni și forme diferite bine stabilite în scopul anumitor întrebuințări.

În procesul de debitare se vor respecta forma, dimensiunile, toleranțele și calitatea suprafețelor debitate, pentru a se realiza un consum mic de material pe bucată, un volum redus de manoperă, asigurîndu-se în acest mod economicitatea operației de debitare a pieselor respective.

După forma de livrare, în categoria semifabricatelor intră: profile normalizate, sîrme, țevi, table, benzi, plăci și profile speciale.

Debitarea se poate realiza:

— *mecanic* (prin așchiere sau forfecare);

— *termic* (cu gaze, electric, oxielectric, arc-aer, prin fricțiune, cu plasmă);

— *prin erodare* (electrocrodare și hidroerodare).

În cazul producției de unicate sau de serie mică, se folosește tăierea manuală a tablelor și a profilelor (pentru piesele de dimensiuni mici).

Procedee manuale de debitare. La acest procedeu de debitare se folosesc: ferăstrăul manual, cleștele de tăiat sîrmă, foarfecele manual, de banc, dalta etc.

Pentru țevile a căror diametre sînt cuprinse între 80 și 100 mm tăierea se execută folosindu-se dispozitive de debitare de construcție specială.

Procedee mecanice de debitare. Debitarea mecanică prin tăiere se execută folosindu-se:

— ferăstraiele mecanice, care pot fi: circulare, alternative, cu panglică etc.;

— mașina de debitat cu piatră abrazivă;

— mașinile-unelte (strunguri, freze etc.);

— foarfecele-ghilotină cu cuțite lungi;

— mașini mobile.

Ferăstraie mecanice realizează debitarea semifabricatelor prin așchiere, utilizîndu-se pentru tăierea barelor, țevilor și profilelor de diferite dimensiuni.

Pentru realizarea unei productivități sporite la debitarea mecanică prin tăiere a tablelor (fig. 1.3), barelor și țevilor, acestea se constituie în pachete așezate pe masa mașinii.

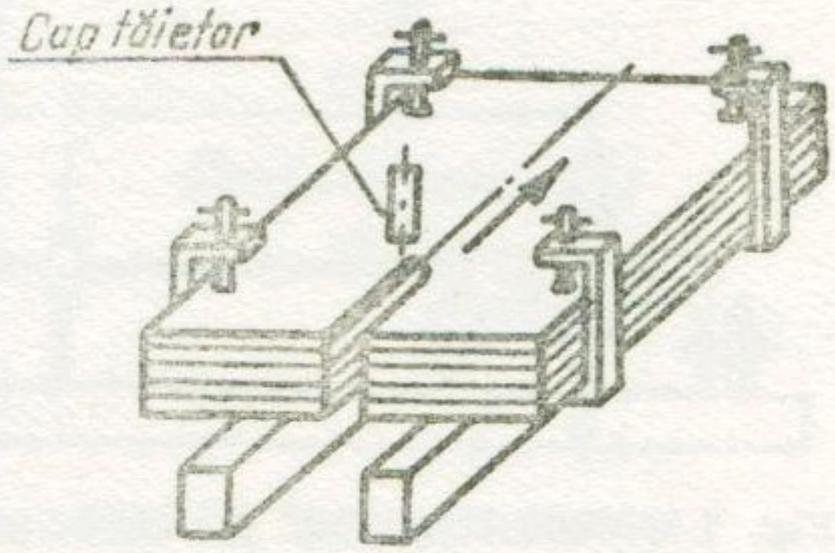


Fig. 1.3. Așezarea pentru debitarea în pachet a tablelor subțiri.

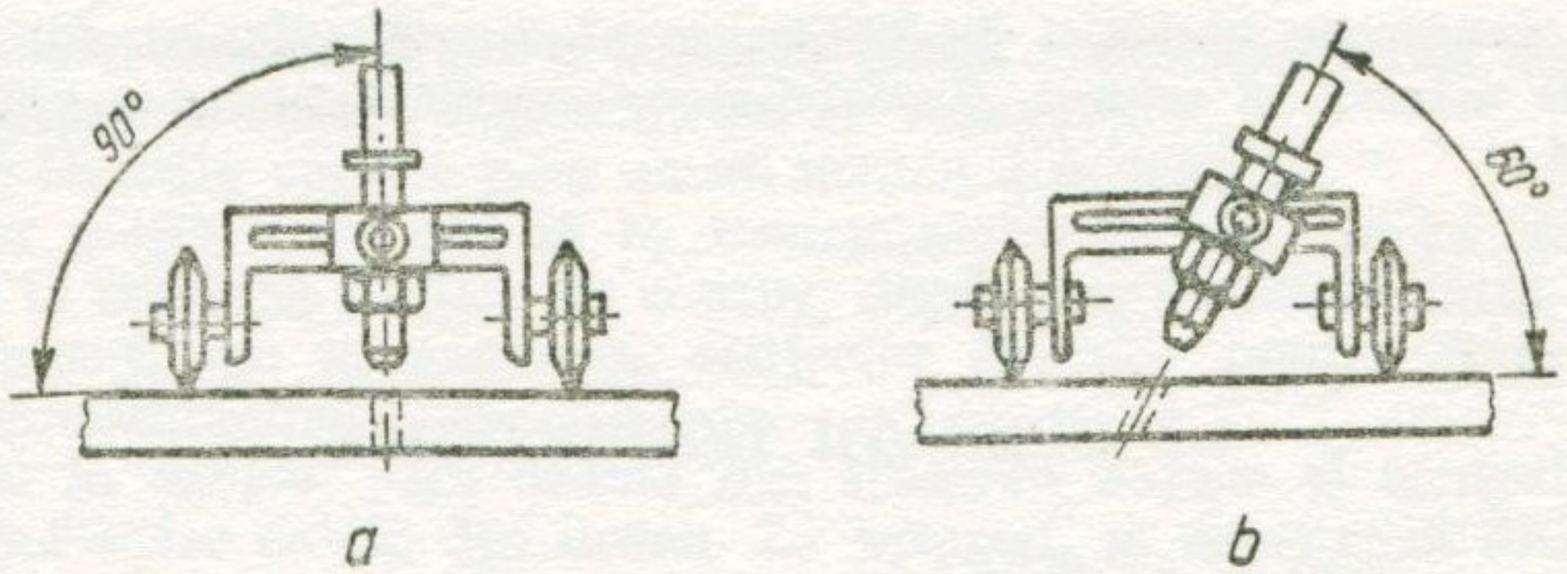


Fig. 1.4. Suflai cu vîrf tăietor montat pe cărucior cu role:
a — poziția verticală; *b* — poziția înclinată.

Procedee termice. Procedeele termice de debitare pot fi: cu gaze, oxiacetilenic, arc-aer (craițuire), prin fricțiune și cu plasmă.

Debitarea cu gaze (oxi-gaz) constă în tăierea semifabricatului în bucăți, datorită arderii localizate și continue a metalului preîncălzit, sub acțiunea jetului de oxigen, îndepărtîndu-se totodată și oxizii formați în timpul arderii.

Combustibilul cel mai utilizat la debitarea termică a metalelor este acetilena. Oxigenul utilizat la tăiere exercită asupra materialului supus tăierii o acțiune chimică și una termică (în special în zona adiacentă tăieturii).

Pentru executarea operației de tăiere cu gaze se vor respecta următoarele faze:

— încălzirea cu flacără a porțiunii de tăiat pînă la temperatura de ardere în oxigen;

— aprinderea și arderea metalului în zona jetului de oxigen;

— îndepărtarea și arderea traseului de debitare;

— îndepărtarea oxizilor și a zgurei formate.

Deplasarea uniformă și menținerea distanței constante între vîrful tăietor și suprafața piesei de tăiat se realizează montîndu-se suflaiul pe un cărucior cu role (fig. 1.4) care permite înclinarea suflaiului cînd este necesar.

Pentru tăierea contururilor circulare suflaiul se montează pe cărucior fiind totodată atașat la un dispozitiv-compas (fig. 1.5).

Debitarea oxiacetilenică. Debitarea oxiacetilenică se execută cu ajutorul arcului electric în care se trimite un jet de oxigen.

Moleculele de oxigen, venind în contact cu arcul electric, la temperatura arcului, se disociază parțial în atomi, ridicîndu-se temperatura și permițînd totodată creșterea vitezei de tăiere.

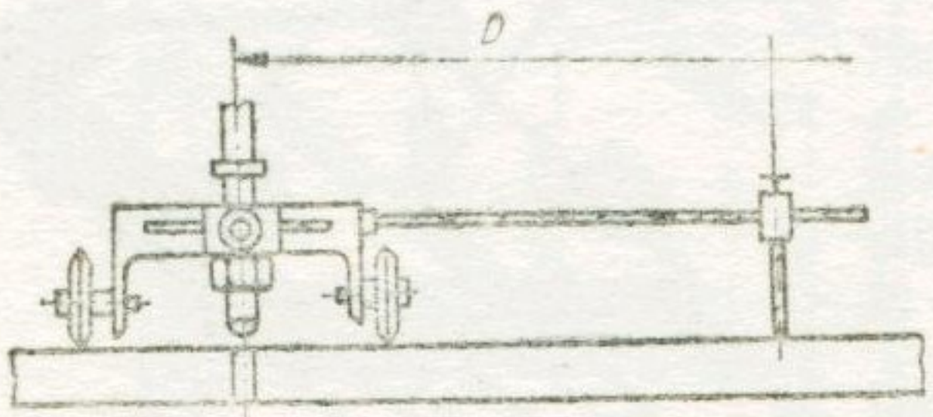


Fig. 1.5. Suflai montat pe cărucior, atașat la un dispozitiv-compas.

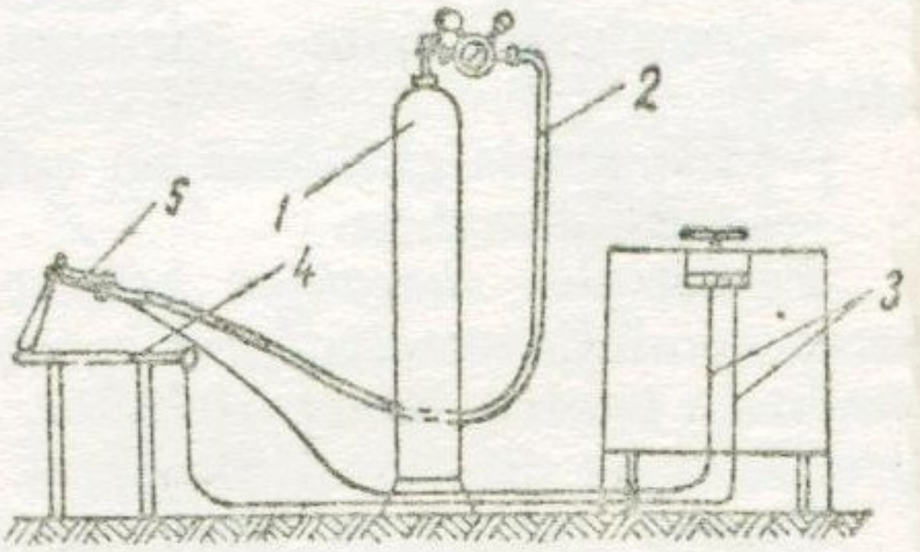


Fig. 1.6. Schema unei instalații de tăiere oxiacetilenică:
1 — butelie de oxigen; *2* — tub de cauciuc; *3* — conductoare; *4* — piesa de tăiat; *5* — portelectrod.

Alimentarea cu curent electric și oxigen se poate face separat sau prin același portelectrod. Această metodă se folosește la tăierea oțelurilor anticorosive și refractare, a cuprului etc. (fig. 1.6).

Debitarea arc-aer (electropneumatică). Piesele din oțel carbon, oțel anticorosiv și oțel refractar se taie prin procedeul arc-aer (electropneumatic).

În acest caz, tăierea (debitarea) se realizează prin topirea metalului datorită arcului electric format de piesă și electrodul de grafit, urmînd ca topitura să fie îndepărtată de un jet de aer comprimat.

Instalația arc-aer (fig. 1.7) este racordată la rețeaua 3 de curent alternativ trifazat 3·380 V, alimentată de grupul *1* pentru curent continuu

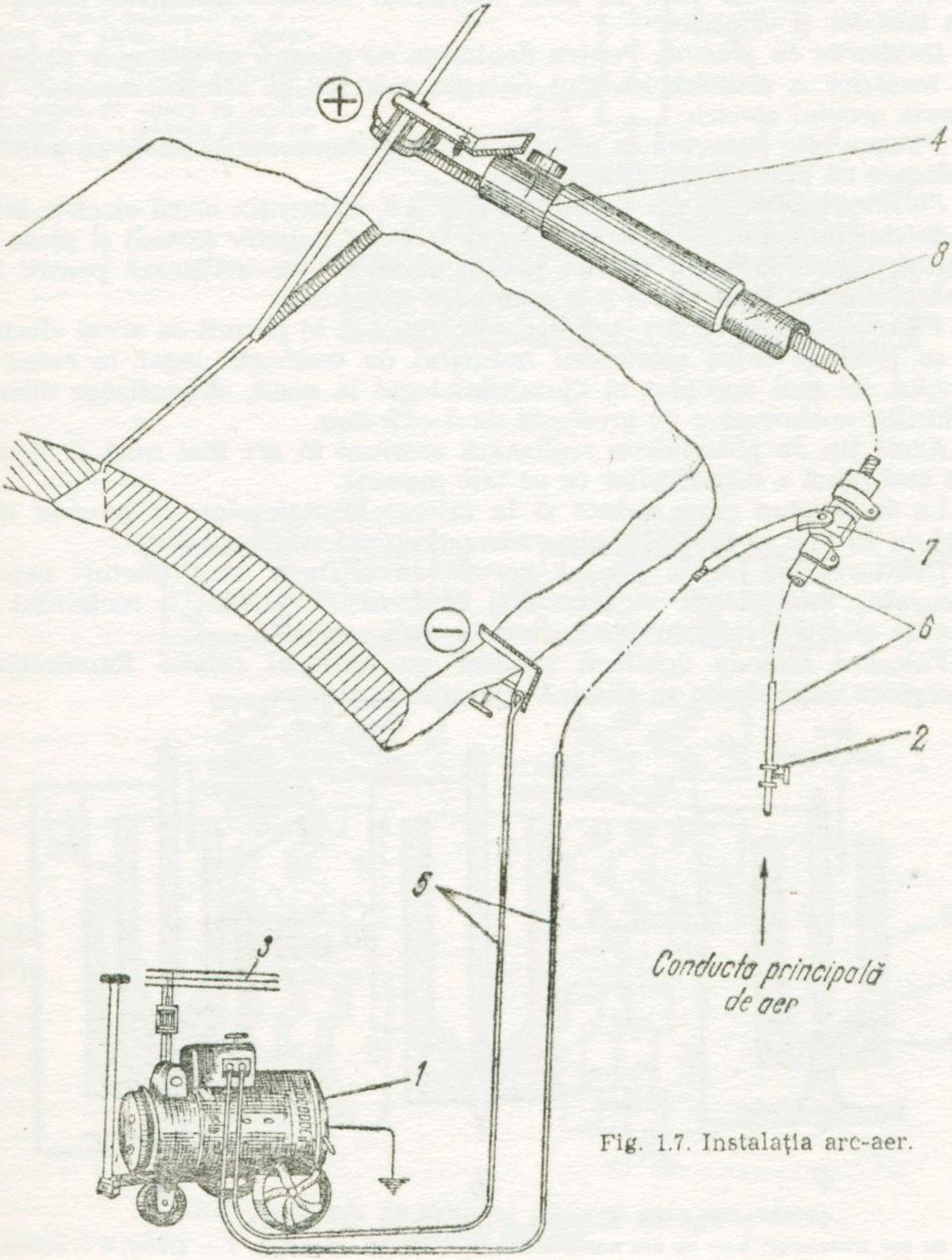


Fig. 1.7. Instalația arc-aer.

de 500 A. Curentul continuu este transmis prin conductoarele 5, de la polul pozitiv la electrod și de la polul negativ la masă. Aerul comprimat, avînd presiunea de 50—60 N/cm², trece prin racordul *2* în tubul de aer *6* și mufa 7, pe care se fixează cablul de curent continuu.

De la această înșurubare, prin cablul de curent neînvelit *8* și prin interiorul tubului de aer se transmite cleștelui *4* curent electric, respectiv aer.

Acest procedeu se aplică și la remedierea defectelor ce apar la sudare, eliminîndu-se mai întîi porțiunile cu defecte ale cordoanelor de sudură, pentru ca ulterior să poată fi reparate prin sudare.

Operația de debitare, în acest caz, permite scobirea cordoanelor de sudură la rădăcină pînă în zona metalului sănătos și teșirea în V, X, U a tablelor și virolelor.

Debitarea cu plasmă. Pentru debitarea cu plasmă se folosește ca sursă de încălzire a semifabricatului energia calorică și efectul mecanic din plasma arcului electric.

Plasma este generată în aparate speciale, denumite *pistoale cu plasmă*, arzătoare cu plasmă sau plasmatroane.

Plasmatroanele cu arc transferat (fig. 1.8, *a*) mențin arcul electric între electrodul nefuzibil de wolfram, legat la polul negativ (catod) și piesa de debitat, legată la polul pozitiv (anod) al sursei. Se utilizează pentru tăierea oțelurilor înalt aliate și a metalelor neferoase.

Plasmatroanele cu arc netransferat (fig. 1.8, *b*) permit ca arcul electric ce se produce între electrodul nefuzibil de wolfram, legat la catod și punctul cel mai apropiat al ajutajului legat la anod, să realizeze tăierea oțelurilor anticorosive cu grosimea de 5—25 mm.

Acest tip de plasmatron realizează tensiuni în arc mai mici și o calitate mai bună a suprafețelor ce se taie manual.

La încărcarea prin sudare și la tăierea suprafețelor cu grosimi mai mari de 30 mm se folosește plasmatronul combinat (fig. 1.8, *c*).

Debitarea cu jet de plasmă permite: realizarea unor tăieturi netede și curate, menținerea structurii și compoziției chimice a metalului în zona de tăiere și realizarea economiilor de material.

Folosind metoda debitării tablelor cu ajutorul celulei fotoelectrice cu copiere după desen se elimină operația de trasare.

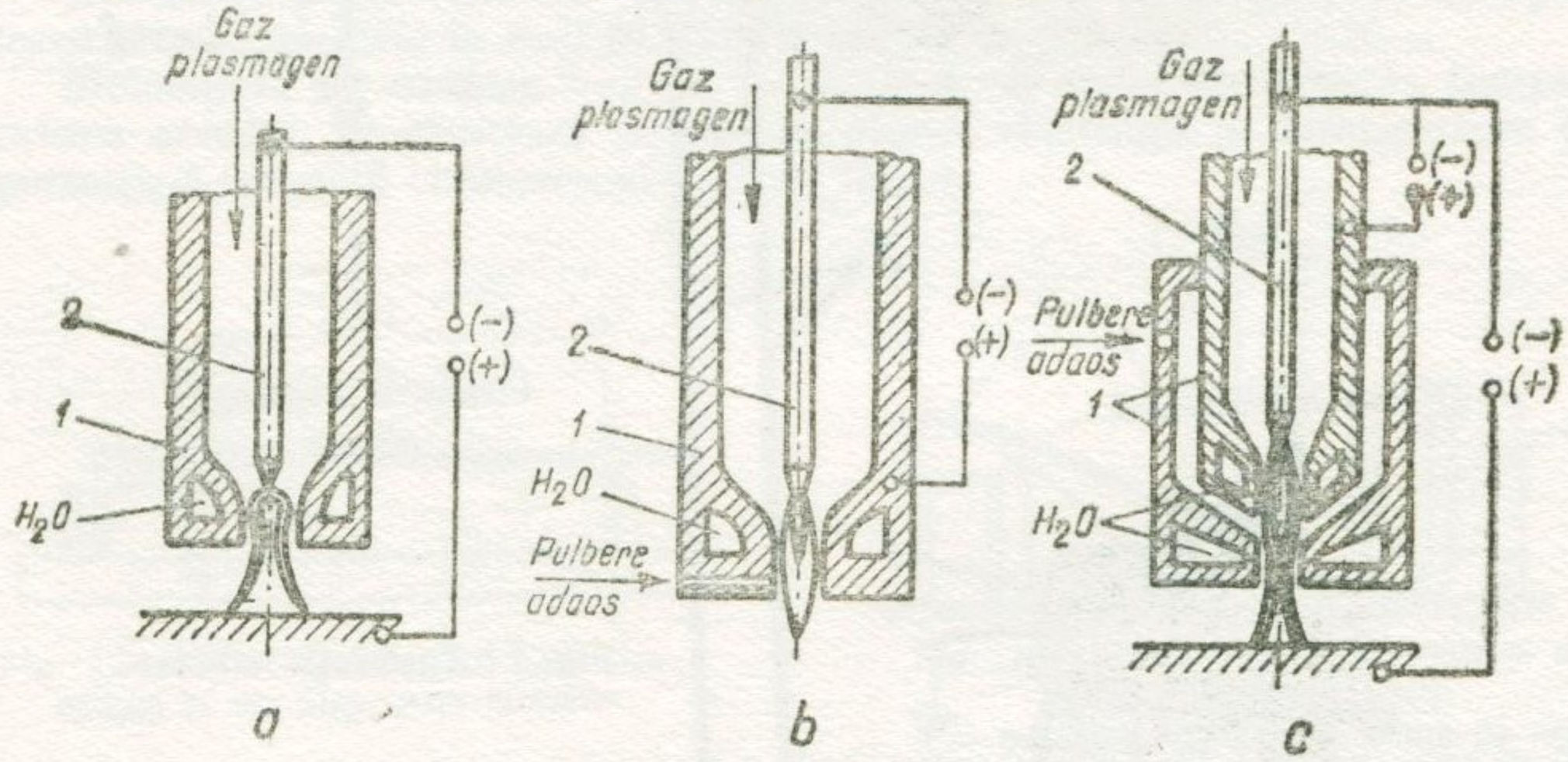


Fig. 1.8. Schema arzătoarelor cu plasmă:
a — cu arc transferat; *b* — cu arc netransferat; *c* — de tip combinat; *1* — ajutaj; *2* — electrod.

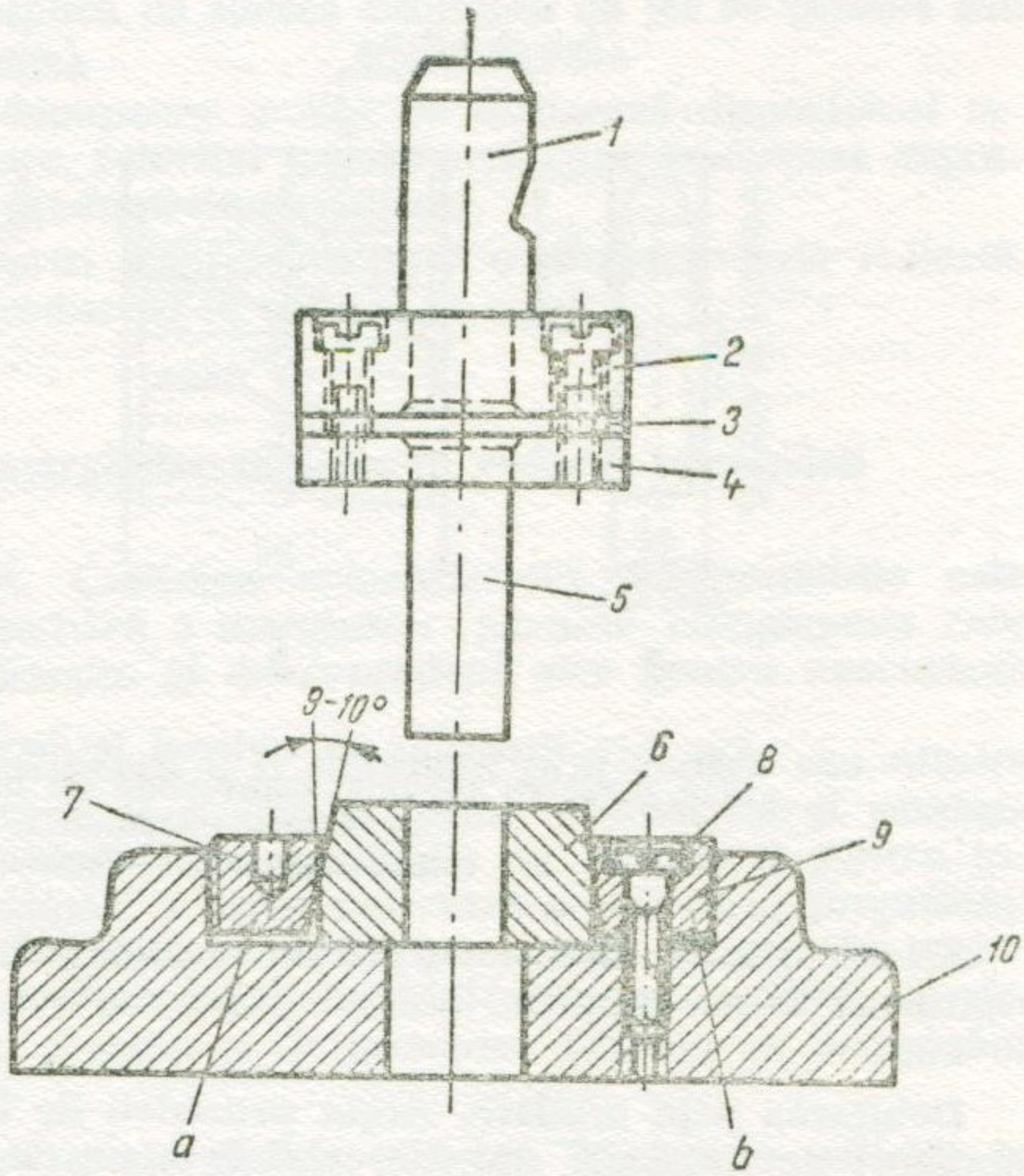


Fig. 1.9. Ştanţă pentru decupare fără ghidare:
1 — cep de prindere; *2* — placă superioară; *3* — placă de presiune; *4* — portpoansonul; *5* — corpul poansonului; *6* — placa de tăiere; *7* — piuliţă specială; *8* — şurub cu cap înecat; *9* — inel de strîngere; *10* — placa de bază; *a* — fixarea plăcii de tăiere cu piuliţă specială; *b* — fixarea plăcii de tăiere cu şurub cu cap înecat.

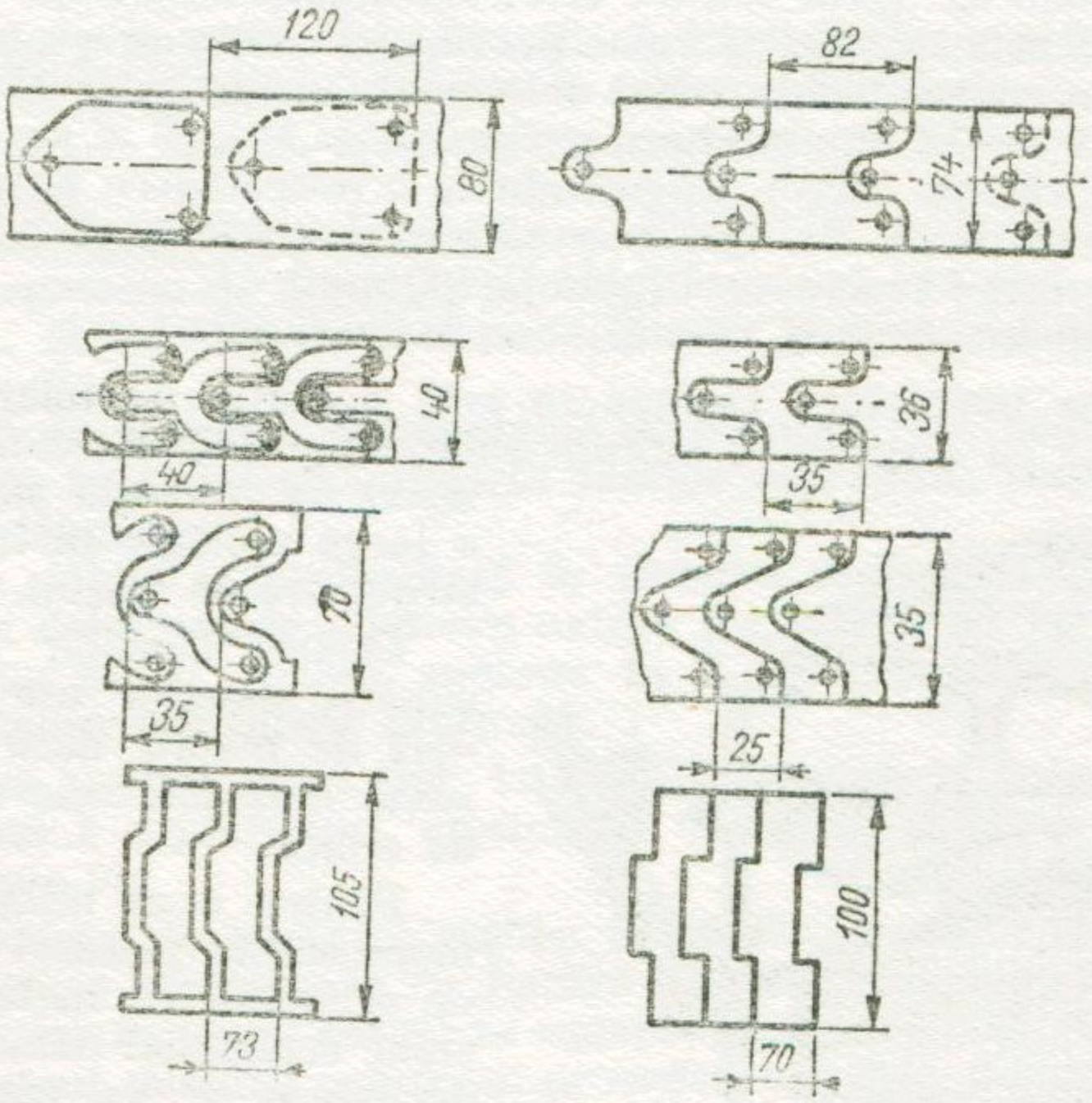


Fig. 1.10. Economia de material obţinută prin conjugarea conturului pieselor.

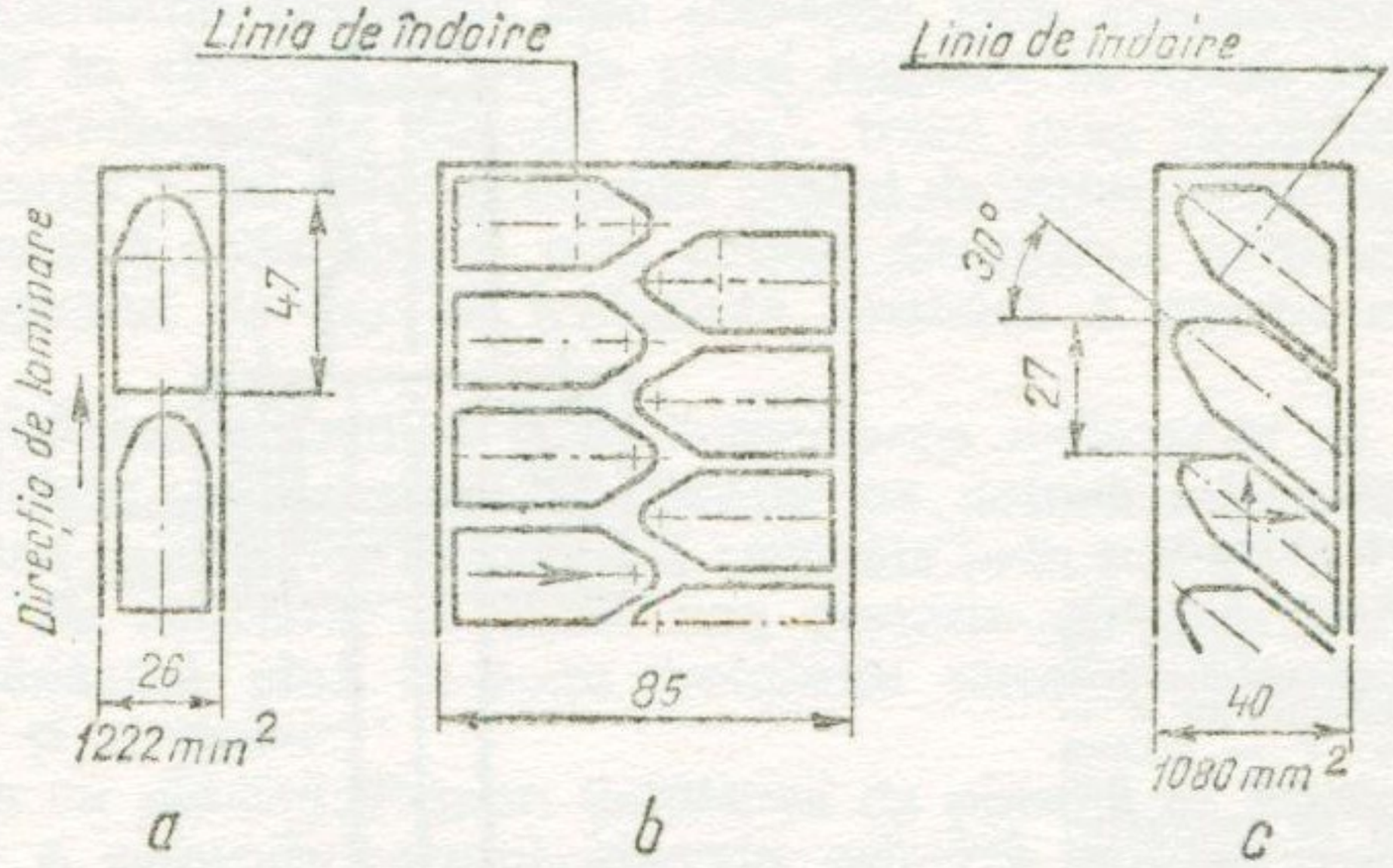


Fig. 1.11. Economia de material la decupare obținută prin așezarea pieselor transversal pe bandă sau prin modificarea formei:
a — netehnologic; *b* și *c* — tehnologic.

Se recomandă tăierea cu jet de plasmă pentru contururi rectilinii și contururi frînte pentru table de oțel carbon și grosimi mai mici de 50 mm.

Debitarea prin erodare. Acest procedeu de tăiere se realizează prin smulgeri de particule din material în zona de tăiere. Tăierea metalelor prin erodare se realizează folosindu-se ca metode electroerodarea și hidroerodarea.

Electroerodarea (prin scîntei electrice anodomecanice). În acest caz, scula folosită este un disc circular prevăzut la exterior cu adînciturі sau o panglică cu contur închis avînd diametrul cuprins între 150 și 500 mm, grosimea de 0,1—0,2 mm și viteza periferică de 15—18 m/s.

Discul se răcește direct, asigurîndu-se o desprindere puternică a particulelor de material. Se aplică la tăierea barelor, țevilor, profilelor și tablelor cu grosimi foarte mari (pînă la 400 mm).

Hidroerodarea. Această metodă se aplică mai rar.

Decuparea metalelor. Decuparea este operația de tăiere a pieselor executîndu-se cu dispozitive numite *ștanțe* (fig. 1.9). Această operație de tăiere se numește *ștanțare*, avînd o largă aplicare în industria constructoare de mașini.

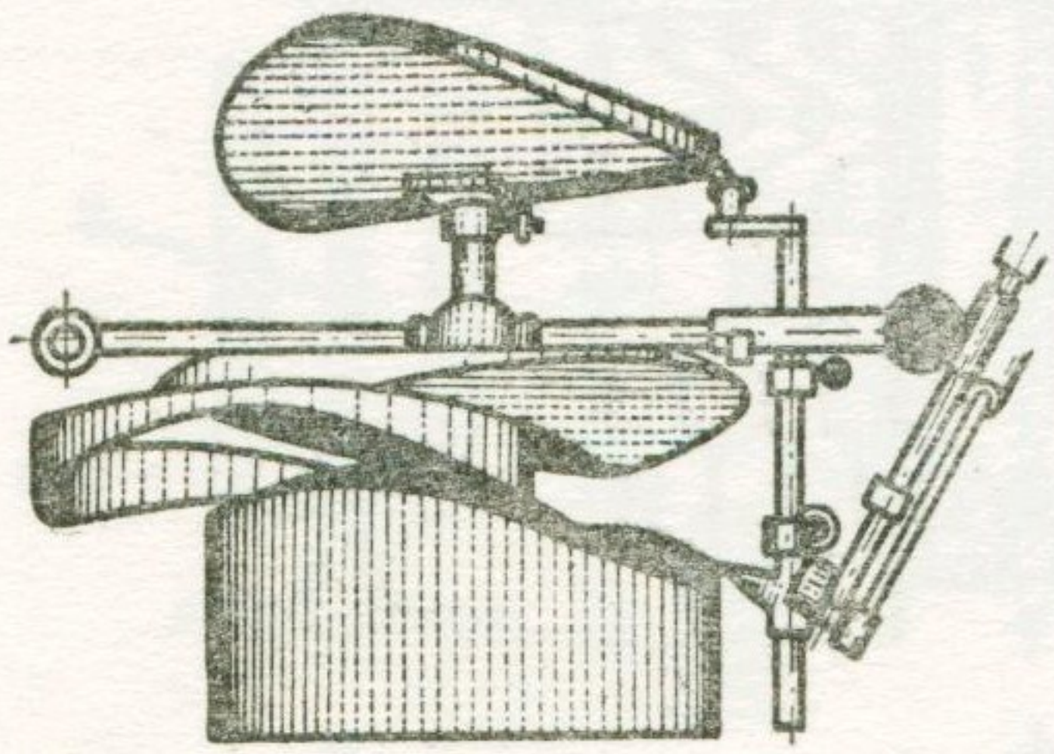


Fig. 1.12. Dispozitiv pentru decuparea țevilor.

Croirea benzilor necesare decupării pieselor are loc cu pierderi de metal, dacă nu se utilizează metodele cele mai potrivite de croire.

Pentru a se micșora la minimum aceste pierderi și a se obține economie de metal atît de necesar economiei noastre naționale, decuparea se va executa folosindu-se schemele de croire reprezentate în figurile 1.10 și 1.11.

În ultima perioadă se aplică cu succes debitarea cu jet de plasmă sub apă.

De asemenea, pentru decuparea țevilor se utilizează dispozitivul reprezentat în figura 1.12 care, folosind capete arzătoare, realizează suprafețe de bună calitate cu o productivitate ridicată.

Operația de decupare prin ștanțare asigură o productivitate ridicată, fiind economică în cazul producției în serie și în masă.

1.2.2. **Prelucrarea marginilor tablelor în vederea asamblării**

Necesitatea prelucrării. Calitatea asamblărilor nedemontabile este influențată de forma geometrică a marginilor părților componente care urmează a fi îmbinate, precum și de procedeul ales pentru executarea prelucrării marginilor.

Marginile pieselor ce urmează a fi îmbinate prin sudare sau nituire trebuie prelucrate cu scopul de a obține forma geometrică și precizia necesară realizării unei îmbinări nedemontabile de calitate și pentru îndepărtarea stratului de material a cărui structură și ale cărui proprietăți au suferit, pe parcursul debitării, modificări esențiale. Modul de prelucrare a marginilor tablelor este condiționat de forma geometrică, de sistemul de îmbinare folosit, precum și de grosimea tablelor ce urmează a fi asamblate.

Procedee de prelucrare a marginilor tablelor. Marginile tablelor în vederea sudării se pregătesc folosindu-se următoarele procedee de prelucrare: tăierea cu gaze, așchierea mecanică, tăierea manuală, cu jet de plasmă.

Prelucrarea prin tăiere cu gaze (flacără oxigaz) este cel mai răspîndit procedeu de pregătire a marginilor tablelor, folosindu-se cu rezultate foarte bune atît la teșirea contururilor rectilinii cît și la contururile de formă curbilinie.

În practica curentă se execută teșiri în V, X și U, după un profil format din segmente de dreaptă, folosindu-se două sau trei capete arzătoare în bloc, obținîndu-se odată cu debitarea și conturul indicat în desenul de execuție.

În funcție de numărul segmentelor de dreaptă care compun profilul marginii teșite se stabilește numărul fazelor suprapuse, respectiv numărul capetelor tăietoare.

Marginile tablei se prelucrează în vederea sudării în V (cu teșirea muchiilor) cu două capete tăietoare oxigaz (fig. 1.13), iar în cazul pregătirii marginilor tablei pentru sudarea în X (cu teșirea muchiilor) (fig. 1.14) se vor folosi trei capete arzătoare.

În vederea sudării în U (fig. 1.15) se realizează în prima fază porțiunea curbată *1* a profilului, urmînd ca în faza a doua să se taie porțiunea rectilinie *2*.

Spre deosebire de oțelurile carbon obișnuite, în cazul oțelurilor placate marginile se prelucrează cu flacăra dinspre partea oțelului de bază (oțel carbon), iar în unele cazuri se îndepărtează mai întîi stratul de oțel special, în lungul tăieturii printr-un procedeu mecanic. Sudarea oțelurilor placate se execută cu strat de separare (fig. 1.16) sau fără strat de separare (fig. 1.17).

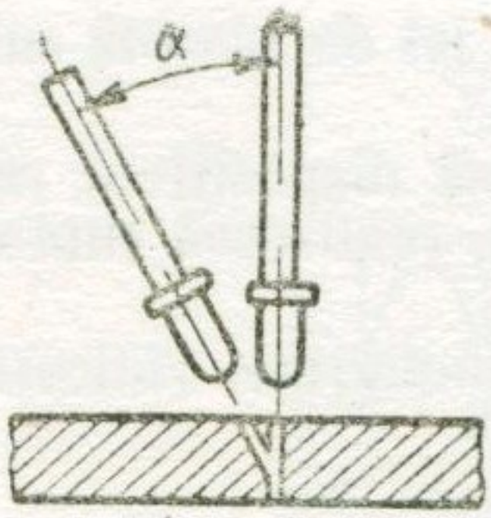


Fig. 1.13. Poziţia capetelor tăietoare la pregătirea marginilor tablelor în vederea sudării pentru sudură în V.

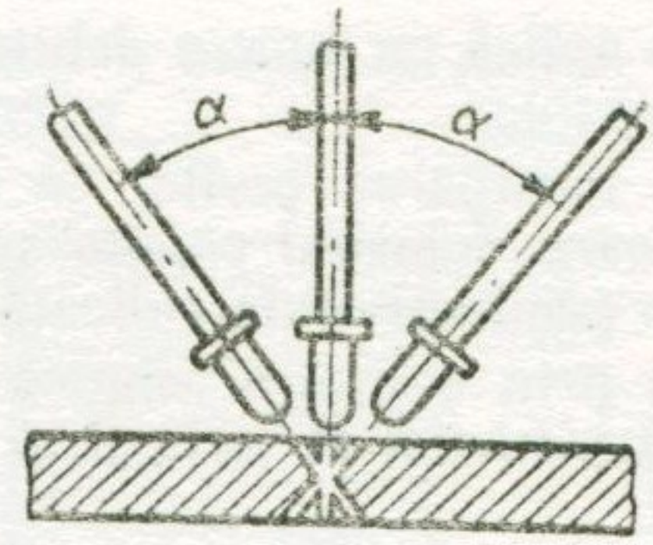


Fig. 1.14. Poziţia capetelor tăietoare la pregătirea marginilor tablelor în vederea sudării pentru sudură în X.

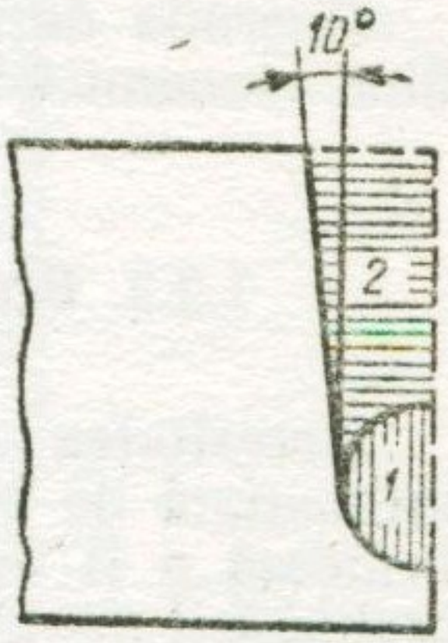


Fig. 1.15. Pregătirea marginilor în vederea sudării în U, prin tăierea cu flacără de oxigen.

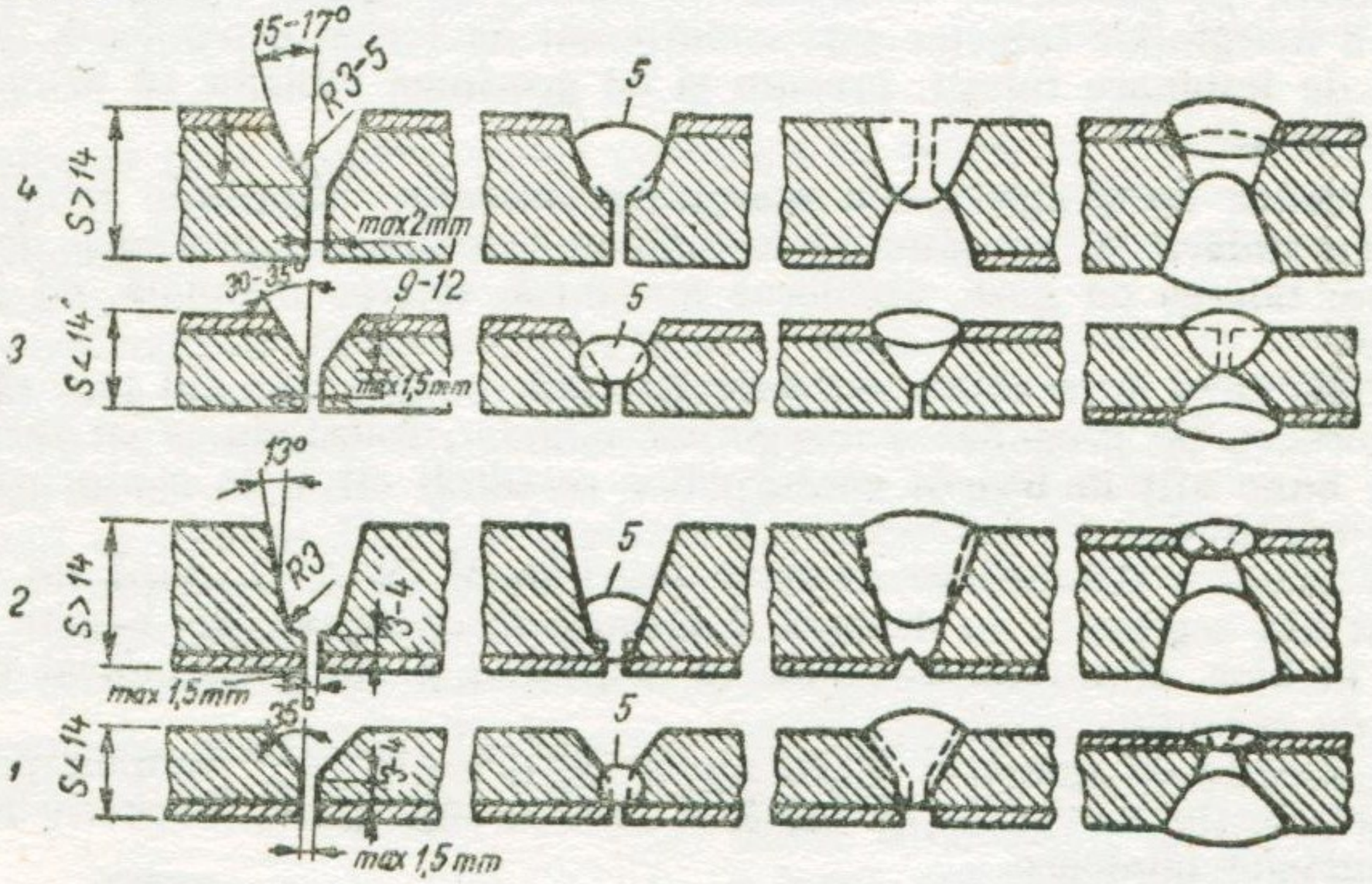


Fig. 1.16. Schema de prelucrare a marginilor tablelor placate şi succesiunea depunerii straturilor de sudură în cazul sudării cu strat de separare:

1, 2 — prelucrarea marginilor tablelor pentru sudare în V şi U din partea stratului de bază; *3, 4* — idem din partea stratului căptuşelii; *5* — strat de separare.



Fig. 1.17. Schema de prelucrare a marginilor în vederea sudării fără strat de separare a oţelurilor placate.

În cazul teşirii marginilor, tablele se pot deplasa uşor rectiliniu, dacă se folosesc şine de ghidare pe care se deplasează căruciorul cu cap arzător.

Procedeul oxigaz se aplică la pregătirea marginilor în cazul sudării pieselor cu sau fără prelucrare mecanică ulterioară prin aşchiere.

Prelucrarea prin aşchiere mecanică se realizează pe diferite tipuri de maşini-unelte. Marginile pieselor de formă circulară se obţin prin prelucrarea mecanică pe strunguri universale, frontale sau carusel. Exemple de astfel de prelucrări: funduri şi capace de diferite tipuri, flanşe plate şi cu gît, plăci tubulare etc.

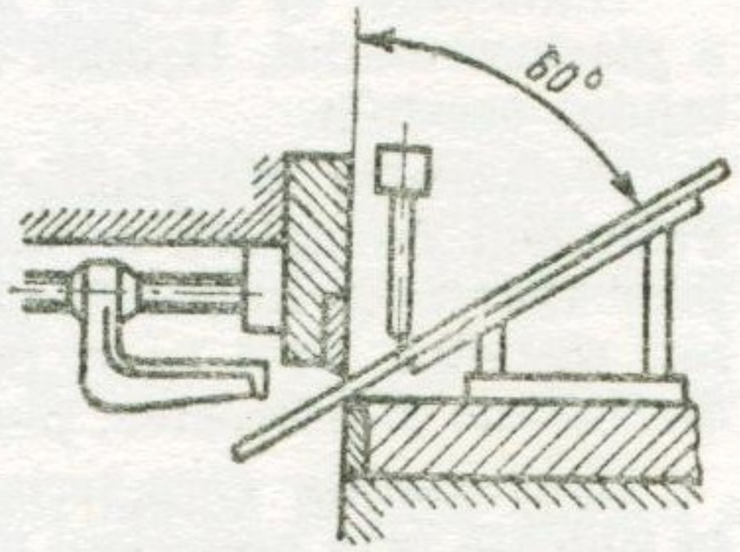


Fig. 1.18. Debitarea la foarfece-ghilotină, cu formarea simultană a marginilor.

Marginile rectilinii ale tablelor de lungime mică şi mijlocie se prelucrează pe maşinile de rabotat obişnuite. Teşirea tablelor de lungime mare se execută pe maşini speciale de rabotat.

Pentru a realiza o productivitate ridicată, în cazul pregătirii tablelor pentru sudarea cap la cap fără teşirea muchiei, tablele se prelucrează simultan în pachet, luîndu-se, în acest caz, măsuri de siguranţă în ceea ce priveşte fixarea pachetului pe masa maşinii.

De asemenea marginile pot fi prelucrate în V sau X, simultan cu debitarea la foarfecele-ghilotină, prin aşezarea înclinată a tablelor folosindu-se un dispozitiv special (fig. 1.18).

Prelucrarea prin tăiere manuală se execută cu dălţi fixate în ciocanul pneumatic, în cazul contururilor strîmbe, unde nu se pot aplica procedeele mecanice.

Prelucrarea cu jet de plasmă. În cazul acestui procedeu, energia calorică şi efectul mecanic din plasma arcului electric sînt folosite pentru topirea materialului de prelucrat.

Prelucrarea marginilor tablei necesită înclinarea jetului de plasmă cu un anumit unghi faţă de verticală, conform indicaţiilor date în desenul de execuţie. În figura 1.19 este reprezentată schema teşirii marginilor tablei, cu randament ridicat, întrucît altfel zona cu putere calorică mare a jetului cu plasmă se îndepărtează de suprafaţa tablei cu distanţa *l*.

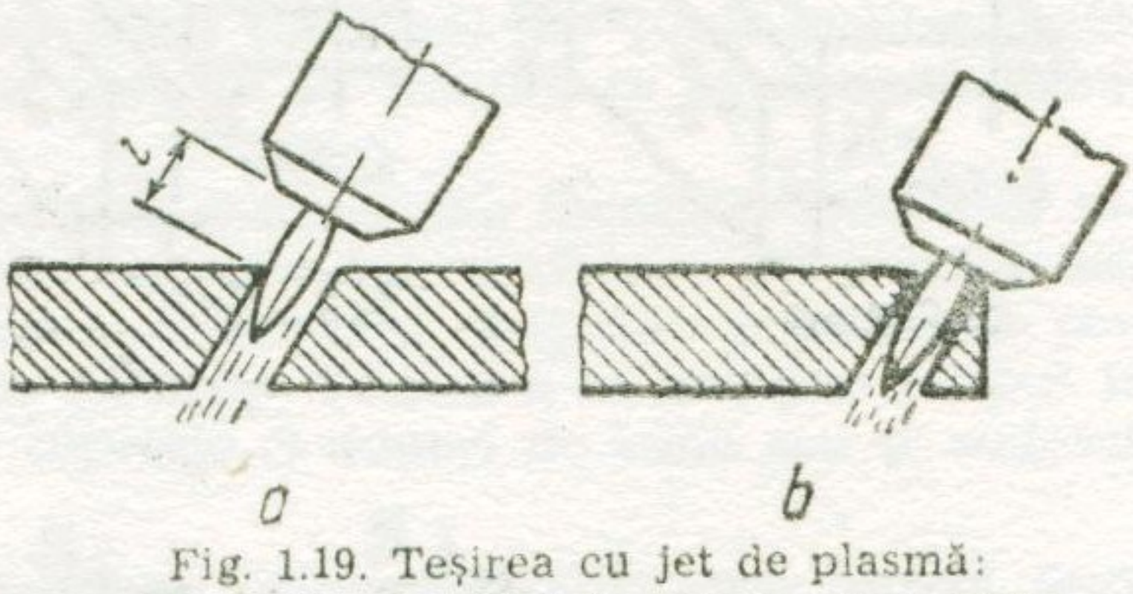


Fig. 1.19. Teşirea cu jet de plasmă:
a — la mijlocul tablei; *b* — la marginea tablei.

În cazul remedierii cusăturilor sudate cordoanele pot fi scobite cu plasmatronul care se deplasează cu viteză mare, obţinîndu-se o deviere a jetului de plasmă în sens opus înaintării (fig. 1.20).

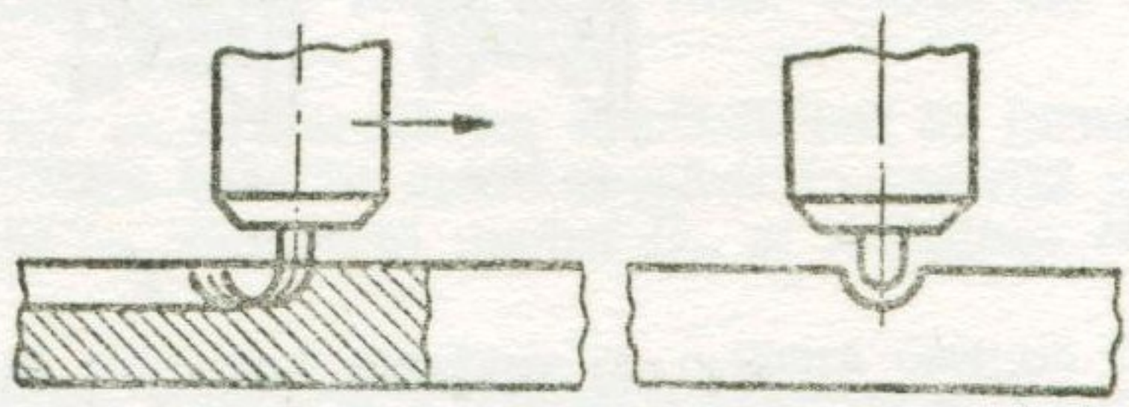


Fig. 1.20. Scobirea cu jet de plasmă.

Adîncimea de scobire scade pe măsura creșterii vitezei de deplasare a plasmatronului, lățimea scobiturii fiind determinată de diametrul ajutajului acestuia.

Prelucrarea marginilor tablelor la sudarea prin procedeul arc-atom. Procedeul de sudare arc-atom se utilizează la sudarea metalelor și aliajelor neferoase folosindu-se fluxuri decapante pentru îndepărtarea oxizilor metalici. Prin acest procedeu se sudează cu rezultate bune tablele din oțeluri anticorosive, placate și refractare.

Dimensiunile caracteristice prelucrării și distanța dintre tablele ce se sudează prin procedeul arc-atom sînt date în figura 1.21.

Sudarea arc-atom se utilizează pentru depunerea în straturi subțiri a oțelurilor aliate pe oțeluri nealiate, executarea de suduri în plan orizontal, vertical și plafon.

Pentru a se obține suduri de calitate, marginile în V, în cazul tablelor de grosimi cuprinse între 3 și 15 mm, se prelucrează la mașini de rabotat sau cu jet de plasmă.

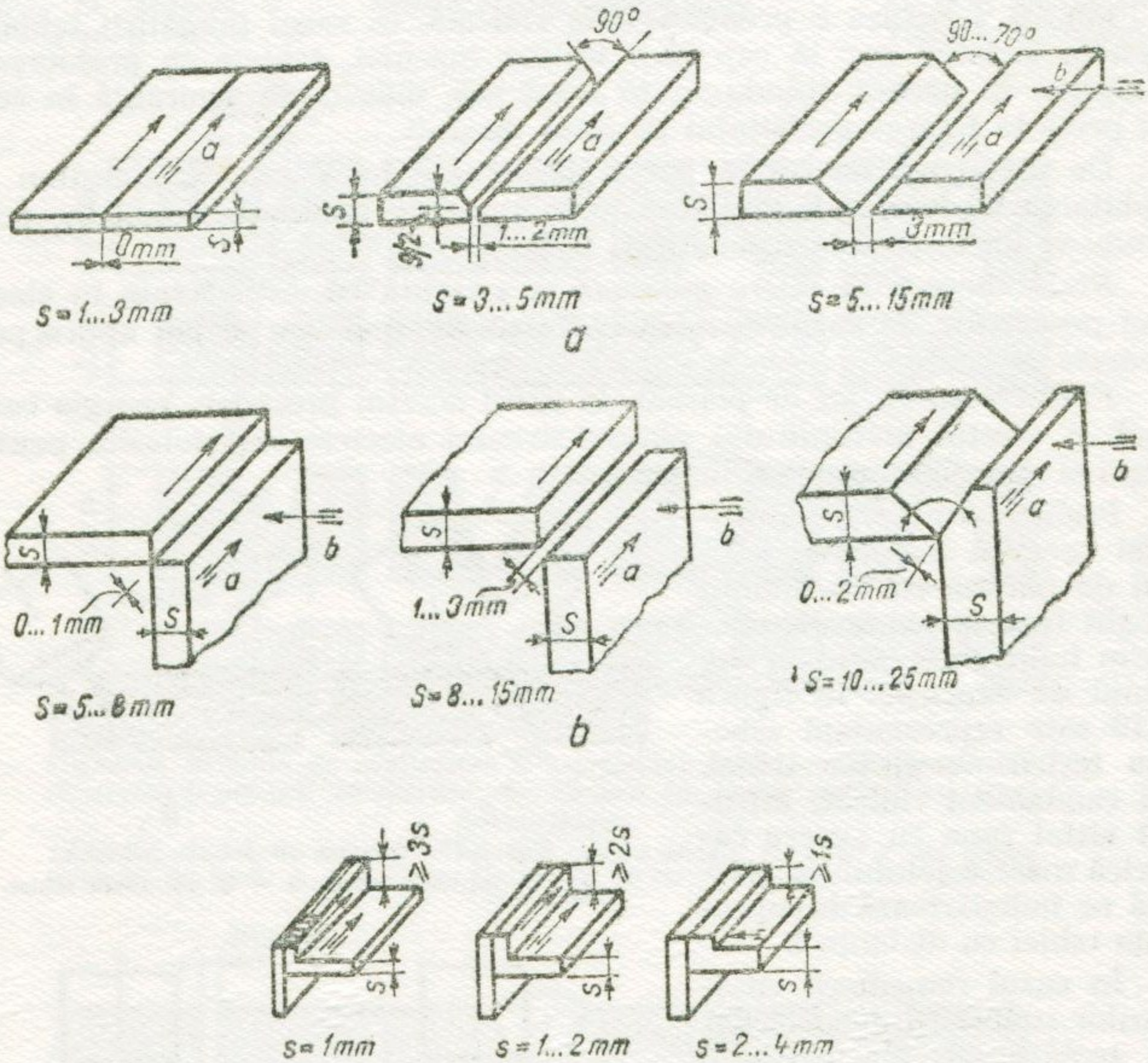


Fig. 1.21. Pregătirea pieselor pentru sudarea arc-atom:
a — cap la cap; *b* — de colț; *c* — cu marginea îndoită.

1.2.3. Îndoirea și ambutisarea

Îndoirea tablelor. Îndoirea este o operație de prelucrare prin deformare, efectuată cu scopul de a curba semifabricatul și a obține piese finite. Operația de îndoire se execută manual sau mecanic, folosindu-se diferite dispozitive de îndoit (ștanțe, matrițe etc.).

Se recomandă ca tablele să fie îndoite în direcția laminării materialului.

Tablele cu raze de curbură mici se îndoiesc numai la cald, pentru a se evita apariția fisurilor în zona deformată plastic. Operația de îndoire a tablelor groase se execută la valțuri și la prese. După executarea operației de îndoire, piesele din tablă se verifică cu ajutorul șabloanelor.

Îndoirea barelor și a profilelor. Operația de îndoire a barelor și a profilelor de dimensiuni mici se poate realiza folosindu-se menghina și dispozitivele de îndoit.

Îndoirea profilelor și a barelor de dimensiuni mai mari se va executa pe mașini de îndoit și mașini speciale de profilat și curbat, care utilizează ca sculă role avînd profilul periferic conjugat în funcție de secțiunea profilului sau a barei ce urmează a fi îndoită.

Îndoirea țevilor. Țevile utilizate în industria constructoare de mașini sînt executate prin laminare sau din tablă, în construcție sudată.

Țevile se îndoaie la rece sau la cald, manual sau mecanic.

Îndoirea țevilor la rece. Îndoirea țevilor la rece se execută pe dispozitive cu role, cu dorn, cu șurub, sau pe mașini de îndoit țevi la rece.

Îndoirea țevilor la cald. Îndoirea țevilor la cald se execută în cazul țevilor din oțel carbon cu diametrul mai mare de 32 mm, avînd grosimea peretelui și raza de îndoire mică. Această metodă înlătură inconvenientele ce apar la îndoirea țevilor la rece.

Înainte de îndoirea la cald se face umplerea țevilor cu nisip, după care se introduc (parțial sau total) în cuptoare speciale încălzindu-se pînă la culoarea roșie-vișinie. Combustibilii utilizați în acest scop pot fi gazoși (gazul metan), lichizi sau solizi (cărbuni). Se poate realiza încălzirea locală a țevii, folosindu-se suflaiul pe măsură ce se execută îndoirea pe dispozitiv.

Umplerea țevilor cu nisip se face manual sau mecanic, îndesarea nisipului realizîndu-se cu ajutorul dispozitivului cu ciocane pneumatice sau prin șoc. Se poate face și îndesarea manuală a nisipului, prin simpla ciocănire a peretelui țevii umplute cu nisip. Pentru a se menține nisipul în interiorul țevii, se montează la capetele ei dopuri de lemn sau se sudează două discuri de tablă*.

Ambutisarea. Prin ambutisare se înțelege modificarea formei unui semifabricat și transformarea lui într-o piesă cavă deschisă. Procesul de ambutisare se realizează în matrițele de ambutisat, fiind însoțit de o curgere a materialului.

Pentru piesele cave cilindrice se utilizează un semifabricat în formă de disc (fig. 1.22) cu diametrul D_o, care în urma presării în matriță se transformă într-un vas cilindric cu diametrul mediu D_m și înălțimea H.

---

* Discurile au grosimi de 4—10 mm, fiind prevăzute cu o gaură centrală de maximum 5 mm, care permite ieșirea gazelor și a vaporilor rezultați în timpul încălzirii țevilor în cuptoare.

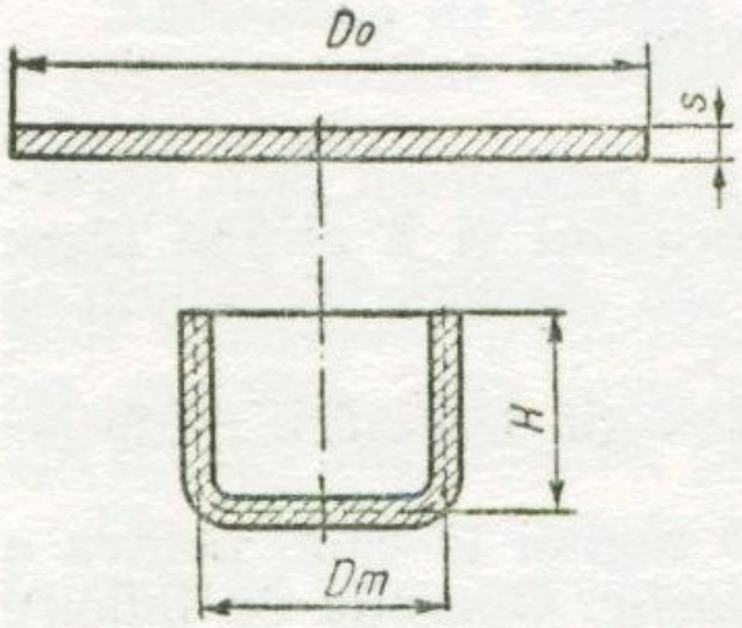


Fig. 1.22. Semifabricatul și piesa după ambutisare.

Capacitatea de ambutisare a unui material se definește prin valoarea maximă a raportului dintre diametrul poansonului și diametrul semifabricatului.

Ambutisarea se poate executa cu inel de fixare sau fără inel de fixare (fig. 1.23). Procedeul de ambutisare cu inel de fixare este avantajos, întrucît acesta împiedică apariția cutelor (în special la piesele subțiri). Semifabricatele cu grosimi mari se ambutisează cu rezultate bune fără inel de ambutisare. Procesele tehnologice de ambutisare permit realizarea unor piese de diferite forme cu consum mic de material, productivitate ridicată (aplicîndu-se numai la producția de serie și în masă), înlocuindu-se prelucrările prin așchiere, forjare sau turnare.

Aplicație practică. Să se calculeze lungimea semifabricatului necesară executării piesei (fig. 1.24) supuse operației de îndoire.

Rezolvare. Pentru calculul lungimii semifabricatului se stabilește valoarea razei medii de îndoire astfel:

Pentru porțiunea curbă *BC:*

$$R_{m1} = 105 - \frac{s}{t} = 105 - \frac{10}{2} = 100 \text{ mm.}$$

Pentru porțiunea *DE:*

$$R_{m2} = 55 - \frac{s}{2} = 55 - \frac{10}{2} = 50 \text{ mm.}$$

Lungimea totală a semifabricatului se obține însumînd valorile lungimilor acestuia pe porțiuni, astfel:

$$L_{tot} = L_{AB} + L_{BC} + L_{CD} + L_{DE} + L_{EF} = 250 + \frac{1}{8} \cdot 2\pi \cdot R_{m1} + 140 + \frac{3}{8} \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_{m2} + 100 = 50 +$$

$$+ \frac{2}{8} \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 100 + 140 + \frac{3}{8} \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 + 100.$$

$L_{tot} = 485{,}27$ mm.

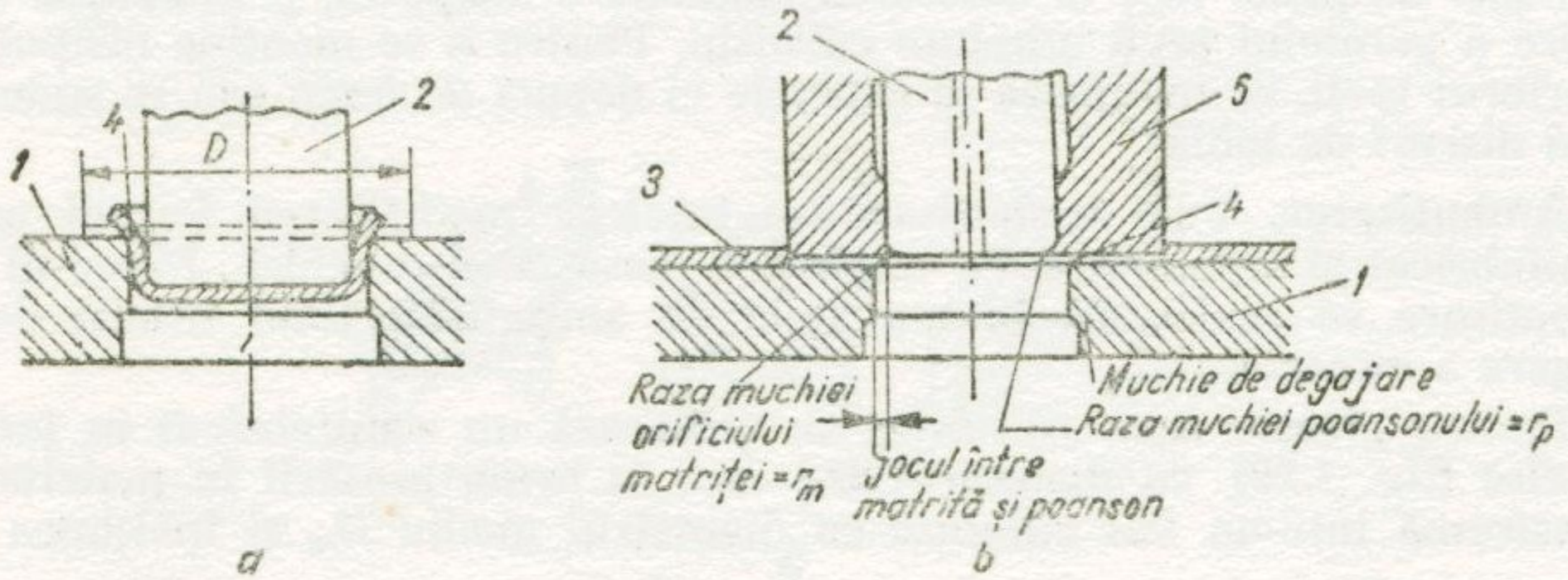


Fig. 1.23. Ambutisarea unei piese:

a — fără inel de fixare; b — cu inel de fixare; 1 — matriță; 2 — poanson; 3 — inel pentru ghidarea semifabricatului; 4 — semifabricat; 5 — inel de fixare.

Măsuri de tehnică a securității muncii. În timpul curățirii, semifabricatul va fi așezat în poziție stabilă direct pe sol sau pe capre special construite, prevăzute cu dispozitive de împănare împotriva răsturnării accidentale a acestuia.

La curățirea semifabricatelor trebuie folosiți ochelari de protecție cu vizoare incasabile și palmare.

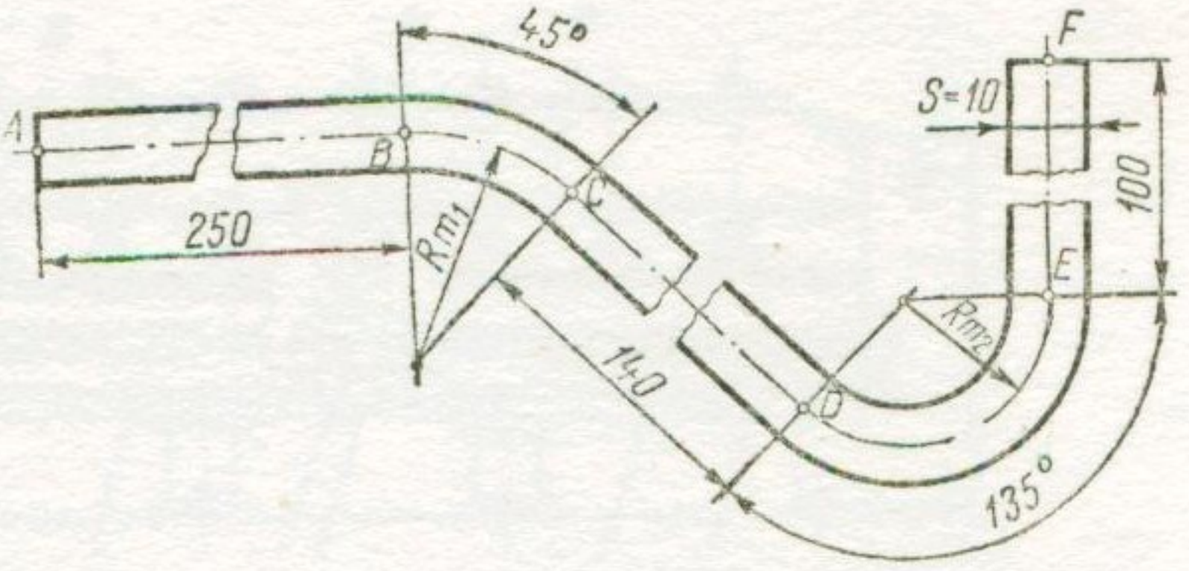


Fig. 1.24. Calculul lungimii semifabricatului supus la îndoire.

Curățirea semifabricatelor avînd masa mai mare de 10 kg/bucată, în funcție de cerințele impuse producției, se execută cu ajutorul instalațiilor de sablare.

Lucrul și accesul la instalațiile de sablare uscată vor fi permise numai cu echipament de protecție special și, în primul rînd, cu măști de protecție.

La așezarea tablelor, profilelor și eventual a pieselor pe masa de trasaj, se va ține seamă de rezistența acesteia, luîndu-se totodată măsuri pentru prevenirea răsturnării lor.

În afara iluminatului general, masa de trasaj va fi prevăzută cu lămpi de iluminat local, care să asigure un nivel minim de iluminare (300—400 lx) în orice punct al mesei.

Trasajul va fi suficient de bine conturat, pentru a nu obosi vederea celor care prelucrează semifabricatul după liniile și punctele trasate.

La executarea operațiilor tehnologice de tăiere și decupare a metalelor, la prelucrarea marginilor tablelor, precum și la îndoirea și ambutisarea metalelor se vor respecta măsurile de protecție a muncii, ținîndu-se seama totodată și de următoarele reguli generale:

— mașinile de îndreptat vor fi prevăzute cu dispozitive pentru prevenirea pornirii necomandate. Muncitorul care comandă pornirea mașinii va avea o poziție de lucru astfel aleasă încît să observe poziția corectă de lucru a celorlalți muncitori din jurul mașinii;

— înainte de începerea lucrului se va degaja locul de muncă de materiale și se vor îndepărta din jurul mașinii muncitorii care nu participă efectiv la alimentarea mașinii;

— semifabricatele vor fi ghidate la intrarea cît și la ieșirea din mașină pe căi de rulare special amenajate;

— pentru manevrarea semifabricatelor, muncitorii care alimentează mașina vor purta permanent *palmare;*

— reglajul și comanda mașinii se vor face numai de către muncitorul însărcinat cu exploatarea ei.

2

MAȘINI ȘI DISPOZITIVE FOLOSITE LA REALIZAREA OPERAȚIILOR TEHNOLOGICE

2.1. MAȘINI UTILIZATE LA REALIZAREA COMPONENTELOR CONSTRUCȚIILOR METALICE

La realizarea construcțiilor metalice, părțile componente necesită executarea diferitelor operații tehnologice menite să asigure realizarea de produse cu parametri funcționali superiori.

Aceste mașini se pot clasifica în:

— mașini-unelte așchietoare (de găurit, de rabotat);
— mașini de îndreptat și îndoit;
— mașini pentru tăiat;
— mașini pentru deformat plastic tabla la cald și la rece.

Mașinile-unelte utilizate în construcția utilajului chimic, a navelor și la construcțiile industriale, se caracterizează prin dimensiuni relativ mari.

În mod frecvent se utilizează mașinile de găurit de masă, mașinile de găurit verticale cu coloană, mașinile de găurit radiale, pneumatice și electrice.

2.1.1. **Mașini de rabotat marginea tablei**

Mașinile de rabotat — numite și *raboteze* — sînt caracterizate printr-o mișcare rectilinie a sculei așchietoare. Rabotezele destinate pregătirii marginilor tablelor în vederea asamblării fac parte din categoria mașinilor speciale.

Mașinile de rabotat (fig. 2.1) au corpul principal (batiul) *1* prevăzut cu ghidaje pentru deplasarea căruciorului. De asemenea, pe batiu sînt montate și unele mecanisme ale mașinii. Batiul se execută complet din elemente turnate. Oricare ar fi modul de construcție, masa mașinii este prevăzută cu nervuri de rigidizare. Masa mașinii *2* se va turna odată cu corpul, urmînd ca suprafața activă să se prelucreze prin rabotare sau frezare. Pe suprafața mesei, pe care se așază tabla, sînt executate orificii de formă pătrată sau canale de formă dreptunghiulară în care se

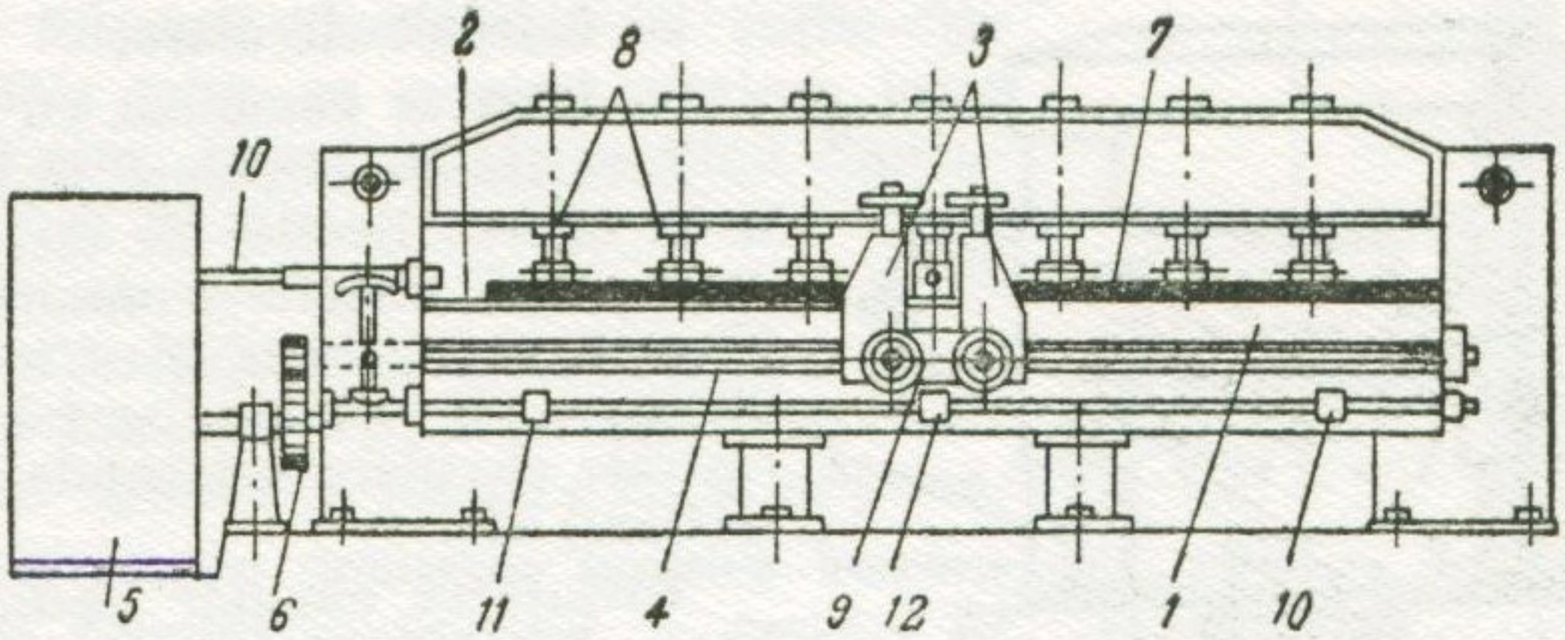


Fig. 2.1. Maşină pentru rabotat marginea tablei.

introduc pene pentru fixarea tablei. Dispozitivele portsculă *3* sînt ghidate în căruciorul *9* fixat pe batiul maşinii. Axul principal *4* serveşte la transmiterea mişcării şi deplasarea căruciorului pe care se găsesc dispozitivul portsculă şi scula aşchietoare. Axul principal este prevăzut cu un filet trapezoidal. Raboteza este acţionată de grupul electric *5*.

Tablele se strîng cu ajutorul dispozitivelor de strîngere hidraulică sau pneumatică *8*, care lucrează la o presiune de 50—70 N/cm². Presiunea din dispozitivele de strîngere se verifică în timpul lucrului cu un manometru montat pe maşină. La unele raboteze există dispozitive manuale cu şurub pentru fixarea şi strîngerea iniţială a tablei, precum şi dispozitive pneumatice pentru strîngerea ulterioară definitivă a tablei pe masa maşinii.

Modul de lucru este următorul: se aşază tabla *7* pe masa maşinii *2* şi se fixează provizoriu strîngîndu-se *şuruburile cu talpă*. Strîngerea se execută manual sau hidraulic. Printr-un buton de comandă se porneşte maşina acţionîndu-se motorul electric *5* şi prin intermediul grupului de antrenare *6*, care reduce turaţia motorului electric la turaţia corespunzătoare axului principal *4*. Axul principal *4* pune în mişcare căruciorul *9* prin intermediul unei piuliţe speciale fixate în cărucior. Axul principal *4* permite deplasarea căruciorului *9* şi a dispozitivului portsculă *3*, şi deci şi a sculei aşchietoare, în ambele sensuri. Sensul de rotaţie al axului principal *4* se schimbă atunci cînd căruciorul *9* va lovi, la sfîrşitul fiecărei curse, opritoarele *10* şi *11* prin intermediul contactului *12*. Pe căruciorul *9* se fixează, de obicei, două dispozitive portsculă, realizîndu-se în felul acesta cursa activă în ambele sensuri. Există raboteze la care se pot prelucra simultan ambele margini paralele ale tablei. Se va da o mare atenţie la fixarea şi ridicarea tablelor, folosindu-se podurile rulante în vederea evitării accidentelor în timpul lucrului.

2.1.2. Maşini folosite la debitarea semifabricatelor

Maşini pentru debitarea mecanică. Pentru debitarea mecanică se folosesc, în funcţie de forma semifabricatului, următoarele tipuri de maşini:

— ferăstraie circulare;

— foarfece-ghilotină;

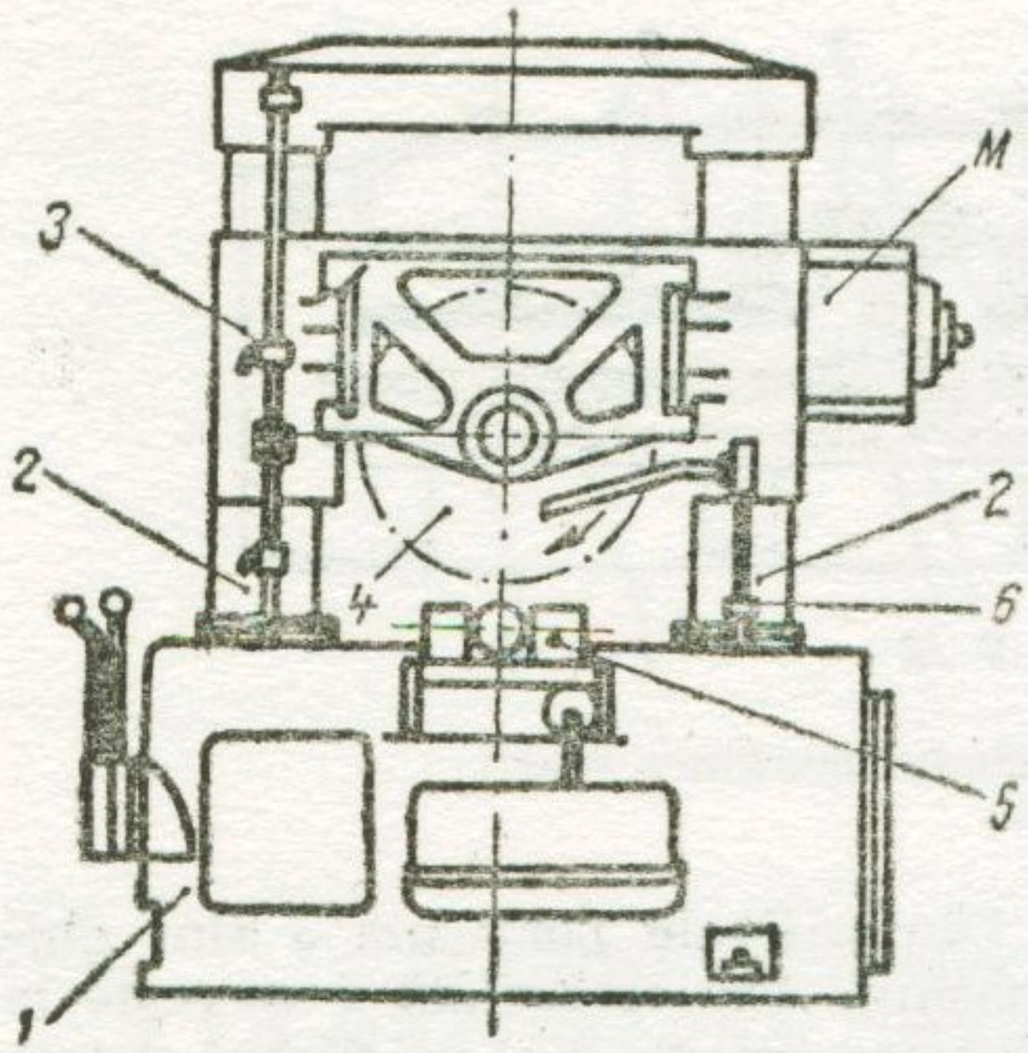


Fig. 2.2. Ferăstrău circular vertical:
1 — batiu; *2* — coloane de ghidare; *3* — sanie; *4* — pînză-disc; *5* — dispozitiv de fixare; *6* — instalație de răcire.

— foarfece circulare;

— foarfece combinat cu o presă.

Ferăstraiele circulare sînt utilizate la tăierea barelor de oțel laminat de secțiuni diferite (rotundă, pătrată etc.) a profilelor și a țevilor. În atelierele de debitare se folosesc ferăstraie circulare orizontale (cu braț oscilant) etc.

Ferăstrăul circular vertical (fig. 2.2) se folosește pentru debitarea oțelurilor rotunde (bare sau țevi) cu diametrul de 200 mm și bare pătrate cu latura maximă de 180 mm.

Foarfecele-ghilotină (fig. 2.3) are cea mai largă utilizare la debitarea tablelor cu grosimi de maximum 25 mm. Tăierea se execută cu ajutorul a două cuțite, unul fix montat pe batiul mașinii, și altul mobil, montat pe un suport mobil acționat de un mecanism bielă-manivelă. Foarfecele-ghilotină poate fi acționat de un motor electric sau prin intermediul a două manivele (fig. 2.4).

Foarfecele-circulare (cu cuțite-disc, fig. 2.5) se utilizează la tăierea fasonată a foilor de tablă. Constructiv, foarfecele circulare cu cuțite-disc se execută cu axele înclinate sau numai o axă este înclinată, cealaltă fiind orizontală.

Foarfecele-disc se compune din cuțitele-disc *1*, montate pe suportul *2*. Distanța dintre cuțitele-disc se manevrează în funcție de grosimea tablei, folosindu-se roțile de manevră *3*. Fixarea tablei se realizează în suportul *4*, prevăzut cu dispozitivul de strîngere *5*.

Reglarea diametrului de tăiere a semifabricatului se face cu roata *6* care, prin rotire, produce deplasarea suportului *4* pe ghidajele 7.

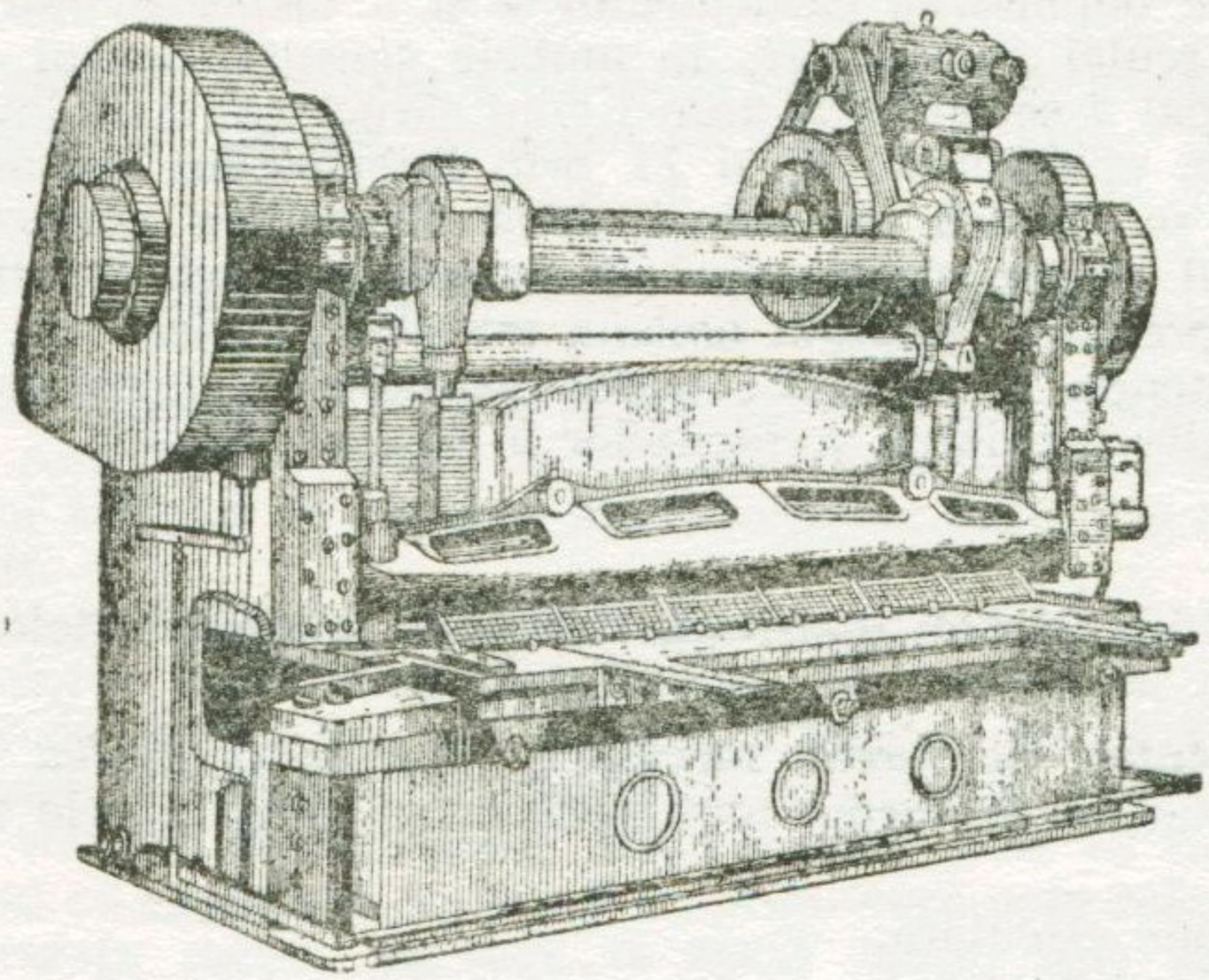


Fig. 2.3. Foarfece-ghilotină.

Prin folosirea foarfecelui cu cuțite-disc se pot tăia table cu grosimi cuprinse între 25 și 30 mm, viteza de tăiere fiind cuprinsă între 5 și 25 m/min.

Foarfecele combinat cu o presă se utilizează pentru debitarea tablelor și a profilelor. La o rotație a axului excentric se realizează atît operații la foarfece cît și la presă.

Mașini pentru debitarea termică. Pentru debitarea termică se folosesc, în funcție de forma semifabricatului, următoarele tipuri de mașini: semiautomatele de tăiat cu flacără și mașinile de tăiat staționare (automaticulate, cu pantograf etc.).

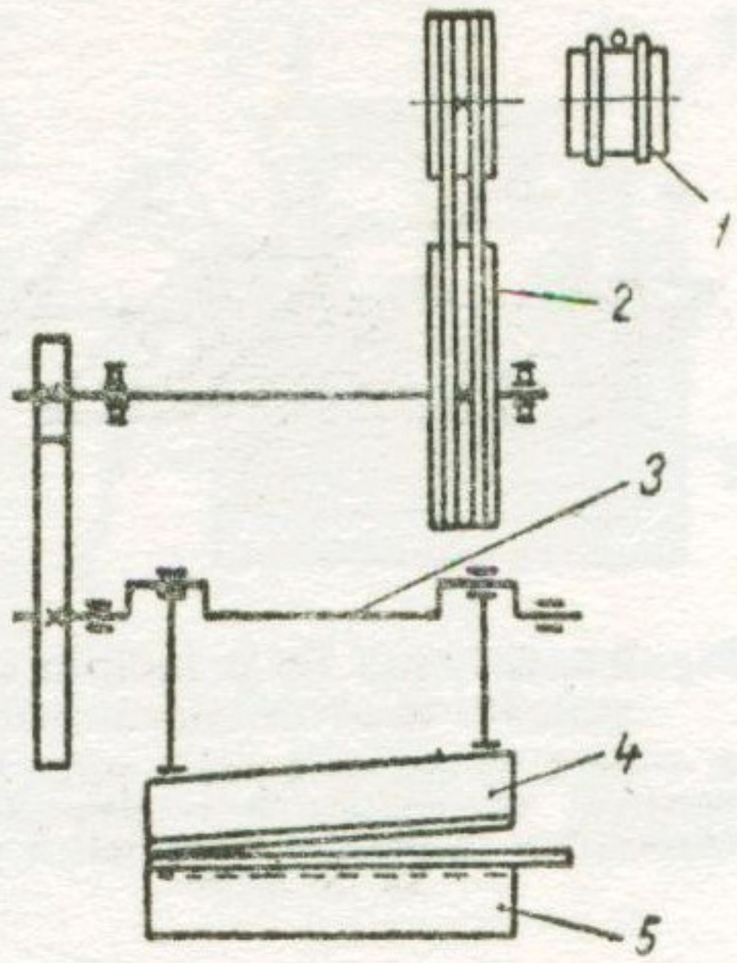


Fig. 2.4. Schema unui foarfece-ghilotină acționat de două manivele:
1 — motor electric; *2* — roată de curea; *3* — arbore cotit; *4* — cuțit superior; *5* — cuțit inferior.

În cazul debitării termice, elementul principal de tăiere al mașinilor îl constituie vîrful tăietor, atașat suflaiului, care se deplasează pe suprafața tablei de debitat, urmărind conturul trasat inițial.

Semiautomatele de tăiat cu flacără sînt de dimensiuni mici, se deplasează pe suprafața tablei, fiind acționate electric, conducerea suflaiului în lungul liniei de tăiere făcîndu-se manual.

În principiu, semiautomatul se compune din suflai, corpul mașinii prevăzut cu mecanismul de deplasare, robinetul de comandă și reostatul pentru reglarea vitezei de tăiere.

În cazul tăieturilor rectilinii se folosește o riglă de ghidare, iar pentru contururile circulare se utilizează dispozitivul-compas.

Mașinile de tăiat staționare, în coordonate (fig. 2.6) asigură deplasarea suflaiului după conturul piesei, combinînd cele două mișcări perpendiculare între el, mișcări date de deplasarea longitudinală a căruciorului și deplasarea brațului care poartă mecanismul de tăiere și capul tăietor.

Cu această mașină se execută debitări rectilinii și după șablon, asigurîndu-se o calitate corespunzătoare a suprafeței rezultate.

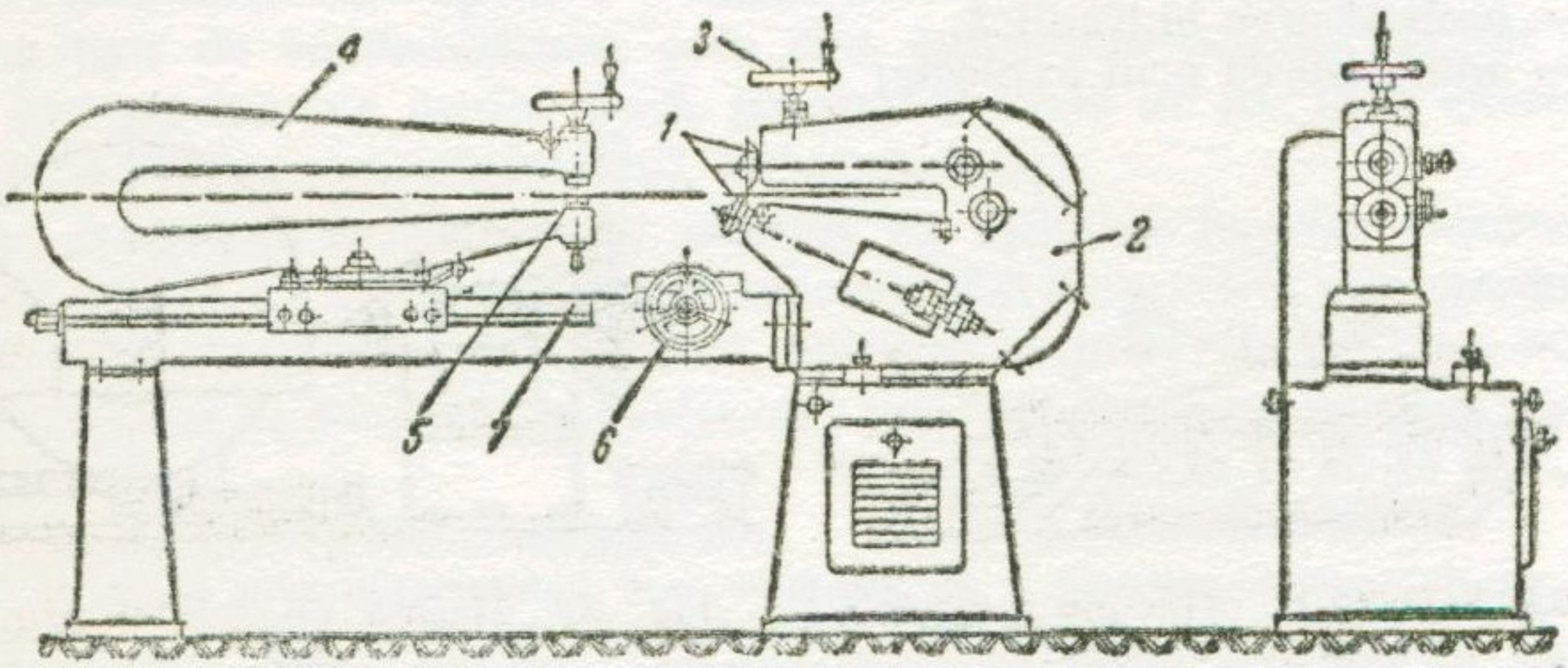


Fig. 2.5. Foarfece cu cuțite-disc.

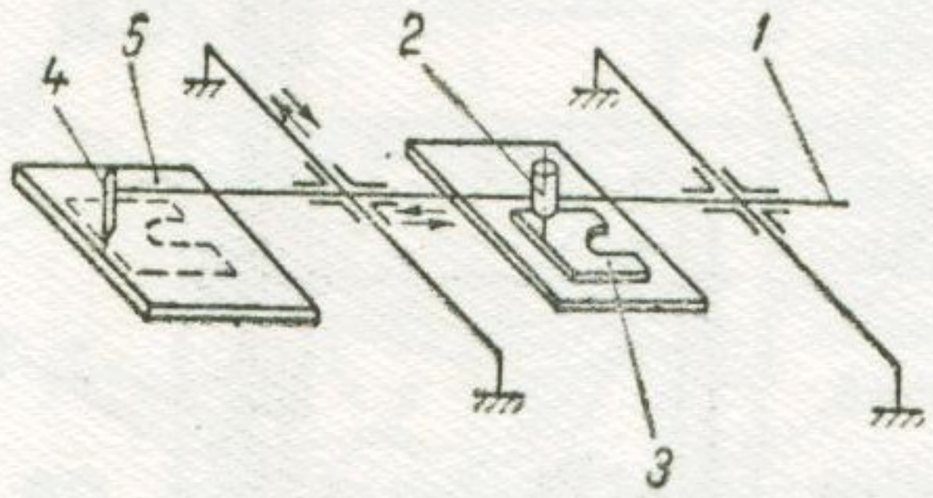


Fig. 2.6. Schema de principiu a mașinii de tăiat în coordonate:
1 — bară de legătură între suflai și dispozitivul de copiat; *2* — dispozitiv de copiat; *3* — șablon; *4* — suflai; *5* — masă de lucru.

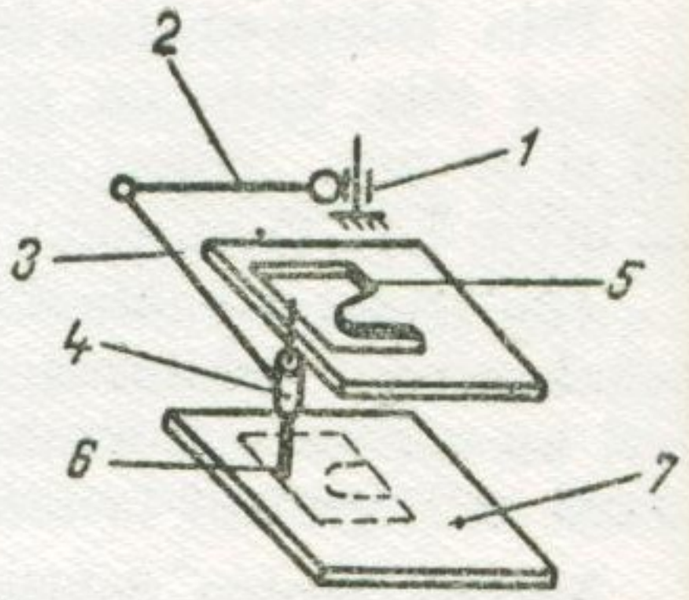


Fig. 2.7. Schema de principiu a mașinii de tăiat cu brațe articulate:
1 — coloană; *2, 3* — brațe; *4* — rolă de copiat; *5* — șablon; *6* — suflai de tăiere; *7* — masă de lucru.

Mașinile de tăiat staționare, cu brațe articulate (fig. 2.7) realizează tăierea asigurînd deplasarea suflaiului după conturul piesei prin folosirea celor două brațe care susțin rola de copiat.

Mașinile de tăiat staționare, cu pantograf (fig. 2.8) se utilizează pentru tăierea simultană dintr-un semifabricat a mai multor piese identice. Această mașină se compune din sisteme de pîrghii ce formează paralelograme articulate.

Pe sistemul de pîrghii se fixează dispozitivul de copiere și suflaiurile.

Suflaiul se deplasează datorită dispozitivului de copiere ce urmărește conturul șablonului.

Debitarea se mai poate executa și prin procedeul oxiarc, electropneumatic (aer-aer), prin frecare și cu jet de plasmă.

Mașinile de debitat prin frecare (fig. 2.9) se bazează pe utilizarea căldurii ce se formează între sculă și piesă, producîndu-se desprinderea particulelor și împrăștierea lor sub formă de scîntei din materialul ce urmează a fi debitat.

Scula principală este chiar discul de tăiere, care poate avea periferia netedă sau zimțată.

Procedee moderne de prelucrare prin deformare plastică. Printre procedeele moderne de prelucrare prin deformare plastică a tablelor se numără:

— ambutisarea în matrițe de cauciuc;
— ambutisarea hidraulică;
— ambutisarea prin explozie;

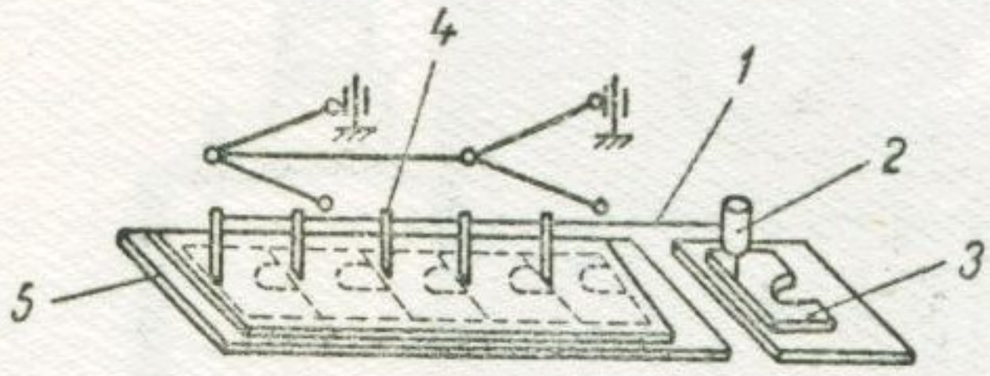


Fig. 2.8. Schema de principiu a mașinii de tăiat cu pantograf:
1 — pîrghie; *2* — dispozitiv de copiere; *3* — șablon; *4* — suflaiuri; *5* — masa de lucru.

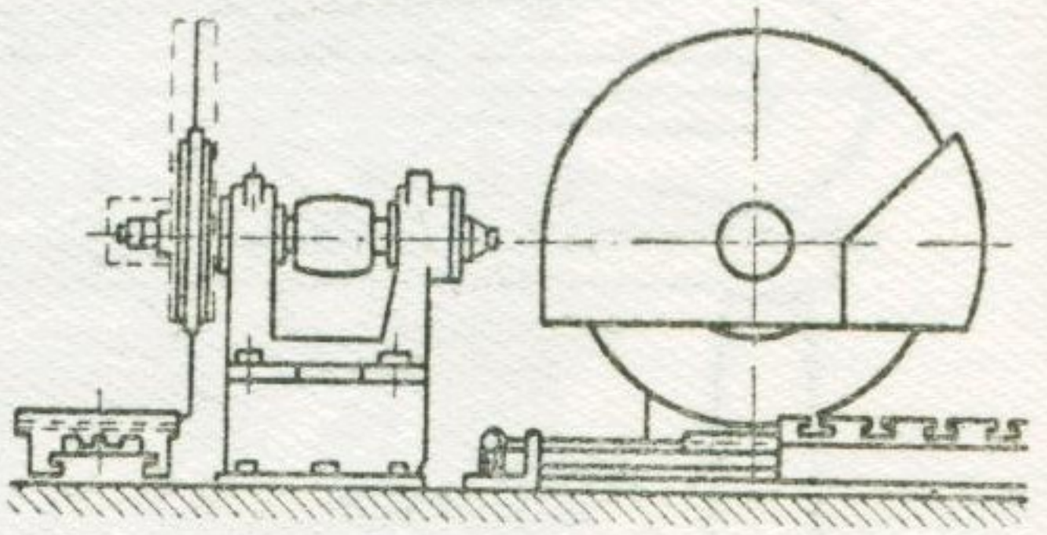


Fig. 2.9. Mașină de debitat prin frecare.

— ambutisarea hidroelectrică și electromagnetică.

Ambutisarea în matrițe de cauciuc (fig. 2.10) se folosește în cazul realizării utilajului tehnologic, aplicîndu-se procedee de presare elastică.

La acest procedeu, semifabricatul *1* este prins între inelul de strîngere *2* și blocul de cauciuc *3*, așezat în cuva *4*. La coborîrea poansonului *5* semifabricatul este apăsat pe perna de cauciuc care se deformează apăsînd în același timp semifabricatul pe poanson. În acest mod semifabricatul va lua forma poansonului. După retragerea poansonului, piesa ambutisată va fi ridicată datorită revenirii elastice a cauciucului.

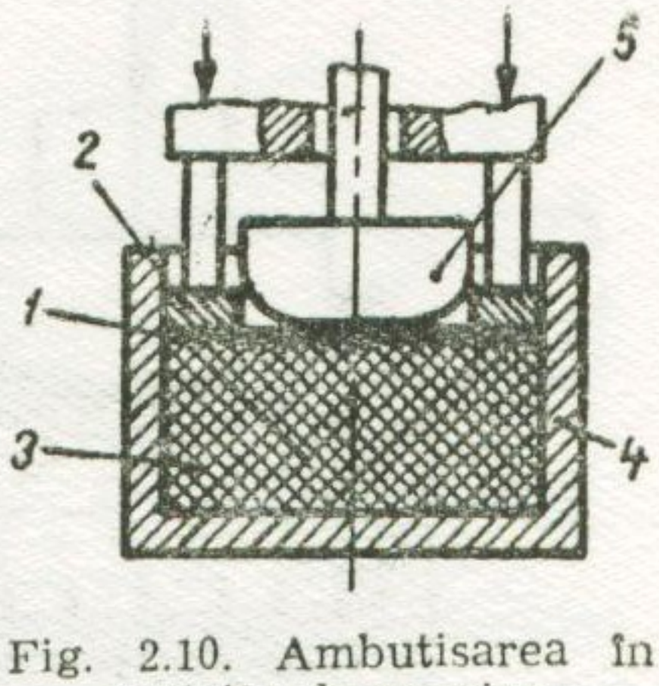


Fig. 2.10. Ambutisarea în matriţe de cauciuc:
1 — semifabricat; *2* — inel de strîngere; *3* — bloc de cauciuc; *4* — cuvă; *5* — poanson.

Ambutisarea hidraulică (fig. 2.11) se bazează pe principiul deformării tablei sub acțiunea apei, introdusă sub presiune, într-o cameră închisă din cauciuc. Sub presiunea apei, pereții camerei de cauciuc *1* apasă tabla semifabricat *2*, pe suprafața poansonului *3*, întinzînd-o în mod uniform, fără formarea cutelor.

Deformarea plastică prin explozie (fig. 2.12) face parte din categoria procedeelor de deformare cu viteză și putere mare. Metalul este deformat cu ajutorul presiunii produse prin explozie, într-o matriță cu forma și dimensiunile corespunzătoare formei și dimensiunilor piesei ce urmează a fi obținută.

La aplicarea acestui procedeu trebuie avute în vedere: alegerea explozivului, mediul de transmitere a undei de explozie, forma și dimensiunile matriței, natura materialului de deformat și amenajarea locului de muncă. Ca material exploziv se utilizează, în general, explozivi brizanți (trotil, acid picric, tetril, pentrită, hexagen, nitroglicerină gelatinizată) și, în special, explozivii cu brizanță* redusă, ca: pulberea neagră, pulberea cu nitroceluloză și pulberea cu nitroglicerină. Ca medii pentru transmiterea undei de șoc și a exploziei se folosesc aerul, apa, nisipul etc.

Deformarea plastică prin procedeul hidroelectric și electromagnetic:

— *procedeul hidroelectric* constă în aceea că energia înmagazinată într-o baie de condensatoare, care sînt descărcate într-un circuit electric imersat într-un mediu fluid, produce o undă de șoc care exercită o presiune asupra semifabricatului, deformîndu-l;

— *procedeul de deformare plastică* cu ajutorul *forțelor electromagnetice* constă în aceea că lucrul mecanic de deformare este produs de forțe electromagnetice foarte mari, aplicate în intervale de timp scurte.

Procedeul se folosește la prelucrări prin deformare plastică a pieselor mici.

---

* Brizanța este proprietatea unui exploziv de a distruge materialul din apropierea sa, chiar dacă acesta nu este închis din toate părțile.

Brizanța unui exploziv este aproximativ proporțională cu viteza de detonare (viteza de propagare a undei de presiune din centrul exploziei).

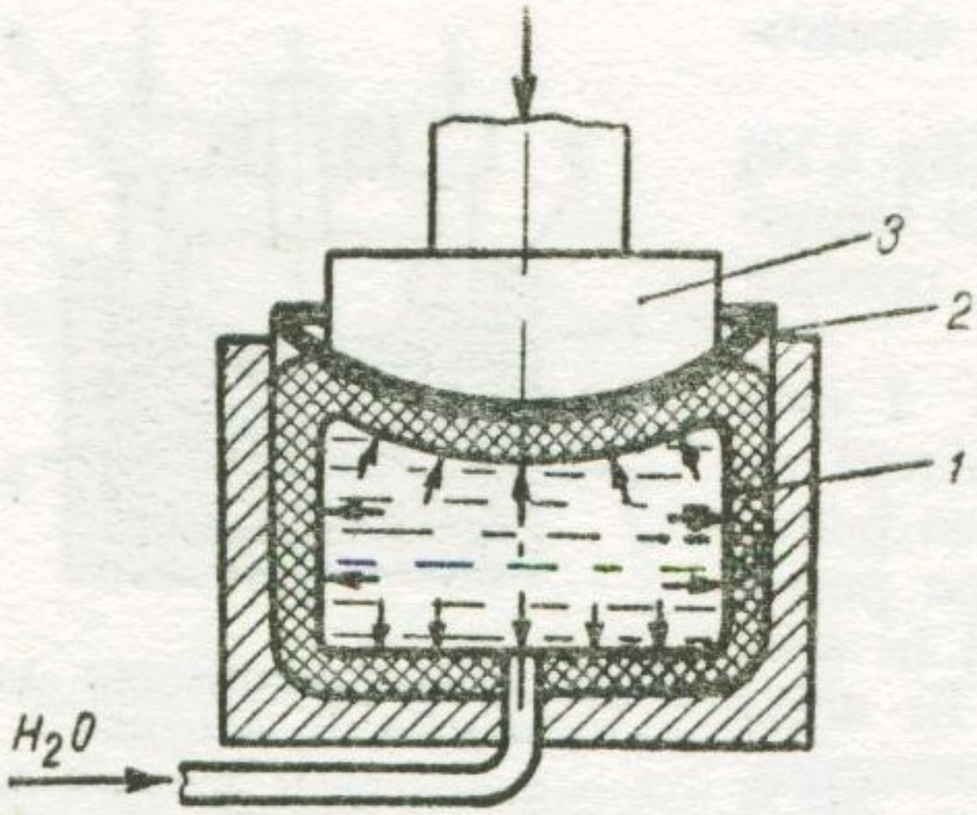


Fig. 2.11. Ambutisarea hidraulică, într-o cameră închisă din cauciuc.

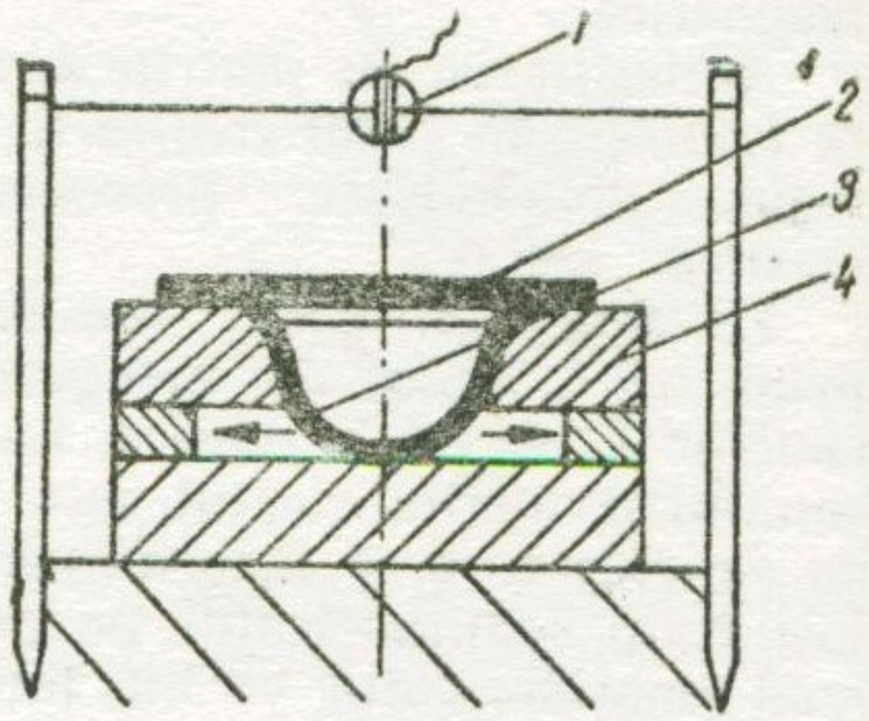


Fig. 2.12. Dispozitiv special pentru ambutisarea fundurilor:
1 — încărcătură; *2* — semifabricat; *3* — piesa ambutisată; *4* — formă de presare.

2.1.3. Mașini de îndreptat și îndoit table, profile și țevi

Mașini de îndreptat. Îndreptarea mecanică se poate executa pe mașinile de îndreptat cu cilindri, prese (cu șurub, cu excentric, acționate pneumatic sau hidraulic) sau la mașinile cu role.

Îndreptarea tablelor pe mașinile de îndreptat (planat) cu cilindri (fig. 2.13) se realizează trecînd semifabricatul printre cele două rînduri de cilindri așezați în zigzag.

În timp ce se deplasează, materialul este supus încovoierii succesive în sensuri diferite, obținîndu-se deformarea plastică necesară îndreptării

Mașinile de îndreptat tablă se compun dintr-un număr de cilindri fără soț (conducători), acționați de un motor electric prin intermediul

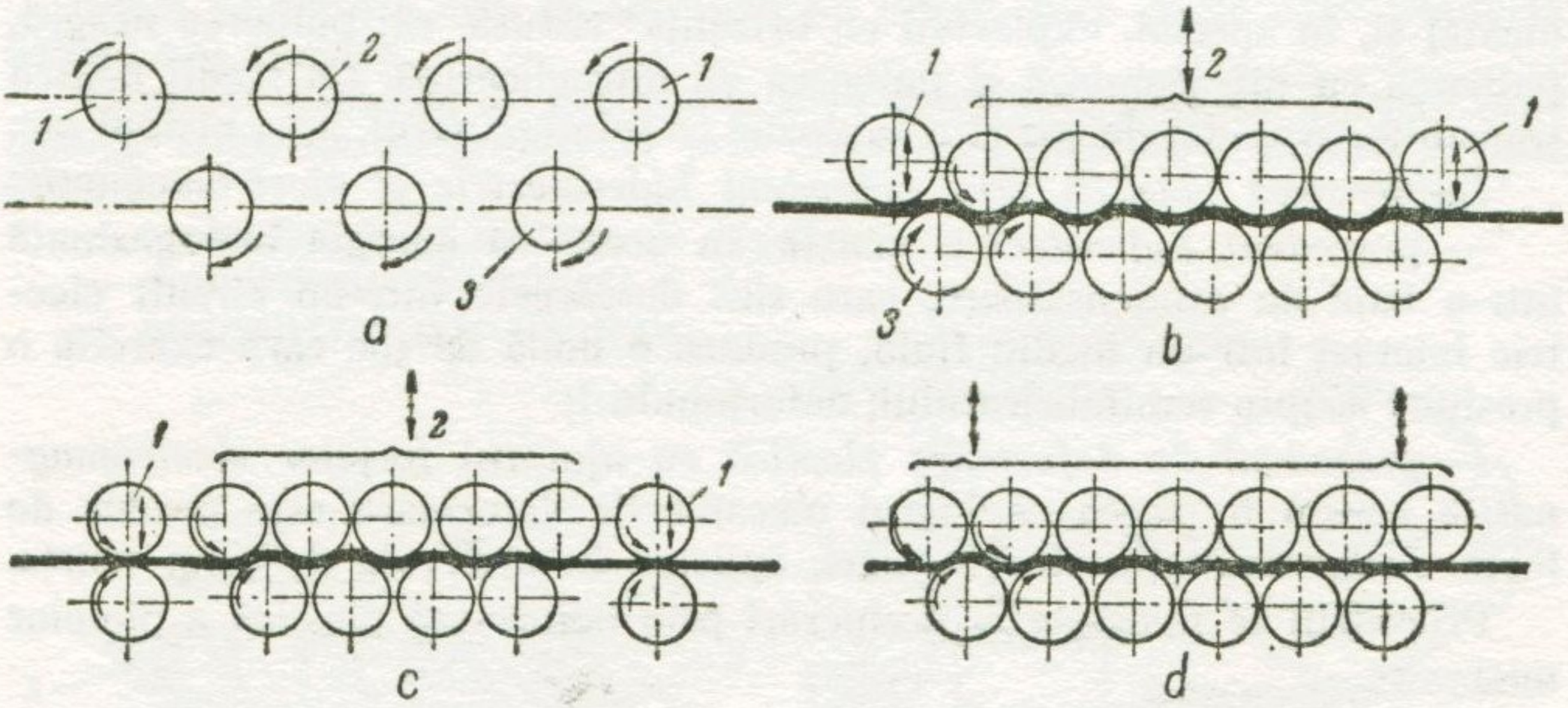


Fig. 2.13. Schema unor mașini cu cilindri pentru îndreptat tabla:
a — poziția cilindrilor; *b* — mașină cu cilindri conducători; *1* — cilindri extremi conducători; *2* — cilindri cu mișcare independentă; *3* — cilindri conducători; *c* — mașină pentru îndreptat table groase: *1* — pereche de cilindri conducători; *2* — cilindri cu mișcare independentă; *d* — mașină cu cilindri cu mișcare independentă.

unui reductor de viteză și un număr de cilindri cu soț (conduși) liberi în lagăre și care sînt antrenați în mișcarea de rotație, prin intermediul tablei, de către cilindrii conducători. Cilindrii conducători și cilindrii conduși au sensuri de rotație inverse.

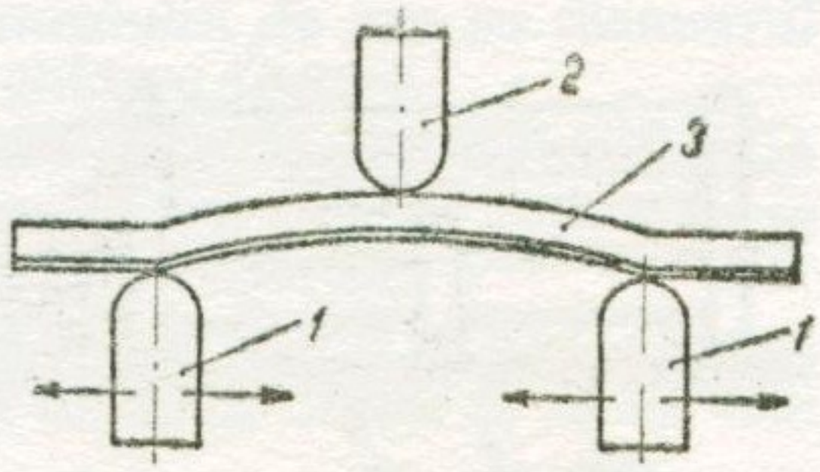


Fig. 2.14. Îndreptarea la presă.

Se utilizează în mod curent mașinile cu șapte cilindri (fig. 2.13, *a*), dintre care trei cilindri inferiori și patru cilindri superiori. Tablele cu dimensiuni mari se îndreaptă la mașinile de îndreptat cu 13 cilindri (fig. 2.13, *b*, *c*, *d*).

Odată cu creșterea numărului de cilindri se obține o îndreptare mai precisă.

Tablele de dimensiuni mari se îndreaptă la mașini ai căror cilindri au lungime mare, corespunzătoare lățimii tablei. Pentru a se evita deformarea cilindrilor în timpul funcționării mașinii și pentru a se obține o îndreptare de calitate, cilindrii sînt sprijiniți, din loc în loc, pe role de sprijin (contrarole).

Rolele de sprijin se așază la distanțe bine stabilite, pentru a obține o precizie de îndreptare mai mare. Profilele lungi se îndreaptă la mașini cu role profilate.

Îndreptarea profilelor la presă (fig. 2.14) se realizează așezîndu-se semifabricatul pe suporții *1*, presînd apoi berbecul *2*, astfel încît printr-o curbare în sens opus deformației inițiale să se realizeze operația de îndreptare. Berbecul *2* se lasă și se ridică consecutiv pe profilul *3* pînă ce se obține forma dorită.

Suporții *1* ai presei au pas variabil, asigurîndu-se deplasarea în sensul indicat de săgeți, permițînd după necesități, pe măsură ce profilul se îndreaptă, să se îndepărteze sau să se apropie.

Îndreptarea barelor, a arborilor și a țevilor (fig. 2.15) se realizează cu mașini speciale la care elementul principal care asigură operația de îndreptare este tamburul *1*, în care se montează trei perechi de role de formă hiperbolică *2*. Operația de îndreptare se realizează trecîndu-se semifabricatul *3*, printre aceste perechi de role, așezate înclinat una față de cealaltă. Rotindu-se tamburul și deplasînd concomitent bara sau țeava respectivă, rolele hiperbolice vin în contact direct cu suprafața semifabricatului și îl îndreaptă. Deplasarea semifabricatului în timpul lucrului este realizată de către rolele hiperbolice.

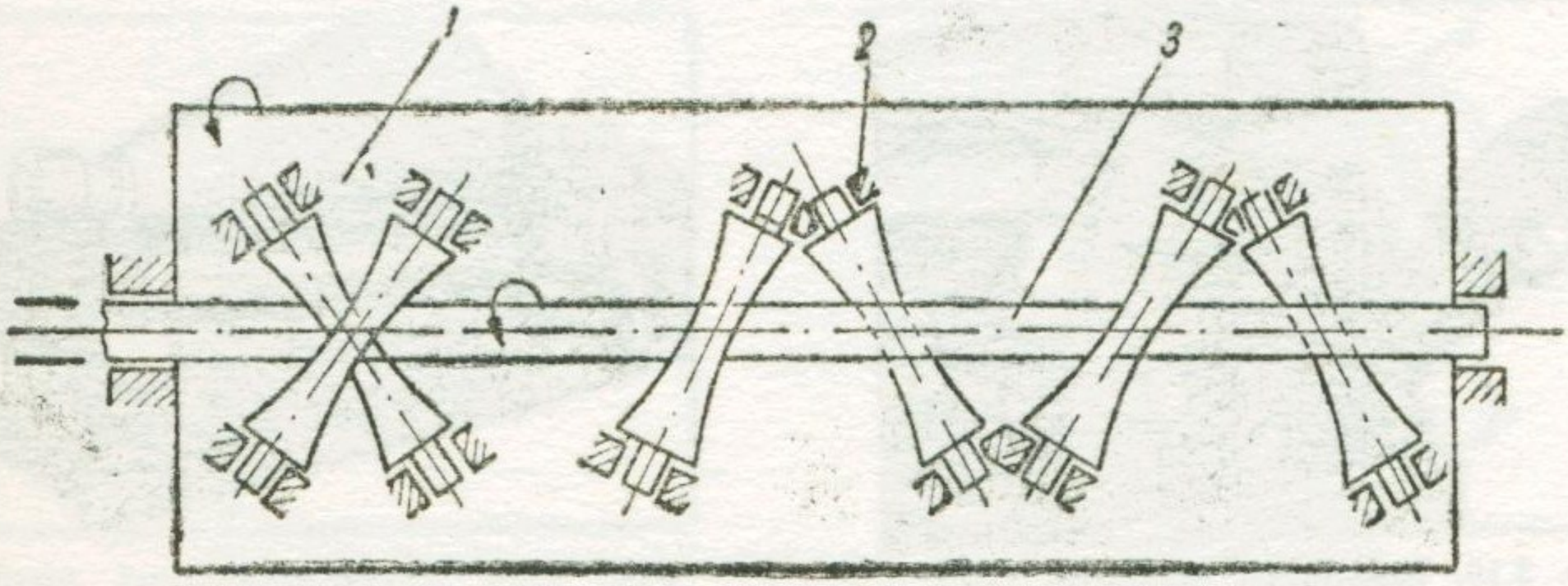


Fig. 2.15. Schema mașinii de calibrat și îndreptat bare și arbori.

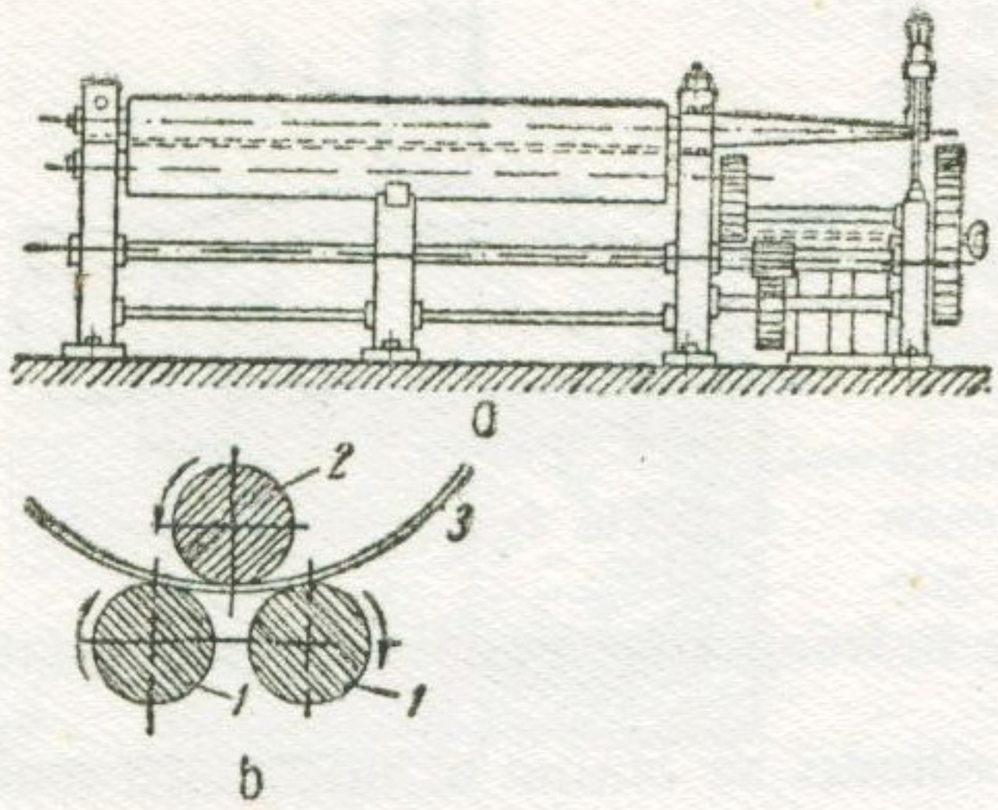


Fig. 2.16. Mașină pentru îndoit tabla (valț):
a — vedere; *b* — poziția cilindrilor.

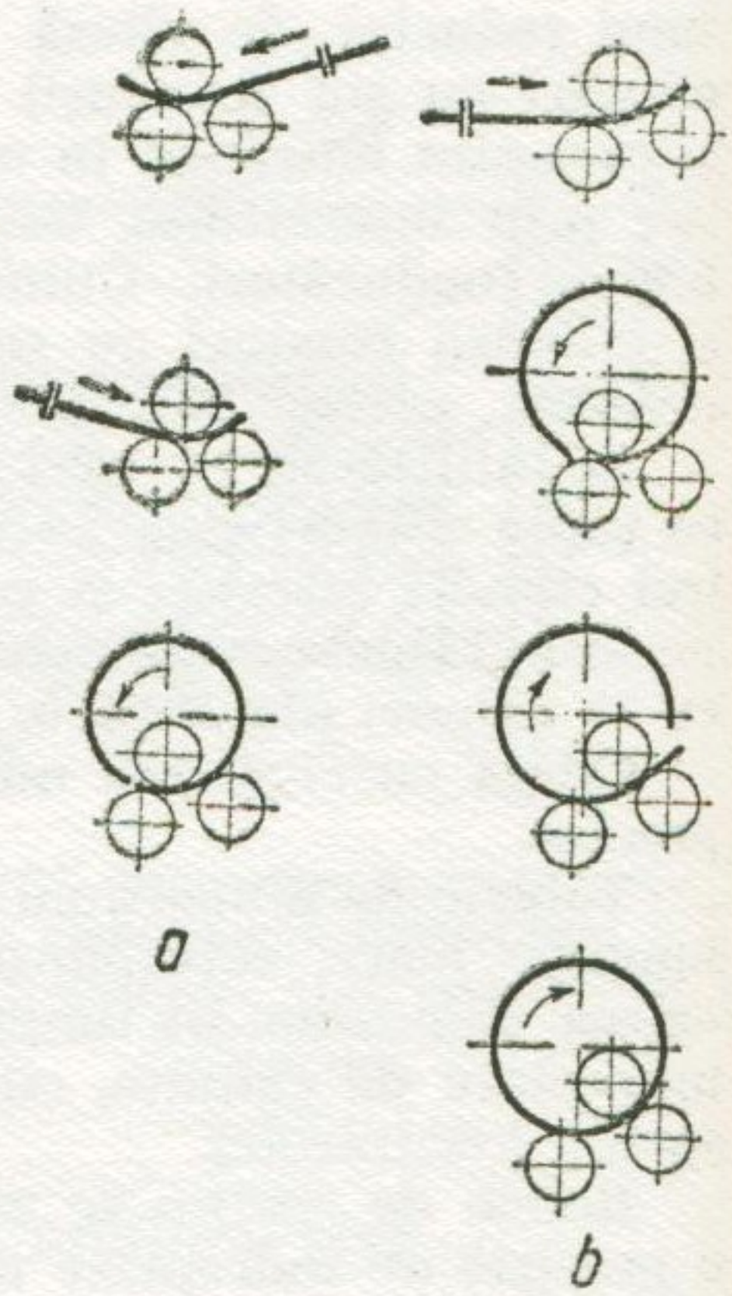


Fig. 2.17. Curbarea tablei pe mașini cu trei cilindri dispuși asimetric (schematic):
a — la două așezări; *b* — la o singură așezare.

Mașini pentru îndoit. *Mașinile pentru îndoit (curbat) table* sînt prevăzute cu un număr de trei sau patru cilindri (valțuri) și se deosebesc de mașinile de îndreptat, prin faptul că au un singur cilindru superior care se poate deplasa în plan vertical.

Mașina pentru îndoit tablă (fig. 2.16, valțul cu trei cilindri) se compune din doi cilindri inferiori conducători *1* și un cilindru superior condus *2*. Cilindrii sînt acționați de un electromotor prin intermediul unor angrenaje.

Curbarea (roluirea) tablei *3*, la o anumită rază, se execută prin coborîri succesive ale cilindrului superior *2*, care se rotește liber în lagăre, deplasîndu-se în plan vertical pe ghidajele unui cadru metalic.

Cilindrii mașinii de îndoit (fig. 2.17) pot fi dispuși simetric sau asimetric.

Scoaterea virolei (tablei curbate) (fig. 2.18) dintre cilindrii mașinii se realizează prin înclinarea lagărului cilindrului superior care poate fi rabatabil.

Pentru realizarea unor virole de *formă tronconică* (fig. 2.19) se înclină axa geometrică a cilindrului superior condus. Obținerea unei viteze

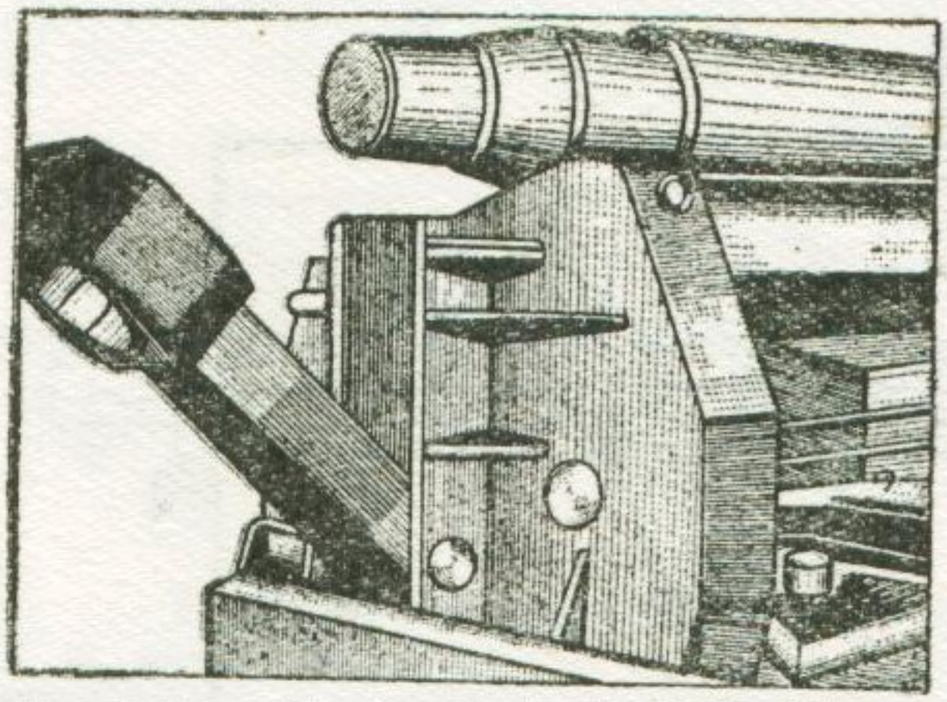


Fig. 2.18. Rabatarea lagărului cilindrului superior.

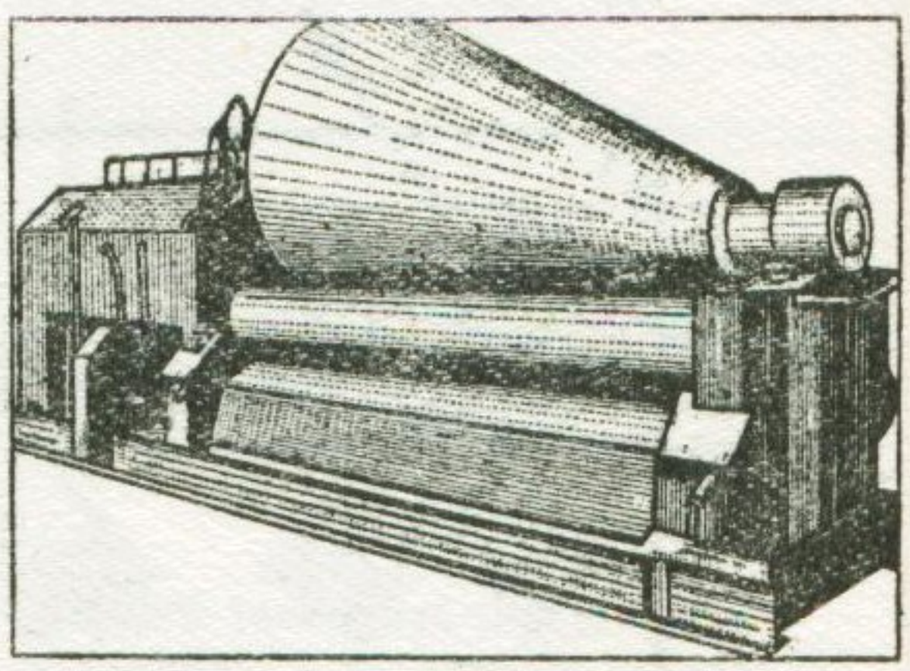


Fig. 2.19. Executarea unei virole tronconice.

de deplasare corespunzătoare, la capătul trunchiului de con cu diametrul mai mare, impune montarea unui suport de ghidare special.

Operația de curbare a virolelor cilindrice sau conice se realizează efectuîndu-se mai multe treceri succesive, la fiecare trecere obținîndu-se o altă rază de curbură, prin coborîrea cilindrului superior.

Curbarea tablelor de grosime mare se execută la valțul cu trei cilindri, reglîndu-se cilindrii inferiori în așa fel încît distanța dintre ei să fie mai mare.

Precurbarea tablei în vederea roluirii la valțul cu trei cilindri dispuși simetric se execută, cu operație separată, la prese hidraulice sau la mașinile de curbat cu traversă rotativă.

Mașina pentru îndoit tabla (valț) cu patru cilindri (fig. 220) realizează o curbare a tablelor pe toată lungimea lor, inclusiv a marginilor de intrare și de ieșire, la o singură așezare a tablei. Cilindrul superior conducător *1* este acționat de motorul electric *2*, prin intermediul cuplajului *3* și al reductorului *4*.

Pentru a curba tabla de diferite raze, se deplasează cilindrii laterali *5* printr-un sistem de pîrghii, de la motorul electric *8*.

Deplasarea tablei se face prin rotirea cilindrului *1* și a cilindrului inferior *6* care se rotește liber în lagăre. Toate piesele mașinii se montează pe batiul *7*. Motorul electric funcționează reversibil, permițînd manevrarea tablelor în ambele sensuri de rotație. Variația vitezei de rotație a cilindrului conducător se face cu ajutorul frînei electromagnetice *9*, care

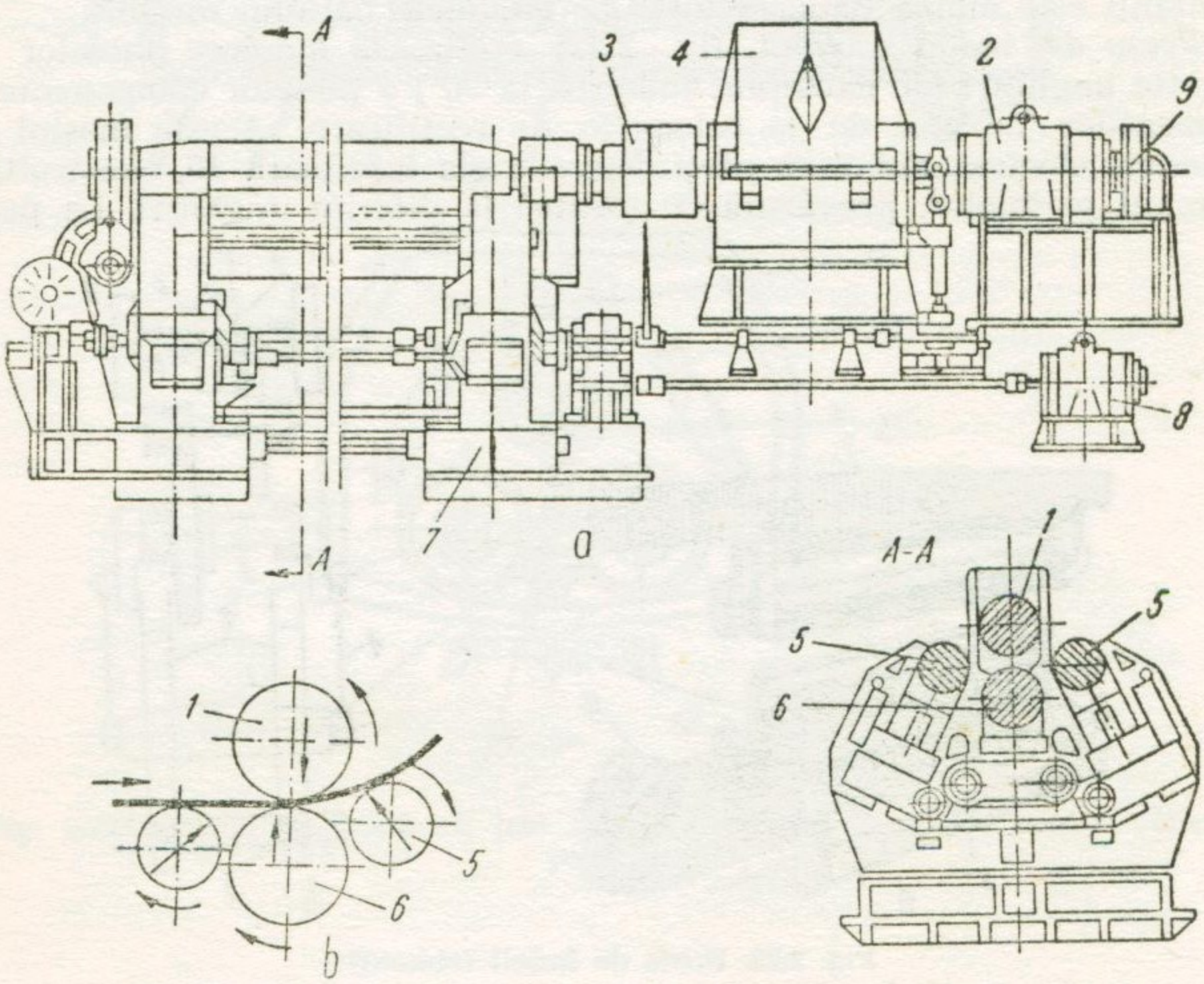


Fig. 2.20. Mașini pentru îndoit tabla (valț) cu patru cilindri:
a — vedere; *b* — schema îndoirii.

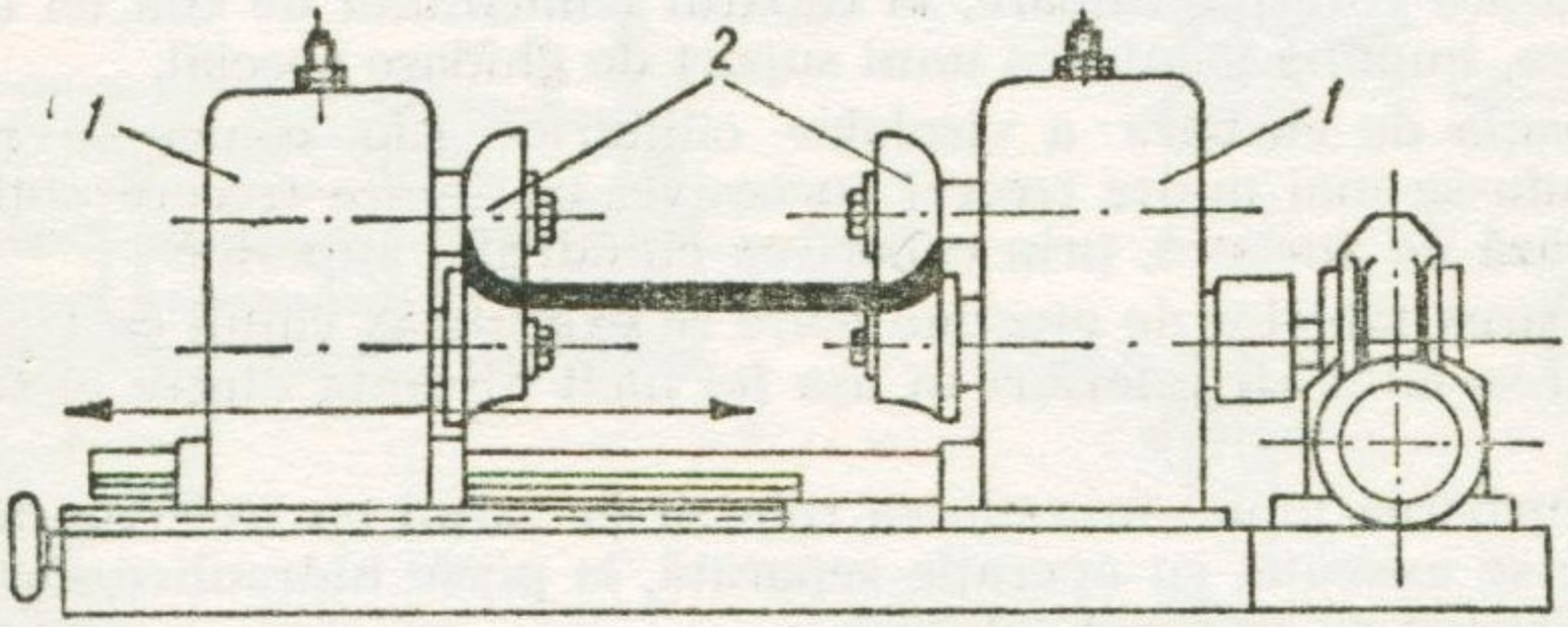


Fig. 2.21. Mașină cu role pentru precurbarea marginilor tablelor.

permite oprirea mașinii în timp relativ scurt, fără a provoca șocuri sau deteriorări ale mașinii.

La această mașină se precurbează mai întîi capetele tablei prin deplasarea cilindrului *5*, apropiindu-l de cilindrul superior *1*, apoi se trece la curbarea completă, pînă la încheierea virolei.

Mașina cu role pentru precurbarea tablelor (fig. 2.21) se compune din montanții *1* în care se rotesc perechile de role *2*, avînd profile curbe conjugate. Acționarea rolelor se face de la un motor electric prin intermediul unor angrenaje. Distanța între role se reglează în funcție de grosimea tablei.

Pentru a permite precurbarea tablelor de diferite mărimi, unul din montanți este mobil, deplasîndu-se pe ghidajele batiului mașinii.

Presa de îndoit (*abkant*, fig. 2.22) realizează îndoirea tablelor sub diferite unghiuri (de exemplu: îndoirea la 90°) a pieselor componente ale segmenților tablelor de la coloanele de rectificare. Aceste mașini sînt acționate electric, avînd ca părți active: rigla inferioară *10*, construită în sistemul prismelor, prevăzută cu șanțuri la diferite unghiuri. La partea

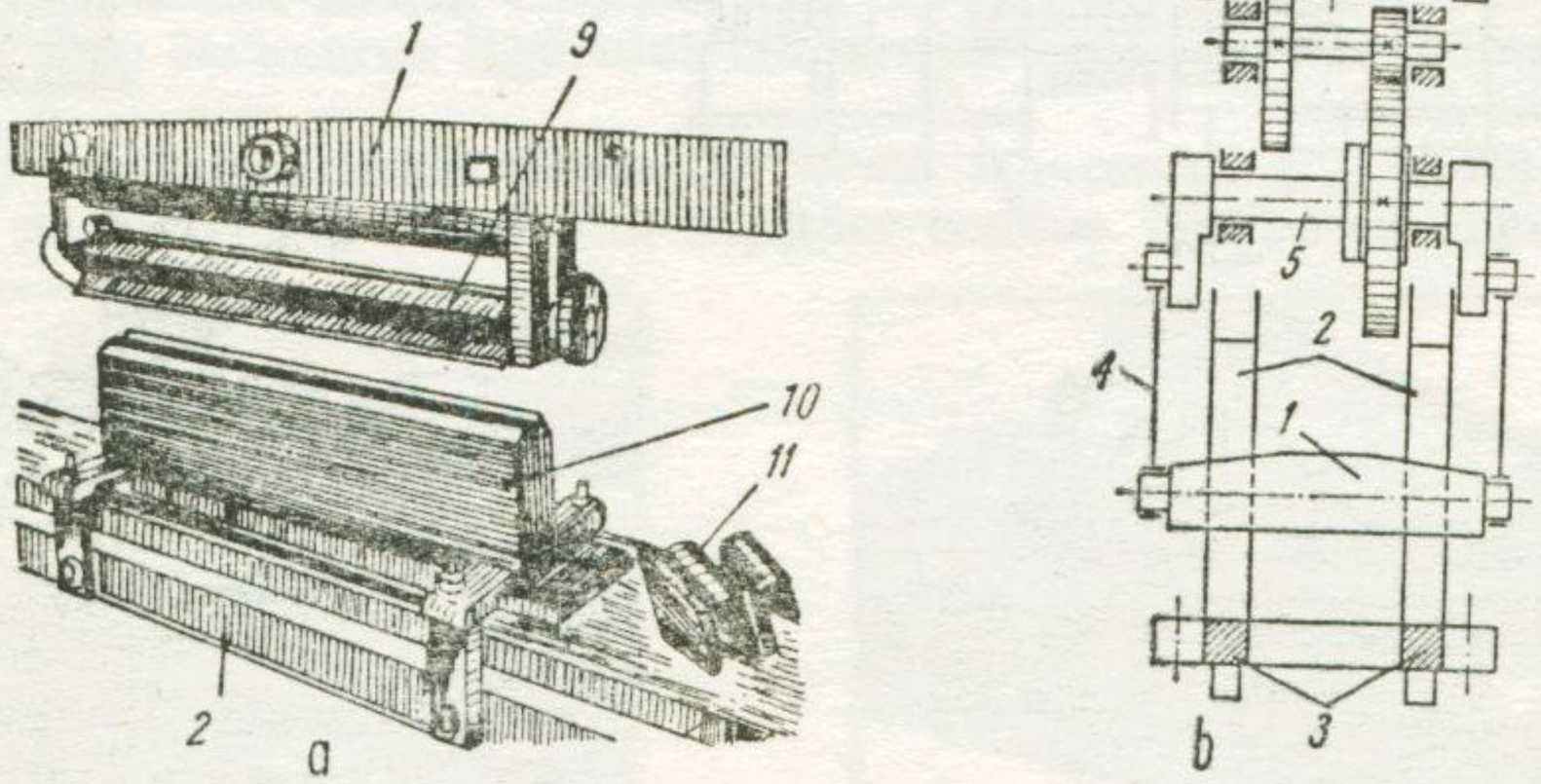


Fig. 2.22. Presa de îndoit (abkant):

a — fixarea poansoanelor și a prismelor de îndoire; *b* — schema cinematică; *1* — berbec; *2* — ghidaje; *3* — traverse; *4* — bielă; *5* — arbore principal; *6* — șaibă; *7* — cuplaj; *8* — volant; *9* — poanson; *10* — riglă inferioară; *11* — piesă profilată.

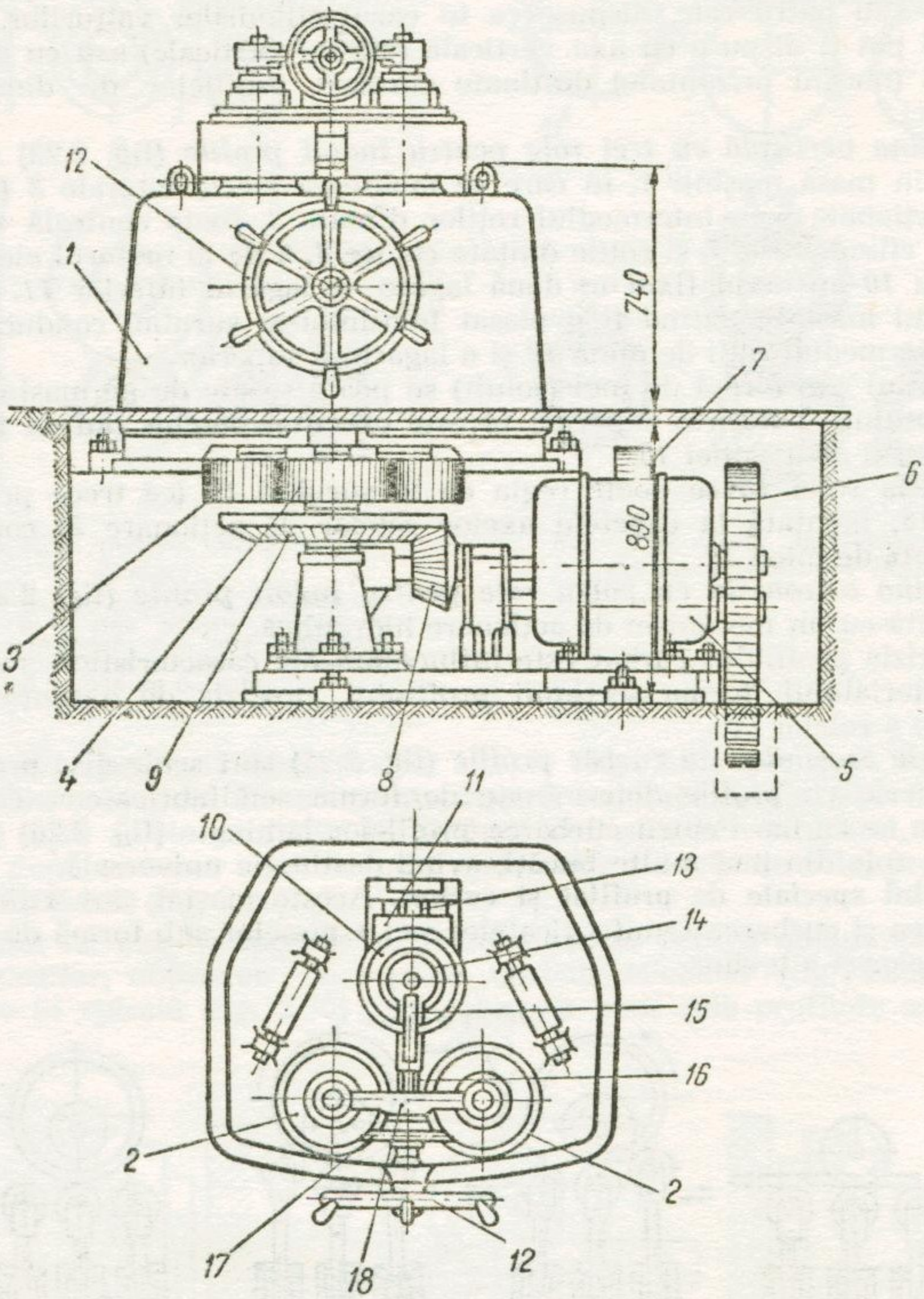


Fig. 2.23. Mașină verticală cu trei role, cu reglare manuală, pentru curbarea profilelor.

superioară mașina este prevăzută cu poansonul *9* (avînd mișcarea alternativă în plan vertical) care are profilul conjugat cu cel al riglei inferioare. Operația de îndoire se realizează coborînd poansonul *9*, fixat în berbecul *1*, pînă ce atinge tabla așezată pe prisma de îndoire *10*, fixată în traversa *3* a mașinii.

Mașini pentru curbat profile. Profilele laminate se curbează pe mașini cu trei sau patru role, dispuse ca în cazul cilindrilor valțurilor. Rolele mașinii pot fi dispuse cu axa verticală (mașini verticale) sau cu axa orizontală (mașini orizontale) destinate curbării profilelor de dimensiuni mai mici.

Mașina verticală cu trei role pentru îndoit profile (fig. 2.23) se compune din masa mașinii 1, în care se montează rolele laterale *2* (în consolă) acționate prin intermediul roților dințate *3*, roata centrală *4*, roțile dințate cilindrice *6*, *7* și roțile dințate conice *8*, *9* de la motorul electric 5.

Rola *10* are axul fixat în două lagăre — lagărul inferior *11*, montat pe batiul mașinii, putînd fi deplasat folosindu-se șurubul conducător *13* prin intermediul roții de mînă *12* și a lagărului superior.

Profilul sub formă de inel (roluit) se poate scoate de pe mașină datorită faptului că lagărul superior *14* este executat deschis putînd fi rabătut în jurul articulației *15*.

Poziția rolei *10* se poate regla de la șurubul *16* (ce trece prin traversa *18*, montată la capetele axelor rolelor de acționare *2*) comandat prin roata de mînă *17*.

Mașina orizontală cu patru role pentru îndoit profile (fig. 2.24) este prevăzută cu un mecanism de acționare hidraulică.

Precizia profilului curbat este influențată de: caracteristicile mecanice ale materialului, forma secțiunii profilului, precizia de execuție și de montare a rolelor etc.

Rolele mașinilor de curbat profile (fig. 2.25) sînt scule-disc prevăzute la periferie cu profile determinate de forma semifabricatelor care urmează a se curba. Pentru curbarea profilelor laminate (fig. 2.26) se construiesc role din mai multe bucăți, avînd destinație universală.

Mașini speciale de profilat și curbat. Aceste mașini sînt utilizate la profilarea și curbarea semifabricatelor sau a pieselor sub formă de bandă, a profilelor și a țevilor.

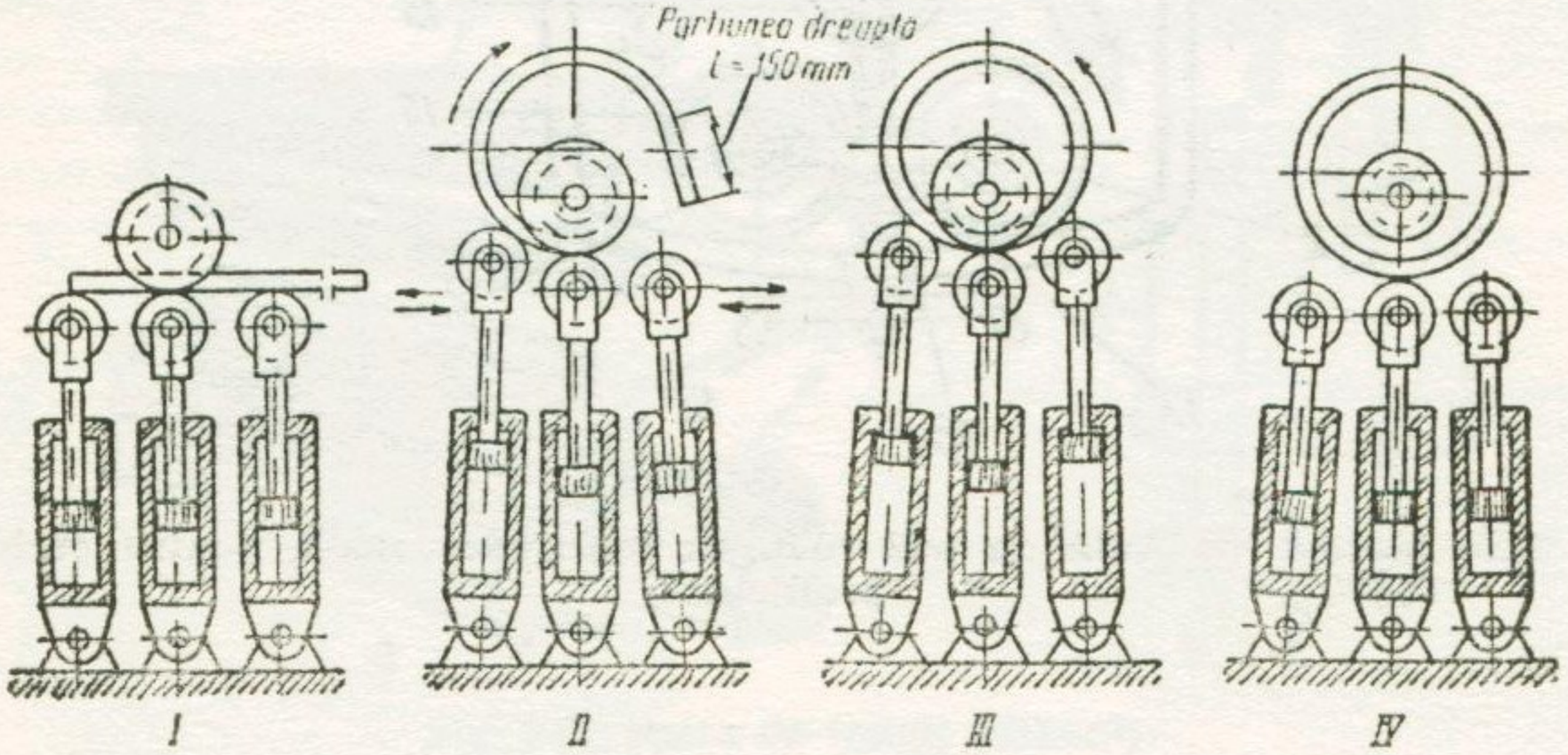


Fig. 2.24. Mașina orizontală cu patru role, cu mecanism de acționare hidraulică pentru curbarea profilelor laminate:
I—IV — faze ale operației de curbare.

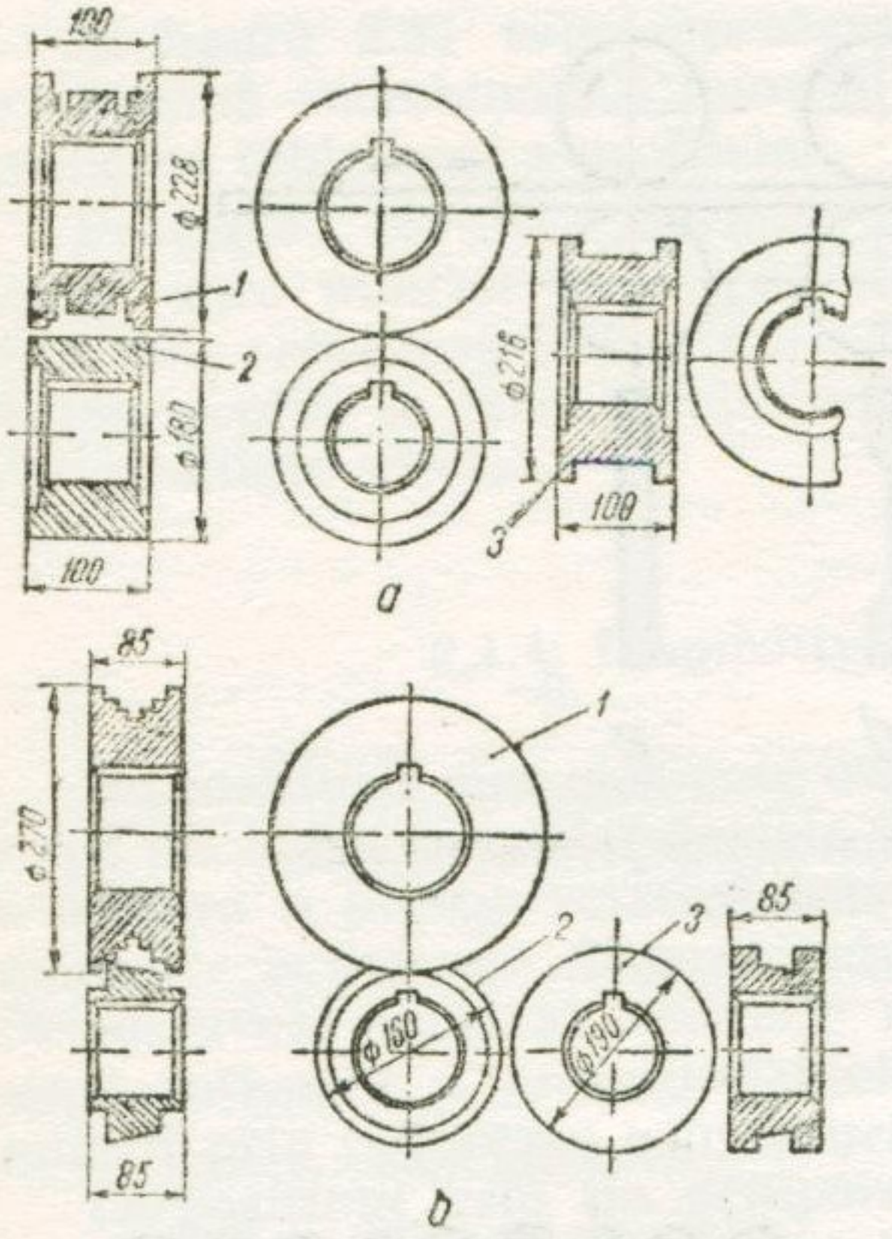


Fig. 2.25. Role pentru curbarea profilelor:

a — role pentru profile cu secțiune simetrică; *b* — role pentru profile cu secțiune asimetrică; *1* — rolă superioară acționată; *2* — rolă inferioară acționată; *3* — rolă de curbare.

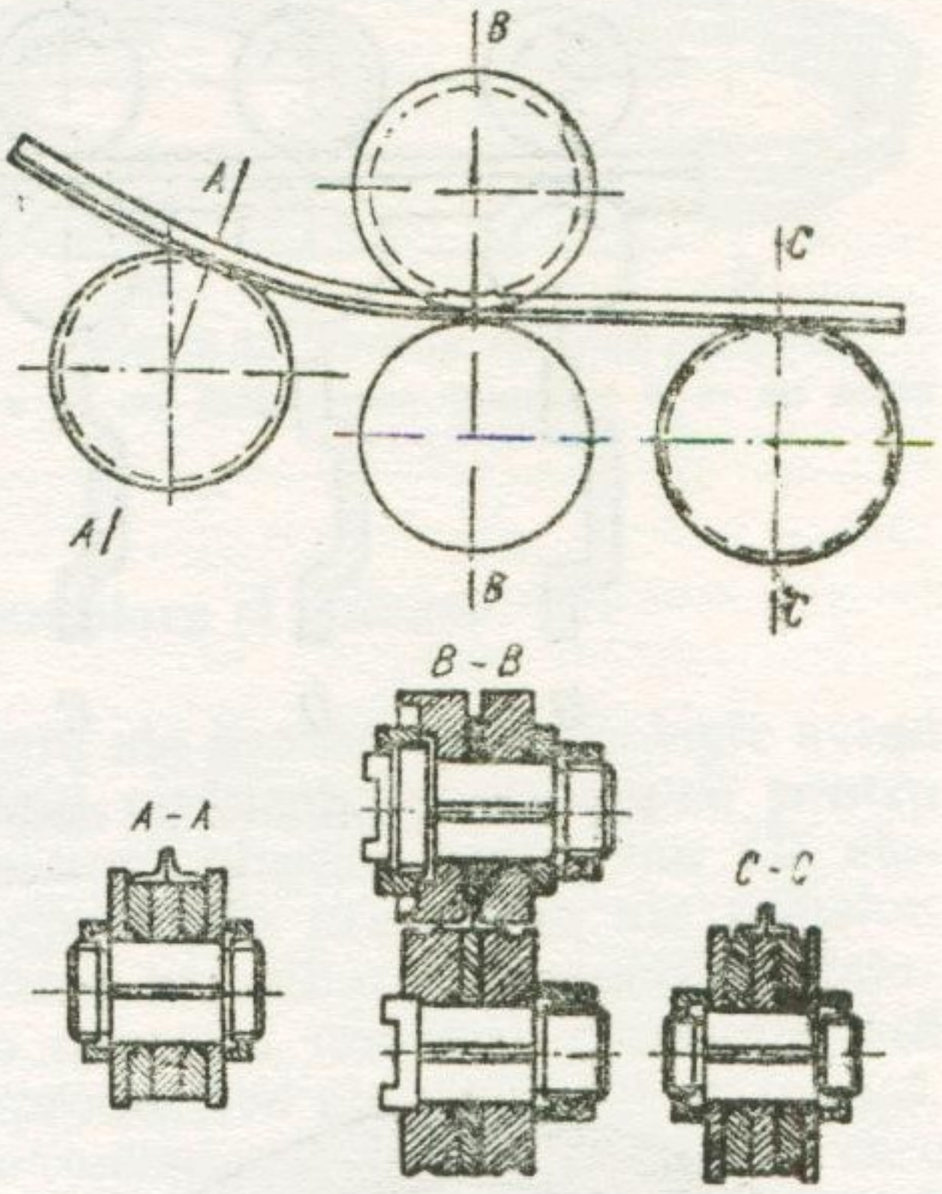


Fig. 2.26. Role universale pentru curbarea profilelor laminate.

Mașinile pentru curbat profile simple (fig. 2.27) pot avea două role cu profile conjugate. În urma introducerii semifabricatului sub formă de bandă, între rolele profilate se produce deformarea conturului, obținîndu-se, după trecerea acestuia prin mai multe perechi de role, profilul în forma sa finală (fig. 2.28).

Astfel de mașini speciale se întrebuințează pentru ondularea (gofrarea) benzilor, obținerea unor piese curbate elicoidal (fig. 2.29) și țevi curbate în spirală (fig. 2.30) prin folosirea unor role profilate corespunzător.

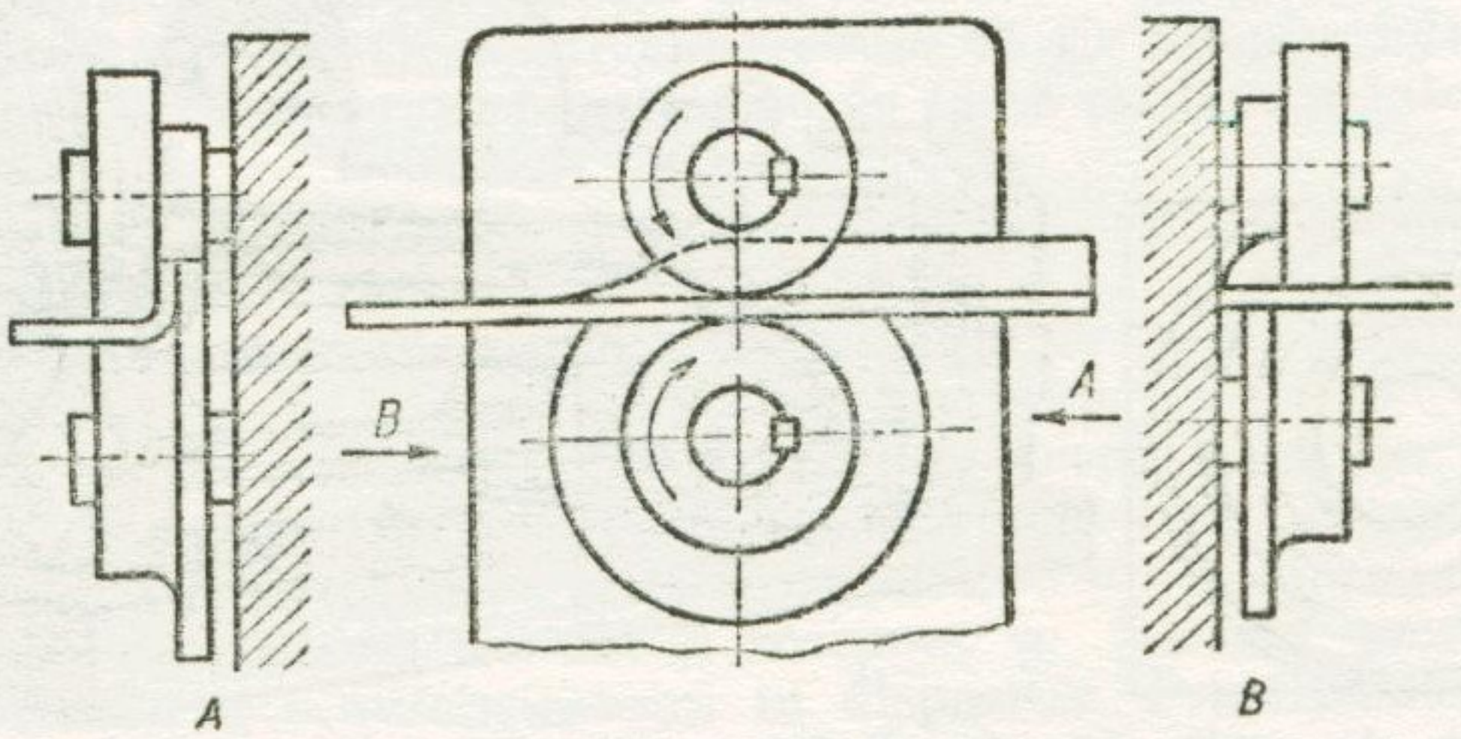


Fig. 2.27. Schema mașinii de profilat cu role.

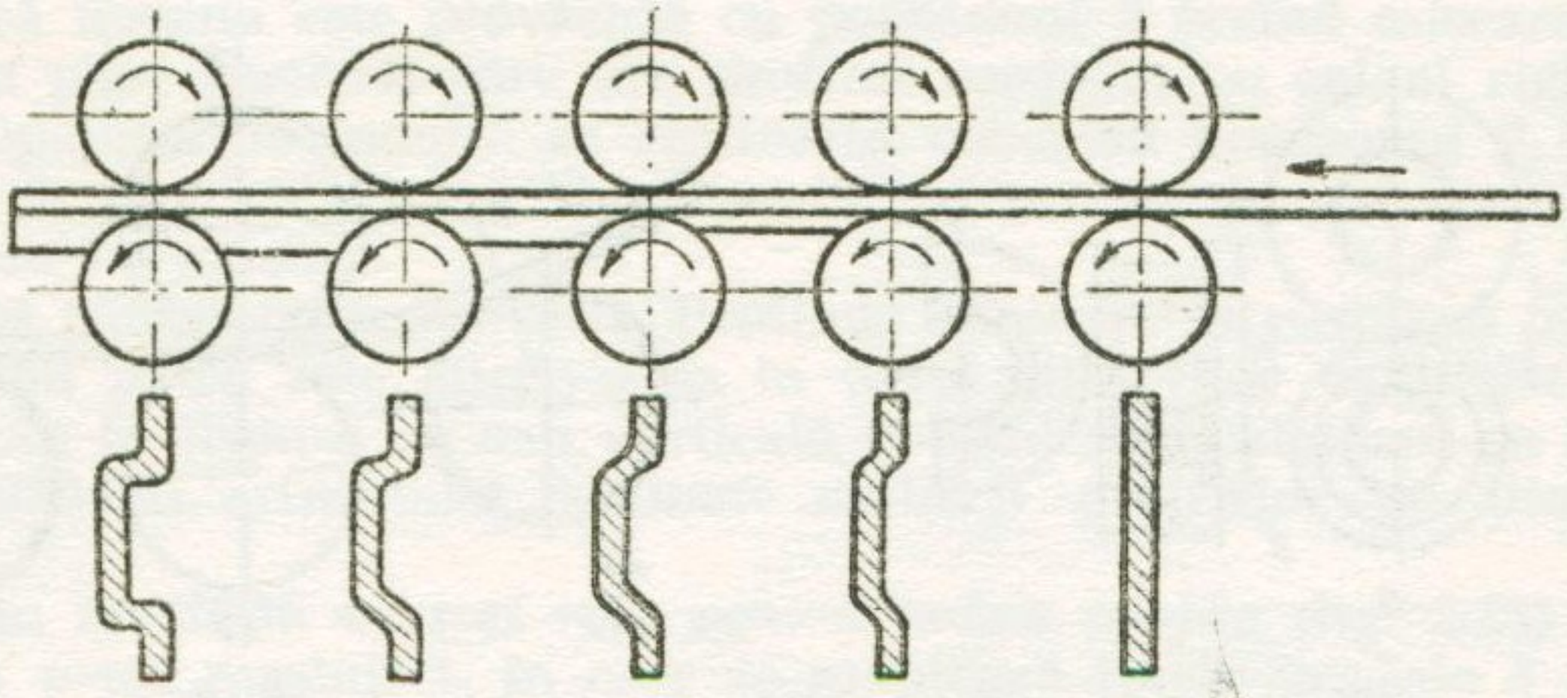


Fig. 2.28. Profilarea pe mașina cu mai multe perechi de role:
a . . . e — etape ale profilării.

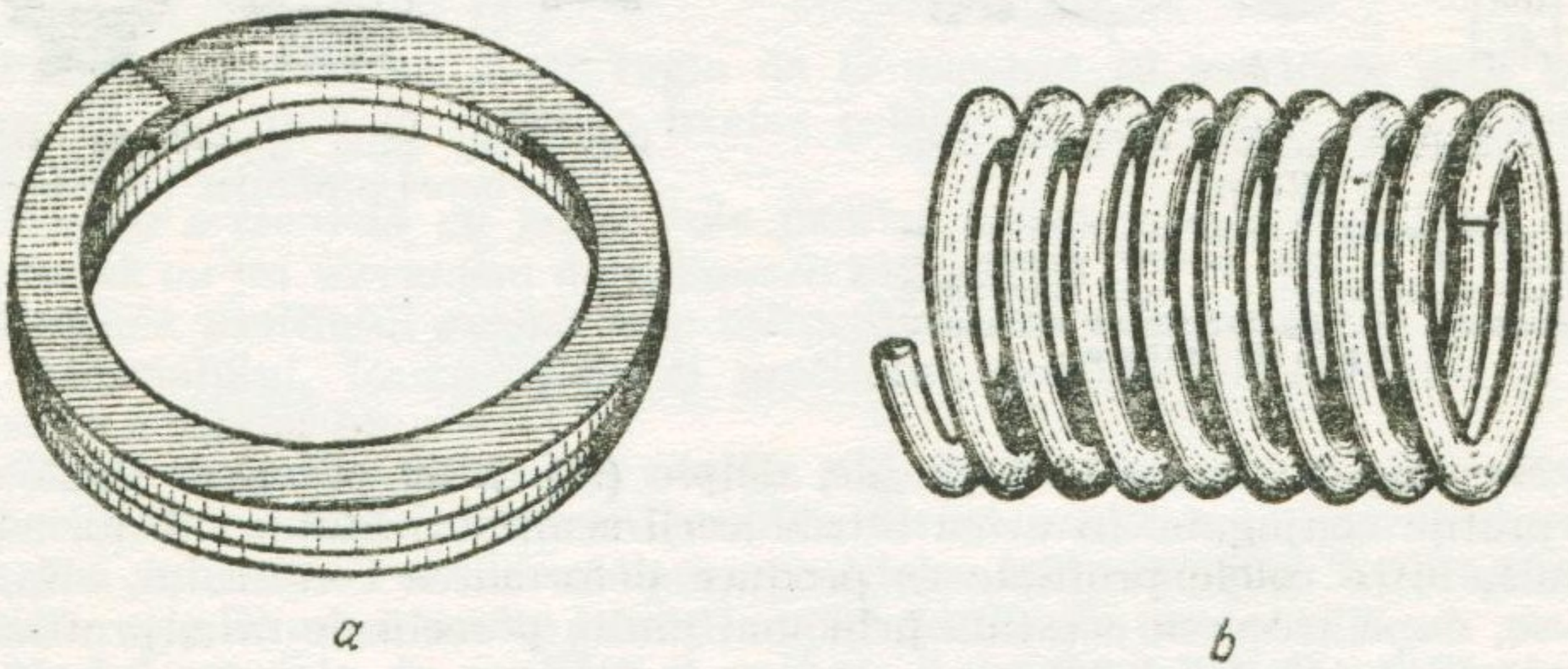


Fig. 2.29. Piese curbate elicoidal:
a — din profil laminat; *b* — din țeavă.

Fig. 2.30. Țeavă curbată în spirală.

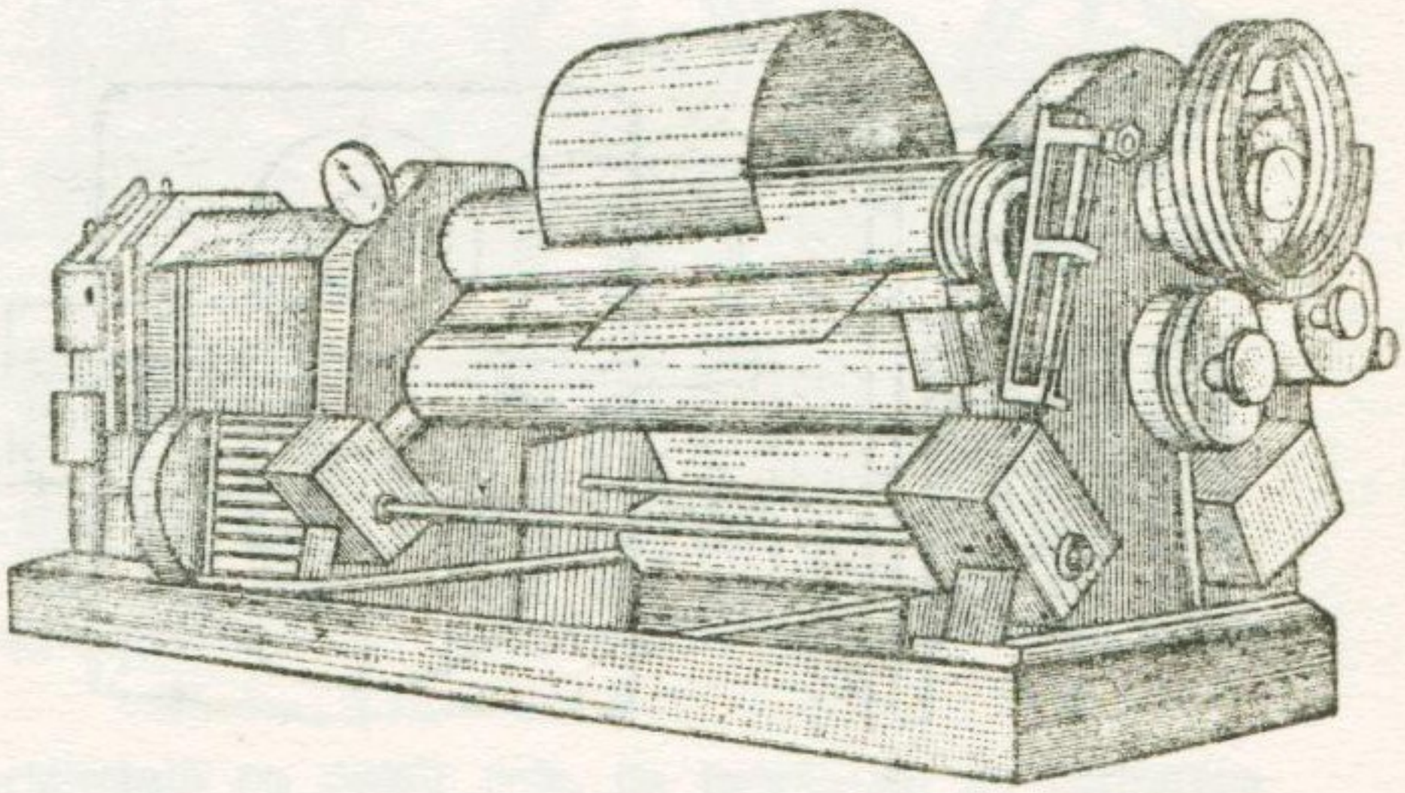


Fig. 2.31. Mașina combinată pentru curbarea tablelor și a profilelor.

În figura 2.31 este reprezentată o mașină combinată, folosită la curbarea tablelor și a profilelor.

Profilele cornier curbate, cu aripa spre interior sau spre exterior, sînt reprezentate în figura 2.32. Aceste profile se execută folosindu-se role profilate special.

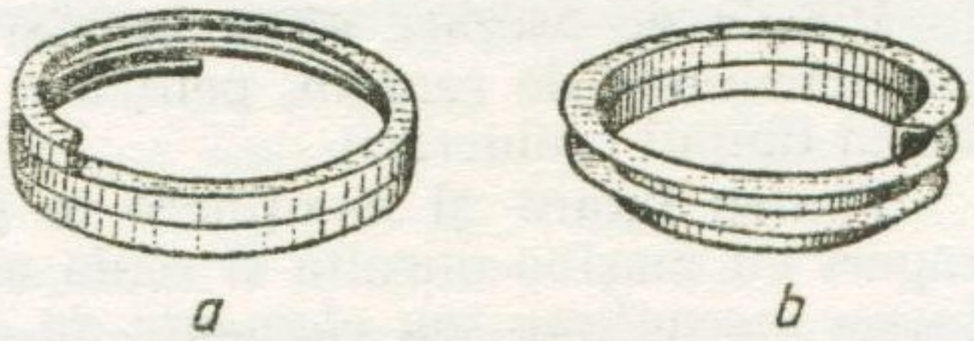


Fig. 2.32. Profile cornier curbate:
a — cu aripa spre interior; *b* — cu aripa spre exterior.

2.1.4. Dispozitive de asamblare și control

Dispozitivele sînt elemente componente ale procesului tehnologic avînd rolul de a fixa semifabricatele în timpul prelucrărilor mecanice pentru a asigura o poziție relativă între traiectoria tăișului sculei sau ale elementelor active ale dispozitivului și suprafețele prelucrate ale pieselor. Dispozitivele prezintă avantaje referitoare la calitatea prelucrării, folosirea rațională a mașinilor-unelte sub aspectul creșterii productivității muncii prin reducerea consumurilor neproductive ale timpului de muncă.

Dispozitivul este un echipament tehnologic al mașinilor-unelte care asigură așezarea, fixarea și prelucrarea mecanică a pieselor. El asigură executarea corectă a unor operații tehnologice, operații de măsurat și de control sau asamblare.

Dispozitivele se clasifică în: dispozitive pentru mașini de găurit, pentru strunguri și, în general, pentru grupa mașinilor-unelte.

După gradul de specializare dispozitivele pot fi: universale, specializate pentru un anumit gen de piese și speciale, proiectate pentru executarea unei anumite operații.

După modul de acționare dispozitivele pot fi acționate manual, pneumatic, hidraulic, electromagnetic etc.

La producția individuală se folosesc dispozitive universale, în general simple, dar care să asigure precizia de prelucrare.

La producția de serie mică și individuale se folosesc dispozitivele universale de construcție simplă care să asigure o precizie sporită și reducerea timpilor de lucru etc.

La producția de serie mijlocie se folosesc dispozitive speciale. *În cazul producției de serie și masă* se folosesc dispozitivele reglabile, concepute pentru prelucrarea de grup. Aceste dispozitive execută o simplă operație la o anumită piesă. Dispozitivele trebuie să fie simple, ieftine și să asigure realizarea de operații tehnologice de bună calitate și într-un timp relativ scurt.

Se urmărește mecanizarea și automatizarea dispozitivelor pentru a obține o productivitate ridicată.

Piesele se fixează în dispozitiv ținînd seama de forma geometrică, de rolul funcțional și gradul de complexitate a acestora.

Așezarea semifabricatelor în dispozitiv are drept scop de a orienta suprafața de prelucrat, în raport cu tăișurile sculei așchietoare sau ale fețelor active ale dispozitivului, orientarea purtînd și denumirea de *bazare*.

Elementele de așezare, numite și *reazeme*, se folosesc pentru rezemarea și orientarea semifabricatului în dispozitiv. Principalele reazeme sînt *cepurile de așezare* și *plăcile (calele) de așezare*. Cepurile de așezare se construiesc cu cap plan, cu cap sferic și cu cap zimțat.

Plăcile de așezare ajută la mărirea suprafeței de contact a pieselor cu elementele de reazem, pentru a mări stabilitatea și rigiditatea pieselor în timpul prelucrării.

Pentru fixare și menținere în poziție corectă a semifabricatului în raport cu mașina-unealtă și scula așchietoare sau elementul activ, se folosesc *mecanisme sau elemente de strîngere.* Se asigură în acest mod rigiditatea constantă a strîngerii, acționarea în minimum de puncte necesare, creează un echilibru stabil și direcționează forțele de strîngere. Mecanismele de strîngere se construiesc în diferite variante, în funcție de operațiile care se execută pe dispozitive, de forma constructivă a dispozitivului și a semifabricatului.

În vederea reducerii timpilor auxiliari, consumați cu bazarea, strîngerea și orientarea semifabricatelor în dispozitiv s-au prevăzut mecanisme de centrare și fixare. Din punct de vedere constructiv corpul dispozitivului reunește toate elementele componente necesare fixării, ghidării și așezării semifabricatului.

Ele trebuie să fie ușoare și să răspundă cerințelor normale de tehnică a securității muncii.

Corpul dispozitivului se execută în construcție sudată sau turnată, sau se asamblează demontabil cu ajutorul șuruburilor, prezoanelor, piulițelor și șaibelor de diferite tipuri.

Corpul dispozitivului este prevăzut cu praguri în care se execută ochiuri sau urechi pentru introducerea șuruburilor de fixare ce fac legătura cu canalul T al mesei mașinii. Pentru a stabili și regla poziția dispozitivului se utilizează penele de diferite tipuri.

În cele ce urmează se dau, spre exemplificare, cîteva tipuri de dispozitive folosite la curbarea unor țevi.

Dispozitive pentru îndoit țevi. Pentru îndoirea țevilor de diametru mare se folosesc matrițe.

Dispozitivul pentru curbarea țevilor la presă (fig. 2.33) se compune din batiul *3*, executat în construcție sudată, prevăzut cu locașuri pentru rolele *4* și poansonul *2* care se montează în placa portpoanson *1*. Poansonul și rolele se schimbă în funcție de diametrul țevii și raza de curbură respectivă înscrisă în desenul de execuție.

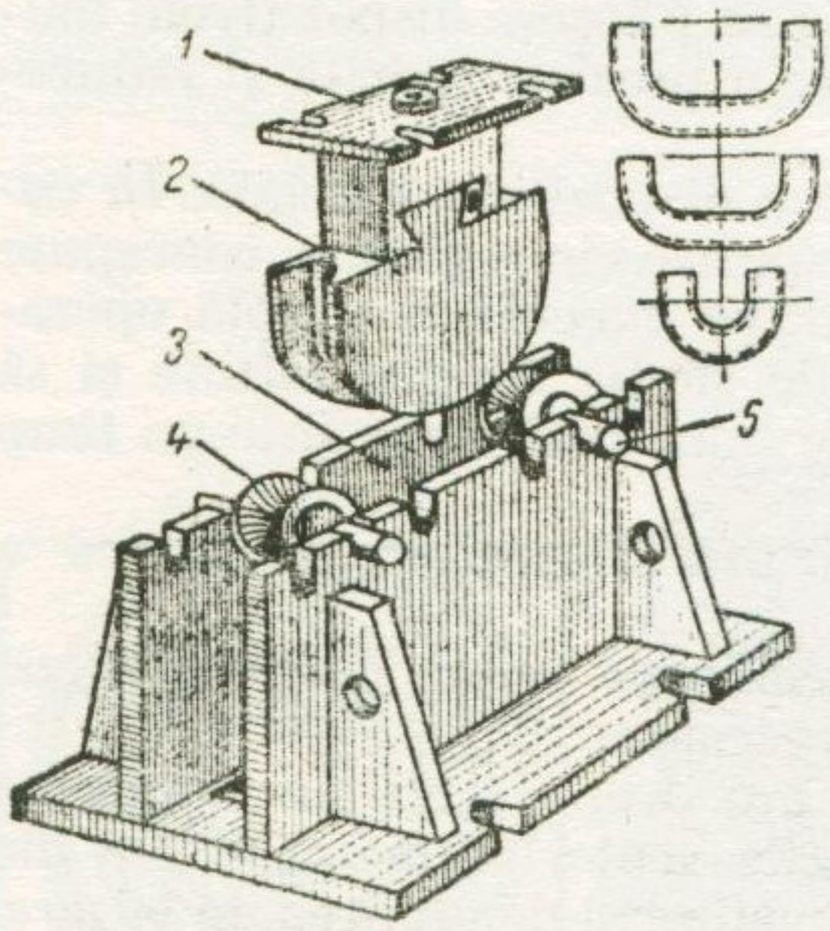


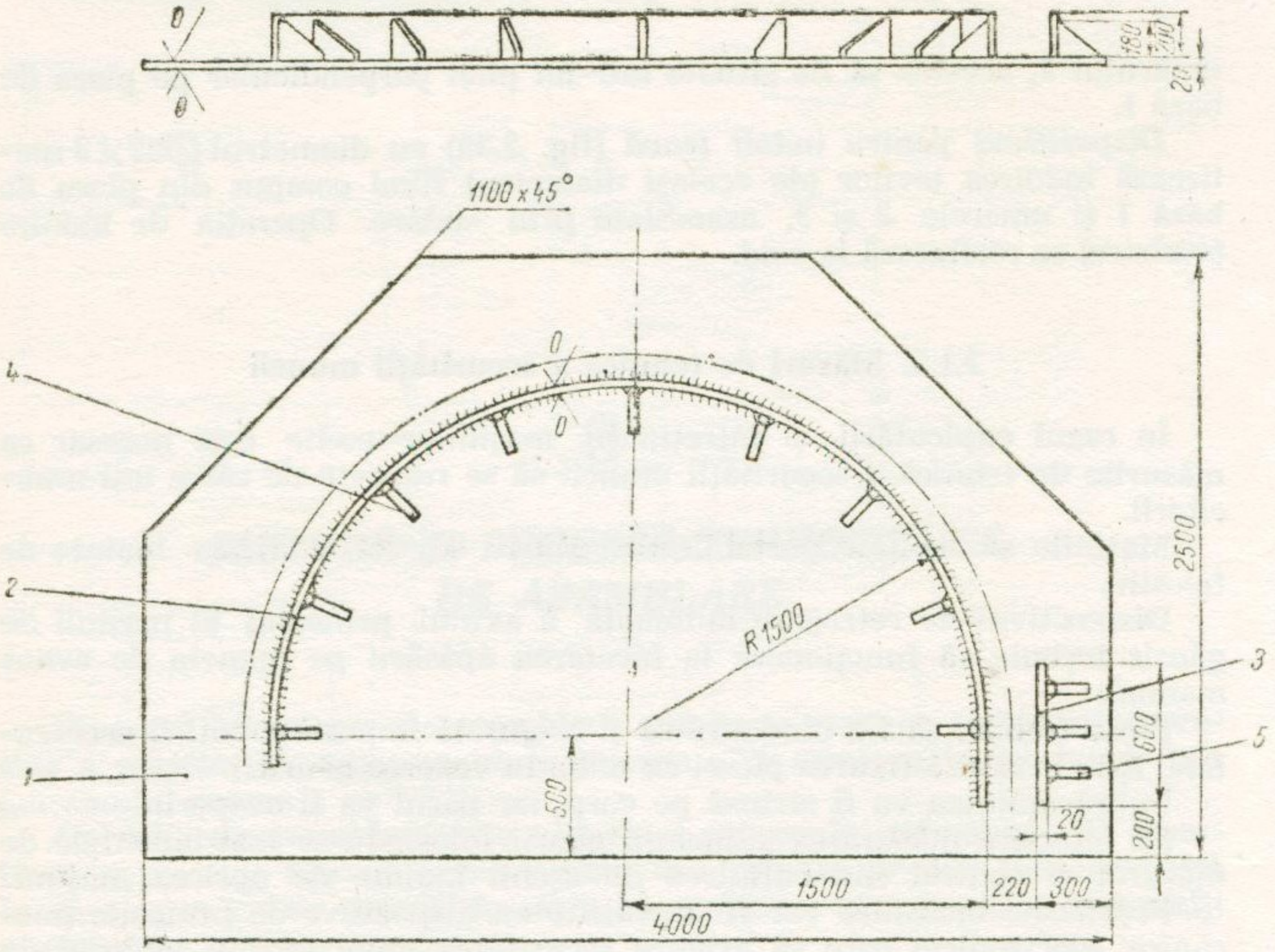
Fig. 2.33. Dispozitiv pentru curbarea țevilor la presă:
1 — placa superioară a poansonului; *2* — poanson profilat; *3* — batiu; *4* — rolă; *5* — axul rolei.

Dispozitivul de îndoit țeavă (fig. 2.34) cu diametrul ∅ 218×8 se utilizează pentru formarea coturilor la 180°, cu raza minimă de îndoire de 500 mm.

Dispozitivul se compune din placa de baza *1*, pe care se montează calapodul (șablonul) *2*, rigidizat cu colțarul *4*.

Fixarea semifabricatului în dispozitiv, în vederea efectuării operației de îndoire la cald, se face introducîndu-se țeava în spațiul dintre calapodul *2* și umărul *3*, rigidizat cu colțarul exterior *5*.

Pentru a se asigura o precizie mai mare a cotului îndoit, se va ține seama ca la sudarea calapodului *2* și a



Lungimea desfășurată a colului la 180° - 5058 mm

Fig. 2.34. Dispozitiv de îndoit țeavă la 180° — cot la 180°.

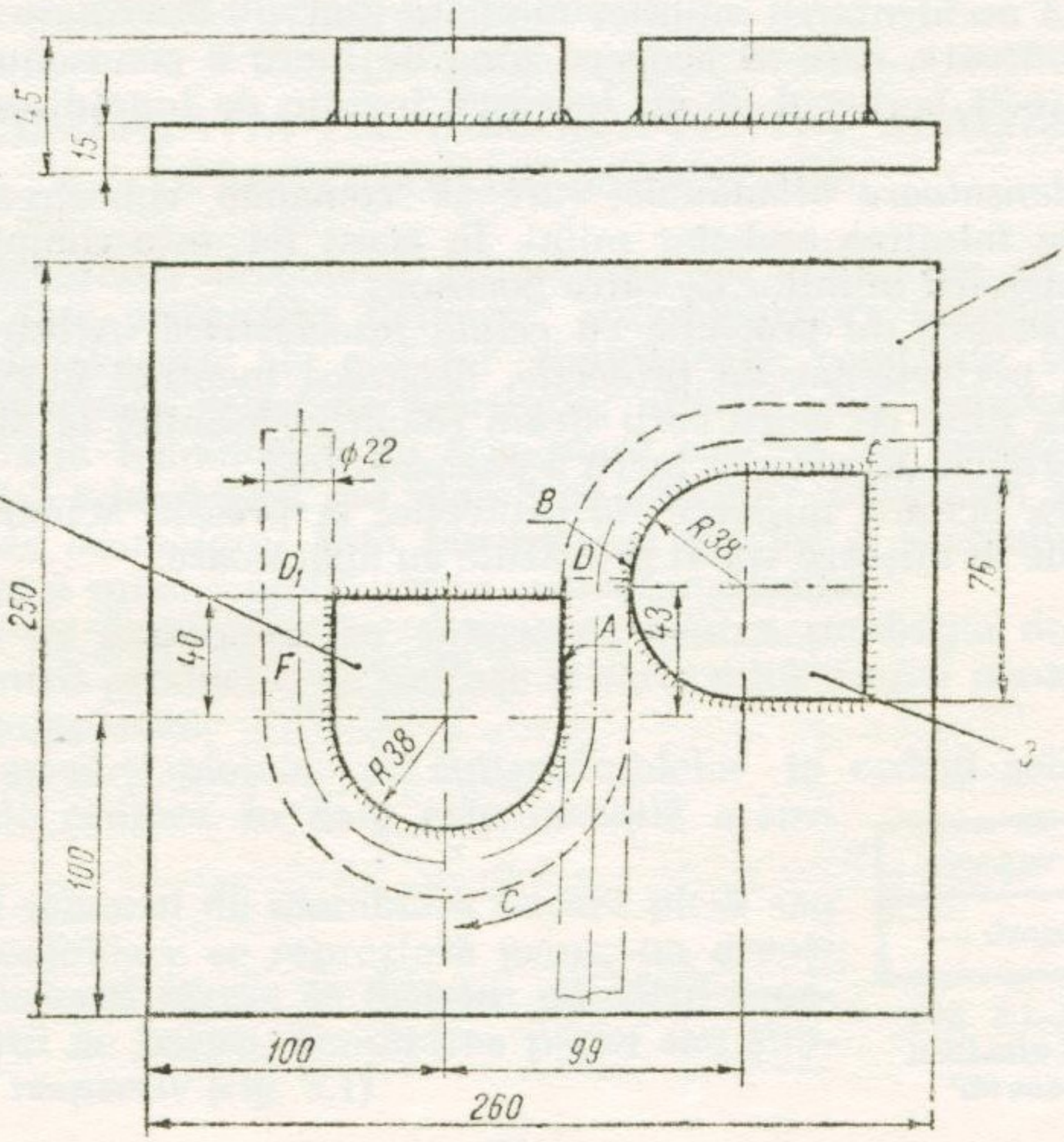


Fig. 2.35. Dispozitiv pentru îndoit țeavă ∅ 22×3.

umărului *3*, acestea să fie situate într-un plan perpendicular pe placa de bază *1*.

Dispozitivul pentru îndoit țeavă (fig. 2.35) cu diametrul ∅22×3 realizează îndoirea țevilor (de același diametru) fiind compus din placa de bază *1* și umerele *2* și *3*, asamblate prin sudare. Operația de îndoire (curbare) se realizează la cald.

2.1.5. Măsuri de tehnică a securității muncii

În cazul exploatării și întreținerii mașinilor-unelte este necesar ca măsurile de tehnică a securității muncii să se respecte de către toți muncitorii.

Mașinile și uneltele portabile de găurit se vor controla înainte de folosire.

Dispozitivul de retragere automată a axului principal al mașinii de găurit trebuie să funcționeze la încetarea apăsării pe maneta de avans manual.

Piesa trebuie să fie bine strînsă și asigurată împotriva rotirii accidentale. Este interzisă fixarea piesei cu mîna în vederea găuririi.

Îmbrăcămintea va fi strînsă pe corp, iar părul va fi acoperit.

Se interzice măsurarea adîncimii găurii folosindu-se instrumentele de măsurat și control sau curățirea de așchii înainte de oprirea mașinii.

Foarfecele mecanice vor fi prevăzute cu dispozitive de protecție (mecanice, electronice) care să asigure securitatea muncitorului la locul de muncă.

Presele acționate mecanic, în cazul alimentării manuale, trebuie prevăzute cu cel puțin unul din următoarele mijloace de protecție, care să nu permită accidentarea mîinilor muncitorului:

— *apărătoare*, care să acopere zona de lucru a poansonului, construite astfel încît berbecul să nu lovească înainte de îngrădirea zonei periculoase;

— *declanșatoare bimanuale*, care să comande coborîrea berbecului numai prin folosirea ambelor mîini. În acest fel este complet înlăturat pericolul strivirii mîinilor de către poanson;

— *dispozitive de protecție cu celulă fotoelectrică*. Acestea reprezintă un sistem perfecționat de protecție, deoarece menține blocată comanda presei atîta timp cît orice corp străin (inclusiv mîinile) se află în spațiul imediat apropiat de zona de lucru a poansonului.

În afara acestor mijloace de protecție, la presele acționate mecanic, toate părțile în mișcare vor fi prevăzute cu apărătoare.

3

METODE ȘI PROCESE TEHNOLOGICE DE ASAMBLARE

Procesul tehnologic de asamblare stabilește ordinea îmbinării succesive a pieselor în subansambluri precum și a acestora în produsul finit (ansamblul general).

Operația de asamblare este o parte a procesului tehnologic de asamblare a pieselor într-un subansamblu sau într-un produs finit realizată la un singur loc de muncă de către un muncitor sau de către mai mulți muncitori.

Partea din operația de asamblare care se execută cu aceeași sculă se numește *fază*, iar o anumită acțiune din cursul pregătirii pentru asamblare sau chiar din cursul montării se numește *mînuire*.

O fază se realizează din mai multe mînuiri.

3.1. DOCUMENTAȚIA TEHNOLOGICĂ PENTRU REALIZAREA OPERAȚIILOR DE ASAMBLARE

Pentru elaborarea proceselor tehnologice de asamblare se studiază următoarele date principale: desenele ansamblurilor, subansamblurilor și desenele de execuție ale pieselor componente; condițiile tehnice ale produsului; mărimea seriei de fabricație; utilajul din dotarea unității.

Documentația tehnologică de asamblare conține în ordine: schema asamblării, fișa tehnologică sau planul de operații, ciclograma asamblării.

Schema de asamblare. Este prezentarea grafică a succesiunii asamblării pieselor și subansamblurilor în cadrul produsului.

Schemele de asamblare se întocmesc pentru producția de serie și masă, iar pentru producția de unicate și serie mică numai pentru ansambluri noi și complexe.

Ordinea așezării pieselor și subansamblelor în cadrul schemei este dată chiar de ordinea în care este posibilă asamblarea.

În cadrul schemei de asambiare fiecare piesă sau unitate de asamblare se reprezintă printr-un dreptunghi în interiorul căruia se înscriu: numărul reperului, numărul de bucăți, denumirea piesei sau subansamblului respectiv (fig. 3.1).

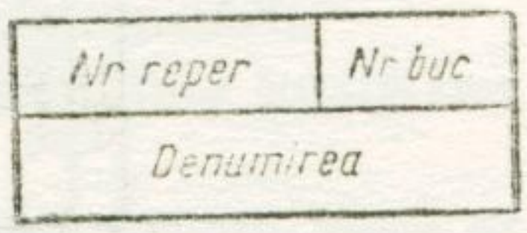


Fig. 3.1. Simboluri utilizate la schema de asamblare.

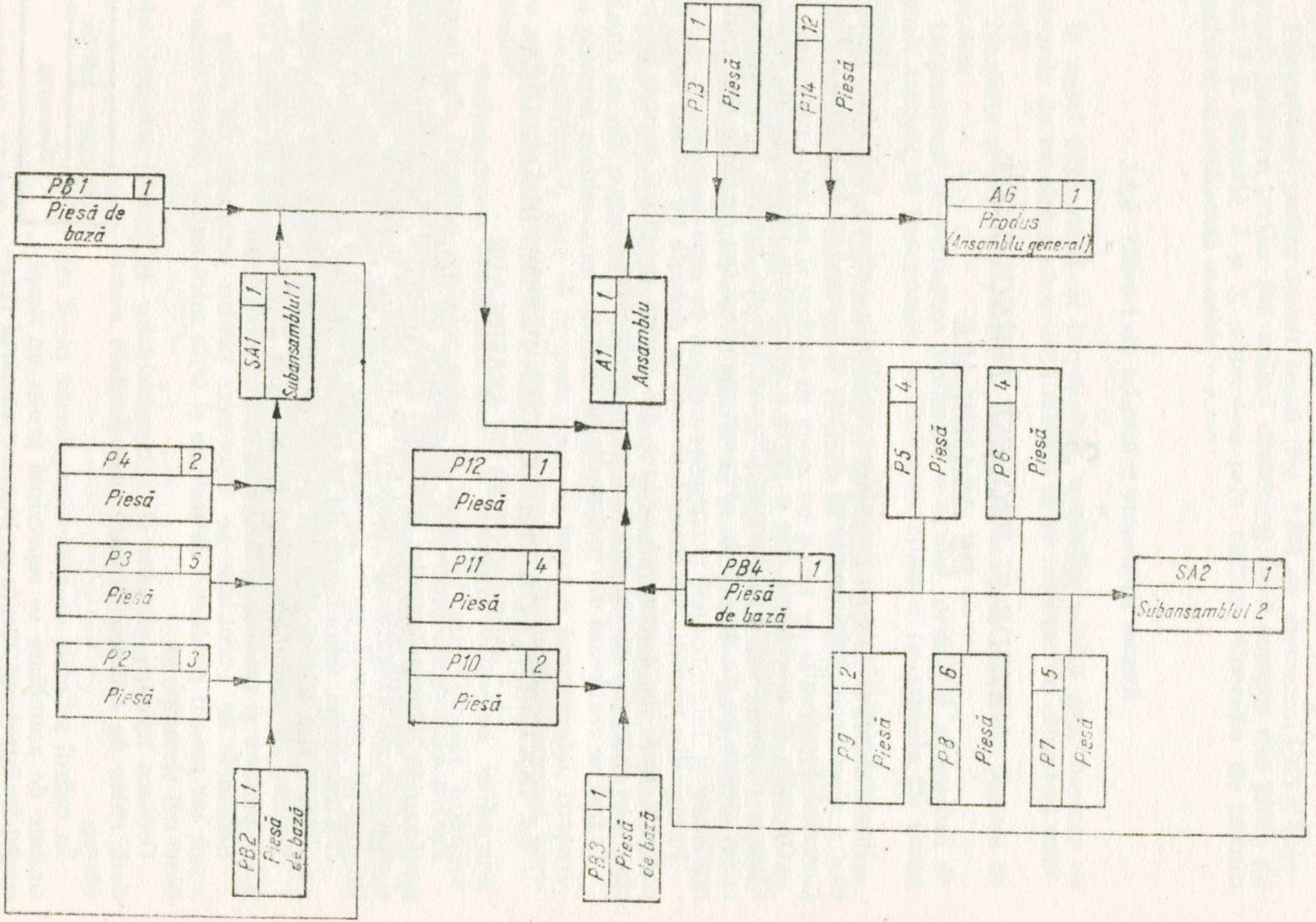


Fig. 3.2. Schema de asamblare în cazul obținerii unui produs.

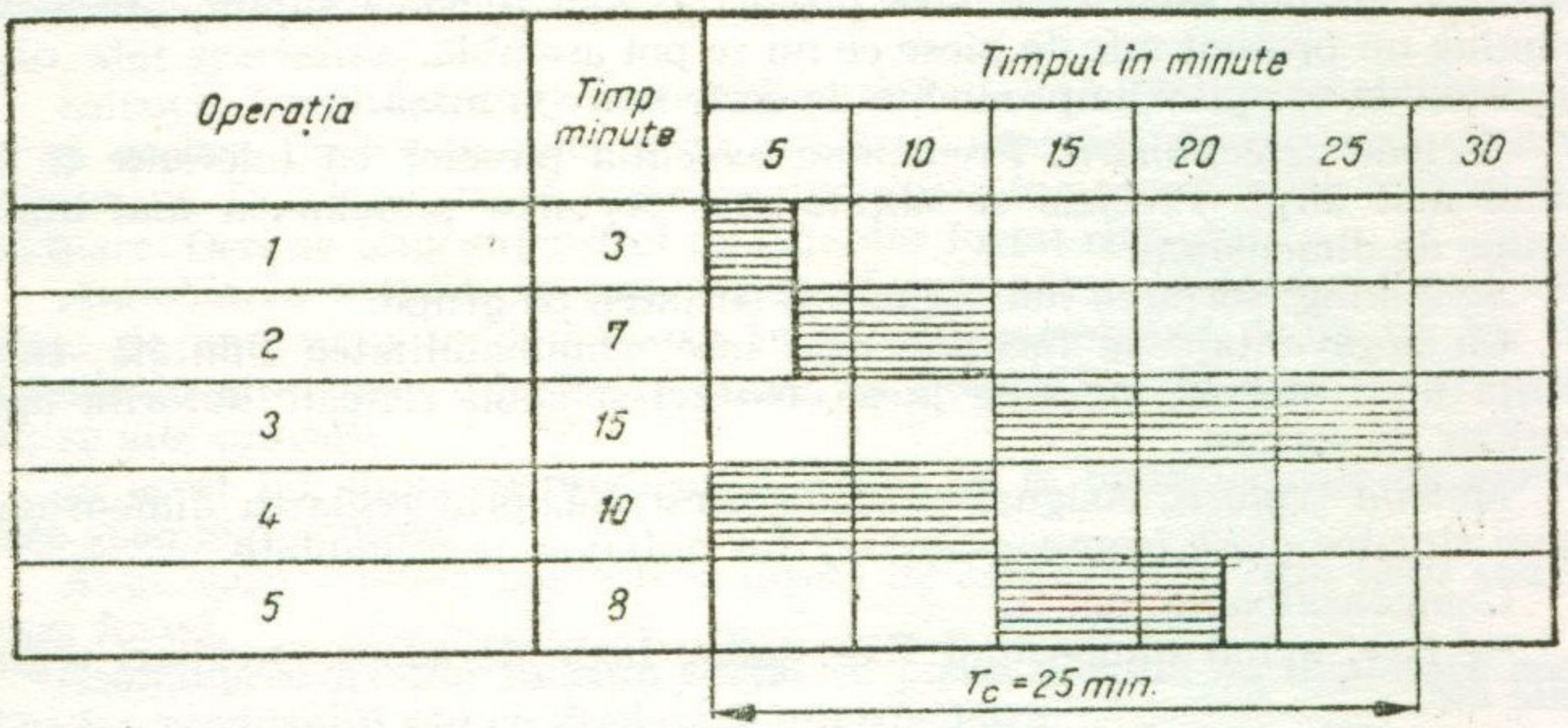


Fig. 3.3. Ciclograma asamblării.

Schema de asamblare se trasează printr-o linie orizontală, care face legătura între dreptunghiul de mai sus și cel care reprezintă produsul, așa cum se indică în figura 3.2.

În toate cazurile, asamblarea începe cu piesa de bază (PB) de care se leagă (unesc) celelalte piese (P).

Subansamblurile (SA) și ansamblurile (A) astfel constituite se regăsesc în ansamblul general (AG).

Fișele tehnologice. Se folosesc pentru prezentarea proceselor tehnologice sumare indicîndu-se principalele operații de asamblare fără defalcarea lor pe faze.

Se utilizează în cazul producției de unicate și serie mică.

Planurile de operații. Conțin în detaliu procesul tehnologic de asamblare în cazul producției de serie mare sau masă.

Se întocmesc pentru unități de asamblare și pentru asamblarea generală.

Atît fișele tehnologice cît și planurile de operații se întocmesc pe formulare tipizate și conțin în principal: utilajele, categoria lucrării, norma de timp, S.D.V.-urile necesare pentru asamblare.

Ciclograma asamblării. Este reprezentarea grafică a ciclului de asamblare (Tc) a unui produs în timp (fig. 3.3).

Se elaborează în cazul producției de serie mare sau masă.

3.2. METODE DE ASAMBLARE

Realizarea preciziei prescrise a poziției reciproce a pieselor și unităților de asamblare care se asamblează, se asigură prin: metoda interschimbabilității, metoda selecționării, metoda reglării, metoda ajustării.

Metoda interschimbabilității presupune interschimbabilitate totală sau interschimbabilitate parțială.

La montarea prin *metoda interschimbabilității totale,* fiecare piesă se poate asambla fără nici un fel de prelucrare și ajustare suplimentară. Montarea prin *metoda interschimbabilității parțiale* nu asigură în toate

cazurile simpla asamblare fără prelucrări sau ajustări suplimentare. Va rămîne un procent mic de piese ce nu se pot asambla.

Metoda se aplică la producția de serie mare și masă.

Metoda selecționării. Presupune execuția pieselor cu toleranțe în limite mai largi. Precizia se obține prin sortarea pieselor în mai multe grupe de dimensiuni.

Se disting: sortarea individuală și sortarea pe grupe.

Ca dezavantaje se menționează: interschimbabilitatea limitată, existența unor stocuri mari de piese, costuri sensibil ridicate datorită operațiilor de sortare.

Metoda reglării. Asigură precizia prescrisă, prin reglarea dimensiunii unei singure piese (compensatoare) din unitatea de asamblare.

Compensatoarele pot fi:

— *fixe,* avînd dimensiuni fixe: șaibe, inele de adaos, șuruburi reglabile etc.;

— *mobile,* referindu-se la schimbarea poziției uneia din piesele unității de asamblare.

Metoda ajustării. Presupune obținerea preciziei prescrise prin modificarea dimensiunii uneia din piesele unității de asamblare.

Metoda se aplică în producția individuală și de serie mică, fiind scumpă și deci neeconomică.

3.3. ORGANIZAREA LOCURILOR DE MUNCĂ

Organizarea locurilor de muncă pentru executarea operațiilor de asamblare și montaj în secțiile pregătitoare și de montaj a construcțiilor metalice are în vedere următoarele: la elaborarea procesului tehnologic de asamblare trebuie stabilită forma de organizare a asamblării produsului funcție de tipul producției și respectiv de particularitățile constructive ale acestuia.

Se disting două forme organizatorice: asamblarea staționară și asamblarea mobilă.

Asamblarea staționară. Se utilizează în cazul producției de unicate sau serie mică precum și în cazul asamblării produselor grele, cu gabarite mari, a căror deplasare pe timpul asamblării ar ridica probleme.

De asemenea se folosește atunci cînd piesa de bază nu este suficient de rigidă.

Așadar asamblarea staționară se caracterizează prin aceea că produsul sau unitatea de asamblare rămîne pe același loc de muncă pe tot timpul desfășurării procesului tehnologic de asamblare, piesele, materialele și S.D.V.-urile specifice fiind aduse la locul de montare al produsului finit.

Asamblarea staționară poate fi realizată în ritm liber sau în ritm forțat.

În primul caz timpul de montaj nu este riguros fixat, variind după nevoile de ajustare și respectiv după numărul muncitorilor folosiți.

Se utilizează în cazul producției de unicate, precum și la asamblarea prototipurilor sau a capetelor de serie.

În cel de al doilea caz organizarea se face după principiul diferențierii operațiilor. Astfel, un muncitor sau o echipă se deplasează la fie-

care din produsele de asamblat, unde execută operația sau operațiile în care sînt specializați.

Întrucît timpii afectați operațiilor trebuie să fie aproximativ egali și în același timp mai mici decît valoarea ritmului de montare, fiecare echipă va fi interesată să termine operațiile înaintea sosirii echipei următoare. Deci se imprimă astfel un caracter forțat ritmului.

Asamblarea mobilă. Se caracterizează prin aceea că produsul sau unitatea de ansamblu se deplasează în timpul asamblării de la un loc de muncă la altul prin diferite mijloace, la fiecare loc de muncă executîndu-se alte operații.

În acest fel, după ce produsul a trecut pe la toate locurile de muncă este asamblat complet.

Asamblarea mobilă poate fi realizată de asemenea în ritm liber sau în ritm forțat.

Asamblarea mobilă în ritm forțat se poate efectua cu deplasare continuă a produsului sau cu deplasare intermediară.

În primul caz, operațiile de asamblare asupra produsului se realizează în timp ce acesta se deplasează pe bandă, în cel de al doilea caz, dispozitivele de transport sînt prevăzute cu sisteme de oprire a produselor la fiecare loc de muncă pentru perioada de timp necesară execuției operației respective.

În general, dispozitivele de transport se constituie din: transportoare cu bandă, transportoare cu lanț, vagonete pe șine, cărucioare suspendate etc.

Asamblarea mobilă este în general economică doar pentru producția de serie mare sau de masă.

4

TEHNOLOGIA ASAMBLĂRILOR NEDEMONTABILE UTILIZATE LA REALIZAREA CONSTRUCȚIILOR METALICE

4.1. ASAMBLĂRI NITUITE

4.1.1. Nituiri și nituri

Nituirea este îmbinarea a două sau mai multe piese, ce se realizează prin folosirea organelor de asamblare numite *nituri*.

Niturile se confecționează din oțel carbon obișnuit OL 34 sau OL 37, alamă, cupru și aluminiu.

Niturile întrebuințate frecvent în construcțiile industriale și navale sînt: cu cap semirotund (fig. 4.1) STAS 797-80*, cu cap tronconic (fig. 4.2), STAS 801-80*, cu cap semiînecat (fig. 4.3) STAS 802-80*.

Asamblările nituite se execută manual sau mecanic. Nituirea propriu-zisă se execută după operațiile de curățire, îndreptare și găurire a pieselor.

Utilajul pentru nituire se compune din:

— instalații pentru încălzirea niturilor: forje, cuptoare, aparate electrice pentru încălzire;

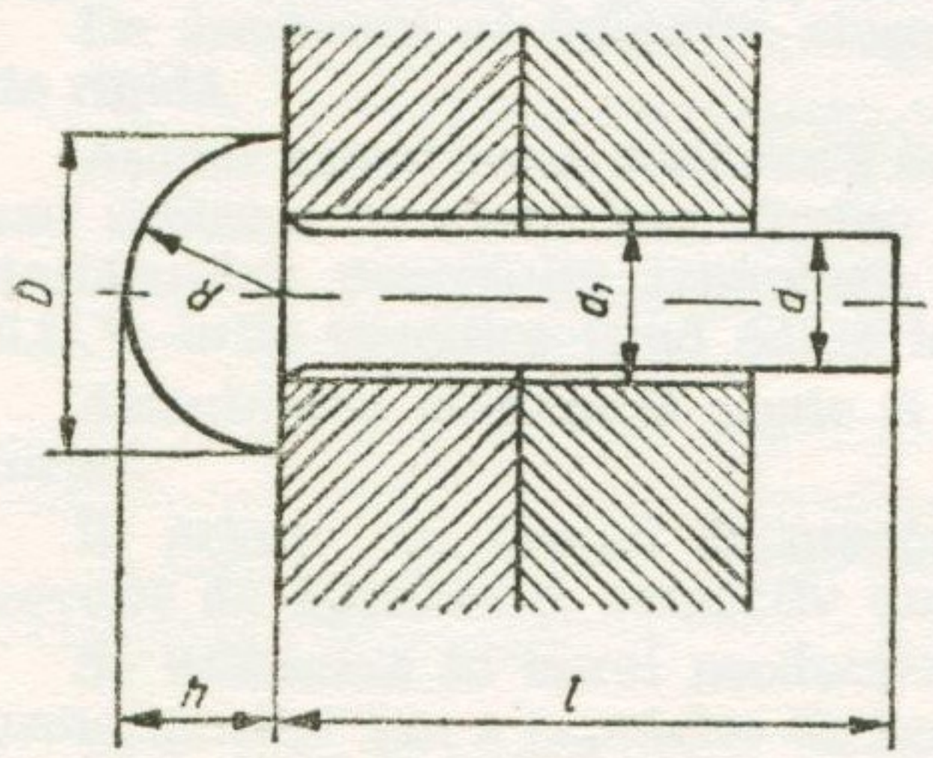


Fig. 4.1. Nit cu cap semirotund pentru rezistență-etanșare.

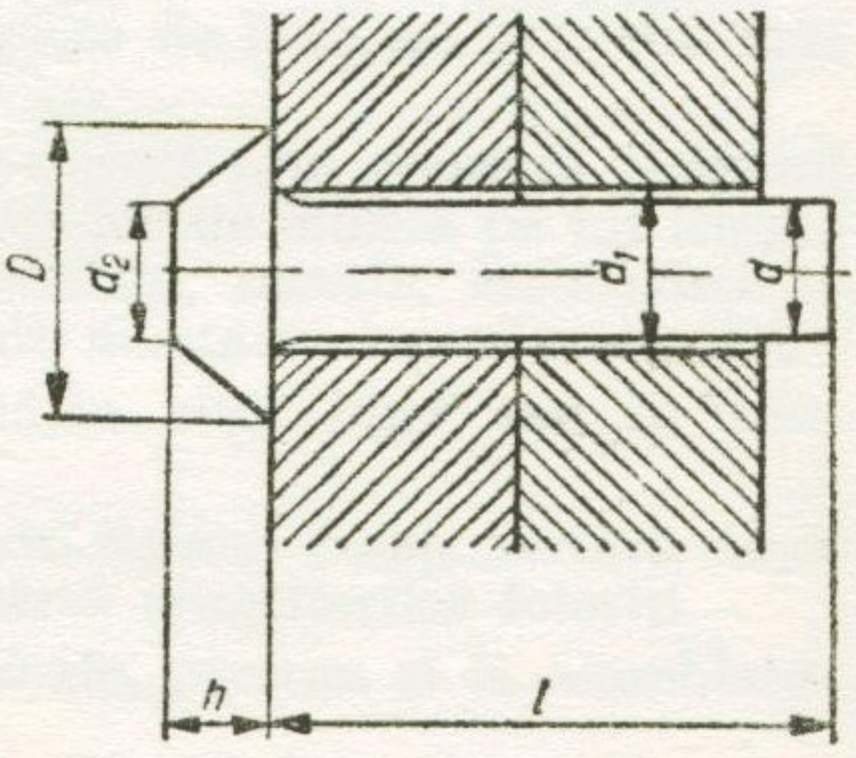


Fig. 4.2. Nit cu cap tronconic pentru rezistență-etanșare.

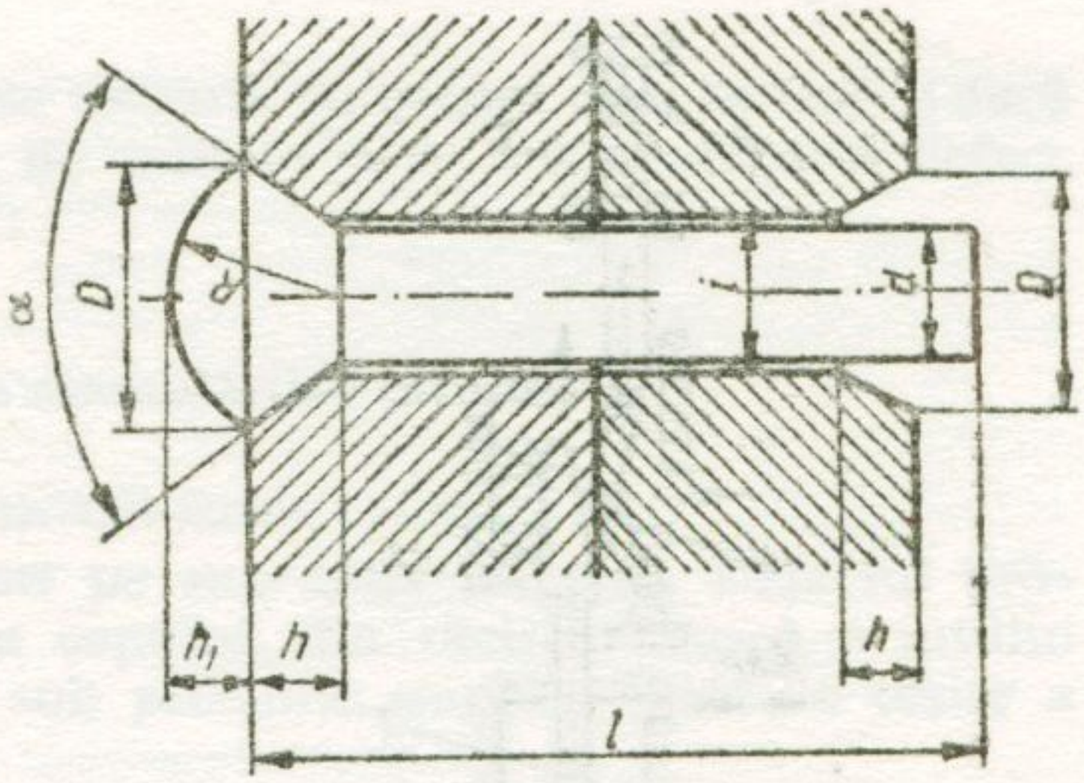


Fig. 4.3. Nit cu cap semiînecat pentru rezistență-etanșare.

— dispozitive de formare a capului: căpuitoare și contracăpuitoare cu anexe (suporți de susținere a contracăpuitoarelor);

— dispozitive de lovire și presare: ciocanul de mînă (barosul), ciocane pneumatice, prese. Operația de nituire se realizează prin suprapunerea tablelor cu unul, două sau trei rînduri de nituri, cap la cap sau cu eclise.

4.1.2. **Mașini de nituit**

Pentru mărirea productivității muncii și a calității nituirii se folosesc utilaje de nituit cu o forță de apăsare de 20 000 N/cm².

Mașinile de nituit pot fi clasificate astfel:

— După procedeul de formare a capului de nit
  - prin ciocănire (ciocane de nituit)
    - fixe
    - transportabile
    - în potcoavă
    - în clește
  - prin presare (presare de nituit)
  - prin rulare

— După posibilitatea de deplasare
  - fixe
  - transportabile
    - portative
    - carosabile
    - suspendate

— După modul de acționare
  - pneumatice
  - hidropneumatice
  - electromecanice

— După felul comenzii de funcționare
  - cu comandă manuală
  - cu comandă semiautomată
  - cu comandă automată.

Mașina de nituit prin ciocănire (fig. 4.4) se folosește la nituri cu diametrul pînă la 42 mm. Aceste mașini pot fi acționate cu aer comprimat sau prin transmisii mecanice. Aerul comprimat acționează pistonul *1*. Pe tija pistonului este fixată pana *2*, care, la deplasarea pistonului împinge rola *3*, transmițînd printr-un sistem de pîrghii efortul

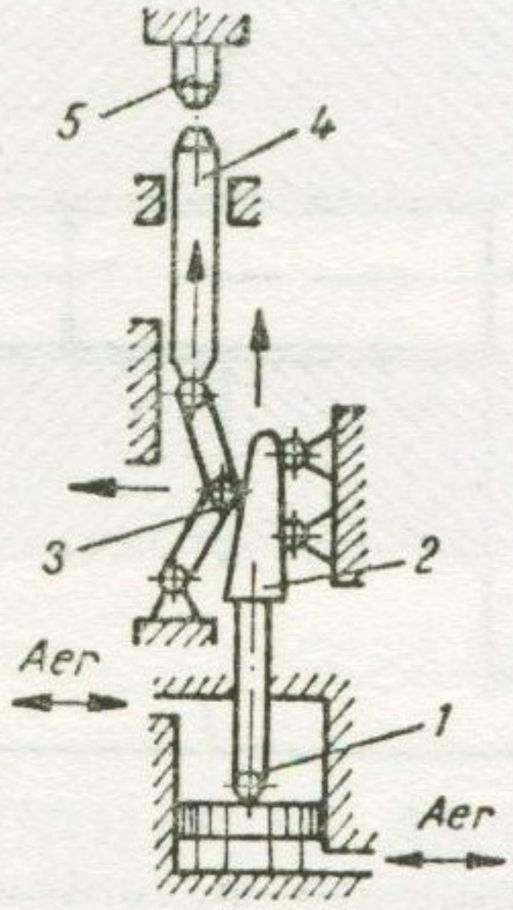


Fig. 4.4. Mașină pneumatică cu pîrghii.

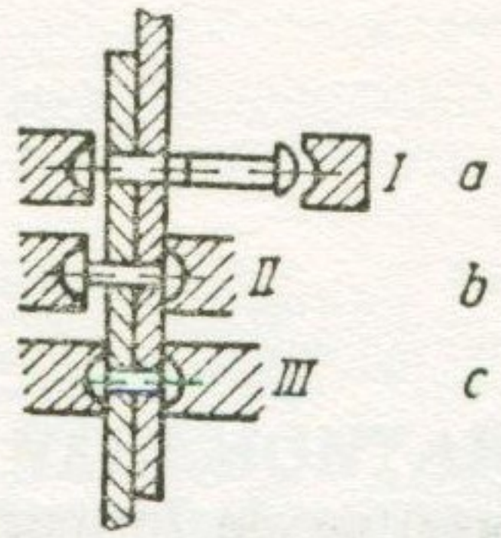


Fig. 4.5. Fazele nituirii la mașina de nituit prin presare.

asupra căpuitorului *4*. Contracăpuitorul *5* face corp comun cu batiul mașinii.

Mașina de nituit prin presare (fig. 4.5) formează capul nitului dintr-o singură mișcare a căpuitorului; presiunea asupra nitului crește în mod treptat. Nituirea cu astfel de mașini face ca refularea să fie foarte puternică, eliminîndu-se operația de ștemuire. Mașina se apropie de piesele ce trebuie să fie nituite pînă cînd capul de așezare al nitului vine în contact cu contracăpuitorul fix. Apoi se aplică presiunea asupra căpuitorului și se formează capul de închidere al nitului.

4.1.3. **Condiții tehnice impuse asamblărilor nituite**

Obținerea unei bune calități a asamblărilor nituite este condiționată de următorii factori:

— presiunea executată asupra nitului și a tablelor ce se îmbină trebuie să fie suficientă pentru a împiedica deplasarea dintre piese și a evita forfecarea;

— temperatura de încălzire a nitului trebuie să fie între limitele prescrise, iar niturile să nu stea timp îndelungat la aceste temperaturi, pentru ca materialul să nu-și schimbe proprietățile tehnologice;

— niturile să fie astfel alese încît să existe un raport între diametrul și tija nitului suficient pentru formarea capului de închidere;

— piesele care se îmbină să aibă suprafețele bine curățite și îndreptate;

— niturile să se distribuie astfel încît să se realizeze o bună rezistență și etanșeitate a îmbinării.

Asamblările nituite se consideră de bună calitate dacă îndeplinesc următoarele condiții:

— gaura este umplută complet de corpul nitului;

— nitul asigură o strîngere corespunzătoare a pieselor îmbinate;

— capul nitului asigură aderența pe toată suprafața lui cu piesele pe care le îmbină și nu prezintă fisuri, frecături sau rupturi.

Controlul asamblărilor nituite se execută cu scopul de a se stabili dacă asamblarea îndeplinește condițiile de calitate și de a se îndepărta defectele ce au apărut.

4.1.4. **Defectele asamblărilor nituite**

Aceste defecte se pot grupa în următoarele categorii:

capul de nit nu aderă suficient pe suprafața pieselor. Defectul provine din strîngerea insuficientă a capului, din răcirea bruscă a nitului fără ca piesele să fie menținute sub presiune sau din lipsa de teșire a găurilor;

capul de nit nu s-a format complet. Defectul se datorește așezării incorecte a căpuitorului, încălzirii incorecte a nitului, alegerii unui nit cu tija prea scurtă. Aceste defecte se pot constata prin examinarea exterioară a nituirii, admițîndu-se abateri maxime care însumate să nu depășească *0,2 d,* în care *d* reprezintă diametrul tijei nitului;

capul de închidere a nitului este dezaxat față de tija nitului. Defectul se datorește unei centrări greșite a sculelor de nituit, deplasării sculelor în timpul lucrului sau fixării insuficiente a pieselor de nituit. Defectul se constată prin măsurarea distanțelor dintre nituri, admițîndu-se o dezaxare maximă de 0,1 *d* sau de 3% din grosimea pieselor nituite, însă nu mai mult de 3 mm;

capul de închidere a nitului prezintă fisuri, crăpături sau rupturi. Defectul se constată prin examinarea atentă a nituirii și se datorește folosirii necorespunzătoare a materialelor de nituit sau arderii nitului;

capul de nit prezintă bavuri. Defectul se datorește folosirii nitului cu tijă lungă sau a sculelor uzate.

Piesele prezintă tăieturi în jurul capului de nit. Defectul provine din folosirea sculelor ascuțite (căpuitor); se admit adînciturі de maximum 0,5 mm;

gaura de nit este incomplet umplută cu material. Acest defect nu este admis la nici un fel de îmbinare și provine din presarea greșită a capului, încălzirea insuficientă a nitului sau folosirea de nituri cu tijă necorespunzătoare. Defectul se constată prin ciocănirea ușoară a capetelor de nit cu un ciocan de control de 400 g.

Niturile cu defecte sînt considerate rebut și trebuie înlocuite cu altele noi.

4.2. ASAMBLĂRI SUDATE

Operația de sudare este o îmbinare nedemontabilă a două sau mai multe piese metalice, executată la cald prin topire locală în porțiunea de îmbinare sau presare, executată cu sau fără adaos de metal, astfel încît piesele sudate să formeze corp comun.

Factorii principali care au favorizat introducerea sudării în diferite domenii industriale sînt următorii:

— *economia de metal.* Înlocuirea construcțiilor nituite cu cele sudate duce la o economie de metal pînă la 30%, iar înlocuirea pieselor de exe-

cuție forjată sau turnată prin piese sudate duce la o economie de 50—60%, asigurîndu-se în același timp o rezistență cel puțin egală;

— *reducerea volumului de muncă și a costurilor.* Construcțiile nituite necesită executarea unor eclise, nituri, găuri bine centrate și prelucrate. La sudare, aceste operații și materiale se economisesc;

— *sudurile sînt etanșe.* La executarea recipientelor, a utilajelor tehnologice, navelor și construcțiilor industriale este necesară o îmbinare compactă și etanșă. Prin sudare, etanșeitatea se obține mai ușor decît prin alte procedee.

4.2.1. Procedee de sudare

Prin *procedeu de sudare* se înțelege totalitatea operațiilor tehnologice efectuate pentru obținerea unei îmbinări sudate.

Procedeele de sudare se pot clasifica astfel:

după starea în care este adus materialul de bază, în:

— procedee prin topire;

— procedee prin presiune;

după originea energiei utilizate la încălzirea metalului, în:

— procedee de sudare cu gaze combustibile;

— procedee electrice de sudare.

Procedee de sudare prin topire. Marginile pieselor de îmbinat sînt topite local, iar sudarea se realizează prin solidificarea metalului topit. Cele mai folosite procedee industriale de sudare prin topire sînt sudarea cu flacără și sudarea electrică prin topire. La sudarea cu flacără, căldura necesară sudării este produsă de flacăra unui gaz combustibil (hidrogen, acetilenă, metan etc.) sau a vaporilor unui lichid combustibil (benzină, petrol lampant etc.) în amestec cu oxigen sau cu aer comprimat. Procedeul poartă numele gazului sau a vaporilor folosiți, adică: *oxiacetilenic* (cu acetilenă), *oxihidric* (cu hidrogen), *oxibenzenic* (cu benzină).

La sudarea electrică prin topire, baia de sudare se formează prin topirea marginilor piesei cu sau fără adaos de metal.

Sudarea cu jet de plasmă folosește jetul (vîna) format prin suflarea arcului electric printr-un ajutaj ce provoacă ionizarea totală a gazelor, obținîndu-se plasma.

Plasma este o substanță în stare gazoasă puternic ionizată, avînd proprietăți fizice determinate de existența ionilor și a electronilor în stare liberă. Ea se caracterizează prin reacții termonucleare cu degajare de temperaturi foarte înalte.

Sudarea în baie de zgură se aplică pieselor groase. Căldura necesară se obține datorită efectului Joule-Lenz care ia naștere la trecerea curentului de sudare prin baia de zgură topită. Baia de zgură transformă energia electrică în energie termică datorită conductibilității electrice reduse a zgurei în stare topită.

La sudarea electrică în mediu gazos protector, arcul electric se menține într-un mediu de gaz protector, ca hidrogenul, argonul, bioxidul de carbon etc.

Procedee de sudare prin presiune. La aceste procedee, marginile pieselor de îmbinat sînt aduse în stare plastică și apoi presate. Se deosebesc următoarele procedee de sudare prin presiune:

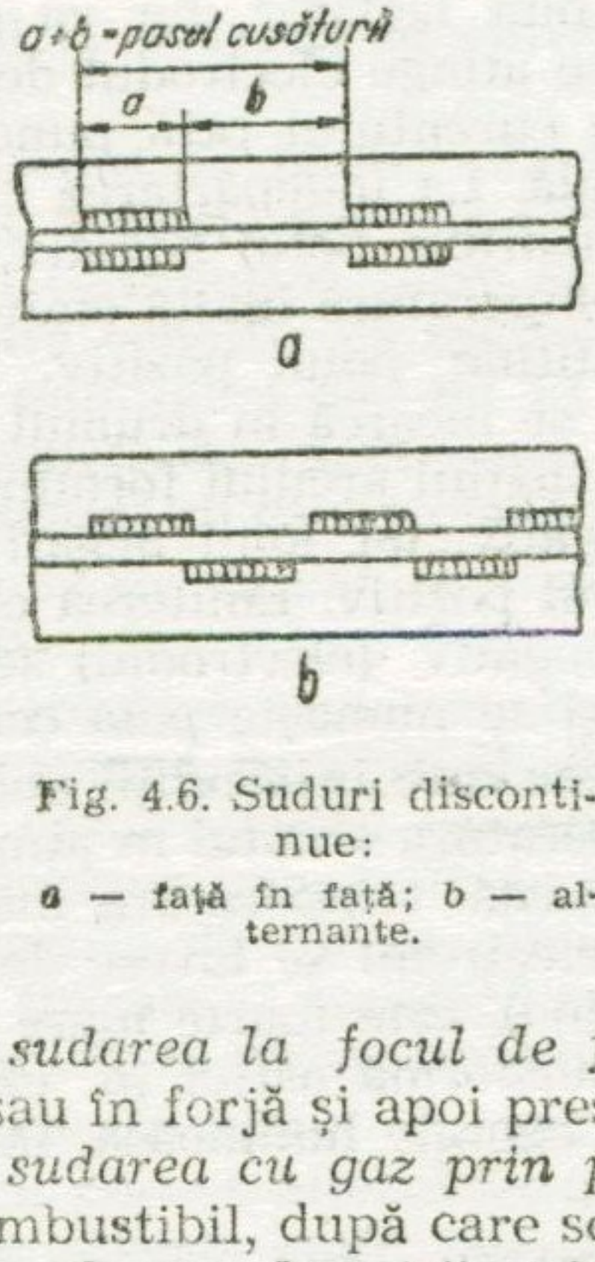


Fig. 4.6. Suduri discontinue:
a — față în față; *b* — alternante.

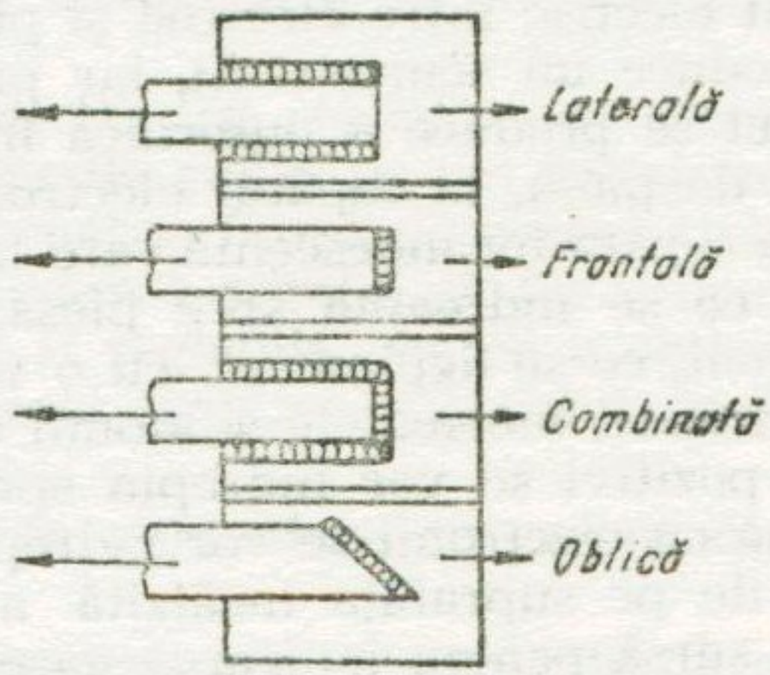


Fig. 4.7. Poziția cusăturilor față de solicitări.

— *sudarea la focul de forjă;* piesele de sudat sînt încălzite în cuptoare sau în forjă și apoi presate cu ciocanul sau la presă;

— *sudarea cu gaz prin presiune;* piesele se încălzesc cu flacăra unui gaz combustibil, după care se aplică presiunea;

— *sudarea electrică prin presiune;* încălzirea locală a pieselor de sudat se realizează prin rezistență electrică sau prin inducție, după care se aplică presiunea necesară.

4.2.2. Clasificarea sudurilor

Sudurile prin topire se clasifică după mai multe criterii și anume:

După forma secțiunii transversale, pot fi:
— *cap la cap, în colț* (în unghi) și *în găuri rotunde* sau *alungite.*

După forma suprafeței exterioare, pot fi:
— *plane, convexe* și *concave.*

După continuitate, pot fi: *continue* sau *discontinue* (fig. 4.6).

După modul cum sînt solicitate (fig. 4.7) pot fi: *laterale, frontale, înclinate* (oblice) sau *combinate.*

După poziția cusăturilor în spațiu (fig. 4.8) pot fi: *orizontale, orizontale în plan vertical, verticale* și *de plafon.*

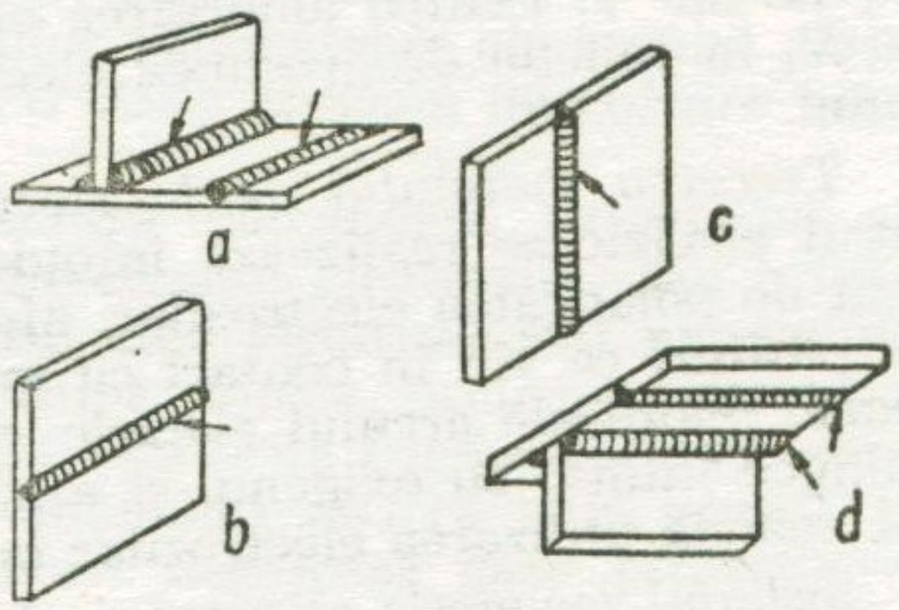


Fig. 4.8. Poziția cusăturilor în spațiu:
a — orizontală; *b* — orizontală în plan vertical; *c* — verticală; *d* — de plafon.

4.2.3. Sudarea manuală cu arc electric

Arcul electric este o descărcare electrică, stabilă în mediu gazos, între doi electrozi, la densități mari de curent.

Dacă se consideră un electrod de cărbune și o piesă de metal legate la polul negativ, respectiv la polul pozitiv al unei surse de curent continuu, se

constată că, datorită aerului, care este un bun izolator, nu va circula curent electric între electrod și piesă. Dacă se atinge electrodul de piesă, se produce un scurtcircuit, iar prin trecerea curentului prin punctul de contact se produce o puternică încălzire locală. La îndepărtarea electrodului de piesă, la capătul electrodului ce constituie polul negativ, se va forma o pată incandescentă care la această temperatură înaltă emite electroni ce se îndreaptă spre piesă, care constituie polul pozitiv. Acești electroni, ce se deplasează cu o viteză mare, se încarcă în drumul lor cu electricitate, moleculele și atomii de gaz din spațiul arcului formînd ioni. Ionii pozitivi se vor îndrepta spre polul negativ, iar ionii negativi împreună cu electronii se vor îndrepta spre polul pozitiv. Emiterea electronilor de pe suprafața încălzită a polului negativ (electrodul) servește drept sursă pentru ionizarea gazelor în arc și se numește *pată catodică*.

Astfel devine conducător de curent orice gaz care în condiții obișnuite nu este bun conducător de electricitate. Temperatura arcului în atmosfera înconjurătoare este între 3 773—4 473 K. Această temperatură înaltă se datorește faptului că viteza cu care ionii și electronii se lovesc de polul pozitiv (anod), respectiv de polul negativ (catod), este foarte mare și cea mai mare parte a energiei electrice se transformă astfel în căldură. O parte din această energie se transformă în energie luminoasă, însoțind arcul electric cu o emisie puternică de lumină.

Arcul electric poate fi alimentat cu curent continuu sau alternativ. La formarea arcului de curent continuu, la anod se dezvoltă cea mai mare cantitate de căldură, datorită emisiei puternice de electroni de la catod.

Deoarece la sudare este necesară o cantitate mai mare de căldură pentru topirea piesei decît topirea electrodului, se leagă, de obicei, piesa de sudat la polul pozitiv, iar electrodul la polul negativ. Acest mod de legare se numește *legare cu polaritate directă normală*, spre deosebire de *polaritatea inversă*, cînd piesa de sudat este legată la polul negativ, iar electrodul la polul pozitiv.

Amorsarea (aprinderea) și menținerea arcului. Arcul se amorsează printr-un ușor contact al electrodului de piesă, cînd se produce emisia de electroni. La îndepărtarea electrodului la o distanță de 2—3 mm de piesă, se formează arcul electric, și prin aceasta se continuă emisia de electroni, necesară menținerii arcului. Pentru electrozii metalici tensiunea de menținere a arcului electric este de 25 V, iar pentru electrodul de cărbune, de 40—50 V. Pentru amorsarea arcului, tensiunea necesară este de 60—80 V, în funcție de grosimea electrodului și de felul învelișului electrodului.

Trecerea metalului de la electrod la piesă. Trecerea metalului prin arcul electric se realizează întotdeauna în sensul electrod-piesă, indiferent de polaritatea electrozilor. Metalul se scurge din electrod sub formă de picături ce vin în contact cu mediul înconjurător, care la temperaturi foarte înalte ale arcului electric devine foarte activ, producînd reacții chimice întinse cu oxigenul și azotul. Pentru evitarea acestui neajuns se recomandă utilizarea electrozilor înveliți.

Suflajul magnetic al arcului. Arcul electric menținut între electrod și piesă formează un conductor electric foarte flexibil, ce urmează ușor devierea pe care o produce cîmpul magnetic din jurul conductorului de sudare. Această deviere se numește *suflajul magnetic* al arcului sau *suflul arcului*. El împiedică depunerea corectă a metalului topit din electrod în

special la sudarea cu curent continuu, la începutul și sfîrșitul primului strat.

Utilajul de sudare. Surse de curent. Pentru realizarea și menținerea arcului electric necesar topirii metalelor de sudat se pot folosi surse de curent continuu și surse de curent alternativ. Sursa de curent trebuie să satisfacă condiția ca tensiunea de amorsare a arcului să fie suficient de mare (minimum 50—60 V) și să poată fi reglabilă pentru a obține diferite puncte de funcționare pentru aceeași lungime a arcului, în funcție de curentul cu care trebuie să se sudeze.

Surse de curent continuu. Sursele de alimentare cu curent continuu se împart în:

— *rotative,* cuprinzînd grupuri convertizoare și agregate de sudare;
— *statice,* cuprinzînd redresoare de sudare.

În cazul folosirii curentului continuu, pentru obținerea lui se întrebuințează un generator de curent continuu, care este antrenat de un motor electric de curent alternativ. Generatorul de sudare cu curent continuu trebuie să satisfacă condițiile speciale impuse de proprietățile arcului electric la sudarea în curent continuu.

Surse de curent alternativ. Forma cea mai simplă de sursă de alimentare cu curent alternativ a arcului electric este transformatorul pentru sudare. Acesta constituie o formă specială de transformator de putere, în general monofazat, a cărui tensiune secundară se calculează în așa fel încît să poată asigura aprinderea și arderea stabilă a arcului electric. Caracteristicile exterioare ale transformatorului sînt coborîtoare și se pot varia în limitele necesare regimurilor de lucru.

Conductoarele de sudare asigură legarea aparatelor de sudare la portelectrod și la piesă, ele fiind de secțiune mare numite și *cabluri de sudare.* Lungimea lor este de 5—10 m; în anumite cazuri se folosesc și conductoare mult mai lungi.

Portelectrodul. Cleștele-portelectrod este dispozitivul cu care se prinde electrodul de sudare, avînd o greutate cît mai mică, o suprafață de contact suficient de mare, iar mînerul trebuie să fie complet izolat, pentru a evita electrocutarea.

Clemele de contact. Asigură legătura între piesa de sudat și conductorul pentru aducerea curentului la piesă. Clemele trebuie să asigure un contact bun, nefiind permisă încălzirea lor în timpul lucrului.

Masca de sudare și sticlele protectoare. Masca are rolul de a proteja fața și ochii sudorului de efectele radiațiilor vătămătoare ale arcului electric; ea are un locaș în care se fixează o sticlă specială de culoare verzui-închis.

Protecția metalului topit. Protecția contra pătrunderii oxigenului și azotului din aer se asigură cu ajutorul învelișului electrozilor sau a fluxului presărat pe linia de sudare în cazul cînd electrozii sînt neînveliți.

Învelișurile sau fluxurile asigură, după topire, protecția necesară printr-o zgură care plutește deasupra băii. Datorită conductibilității termice rele, zgura prezintă avantajul că împiedică răcirea prea bruscă a băii metalice. Unele învelișuri sau fluxuri degajează gaze protectoare care feresc, de asemenea, picăturile de metal din arc și baia de sudare de pătrunderea oxigenului și azotului.

Învelișurile electrozilor pot fi alcătuite din componenți acizi (bioxid de siliciu SiO_2 și bioxid de titan TiO_2), bazici (oxizii: CaO, MgO, FeO, MnO, Na_2O) sau organici (amidon, celuloză, rumeguș de lemn etc.).

Alegerea mașinii pentru sudare. La alegerea mașinii de sudat trebuie să se țină seama de avantajele și dezavantajele pe care le prezintă curentul continuu și cel alternativ. Sudarea în curent alternativ, folosind electrozi cu înveliș gros, produce cusături de bună calitate, care nu sînt inferioare celor executate în curent continuu. Curentul continuu are însă domenii de utilizare mult mai largi, deoarece se pot folosi și electrozi neînveliți.

Mărimea mașinilor se alege în funcție de grosimea pieselor de sudat. Pentru piese cu grosimi mici și pentru asamblarea construcțiilor metalice sînt suficiente mașini cu intensitate de curent pînă la 180—200 A, la care se pot folosi electrozi pînă la 4 mm grosime. Pentru piese cu grosime pînă la aproximativ 15 mm se recomandă mașini care să poată debita curent pînă la 300 A, iar pentru piesele mai groase se recomandă mașini ce debitează curent de 450—500 A.

Alegerea curentului pentru sudare. Pentru a obține o îmbinare sudată de calitate bună trebuie asigurată o adîncime de topire suficientă a metalului de bază și o aliere între metalul de bază și cel de adaos. De aceea, este importantă alegerea corectă a curentului pentru sudare, care depinde de diametrul electrodului folosit. Acesta se alege corespunzător cu grosimea metalului de sudat și tipul îmbinării.

Curentul electric folosit depinde și de tipul învelișului electrodului, de poziția sudurii, de viteza de sudare etc.

Depunerea rîndurilor de sudură. După amorsarea arcului se începe sudarea prin depunerea rîndurilor de sudură, deplasîndu-se electrodul uniform în lungul cusăturii. Rîndurile de sudură se mai numesc și *treceri,* iar un rînd sau mai multe rînduri executate la același nivel se numește *strat.* În cazul cînd sudorii execută numai mișcări de apropiere a electrodului și de înaintare pe linia de sudare, fără să imprime și oscilații transversale, rîndul depus se numește *filiform.* În general, rîndurile filiforme se execută pentru primele straturi la sudarea tablelor subțiri cînd au rolul de a asigura pătrunderea necesară la rădăcina cusăturii. Rîndul lat se execută imprimîndu-se electrodului trei mișcări, obținîndu-se lățimi de 2,5—4 ori mai mari față de diametrul electrodului.

Mișcarea oscilatorie se execută imprimîndu-se capătului electrodului mișcări în zigzag, prin arce convexe sau prin arce concave.

4.2.4. Sudarea automată și procedee speciale de sudare electrică. Sudarea cu arc electric acoperit (sudarea automată)

Sudarea electrică poate fi realizată și cu un arc acoperit cu un strat de flux granulat, presărat în cantitate suficientă pe linia de sudare. Arcul se menține în interiorul fluxului granulat, fapt pentru care acest procedeu a primit denumirea de *arc electric acoperit.* În țara noastră, procedeul este cunoscut sub denumirea de *procedeul de sudare sub strat de flux.*

În prezent se folosesc următoarele procedee de sudare automată:

— *procedee de sudare automată* sub strat de flux, la care amorsarea și deplasarea arcului pe linia de sudare, înaintarea sîrmei în arc și reglarea regimului de sudare se fac automat, iar sudorul supraveghează desfășurarea operației;

— *procedee de sudare semiautomată* sub strat de flux, la care numai alimentarea cu sîrmă se face automat, celelalte operații: presărarea fluxului, deplasarea arcului pe linia de sudare și reglarea regimului de sudare se fac de către sudori.

Utilaje pentru sudare automată. Industria noastră folosește automate pentru sudare importante, precum și de construcție românească. Părțile componente principale ale unui automat pentru sudare sub strat de flux sînt următoarele:

— tractorul de sudare sau capul de sudare;
— cofretul sau cutia de distribuție și de alimentare a automatului;
— transformatorul sau grupul de sudare.

În afară de aceste părți componente, automatul este dotat și cu șine de ghidare, dispozitive de dirijare a capului de sudare, absorbitoare de flux, conductoare de sudare, conductoare pentru comenzi etc.

4.2.5. Sudarea oțelurilor speciale și sudarea fontei

Sudarea oțelurilor aliate. În construcțiile de mașini, oțelurile aliate se pot clasifica după structură sau după conținutul de elemente de aliere.

După structură, oțelurile aliate pot fi: feritice, perlitice, austenitice, martensitice sau combinat (feritoaustenitice, perlitomartensitice etc.).

După conținutul elementelor de aliere, oțelurile aliate pot fi:

— *slab aliate,* la care tehnologia de sudare nu diferă, în general, de cea a oțelurilor carbon;

— *mediu aliate,* sînt greu sudabile, din care cauză trebuie supuse la anumite tratamente termice în timpul sudării;

— *bogat aliate,* care la un conținut mic de carbon pot fi sudate.

Oțelurile mangan. Aceste oțeluri sînt produse în țara noastră și sînt cunoscute sub marca 18 M 14 (OLX62). Caracteristicile mecanice ale acestui oțel sînt: rezistența de rupere, peste 50 000 N/cm², și limita de curgere, peste 30 400 N/cm². Se sudează cu electrozi EL 50 B (STAS 1125/1-81), care la depunere formează un oțel slab aliat cu mangan. După sudare se recomandă o răcire lentă, pentru a preveni producerea zonelor dure. La grosimi peste 25 mm se recomandă preîncălzirea oțelului la 423—573 K.

Oțelurile nichel, crom, crom-nichel și crom-mangan. Aceste oțeluri se folosesc în construcția de mașini pentru cementare și pentru îmbunătățire. Oțelurile pentru cementare, datorită conținutului mic de carbon, se sudează, în general, bine, folosindu-se electrozi corespunzători. Cele mai greu sudabile sînt oțelurile de construcții mediu și bogat aliate numai cu crom.

Oțelurile molibden și crom-molibden. Aceste oțeluri sînt folosite în industria de utilaj energetic la tambure de cazane sau la țevi pentru cazane de abur (OAT 1) etc., datorită rezistenței mari pe care o au la temperaturi înalte. Cînd sînt slab aliate și conținutul de carbon sub 0,1% au sudabilitate bună. La conținutul de 0,1—0,15% carbon, sudabilitatea este satisfăcătoare sau limitată, în funcție de conținutul de aliere. După sudare se aplică tratamentul termic prescris pentru metalul de bază.

Sudarea fontei. Fontele sînt aliaje ale fierului cu carbonul la care conținutul în carbon depășește 2,04%. După felul în care se prezintă carbonul în fonte, acestea pot fi albe, pestrițe sau cenușii.

La sudarea fontei cenușii se va evita formarea zonelor de fontă albă, în urma răcirii rapide. Piesele de fontă supuse sudării se preîncălzesc la temperatura de 423—473 K sau, uneori, la temperatura de 873—1 023 K.

Sudarea fontei la cald. Piesele se încălzesc în cuptoare sau gropi acoperite cu cărbune de lemn aprins. Diametrul barelor de fontă se ia în funcție de grosimea pieselor (cu diametrul de 6 mm pentru piese cu grosimea mai mică de 10 mm). Se folosește un flux alcătuit din 80% sodă calcinată, 18% acid boric, 2% bioxid de siliciu. Suflaiul va avea o putere de 150—200 l/h pentru fiecare milimetru grosime, pentru a se menține baia fluidă. Se sudează cu exces de acetilenă și în poziție orizontală. Înainte de sudare, marginile piesei se vor curăți la luciu metalic, înlăturîndu-se urmele de ulei, rugină sau alte impurități. La sudarea electrică a fontei la cald se folosesc electrozi cu diametrul de 5—25 mm, în funcție de grosimea pieselor. Curentul de sudare se alege de 60—80 A pentru fiecare milimetru de electrod. Se folosește curentul continuu cu polaritate directă.

Sudarea fontei la rece. Fonta se sudează cu electrozi de oțel, folosindu-se prezoane. Astfel, muchiile îmbinărilor se prelucrează în V la un unghi de 90—100°, iar pentru a se mări rezistența îmbinării se introduc pe margini prezoane. În cazul pieselor subțiri, prezoanele se introduc perpendicular pe suprafața piesei, ale cărei margini pot fi prelucrate. La piesele mai groase se introduc prezoanele în zigzag pe unul sau mai multe rînduri. Sudarea fontei la rece se execută folosindu-se curenți cît mai reduși pînă la maximum 40 A pentru fiecare milimetru de grosime de electrod și cu polaritate inversă.

4.2.6. **Sudarea electrică în mediu de gaz protector**

Pentru obținerea unor cusături de mare rezistență, operația de sudare trebuie executată în așa fel încît în zona sudării să nu pătrundă aer. Pentru a se evita pătrunderea aerului în zona de sudare se folosesc diferite metode de protecție a metalului topit, printre care și protecția băii de sudare cu o atmosferă gazoasă. Principiul sudării cu arc electric în mediu de gaz protector constă în trimiterea unui jet de protecție în zona arcului. Gazul folosit nu trebuie să intre în reacție cu metalul topit sau să aibă proprietăți reducătoare față de oxizi. În acest scop se folosesc hidrogenul, metanul, bioxidul de carbon, argonul, heliul etc.

Tehnologia sudării. Tablele cu grosimi mai mici de 5 mm din oțel inoxidabil sau din oțel refractar se pot suda în mediu de argon, cu sau fără metal de adaos. Suprafețele de sudat se curăță înainte de sudare, pînă la luciul metalic, cu peria de sîrmă, și se degresează cu benzină sau acetonă. Electrodul metalic poate fi introdus în baia de sudare sau așezat în rostul cusăturii. După prelucrare, tablele se prind prin cusături scurte de lungime egală cu 50 mm. Oțelurile inoxidabile se sudează folosindu-se electrozi de wolfram.

Sudarea se execută de la dreapta la stînga. Unghiul dintre sîrma de adaos și metalul de bază nu trebuie să depășească 15—20°. Cînd se sudează fără metal de adaos, electrodul de wolfram trebuie ținut la un unghi de 90° față de metalul de bază. Arcul se amorsează la atingerea electrodului de metalul de bază, după care electrodul se îndepărtează la 1,5—2 mm. În cazul sudării în curent alternativ cu electrod de wolfram, pentru a se ușura amorsarea, se folosește o bară de grafit, așezată în locul de unde se începe sudarea. Arcul amorsat pe bara de grafit se trece pe metalul ce se sudează. Sudarea manuală a oțelurilor inoxidabile cu electrod de wolfram, în mediu de argon, se execută în curent continuu, cu polaritate directă. Sudarea manuală a tablelor cu grosimi mai mari de 3 mm cu electrod fuzibil din oțel inoxidabil se execută în curent continuu cu polaritate inversă. Rădăcina cusăturii se protejează contra oxidării folosindu-se garnituri de cupru sau prin trecerea unui curent de argon printr-un canal executat în garnitura de cupru.

Principalele avantaje ale sudării în mediu de gaz protector sînt:

— protecția bună a băii de metal împotriva influenței oxigenului și a azotului din aerul înconjurător;

— simplificarea procesului prin înlăturarea învelișurilor electrozilor și fluxurilor, care dau cusături cu impurități;

— mărimea productivității muncii la sudare;

— obținerea unor cusături cu caracteristici mecanice bune și compoziție chimică uniformă;

— micșorarea zonei influențate termic, ceea ce reduce deformațiile pieselor la sudare;

— posibilitatea sudării pieselor subțiri;

— înlăturarea operațiilor de curățire a pieselor de zgură sau flux.

În figura 4.9 este reprezentată schema instalației pentru sudare cu arc electric în mediu de argon.

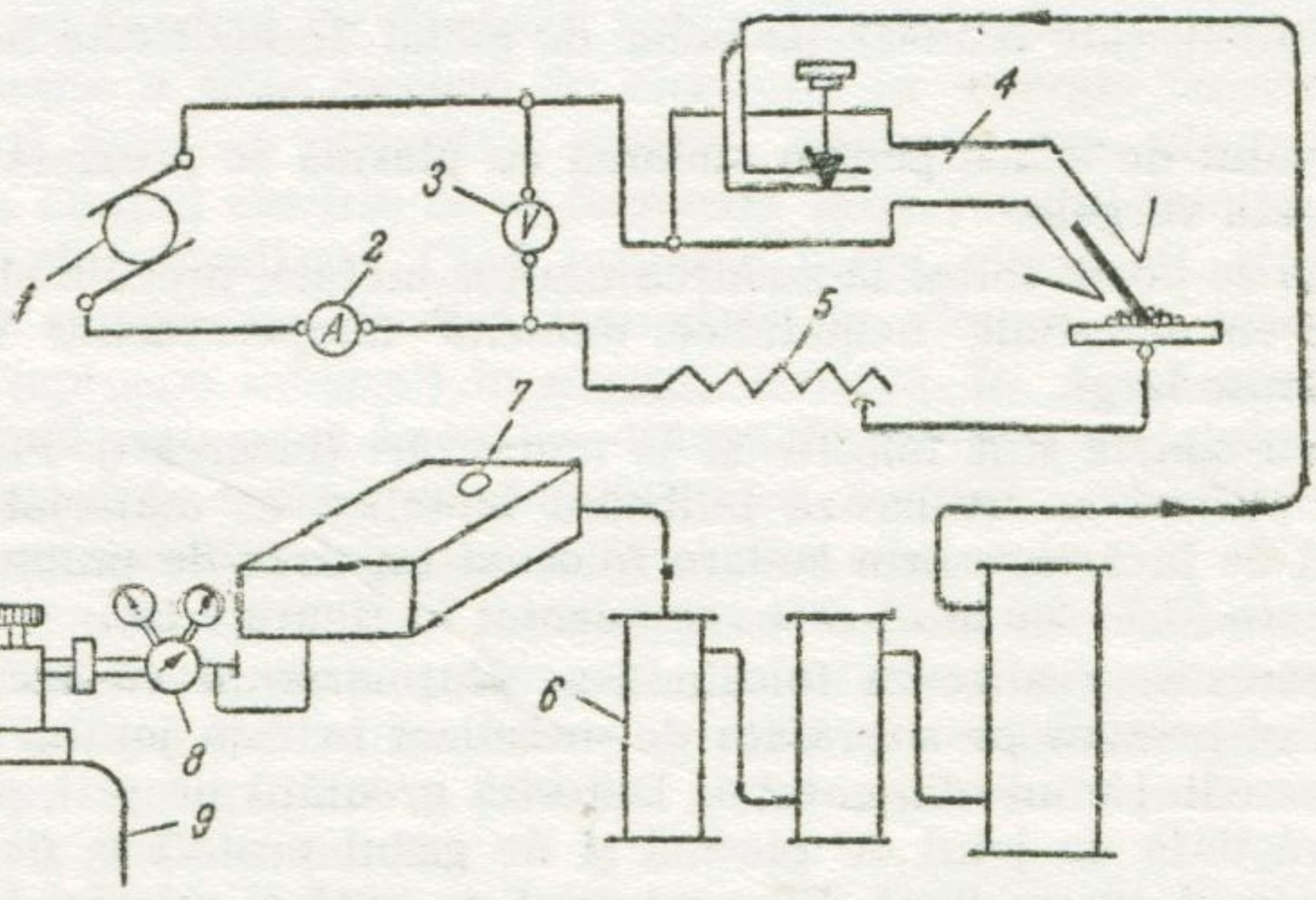


Fig. 4.9. Schema sudării cu arc electric în mediu de gaz protector:

1 — generator de sudare; *2* — ampermetru; *3* — voltmetru; *4* — portelectrod-suflai; *5* — reostat de încărcare; *6* — instalație de purificare a argonului; *7* — debitmetru indicator pentru consumul de argon; *8* — reductor de presiune; *9* — butelie de argon.

4.2.7. Sudarea electrică în baie de zgură

Sudarea electrică în baie de zgură se bazează pe transformarea energiei electrice în energie calorică. Spre deosebire de sudarea electrică sub strat de flux, topirea materialului de bază și a sîrmei de adaos se produce prin acțiunea căldurii dezvoltate în baie de zgură lichidă, care acoperă baia de metal topit.

Amorsarea sudării se realizează ca la sudarea sub strat de flux. Una din particularitățile sudării electrice în baie de zgură este aceea că procesul de sudare se desfășoară în direcție verticală, piesele de sudat fiind așezate în această poziție.

Principalele avantaje ale sudării electrice în baie de zgură față de sudarea manuală sub strat de flux sînt:

— posibilitatea sudării pieselor de grosimi mari (pînă la 200 mm);

— față de sudarea manuală, în cazul tablelor cu grosimi de 100 mm, productivitatea crește de 5—6 ori;

— simplificarea operațiilor de prelucrare a marginilor înainte de sudare și de prelucrare în cazul completării la rădăcină;

— obținerea unei cusături compacte, fără defecte;

— economie de energie electrică, fluxuri și metal de adaos.

4.2.8. Sudarea și metalizarea cu plasmă

Acest procedeu folosește ca sursă de încălzire energia calorică și efectul mecanic din plasma arcului electric și ca aparate plasmatroanele.

Sudarea cu plasmă în comparație cu sudarea în mediu protector prezintă avantajul unei stabilități mai mari a arcului electric (la curenți slabi, de intensitate redusă), iar zona de metal încălzit este limitată mai bine.

Materialul de adaos pentru sudarea cu plasmă se prezintă sub formă de sîrmă sau vergele.

Plasma se poate folosi la sudarea multor metale, precum și la sudarea metalelor cu materiale nemetalice, datorită temperaturilor înalte obținute în limite largi.

Plasmatroanele sînt folosite și la metalizări (încărcări). Pentru metalizări cu plasmă se utilizează pulberea metalică ca material de adaos. Procedeul de încărcare prin sudare folosind un strat de pulbere cu granulație mare (0,5—2,5 mm) este reprezentat în figura 4.10.

Încărcarea se realizează folosindu-se *plasmatronul cu arc transferat.* Pulberea se presară pe suprafața de metalizat în fața jetului de plasmă, prin intermediul unui alimentator. Datorită greutății proprii, pulberea nu este împrăștiată de jetul de plasmă și de gazul protector, nefiind necesară fixarea ei cu un liant. Plasmatronul execută și mișcări transversale de oscilație, realizîndu-se, în cursul unei treceri, depuneri pe lățimea de 50—60 mm.

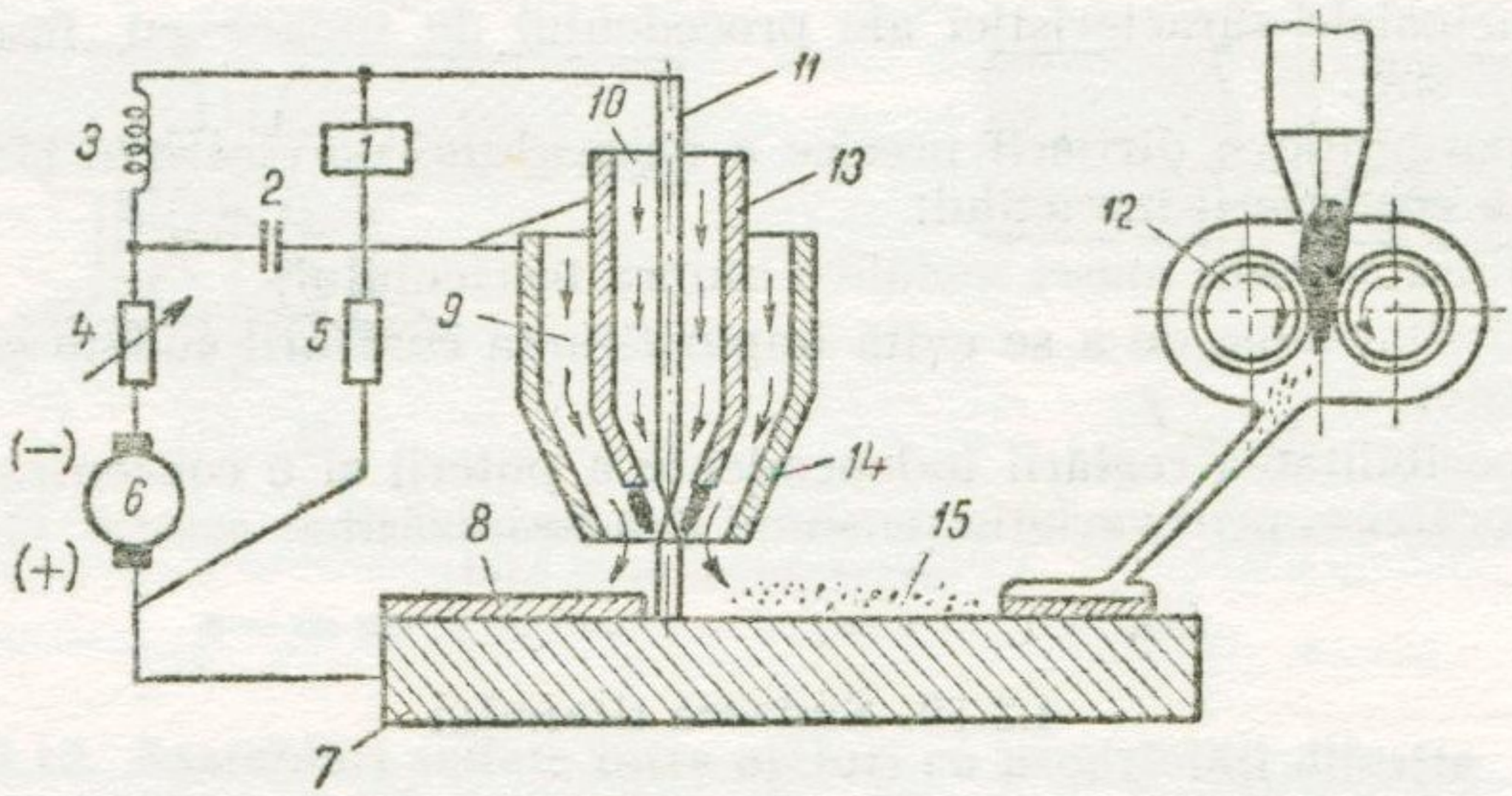


Fig. 4.10. Încărcarea prin folosirea pulberii de granulaţie mare:
1 — oscilator; *2* — condensator; *3* — bobină de reactanţă; *4* — reostat; *5* — rezistenţă; *6* — sursa de alimentare a arcului; *7* — piesa de încărcat; *8* — strat de metal depus; *9* — gaz protector; *10* — gaz plasmogen; *11* — electrod; *12* — alimentator pentru debitarea pulberii; *13* — ajutajul arzătorului; *14* — ajutaj de protecţie; *15* — pulbere.

Deoarece în acest caz se formează o baie relativ extinsă de metal topit, pentru asigurarea protecţiei, plasmatronul este prevăzut cu un ajutaj special. Ca gaz de protecţie se foloseşte argonul sau amestecul de argon şi heliu, iar ca gaz generator de plasmă (plasmogen) se foloseşte argonul.

4.2.9. Sudarea cu fascicul de electroni

Sudarea cu fascicul de electroni sub vid se bazează pe transformarea energiei cinetice a unui fascicul de electroni în energie termică. Electronii lansaţi dintr-un dispozitiv special, denumit *tun electronic*, sînt accelerați în cîmpul electric ce se formează între catodul tonului şi piesa de sudat şi sînt focalizaţi. Cînd întîlnesc piesa, electronii sînt frînaţi puternic, iar energia lor cinetică acumulată în cîmpul de accelerare se transformă (aproape integral) în energie termică. În urma acestui fapt, metalul se încălzeşte pînă la topire. Viteza de topire a metalului depinde de: temperatura de topire, conductibilitatea termică, capacitatea de radiaţie, puterea specifică degajată de fasciculul electronic.

Instalaţiile pentru sudarea metalelor cu fascicul de electroni se compun din următoarele părţi principale: tunul electronic, camera de vid, sistemul de pompe pentru evacuarea aerului şi realizarea vidului, sistemul de fixare şi deplasare a pieselor sudate, schema de alimentare cu curent electric şi de comandă.

În cazul sudării cu fascicul de electroni pe suprafaţa metalului topit nu se formează cratere şi neuniformităţi. Aceasta a permis ca, prin focalizarea fasciculului de electroni, să se sudeze piese cu grosime de 0,1 mm.

Principalele caracteristici ale procedeului de sudare cu fascicul de electroni sînt:

— posibilitatea dirijării precise a fasciculului de electroni și lipsa de inerție a conducerii fasciculului;

— lipsa acțiunii masei metalice asupra fasciculului;

— posibilitatea de a se evita impurificarea cusăturii sudate și a zonei învecinate;

— posibilitatea reglării independente a puterii și a concentrației sursei de încălzire, prin variația tensiunii și a focalizării.

4.2.10. Sudarea titanului

Titanul, fiind un metal chimic activ la temperaturi ridicate, absoarbe oxigenul, azotul, hidrogenul etc., devenind foarte fragil. De aceea, în timpul sudării trebuie asigurată protecția băii de metal și a cordonului de sudură fierbinte împotriva acțiunii aerului, fie printr-un gaz protector (argon, heliu), fie folosindu-se flux. Dintre gazele inerte, cel mai utilizat este argonul.

Sudarea titanului în mediu de argon se poate realiza manual sau automat, cu electrozi nefuzibili sau fuzibili, folosindu-se cu rezultate bune în cazul pieselor cu grosimi pînă la 3 mm.

4.2.11. Sudarea oțelurilor placate

Oțelurile placate sînt table din oțel carbon obișnuit sau slab aliat care au una sau ambele fețe acoperite cu un strat subțire din oțel bogat aliat sau cu metale neferoase. Grosimea necesară din punctul de vedere al rezistenței mecanice se realizează prin oțelul carbon care se numește și *strat de bază*, iar grosimea stratului placat reprezintă 10—20% din grosimea totală a tablei, dar nu mai mică de 1,5 mm, pentru a se asigura sudarea în bune condiții.

Datorită laminării simultane a stratului de bază și a placajului între aceste două metale se realizează o difuziune moleculară care împiedică separarea lor.

Cordonul de sudură (fig. 4.11), realizat între tablele placate, se compune din straturi diferite.

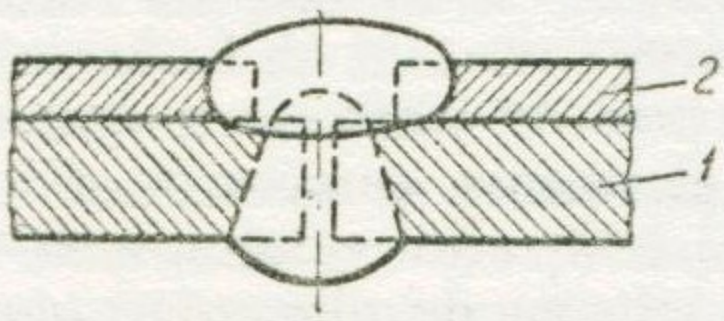


Fig. 4.11. Schema formării cusăturii la sudarea tablelor din oțel placat:
1 — metal de bază; 2 — placaj.

În figura 4.12 este reprezentată schema sudării automate a oțelurilor placate. Fluxurile folosite în cazul sudării automate cu sîrmă de oțel aliat sînt fluxurile topite cu caracter bazic sau neutru. Se mai folosesc și fluxurile ceramice.

Prima fază a operației de sudare constă în sudarea stratului de bază, iar a doua, în sudarea stratului de oțel aliat. Faza a doua poate fi considerată mai mult ca o operație de depunere decît de sudare propriu-zisă.

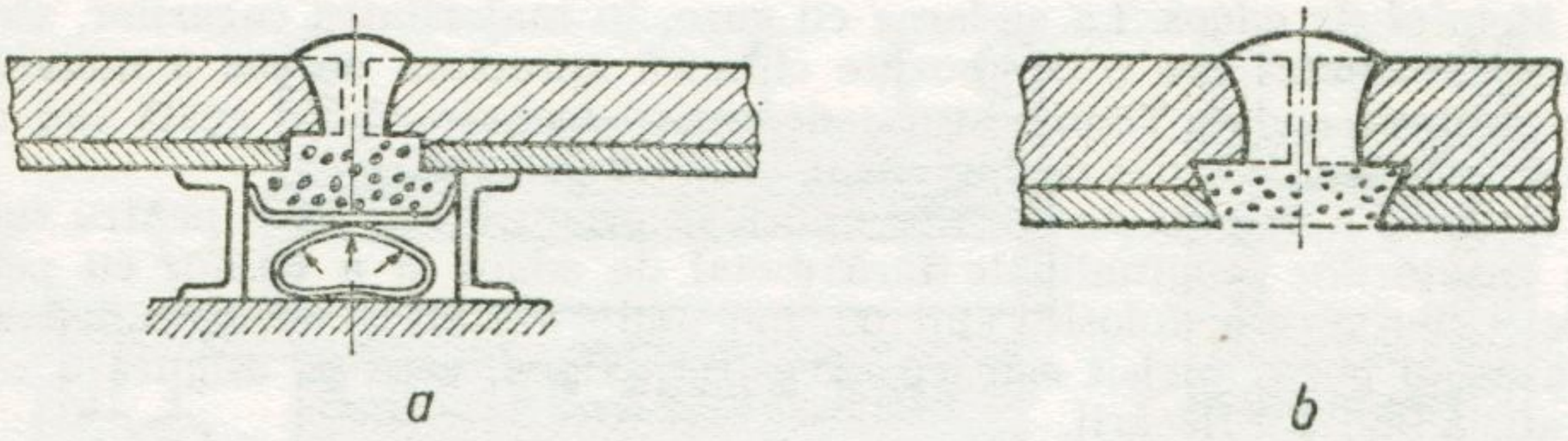


Fig. 4.12. Schema sudării automate a stratului de bază al tablelor placate fără strat de separare:

a — cu pernă de flux; *b* — cu pastă sau platbandă.

4.2.12. **Asamblări sudate între oțeluri cu proprietăți diferite**

Asamblarea prin sudare a unor oțeluri de calitate diferită se face atunci cînd condițiile de coroziune și temperatură, în diverse părți ale unui utilaj, diferă.

Limitarea utilizării oțelurilor anticorosive în zonele supuse coroziunii reduce costul utilajului respectiv.

În aceste cazuri, cordonul de sudură este situat între oțeluri diferite și între zone cu proprietăți fizice și chimice diferite.

Pentru sudarea oțelurilor cu compoziții diferite se folosesc ca materiale de adaos oțelurile crom-nichel austenitice.

La sudarea oțelurilor cu compoziții diferite apar două procese caracteristice: diluarea și difuziunea.

Diluarea se produce datorită amestecării în baia de sudare a oțelurilor care se sudează cu metalul de adaos. Oțelul mai bogat în elemente de aliere se diluează cu oțelul mai slab aliat. Gradul de diluare este influențat de ponderea metalului de bază și a celui de adaos în baia de sudare.

Difuziunea duce la neomogenitatea structurii în cordonul de sudură. Direcția și viteza de difuziune sînt determinate de diferența în concentrație a elementelor în materialele ce se sudează.

4.2.13. **Sudarea cu gaze**

Sudarea cu gaze constă din topirea metalului de bază folosindu-se flacăra unui gaz combustibil sau a vaporilor unui lichid combustibil în amestec cu oxigenul.

Flacăra de sudare. Flacăra de sudare se formează în urma aprinderii amestecului de gaz combustibil cu oxigenul, la ieșirea acestora din suflai. Gazul combustibil cel mai folosit este acetilena C_2H_2.

Piesele de sudat trebuie așezate în zona nucleului luminos, unde temperatura este de 3 373—3 473 K. Cu cît piesele sînt situate mai departe de vîrful nucleului luminos, cu atît ele se încălzesc mai greu datorită pierderilor de căldură.

Gazele folosite la sudare sînt: oxigenul, acetilena, hidrogenul, gazele naturale (95% C_2H_2), propan, butan etc.

Metalul de adaos. La sudarea cu gaze, în majoritatea cazurilor, sîrma electrică folosită are o compoziție chimică apropiată de cea a metalului care trebuie sudat. Temperatura de topire trebuie să fie egală sau mai mică decît temperatura de topire a metalului de bază.

Sudarea automată cu gaze se aplică la producția în serie pentru sudarea cusăturilor longitudinale fără metal de adaos și a țevilor cu pereți subțiri. Suflaiurile folosite sînt cu mai multe flăcări și se răcesc cu apă. Amestecul gazos folosit este cu exces de oxigen, ceea ce asigură o temperatură înaltă a flăcării.

4.2.14. Tratamente termice aplicate construcțiilor sudate

Tensiunile interne și deformațiile care apar la sudare sînt cauzate în special de: repartizarea neuniformă a căldurii în cîmpul termic, dilatările inegale, rigiditatea piesei sudate, transformările de ordin structural din material etc., iar mărimea lor poate varia în funcție de caracteristicile constructive ale piesei, tehnologia sudării, compoziția oțelului etc. La încălzire, în piesă apar tensiuni de compresiune și deformații elastico-plastice; la răcirea sub punctul de transformare se creează tensiuni de întindere care se măresc cu scăderea temperaturii pereților piesei. Tensiunile termice care apar la răcire sînt permanente și independente de eforturile care solicită piesa în timpul exploatării. Rigiditatea mărită a piesei față de dilatări duce la deformări plastice, în urma scăderii limitei de curgere a materialului încălzit la sudare. În anumite condiții de rigiditate a construcției, tensiunile interne pot provoca fisuri și crăpături în material. Contracțiile tipice care apar la sudare sînt reprezentate în figura 4.13.

Tensiunile interne și deformațiile sînt diminuate prin tratamente termice.

Principalele tratamente termice aplicate construcțiilor sudate sînt:

Recoacerea. Prin recoacere se înțelege tratamentul termic de încălzire a pieselor la temperaturi de 1 123—1 173 K și menținerea la această temperatură un timp determinat, în funcție de grosimea pieselor, după care piesa se lasă să se răcească în cuptor pînă la 623 K. Durata de menținere la temperatura de recoacere se ia de 1—2 min pentru fiecare milimetru grosime a metalului piesei. La menținerea în cuptor răcirea nu

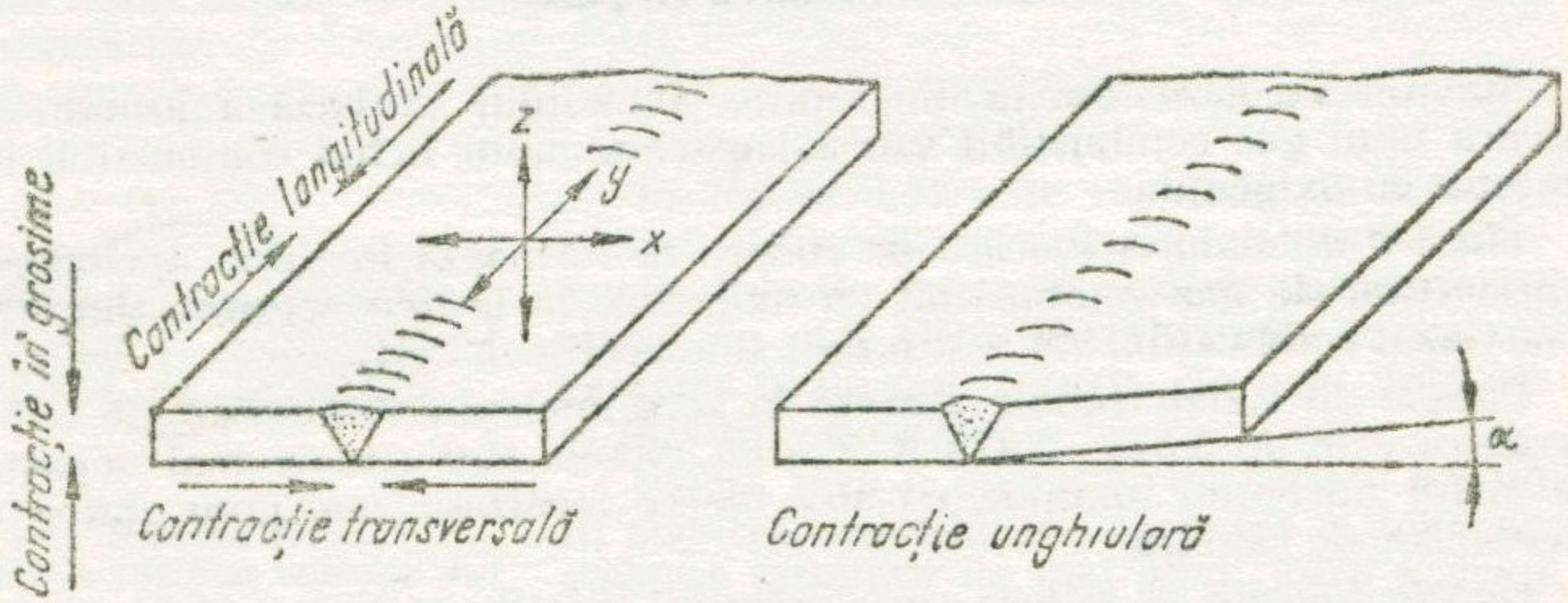


Fig. 4.13. Contracții de sudură.

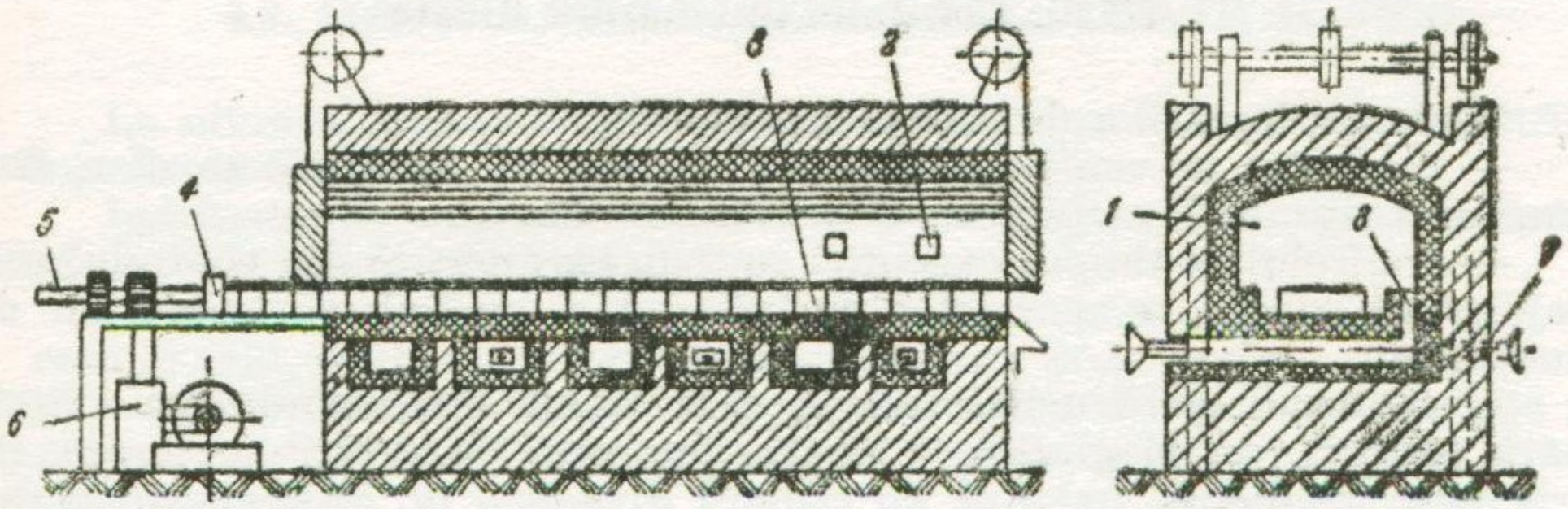


Fig. 4.14. Cuptor cu propulsie pentru normalizare.

trebuie să depășească viteza de 373 K/h. Menținerea mai îndelungată a piesei la temperatura prescrisă este dăunătoare, deoarece granulația care rezultă după răcire este prea mare. Prin recoacere se obține o structură cu grăunți mai fini, îmbunătățindu-se plasticitatea metalului și, totodată, micșorîndu-se duritatea.

Normalizarea este un tratament termic asemănător recoacerii, cu deosebirea că viteza de răcire este mult mai mare, răcirea putîndu-se efectua în aer liber. În general, pentru oțelurile cu conținut mic de carbon, piesele sînt supuse tratamentului de normalizare.

Apreciindu-se tensiunile ce pot apărea, se recomandă o încălzire lentă, urmată de o încălzire mai rapidă pînă la temperatura necesară, menținerea la această temperatură un timp determinat în funcție de grosimea peretelui sudat, răcire rapidă, iar apoi o răcire lentă.

Pentru eliminarea tensiunilor interne se recurge la recoacerea de detensionare, a cărei temperatură nu influențează structura obținută la normalizare.

Recoacerea pentru detensionare. În cazul cînd piesele nu sînt supuse recoacerii sau normalizării, pentru înlăturarea tensiunilor interne este absolut necesară aplicarea unei recoaceri de detensionare, prin încălzirea piesei la o temperatură de 873—923 K, cu o durată de aproximativ 2 min pentru fiecare milimetru grosime. Acest tratament termic nu modifică structura metalului și se aplică, în general, la oțelurile cu conținut mare de carbon sau la oțelurile aliate.

Tratamentul termic se execută după sudarea definitivă și înlăturarea tuturor defectelor. În timpul tratamentului termic în cuptoare trebuie să se asigure o repartiție uniformă a temperaturii pe vatra cuptorului și trebuie luate măsuri pentru protejarea piesei împotriva supraîncălzirii locale și a deformațiilor ce pot rezulta în urma așezării greșite sau împotriva acțiunii greutății proprii.

Cuptoarele cu propulsie sînt cele mai răspîndite, fiind utilizate pentru tratamentul termic al sudurilor. Piesele se așază pe o platformă de lucru și se împing în cuptor, descărcîndu-se la celălalt capăt al cuptorului. În figura 4.14 este reprezentat un cuptor cu propulsie, compus din cameră de lucru *1*, în formă de tunel, prin care piesele *3* sînt împinse pe vatra cuptorului de împingătorul *4*, cu ajutorul șurubului *5*, acționat de mecanismul *6*. Combustibilul este ars în camerele de ardere *8*, iar gazele arse se evacuează prin canalele de fum *2*. Arzătoarele *7* sînt montate lateral.

4.2.15. **Controlul îmbinărilor sudate**

Controlul lucrărilor de sudare constă din:

— controlul preventiv asupra materialelor de bază, electrozilor, fluxurilor, oxigenului, carbidului, S.D.V.-urilor etc.;

— controlul în timpul execuției sudării, care constă din controlul utilajelor de sudare, a aparatelor de măsurat și control, a regimurilor de sudare etc.;

— controlul construcției sudate, care constă din examinarea exterioară (aspect), metalografică, a cusăturilor prin încercări mecanice (la tracțiune, reziliență, îndoire), cu radiații Roentgen (γ, β) și controlul defectoscopic cu curenți turbionari, precum și încercarea etanșeității.

Defectele îmbinărilor sudate pot fi împărțite în trei grupe, și anume:

— *abateri dimensionale ale cordonului de sudură,* care, la rîndul lor, pot fi: lățimea neuniformă a cordonului de sudură, concavitatea cordonului, dezaxarea marginilor;

— *defecte exterioare ale cordonului de sudură,* care pot fi: cratere nesudate, scurgerea materialului de acces la rădăcina sudurii, arderea metalului, fisuri sau pori;

— *defecte la interiorul cordonului de sudură,* care pot fi: incluziuni de gaze și de zgură, material netopit, fisuri și defecte de structuri.

Examinarea aspectului. Aspectul asamblărilor sudate se controlează atît în faza finală cît și în timpul sudării, în scopul verificării respectării condițiilor impuse prin proiectul de execuție. Controlul se efectuează numai după curățirea asamblărilor de zgură, de scorii, de murdărie etc. Pentru control se folosesc lupa, microscopul portativ, șablonul și șublerele.

Examinarea metalografică. Prin examinarea metalografică macro- și microstructurală a asamblărilor sudate se pot pune în evidență defectele îmbinării și se pot determina cauzele care au produs defectul respectiv, influența procesului de sudare, a tratamentului termic etc.

Încercările mecanice de rezistență. Aceste încercări se execută în scopul verificării caracteristicilor mecanice și tehnologice, precum și a capacității de formare a asamblărilor sudate. Conform STAS 5540/3-81 și 5540/7-81 aceste încercări se execută pe epruvete luate din asamblare, din piese apendice sau din piese executate special pentru încercări.

Încercarea de reziliență se execută pe trei epruvete de reziliență. Tablele se sudează în straturi succesive.

Încercarea propriu-zisă de reziliență se execută prin lovirea piesei sudate cu pendulul la temperatura obișnuită.

Încercarea de îndoire la rece se execută pe trei epruvete confecționate din aceeași asamblare din care s-au executat și epruvetele de tracțiune. Epruvetele se supun îndoirii pe un dorn cu diametrul mai mare de două ori decît grosimea epruvetei.

Încercarea durității se execută la tipurile de electrozi pentru sudare, sudîndu-se un cordon de trei straturi suprapuse. Stratul superior se prelucrează paralel cu tabla, determinîndu-se duritatea Brinell, care trebuie să satisfacă condițiile prevăzute în STAS 1125/6-82.

Controlul cu radiații Roentgen γ și β a asamblărilor sudate se bazează pe proprietatea lor de a străbate materia, proprietate asociată cu acțiunea asupra emulsiei fotografice sau a substanțelor fluorescente.

4.3. MĂSURI DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII

La nituirea manuală uneltele și sculele de percuție trebuie verificate înainte de folosire.

Indiferent de mijloacele utilizate pentru nituire, muncitorul trebuie să respecte următoarele măsuri:

— cînd diametrul nitului depășește 8—10 mm, nituirea se va executa la cald, pentru a se evita eforturile fizice prea mari;

— la încălzirea și lansarea prin aruncare a nitului cald, trebuie respectate toate măsurile pentru evitarea accidentării muncitorilor din zonele apropiate;

— locul de muncă unde se execută nituirea la cald trebuie curățit de orice corpuri sau materiale inflamabile;

— muncitorii care execută nituirea la cald trebuie să poarte șorțuri din piele.

La sudarea cu arc electric muncitorii sînt obligați să respecte cu strictețe indicația cu privire la exploatarea utilajelor și uneltelor de muncă acționate sau alimentate electric.

Se interzice sudarea electrică atunci cînd conductoarele electrice au izolația deteriorată, iar cleștele portelectrod este defect sau are izolație termoelectrică necorespunzătoare, deoarece aceste defecte pot provoca electrocutări.

La orice părăsire a locului de muncă, sudorul este obligat să întrerupă alimentarea cu curent electric a aparatelor.

La sudarea electrică prin rezistență de contact, prin presiune și prin puncte se vor lua măsuri de protecție a sudorului împotriva stropilor de metal topit și împotriva atingerii pieselor calde.

Ochii vor fi protejați în tot timpul lucrului cu ochelari sau măști de protecție ale căror sticle vor fi alese în funcție de tipul sudării.

Corpul și mîinile vor fi protejate împotriva stropilor de metal, folosindu-se șorțuri de piele, respectiv mănuși. Peste încălțăminte se vor îmbrăca jambiere de protecție.

Pentru aprindere se va deschide robinetul de oxigen și apoi cel pentru acetilenă sau gaz combustibil, aprinzînd imediat amestecul. Flacăra de lucru se reglează ulterior acestei faze folosindu-se cele două robinete.

Nu se vor efectua manevre la tubul de oxigen cu mîinile pline de ulei sau grăsimi — fiind pericol de explozie.

Flacăra se stinge în ordinea inversă aprinderii, adică se închide întîi robinetul pentru gazul combustibil și apoi robinetul pentru oxigen pentru a se preveni întoarcerea flăcării în generator.

Dacă în timpul lucrului, arzătorul se încălzește excesiv, acesta se va răci de cîte ori este necesar într-un vas cu apă curată aflat permanent la locul de muncă al sudorului.

5

CLASIFICAREA CONSTRUCȚIILOR METALICE

5.1. CARACTERISTICILE CONSTRUCȚIILOR METALICE

Materialele de construcție uzuale sînt: lemnul, oțelul, zidăria de cărămidă sau de piatră, betonul cu sau fără armare etc. Fiecare material este folosit la tipul de construcție corespunzător caracteristicilor sale. Aceste caracteristici sînt de două feluri și anume:

— caracteristici care privesc materialul propriu-zis (omogenitatea, proprietățile mecanice, comportarea în timp, la transport și la prelucrare);

— caracteristici care privesc executarea construcției (tehnica de execuție, comportarea în exploatare, estetica).

Privit din punctul de vedere al acestor caracteristici, oțelul prezintă următoarele avantaje față de alte materiale de construcție: este un material omogen și are proprietăți mecanice superioare tuturor celorlalte materiale. Rezistența sa la întindere, la compresiune și la încovoiere, solicitări întîlnite la cele mai multe elemente ale construcțiilor, sînt dintre cele mai ridicate.

Avantajele construcțiilor metalice. În raport cu construcțiile din alte materiale, construcțiile metalice prezintă următoarele avantaje:

— sînt mai ușoare, deoarece rezistențele admisibile ale oțelului sînt mult mai mari decît ale celorlalte materiale de construcție (beton, beton armat, lemn). Aceasta face ca piesele de oțel să aibă dimensiuni și greutăți mai mici decît piesele din alte materiale destinate aceloraşi solicitări;

— executarea elementelor construcțiilor metalice prin procedee industriale permite folosirea forței de muncă în tot timpul anului, fără întreruperi în timpul iernii cum este cazul construcțiilor de beton sau de zidărie. Execuția din elemente prefabricate permite demontarea și montarea lor în alt loc, dîndu-li-se eventual, o altă utilizare; de exemplu, podurile de cale ferată care nu mai corespund pentru un anumit trafic se demontează și se remontează pe linii secundare sau se transformă în poduri de șosea;

— durata de utilizare a construcțiilor metalice este foarte mare;

— volumul manoperei de execuție și de montaj este redus. Prin uniformizarea detaliilor și prin folosirea unor forme constructive simple se poate ajunge la un consum și mai redus de manoperă;

— se montează ușor și rapid, nefiind necesare schele complicate de montare;

— pot fi folosite imediat după montare, nemaifiind necesar timpul de întărire (de priză) de la construcțiile de beton;

— materialul construcțiilor metalice se recuperează după demolarea acestora, prin retopire sau chiar refolosire.

Dezavantajele construcțiilor metalice. În raport cu construcțiile din alte materiale de construcție, dezavantajele construcțiilor metalice sînt:

— oțelul fiind un material relativ scump este mai rațional și mai economic a fi folosit în construcțiile de mașini, unde folosirea altor materiale nu este posibilă;

— executarea construcțiilor metalice necesită utilaj complex și personal pregătit și specializat atît pentru execuție cît și pentru montaj;

— toleranțele de execuție fiind mici impun respectarea întocmai a documentației de execuție;

— construcțiile metalice sînt supuse coroziunii și necesită cheltuieli de întreținere suplimentare.

5.2. CONDIȚIILE DE UTILIZARE A CONSTRUCȚIILOR METALICE

Din analiza avantajelor și dezavantajelor pe care le prezintă construcțiile metalice, rezultă că domeniul de utilizare a lor nu este limitat decît de factori economici ca: disponibilul de laminate de oțel, costul ridicat al oțelului și gradul de dezvoltare al capacității întreprinderilor de construcții metalice.

În timpul exploatării, construcțiile metalice necesită o supraveghere continuă și lucrări periodice de întreținere. Pentru unele construcții (macarale, poduri rulante, rezervoare sub presiune, gazometre etc.), supravegherea în exploatare este reglementată prin regulamente speciale, care conțin prescripții corespunzătoare tipului de construcție respectiv. Pentru celelalte construcții metalice, care nu prezintă pericol de accidentare în timpul exploatării lor, supravegherea permanentă este necesară pentru a prelungi cît mai mult durata de viață a construcției. În acest sens, se recomandă ca acele construcții care sînt montate în exterior, supuse agenților atmosferici și intemperiilor, să fie protejate periodic, sau cînd se constată că au suferit degradări, prin aplicarea de straturi de vopsea, în raport cu condițiile de mediu în care funcționează construcția.

5.3. CLASIFICAREA CONSTRUCȚIILOR METALICE

Pentru o clasificare a construcțiilor metalice trebuie separate construcțiile metalice de tip ușor și foarte ușor, numite și *confecții metalice*, de construcțiile metalice propriu-zise, chiar dacă în construcția lor se utilizează aceleași materiale și ele se regăsesc de multe ori în aceleași edificii industriale.

Construcțiile metalice pot fi clasificate după mai multe criterii și anume:

- *După destinație*
  - — elemente de construcții civile și industriale { schelete metalice, ferme, pereți, planșee, schele, pasarele etc.
  - — construcții industriale, civile și agricole { hale, hangare, remize, garaje, buncăre, estacade etc.
  - — poduri { — de șosea, de cale ferată etc.
  - — construcții hidrotehnice { — stăvilare, ecluze
  - — construcții speciale { stîlpi, piloni pentru linii electrice, piloni pentru instalații de radiodifuziune și televiziune, rezervoare, castele de apă, funiculare, conducte pentru utilaje tehnologice, material rulant și rutier etc.
  - — instalații de ridicat și de transportat { poduri rulante, transbordoare, macarale, benzi transportoare, conveiere etc.
  - — construcții navale { macarale de bord, punți, corpul navei etc.
- *După modul de asamblare a elementelor componente* { — sudate; — nituite; — asamblate prin înșurubare; — mixte
- *După natura elementului de construcție* { — grinzi; — stîlpi, piloni; — arcuri; — cadre; — plăci (plane sau curbe)
- *După modul de alcătuire a elementelor de construcție* { — cu inimă plină; — cu zăbrele; — cheson
- *După durata construcției* { — definitive; — provizorii; — semidefinitive

Prescripțiile de calcul și de execuție a construcțiilor metalice țin seamă de această clasificare și diferă de la o grupă la alta.

Confecțiile metalice pot fi grupate în funcție de rolul pe care trebuie să-l îndeplinească și anume:

Confecții metalice — pentru închiderea spațiilor exterioare sau interioare a clădirilor, în scopul izolării împotriva agenților atmosferici sau pentru asigurarea dotărilor interioare { — uși; — ferestre, hublouri; — luminatoare, spiraiuri; — vitrine; — ventilații; — tambuchiuri, teuge

Confecții metalice	— pentru siguranță și protecție	— grile la uși și la ferestre — balustrade pentru scări — grilaje pentru balcoane — împrejmuiri pentru porți
Confecții metalice decorative	— executate din fier forjat	— grile și grilaje la uși, ferestre, balcoane, logii, scări, lămpi, șemineuri.

Realizarea în continuare a unei producții sporite de oțel asigură necesarul de laminate pentru construcțiile metalice. Cu toate acestea, trebuie să se aibă în vedere economia de metal — sarcină principală la elaborarea proiectelor — oțelul trebuind să fie folosit numai în acele construcții în care nu poate fi înlocuit cu alt material (beton, beton armat, zidărie etc.). Astfel de construcții sînt în special halele industriale cu deschideri și sarcini mari, construcțiile foarte înalte (turnuri de televiziune), rezervoarele, buncărele, furnalele, gazometrele, podurile, în special cele cu deschideri mari, turnurile de extracție minieră, echipamentele hidroenergetice ca: batardouri, ecluze, porți buscate, macarale și, în general, construcțiile grele cu sarcini dinamice mari.

Noile metode de calcul au permis realizarea unor forme mai simple ale construcțiilor metalice, care să reziste în cele mai bune condiții la solicitările reale. La acestea au contribuit însă progresele calitative realizate în producția oțelurilor și a laminatelor, elaborîndu-se oțeluri carbon calmate și oțeluri sudabile slab aliate (cum este marca 17 M 13), precum și în producția de materiale pentru sudură de calitate superioară. Toate acestea permit realizarea de construcții metalice cu greutate redusă, care să reziste la cele mai grele solicitări.

În ceea ce privește execuția construcțiilor metalice, tendința actuală este realizarea elementelor principale (stîlpi, grinzi, ferme etc.) pe scară industrială, cu elemente tipizate, în întreprinderi specializate și cu utilaje și mașini-unelte speciale.

În aceste condiții întreprinderile de construcții metalice ca cele de la Bocșa, Caransebeș, Timișoara și altele își sporesc an de an producția de construcții metalice, pentru a acoperi în întregime nevoile economiei naționale.

Prin crearea institutelor de cercetare științifică și inginerie tehnologică, s-a ajuns la atingerea unui înalt grad de perfecționare în proiectarea coordonată a construcțiilor metalice, de tipizări de elemente și subansamble, de standardizare a unor soluții constructive.

Îmbunătățirea concepției constructive, cu aplicarea pe scară largă a sudării automate și utilizarea de oțeluri cu calități superioare, conduce la reduceri ale consumurilor specifice de metal și de manoperă.

6

ELEMENTE COMPONENTE ALE CONSTRUCȚIILOR METALICE

6.1. ACȚIUNI (ÎNCĂRCĂRI) ÎN CONSTRUCȚII

Asupra construcțiilor, în general, acționează o serie de sarcini proprii sau exterioare care produc solicitări și deformații în elementele de construcție sau în structura lor de ansamblu (greutate proprie, încărcări utile, acțiunea utilajelor, acțiuni climatice etc.).

Aceste sarcini care acționează asupra structurii de rezistență a unei construcții poartă numele de *acțiuni* sau *încărcări* (forțe exterioare).

În vederea sistematizării calculelor de rezistență, a stabilirii coeficienților de calcul și rezistențelor admisibile, încărcările sînt clasificate, evaluate și grupate de standardele și normativele în vigoare, pentru cele mai importante tipuri de construcții (construcții de hale industriale, poduri de șosea, poduri de cale ferată, turle de foraj, construcții hidrotehnice etc.).

Sub acțiunea acestor încărcări, elementele construcțiilor sînt supuse la diferite solicitări (întindere, compresiune, încovoiere, forfecare sau răsucire).

Încărcările care acționează asupra construcțiilor pot fi clasificate după mai multe criterii, cel mai important fiind criteriul duratei de încărcare.

După acest criteriu, încărcările se clasifică (STAS 10101/0-75) astfel:

— încărcări (acțiuni) permanente; acestea se aplică în mod continuu cu o intensitate practic constantă, în raport cu timpul;

— încărcări (acțiuni) temporare, de lungă sau de scurtă durată; acestea variază sensibil în raport cu timpul sau pot lipsi total în anumite intervale de timp;

— încărcări (acțiuni) excepționale, acțiuni care intervin foarte rar (seisme, inundații etc.) sau niciodată, pe durata de exploatare a construcției.

Clasificarea încărcărilor se poate face și după alte criterii, de asemenea importante pentru calculul de rezistență și anume:

După modul de aplicare:

— încărcări statice, a căror valoare crește încet de la valoarea zero la valoarea finală, în timpul aplicării lor (ex. încărcările permanente și unele încărcări utile);

— încărcări dinamice, cînd valoarea încărcării se aplică brusc (ex.: explozii, convoaie mobile pe poduri etc.), în calcule, acestea se multiplică cu un coeficient special.

După suprafața pe care se aplică:

— încărcări distribuite (care se aplică pe suprafața unui element sau pe lungimea lui):

— încărcări concentrate (întreaga intensitate a sarcinii se aplică pe o suprafață foarte mică care poate fi considerată un punct; ex.: încărcarea pe roată la podurile rulante sau sarcinile transmise de roțile vehiculelor pe poduri); încărcările concentrate se măsoară în unități de forță, iar cele distribuite, în unități de forță/suprafață.

În general, încărcările nu acționează în mod izolat asupra construcțiilor ci în grup, sub forma unor combinații diferite. Ca urmare, calculul structurilor trebuie să fie efectuat cu luare în considerare a combinațiilor cele mai defavorabile posibile, corespunzător tipului de construcție și condițiilor de lucru, respectiv tipului elementului de rezistență și rolul în construcție (stîlp, grindă, contravîntuire etc.).

În general, structura de rezistență este o alcătuire spațială care se poate descompune, pentru ușurința calculului, în elementele plane ce se pot calcula fiecare separat, evident însă ținînd seama de legăturile dintre ele.

Pentru aceasta, după stabilirea soluției se întocmește schema constructivă care conține elementele metalice ce aparțin sistemului ales, cote caracteristice, dimensiuni de plecare pentru elementele structurii, legăturile între elemente și legăturile între ele și fundație (fig. 6.1).

Schemele constructive se întocmesc pentru toate părțile principale ale scheletului metalic al construcției (structura longitudinală, transversală, contravîntuiri etc.).

Ținînd seama de unele simplificări în reprezentarea elementelor necesare ușurării calculului eforturilor, proiectantul alcătuiește schema sta-

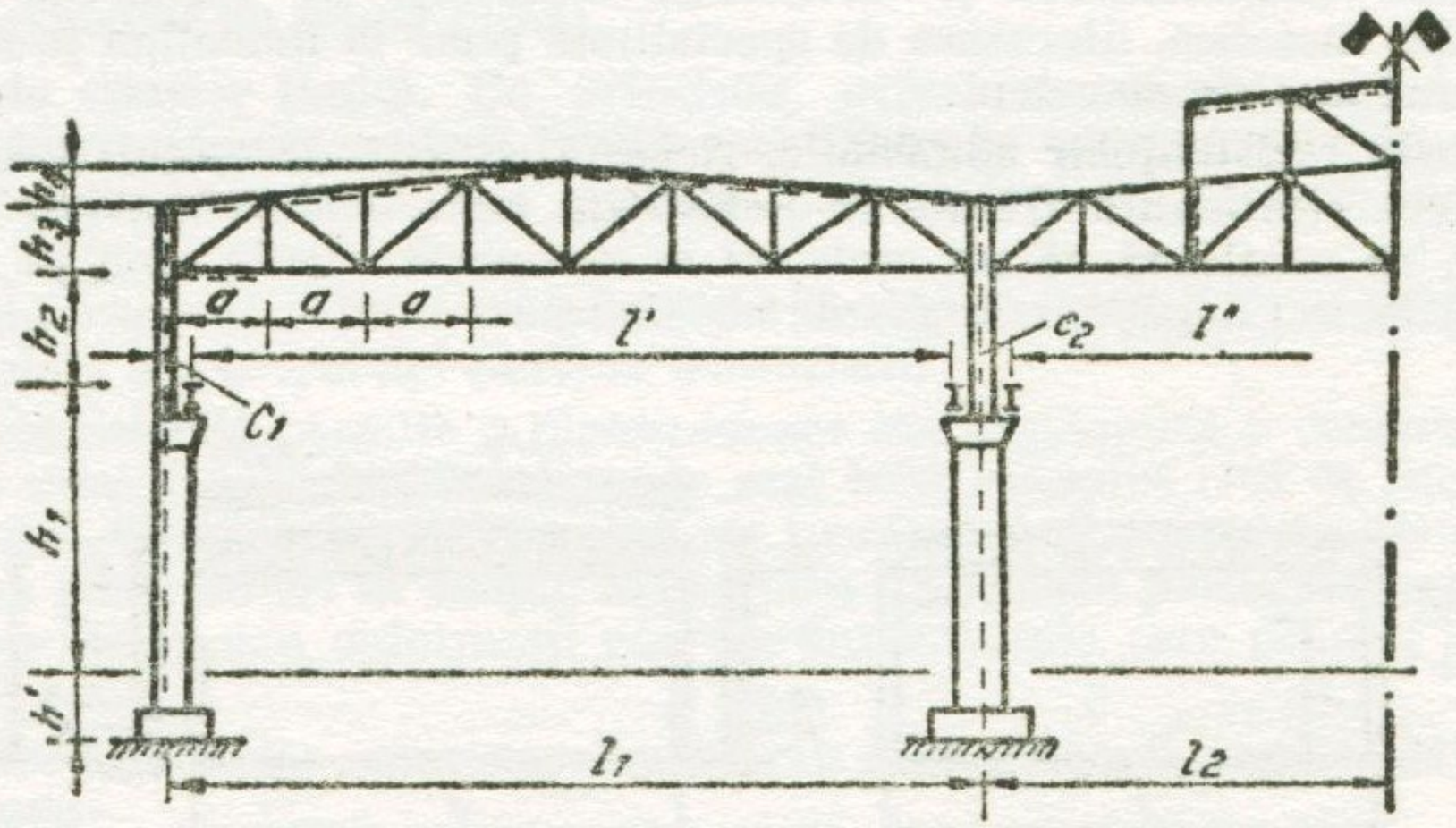


Fig. 6.1. Exemplu de schemă constructivă:

a — pasul montanților; h_1—h_2 — înălțimi la stîlpi; h_3—h_4 — înălțimi la fermă; h' — adîncimea fundației față de sol; l_1 — deschidere între stîlpi; l_2 — deschidere pînă la axul halei; l', l'' — deschideri între șinele de rulare; c_1—c_2 — lățimea la șinele de rulare.

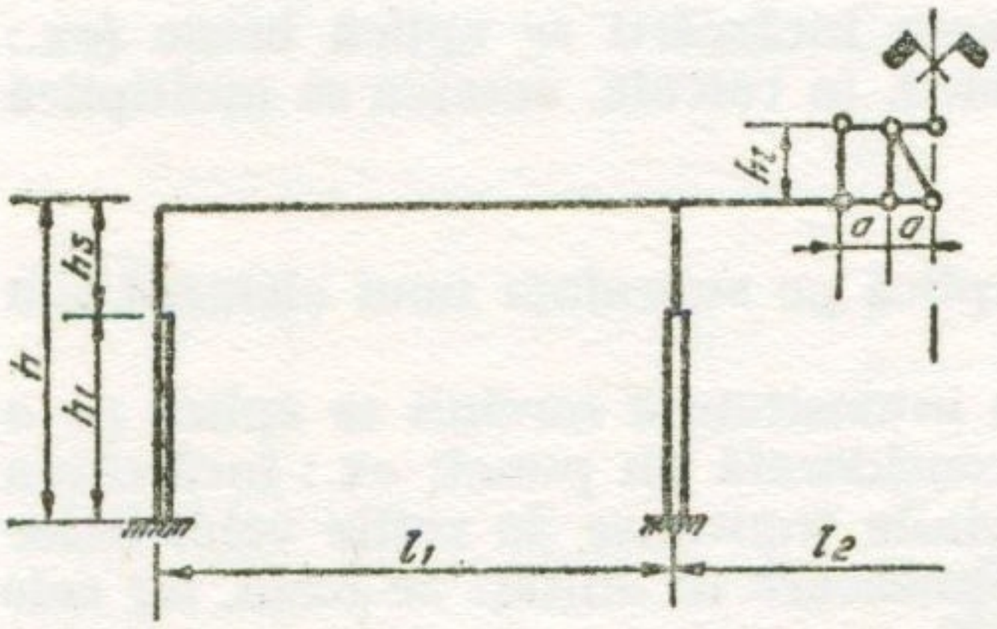


Fig. 6.2. Exemplu de schemă statică.

tică (fig. 6.2) ce reprezintă într-un sistem static determinat sau nedeterminat schema constructivă stabilită.

Schema statică va conține barele reprezentate prin axele lor și sistemul de legături care asigură stabilitatea și rigiditatea structurii, identic sau aproape identic cu cel din schema constructivă.

După stabilirea schemelor statice se întocmesc schemele de încărcări, în care se precizează pozițiile, valorile și direcția de acționare a lor. Se întocmesc scheme separate, pentru fiecare categorie de încărcări (fig. 6.3).

O dată stabilite schemele de încărcări, se trece la determinarea eforturilor interioare produse de încărcări în fiecare din elementele structurii de rezistență și se verifică apoi dacă acestea sînt în limitele care se pot admite pentru materiale utilizate.

Eforturile interioare sînt forțe interioare ce se nasc în element în momentul și sub acțiunea încărcării și care se opun acțiunii de deformare a elementului solicitat. Ele se stabilesc prin metodele staticii construcțiilor, pe baza ecuațiilor generale de echilibru static (pentru sistemele static determinate) și a condițiilor suplimentare de echilibru elastic (pentru sistemele static nedeterminate).

Avînd în vedere varietatea secțiunilor elementelor, calculul ține seama de tensiune (efortul unitar), adică efortul interior raportat la aria secțiunii elementului.

6.1.1. Metode de calcul

Pentru dimensionarea și verificarea structurii de rezistență a construcțiilor metalice, literatura de specialitate pune la îndemîna proiectantului două metode de calcul:

Metoda rezistențelor admisibile. Această metodă de calcul se bazează pe ipoteza *elasticității* tratată în *Rezistența materialelor*. Potrivit acestei ipoteze, se consideră că un material se comportă elastic cînd în timpul solicitărilor nu depășește limita de elasticitate.

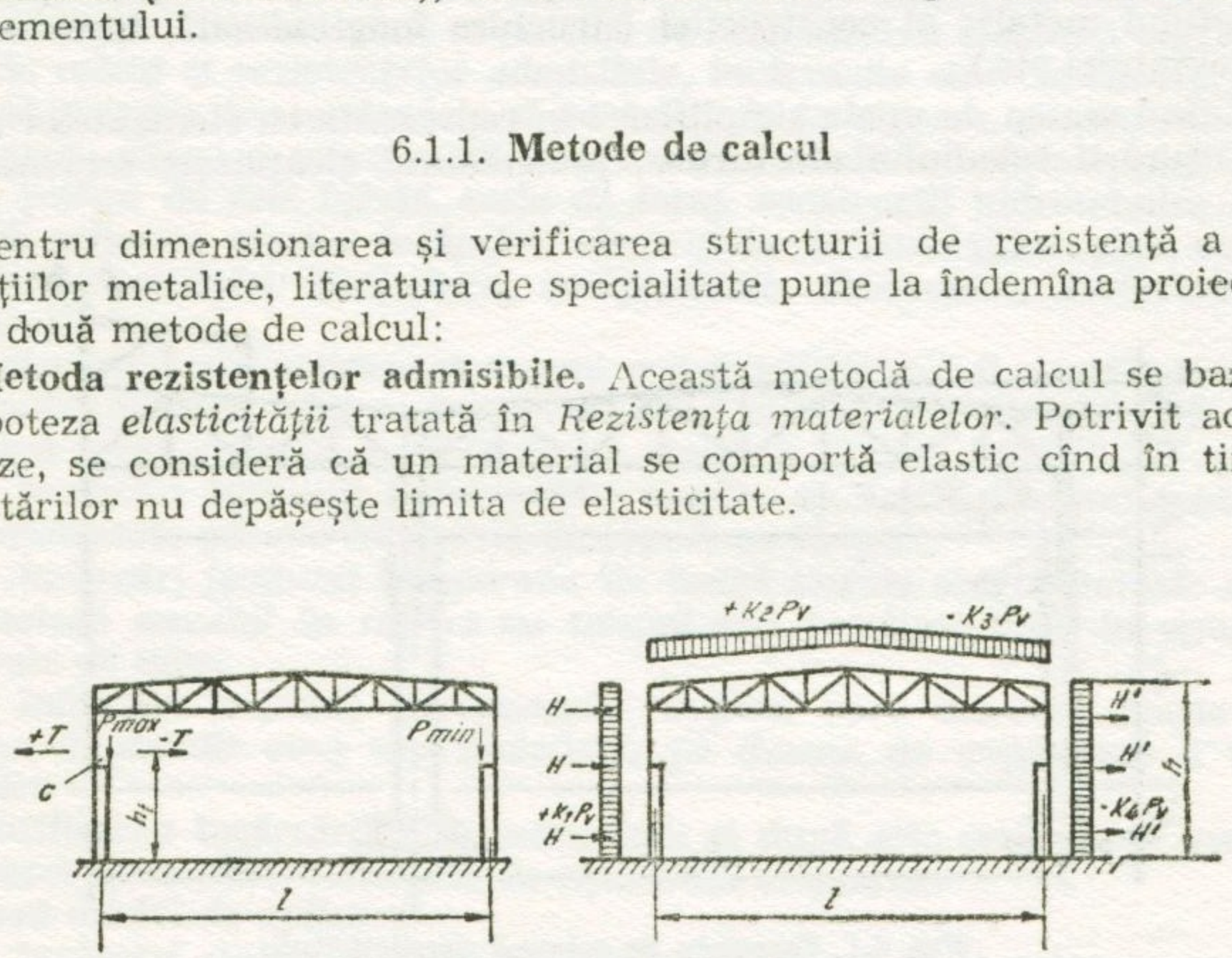


Fig. 6.3. Schemă de încărcări:

l — deschiderea între stîlpi; c — lățimea la șinele de rulare; h, h_1 — înălțimi pe care acționează încărcări; K_1—K_4 — coeficienți dinamici; T, P, H — încărcări.

Calculul eforturilor, bazat pe *elasticitatea* materialului, admite că deformațiile ce se produc într-un sistem constructiv, sub acțiunea încărcărilor, dispar îndată ce încetează acțiunea acestor încărcări.

Se consideră deci, că deformațiile elementelor construcției nu trebuie să depășească anumite valori, pentru a nu periclita siguranța construcției și trebuie să dispară imediat ce încetează sarcinile (elementele să fie elastice).

Ținînd seama că determinarea încărcărilor nu se poate face riguros exact, că în schemele de calcul se fac unele simplificări admise, că diferiți factori ce intervin în calculul de rezistență nu pot fi evaluați exact, rezultă că, oricît de bine ar fi făcut calculul și pentru a nu periclita construcția, este necesar să se aleagă un efort unitar mai mic decît limita de elasticitate a materialului, denumit *rezistența admisibilă*.

Rezistența admisibilă este deci valoarea efortului unitar maxim admis pentru calcule în condiții date de material și solicitări.

Rezistența admisibilă la solicitări axiale se definește ca fiind raportul între limita de curgere și coeficienții de siguranță admisibili:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_c}{c}$$

unde:

σ_a este rezistența admisibilă la întindere sau compresiune;
σ_c — limita de curgere a oțelului respectiv;
c — coeficientul de siguranță (la compresiune coeficientul c este diferit de cel de la solicitarea de întindere).

Secțiunea elementelor care se dimensionează prin metoda rezistențelor admisibile trebuie să satisfacă simultan atît condițiile impuse de capacitatea portantă, cît și condițiile de rigiditate și condițiile constructive.

Verificarea condițiilor capacității portante constă în:

— verificări de rezistență privind tensiunea maximă (efortul unitar maxim: normal, tangențial, local, echivalent);

— verificări la oboseală (încercări repetate);

— verificări de stabilitate (flambajul barelor, stabilitatea generală și locală a grinzilor cu inimă plină).

Metoda stărilor limită. Ca principiu, utilizarea acestei metode înseamnă determinarea sarcinii limită care distruge construcția prin ruperea unor elemente ale ei, sau produce unele deformații plastice inadmisibile.

Aplicînd acestei sarcini un coeficient de siguranță (total), se află sarcina capabilă a construcției (sarcina admisibilă).

Această metodă permite o dimensionare mai economică a construcției, deoarece modul de calcul corespunde mai bine modului real de lucru al construcției. Construcția sub sarcină nu lucrează real numai în domeniul elastic, ea poate suferi în timpul exploatării deformații plastice admisibile (fără a se rupe), sau deformații plastice inadmisibile care conduc la ruperea ei.

Stările limită (în care construcția nu mai poate fi exploatată) sînt următoarele:

— pierderea capacității portante (atingerea rezistențelor limită). Dacă construcția (elementul de construcție) ajunge în această situație, nu mai poate rezista acțiunilor exterioare, pierde stabilitatea sau se distruge prin oboseala materialului în urma solicitărilor repetate și nu mai poate fi

exploatată. Este cea mai importantă stare limită de care se ține seamă, în mod obligatoriu, în calcule;

— creșterea exagerată a deformațiilor sau vibrațiilor, ceea ce exclude exploatarea pe mai departe a construcției. Elementele construcției metalice se verifică după această stare limită, cînd condițiile de exploatare impun restricții în privința deformărilor.

Cauzele care conduc la atingerea stărilor limită sînt următoarele:

— supraîncărcarea elementului de construcție;

— neomogenitatea materialului (caracteristici mecanice mai mici decît cele admise în calcul);

— condițiile de lucru (situația reală de exploatare) diferite mult de cele admise în ipotezele de calcul.

Pentru a avea o garanție suficientă că, în timpul exploatării, construcția metalică nu va atinge aceste stări limită se folosesc o serie de coeficienți variabili din a căror combinare rezultă un coeficient de siguranță totală. Acești coeficienți variabili sînt cei de omogenitate a materialului și de condiții de lucru.

Calculele mai țin seama și de alți coeficienți, cum ar fi: coeficientul dinamic, coeficientul de oboseală, coeficientul de stabilitate etc.

Din punct de vedere constructiv, calculul prin metoda stărilor limită cere respectarea aceloraşi condiții ca la metoda rezistenței admisibile.

Dimensionarea prin această metodă conduce la economii de material, deoarece coeficienții introduși în calcul țin seama de condițiile reale de lucru ale construcției.

6.2. SOLICITĂRILE ȘI CALCULUL ASAMBLĂRILOR

Construcțiile metalice sînt realizate din elemente de construcții asamblate prin nituire, cu șuruburi (buloane) sau mai frecvent prin sudură. Prin îmbinări, eforturile se transmit de la un element la altul.

6.2.1. Prinderi. Prescripții generale și soluții constructive

Pentru a evita apariția unor solicitări suplimentare datorită montajului excentric, rigidității nodurilor, indiferent cum se realizează prinderea (prin nituire sau sudură), barele se centrează în prealabil, adică barele se așază cu axele centrelor lor de greutate peste sistemul geometric al grinzii cu zăbrele (axa centrelor să se întîlnească pe axa centrului de greutate al grinzii). În această situație se deosebesc două cazuri:

— bara este cu secțiune simetrică, cînd prinderea barei pe guseu se poate face simetric (bara se centrează);

— bara este cu secțiune asimetrică (ex.: barele formate din două corniere) putîndu-se centra fie după linia centrelor de greutate (diferită de linia de nituire) sau după linia niturilor (fig. 6.4).

În primul caz apare o solicitare suplimentară de încovoiere dată de momentul încovoietor M:

$$M = \frac{N \cdot c}{n}$$

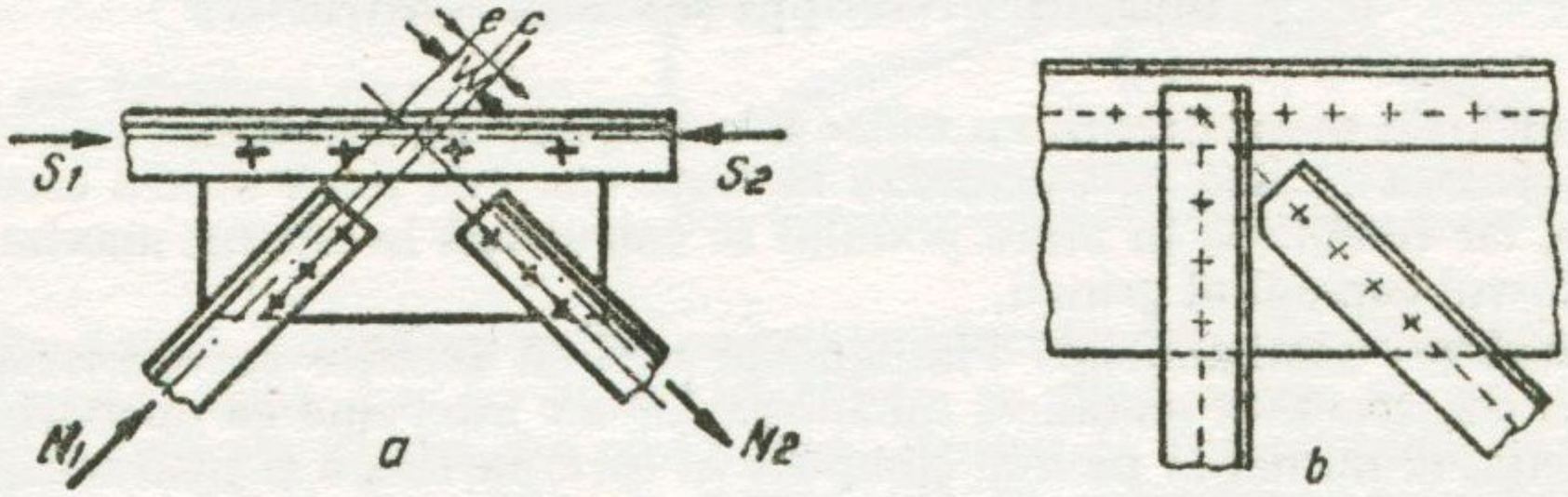


Fig. 6.4. Centrare:
a — după linia de greutate; b — după linia niturilor.

în care:

N este forța axială în bară;

$c = W—e$, distanța între linia de nituire W și cea a centrelor de greutate e;

n — numărul niturilor de prindere.

În general, acest moment poate fi neglijat, deoarece rezultanta forțelor de îmbinare nu este depășită cu mai mult de 5% pentru $n=4$ și 10% pentru $n=3$.

În cazul cînd centrarea barelor se face după linia niturilor, apare, în afara forței axiale, un moment încovoietor care trebuie luat în considerație, niturile fiind solicitate suplimentar.

Se recomandă astfel ca:

— centrarea tălpilor să se facă după linia centrelor de greutate;

— centrarea zăbrelelor pentru grinzile mari să se facă după axa centrelor de greutate, iar pentru grinzile mici, puțin solicitate, după linia niturilor (lucru ce simplifică execuția).

Prinderea barelor în noduri are mai multe soluții:

— *prindere directă pe tălpi* putîndu-se face atunci cînd inima tălpii este destul de lată (fig. 6.5, *a*). În inima tălpii apar solicitări suplimentare, motiv pentru care în calcul rezistența admisibilă se socotește redusă cu 10%. Are avantajul unui consum redus de metal;

— *prindere indirectă* (prin guseu) cu mai multe variante;

— *prindere cu guseu în prelungire,* executată în continuarea inimii tălpilor (se obține lățimea acestora, ca în figura 6.5, *b*) fiind preferată în cazul îmbinării sudate;

— *prindere cu guseu intercalat* în locul inimii tălpii (fig. 6.5, *c*) preferabilă tot la construcții sudate; soluția poate fi aplicată și la construcții nituite;

— *prindere cu guseu suprapus* tălpilor (fig. 6.5, *d*) folosită obișnuit în cazul grinzilor cu zăbrele nituite.

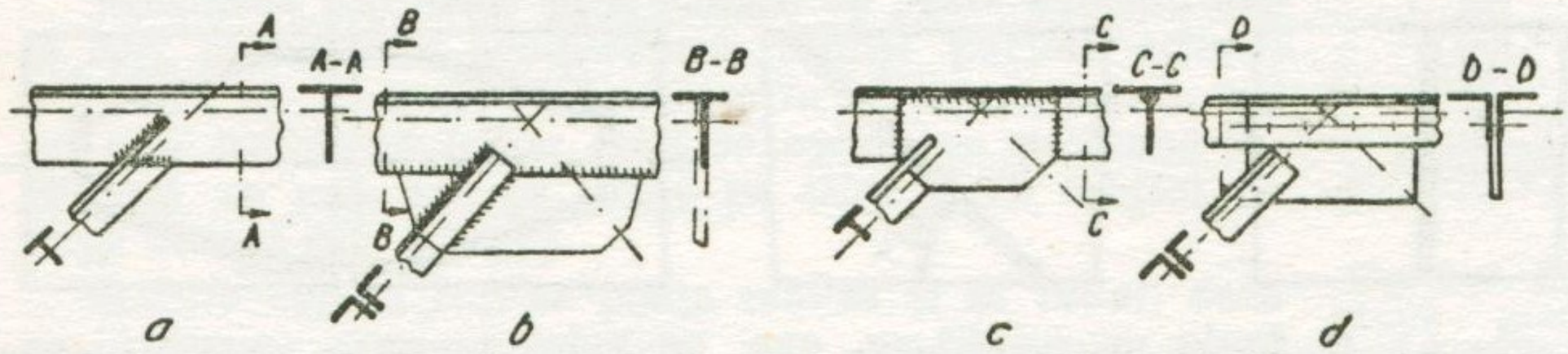


Fig. 6.5. Prindere la noduri.

6.2.2. **Înnădiri. Prescripții și soluții constructive**

Înnădirile se realizează cu eclise sau corniere de îmbinare.

Înnădirea în nod se calculează la forța cea mai mică dintre eforturile axiale, iar înnădirea în afara nodului se calculează la efortul maxim axial sau efortul capabil al grinzii.

Înnădirea platbandelor. Platbandele nefiind folosite ca elemente izolate în construcțiile metalice, înnădirea lor nu intervine ca operație independentă, ci numai la piesele compuse la care participă și platbandele. De aceea, soluția înnădirii este determinată de cele mai multe ori de configurația întregului ansamblu.

Astfel, înnădirea prin nituire a două platbande cu eclisă pe o parte se execută numai cînd una din fețe nu este liberă.

Grosimea și lățimea eclisei se iau, în general, egale cu dimensiunea platbandei, afară de cazul cînd unele părți ale platbandei sînt ocupate de alte piese și cînd eclisa rămîne mai îngustă, în acest caz, eclisa se ia mai groasă decît platbanda.

La înnădirea unui pachet de platbande cu eclisă pe o parte, rosturile platbandelor se eșalonează la intervale egale. Această așezare se face în scară (fig. 6.6, *a*), în clește (fig. 6.6, *b*) sau în scară dublă (fig. 6.6, *c*).

Platbandele se înnădesc cap la cap, fără eclise, prin cordoane de sudură în adîncime. Cordonul poate fi (transversal) perpendicular pe axa piesei, sau înclinat cu un unghi de 30—45° față de axă (fig. 6.7). După cum se știe, îmbinarea cap la cap normală nu poate transmite întregul efort capabil de a fi preluat de platbandă. Înnădirea oblică remediază în mare măsură acest inconvenient.

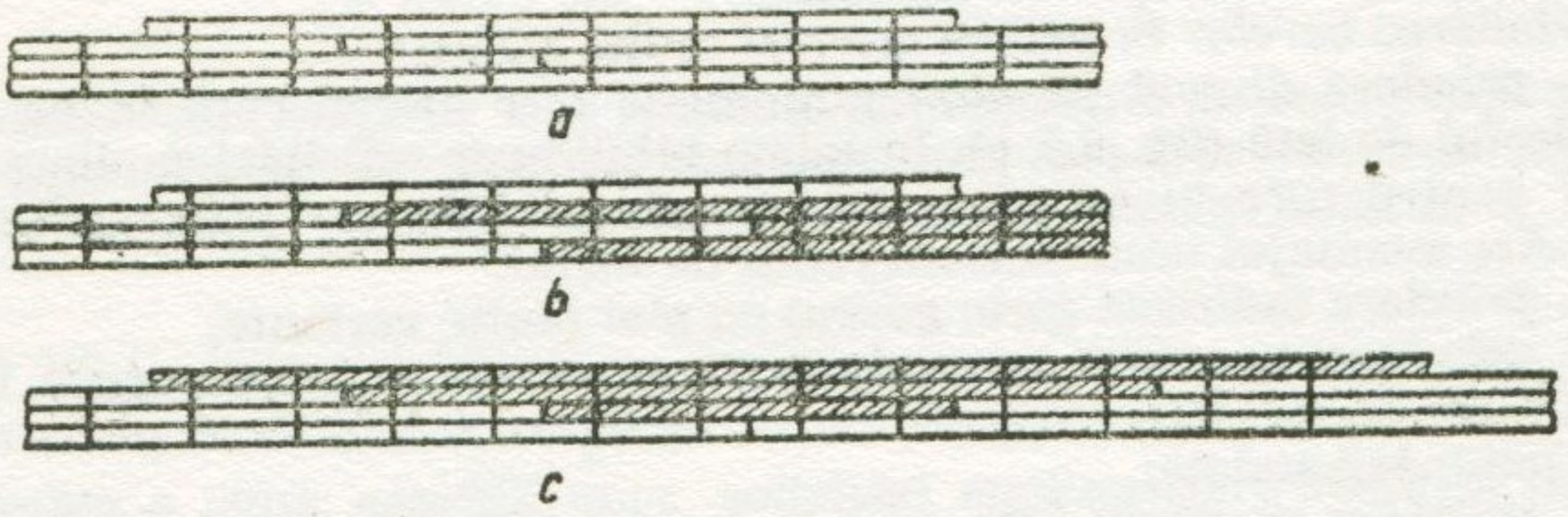


Fig. 6.6. Înnădirea unui pachet de platbande.



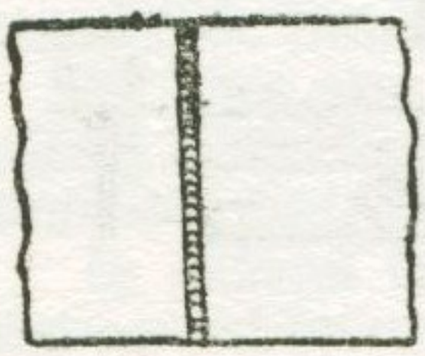




Fig. 6.7. Înnădirea platbandei prin sudură.

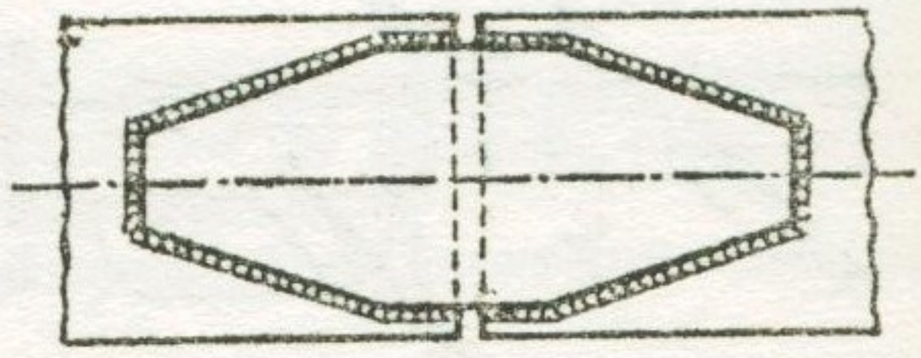


Fig. 6.8. Înnădirea cu eclise racordate.

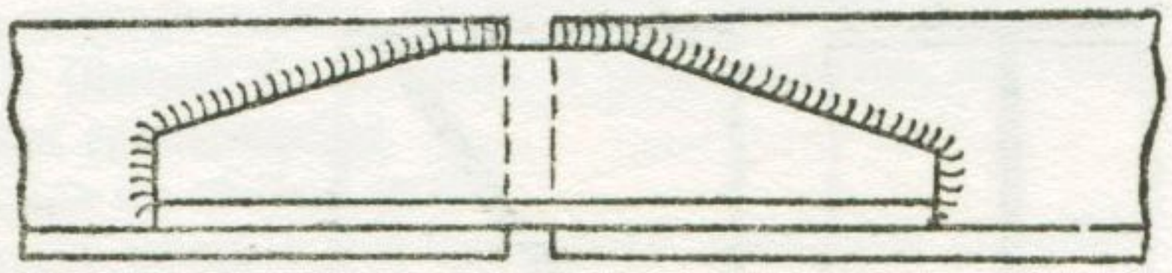


Fig. 6.9. Înnădirea cornierelor prin cornier-eclisă.

Înnădirea sudată cu eclisă se poate executa ca și la nituire, adică cu o singură eclisă sau cu două. Înnădirea cu două eclise se preferă cînd ambele fețe ale platbandei sînt libere. Pentru ca transmiterea eforturilor să fie mai lentă, este bine ca eclisele să fie racordate ca în figura 6.8.

Uneori se execută înnădiri cap la cap prin cordoane de sudură în adîncime, completate cu eclise sudate în relief, înnădirea principală fiind cordonul de sudură în adîncime.

Înnădirea cornierelor. Această operație se execută, la nituire, cu alte corniere așezate în interior sau cu platbande așezate în exterior pe aripi. Se mai poate executa combinat, cu corniere la interior, dublate de platbande așezate în exterior pe aripi. Dintre toate aceste metode, ultima este de preferat, deoarece menține axialitatea efortului în zona de îmbinare.

Cînd bara este alcătuită din două corniere, acestea se înnădesc în secțiuni diferite, eșalonîndu-se în acest fel eforturile.

Înnădirea cornierelor prin sudură se execută cap la cap, fie prin sudură în adîncime, fie prin corniere-eclisă sau platbande sudate în relief. Pentru o transmitere mai lentă a efortului, se preferă tăierea înclinată a aripilor cornierului-eclisă (fig. 6.9).

Secțiunea cornierului-eclisă se ia egală cu secțiunea cornierului din bară. Dacă se aplică înnădirea combinată, adică prin sudura în adîncime — cap la cap și sudură în relief — cu eclisă, aria secțiunii eclisei poate fi redusă la jumătate și chiar mai mult.

Înnădiri complexe. Acestea sînt înnădirile care trebuie să reziste la eforturile combinate.

Înnădirea profilelor supuse la încovoiere trebuie să transmită efortul provocat de momentul M și de forța tăietoare T. Presupunîndu-se că grinda este alcătuită dintr-un singur profil laminat, înnădirea prin nituire se execută, ori de cîte ori este posibil, așezîndu-se platbande ca eclise exterioare pe tălpile profilului, iar pe inimă eclise duble (fig. 6.10). Secțiunea platbandelor de înnădire a tălpilor se ia egală cu secțiunea netă a tălpilor profilului, iar eclisele de pe inimă se iau fiecare cu o grosime egală cu cel puțin 0,8 din grosimea inimii profilului, deoarece acestea trebuie să preia singure forța tăietoare.

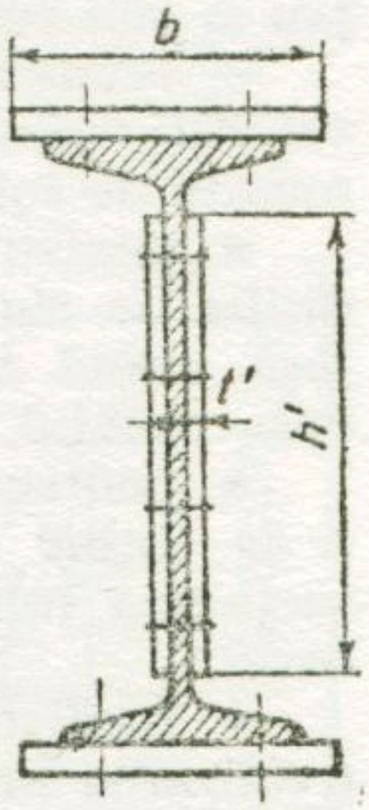


Fig. 6.10. Înnădirea profilelor prin nituire.

Înnădirea profilelor prin sudare se poate executa cap la cap, evitîndu-se complet sau numai parțial eclisele (fig. 6.11, *a*). În cazul cînd sudura în adîncime, cap la cap nu este suficientă (chiar dacă se aplică pe cordoane înclinate), se mai adaugă eclise pe tălpi și în special pe talpa întinsă (fig. 6.11, *b*).

Sudura cap la cap se poate realiza și în relief, dacă se interpune perpendicular pe axa profilului o placă (fig. 6.11, *c*).

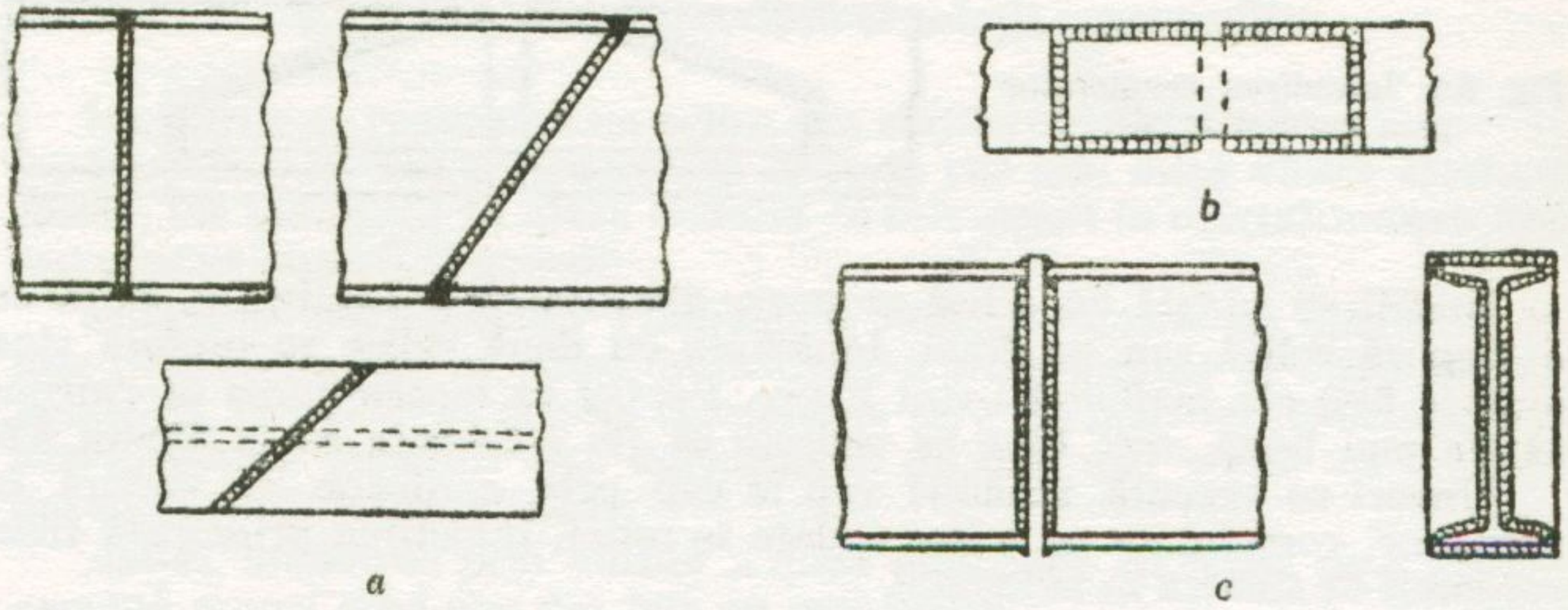


Fig. 6.11. Înnădirea profilelor prin sudură.

6.3. ALCĂTUIREA ELEMENTELOR ȘI CALCULUL SECȚIUNILOR

6.3.1. **Forma secțiunilor**

Forma secțiunilor elementelor de construcții metalice (bare, grinzi, stîlpi etc.) are o mare importanță, soluția respectivă trebuind să prezinte în același timp:

— *rezistență maximă* posibilă pentru încărcările care solicită elementul considerat, lucru ce se realizează prin:

• alcătuirea, pe cît posibil, a unor secțiuni simetrice față de planul de acțiune a solicitărilor;

• alcătuirea unor îmbinări cît mai simple care să permită trecerea directă a solicitărilor prin îmbinare (fără a apărea solicitări suplimentare);

• la grinzile cu zăbrele, prinderile în noduri să se facă cît mai simplu și mai robust;

— *economice de metal* care se realizează prin alegerea judicioasă a calității oțelului și prin utilizarea secțiunii celei mai raționale pentru elementul de solicitarea respectivă astfel:

• pentru elementele solicitate la întindere, cea mai bună (dacă condițiile de rigiditate și constructive permit) este bara de secțiune circulară, avînd materialul repartizat cel mai aproape de axa secțiunii (are dezavantajul unui consum mare de material);

• pentru elementele solicitate la compresiune centrică, fiind necesar a se obține o rigiditate cît mai bună, secțiunea cea mai indicată este secțiunea tubulară, avînd materialul repartizat cît mai departe de axa barei;

• pentru elementele solicitate la răsucire, din același considerent (realizarea unei mai mari rigidități), secțiunea tubulară este cea mai indicată;

• pentru elementele solicitate la încovoiere, secțiunea cea mai bună este dublu T, materialul fiind aglomerat cît mai departe de axa neutră a grinzii;

• la elemente solicitate la compresiune excentrică, pentru a se realiza o rigiditate cît mai mare în planul de acțiune a momentului, se recomandă secțiunea dublu T cu tălpi nesimetrice.

— *execuție cît mai simplă* care se obține prin:

• alcătuirea secțiunilor pe cît posibil din elemente laminate standardizate care se fabrică curent;

• alcătuirea cît mai simplă a secțiunilor pentru a se ușura execuția și pentru reducerea timpului de execuție;

• asamblarea elementelor care participă la realizarea secțiunii prin sudură;

— *siguranță de exploatare* care se poate realiza dacă alcătuirea secțiunii respective permite:

• verificarea periodică a elementului și în special a îmbinării;

• consolidarea ulterioară (în cazul unei sporiri a încărcării sau a deteriorării construcției);

• protecția elementelor de construcție la temperaturi mari (773—873 K), știind că la aceste temperaturi capacitatea portantă (de lucru) a oțelului obișnuit scade la zero;

• reducerea coroziunii prin alcătuirea unor secțiuni favorabile (cu închidere etanșă și cu suprafețe laterale ușor accesibile pentru întreținere) care să fie bine protejate prin vopsire.

Elementele unei construcții pot fi supuse unor solicitări axiale (întindere sau compresiune), pot fi solicitate la încovoiere, la forfecare sau pot avea solicitări complexe.

În general, secțiunile elementelor (pieselor) trebuie să fie simple, compuse din cît mai puține elemente simple sau grupate, astfel încît secțiunea să fie simetrică față de planul în care acționează forțele pentru a se evita solicitările suplimentare.

6.3.2. **Dimensionarea barelor solicitate la întindere**

Alegerea secțiunii barei. O bară nituită supusă la întindere se dimensionează ținînd seama de aria secțiunii nete a ei (A_n), adică aria secțiunii brute (A) redusă cu aria suprafeței găurilor de nit, și de ipoteza de rupere (fig. 6.12).

— *în cazul ruperii normale* (perpendiculară pe axa barei):

$$A_n = A_b - n \cdot d \cdot t \ [\text{cm}^2],$$

în care:

A_n este aria secțiunii nete, în cm^2;

A_b — aria secțiunii brute, în cm^2;

n — numărul de nituri;

d — diametrul găurii de nit, în cm;

t — grosimea piesei, în cm.

— *în cazul ruperii sinuoase* în care e este distanța și pasul nituirii (fig. 6.12);

$$A_n = (2\, e_3 + 2 \cdot \sqrt{e^2 + e_1^2} - 3d)\, t.$$

— *în cazul secțiunilor compuse:*

$$A_n = \Sigma\, A_{nk}$$

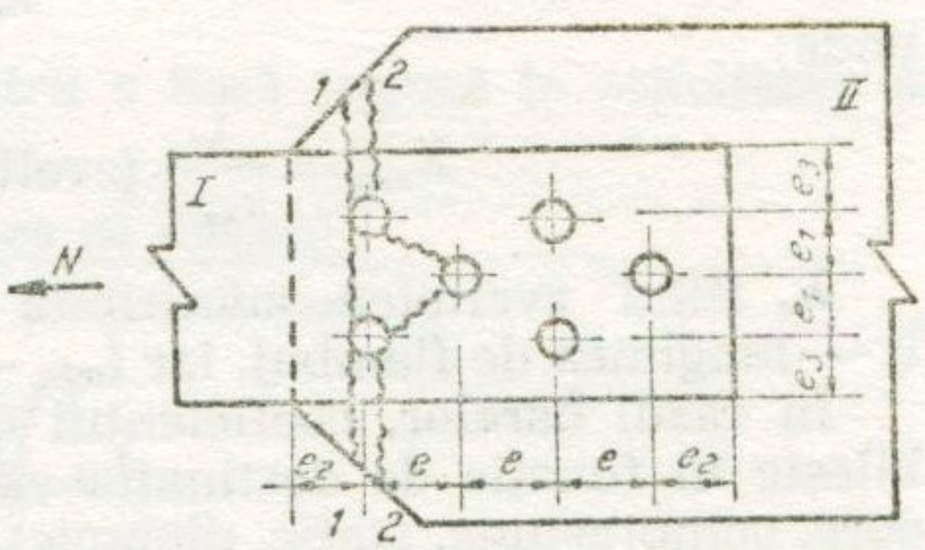


Fig. 6.12. Ipoteze de rupere la secțiuni nituite.

(suma ariilor nete ale elementelor componente calculate pentru secțiuni de rupere foarte apropiate).

Calculul secțiunii. Aria necesară secțiunii se dimensionează cu relația:

$$A_{ne} = \frac{A_n}{\alpha} = \frac{N}{\alpha \cdot \sigma_a}$$

unde:

$\alpha = \frac{A_n}{A_b}$ (coeficient de slăbire a secțiunii),

$\alpha = 0{,}75 \ldots 0{,}90$ pentru îmbinări și șuruburi uzuale sau nituri.

$\alpha = 1{,}0$ pentru îmbinări cu șuruburi de înaltă rezistență sau îmbinări sudate,

σ_a este rezistența admisibilă corespunzătoare mărcii de oțel și ipotezei de încărcare dată de standarde.

Deoarece în momentul cînd se alcătuiește secțiunea barei nu se cunoaște secțiunea sa netă, se face inițial o predimensionare ținînd seama de valorile coeficientului de slăbire α și de valoarea solicitării de întindere din bară N.

Verificarea secțiunii. Elemente întinse centric. Verificarea capacității portante se face cu relațiile:

— *pentru solicitări statice:*

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leqslant \sigma_a;$$

— *pentru solicitări repetate* (oboseală):

$$\sigma = \frac{N_{max}}{A_n \gamma} \leqslant \sigma_{a_{ob}} \cdot \alpha_{ob} = \gamma \cdot \sigma_a$$

unde:

γ este coeficientul de oboseală calculat;

A — aria netă a secțiunii reduse datorită fenomenului de oboseală, în cm²;

σ_a — rezistența admisibilă la oboseală, în N/cm².

Unele standarde dau direct valoarea $\sigma_{a_{ob}}$ pentru anumite mărci de oțel și tipuri de îmbinări (sudură, nituire).

Verificarea rigidității se face cu relația:

$$\lambda_{max} \leqslant \lambda_a$$

unde:

$$\lambda_{max} = \frac{l_f}{i_{min}} \text{ (zvelțețea maximă a barei),}$$

λ_a fiind zvelțețea admisibilă a elementului solicitat la întindere, l_f — lungimea de flambaj, iar i_{min} — raza de girație minimă.

În cazul barelor, coeficientul de susținere (zvelțeță) admisibil se stabilește în funcție de destinația elementului și natura solicitărilor (întindere, compresiune, static, dinamic).

Elemente întinse excentric. În cazul întinderii excentrice, în bară apar eforturi suplimentare (de încovoiere) care trebuie să fie luate în considerație la calcul.

În această situație, verificarea capacității portante se face cu relațiile:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} + \frac{M}{W_n} \leqslant \sigma_a \text{ (încovoiere după o singură direcție);}$$

$$\sigma = \frac{N}{A_n} + \frac{M_x}{W_{nx}} + \frac{M_y}{M_{ny}} \leqslant 1{,}1\ \sigma_a \text{ (încovoiere după două direcții);}$$

$\sigma \leqslant \sigma_a$ (în cazul podurilor sau construcțiilor metalice hidrotehnice), în care: W_{nx} și W_{ny} sînt modulele de rezistență netă (exprimate în cm^3) în raport cu axele $x—x$ și $y—y$ ale secțiunii.

Verificarea rigidității se face cu formula utilizată la întinderea centrică.

În ambele cazuri se verifică apoi condițiile constructive.

6.3.3. **Dimensionarea barelor supuse la compresiune**

În cazul solicitărilor de compresiune nu mai este suficientă verificarea rezistenței elementului, ci devine absolut obligatorie verificarea stabilității (bara solicitată își pierde stabilitatea, adică flambează).

Pierderea stabilității barei prin flambaj depinde de dimensiunile geometrice ale barei, de modul de rezemare, de modul de aplicare a sarcinii și de calitatea materialului.

Alegerea secțiunii barei comprimate centric se face în funcție de solicitarea maximă (N_{max}), calitatea materialului și ipoteza de încărcare, lungimile de flambaj (l_{fx}, l_{fy}), forma secțiunii și coeficientul de zvelțețe admis (λ_a), folosindu-se relația: $A_{nec} = \frac{N_{max}}{\varphi \cdot \sigma_a}$, unde φ este coeficientul de stabilitate al barei (de flambaj).

Stabilirea secțiunii se face prin încercări succesive, în relația de calcul fiind două necunoscute: A_{nec} și φ.

Se cunosc mai multe metode aproximative de determinare a ariei necesare (A_{nec}).

Una din aceste metode (metoda razelor aproximative de girație) ia în calcule un coeficient de zvelțețe apreciat, pe baza căruia se scoate din standarde valoarea coeficientului de flambaj (φ) pentru marca de oțel și coeficientul de zvelțețe ales.

Cunoscînd N_{max}, φ și σ se poate face o primă determinare a secțiunii necesare.

Dar coeficientul de zvelțețe λ pentru o bară supusă la solicitarea de compresiune este dat de relația:

$$\lambda = \frac{l_f}{i_{min}} = \frac{\text{lungimea de flambaj}}{\text{raza de girație minimă}}$$

$$\text{iar } i = \sqrt{\frac{I}{A}};$$

în care:

i este raza de girație, în cm;
I — momentul de inerție al secțiunii, în cm^2;
A — aria secțiunii, în cm^2.

De regulă se calculează valorile coeficientului λ și raza de girație i pentru ambele axe ale barei ($x—x$ și $y—y$) rezultînd:

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x} \text{ și } \lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} \text{ și } i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

unde:

l_{fx} și l_{fy} sînt lungimile de flambaj ale barei calculate în raport cu axa respectivă, în funcție de modul de rezemare;

I_x și I_y sînt momentele de inerție ale secțiunii în raport cu cele două axe.

Valorile celor două dimensiuni ale secțiunii se determină cu relațiile:

$$h_{nec} \simeq \frac{l_{fx}}{a_x \cdot \lambda_x} \qquad b_{nec} \simeq \frac{l_{fz}}{a_y \cdot \lambda_y}$$

unde:

h_{nec} este înălțimea necesară a secțiunii;

b_{nec} — lățimea necesară a secțiunii;

λ_x și λ_y — se apreciază inițial (se iau valori egale cu λ apreciat sau mai mici, în funcție de rolul barei în construcția respectivă);

a_x și a_y sînt coeficienții razelor de girație.

Valorile coeficienților a_x și a_y sînt date în tabele, funcție de forma secțiunii.

Verificarea secțiunii bazelor:

— verificarea rigidității se face cu relațiile:

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x} \leqslant \lambda_a$$

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y} \leqslant \lambda_a$$

— verificarea condițiilor capacității portante de exploatare:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leqslant \sigma_a,$$

unde:

σ_a este rezistența admisibilă.

Calculul plăcuțelor. În cazul barelor compuse solidarizate cu plăcuțe, plăcuțele se consideră încastrate în elementele barei compuse. Ele se calculează la forța tăietoare care apare din cauza încovoierii laterale produsă de flambaj.

Calculul se face cu o forță tăietoare convențională (T_c) aceeași pe toată lungimea barei, mărimea ei fiind dată în tabelul 6.1.

În cazul construcțiilor din aluminiu, valorile forței tăietoare T_c sînt mai mari ca la construcțiile din oțel, ca atare acestea își pierd mai repede stabilitatea.

Tabelul 6.1.

Forța tăietoare T_c

Pentru bare din:	T_c [N]
OL 37 OL 44 OL 52	20 A 25 A 30 A	A = aria secțiunii barei întregi (cm^2)

Pentru o bară alcătuită din două elemente solidarizate cu plăcuțe, momentul încovoietor (în N·cm) din planul unei plăcuțe va fi (fig. 6.13):

$$M = \frac{T_c \cdot l_i}{4}$$

iar forța tăietoare, din planul plăcuței:

$$Q = \frac{T_c \cdot l_i}{2c}.$$

Verificarea plăcuțelor se face cu relațiile:

$$\sigma = \frac{M}{W_n} = \frac{6M}{tb_p^2} \leqslant \sigma_a;$$

$$\tau = \frac{Q}{b_p \cdot t} \leqslant \sigma_a$$

unde:

t este grosimea plăcuței, în cm;
b_p — lățimea plăcuței, în cm;
c — lungimea plăcuței, în cm.

Obișnuit se alege:

$b_p = (0{,}5 \ldots 0{,}8)\ b$ pentru construcții sudate;
$b_p = (0{,}7 \ldots 1)\ b$ pentru construcții nituite;
$t_p = 6 \ldots 10$ mm.

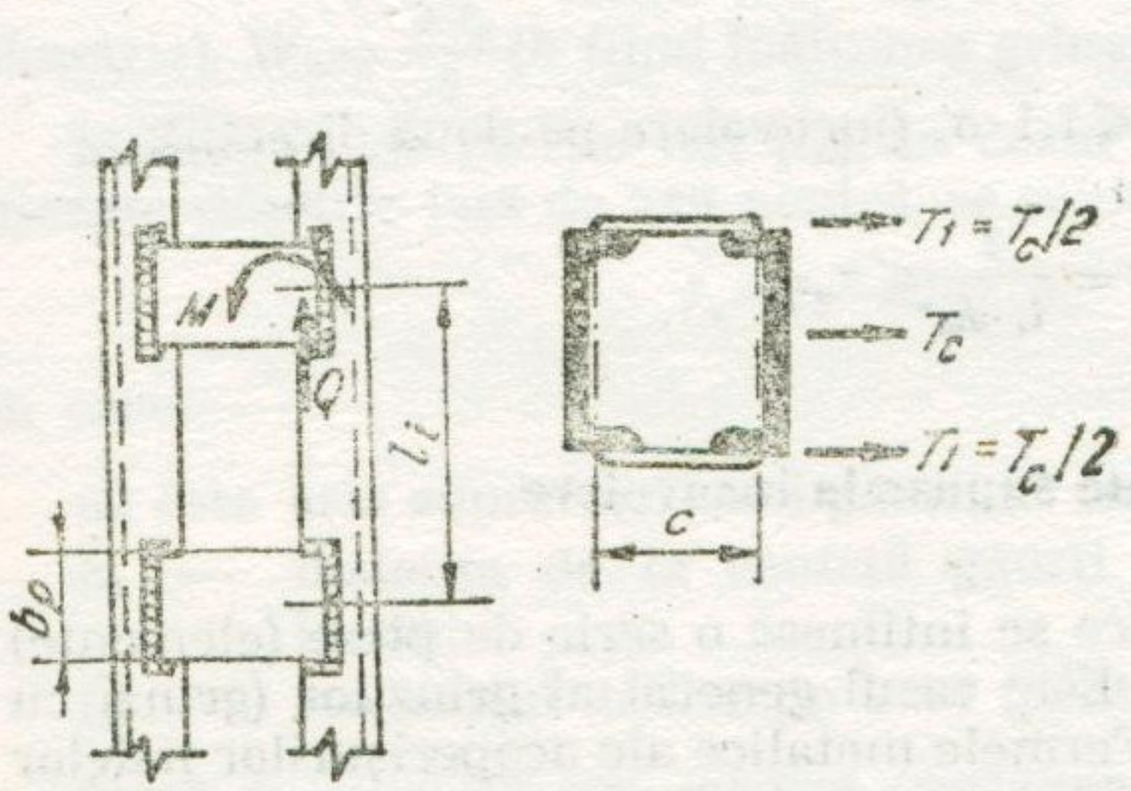


Fig. 6.13. Bare solidarizate cu plăcuțe.

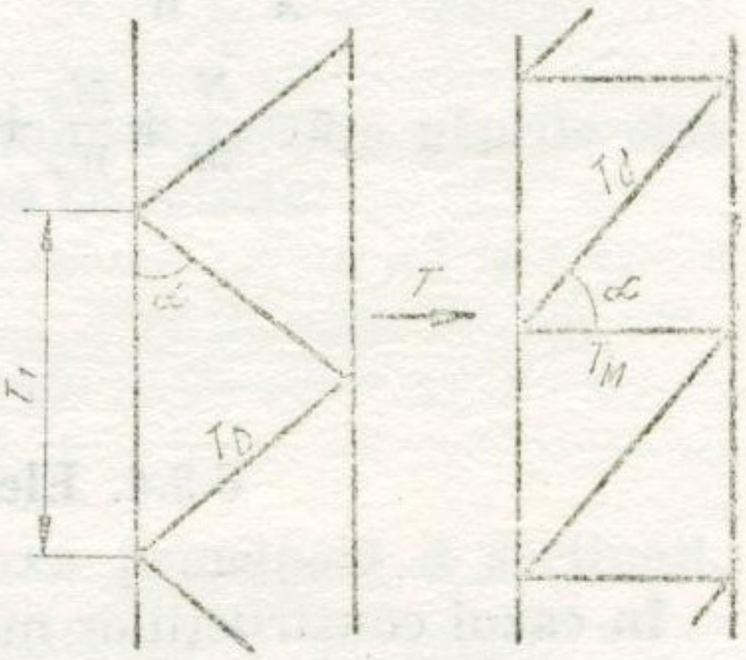


Fig. 6.14. Solicitările în montanți și diagonale.

Calculul zăbreluțelor. O zăbreluță se consideră ca element al unei grinzi cu zăbrele și ca atare se calculează:

Pentru montanți, la forța $T_M = \frac{T}{2}$;

— pentru diagonale, la forțele:

$$T_D = \pm \frac{T_d}{2 \sin \alpha} \text{ (fig. 6.14, } a\text{)},$$

$$T_d = \pm \frac{T}{2 \cos \alpha} \text{ (fig. 6.14, } b\text{)}.$$

Verificarea zăbreluțelor se face la compresiune axială, aplicîndu-se, în cazul formării lor din profile U sau oțel cornier, un coeficient de prindere dezavantajoasă $n = 0{,}75$. Relațiile de verificare fiind:

$$\sigma = \frac{T_d}{\theta \cdot A} \leqslant \sigma_a;$$

$$\lambda_{max} \leqslant \lambda_a.$$

Verificarea secțiunii elementelor solicitate la compresiune excentrică. Se consideră elemente comprimate excentric cele solicitate axial și la un moment de încovoiere datorită încărcărilor între noduri (se întîlnesc la stîlpii și tălpile comprimate ale grinzilor cu zăbrele).

Barele comprimate excentric pot avea secțiuni simetrice sau secțiuni asimetrice (stîlpi marginali ai barelor cu regim greu și foarte greu).

Verificarea secțiunilor se face cu relațiile:

— verificarea rigidității:

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_y} \leqslant \lambda_a.$$

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_x} \leqslant \lambda_a;$$

— verificarea capacității portante (de rezistență):

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \leqslant \sigma_a \text{ (încovoiere pe o direcție);}$$

$$\sigma = \frac{N}{M} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leqslant 1{,}1 \cdot \sigma_a \text{ (încovoiere pe două direcții);}$$

$$\tau = \frac{T}{i_i \cdot h_0} \leqslant \tau_a.$$

6.3.4. Elemente supuse la încovoiere

În cazul construcțiilor metalice se întîlnesc o serie de piese (elemente) supuse solicitării de încovoiere. Este cazul general al grinzilor (grinzi cu inimă plină, grinzi cu zăbrele). Fermele metalice ale acoperișurilor halelor industriale lucrează, de asemenea, în ansamblul lor, ca grinzi supuse la încovoiere.

Grinzi cu inimă plină. La grinzile cu inima plină, modul de alcătuire a secțiunii transversale determină și capacitatea portantă a grinzii.

Pentru stabilirea unor dimensiuni mai precise, secțiunea aleasă se verifică la solicitări maxime astfel încît să îndeplinească condițiile de rezistență, stabilite și rigiditate.

Verificarea de rezistență se face pentru solicitări statice (încovoiere într-un plan principal).

— Verificarea efortului unitar normal de încovoiere se face cu relația:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_n} \leqslant \sigma_a$$

în care:

σ_{max} este tensiunea (efortul unitar) normală maximă de încovoiere;
M_{max} — momentul maxim de încovoiere;
W_n — modulul de rezistență net al secțiunii ținînd seama de slăbirile secțiunilor;
σ_a — rezistența admisibilă.

Din relația: $\frac{M_{max}}{W_n} \leqslant \sigma_a$ se scoate valoarea lui $W_n = \frac{M_{max}}{\sigma_a}$.

Cu aproximație, W_n mai poate fi calculat cu ajutorul modulului necesar W_b luat din tabele pentru profilul standardizat ales la construcția grinzii.

În acest caz: $W_n \approx \frac{W_b}{1{,}2}$.

Se verifică apoi secțiunea, calculîndu-se mai întîi momentul de inerție și modulul de rezistență net:

$$W_n = \frac{I_n}{i} \quad \frac{\text{momentul de inerție}}{\text{raza de girație (distanța la axa principală a secțiunii)}}$$

Pentru $i = \frac{h}{2}$ (cazul cînd axa neutră a grinzii este considerată axă de simetrie), $W_n = \frac{2\,I_n}{h}$ (h fiind înălțimea grinzii).

Momentul de inerție net (I_n), în cazul secțiunilor la care găurile sînt așezate simetric față de axa neutră, se calculează cu relația:

$$I_n = I_b - \Sigma \omega_i^2 \cdot h,$$

în care:

ω_i este aria suprafeței unei găuri, în cm^2;
h_i — distanța de la centrul găurii la axa principală a secțiunii, în cm;
I_b — momentul de inerție brut (pentru secțiunea negăurită), în cm^2.

Dacă $\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{I_n} \leqslant \sigma_a$, atunci secțiunea stabilită corespunde condițiilor de rezistență la încovoiere.

— Verificarea tensiunii (efortului unitar) tangențiale de alunecare (τ) se face cu relațiile:

$$\tau_{max} = \frac{T_{max} \cdot S_x}{t_i \cdot I_x} \leqslant \tau_a \text{ (pentru grinda sudată);}$$

$$\tau_{max} = \frac{T_{max} \cdot S_x}{t_i \cdot I_x} \cdot \frac{e}{e \cdot d} \leqslant \tau_a \text{ (pentru grinda nituită);}$$

în care:

T_{max} este forța tăietoare maximă, în N.

S_x — momentul static al secțiunii brute care alunecă în raport cu axa neutră, în cm^3;

I_x — momentul de inerție al întregii secțiuni în raport cu axa neutră, în cm^2;

τ_a — rezistența tangențială admisibilă, în N/cm^2;

t_i — grosimea inimii, în cm;

e — distanța dintre nituri, în cm;

d — diametrul găurii de nit, în cm.

Inimile grinzilor se verifică suplimentar și la efortul unitar echivalent în secțiunile solicitate defavorabil:

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leqslant \theta \cdot \sigma_c,$$

$\theta = 1{,}1$ la construcții civile și industriale;

$\theta = 1{,}0$ la poduri.

Dacă $\tau \leqslant 0{,}4\ \tau_a$, nu mai este necesară această verificare.

La grinzile cu inimă plină se mai poate verifica inima și la forfecare, cu relația:

$$\tau = \frac{T_{max}}{h_i \cdot t_i} \leqslant \tau_a,$$

unde:

T_{max} este forța tăietoare maximă, în N;

h_i și t_i sînt înălțimea, respectiv grosimea inimii în secțiunea considerată, în cm.

De asemenea, verificarea de rezistență se face și pentru solicitări repetate.

La solicitări repetate apare fenomenul de oboseală. În acest caz în formulele de verificare se introduce coeficientul de oboseală (γ).

Grinzile supuse la încovoiere trebuie să fie destul de rigide (să nu capete deformații prea mari), pentru a nu împiedica buna exploatare a construcției; se consideră deci că grinzile trebuie să lucreze în domeniul elastic.

Calculul la deformații se face pe baza încărcărilor normale, neținîndu-se seama de coeficienții de supraîncărcare sau de coeficienții dinamici.

Grinzile înalte și înguste se încovoaie, de regulă, în planul grinzii numai pînă la o anumită valoare a sarcinii după care, dacă solicitarea crește, grinda își pierde stabilitatea și se răsucește.

Deformația poartă numele de *flambaj lateral*, constituind o instabilitate generală a grinzii. Cînd răsucirea este locală, deformația poartă numele de *valoare a grinzii* și constituie o stare de instabilitate locală.

Deoarece grinda trebuie să îndeplinească și condiția de stabilitate, este absolut necesară această verificare.

Stabilitatea generală se consideră asigurată dacă $i_y \geqslant \frac{l_c}{40}$,

unde:

l_c este distanța dintre elementele de fixare ale tălpii comprimate;

i_y — raza de giratie a tălpii comprimate.

În cazul cînd $i_y < \frac{l_c}{40}$ atunci stabilitatea generală a grinzii cu inimă plină trebuie verificată.

Stabilitatea grinzilor metalice cu inimă plină se asigură prin mărirea rigidității tălpii comprimate și prin consolidarea inimii prin nervuri de rigidizare transversale și longitudinale dispuse pe o parte sau pe ambele părți ale inimii.

După stabilirea rigidizărilor se face verificarea la valoare a grinzilor în panourile solicitate defavorabil și verificarea stabilității pe reazem. Calculele se fac diferit de la caz la caz, luînd în considerație valorile rezistențelor critice de voalare.

Grinzile cu zăbrele sînt elemente de construcție ce lucrează în ansamblu, la încovoiere.

Dimensionarea secțiunii barelor componente se face pe baza solicitărilor la întindere, compresiune sau solicitărilor complexe.

Verificarea dimensionării barelor grinzilor cu zăbrele se face, în funcție de solicitarea elementului, cu relațiile prevăzute pentru elementele solicitate la întindere, compresiune etc.

La grinzile cu deschideri mari (peste 30 m) se recomandă ca grinda să se confecționeze cu o contrasăgeată egală cu săgeata sistemului de încărcare permanentă.

Grinzile cheson lucrează ca grinzi cu inimă plină, deci la dimensionarea și verificarea lor se folosesc aceleași relații și aceeași metodologie de calcul.

Grinzile cheson pot relua mai ușor încovoierile oblice și momentele oblice de răsucire.

Ele prezintă avantajul unui consum redus de metal, sortimente reduse de materiale (pot fi confecționate dintr-o singură grosime de tablă) și un volum de manoperă mic. Prin închiderea secțiunii, grinzile sînt expuse mai puțin coroziunii.

Toate aceste avantaje conduc la o mare economie de metal, costuri reduse, siguranță în exploatare, calități ce fac din grinda-cheson soluția cea mai convenabilă pentru multe construcții metalice (poduri rulante etc.).

7

GRINZI CU INIMĂ PLINĂ, REAZEME

7.1. TIPURI DE GRINZI CU INIMĂ PLINĂ

Prin grinzi se înțelege în mod obișnuit bare supuse la încovoiere. În aceste condiții cele două tălpi paralele sînt solicitate: cea inferioară la întindere, cealaltă la compresiune. Pentru a se egaliza aceste eforturi, tălpile au aceeași secțiune, ele fiind distribuite simetric față de axa neutră. Cînd totuși ele nu sînt simetrice, trebuie să se dimensioneze, ținîndu-se seama în calcul de momentele secundare de încovoiere.

Grinzile cu inima plină pot fi realizate dintr-un singur profil laminat sau din mai multe profile și benzi, solidarizate între ele prin nituri sau sudură. De obicei, sudura se aplică grinzilor cu inimă plină alcătuite dintr-o singură platbandă (fig. 7.1, *a*), iar nituirea, grinzilor cu inimă plină alcătuite din două platbande (fig. 7.2).

Grinzile cu inimă plină se mai execută și din profile I, tăiate la mijloc în lungul inimii, între cele două jumătăți introducîndu-se o inimă suplimentară; pe această cale se obține o creștere considerabilă a modulului de rezistență (fig. 7.1, *b*). Grinzile dintr-un singur profil laminat se obțin din profil I sau U. Solidarizînd între ele două profile U sau I, se obțin grinzi duble de forma celor reprezentate în figura 7.3.

Cînd solicitările la încovoiere sînt mari, grinzile din profile laminate, simple sau duble, nu mai sînt suficiente, iar așezarea mai multor profile

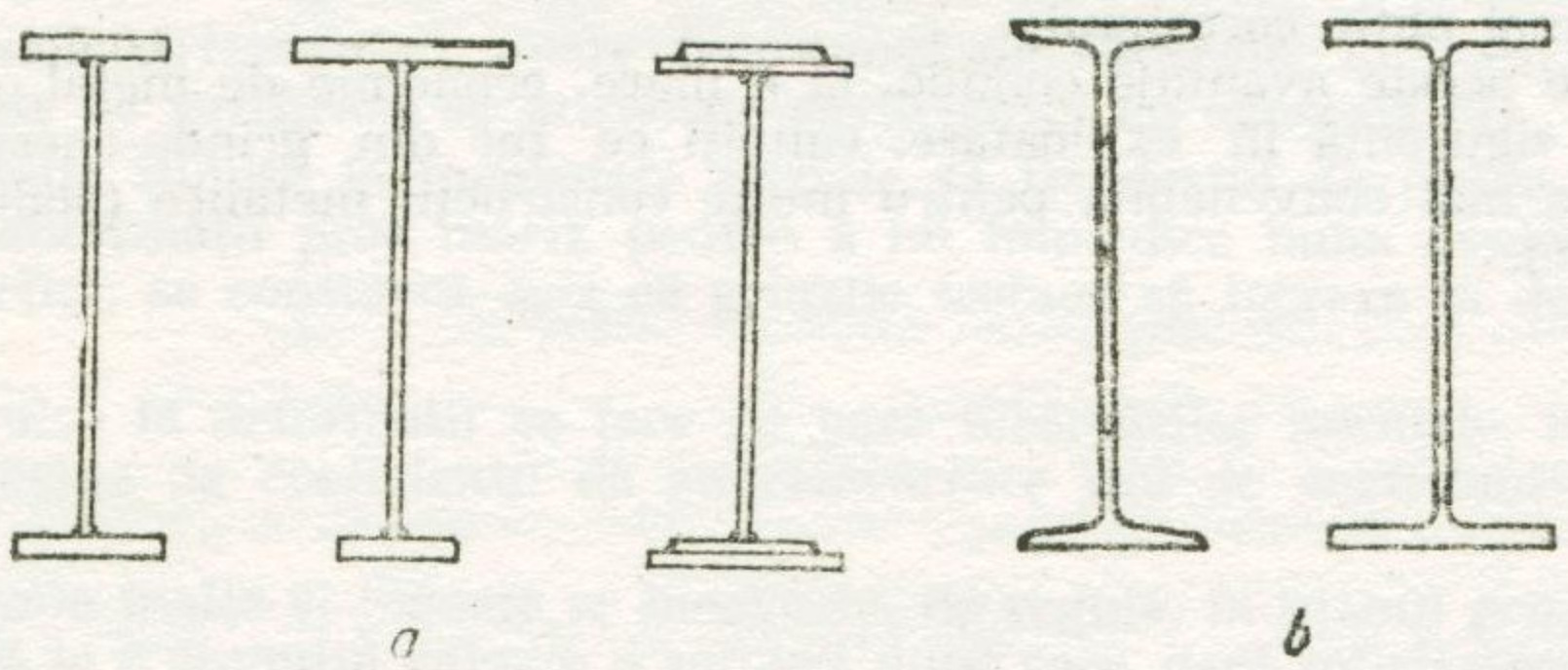


Fig. 7.1. Grinzi cu inimă plină sudate.

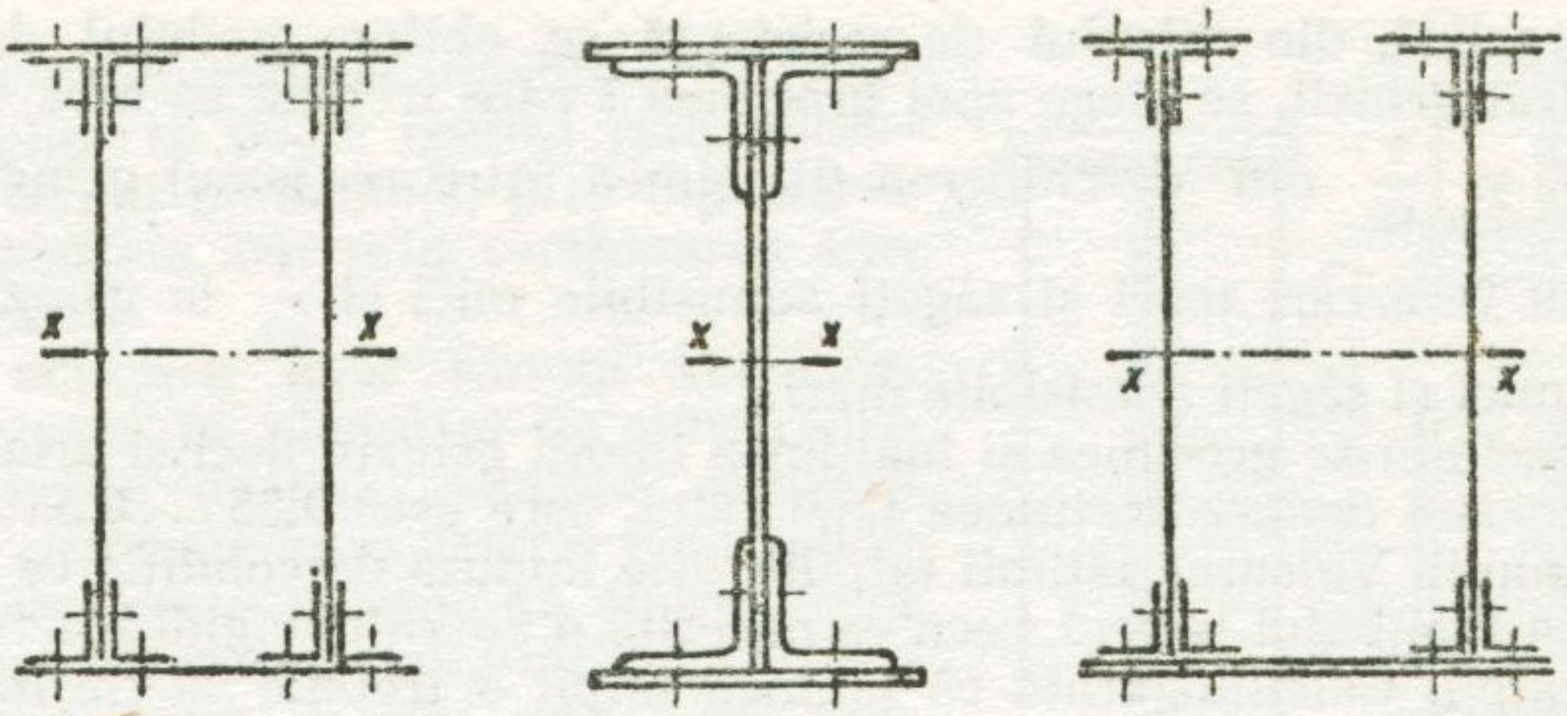


Fig. 7.2. Grinzi cu inimă plină nituite.

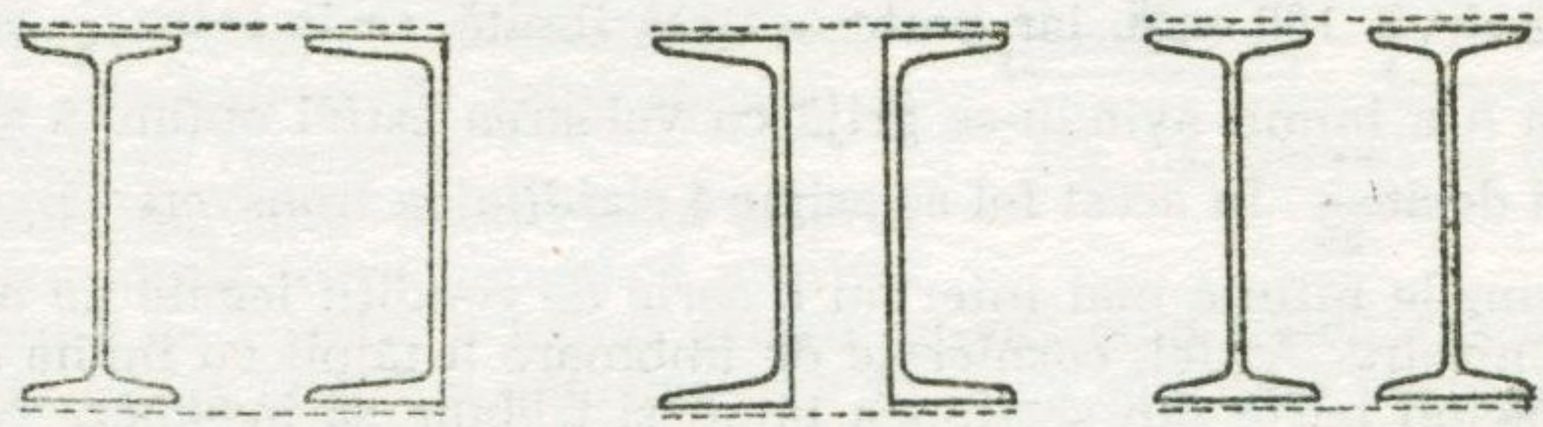


Fig. 7.3. Grinzi din profile laminate.

unul lîngă altul nu este economică. În astfel de cazuri, forma obișnuită a grinzilor constă dintr-o secțiune alcătuită din două tălpi legate între ele cu ajutorul a patru corniere, printr-o bandă continuă numită *inimă plină*. La solicitări foarte puternice, grinzile sînt deschise sau închise la partea inferioară și se construiesc cu două inimi.

7.2. ELEMENTE DIMENSIONALE ȘI COMPONENTE ALE GRINZILOR

La dimensionarea elementelor care compun grinda trebuie să se țină seamă de o serie de condiții de rezistență, precum și de anumite necesități de ordin constructiv.

Înălțimea și grosimea inimii grinzii sînt condiționate de o repartizare rațională a materialului între tălpi și inimă și de siguranța contra pierderii stabilității. Grinzile înalte și cu inima subțire satisfac, în general, aceste condiții, dacă nu se exagerează înălțimea, fapt care poate produce deformarea inimii.

Înălțimea h a inimii grinzii se determină cu relația:

$$h = k\sqrt{\frac{W}{t}}\ [\text{cm}],$$

în care:

k este un coeficient a cărui valoare este de 1,3 pentru grinzile sudate și 1,2—1,4 pentru cele nituite;
W — modulul de rezistență al inimii grinzii, în cm^3;
t — grosimea inimii, în cm.

În practică, din calculul de rezistență se obține modulul de rezistență W al grinzii, se alege apoi grosimea t care trebuie să aibă valoarea între $\frac{1}{8}$ și $\frac{1}{12}$ din deschiderea (lungimea între reazeme) grinzii $\frac{1}{8}$ la grinzi cu încărcări mari și săgeți admisibile mici și $\frac{1}{12}$ la grinzi cu încărcări mici și săgeți admisibile mari.

Cunoscîndu-se grosimea și înălțimea inimii grinzii, deci și aria respectivă, se poate deduce secțiunea unei tălpi, care este 0,25 . . . 0,30 din secțiunea inimii. Valoarea lățimii tălpilor este impusă de condiția ca talpa să reziste la flambajul lateral, ceea ce necesită o anumită rigiditate transversală a tălpii. Calculul arată că lățimea tălpii b trebuie să fie mai mare decît $\frac{1}{20}$ din deschiderea grinzii. În practică, lățimea b nu se ia niciodată mai mică decît 160 mm, iar peste această limită, se ia între $\frac{1}{5}$ și $\frac{1}{8}$ din înălțimea h a inimii avîndu-se grijă ca valoarea astfel obținută să nu fie mai mică decît $\frac{1}{25}$. În acest fel se asigură rigiditatea transversală.

La grinzile nituite mai intervin o serie de condiții legate de asamblarea prin nituire. Astfel, cornierele de îmbinare a tălpii cu inima se socotesc ca făcînd parte din secțiunea tălpii și trebuie să însumeze cel puțin 0,30 din aria secțiunii tălpii. Lățimea aripii transversale a acestui cornier trebuie să fie aproximativ $\frac{1}{10}$ din înălțimea inimii. Grosimea aripilor cornierului trebuie să se ia egală cu grosimea inimii, ceea ce ușurează executarea îmbinărilor.

La grinzile sudate, lipsind cornierele, tălpile au o rigiditate transversală mai mică decît cele nituite. Pentru a se evita ondularea marginilor, lățimea tălpii trebuie să fie cel mult de 30 de ori grosimea ei.

Talpa grinzii se alcătuiește dintr-o singură platbandă, cel mult din două. Grosimea platbandei nu se ia mai mare decît 40 mm, deoarece tălpile groase, în timpul răcirii, după sudare, dau naștere unor eforturi suplimentare, datorită tensiunilor remanente.

Cînd talpa este alcătuită din două platbande solidarizate numai prin cordoane de sudură marginale, platbandele sînt solicitate inegal pe lățimea lor și anume: platbanda interioară mai mult la mijloc și mai puțin la margini, iar cea exterioară, invers. Cînd talpa este alcătuită dintr-o singură platbandă subțire și lată, se constată de asemenea o solicitare inegală, mai mare la mijloc și mai mică la margini.

Secțiunea grinzii cu inimă plină, determinată pe baza momentului încovoietor, nu este necesară pe toată lungimea grinzii, deoarece momentul variază în lungul grinzii scăzînd spre reazeme. Dimensionarea rațională din punctul de vedere al economiei de material ar trebui să ducă la o variație a secțiunii grinzii în lungul ei, conform cu diagrama momentului încovoietor. Această variație a secțiunii se poate obține fie modificîndu-se înălțimea inimii, fie modificîndu-se secțiunea tălpilor, sau combinîndu-se ambele metode. În practică, modificarea înălțimii inimii este mai greu de realizat, deoarece cere un volum mare de muncă. Modificarea secțiunii tălpilor la grinzile nituite se poate obține prin suprimarea uneia, a mai multor, sau chiar a tuturor platbandelor, rămînînd doar inima și cornierele în apropierea reazemelor.

La grinzile sudate, modificarea secțiunii tălpilor se poate realiza prin micșorarea grosimii platbandei, prin îngustarea lățimii acesteia sau prin combinarea ambelor metode.

Sub acțiunea unor sarcini verticale, care lucrează în planul ei de simetrie, o grindă poate deveni instabilă, răsucindu-se și deformîndu-se lateral cînd solicitarea trece peste o anumită limită, care marchează pierderea stabilității generale a grinzii respective. Sarcina critică sau momentul critic care provoacă pierderea stabilității generale depinde de dimensiunile grinzii, de secțiune, de modulele de rezistență, de deschidere, de felul sarcinii și de condițiile de rezemare.

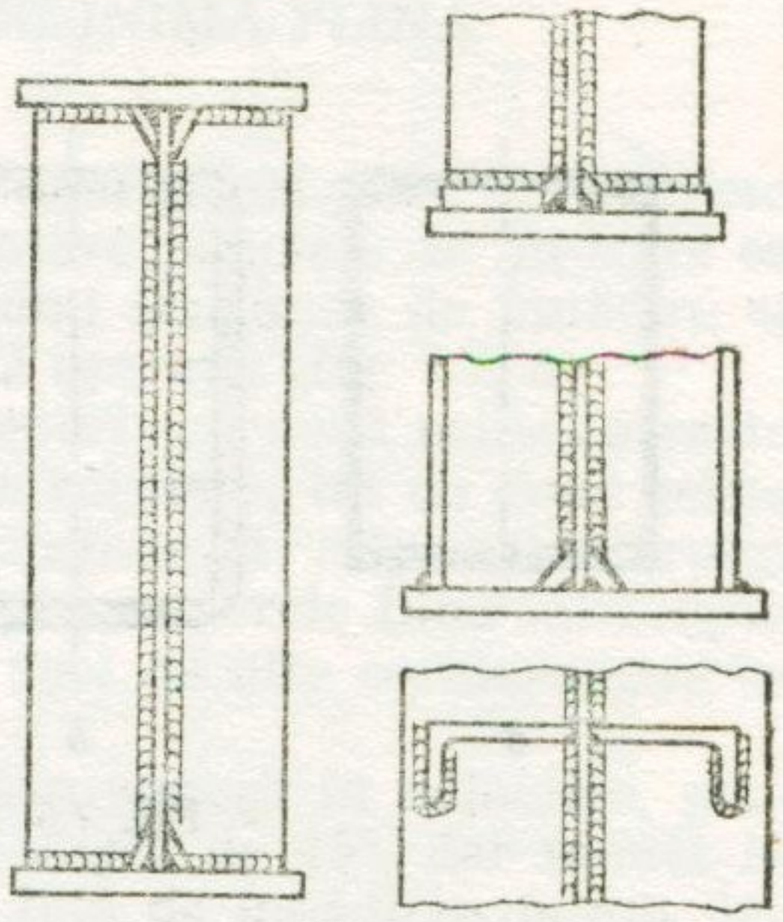


Fig. 7.4. Nervuri de rigidizare sudate.

Grinzile mai sînt caracterizate și prin stabilitatea locală, care împiedică apariția fenomenului de voalare a inimii grinzii, atunci cînd solicitarea depășește o anumită limită (apariția deformațiilor în tabla solicitată peste limita admisibilă). În timp ce pierderea stabilității generale înseamnă distrugerea grinzii, valoarea inimii produce numai o micșorare a capacității portante a grinzii.

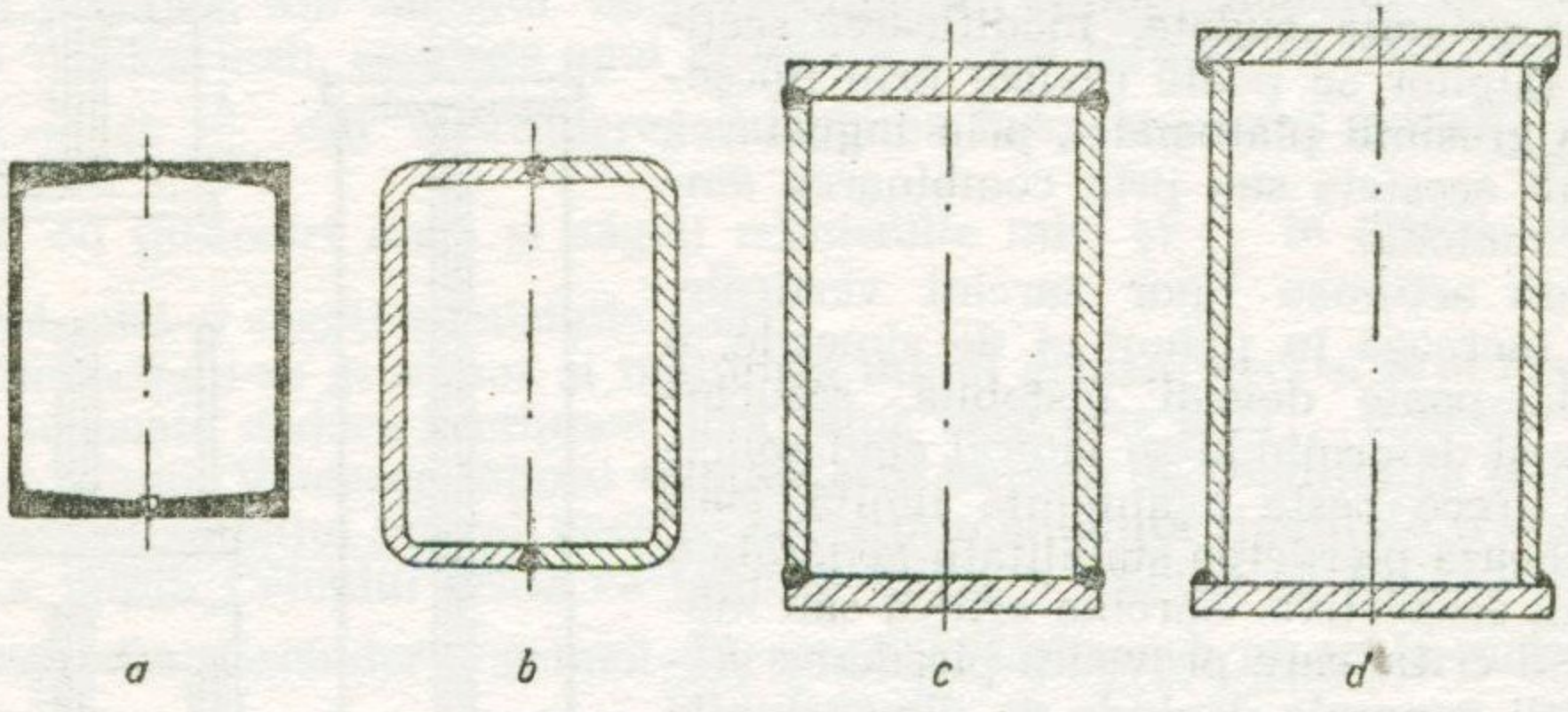
Atît stabilitatea generală cît și cea locală pot fi mărite prin aplicarea nervurilor de rigidizare transversale, longitudinale sau înclinate.

Nervurile se execută din corniere cu aripi egale sau inegale și se aplică simetric față de planul inimii pe adaosuri de grosime egală cu aceea a cornierelor tălpilor. Capetele nervurilor ajung pînă la aripile transversale ale cornierelor tălpilor. La grinzile sudate, nervurile se execută din platbande sau din corniere. Platbandele sau aripile transversale ale cornierelor care formează nervurile de rigidizare se sudează atît pe inimă, cît și pe tălpile grinzii, cordoanele de sudură întrerupîndu-se doar în dreptul sudurii dintre talpă și inimă (fig. 7.4).

Nervurile transversale și longitudinale au efecte diferite în raport cu felul solicitărilor. Nervurile transversale sînt eficace la solicitările care privesc stabilirea generală a grinzii, precum și la eforturile de forfecare ce provoacă voalarea inimii. Nervurile longitudinale sînt eficace la solicitările de încovoiere sau la eforturile complexe de compresiune și de încovoiere.

7.3. GRINZI CHESON ȘI GRINZI EXPANDATE

Grinzile tip cheson au secțiunea dreptunghiulară, în general constantă pe toată lungimea; există însă și grinzi cu înălțimea variabilă a secțiunii dreptunghiulare, constituind grinzi de egală rezistență. Ele se folosesc la deschideri și la sarcini mari, deoarece au greutate mică pe metrul liniar, pentru momente de inerție mari. Ele rezultă din îmbinarea prin sudare a două profile laminate sau ambutisate (fig. 7.5, *a*, *b*) sau din platbande (fig. 7.5, *c*, *d*).

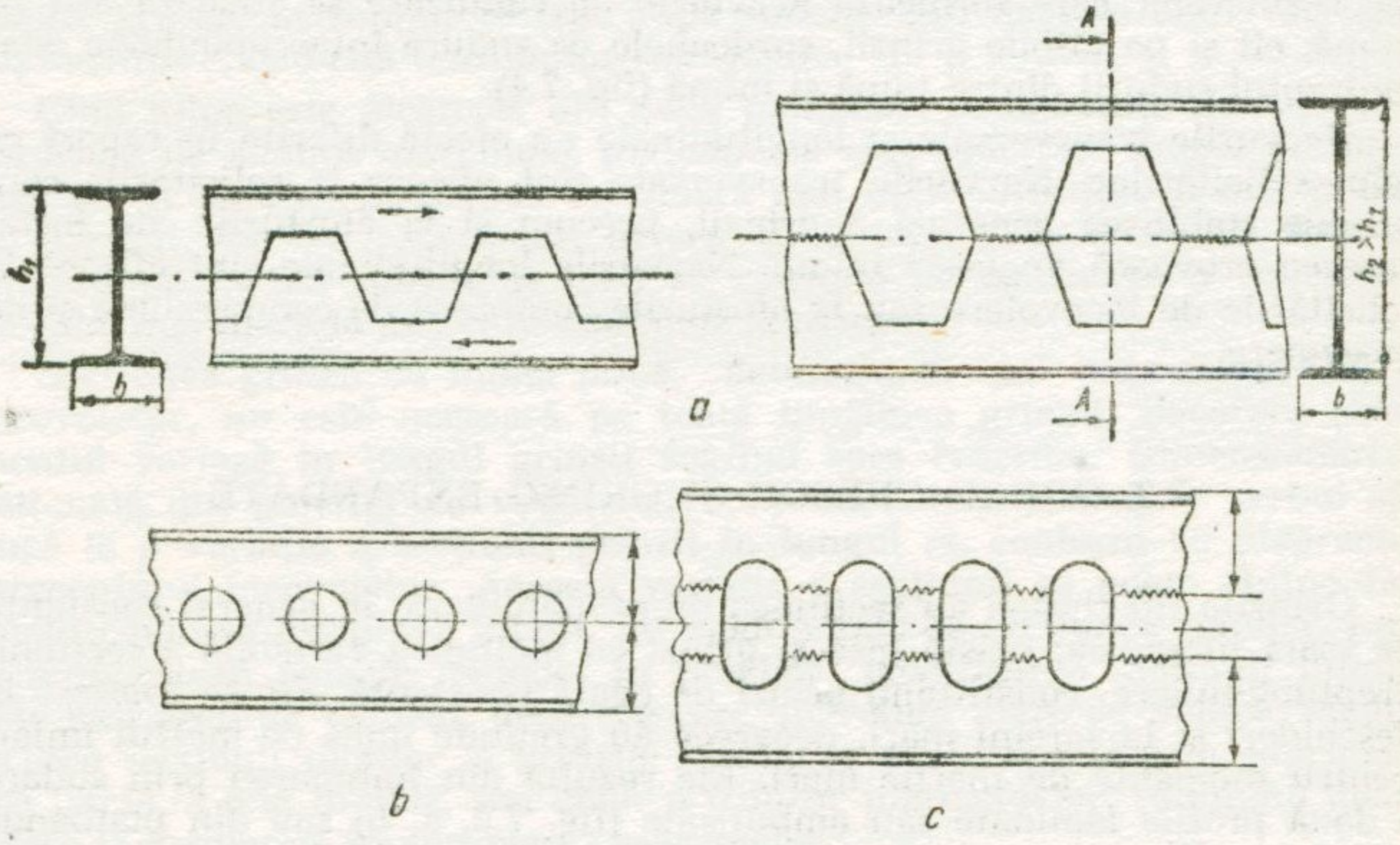


a *b* *c* *d*

Fig. 7.5. Secțiuni prin grinzi cheson.

Acest tip de grindă s-a extins datorită dezvoltării sudurii electrice și a sudurii automate. Aceste grinzi au avantajul unui cost redus și se realizează cu o mare economie de manoperă, fiind executate în general din platbande teșite la margini și sudate la mașini automate. În același timp, datorită posibilității ca în alcătuirea unui mare sortiment de grinzi să se folosească o singură grosime de tablă sau numai cîteva dimensiuni de platbande, se ajunge la o simplificare importantă în planificarea aprovizionării cu material și la o aprovizionare ritmică.

În ultimul timp s-au realizat grinzi expandate. Acestea sînt rezultate din asamblarea prin sudură a două jumătăți de profil I, ce sînt decupate pe inimă după un contur oarecare sinusoidal și apoi deplasate în același plan (fig. 7.6, *a*). Datorită distanței mari a tălpilor, aceste grinzi realizează un moment mare de inerție la o greutate proprie redusă. De asemenea o grindă de tip ușor, cu găuri de ușurare practicate în inima grinzii, (fig. 7.6, *b*), poate fi expandată prin introducerea unui adaos pe axul longitudinal al grinzii (fig. 7.6, *c*).



a

b *c*

Fig. 7.6. Grinzi expandate.

7.4. ÎNNĂDIREA GRINZILOR CU INIMĂ PLINĂ

Diferitele elemente ce compun secțiunea unei grinzi pline se înnădesc prin nituire sau sudare; la înnădirile de montare punctele de înnădire se iau apropiate pentru a se scurta pe cît posibil lungimea de înnădire și pentru a nu se îngreuia peste măsură această operație (fig. 7.7, *a*).

Inima grinzii se înnădește în diferite moduri: cu două eclise, așezate cîte una pe fiecare parte în intervalul dintre corniere; tot cu două eclise peste care se așază cîte o plăcuță care cuprinde și aripa cornierului (fig. 7.7, *b*); cu eclisele prelungite pînă la tălpi, cornierele fiind întrerupte pe lățimea ecliselor; cornierele se înnădesc apoi cu alte corniere care se nituiesc și peste eclise (fig. 7.7, *c*).

La grinzile sudate, tălpile se înnădesc prin sudură în adîncime, perpendicular pe axa grinzii sau oblic sub un unghi de 45°, dar numai la grinzile întinse. Tălpile se înnădesc decalat față de înnădirea inimii, iar cele două tălpi se înnădesc în secțiuni diferite. Înnădirile în unghi sînt superioare din punctul de vedere al rezistenței, dar sînt mai costisitoare decît cele normale, deoarece necesită manoperă multă.

Inima grinzii se înnădește de asemenea prin sudare, în adîncime, normală pe axă sau oblică. Uneori se folosesc și eclise mici rombice, care creează însă concentrări de eforturi și pot da naștere la fisuri cînd sînt solicitate dinamic. În cazuri speciale inima grinzii se înnădește prin intermediul unei platbande transversale de care se sudează cele două părți ale ei, prin cordoane în relief (fig. 7.8).

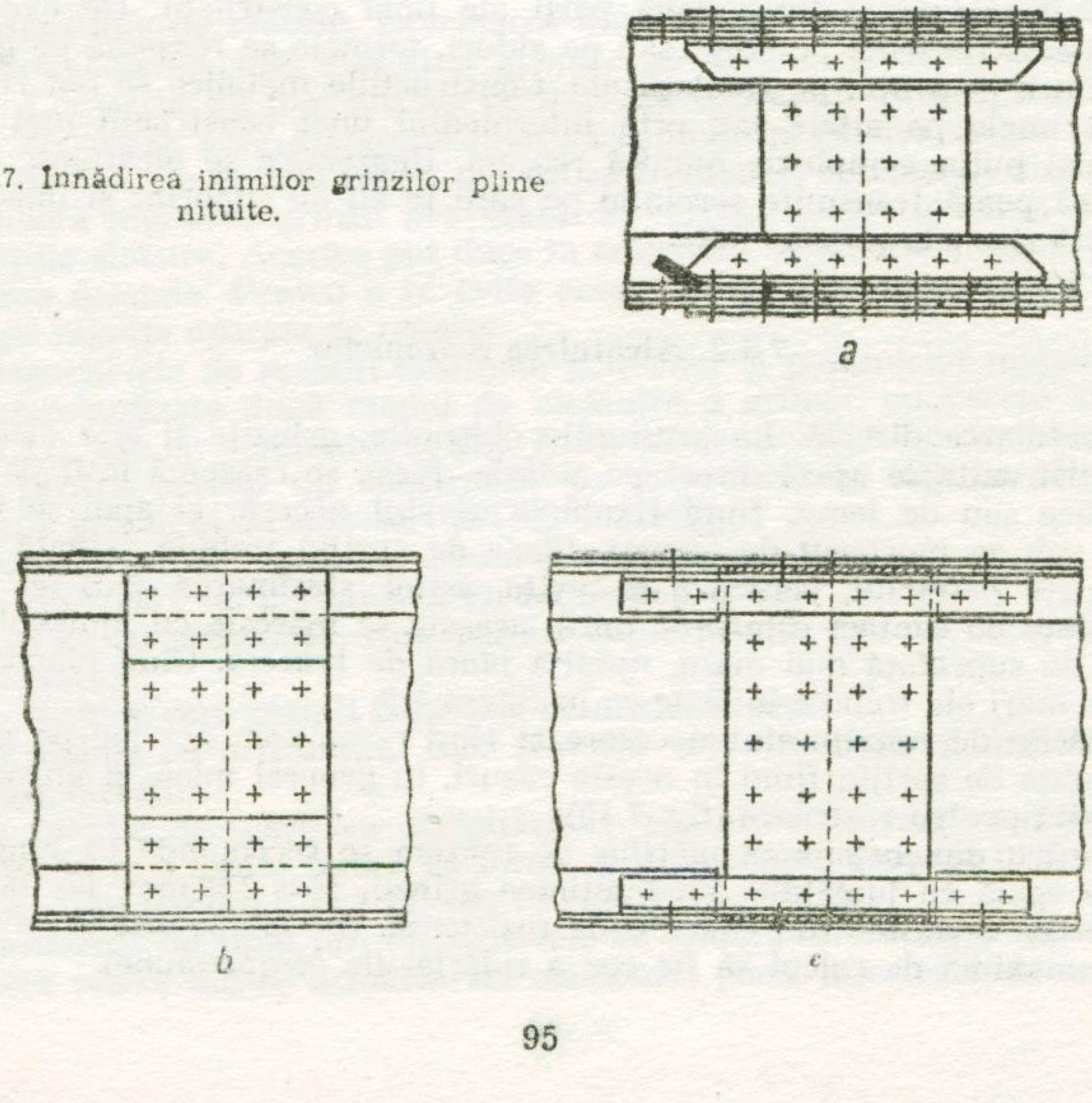


Fig. 7.7. Înnădirea inimilor grinzilor pline nituite.

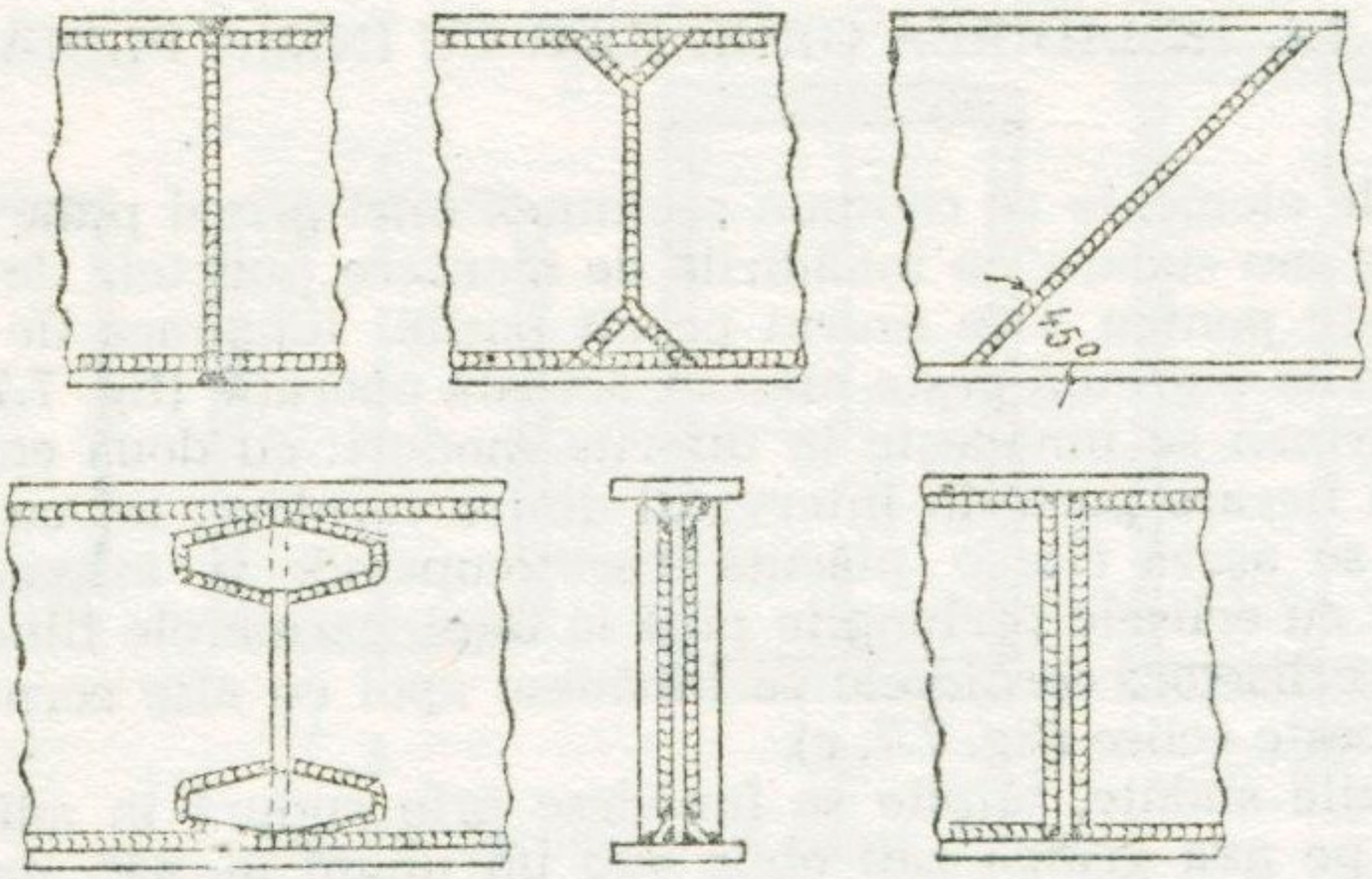


Fig. 7.8. Înnădirea inimii grinzilor sudate.

7.5. REAZEME

7.5.1. Scopul și clasificarea aparatelor de reazem

Reazemele sînt elemente de construcții metalice care stabilesc contactul de rezemare între două părți ale unei construcții. De exemplu, grinzile se reazemă pe stîlpi sau pe ziduri, fermele se reazemă pe grinzi, pe ziduri, pe stîlpi, pe fundații etc. Construcțiile metalice se pot rezema direct unele pe altele sau prin intermediul unei construcții mai mult sau mai puțin complexe, numită *reazem*. Reazemele se alcătuiesc astfel încît să poată transmite sarcinile pe care le au de suportat și uneori să permită și unele mișcări mici.

7.5.2. Alcătuirea reazemelor

Rezemarea directă. La presiunile obișnuite, grinzile și alte elemente de construcție se așază direct pe zidărie. Piesa se reazemă întîi pe pene metalice sau de lemn, fiind fixată la nivelul necesar și apoi se introduce sub ea mortarul de ciment. Placa de sprijin trebuie așezată puțin înăuntrul peretelui, pentru a se evita astfel sfărîmarea zidăriei. Dacă suprafața de contact este prea mică, aceasta se mărește cu ajutorul unei plăci de suprafață mai mare, numită *placă de reazem*. Cînd plăcile sînt foarte mari ele trebuie întărite ca în figura 7.9.

Plăcile de reazem sînt necesare și cînd rezemarea are loc pe grinzi, suprafața de sprijin fiind în aceste cazuri, în general mică, și uneori nepotrivită pentru rezemare (fig. 7.10).

Pentru dimensionarea plăcilor de reazem se recomandă ca lungimea să fie egală cu jumătate din înălțimea grinzii, plus 150 mm, iar lățimea să fie cea rezultată din calculul de rezistență, ținîndu-se seama ca rezistența maximă de calcul să fie cea a zidăriei (la compresiune).

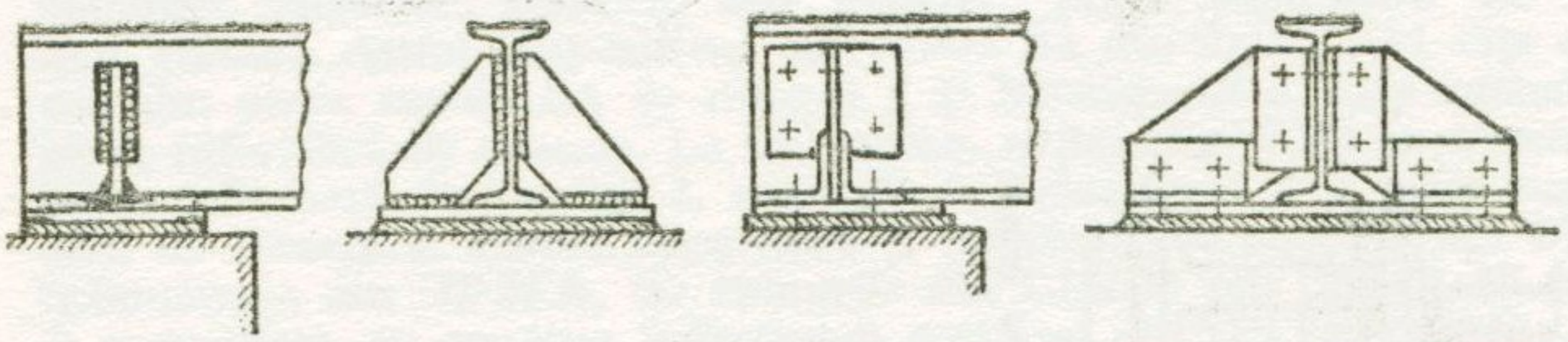


Fig. 7.9. Rezemare directă.

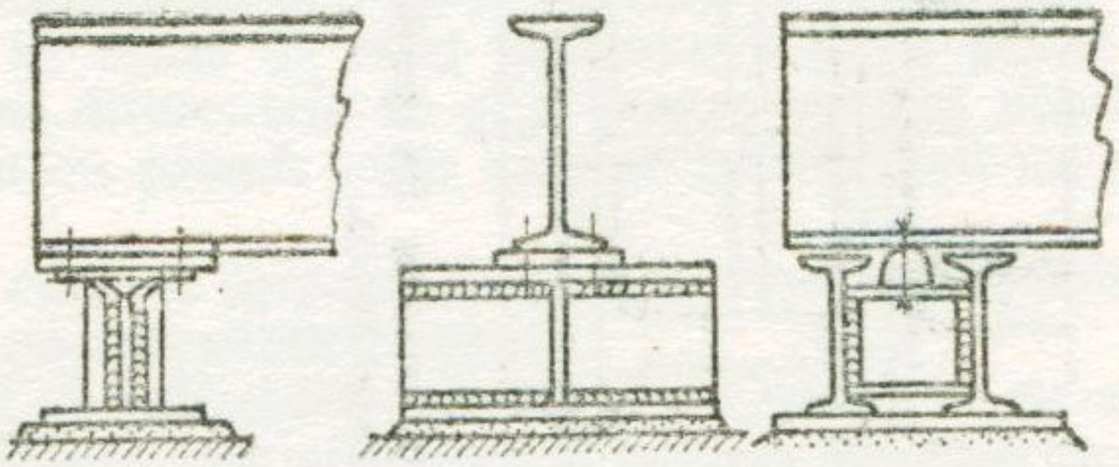


Fig. 7.10. Rezemare pe grindă.

Grosimea e a plăcii de reazem se determină cu relația:

$$e=\sqrt{\frac{P\cdot a}{b\cdot\sigma_a}}\ [\text{mm}],$$

în care:

P este sarcina, în N;

a — lungimea plăcii, în mm;

b — lățimea plăcii, în mm;

σ_a — rezistența admisibilă a materialului, în N/mm².

Dispozitive de reazem. Rezemarea directă a grinzilor prezintă o serie de inconveniente, mai ales cînd grinzile au deschideri mari și se încovoaie. Contactul nu mai are loc pe întreaga suprafață de sprijin și tinde să se deplaseze spre marginea interioară, unde presiunea crește și distruge zidăria. Pe de altă parte, din cauza frecărilor, rezemarea directă nu lasă liberă mișcarea grinzii provocată de variația temperaturii și de deformațiile elastice. Acestea pot duce la crăpături de zidărie și apoi la distrugerea acesteia. Pentru a se evita aceste inconveniente se aplică piese speciale numite *aparate de reazem.*

Dispozitivele de reazem destinate podurilor și pasarelelor metalice au fost standardizate după modul de alcătuire a grinzii, cu perete simplu (fig. 7.11), sau cu perete dublu (fig. 7.12), diferențierea fiind deci determinată, pentru același tip constructiv de dispozitiv, de lățimea tălpii de sprijin a grinzii și de solicitări (STAS 4031-77).

După modul de rezemare, aceste dispozitive pot fi:

— fixe, care nu permit nici un fel de deplasare;

— fixe cu articulații, care permit unele rotații, dar nu îngăduie nici o deplasare;

— mobile, care permit deplasări pe unele direcții;

— mobile cu articulații, care permite atît rotații cît și deplasări în anumite direcții.

În funcție de mărimea solicitărilor, aparatele de reazem mobile se execută în mai multe tipuri, ca forme și dimensiuni, grupate în două categorii — cu frecare (fig. 7.13) sau cu rulouri (fig. 7.14).

Indiferent de tipul lor, dispozitivele de reazem sînt alcătuite prin compunerea unora dintre următoarele elemente: placă inferioară de reazem,

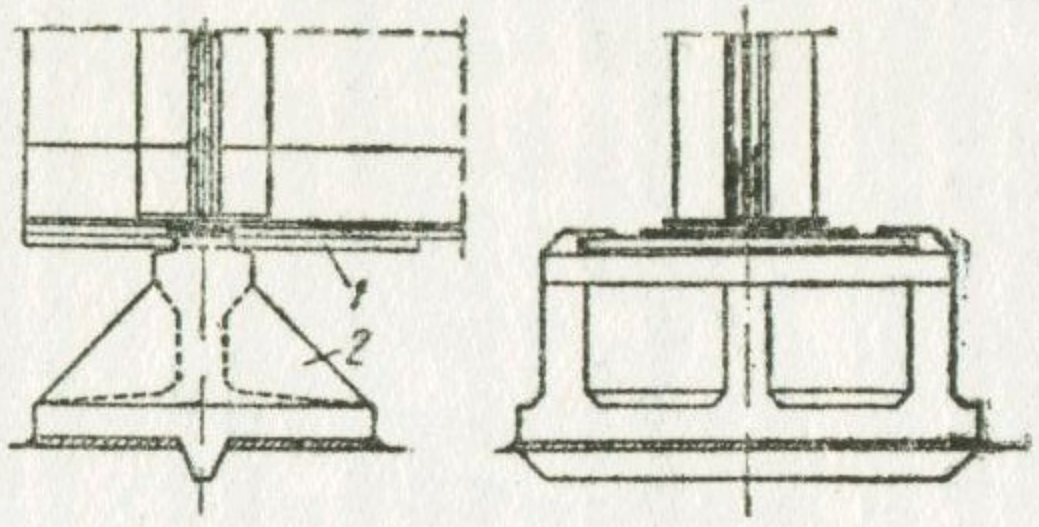


Fig. 7.11. Dispozitiv de reazem fix pentru grinzi cu perete simplu.

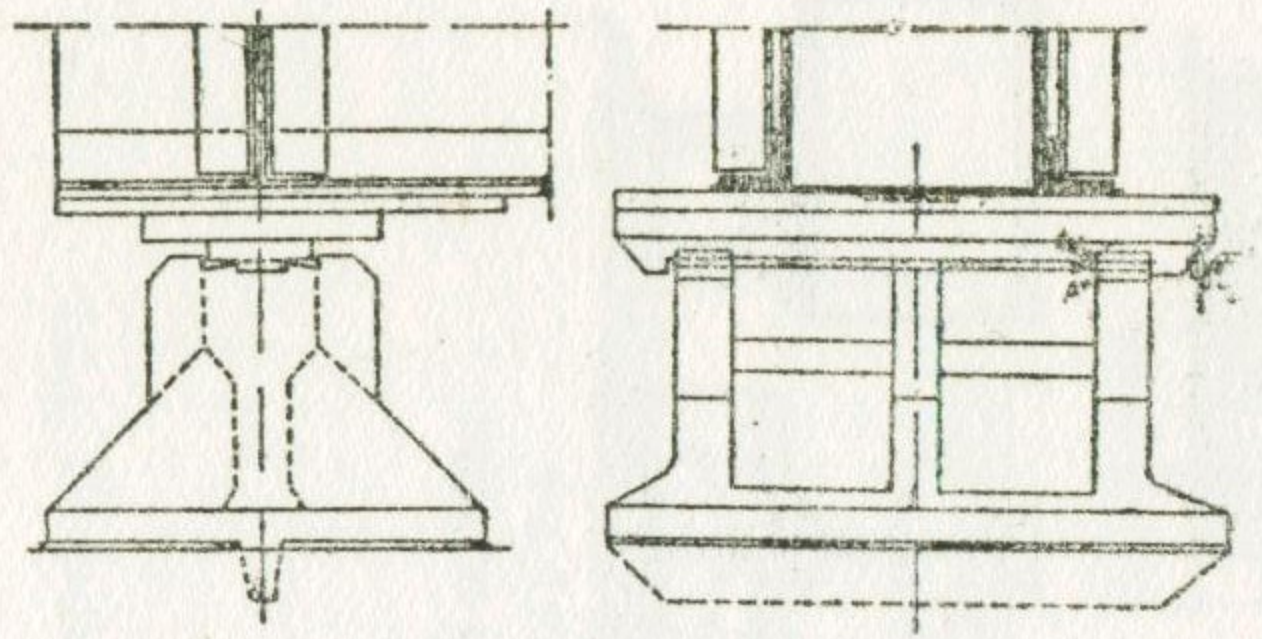


Fig. 7.12. Dispozitiv de reazem fix pentru grinzi cu perete dublu.

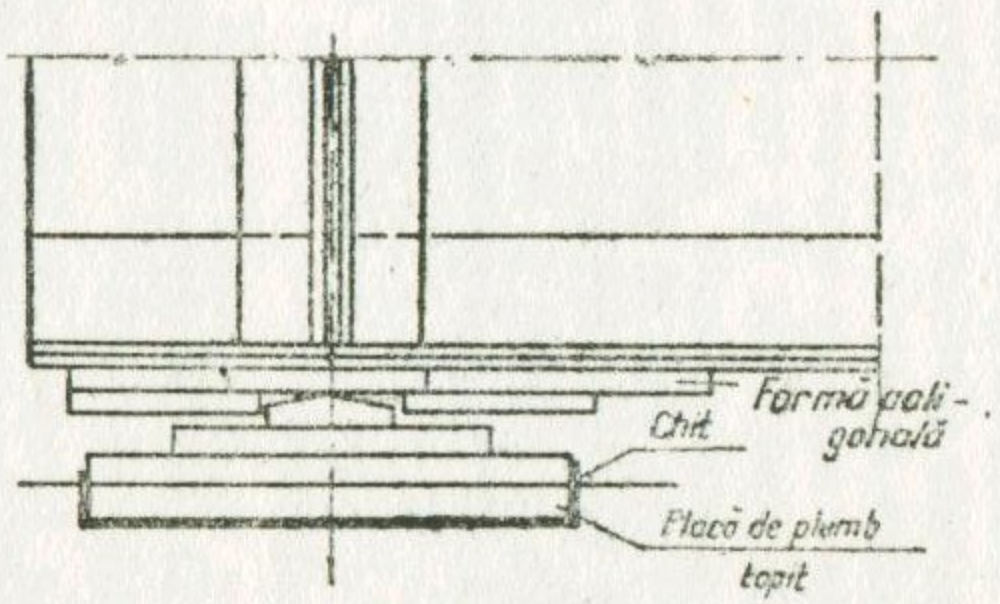


Fig. 7.13. Dispozitiv de reazem mobil cu frecare.

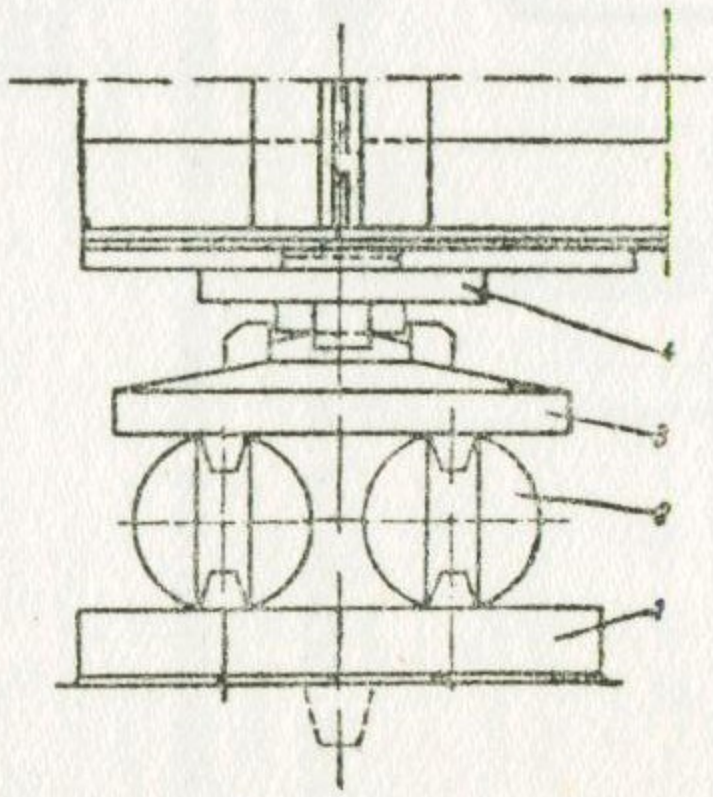


Fig. 7.14. Dispozitiv de reazem mobil cu rulouri.

balansier superior, mijlociu sau inferior, placă superioară de reazem, rulouri. Astfel, dispozitivul de reazem fix din figura 7.11 este compus din placa superioară de reazem *1* și balansierul *2*, care include și placa inferioară de reazem. La un reazem mobil (fig. 7.14) se deosebesc: placa inferioară de reazem *1*, rulourile *2*, balansierul *3* și placa superioară de reazem *4*. Plăcile superioare și inferioare se execută din OL 37, balansierele din OT 50 A, iar rulourile din OLC 35 sau din OL 50 forjat și normalizat, cu condiția îndeplinirii aceleiași durități ca OLC 35.

Dispozitivele de reazem se așază în mod obligatoriu pe o placă de plumb de 3 . . . 5 mm grosime; diferențele în plus dintre această placă și marginile locașului se umplu cu plumb topit care se acoperă cu un dop de chit.

În unele cazuri speciale, cînd se impune realizarea unei articulații în spațiu, se utilizează reazeme cu articulații sferice.

La sprijinirea unei grinzi se utilizează perechi de dispozitive de reazem, fixe la un capăt și mobile la celălalt capăt al grinzii, fiecărui tip de reazem mobil corespunzîndu-i un tip de reazem fix.

Dispozitivele de reazem fixe au aceeași înălțime cu cele mobile, montate pe aceeași grindă.

Unul din cele mai simple dispozitive de reazem fixe constă dintr-o simplă placă de sprijin, curbată puțin la fața superioară, pentru ca grinda care se reazemă de placă să se poată roti. Pentru ca grinda să nu se poată deplasa, i se dau găuri prin care trec buloane fixe numai în placa de reazem, dar nu și în grindă (fig. 7.15).

La reazemele cu articulații placa cilindrică se fixează pe una din grinzi, iar pe cealaltă se pun alte două plăci mici, care împiedică deplasarea (fig. 7.16). În figura 7.17 este reprezentat un reazem cu bolț de articulație (rotulă).

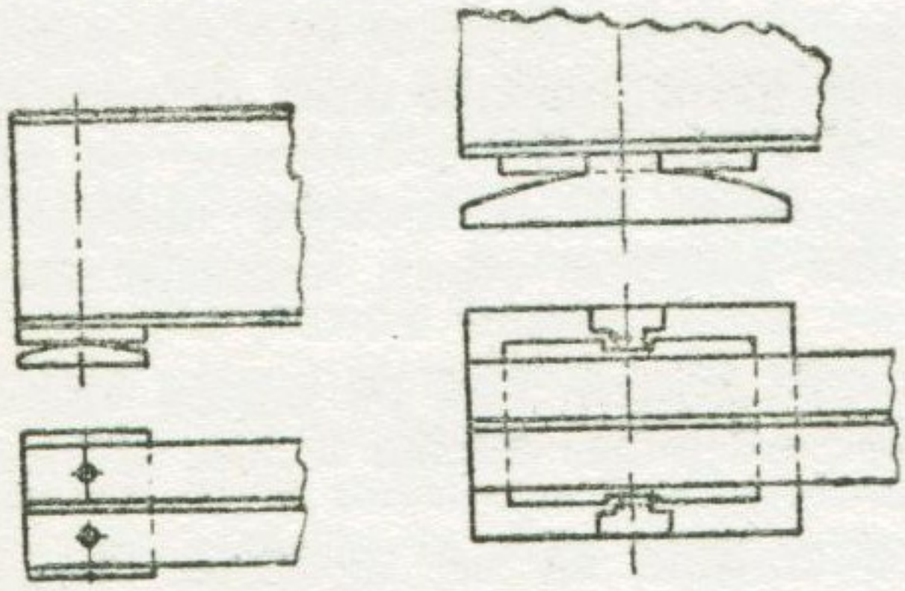


Fig. 7.15. Dispozitive de reazem fixe.

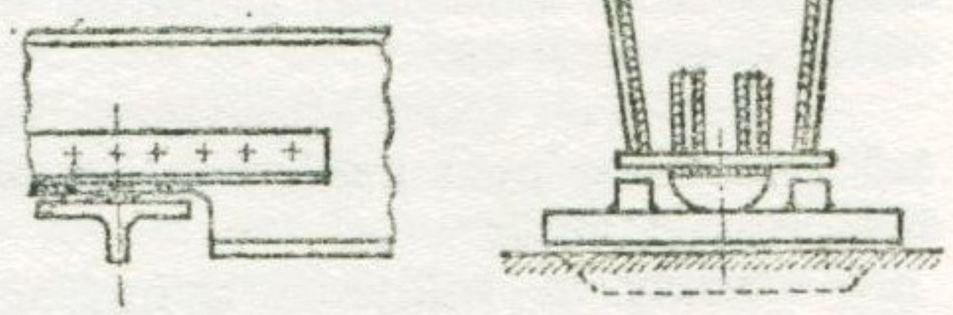


Fig. 7.16. Reazeme articulate cu placă.

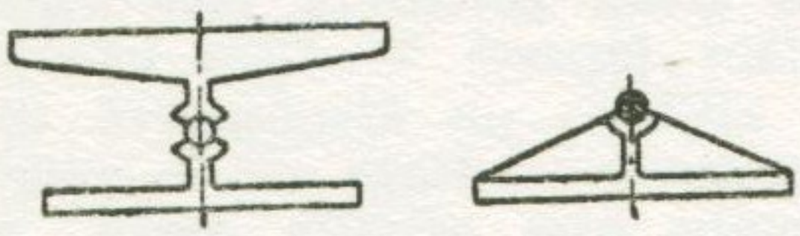


Fig. 7.17. Reazem cu bolț de articulație.

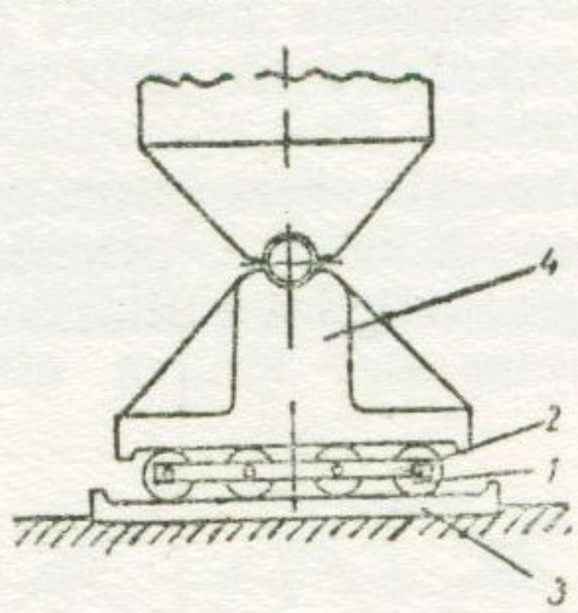


Fig. 7.18. Aparat de reazem mobil, cu articulații.

Pentru construcțiile ușoare, placa de sprijin cu reborduri laterale reprezintă un aparat de reazem mobil, pe care grinda se poate deplasa prin alunecare. La construcțiile mai mari, se alcătuiesc reazeme cu rulouri.

Cînd sarcinile sînt mari, reazemele se execută cu două rulouri. Aparatele de reazem mobile cu articulații (fig. 7.18) se folosesc în cazul construcțiilor cu reacțiuni mari, grinzile depășind în general 15 m în lungime. La aceste aparate, rulourile *1* formează un cărucior, cilindrii fiind reținuți prin bielele *2* care le mențin distanța. Căruciorul se sprijină pe zid prin intermediul unei plăci de rezemare *3*, iar deasupra, legătura cu grinda se realizează printr-un reazem fix cu articulație *4*, compus din două balansiere (superior și inferior) și boltul de articulație.

7.6. TEHNOLOGIA DE FABRICAȚIE

Asamblarea grinzilor cu inimă plină se face, mai rar, prin nituire — tehnologie mai complicată și dezavantajoasă din punct de vedere economic (consum mare de metal și de manoperă), sau prin sudare — care reprezintă un procedeu mai simplu, economic și cu mari posibilități de mecanizare și automatizare. Ca urmare a dezvoltării aplicării sudurii, în planul de operații pentru asamblarea grinzilor cu inimă plină se înscriu fazele, cuprinzînd succesiunea acestora, începînd de la îndreptarea și debitarea materialului, debavurarea, trasarea, prelucrarea marginilor, asamblarea provizorie sau preliminară prin prindere cu puncte de sudură, efectuarea operației de sudură definitivă, între operații avînd loc controlul interfazic. Uneori este necesară includerea operației de redresare a asamblării sau de detensionare a cordoanelor de sudură.

În cazul execuției în serie a elementelor grinzii, a fabricației de elemente tipizate sau cînd realizarea impune cote și toleranțe strînse, asamblarea se face pe dispozitive pentru a se evita apariția unor deformații sau imprecizia montajului. Verificarea și încercările cordoanelor de sudură se fac potrivit instrucțiunilor specifice, înlăturîndu-se defectele neadmise. La montajul grinzilor cu inimă plină se admit anumite toleranțe și abateri ca:

— devierea tălpii superioare la mijlocul grinzii, față pe planul vertical care trece prin axele reazemelor, care nu poate depăși $h/500$, h fiind înălțimea grinzii;

— abaterea înălțimii grinzilor care trebuie să se încadreze între ± 5 mm;

— abaterea lungimii grinzilor între reazeme, la deschideri sub 25 m este admisă între ± 10 mm, iar pentru deschideri mai mari se admite ± 20 mm.

Execuția corespunzătoare și respectarea cotelor și toleranțelor prevăzute în desene, precum și respectarea disciplinei și indicațiilor tehnologice asigură calitatea cerută bunei funcționări a ansamblului.

8

GRINZI CU ZĂBRELE

8.1. TIPURI DE GRINZI CU ZĂBRELE

Grinzile cu zăbrele se obțin prin înlocuirea inimilor pline ale grinzilor cu un ansamblu de bare dispuse într-un sistem, de obicei triunghiular, care leagă tălpile între ele. Ele se folosesc pentru deschideri mari, pentru fermele acoperișurilor, la grinzile podurilor de cale ferată etc., fiind sisteme nedeformabile de bare drepte, prinse între ele la capete prin noduri considerate articulate (fig. 8.1).

Conturul *ABCDEFG* al părții superioare se numește *talpă superioară*, iar cel al părții inferioare *AB'C'D'E'F'G*, *talpă inferioară*. Barele din interiorul acestui contur cînd sînt înclinate ca *BC'*, *C'D* etc. se numesc *diagonale*, iar cînd au poziție verticală se numesc *montanți*. Punctele *A*, *B*, *B'*, *C*, *C'* ... *G* se numesc *nodurile* grinzii cu zăbrele. Distanța dintre noduri se numește *cîmp* sau panou.

Diagonalele și montanții leagă nodurile între ele. Cînd aceste bare nu se pot prinde singure între ele, prinderea și deci formarea nodurilor se face prin intermediul unor plăci de oțel numite *gusee*.

Luată în ansamblu grinda cu zăbrele este supusă unor forțe care dau naștere unor momente încovoietoare ce nu se iau în considerație în calcul. Solicitările la care sînt supuse barele componente ale grinzii dau naștere unor forțe care acționează numai în noduri și supun barele numai la tensiune și compresiune.

Pentru aceeași încărcare totală a grinzii, eforturile în tălpi sînt cu atît mai mici cu cît grinda este mai înaltă, în diagonale însă, eforturile nu se reduc. Mărindu-se deci înălțimea grinzii se poate reduce greutatea tălpilor, dar în același timp crește greutatea diagonalelor, fiindcă acestea se lungesc în aceeași proporție. Există deci o înălțime optimă a grinzii pentru care greutatea totală a materialului din grindă este minimă. Calculul arată că această înălțime optimă este determinată de condiția ca greutatea tălpilor să fie egală cu greutatea diagonalelor. Acest criteriu este aproximativ și el poate fi completat cu unele criterii practice care stabilesc limitele pentru înălțimea grinzilor în funcție de deschiderea, *l*, astfel încît

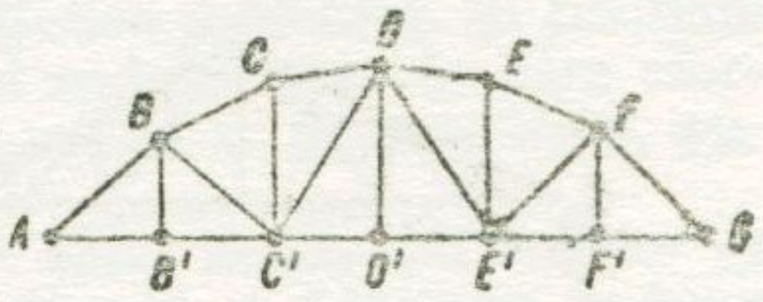


Fig. 8.1. Grinzi cu zăbrele.

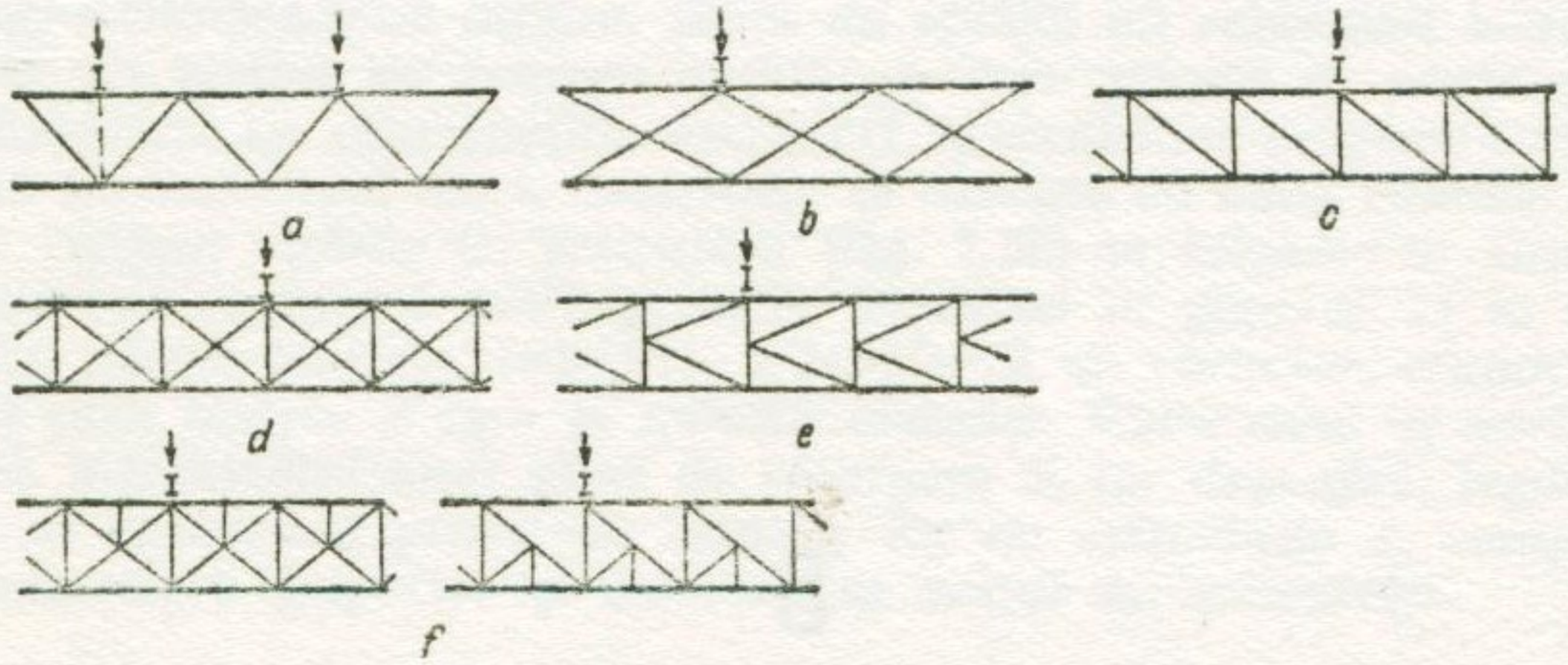


Fig. 8.2. Dispunerea zăbrelelor.

rigiditatea grinzii să fie asigurată. Pe baza acestor criterii înălțimea se poate lua față de l:

— pentru grinzile cu tălpi paralele între $\frac{1}{10}$ și $\frac{1}{6}$;

— pentru grinzile cu tălpi înclinate între $\frac{1}{9}$ și $\frac{1}{5}$;

— pentru grinzile triunghiulare între $\frac{1}{4}$ și $\frac{1}{2}$ (la vîrf).

Zăbrelele care alcătuiesc grinzile trebuie dispuse în sistemul triunghiular, dreptunghiular sau mixt, avînd următoarele forme:

— zăbrele dispuse în V (fig. 8.2, *a*) sau în X (fig. 8.2, *b*), alcătuite numai din diagonale, formînd un sistem simplu, cu noduri mai puțin numeroase;

— zăbrele dispuse în N (fig. 8.2, *c*) sau în X cu montanți (fig. 8.2, *d*), formate din diagonale și montanți cu noduri mai dese;

— zăbrele dispuse în K (fig. 8.2, *e*) cu semidiagonale și montanți, utilizabile cînd panourile fermei sînt mici.

— sistemul cu bare suplimentare (fig. 8.2, *f*) folosit atunci cînd trebuie redusă lungimea de flambaj a barelor sau trebuie preluate unele sarcini care acționează între noduri.

În figura 8.3 sînt reprezentate cîteva tipuri de grinzi cu zăbrele întîlnite curent în construcțiile metalice.

Secțiunile tălpilor se compun simetric față de planul grinzii. Forma cea mai simplă pentru talpa comprimată este din două corniere cu aripile alăturate, aceste aripi avînd la noduri guseele de care se prind zăbrelele (fig. 8.4). Cornierele pot fi cu aripi inegale, aripile mai lungi fiind așezate în planul în care este necesară o rigiditate mai mare a barei.

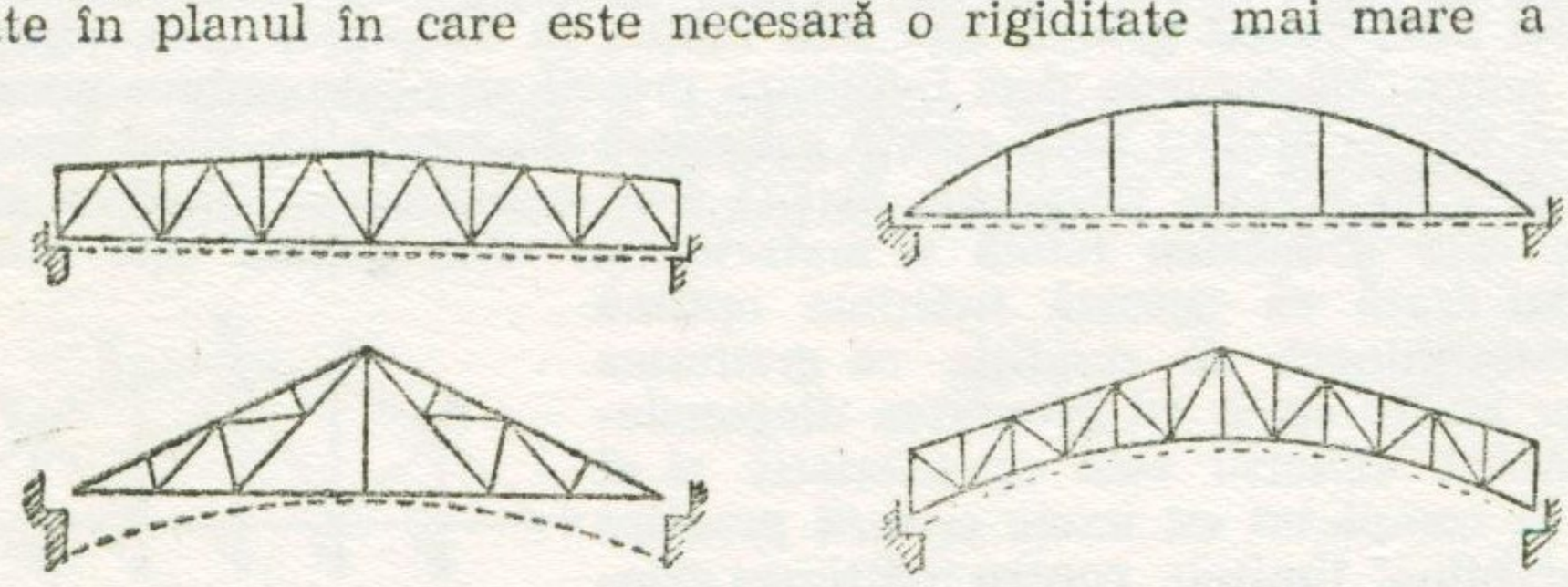


Fig. 8.3. Tipuri de grinzi cu zăbrele.

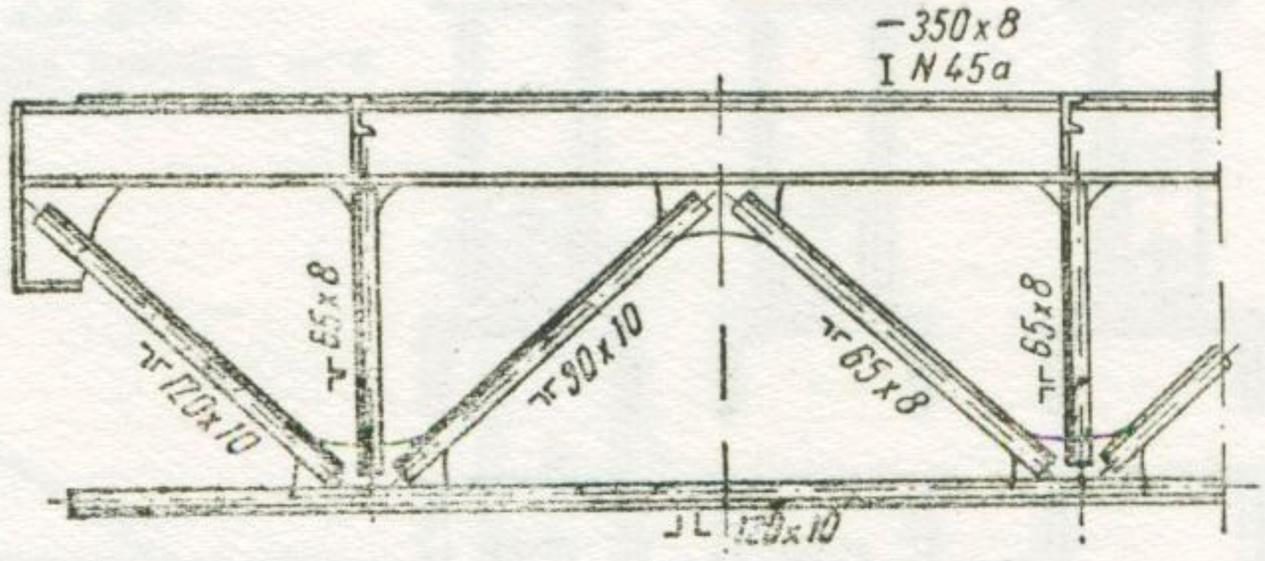


Fig. 8.4. Grindă cu zăbrele.

Tălpile mai pot avea secțiuni în T, alcătuite din platbande și corniere, din două profile U puse alăturat sau numai din platbande; acestea din urmă necesită însă multă manoperă la asamblare.

8.2. ELEMENTE DIMENSIONALE ȘI COMPONENTE ALE GRINZILOR

8.2.1. Generalități

Barele care compun o construcție metalică se întîlnesc între ele și se asamblează în punctele de întîlnire. Punctele de întîlnire a barelor din grinzile cu zăbrele se numesc *noduri*. În noduri, barele se asamblează direct sau prin intermediul guseelor, prin nituire sau prin sudare, foarte rar prin șuruburi. În mod obișnuit, la nodurile grinzilor cu zăbrele se prind bare solicitate numai axial. După barele supuse la eforturi axiale se intersectează, ele alcătuiesc o încrucișare.

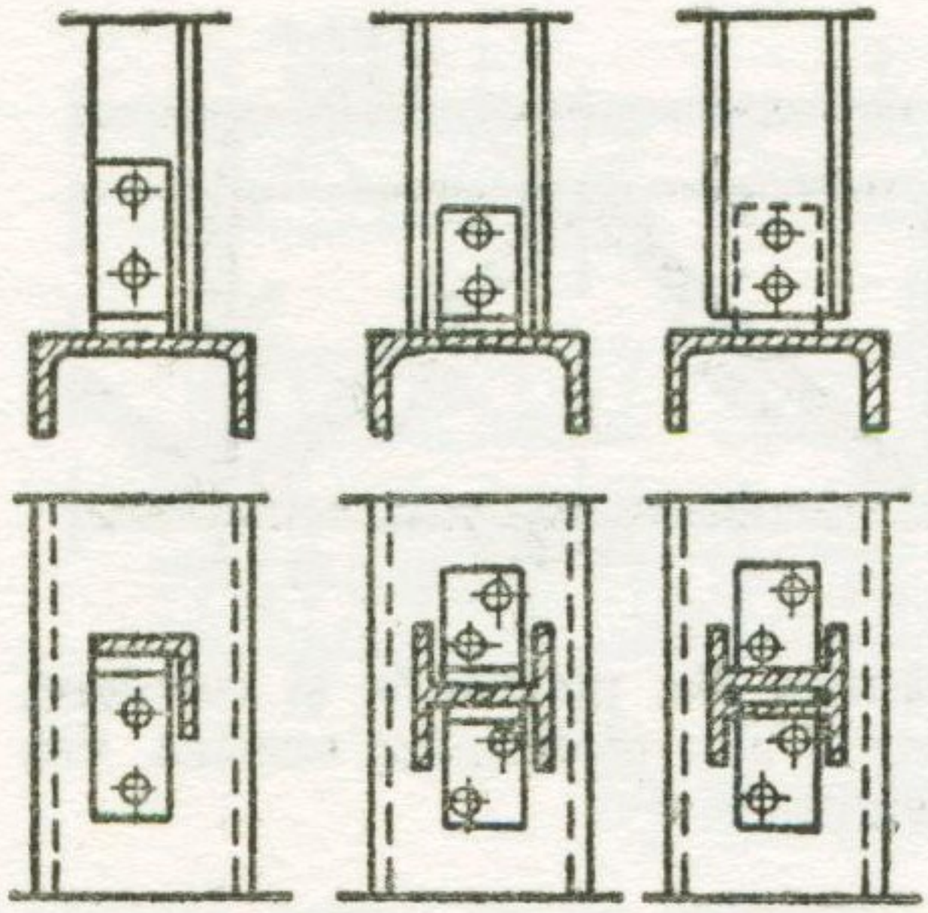
Punctele de întîlnire sau de încrucișare a barelor, care pe lîngă eforturi axiale sînt supuse și la eforturi de încovoiere în planul axelor lor, se numesc *colțuri* (spre deosebire de noduri). Dacă aceste puncte sînt locuri de întîlnire sau de încrucișare a unor bare supuse la încovoiere într-un plan perpendicular pe axele barelor, ele se numesc *ramificații*.

Dacă la punctele de întîlnire sau de încrucișare a barelor legătura se realizează prin șuruburi, cu scopul de a se reduce rigiditatea îmbinării respective, legătura se consideră articulată. În mod riguros, prin articulație trebuie să se înțeleagă o îmbinare realizată cu un singur șurub, deoarece articulațiile cu mai multe șuruburi nu se deosebesc de nituire decît prin faptul că sînt demontabile.

8.2.2. Noduri obișnuite

Reguli generale pentru realizarea calitativă a nodurilor. Teoria grinzilor cu zăbrele se bazează pe ipoteza că nodurile sînt perfect articulate, adică unghiurile dintre barele care se întîlnesc în nod variază în urma deformațiilor provocate în grindă sau sub acțiunea sarcinilor. În realitate însă, nodurile sînt rigide, astfel încît în jurul nodului apar în bare eforturi suplimentare, de care trebuie să se țină seamă la grinzile mari, puternic solicitate.

— *Mijloacele pentru formarea nodurilor.* Cînd îmbinarea barelor se execută fără gusee, prinderea se numește *directă* și formarea nodului



a *b*

Fig. 8.5. Prinderi:
a — prindere asimetrică; *b* — prindere simetrică.

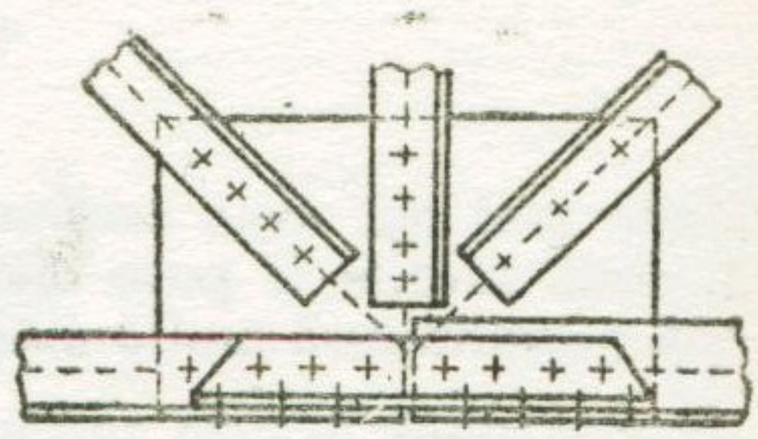


Fig. 8.6. Nod cu talpă înnădită.

este simplă şi economică. Dacă este posibil, la o construcţie nituită axele barelor se aşază cu linia centrelor de greutate ale secţiunii în planul grinzii; la construcţiile sudate, aceasta este întotdeauna posibil, dar la cornierele nituite nu se poate realiza această condiţie. În acest caz, centrarea nituirii se poate asigura aşezîndu-se barele astfel încît liniile de nituire să cadă în planul grinzii şi să întîlnească axa acesteia în acelaşi punct.

În practică se evită, pe cît posibil secţiunile asimetrice (fig. 8.5), ele se aplică numai la eforturi mici, cum ar fi, de exemplu, la zăbreluţele de solidarizare.

Dimensionarea guseelor. Barele se asamblează cel puţin cu două nituri; excepţii fac doar prinderile cu zăbrele la care nodurile sînt supuse, în mod practic, la eforturi neglijabile. Barele cu eforturi mici se asamblează dimensionate la efortul real, pentru a nu se executa în mod inutil îmbinări complicate şi costisitoare.

Cînd talpa se întrerupe la nod, aceasta trebuie înnădită, nefiind admisă transmiterea eforturilor din talpă prin guseu (fig. 8.6).

Determinarea eforturilor în guseu constituie o problemă dificilă, din care cauză grosimea guseului se determină pe baza calculului îmbinării barelor. În funcţie de diametrul niturilor folosite, grosimea guseului se ia egală cu cel puţin două treimi din diametrul găurilor de nit, dar nu mai subţire decît 8 mm. În mod practic, grosimea guseului se ia pentru eforturi:

— pînă la 150 kN, egală cu 8 mm;
— de la 150 la 250 kN, egală cu 10 mm;
— de la 250 la 350 kN, egală cu 12 mm;
— peste 350 kN, egală cu 14 mm.

Este de dorit ca grosimea guseelor într-o grindă cu zăbrele să fie peste tot aceeaşi. La grinzile sudate guseele pot fi cu 1—2 mm mai subţiri decît la grinzile nituite. Marginile guseului trebuie să formeze cu axa barei unghiuri pe cît posibil egale şi, în orice caz, mai mari decît 15°. În unele cazuri, guseele se fac cu tăieturi curbe, care duc la o scurgere mai uniformă a eforturilor şi, în acelaşi timp, sînt şi mai estetice (fig. 8.7).

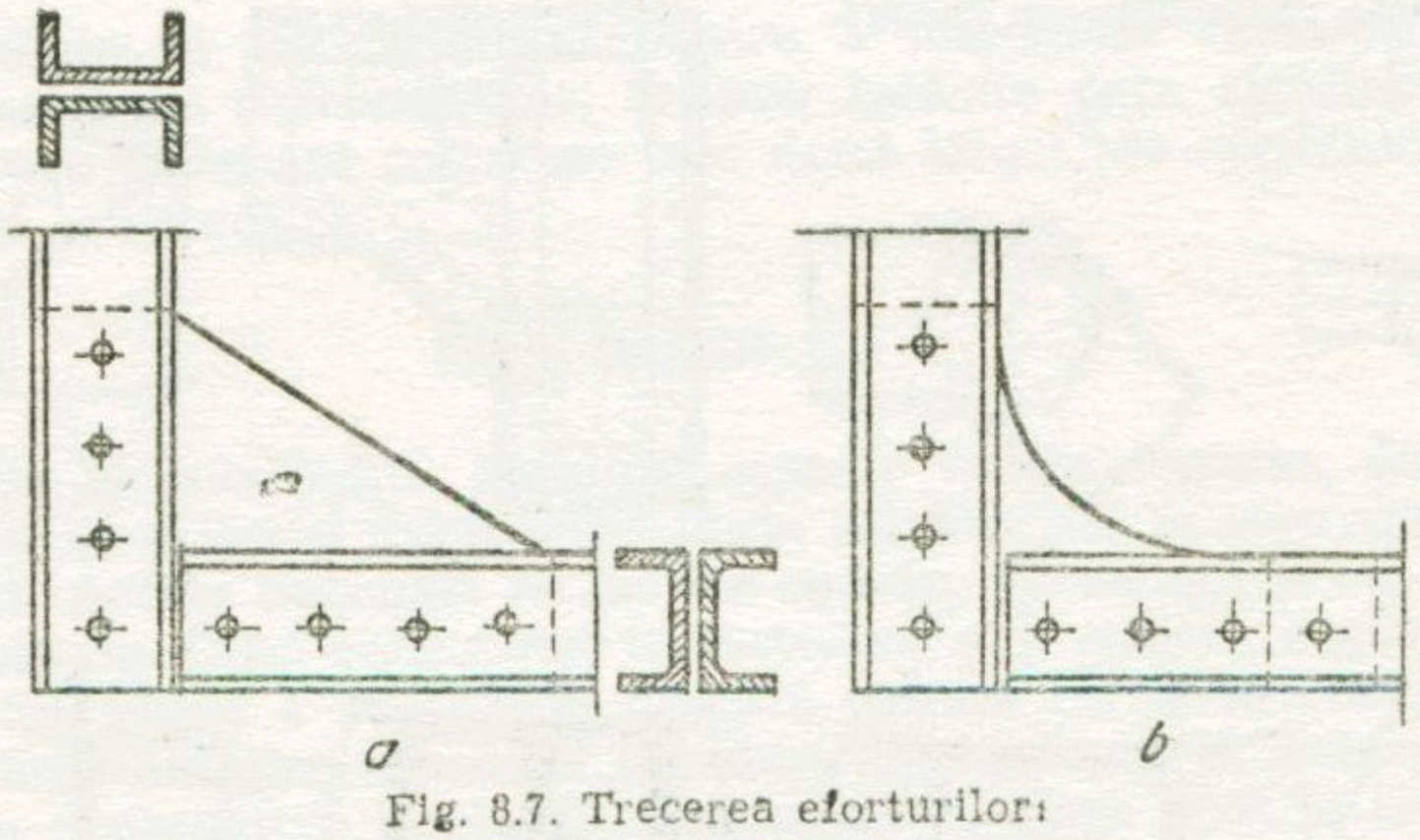


Fig. 8.7. Trecerea eforturilor:
a — bruscă; *b* — lină.

8.2.3. Încrucișări

Încrucișările se execută în scopul solidarizării a două bare care trec una pe lîngă alta, pentru ca să nu se frece reciproc prin mișcările pe care le-ar face și să nu vibreze. Prinderea se poate face direct sau prin intermediul unei plăci, dacă între bare este o distanță mică (fig. 8.8, *a*). Cînd axele barelor sînt în același plan și eforturile sînt mici, barele se îndoaie puțin și se prind direct prin nituire sau prin sudare.

Dacă eforturile sînt mai mari, una din bare se întrerupe și se prinde prin guseu; bara întinsă se întrerupe pentru ca guseul să nu fie solicitat la valoare (fig. 8.8, *b*).

8.2.4. Colțuri

La un colț se pot întîlni două, trei sau patru bare și anume:

— colț între două corniere care se realizează tăindu-se în unghi o porțiune dintr-una din aripile cornierelor; se sudează sau se nituiesc apoi cele două corniere cu o eclisă. Colțul se poate realiza și cu un singur cornier, tăindu-se o parte unghiulară dintr-una din aripile cornierului și apoi îndoindu-se cealaltă aripă, pînă cînd marginile tăieturii se apropie din nou una de alta după care se sudează (fig. 8.9, *a*);

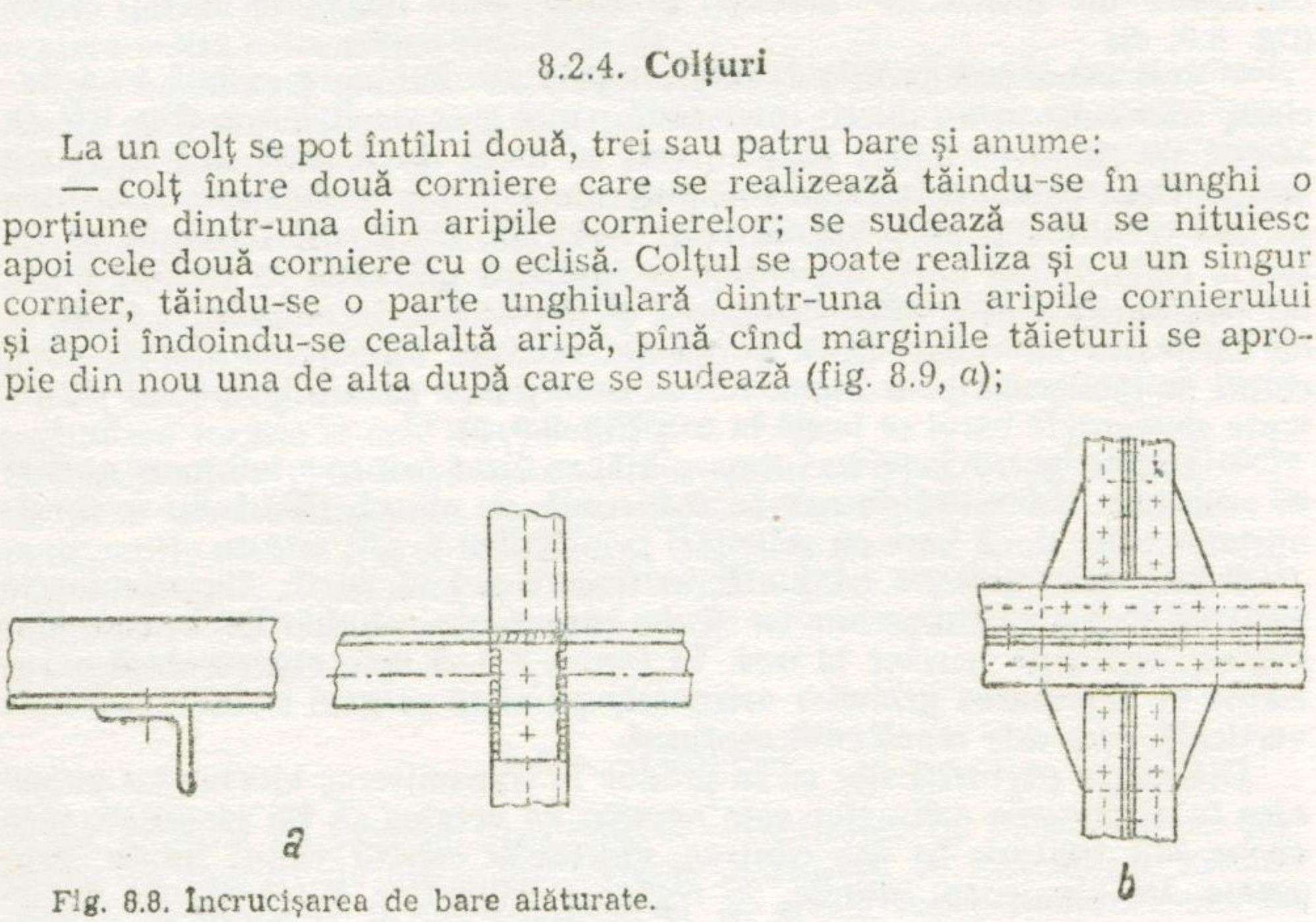
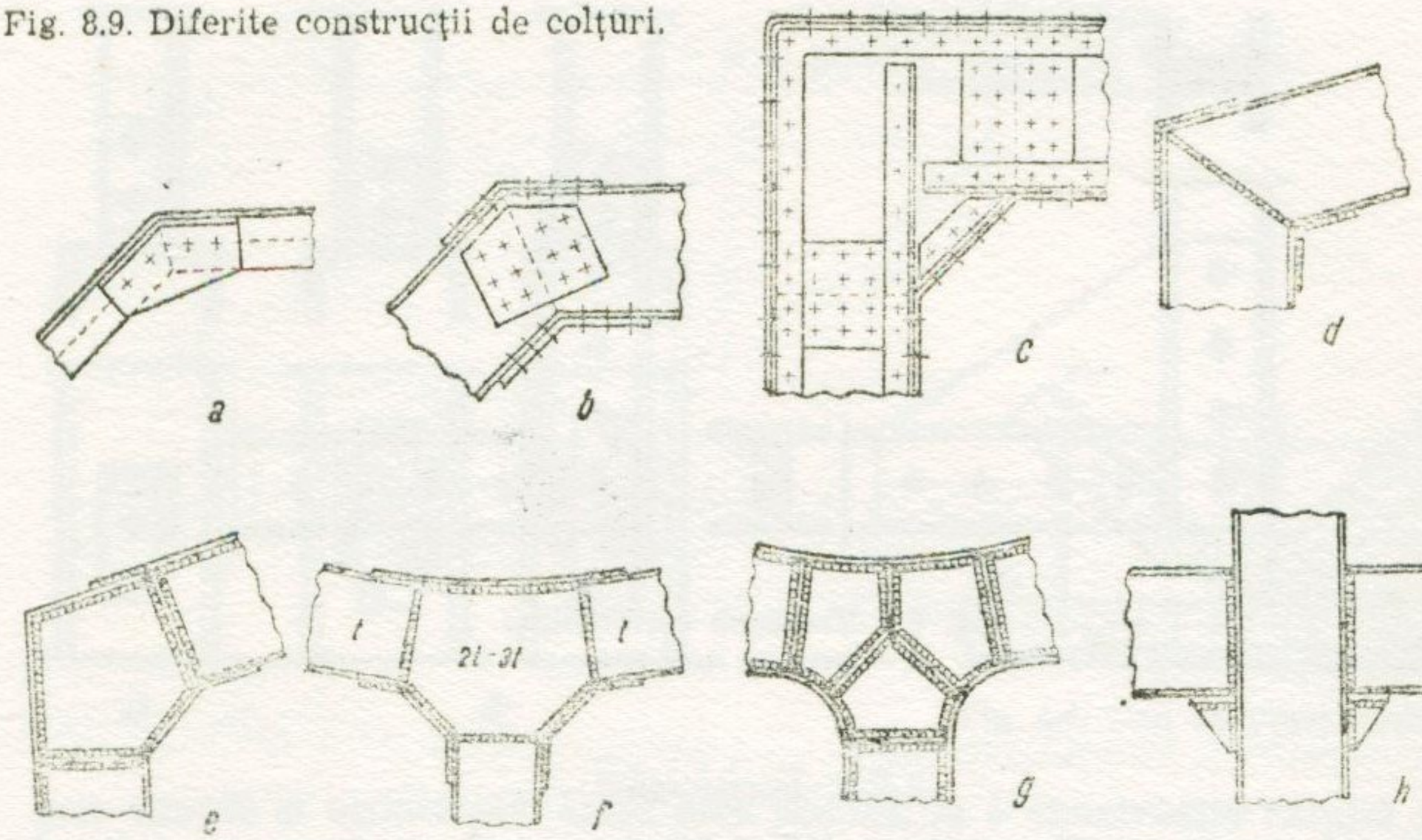


Fig. 8.8. Încrucișarea de bare alăturate.

Fig. 8.9. Diferite construcții de colțuri.



— colț între două profile I, care se realizează prin înnădirea tălpilor și a inimii prin nituire cu eclise (fig. 8.9, *b*);

— colț între două grinzi cu inimă plină, care se realizează prin înnădirea prin nituire a tuturor elementelor constructive (tălpi, corniere și inimi), folosindu-se eclise (fig. 8.9, *c*). Unghiul interior se întărește cu corniere și platbande;

— colț între două profile I, realizat printr-o îmbinare sudată în adîncime și întărită cu eclise pe tălpi (fig. 8.9, *d*);

— îmbinare sudată în colț a două grinzi cu inimă plină, la care se introduce un guseu de aceeași grosime sau mai gros decît inima (fig. 8.9, *e*);

— colț între trei profile I, realizat printr-o îmbinare sudată în adîncime, folosindu-se un guseu intermediar mai gros decît inima (fig. 8.9, *f*). Modul de prindere a trei bare în colț se alege după cum sînt solicitate barele. Dacă barele orizontale sînt puternic solicitate la încovoiere, acestea se lasă continue și se prind de bara verticală. Dacă colțul trebuie să fie foarte rigid, inima barei orizontale se întărește cu eclise pe ambele părți, iar unghiurile dintre talpa inferioară și tălpile barei verticale se întăresc de asemenea cu eclise. Dacă barele au secțiuni diferite cu inimă plină, colțul se realizează prin introducerea unui guseu prin intermediul căruia toate elementele barei se leagă la colț (fig. 8.9, *g*);

— colț cu patru bare cu inima plină, realizat printr-o îmbinare sudată în adîncime. Un astfel de colț se realizează, de obicei, păstrîndu-se continuitatea celor două bare cu solicitări principale.

Soluția care trebuie adoptată, în fiecare caz în parte, depinde foarte mult de forma secțiunii barelor și de importanța solicitărilor la care sînt supuse legăturile barelor la nod. În figura 8.9, *h* este reprezentată o variantă cu rezemarea grinzilor orizontale pe niște praguri sudate pe grinda verticală, care este menținută continuă.

Din cauza perturbărilor ce se produc la transmiterea eforturilor puternice în unghiurile colțurilor este necesar ca acestea să fie racordate prin curbe sau teșituri; în caz contrar, eforturile capătă valori locale exagerate. De asemenea, inimile, în regiunea colțurilor, fiind expuse defor-

mațiilor, trebuie să fie rigidizate pentru a împiedica valoarea. Tălpile fiind și ele expuse deformațiilor, trebuie întărite prin rigidizări locale (platbande care înfășoară colțul pe cele două laturi ale unghiului atît la interior cît și la exterior).

8.2.5. **Ramificații**

Îmbinările la ramificații prezintă aspecte foarte variate, după felul grinzilor care se prind și după importanța solicitărilor la care sînt supuse aceste grinzi. Aceste îmbinări se fac fie sudate, fie sudate și cu șuruburi și, uneori, nituite. Cînd solicitările în îmbinare sînt reduse, o grindă alcătuită dintr-un profil I se prinde de altă grindă cu două corniere (fig. 8.10, *a*). O îmbunătățire a acestei prinderi este arătată în aceeași figură. Ea constă în prelungirea uneia din cele două corniere pînă la talpa grinzii, obținîndu-se prin aceasta o rigidizare a inimii în dreptul ramificației și, în consecință, o rezistență mărită a acesteia. Una dintre tălpile profilului se taie, pentru ca să treacă cornierul lung.

În cazul profilului se fixează de o grindă cu inimă plină, îmbinarea se execută la fel, cu deosebire că spațiul dintre cele două corniere ale grinzii cu inima plină trebuie să fie umplut cu o placă (fig. 8.10, *b*).

Cînd grinzile ce se fixează au fețele superioare la același nivel grinda alcătuită din profil se taie la partea superioară în dreptul tălpii grinzii de care se fixează. În cazul cînd grinda tăiată se prelungește de cealaltă parte, pentru asigurarea continuității se prevăd la partea superioară eclise platbandă care se prind, de cele două părți ale grinzii tăiate, cu nituri corespunzătoare efortului în aceste eclise (fig. 8.10, *c*).

Fixarea cu scaun este frecvent folosită. Grinda ce se fixează se reazemă pe un cornier prins cu nituri de inima grinzii de care se asamblează, sau pe un scaun corespunzător, păstrîndu-se însă și legături prin corniere-eclisă între grinzi (fig. 8.10, *d*).

Cînd se îmbină grinzile de înălțimi diferite cu placa de continuitate, efectul momentului care apare pe înălțimea grinzii mici se poate localiza prin introducerea de pene în capul tălpii inferioare a grinzii mici și la aceeași înălțime, între inima grinzii mai mari și inima grinzii de care se fixează. Inima grinzii mari se întărește cu corniere așezate în lung la nivelul penelor (fig. 8.10, *e*).

Uneori, grinzile ce se fixează fac un unghi oarecare între ele; prinderea se execută tot cu corniere, cărora li se strîng sau li se deschid aripile, dacă unghiul nu este prea mic. La unghiuri mici se aplică piese unghiulare forjate la cald din plăci (fig. 8.10, *f*).

Ramificațiile prin îmbinări sudate se pot realiza prin prinderi directe sau prin intermediul unor corniere și scaune, analoge celor descrise la ramificațiile nituite (fig. 8.10, *g*).

Posibilitățile de realizare a ramificațiilor fiind foarte variate, soluțiile arătate mai sus trebuie considerate numai ca exemple tipice și nicidecum ca singurele soluții posibile.

8.2.6. **Articulații**

La grinzile cu zăbrele demontabile se întîlnesc de obicei noduri îmbinate cu bolțuri de articulații. Aceste articulații se mai aplică în construcții metalice la grinzi continue și la grinzi independente rezemate

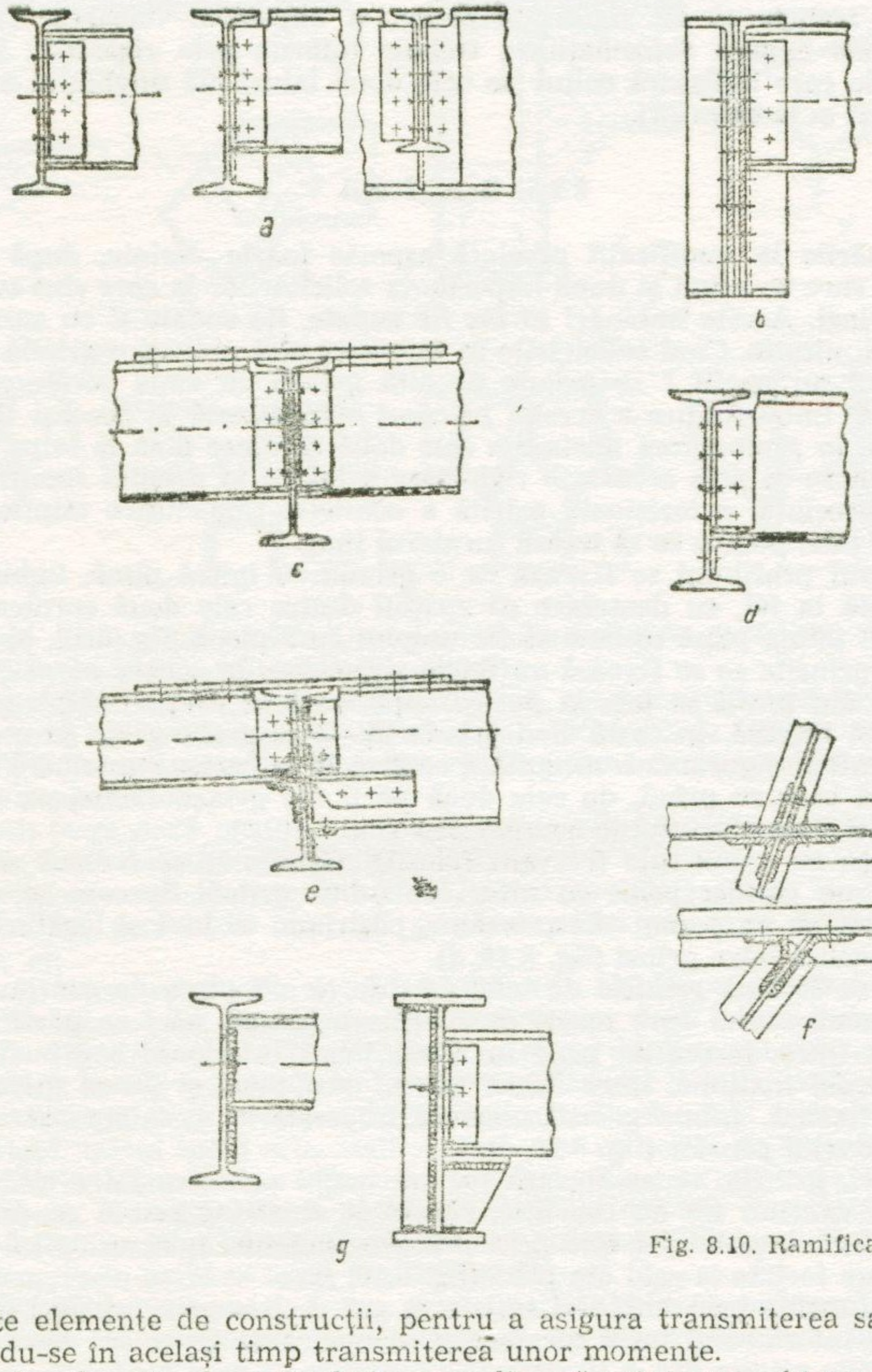


Fig. 8.10. Ramificații.

pe alte elemente de construcții, pentru a asigura transmiterea sarcinilor, evitîndu-se în același timp transmiterea unor momente.

La barele rotunde, articulația se realizează printr-un ochi pentru bolț, executat prin forjare sau prin sudarea la capete a unor ochiuri executate din platbande; atît la sudare cît și la forjare este bine ca unul din capete să aibă formă de furcă. Această formă se poate obține prin frezare sau prin tăiere cu ferăstrăul și apoi prin ajustare (fig. 8.11).

Platbandele se articulează cu eclise. Dacă la un nod se întîlnesc mai multe bare, bara centrală se execută dintr-o singură platbandă, iar celelalte se execută din elemente perechi, pentru a asigura simetria și transmiterea centrală a eforturilor, evitîndu-se astfel solicitările suplimentare ale nodului.

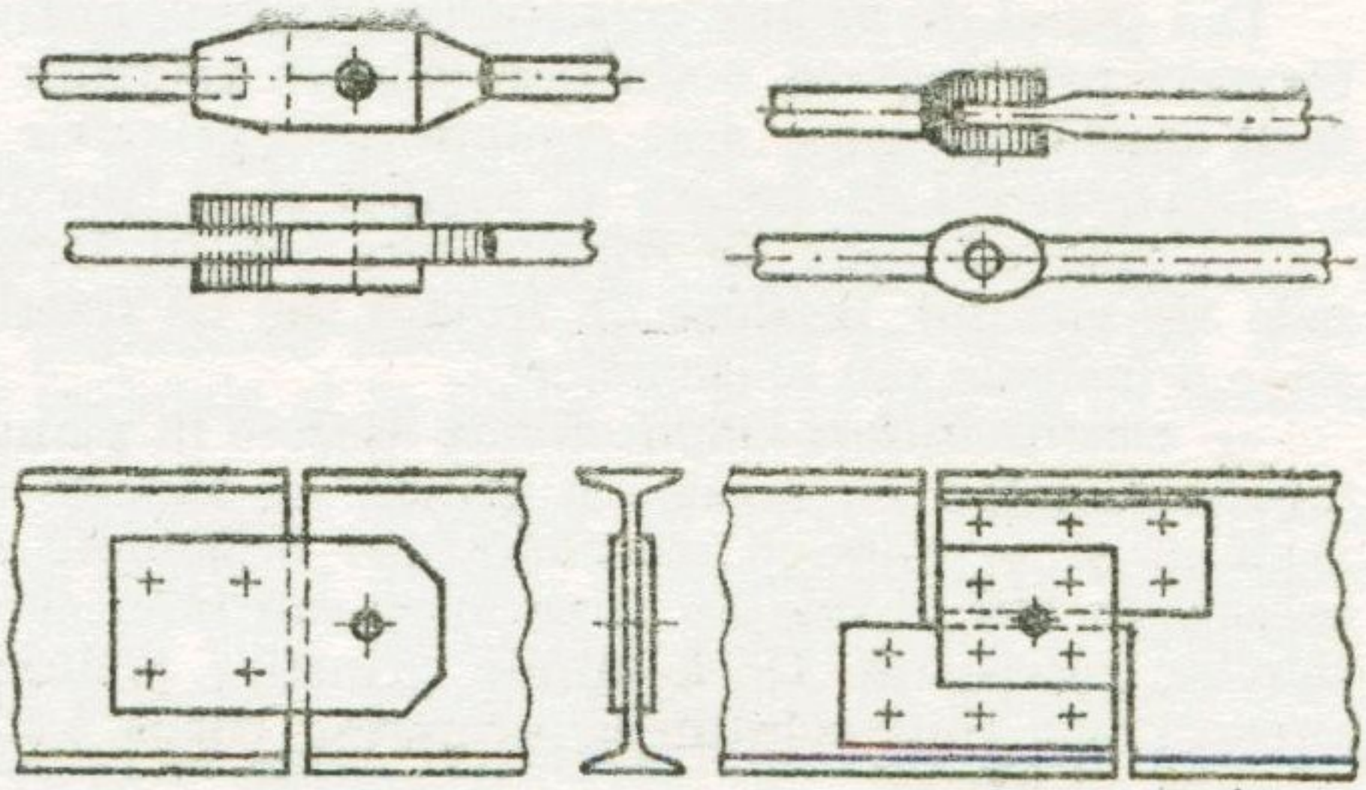


Fig. 8.11. Articulații cu bare rotunde.

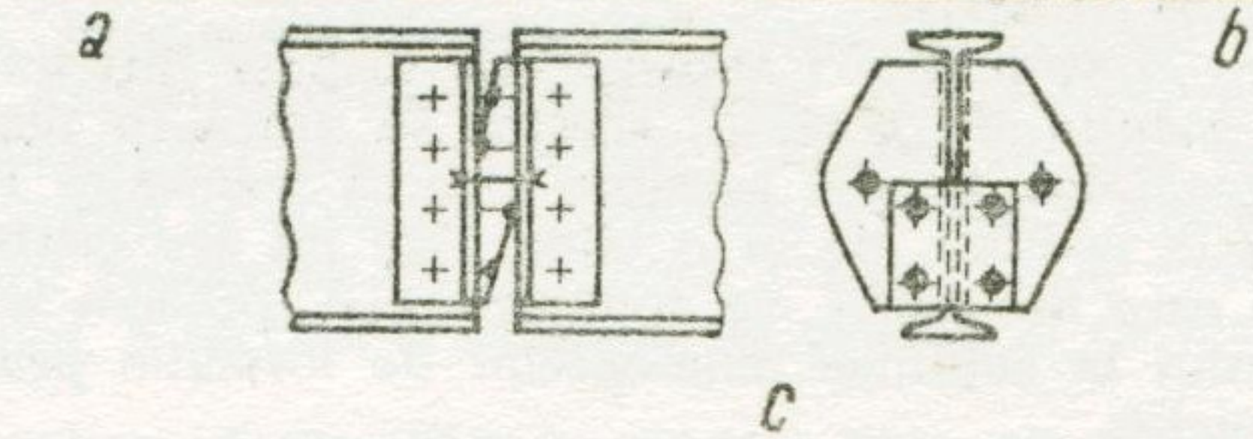


Fig. 8.12. Diferite tipuri de articulații la profile.

Barele complexe din elemente profilate se articulează prin eclise așezate pe inimi (fig. 8.12, *a*). Dacă eforturile sînt prea mari și presiunile bolțului pe gaură provoacă întinderea inimii, aceasta se consolidează cu plăci. Se folosesc uneori și articulații cu console, care se obțin prin tăierea în jumătate a celor două profile pe o mică distanță (fig. 8.12, *b*).

O altă variantă a articulației (fig. 8.12, *c*) se obține fixîndu-se vertical pe inima grinzilor corniere cu aripi inegale, de care se montează la una din grinzi un prag inferior, iar la cealaltă, un prag superior, care se reazemă pe cel inferior. Pragurile se sudează de aripile cornierelor sau se prind cu bolțuri. Aripile cornierelor, care stau față în față, se prind apoi cu bolțuri pe linia de rezemare a pragurilor, ca cele două grinzi să nu se poată depărta una de alta și astfel să se mențină rezemarea pragului superior pe cel inferior.

Bolțurile de articulație se calculează la forfecare, la presiunea pe gaură și, dacă este cazul, la încovoiere. Articulațiile cu praguri se dimensionează la presiunea între praguri, bolțurile — la întindere, iar niturile cornierelor la forfecare.

8.3. CONTRAVÎNTUIRI

Pentru a se asigura rigiditatea transversală a unei construcții, ca de exemplu la un pod rulant, cele două grinzi principale din plan vertical se leagă cu contravîntuiri. Acestea preiau forțele transversale care acționează asupra podului și le transmit la reazeme; de asemenea, prin intermediul acestora se egalizează eventualele solicitări neegale, produse în cele două grinzi principale de către sarcinile verticale nesimetrice. În plus, contravînturile așezate în planul tălpilor comprimate ale grinzilor au și rolul de a reduce lungimea de flambaj a barelor comprimate.

Din punct de vedere constructiv, contravînturile sînt grinzi cu zăbrele formate prin legarea nodurilor tălpilor grinzilor principale cu bare, așa încît unele elemente sînt comune atît grinzilor cît și contravîntuirilor.

Din punctul de vedere al poziției și al funcțiunii, se deosebesc:

— *contravîntuiri de frînare* care preiau forțele orizontale longitudinale ale podului, produse de frînare sau de tracțiune și le transmit grinzilor principale sau reazemelor;

— *contravîntuiri longitudinale* așezate în planul tălpilor grinzilor principale, formînd cu acestea o grindă cu zăbrele orizontală în tot lungul podului și se numesc *contravîntuiri orizontale superioare* — dacă sînt așezate în planul tălpilor superioare sau inferioare — dacă sînt în planul tălpilor inferioare. Dacă tălpile grinzilor podului sînt curbe în planul vertical, iar contravîntuirile urmăresc curba lor, ele se numesc *contravîntuiri cilindrice;*

— *contravîntuiri transversale* dispuse într-un plan vertical transversal podului. În general, acestea se așază în planul montanților sau al diagonalelor. Scopul acestora este să transmită forțele orizontale, transversale podului, de la o talpă care nu are contravîntuiri orizontale, la alta care are astfel de contravîntuiri, precum și să mărească rezistența podului la acțiunea momentelor de torsiune produse de încărcările nesimetrice.

8.4. GRINZI UȘOARE CU ZĂBRELE

Pentru a corespunde solicitărilor și deschiderilor diverse impuse de noile utilizări și pentru a se realiza în același timp economie de metal au fost realizate așa-numitele construcții de grinzi tip ușor, executate din oțel rotund (tip fier beton) sau din țeavă.

Aceste două tipuri păstrează configurația geometrică a grinzilor cu zăbrele, tălpile și zăbrelele fiind executate de data aceasta din oțel rotund, respectiv din țeavă, îmbinările (nodurile) executîndu-se prin sudarea directă a acestora sau prin intermediul guseelor (fig. 8.13).

Sînt de asemenea cazuri cînd numai zăbrelele se execută din oțel rotund sau din țeavă, pentru tălpi folosindu-se profilul cornier (fig. 8.14).

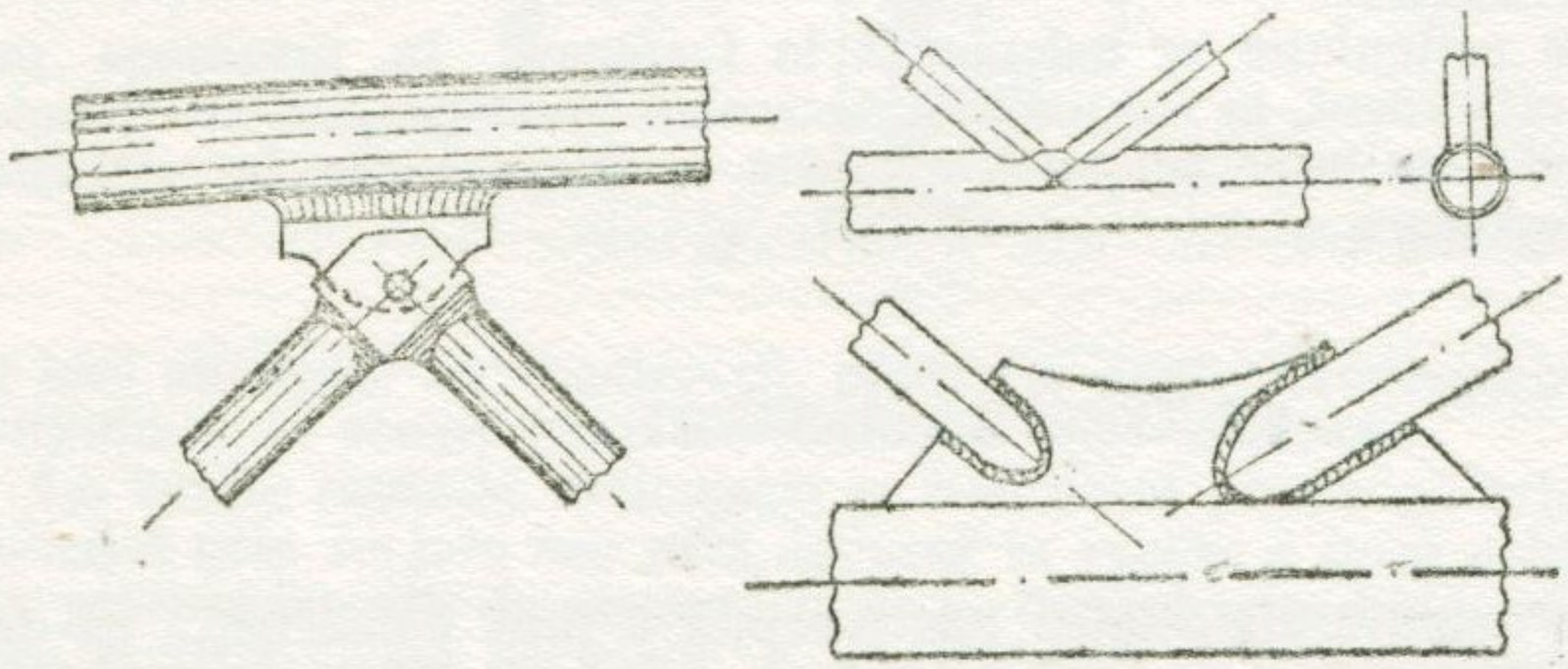


Fig. 8.13. Noduri de grinzi din țeavă.

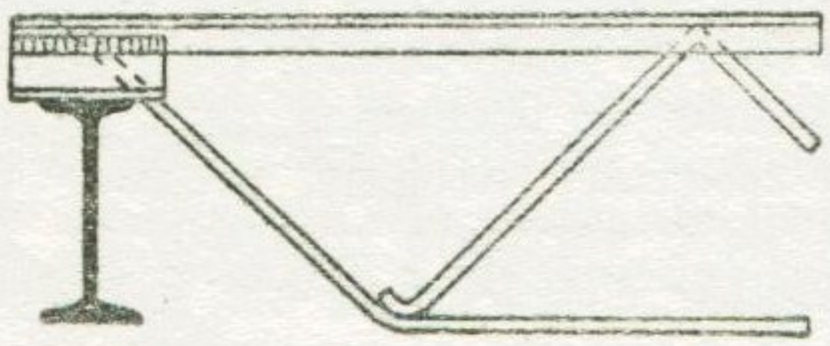


Fig. 8.14. Grindă cu zăbrele din oțel rotund și profile.

8.5. TEHNOLOGIA DE FABRICAȚIE

Grinzile cu zăbrele se execută, în general, asamblate prin sudură, fiind mult mai ușor de realizat și, mai rar, prin nituire. Asamblarea prin sudură se pretează la tipizarea și modularea elementelor componente ale grinzilor cu zăbrele, putîndu-se realiza apoi diferite forme ale acestor grinzi, în dimensiuni variabile și în limite largi, în funcție de destinația grinzii.

Operațiile pentru asamblarea grinzilor cu zăbrele cuprind: execuția separată, în funcție de mărimea grinzii, a subansamblelor componente (tălpi, montanți, diagonale etc.), asamblarea preliminară a acestora în ansamblul grinzii prin prinderea în puncte de sudură, efectuarea controlului pe tot parcursul și, desigur, înainte și după execuția cordoanelor de sudură definitive. Realizarea elementelor cuprinde operații de trasare, debitare-tăiere, debavurare-curățire-polizare, îndreptare-planeitate-liniaritate, teșire a marginilor pentru sudură, marcarea fiecărui element, la asamblarea prin nituire și operația de găurire, eventuale ajustări sau redresări locale pentru reducerea deformațiilor provocate de sudură. La asamblarea prin nituire, intervine și operația de găurire și de alezare a găurilor.

În afară de respectarea indicațiilor prevăzute în proiect pentru încadrarea în toleranțele admise la operațiile amintite, la montajul grinzilor cu zăbrele se admit anumite abateri și toleranțe, precum:

— abaterea lungimii grinzilor cu zăbrele, între reazeme, la deschideri sub 25 m se admite, a fi pînă la ± 10 mm, iar la cele peste 25 m nu poate depăși ± 20 mm;

— distanțele între axele nodurilor, la elementele cu zăbrele, mai mici decît 6 m trebuie să aibă o abatere între ± 3 mm, iar la cele peste 6 m, abaterea nu poate depăși ± 5 mm;

— săgeata deformației barelor (la elementele cu zăbrele) trebuie să fie mai mică decît 1/1 000 din lungimea barei;

— deplasarea reciprocă a profilelor care alcătuiesc o bară compusă nu poate depăși 1/100 din înălțimea barei.

Realizarea eficientă a construcțiilor metalice pune în fața constructorilor problema reducerii costului la aceleași condiții de calitate a lucrărilor. Factorii principali — consumul de material și de manoperă — care afectează costul sînt determinați de forma și alcătuirea construcției generale, a tipului îmbinărilor, a rezolvării detaliilor, înnădirilor, prinderilor etc. În acest sens, tehnologia are un mare rol, procedeele tehnologice cele mai avantajoase conducînd la un consum scăzut de metal și manoperă. Dar această eficiență tehnico-economică, care este și rezultatul concepției proiectului, se regăsește în realizarea de subansambluri modulate cu elemente tipizate ale construcțiilor metalice, proiecte pentru deschideri și sarcini prestabilite.

Aceste posibilități tehnologice și de proiectare sînt aplicate în mare măsură la grinzile cu zăbrele care se pretează la tipizare pe scară largă, utilizîndu-se materiale de aceleași dimensiuni și profile, dispozitive de prindere și de sudare comune.

9

STÎLPI, TURNURI, PILONI

9.1. ELEMENTE COMPONENTE

Din categoria barelor comprimate, adică a stîlpilor, turnurilor și pilonilor, fac parte:

— stîlpii metalici pentru liniile de transport de energie electrică;
— turnurile și pilonii pentru antenele de radio și de televiziune;
— turnurile de extracție pentru ascensoarele de mină;
— turlele metalice pentru sondele de petrol și de gaze naturale;
— turnurile de montare;
— catargele, coloanele, bigile și pontilii în construcțiile de nave;
— catargele macaralelor — turn și Derrick;
— stîlpii halelor de construcție metalică;
— stîlpii căilor de rulare pentru podurile rulante;
— stîlpii de susținere pentru platformele metalice și pentru diverse agregate industriale grele (de exemplu furnalele).

Stîlpii sînt construcții metalice verticale, uneori cu o oarecare înclinare, care preiau sarcini grele și le transmit altor părți de construcții și, în general, fundațiilor. Ei sînt alcătuiți din bare depărtate, legate între ele prin zăbrele sau benzi, și în unele cazuri din bare simple cu secțiunea plină. La capete stîlpii sînt prevăzuți adeseori cu piese de rezemare (fig. 9.1). Stîlpii sînt supuși unor solicitări complexe, dintre care cele

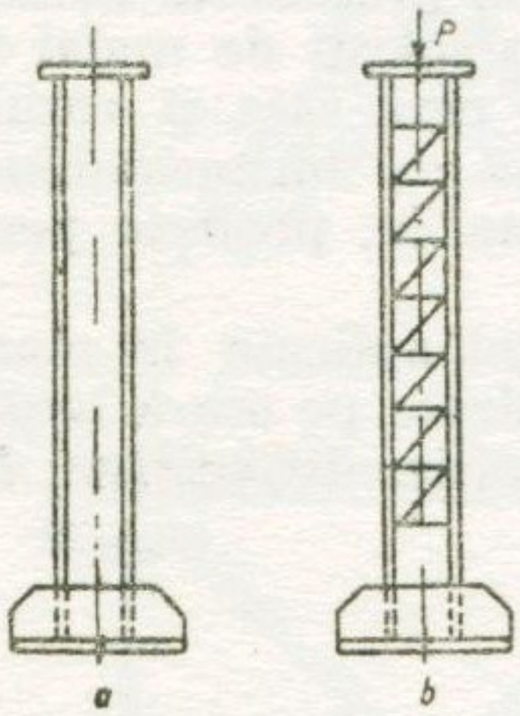


Fig. 9.1. Stîlpi cu piese de rezemare.

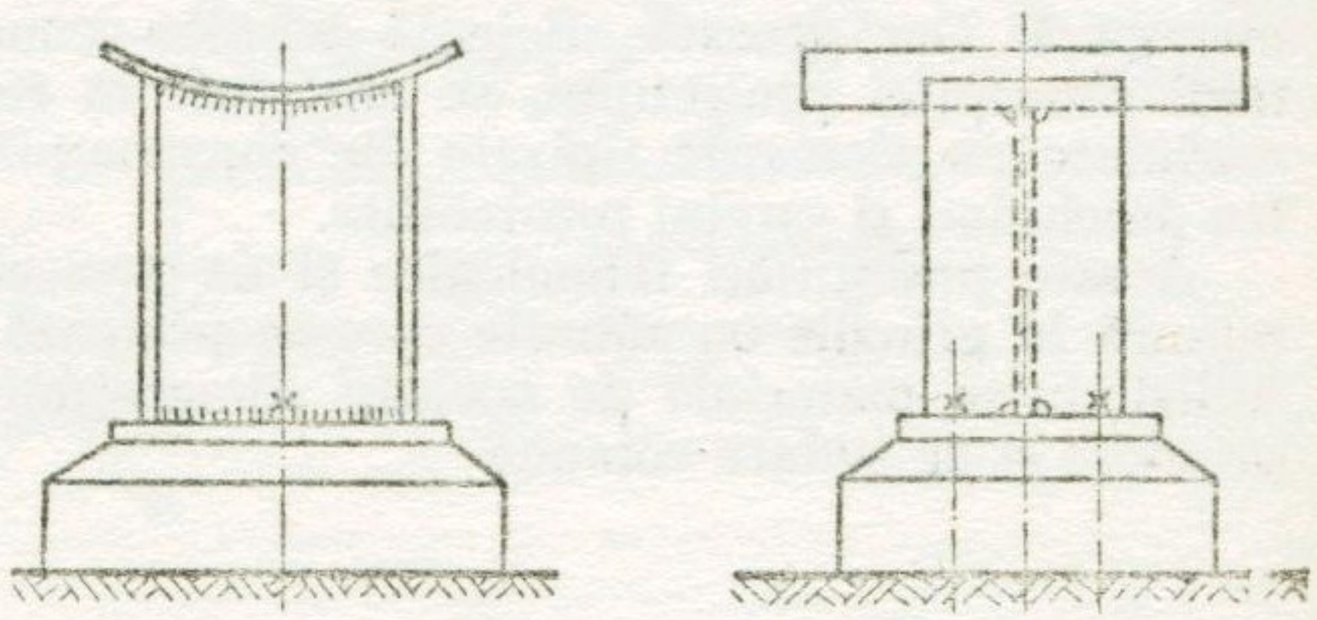


Fig. 9.2. Stîlpi pentru susținerea conductelor.

mai importante sînt axiale, alături de acestea apar solicitările excentrice, orizontale și de încovoiere.

Stîlpii, turnurile și pilonii sînt considerați ca bare supuse la compresiune, ale căror secțiuni sînt determinate de condițiile de flambaj. Aceste condiții impun ca secțiunile acestor bare să aibă momente de inerție mari.

Secțiuni dintr-un singur element, adică dintr-un singur profil laminat, se fac numai pentru eforturi și înălțimi mici, ca în cazul susținerii conductelor (fig. 9.2).

Ca bare de oțel se folosesc corniere cu aripi mari și subțiri (fig. 9.3, *a*). În unele cazuri se alcătuiesc secțiuni din profile U sau I, așezate la oarecare distanță și legate între ele prin plăcuțe cu zăbreluțe (fig. 9.3, *b*). Adeseori aceste profiluri se întăresc cu platbande așezate pe tălpi. Se utilizează însă și secțiuni din două sau patru corniere sau din două profile U sudate direct sau prin platbande (fig. 9.3, *c*). Pentru stîlpi mai grei se utilizează secțiuni din profile I în cruce, precum și secțiuni mai mari alcătuite din platbande sudate în T sau I (fig. 9.3, *d*, *e*, *f* și *g*).

Barele comprimate compuse din mai multe elemente se prind astfel încît să lucreze în condiții cît mai apropiate de cele ale unei bare formate dintr-un singur element, cu deosebirea că solicitarea la flambaj impune ca intervalele dintre prinderile de solidarizare să fie mai mici decît la barele întinse sau la cele supuse la încovoiere. La barele nituite, dacă se notează cu t grosimea platbandei și cu d diametrul găurii de nit, distanțele între șirurile niturilor de margine se iau în sens longitudinal egale cu 7—15 t, iar în sens transversal 10—20 t. La barele sudate distanțele dintre marginile sudurilor întrerupte nu trebuie să fie mai mari ca 15 t; în sens transversal, distanța dintre cordoanele de sudură se ia maximum 25 t sau 200 mm. La piesele mai late, executate din platbande sub 25 mm grosime, se fac suduri în găuri.

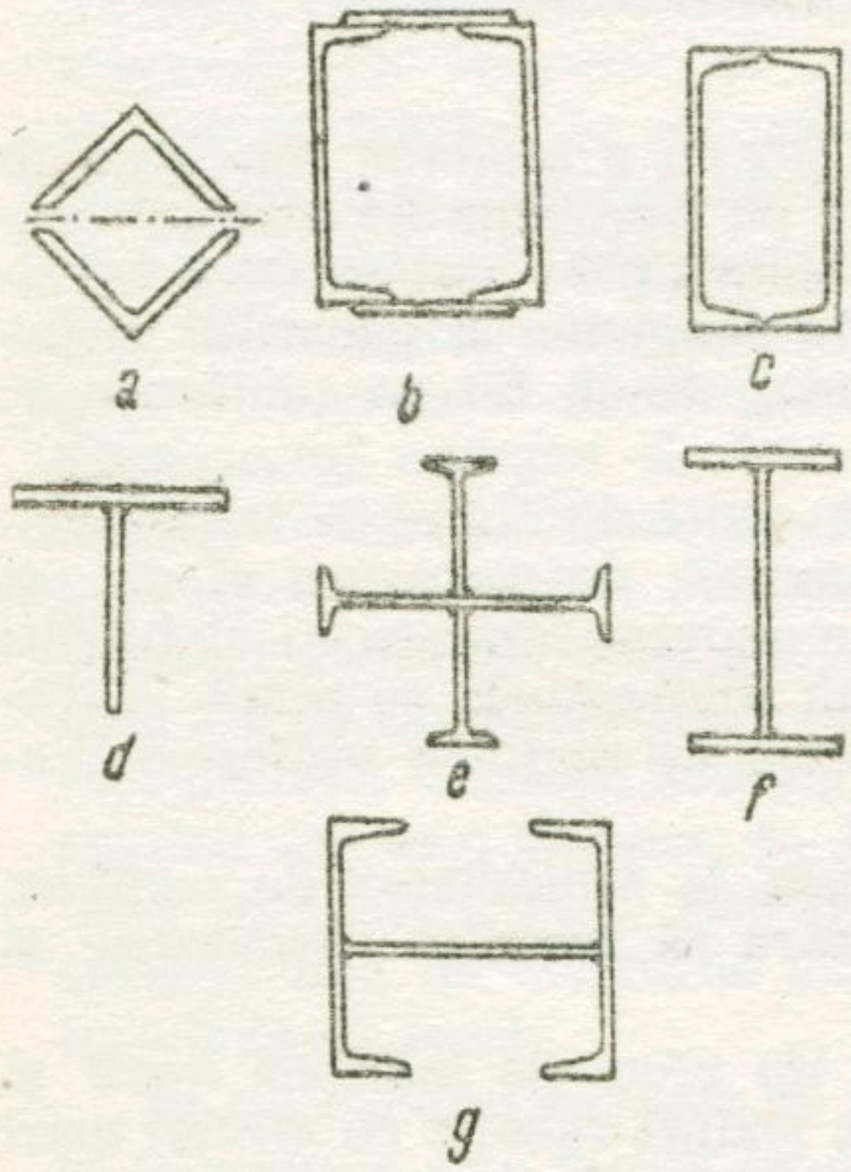


Fig. 9.3. Secțiuni sudate la stîlpi.

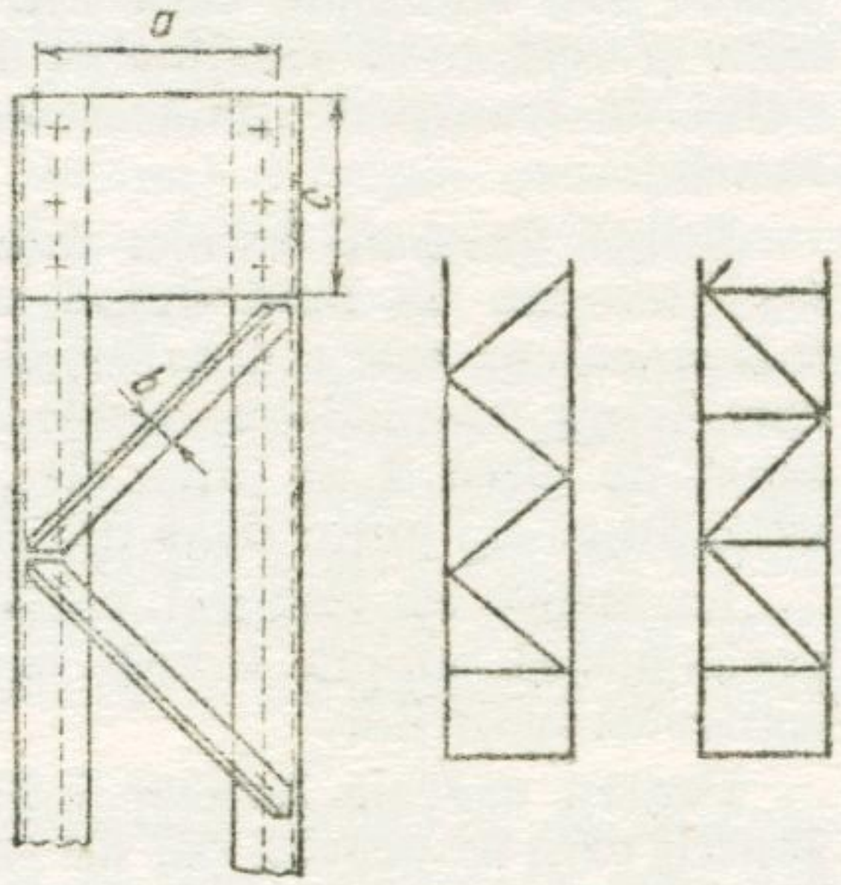


Fig. 9.4. Solidarizarea cu plăcuțe și zăbreluțe.

Solidarizarea cu plăci continue se aplică la barele cu secțiuni pline, la care tălpile sînt legate prin inimă și la barele tălpilor cu perete dublu. Pentru a nu se consuma mult material, piesa de legătură (solidarizare) trebuie să facă parte din secțiune.

Solidarizarea cu plăcuțe (fig. 9.4) se aplică la barele cu secțiuni din elemente depărtate. Lățimea c a plăcii de la capetele barelor se ia aproximativ egală cu distanța a dintre axele pieselor. Plăcile intermediare se execută mai înguste; lățimea acestora se ia între 0,7 h și 1 h, la piesele nituite și 0,5 h și 0,8 h la piesele sudate, dar nu mai înguste decît 150 mm, h fiind înălțimea profilelor care compun secțiunea. Grosimea plăcuțelor se ia de cel puțin 8 mm.

La piesele sudate, cordoanele de sudură se continuă puțin și pe latura perpendiculară celei pe care se execută prinderea efectivă.

La piesele nituite elementele se fixează pe stîlp cu cel puțin două nituri, pentru plăcuțele intermediare și cu cel puțin trei nituri, pentru plăcuțele de capăt. La solicitări importante, numărul niturilor se determină prin calcul.

Solidarizarea cu zăbreluțe (fig. 9.4) se aplică secțiunilor compuse din elemente depărtate. Zăbreluțele se pot executa din platbande, corniere sau profile U. La capete, elementele depărtate se leagă cu plăci. Lățimea b a zăbreluțelor se ia (la cele nituite) egală cu cel puțin $3\,d$, d fiind diametrul găurii de nit. Înclinarea diagonalelor față de elementele ce se solidarizează se ia în jurul a 45°. Sistemul de zăbreluțe poate fi triunghiular, fără sau cu montanți suplimentari. Lanțul de zăbrele poate fi întrerupt; la locul de întrerupere se pun plăci mai înguste decît cele de la capete.

9.2. TEHNOLOGIA CONSTRUCȚIEI STÎLPILOR, TURNURILOR ȘI PILONILOR

Stîlpii, turnurile și pilonii în general nu au o secțiune constantă pe toată înălțimea. De aceea execuția se face pe tronsoane de secțiuni constante sau apropiate care sînt apoi asamblate fie în atelier, dacă înălțimea și secțiunea maximă se încadrează în lungimea și gabaritul mijlocului de transport pînă la locul de montaj final, fie pe șantierul de montaj.

Stîlpii destinați halelor industriale se execută de obicei în trepte, primul tronson de bază avînd secțiunea maximă; de asemenea el are și înălțimea cea mai mare. Stîlpii cu secțiune mare se întăresc cu diafragme care leagă ramurile verticale ale stîlpului; diafragmele se așază la distanță de circa 4 m între ele, pe un tronson de secțiune uniformă prevăzîndu-se cel puțin două diafragme.

La stîlpii cu secțiuni variabile în trepte, la schimbarea de secțiune, proiectantul adoptă soluții constructive care să permită executarea și controlul sudurilor.

Pentru cadrele halelor industriale de tip greu, de înălțime mare și pentru care se prevăd căi de rulare pentru poduri rulante cu sarcini mari la cîrlig, se execută stîlpi cheson, pe fețele laterale practicîndu-se uneori decupări de ușurare. Acești stîlpi, față de cei cu zăbrele, au avantajul

unei mari productivități la execuție, debitarea făcîndu-se pe mașini automate cu flacără oxiacetilenică, prelucrarea marginilor pe mașini de teșit, iar asamblarea prin cordoane de sudare continuă pe mașini automate.

Stîlpii cheson pot fi executați dintr-o bucată, chiar cînd sînt cu secțiuni diferite (stîlpi în trepte).

Asamblarea stîlpilor, turnurilor și pilonilor se face prin sudură. În cazuri speciale, cînd locul de montaj nu este alimentat cu energie electrică (ca de exemplu pe munți) și cînd stîlpii sau piloții nu au putut fi transportați complet asamblați (stîlpii pentru transportul energiei electrice, de înălțime mare și cu secțiune mare la bază), tronsoanele executate se asamblează definitiv la locul de exploatare prin șuruburi sau mai frecvent prin nituire. Acestor tronsoane li se face în atelier o preasamblare de montaj, executîndu-se găurile pentru șuruburile sau niturile de asamblare. Din cauza deformărilor ce survin în timpul transportului găurile se alezează la locul de montaj.

Confecționarea tronsoanelor în atelier se face pe platouri amenajate cu dispozitive de asamblare și tacheți pentru susținere. Acestea se realizează în poziție culcată, avîndu-se grijă ca săgeata ce s-ar naște datorită greutății proprii să fie evitată prin susținerea în cît mai multe puncte a stîlpului, în timpul confecționării lui.

9.3. TIPURI DE STÎLPI

Dezvoltarea impetuoasă în țara noastră a unor ramuri industriale ca, metalurgia feroasă și neferoasă, chimia, energia electrică și altele, a impus găsirea unor soluții tehnice moderne de execuție. Astfel s-au realizat turnuri spațiale pentru susținerea unor coloane sau coșuri de mare înălțime, ca cele de la Combinatul de îngrășăminte chimice de la Turnu-Măgurele. De remarcat că unul din aceste turnuri, cel pentru priza de aer de la fabrica de amoniac, are 177 m înălțime (fig. 9.5), făcînd în același timp și serviciul de turn al stației releu de televiziune.

La combinatele chimice și petrochimice se întîlnesc nenumărate aparate chimice, cum sînt coloanele de absorbție, de distilare sau de rectificare și rezervoare diverse, susținute de turnuri spațiale la mari înălțimi. Transportul energiei electrice de înaltă tensiune a impus construirea de stîlpi de mare înălțime (fig. 9.6) și de mare rezistență, pentru susținerea conductelor electrice. Pentru industria petrolieră s-au executat turle metalice destinate instalațiilor de foraj, care sînt apreciate și peste hotare (fig. 9.7). Construcția, interesantă prin simplitatea și supleța ei, a fost posibilă datorită soluției adoptate și anume, executatea unor stîlpi spațiali din țevi dispuse, în planul de secționare a stîlpului, în vîrfurile unui triunghi isoscel. Aceasta a permis realizarea unei greutăți proprii minime față de eforturile statice și dinamice la care trebuie să lucreze instalația de foraj.

În transportul turistic pe munte, suspendarea cablurilor la telecabine și telescaune este făcută pe stîlpi înalți și de mare rezistență, bine ancorați în solul stîncos.

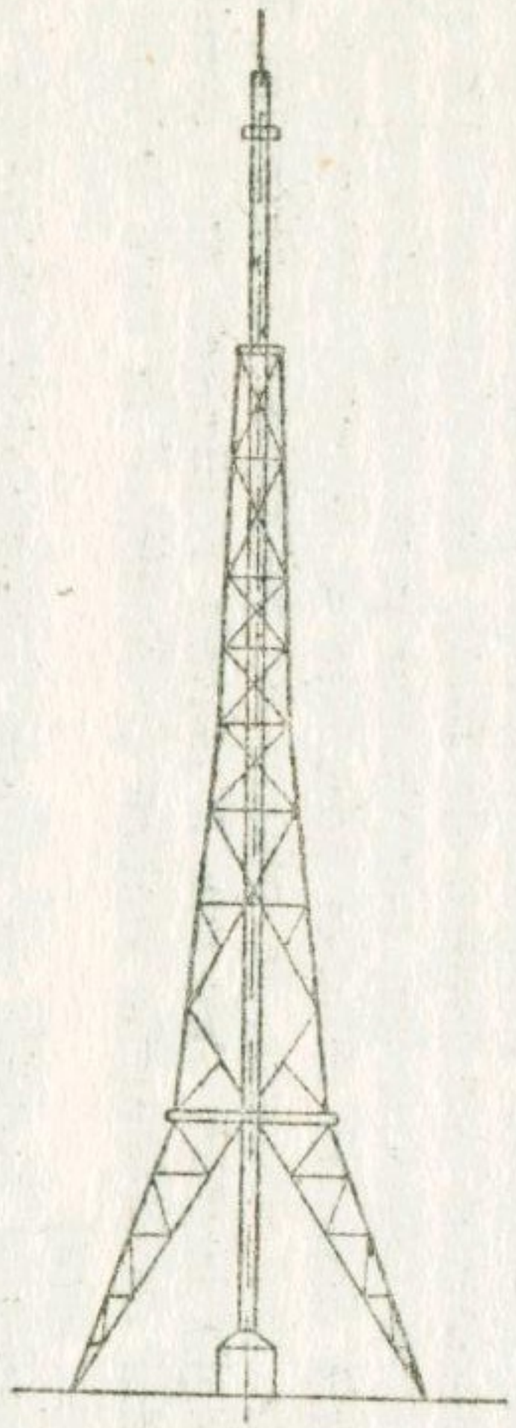


Fig. 9.5. Turn pentru priză de aer pentru fabrica de amoniac.

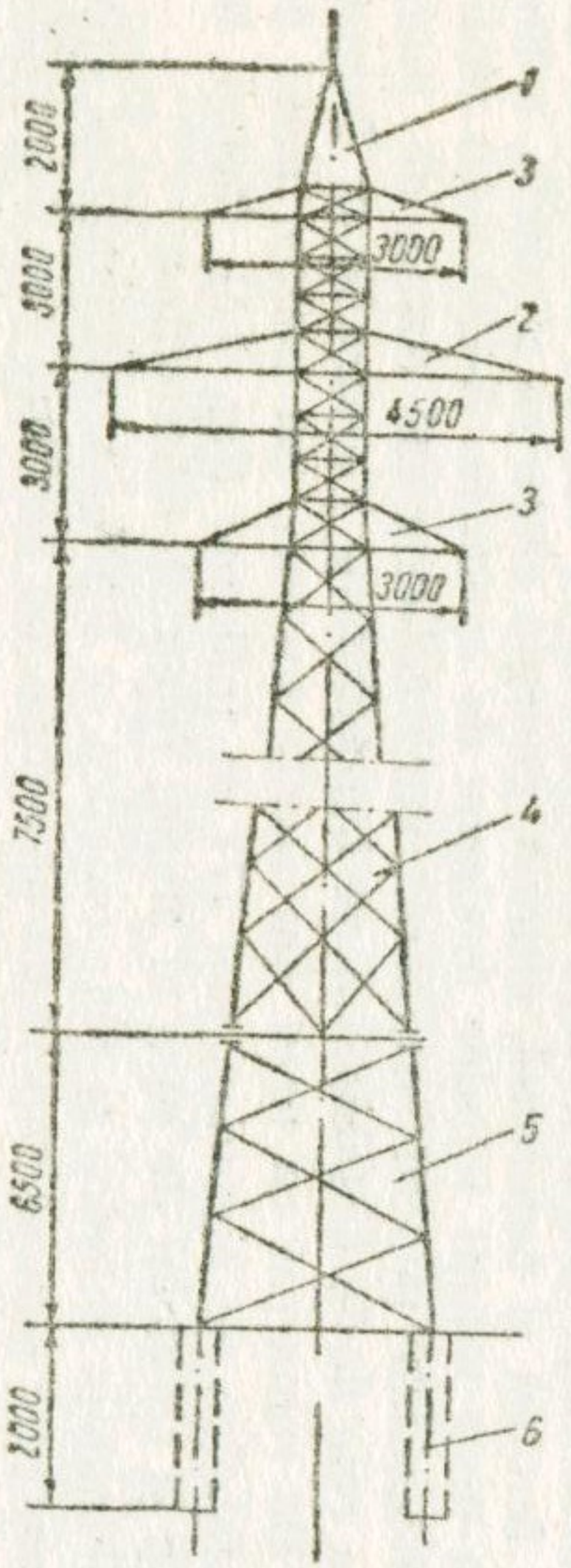


Fig. 9.6. Stîlp metalic pentru transportul energiei electrice:
1 — vîrfar; 2, 3 — console; 4, 5 — tronsoane; 6 — fundație.

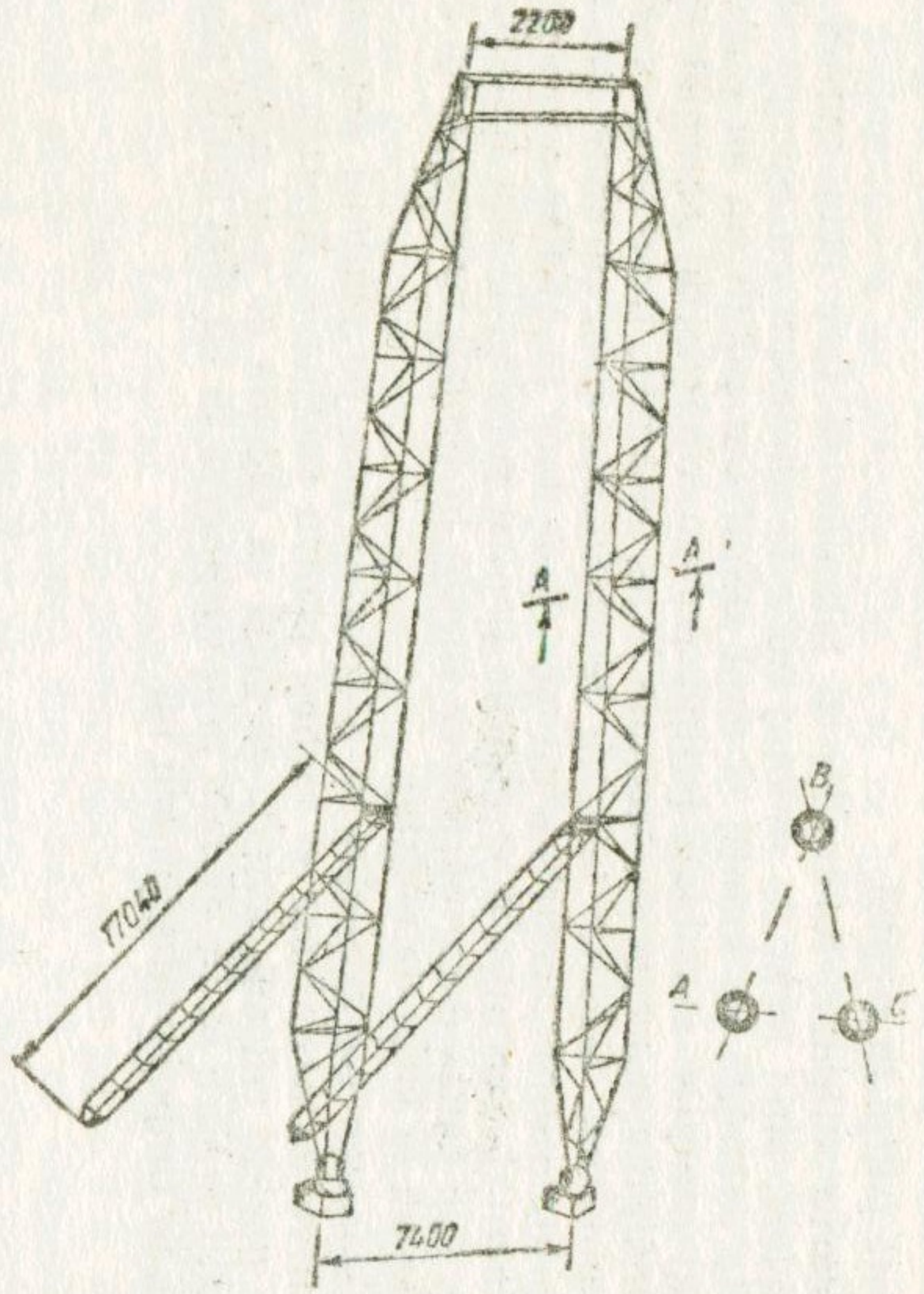


Fig. 9.7. Turlă pentru instalația de foraj.

9.4. MONTAREA STÎLPILOR

Metodele de montare diferă pentru stîlpii cu înălțime mică (sub 10 m), față de cele care se aplică stîlpilor cu înălțime mare.

9.4.1. Montarea stîlpilor de înălțime mică

Aceasta se poate realiza prin mai multe metode. Alegerea metodei este legată atît de utilajul de ridicare de care se dispune pe șantier, de mărimea stîlpului (atît ca greutate, cît și ca gabarit), cît și de suprafața locului de montaj.

Astfel, ținînd seama de cele de mai sus, se alege metoda cea mai potrivită, dintre următoarele:

— stîlpul complet montat la sol este ridicat prin rotirea în jurul unui ax orizontal (fig. 9.8), fixat de soclul metalic betonat în fundație, două din picioarele stîlpului fiind prevăzute cu ochiuri de articulație prin care trece acest ax (fig. 9.9);

— stîlpul complet montat la sol este ridicat în picioare și apoi așezat pe fundație (fig. 9.10);

— stîlpul se montează prin ridicarea tronsoanelor și prin îmbinarea lor la înălțime, unul după altul;

— stîlpul se montează prin ridicarea și asamblarea barelor la înălțime, una cîte una:

Unele dintre aceste metode pot fi combinate cînd condițiile locale nu permit desfășurarea montajului numai după o singură metodă.

Pentru simplificarea montajului după primele trei metode, este indicat ca stîlpii să fie livrați în tronsoane complet asamblate în atelier (fig. 9.11), iar îmbinările de montare să se execute prin șuruburi.

În cazul ridicării prin rotirea în jurul axului fixat pe soclu se montează la bază, perpendicular pe stîlpi, un catarg de lemn *1*, în vîrful căruia se fixează scripetele *2*, peste care se trece cablul de ridicare acționat de troliul *3* (fig. 9.8, *a*).

După ce centrul de greutate al stîlpului a depășit verticala ridicată în punctul de rotație, stîlpul se așază de la sine. El trebuie să fie însă ancorat, pentru ca nu cumva să se răstoarne (fig. 9.8, *c*) din cauza vîntului, înainte de a fi fost fixat definitiv pe fundație. Cînd stîlpii depășesc o anumită înălțime, ei sînt prevăzuți de obicei cu ancore permanente. Acestea se leagă înainte de ridicare și se întind după ce stîlpul a fost așezat pe fundație.

Ridicarea fără rotire, după metoda a doua, se poate face cu un singur catarg la stîlpii mai ușori, cu baza îngustă și cu două catarge, la stîlpii mai grei (fig. 9.10). Legarea se face ceva mai sus de centrul de greutate al stîlpului, iar cablul de tracțiune, acționat de troliu, se trece peste scripetele fixat în vîrful catargului. Pe măsură ce stîlpul este ridicat, baza lui alunecă pe sol. Înainte de așezarea pe fundație, stîlpul trebuie ridicat vertical și susținut numai de catarg, care trebuie să fie dimensionat astfel încît să reziste la efortul la care este supus în această ultimă fază a operației de montare.

La stîlpii de mică înălțime, metoda de montare prin ridicarea tronsoanelor unul după altul se folosește numai atunci cînd condițiile locale nu permite asamblarea pe sol a stîlpului (de exemplu, din lipsă de suprafețe libere).

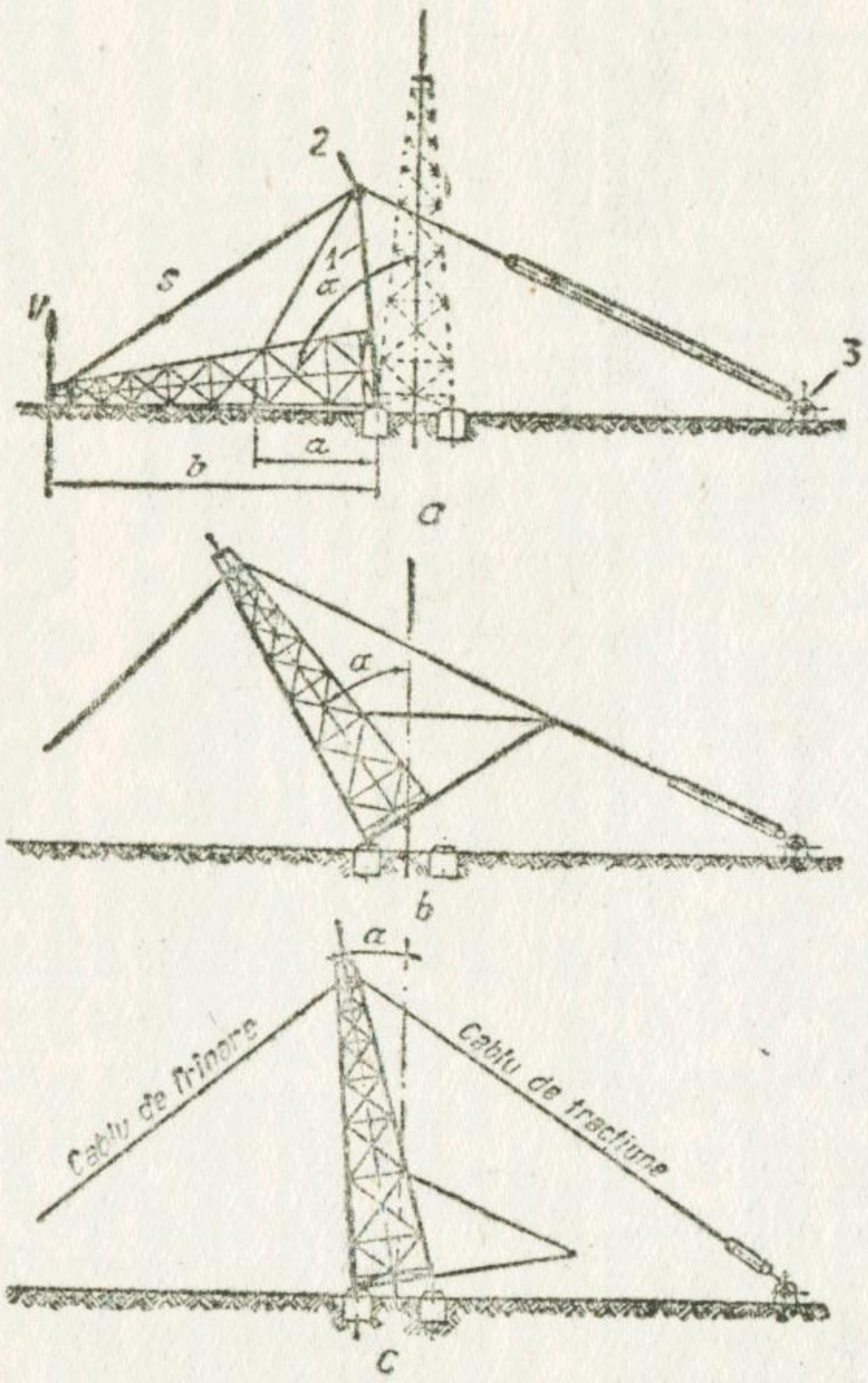


Fig. 9.8. Fazele montării unui stîlp prin rotire:

a, *b*, *c* — fazele din timpul montării.

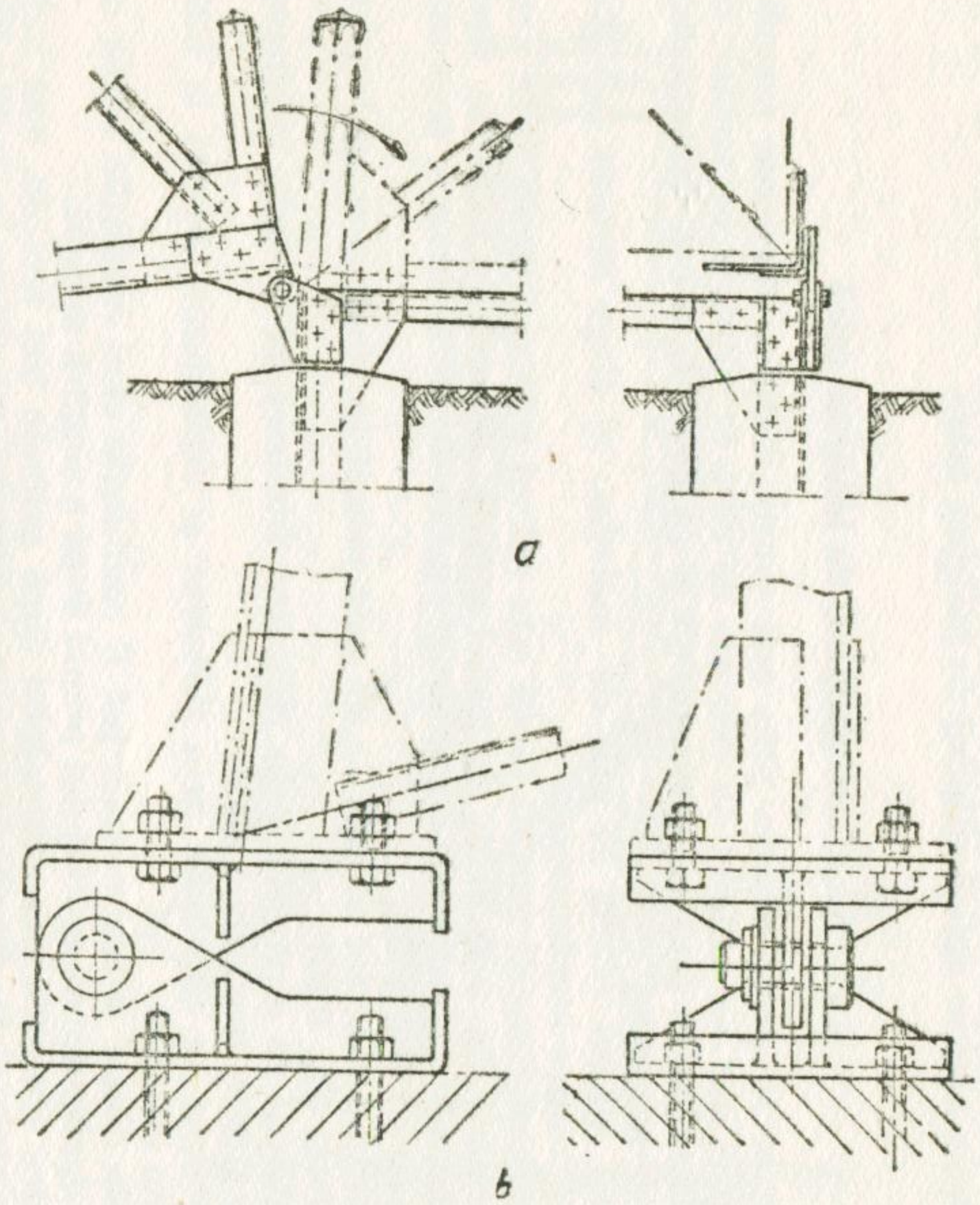


Fig. 9.9. Articulații pentru ridicarea stîlpilor:

a, *b* — tipuri de articulații.

Metoda montării barelor una cîte una este costisitoare, incomodă și nu se aplică decît în cazuri cu totul excepționale, cînd din cauza terenului accidentat nu se poate executa la sol un montaj al stîlpului nici pe tronsoane, iar din cauza condițiilor de transport stîlpul este livrat din bare separate la locul de montare. În acest caz se construiește o schelă de montaj în jurul fundației și se execută toate îmbinările la înălțime.

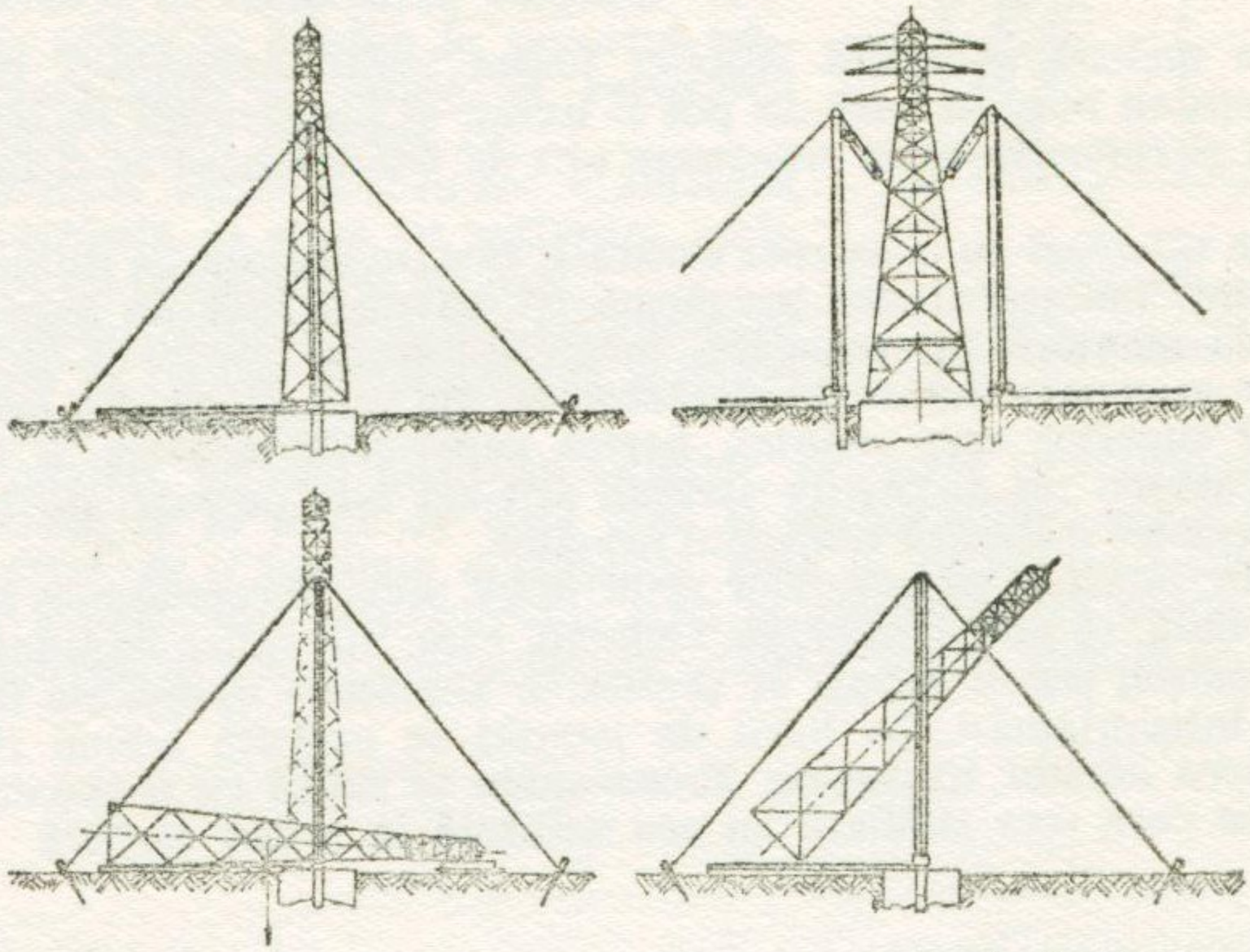


Fig. 9.10. Fazele montării unui stîlp cu unul sau două catarge.

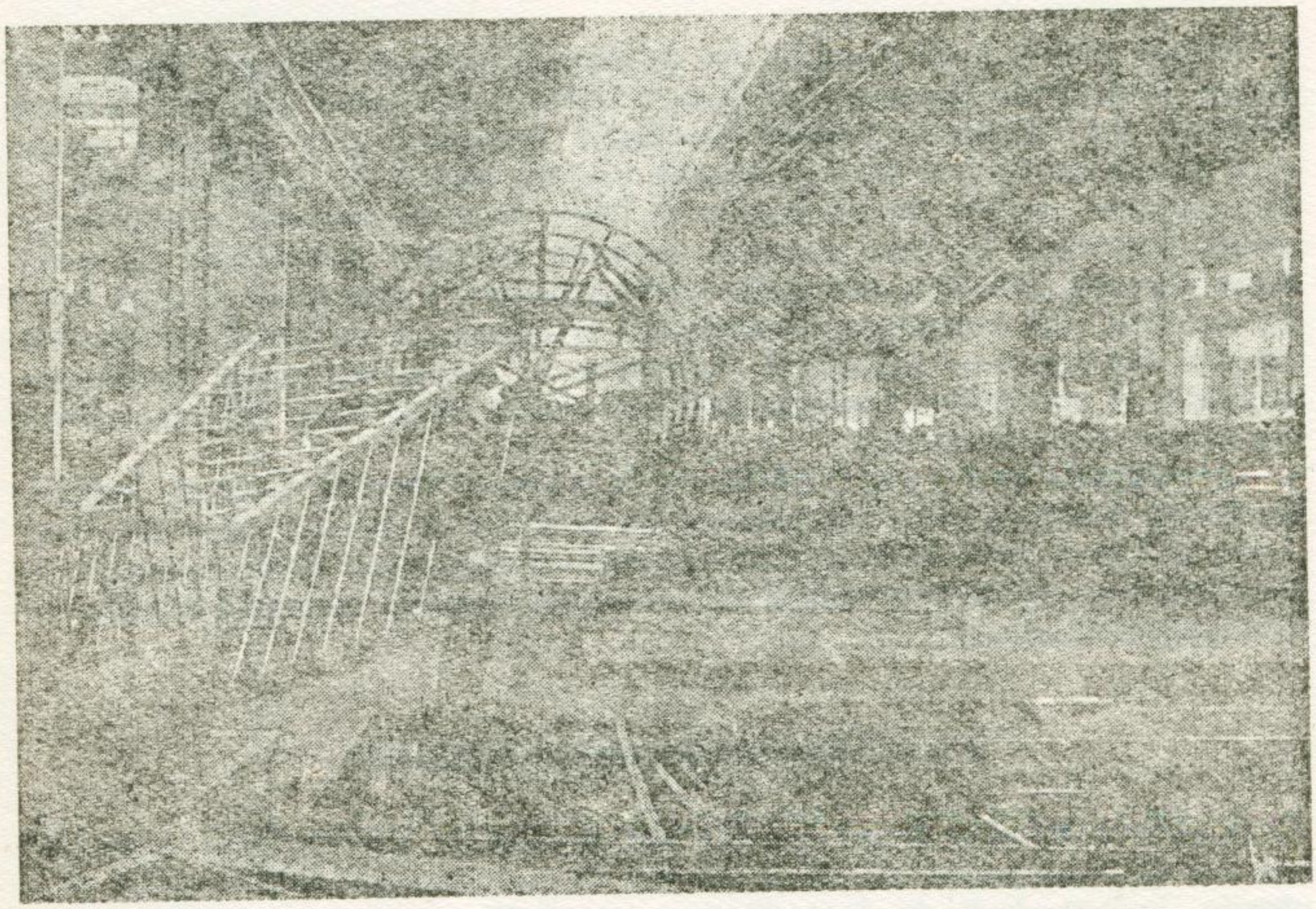


Fig. 9.11. Montarea stîlpilor în atelier.

9.4.2. Montarea stîlpilor foarte înalți

Montarea stîlpilor foarte înalți se poate realiza prin următoarele metode:

— ridicarea și asamblarea barelor la înălțime, una cîte una;
— în tronsoane, începîndu-se cu tronsonul de vîrf;
— ridicarea tronsoanelor și îmbinarea lor la înălțime, unul după altul.

Prima metodă se aplică stîlpilor foarte înalți, neancorați, care din cauza secțiunii mari la bază nu pot fi livrați și transportați pe tronsoane. De altfel și ridicarea unor tronsoane atît de voluminoase ar fi foarte incomodă.

Barele se ridică cu o macara centrală, care se fixează pe ultimul tronson montat; macaraua este prevăzută cu un dispozitiv de autoridicare.

Metoda montării în tronsoane, începîndu-se cu tronsonul de vîrf se aplică de asemenea turnurilor neancorate, cu baza largă. Pe măsură ce tronsonul superior este montat, partea superioară montată a turnului este ridicată cu un dispozitiv special, atît cît este necesar, pentru a se putea introduce dedesubt tronsonul următor.

Metoda ridicării tronsoanelor unul după altul, începîndu-se cu tronsonul de bază, se aplică pilonilor ancorați, care, din cauza secțiunii transversale reduse, pot fi livrați la șantier în tronsoane asamblate în întregime în întreprindere. La locul de montaj se execută numai ridicarea și îmbinarea acestor tronsoane. Tronsoanele se ridică cu o macara autoridicătoare care este similară cu cea utilizată la prima metodă.

9.4.3. Montarea stîlpilor pentru linii electrice

Stîlpii pentru linii electrice se montează, în mod obișnuit, după unul dintre procedeele descrise mai înainte pentru montarea stîlpilor de mică înălțime. La montarea liniilor de înaltă tensiune, apar adeseori cazuri cînd metodele de montare obișnuite pentru stîlpii de înălțime mică nu sînt aplicate. Astfel, pe porțiunile de linie care traversează munți înalți, cazuri frecvente în țara noastră, livrarea stîlpilor asamblați pe tronsoane nu este posibilă, din cauza dificultăților de transport pînă la locul de montare. De asemenea, asamblarea tronsoanelor la locul de montare nu este întotdeauna aplicabilă, deoarece din cauza terenului accidentat, ridicarea și montarea tronsoanelor asamblate după unul din procedeele cunoscute nu ar fi posibilă.

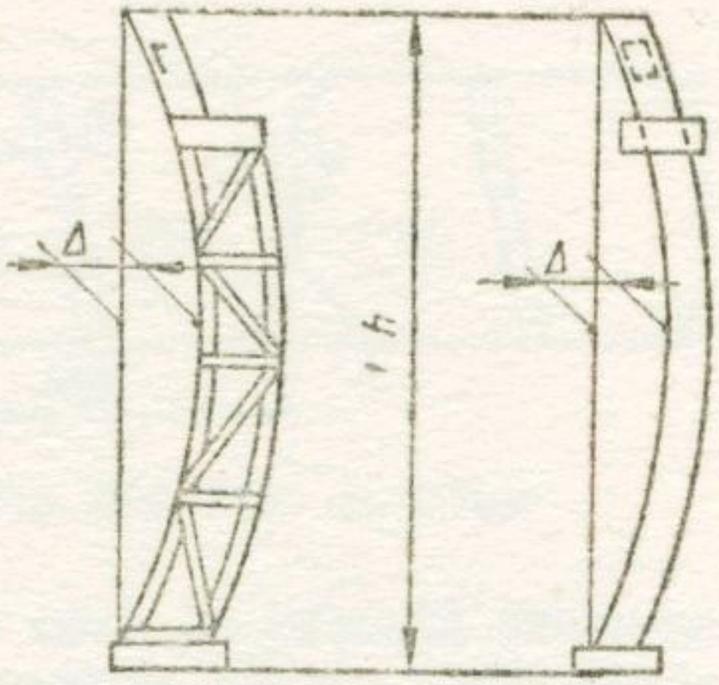
În astfel de cazuri, procedeul de montare a stîlpilor pentru rețelele de înaltă tensiune este asamblarea la înălțime a barelor una cîte una.

În ultima vreme, montajul se execută cu tronsoane mari, transportate cu elicopterul (exemplu: stîlpii de transport montați pentru Centrala hidroenergetică Lotru).

9.4.4. Toleranțe la montajul stîlpilor

Pentru a se obține un montaj corespunzător prevederilor desenului precum și menținerea stîlpului, pe tot timpul exploatării, în cotele prevăzute, independent de factorii care pot influența buna funcționalitate

Fig. 9.12. Toleranțele la montajul stîlpului.



a acestuia (vînt, gheață, modificări de sarcini etc.), se impune respectarea unor anumite toleranțe la asamblarea stîlpului. Astfel, unele toleranțe admise în procesul tehnologic de montaj se referă la realizarea verticalității axului stîlpului, ca:

— devierea părții superioare a stîlpului față de verticală, la stîlpi cu înălțimea peste 10 m, care nu poate depăși 25 mm;

— săgeata curburii stîlpului care trebuie să fie pînă la 1/1 000 din înălțimea acestuia fără a depăși 15 mm (fig. 9.12).

Alte abateri, privind montajul stîlpilor, se referă la înălțimea stîlpului măsurată de la placa de bază pînă la partea superioară a plăcii de reazem (care, la o înălțime a stîlpului pînă la 10 m, nu poate fi mai mare de 5 mm), sau la deformații mici și admisibile în secțiunile stîlpului rezultate în timpul operațiilor de asamblare prin sudură sau nituire.

10

TEHNOLOGIA DE FABRICAȚIE ȘI ASAMBLARE A CONSTRUCȚIILOR METALICE

10.1. FAZELE DE EXECUȚIE A CONSTRUCȚIILOR METALICE

Tehnologia de fabricație și asamblare a construcțiilor metalice cuprinde următoarele etape:

— întocmirea proiectului de execuție;
— pregătirea materialului pentru execuție;
— prelucrarea materialului în vederea execuției;
— asamblarea elementelor care alcătuiesc construcția metalică, prin operații de sudare sau nituire.

10.1.1. Întocmirea proiectului de execuție al construcțiilor metalice

Proiectul de execuție al unei construcții metalice conține două părți principale și anume: piesele scrise și piesele desenate.

Piesele scrise cuprind alegerea și justificarea soluției adoptate, calculul complet al tuturor elementelor de rezistență precum și documentația economică care conține extrasele de materiale, antemăsurătoarea și devizele.

Piesele desenate se referă la desenele de execuție întocmite pentru fiecare element în parte și cuprind și planșele de ansamblu.

Proiectele de execuție sînt însoțite și de caiete de sarcini, în care proiectanții înscriu toate prescripțiile și recomandările necesare la execuția și montajul construcțiilor metalice.

Toate planșele de execuție sînt însoțite de extrasele de materiale întocmite de fiecare element separat.

10.1.2. Pregătirea materialului pentru execuția construcțiilor metalice

Lucrările de pregătire a materialelor încep la serviciul tehnologic al întreprinderii unde se face verificarea desenelor de execuție și a extraselor de materiale, urmărindu-se ca acestea să fie corect întocmite.

După verificarea planșelor de execuție și a extraselor de materiale se elaborează tehnologia de fabricație prin care se indică ordinea operațiilor și modul de realizare a acestora. Tot aici se întocmesc proiectele pentru dispozitivele care servesc la executarea construcției metalice.

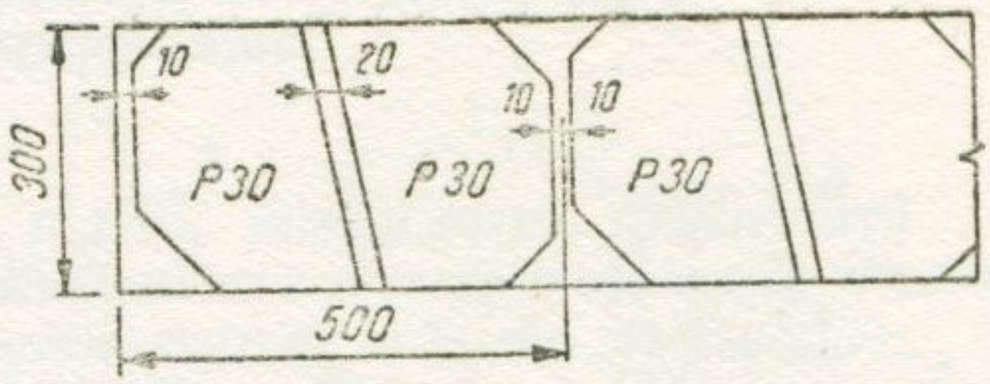


Fig. 10.1. Plan de croire.

Pentru unele piese din tablă (gusee, eclise etc.), se execută șabloane din carton sau tablă subțire, la scara 1 : 1, pe care se înscriu toate datele necesare trasării direct pe piesă a dimensiunilor și distanțelor dintre găuri marcîndu-se obligatoriu: numărul comenzii, numărul desenului, poziția piesei și dimensiunile ei, diametrul găurilor și numărul bucăților identice.

Materialele sînt depozitate de obicei în aer liber în apropierea halelor de fabricație. Depozitele de laminate sînt deservite de poduri rulante sau macarale portal.

În depozite, materialele sînt sortate pe calități și dimensiuni fiind așezate în așa fel încît să fie ușor de identificat și să poată fi ușor manevrate și scoase din depozit în ordinea necesităților.

Electrozii, niturile, șuruburile și alte piese mărunte sînt depozitate în magazii închise, în ambalajele lor, fiind sortate pe calități și dimensiuni.

Materialele se livrează întreprinderii de construcții metalice cu certificate de calitate prin care întreprinderea producătoare garantează calitățile prescrise în comandă.

Pregătirea propriu-zisă a materialelor pentru prelucrarea și executarea construcțiilor cuprinde următoarele operații:

— tăierea la dimensiuni a pieselor ce compun elementele de construcții metalice;

— îndreptarea și curbarea pieselor;

— trasarea tuturor detaliilor pe piese tăiate.

Tăierea la dimensiuni a pieselor se face în secția de debitare.

Pentru piesele cu contur variat, cum sînt guseele, care rezultă prin tăierea din tablă groasă, este bine să se întocmească desene de croire din care să rezulte modul cum a fost concepută tăierea, în așa fel ca pierderile de metal să fie minime (fig. 10.1).

Tăierea pieselor la dimensiuni se poate face în mai multe feluri și anume cu foarfecele, cu ferăstrăul și cu flacără oxigaz.

Îndreptarea și curbarea pieselor. Îndreptarea pieselor se face în diferite instalații, prin trecerea lor printre cilindrii mașinilor de îndreptat. Pentru table și *platbande* cilindrii au suprafețe netede, iar pentru *profile* laminate au suprafețe profilate după forma *profilurilor*.

Curbarea, îndoirea pieselor, se face la mașini cu cilindri sau la prese și poate fi făcută la rece sau la cald, în funcție de raza de curbură și grosimea materialului.

Trasarea detaliilor pe piesele tăiate se execută după debitarea pieselor, direct după desenul piesei sau după șabloane.

10.1.3. Prelucrarea materialelor în vederea execuției construcțiilor metalice

Prelucrarea materialului pentru executarea construcțiilor metalice nituite și sudate cuprinde următoarele operații:

— găurirea pieselor pentru construcții nituite și cu șuruburi;
— pregătirea marginilor pentru sudare la construcții sudate;
— rabotarea și frezarea marginilor.

Găurirea pieselor pentru executarea construcțiilor nituite sau bulonate. Găurirea pieselor se face prin ștanțare la un diametru mai mic, operație care este urmată de o alezare în pachet a găurilor, sau numai prin găurire cu ajutorul burghiului. Ștanțarea se poate executa pentru OL 37 la piese care au o grosime mai mică de 25 mm. Pentru grosimi mai mari ale pieselor este necesar ca găurile să fie date cu ajutorul burghiului, adică prin așchiere.

Pregătirea marginilor pentru sudare. Pentru executarea operației de sudare, marginea pieselor care se sudează trebuie să fie prelucrate cît mai corect și îngrijit, deoarece de aceasta depinde și calitatea sudurii. Prelucrarea marginilor trebuie să fie făcută în așa fel încît să nu apară fisuri pe fețele tăieturilor.

Rabotarea și frezarea marginilor. Se aplică în cazul unor elemente de construcții metalice la care este necesar ca marginile aflate în contact să transmită direct presiuni de la o piesă la alta. În acest caz, marginile pieselor trebuie să aibă suprafețe perfect plane, care se obțin prin rabotarea sau frezarea pieselor.

Executarea acestor operații se face numai la piesele care au de transmis încărcări locale foarte mari, cum sînt grinzile de rulare pentru podurile rulante puternic solicitate sau stîlpii foarte solicitați (fig. 10.2).

10.1.4. Asamblarea elementelor construcțiilor metalice

Asamblarea pieselor în vederea nituirii sau sudării cuprinde totalitatea operațiilor prin care piesele componente ale ansamblului unui element se așază și se mențin în poziția corespunzătoare dată de poziția de funcționare și indicată în proiectul de execuție.

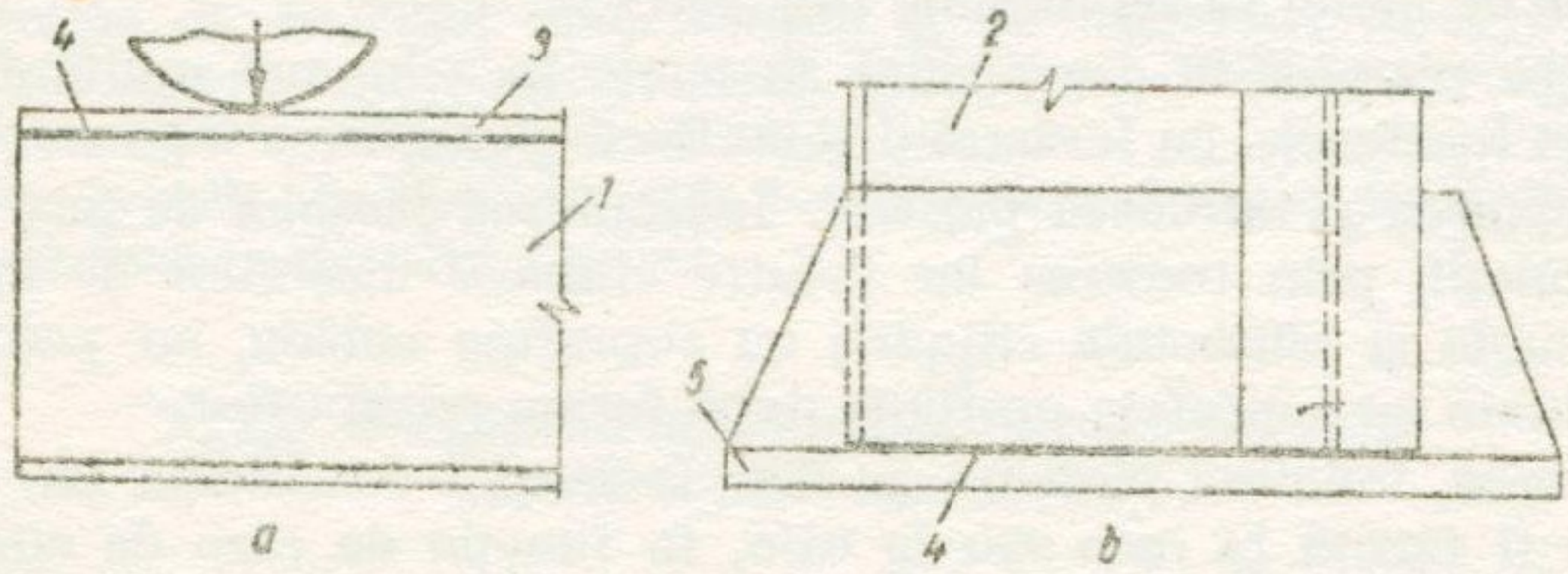


Fig. 10.2. Rabotarea marginilor:
a — la grinzi cu inimă plină; *b* — la stîlpi; *1* — inima grinzii; *2* — inima stîlpului; *3* — talpa superioară; *4* — suprafața rabotată; *5* — talpa inferioară.

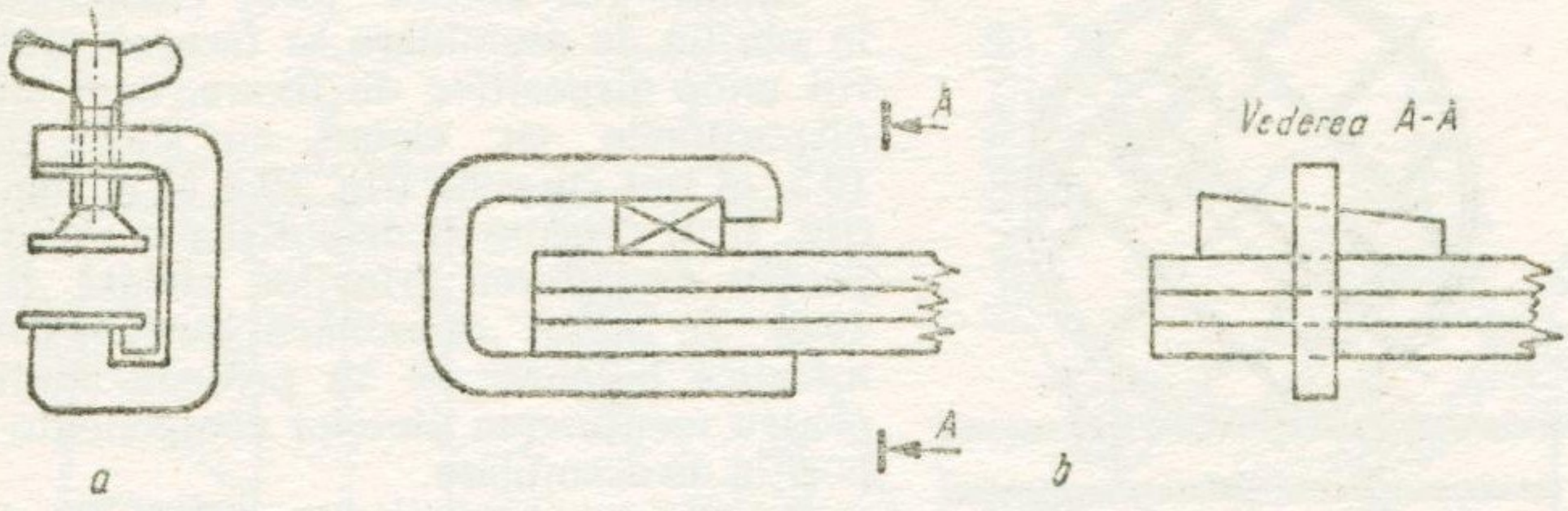


Fig. 10.3. Dispozitive de fixare a grinzilor pentru asamblare.

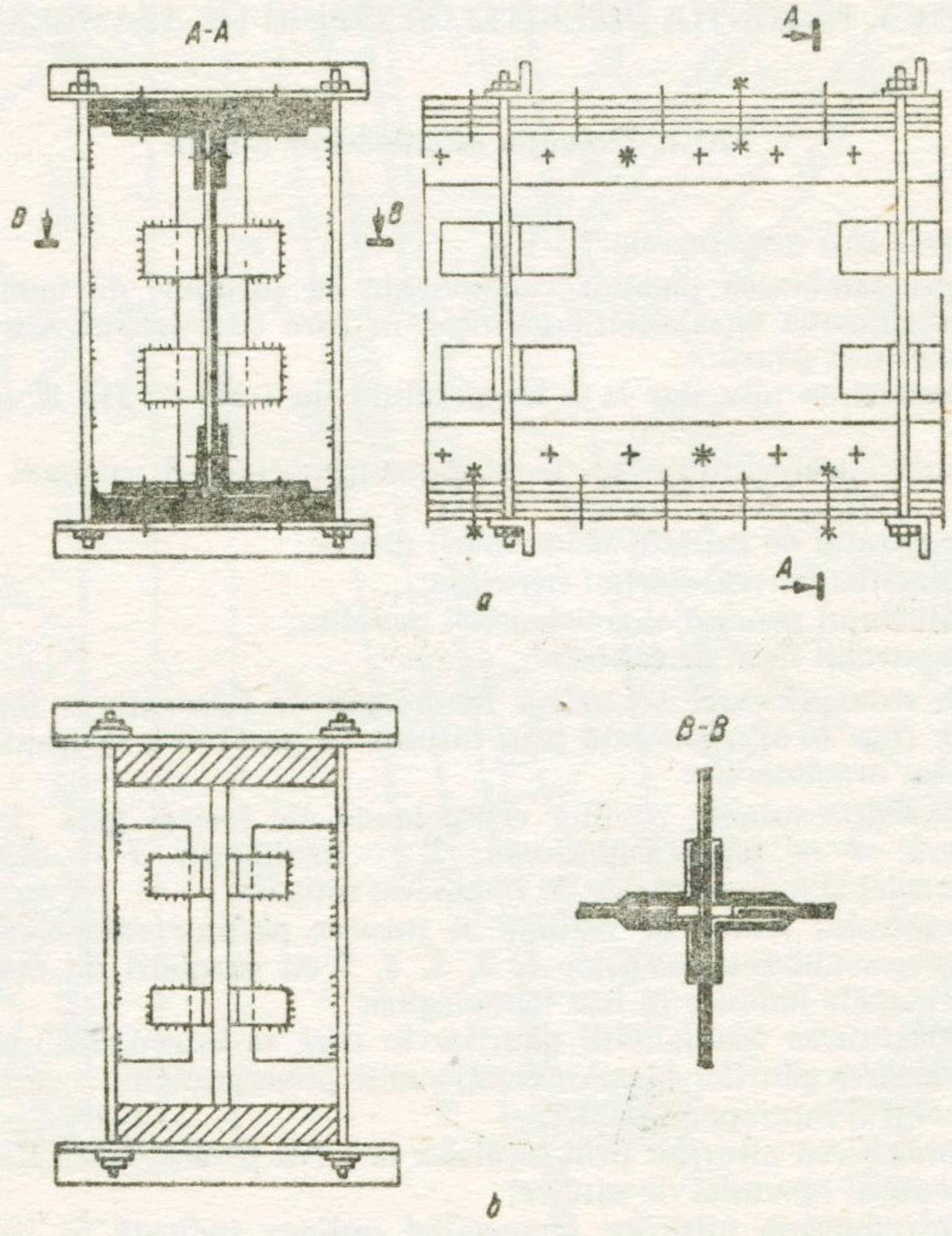


Fig. 10.4. Juguri pentru asamblare:
a — pentru grinzi nituite; *b* — pentru grinzi sudate.

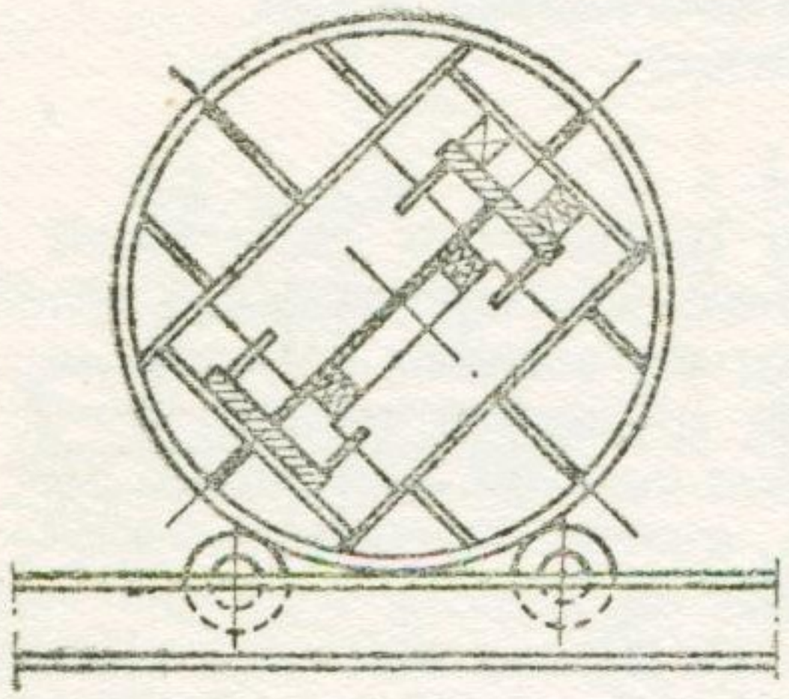


Fig. 10.6. Dispozitiv cu balansier rotativ.

Menținerea acestor piese componente în poziția de asamblare se face cu ajutorul unor dispozitive de fixare, cum sînt: dispozitivele cu cleme, cu șurub (fig. 10.3, *a*) sau cu pene (fig. 10.3, *b*) și juguri (fig. 10.4) precum și dispozitivele rotative pentru executarea grinzilor sudate (fig. 10.5). În cazul asamblării construcțiilor metalice bulonate se va proceda similar pentru menținerea pieselor componente în poziția de asamblare.

La construcțiile nituite, odată cu jugurile, piesele se prind și cu șuruburi de montaj care le fixează din loc în loc.

10.2. EXECUȚIA DIFERITELOR TIPURI DE ASAMBLĂRI

10.2.1. Execuția asamblărilor nituite

Etapele sînt următoarele:

— preasamblarea pieselor componente cu șuruburi de montaj;

— verificarea coaxialității găurilor în care se introduc niturile;

— alezarea găurilor;

— încălzirea niturilor la o temperatură de 1 173—1 273 K (roșu deschis);

— introducerea niturilor și nituirea propriu-zisă, manual sau mecanic;

— controlul de calitate al îmbinării nituite;

— efectuarea remedierilor necesare;

— ajustajul general al construcției metalice;

— controlul final de calitate.

Spre exemplificare, se indică tehnologia de fabricație a unei ferme metalice (fig. 10.6) asamblată prin nituire. În acest caz, operațiile tehnologice sînt următoarele:

— execuția tuturor părților componente ale fermei (poz. *1* — talpa inferioară; *2* — talpa superioară; *3* — montanții; *4* — diagonalele; *5* — guseele) și a elementelor de îmbinare; niturile;

— controlul tehnic de calitate al tuturor părților componente;

— preasamblarea pozițiilor *1, 2, 3, 4, 5* cu șuruburi de montaj respectînd etapele indicate în fișa tehnologică;

— verificarea coaxialității găurilor în care se introduc niturile;

— alezarea găurilor pieselor componente preasamblate;

— control interoperațional I;

— pregătirea niturilor prin încălzire la 1 173 pînă la 1 273 K, în vederea executării operației de nituire;

— introducerea niturilor (respectînd ordinea indicată în fișa tehnologică) și efectuarea operației de nituire propriu-zisă;

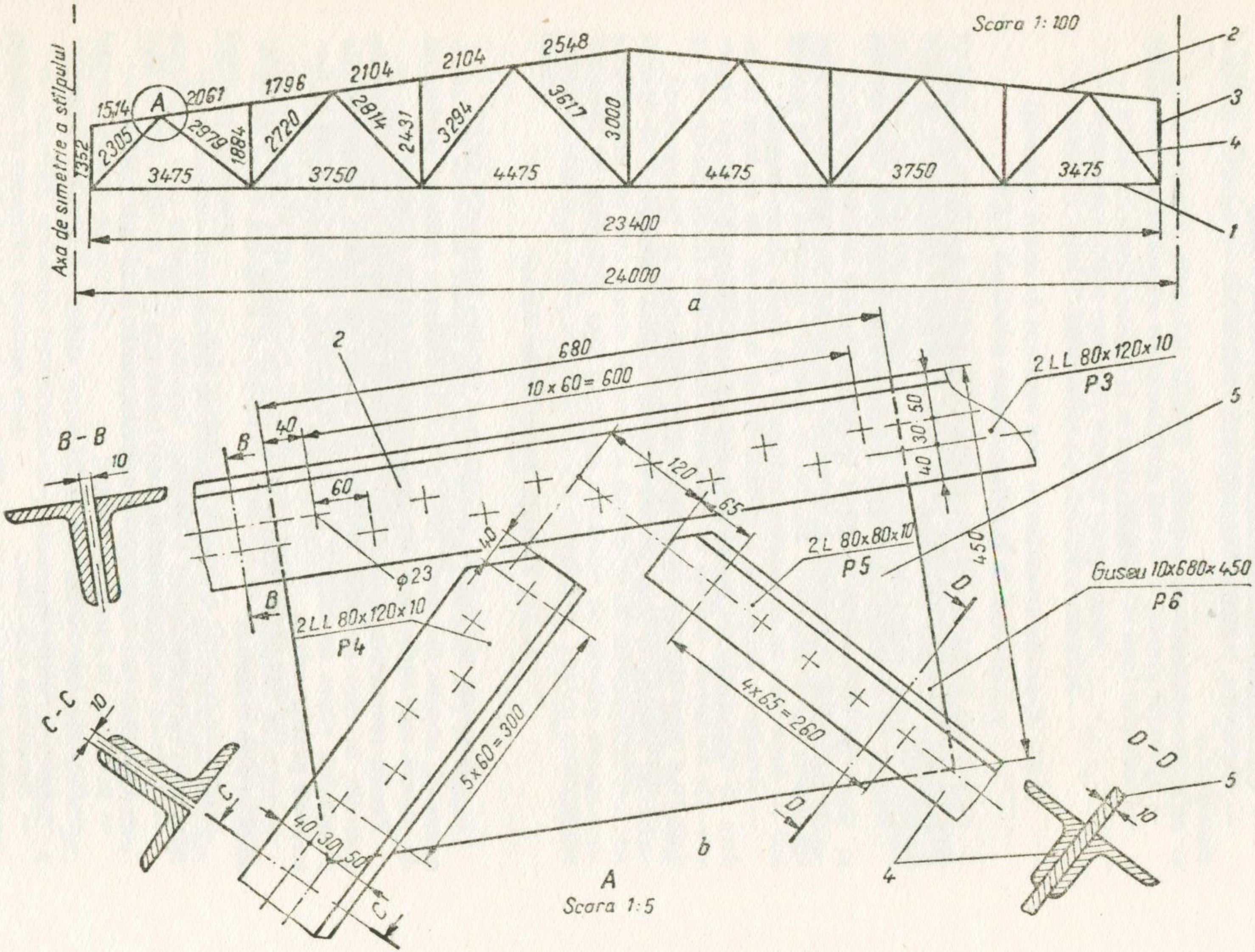


Fig. 10.6. Fermă metalică (detalii de execuție):
a — reprezentarea schematică; *b* — desenul de execuție al nodului A.

— controlul interoperațional II;
— efectuarea remedierilor necesare, înlocuindu-se niturile necorespunzătoare;
— control interoperațional III;
— ajustajul general al fermei metalice;
— controlul final de calitate.

10.2.2. Execuția asamblărilor prin șuruburi de înaltă rezistență

Se vor lua mai întîi măsuri constructive pentru a asigura un contact intim între piesele asamblate, respectînd toleranțele indicate în desenele de execuție.

Etapele de asamblare a acestor construcții metalice sînt următoarele:

— prelucrarea suprafețelor ce urmează să vină în contact;
— verificarea prealabilă a operațiilor de strîngere a șuruburilor pentru fiecare tip de îmbinare. Efortul de strîngere manuală este de pînă la 300 N, după care se efectuează strîngerea cu cheia dinamometrică;
— strîngerea definitivă a șuruburilor de îmbinare. Se va avea în vedere ca elementele de asamblare: șuruburi, piulițe, șaibe, să fie degresate. De asemenea, înainte de începerea înșurubării filetul piuliței se va unge cu o cantitate mică de unsoare consistentă;
— ajustajul general al îmbinării bulonate (cu șuruburi);
— controlul final de calitate.

10.2.3. Execuția asamblărilor sudate

Piesele se pot suda atît manual cît și prin sudare automată sau semiautomată, acestea din urmă fiind preferate deoarece calitatea cordonului de sudură este superioară, iar productivitatea crește substanțial.

Pentru executarea asamblărilor sudate se întocmește o tehnologie de execuție, în care se arată ordinea și sensul de sudare, caracteristicile curentului, viteza de sudare, numărul straturilor depuse, precum și materialele pentru sudare.

Executarea sudurilor trebuie să se facă în poziția cea mai favorabilă, adică în plan orizontal.

Etapele de execuție a îmbinărilor sudate sînt:

— pregătirea marginilor tablelor;
— controlul interoperațional I;
— fixarea pieselor componente în dispozitiv (cînd este cazul);
— prinderea în puncte de sudură;
— controlul interoperațional II;
— sudarea completă;
— remedierea defectelor;
— ajustaj general;
— control final de calitate.

10.3. CONTROLUL CALITĂȚII EXECUȚIEI CONSTRUCȚIILOR METALICE

În ce privește controlul calității execuției construcțiilor metalice se menționează următoarele etape:

— controlul documentației și al materialelor;
— controlul calității execuției pieselor componente;
— controlul calității îmbinărilor construcțiilor metalice.

10.3.1. **Controlul documentației și al materialelor**

Controlul execuției urmărește: dacă detaliile date din desenele de execuție sînt suficiente, dacă extrasele de materiale cuprind cantitățile și calitatea materialelor folosite și dacă fișele tehnologice cuprind tehnologia cea mai corespunzătoare pentru a pune baza execuției corecte.

După verificarea documentației și avizarea favorabilă, se trece la controlul calității materialelor folosite și la execuția construcției metalice.

10.3.2. **Controlul calității execuției pieselor componente**

Acest control se realizează prin verificarea fiecărei faze de lucru. Înainte de începerea execuției propriu-zise se face verificarea lucrărilor pregătitoare, cu care ocazie se verifică dimensiunile materialului scos din depozitul de materiale, corectitudinea lucrărilor de găurire pentru construcțiile nituite și celor de prelucrare a marginilor, pentru construcțiile sudate.

10.3.3. **Controlul calității asamblărilor utilizate la realizarea construcțiilor metalice**

În cazul *asamblărilor nituite* se va urmări:

— controlul aspectului exterior al niturilor bătute;
— verificarea și măsurarea diametrului capului;
— lovirea ușoară cu ciocanul a capului nitului.

La *asamblările cu șuruburi de înaltă rezistență* se va urmări:

— controlul strîngerii șuruburilor, operație ce se face la toate șuruburile de îmbinare;

— verificarea momentului de strîngere pentru un număr de 5% din șuruburile unei îmbinări, valoarea maximă a momentului nu va depăși însă cu mai mult de 25% momentul rezultat din calcul;

— șuruburile strînse cu un moment de strîngere sub valoarea calculată se strîng în continuare.

Pentru *asamblările sudate* controlul se execută în următoarele etape:

— controlul preventiv (urmărindu-se prelucrarea capetelor tablelor, a pieselor, în ansamblu, electrozii etc.);

— controlul distructiv prin încercări pe epruvete sudate, găurirea de control;

— controlul nedistructiv cu raze X, controlul cu ultrasunete;
— încercarea etanșeității prin efectuarea de probe cu petrol, probe hidraulice, cu aer comprimat etc.

10.4. NORME DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII LA FABRICAȚIA ȘI MONTAJUL CONSTRUCȚIILOR METALICE ÎN ÎNTREPRINDERE

La uzinarea construcțiilor din oțel se vor respecta actele normative referitoare la protecția muncii, specifice pentru acest gen de lucrări, cuprinse în „Normele republicane de protecția muncii" aprobate de Comitetul de Stat pentru protecția muncii și Ministerul Sănătății și Prevederilor Sociale cu ordinele 117 și 411/1968, 34 și 81/1970, 123 și 249/1973, 301 și 5 777/1973 și 14 respectiv 31/1975.

În timpul lucrului se va folosi echipament de protecție corespunzător. Se vor lua de asemenea măsuri speciale de protecție la efectuarea operațiilor de nituire și sudare. O atenție deosebită se va acorda la legarea, transportul și manevrarea elementelor de construcții metalice și a asamblărilor în secțiile productive.

10.5. VOPSIREA ȘI EXPEDIEREA CONSTRUCȚIILOR METALICE

Înainte de a se vopsi cu un strat de grund, construcțiile metalice se curăță de oxizi (rugină), de murdărie, grăsimi și alte impurități. Curățirea se face cu peria de sîrmă; la piese mai oxidate curățirea se realizează încălzind suprafața cu flacără oxiacetilenică, care se mișcă pe suprafața piesei, după care oxizii cad foarte ușor. O metodă foarte eficace de curățire este sablarea suprafețelor pieselor.

Grunduirea este operația de vopsire care constă în aplicarea pe suprafața astfel curățită a unuia sau două straturi de vopsea preparată din ulei de in fiert și miniu de plumb. Miniul de plumb are proprietatea de a mări rezistențele mecanice ale vopselelor, împiedicînd oxidarea ulterioară a acestora.

Grundul de miniu de plumb formează o peliculă fină și uniformă la suprafața pieselor care aderă bine și împiedică contactul pieselor metalice cu mediul înconjurător.

După vopsirea cu miniu de plumb, eventualele suprafețe mici rămase nevopsite (cu adînciturі sau pori) se chituiesc, cu chit de miniu.

Părțile construcțiilor metalice care se înglobează în beton nu se vopsesc cu grund de miniu, ci se acoperă cu lapte de ciment (de exemplu papucul stîlpilor).

Porțiunile marcate cu poansonul sau cu vopsea nu se acoperă cu miniu, ci se încadrează într-un chenar de vopsea albă pentru a fi ușor vizibile.

Expedierea construcțiilor metalice se face pe tronsoane de expediție care corespund gabaritelor mijloacelor de transport auto sau de cale fe-

rată. În anumite situații dimensiunile tronsoanelor de expediție pot fi dictate de capacitatea de ridicare limitată a utilajului de montaj. În cazuri speciale, cînd montarea tronsoanelor în locuri greu accesibile se face cu ajutorul elicopterului, este necesar să se țină seama de puterea de ridicare a acestuia, limitînd corespunzător tronsoanele de expediție.

Înaintea expediției, construcțiile metalice sînt supuse operației de preasamblare a tronsoanelor, în scop de verificare, după care se desfac în tronsoane de expediție, care sînt prevăzute cu marcaje, pentru a ușura montajul pe șantier.

Marcarea elementelor construcțiilor metalice se face cu vopsea rezistentă la intemperii și va cuprinde simbolul elementelor conform desenelor de execuție, indicativul (numărul) desenelor și simbolurilor elementelor vecine cu care elementul se asamblează la montaj, simboluri care se trec în zona de îmbinare cu elemente vecine.

În sfîrșit, se vor lua măsuri de asamblare corespunzătoare pentru a nu se produce deformații ale subansamblurilor și ansamblurilor generale ale construcțiilor metalice pe toată durata transportului.

11

MONTAJUL GENERAL AL CONSTRUCȚIILOR METALICE

La montajul general al construcțiilor metalice se urmărește în principal:

— întocmirea proiectului de montaj;
— organizarea și executarea lucrărilor de montaj;
— utilajele folosite la montajul construcțiilor metalice.

11.1. ÎNTOCMIREA PROIECTULUI DE MONTAJ

La întocmirea proiectului de montaj se va urmări rezolvarea tuturor problemelor legate de asigurarea unui montaj corect, urmărindu-se în principal: tehnologia de montaj, necesarul de forță de muncă, necesarul de materiale, scule, dispozitive și utilaje, graficul general de montaj, controlul calității construcțiilor metalice în diferitele etape de montaj și măsurile de protecție a muncii ce trebuie luate pe toată perioada efectuării lucrărilor pe șantier.

11.2. ORGANIZAREA ȘI EXECUTAREA LUCRĂRILOR DE MONTAJ

Lucrările de organizare vor începe cu organizarea depozitului care trebuie să fie situat în apropierea locului de montaj pentru a scurta distanțele de manipulare. Piesele, subansamblurile și, în general, construcțiile metalice expediate în stare asamblată vor fi amplasate (depozitate) pe un teren compact sau consolidat, prevăzut cu rigole de scurgere a apelor pluviale și situat la 15—20 cm deasupra terenului înconjurător.

Efectuarea operațiilor prealabile urmărește:

— stabilirea axelor și a nivelurilor de montaj;
— calarea (așezarea) corectă ca nivel a elementelor de construcții metalice (v. fig. 9.8);
— montarea utilajului de ridicat necesar la realizarea montajului construcțiilor metalice.

Executarea propriu-zisă a montajului. În această etapă de montaj se vor respecta următoarele:

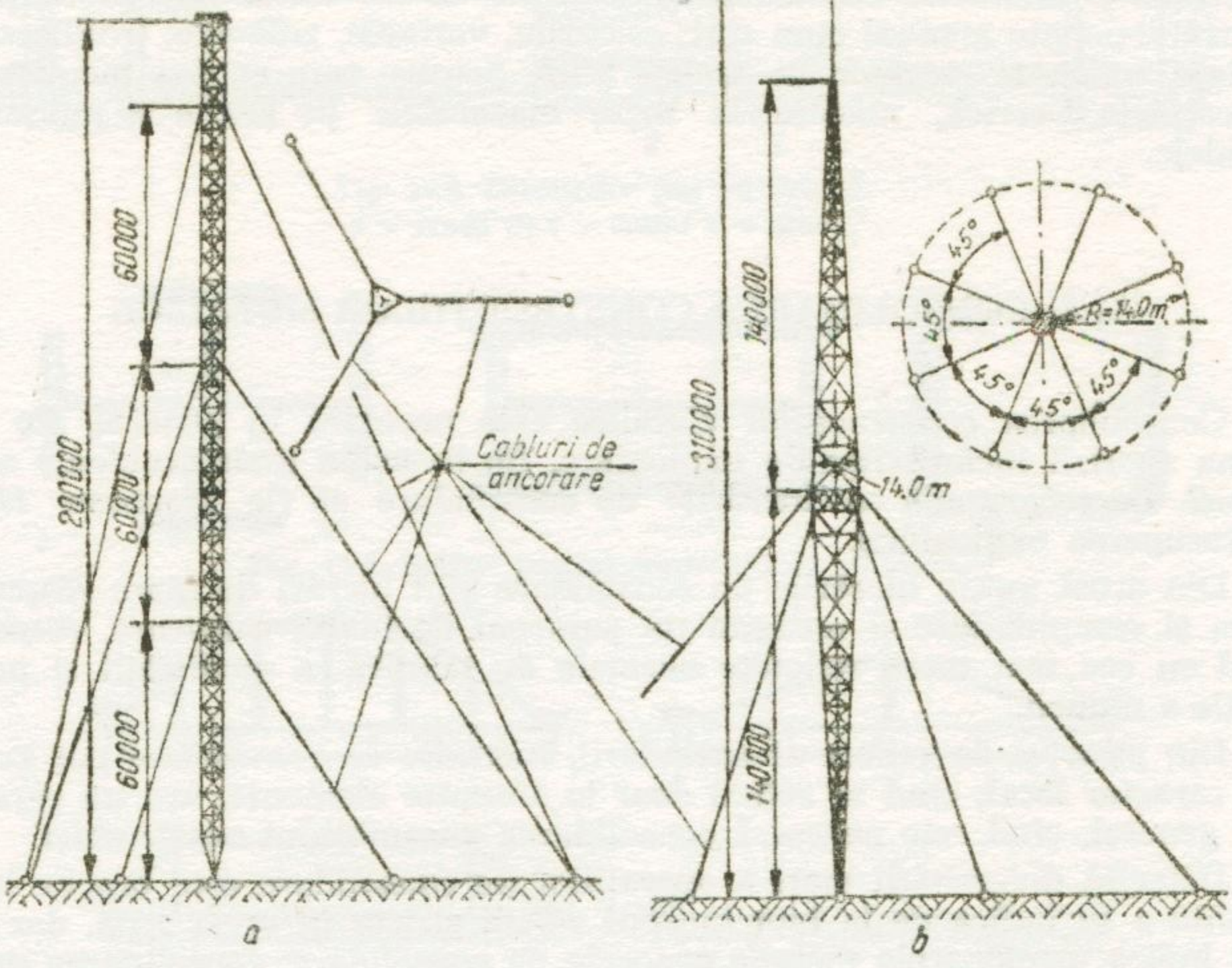


Fig. 11.1. Piloni metalici pentru antene de radio și televiziune:
a — cu secțiune constantă și ancorat la mai multe niveluri; *b* — cu secțiune variabilă și ancorat la un singur nivel.

— pregătirea și asamblarea tronsoanelor pentru montaj, legarea acestora cu cabluri (v. fig. 9.8, *a*);

— verificarea prinderilor efectuate la legarea tronsoanelor;

— ridicarea pieselor și subansamblurilor cu 5—10 cm de la sol, verificîndu-se totodată echilibrul prin manevre de ridicare și coborîre pe înălțimea de 5—10 cm (v. fig. 9.8, *b*);

— se efectuează operația de ridicare propriu-zisă (v. fig. 9.8, *c*);

— prinderea provizorie a elementelor de construcții metalice și subansamblurilor în pozițiile din proiect, utilizînd un număr suficient de șuruburi de montaj pentru a asigura stabilitatea elementelor pînă la executarea prinderii definitive;

— controlul interoperațional al elementelor montate;

— montarea definitivă a celorlalte construcții metalice pe șantier;

— ancorarea (atunci cînd este necesar) a construcțiilor metalice (fig. 11.1).

11.3. UTILAJE FOLOSITE LA MONTAJUL CONSTRUCȚIILOR METALICE

La montare se vor folosi utilaje corespunzătoare ținînd seama de natura construcției, greutatea maximă a elementelor ce se montează, dimensiunile geometrice ale elementelor, înălțimea de ridicare, prezența sau

lipsa surselor de energie electrică, randamentul utilajelor etc. Pentru ridicarea și montarea construcțiilor metalice se vor folosi utilajele de ridicare acționate manual cum sînt: cricurile, verinele, palanele, troliile sau utilaje acționate mecanic în același scop, printre care se pot menționa: macaralele Derrick, macaralele turn, macaralele pe șenile și automacaralele.

11.4. CONSOLIDAREA CONSTRUCȚIILOR METALICE

Consolidarea construcțiilor metalice este necesară în general, fie în urma sporirii încărcărilor de exploatare, fie în urma unor accidente sau avarii. Se recomandă ca lucrările de consolidare să fie efectuate fără întreruperea exploatării.

Din acest motiv lucrările de consolidare sînt lucrări de mare răspundere și complexitate și necesită un personal de înaltă calificare, respectînd cu cea mai mare strictețe normele de tehnică a securității și protecție a muncii.

Din punctul de vedere al extinderii, lucrările de consolidare pot avea un caracter local, cînd se referă doar la anumite elemente, sau un caracter general, cînd este necesară consolidarea ansamblului construcției.

Datorită diversității mari a operațiilor de consolidare este practic imposibil a se indica de la bun început reguli stricte în acest scop, dar se pot indica următoarele metode generale de consolidare: consolidarea prin sporirea secțiunilor, consolidarea prin modificarea schemei statice, consolidarea prin introducerea eforturilor de pretensionare și consolidarea prin înglobare în beton.

Consolidarea prin sporirea secțiunilor se folosește la consolidări locale ca: stîlpi, barele grinzilor cu zăbrele, tălpile grinzilor cu o inimă plină etc. Pentru ca elementele de consolidare care sporesc secțiunea să fie cît mai eficiente este necesară descărcarea pieselor de încărcările permanente pe perioada efectuării operațiilor de consolidare. Operațiile de consolidare se pot efectua și fără descărcarea pieselor de încărcările permanente.

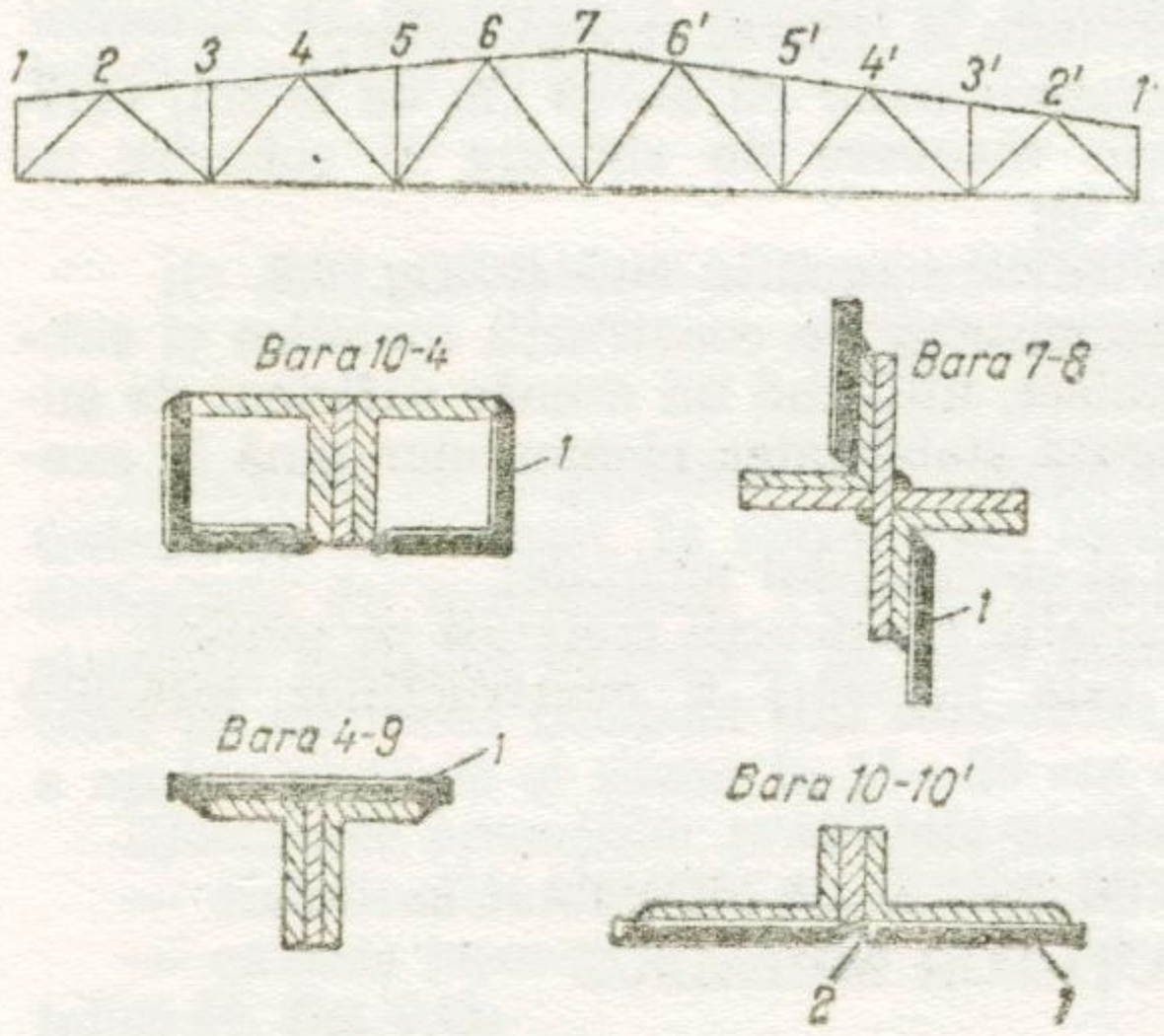


Fig. 11.2. Consolidarea barelor grinzilor cu zăbrele:
1 — element de consolidare; 2 — sudare în găuri alungite în dreptul fururilor.

Dacă este posibil, în mod obișnuit sporirea secțiunilor se face prin sudare evitîndu-se cordoane transversale pe direcția de solicitare și pe cît posibil suduri în poziții incomode sau peste cap. În figura 11.2 se dau cîteva exemple pentru sporirea secțiunilor barelor grinzilor cu

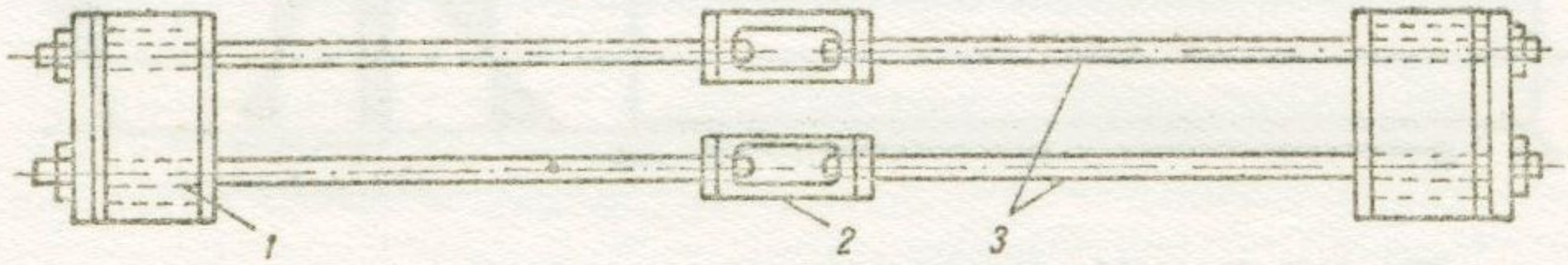


Fig. 11.3. Dispozitiv jug cu tiranți:
1 — profil U; *2* — mufă; *3* — tiranți.

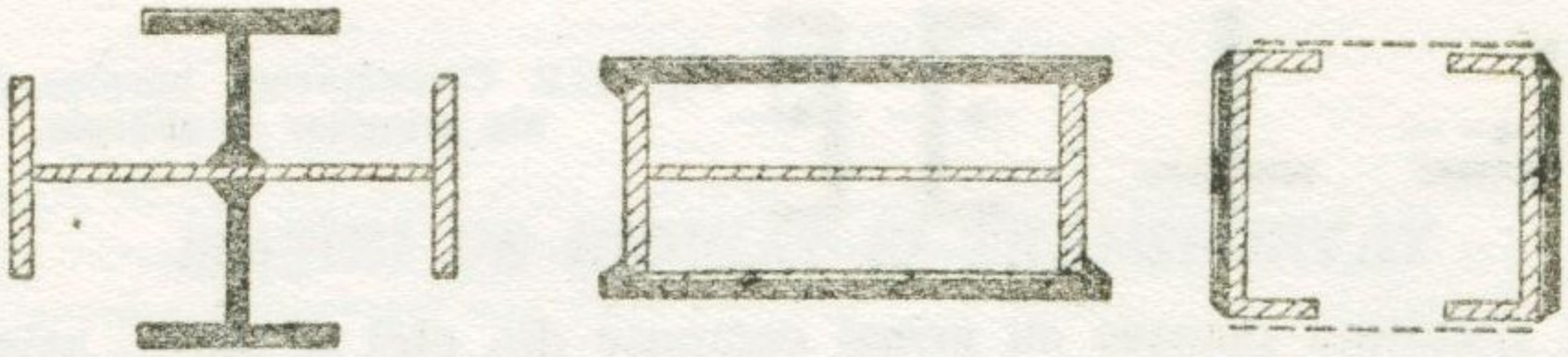


Fig. 11.4. Soluții pentru consolidarea stîlpilor.

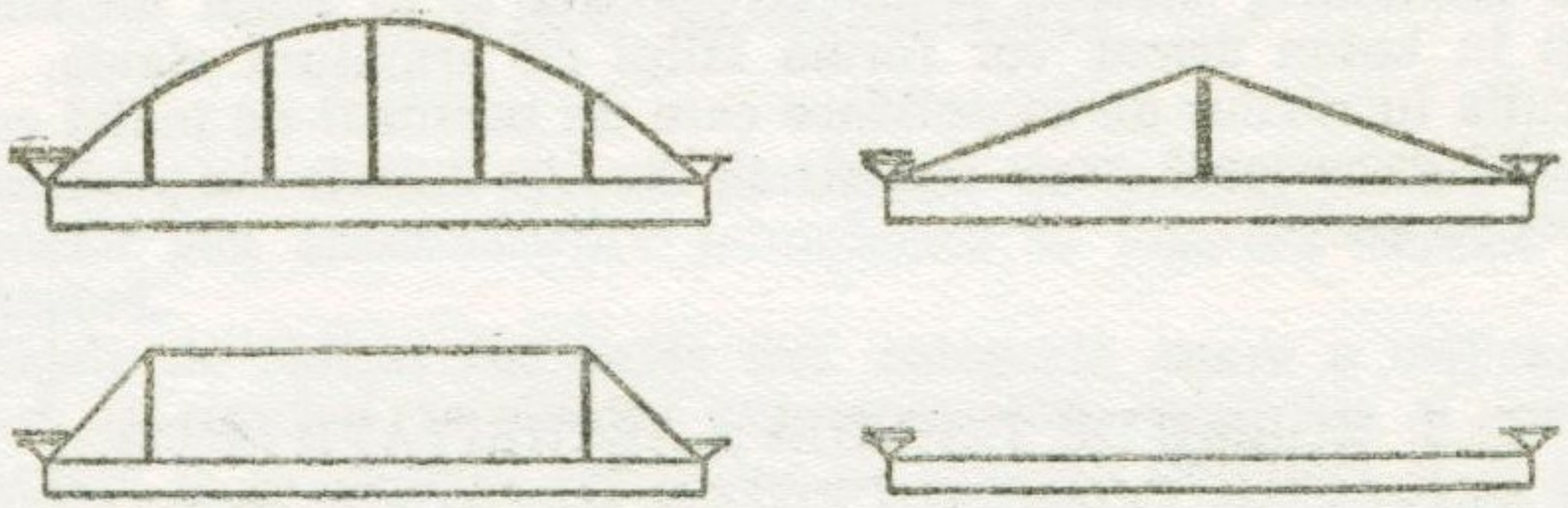


Fig. 11.5. Consolidarea grinzilor.

zăbrele, general valabile atît la construcții sudate cît și la construcții nituite.

Pentru descărcarea barelor în timpul operațiilor de consolidare se pot folosi juguri cu tiranți (fig. 11.3), care pot fi utilizați atît pentru bare întinse cît și pentru bare comprimate pentru descărcarea de încărcările permanente.

În figura 11.4 sînt indicate cîteva soluții pentru consolidarea stîlpilor metalici.

Consolidarea prin modificarea schemei statice se poate face prin introducerea unor reazeme intermediare prin transformarea grinzilor cu inimă plină simple, în grinzi de tip macaz, grinzi armate (fig. 11.5) sau prin introducerea la grinzile cu zăbrele a unor sisteme suplimentare de zăbrele, dacă apar sarcini aplicate între noduri (fig. 11.6), pentru a nu solicita suplimentar la încovoiere tălpile superioară și inferioară.

Consolidarea prin introducerea eforturilor inițiale de pretensionare de sens contrar celor din exploatare se face în mod obișnuit cu bare sau cu ajutorul cablurilor din oțel de înaltă rezistență și se aplică atît la consolidarea grinzilor cu inimă plină (fig. 11.7) cît și la consolidarea barelor întinse ale grinzilor cu zăbrele (fig. 11.8).

Consolidarea prin înglobarea în beton se poate aplica la planșee industriale prin înglobarea tălpilor superioare comprimate în

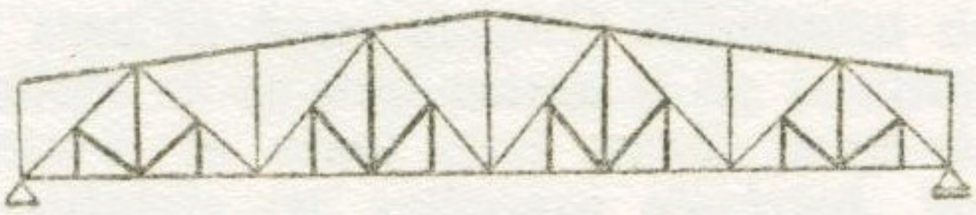


Fig. 11.6. Introducerea sistemelor suplimentare.

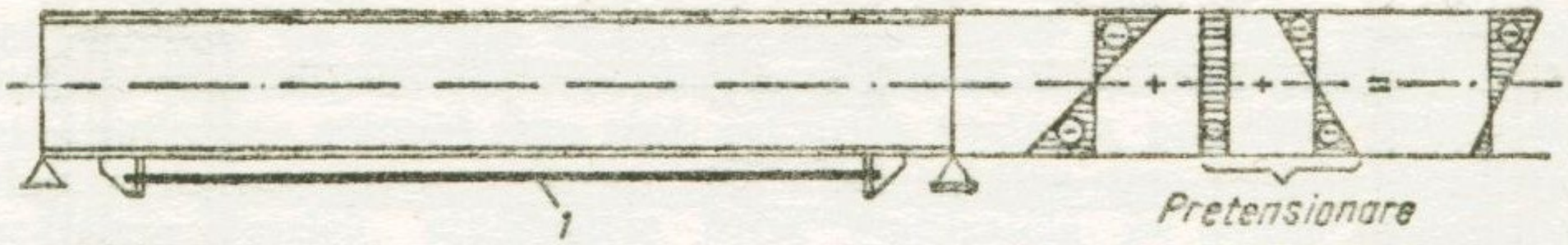


Fig. 11.7. Consolidarea prin pretensionarea grinzilor cu inimă plină:
1 — bară sau cablu de pretensionare.



Fig. 11.8. Consolidarea barelor întinse ale grinzilor cu zăbrele.

beton, rezultînd planșee cu grinzi compuse din oțel și beton, asigurîndu-se conlucrarea cu grinzile metalice cu ajutorul elementelor de legătură. De asemenea, metoda poate fi aplicată și la stîlpi metalici, care înglobați în beton armat vor forma stîlpi cu armătură rigidă.

Execuția lucrărilor de consolidare cere un personal de înaltă calificare și cu multă experiență, care trebuie să rezolve o serie de probleme dificile direct pe șantier.

11.5. NORME DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII LA MONTAJUL CONSTRUCȚIILOR METALICE PE ȘANTIER

Pentru evitarea accidentelor de muncă, lucrările de montaj trebuie să se desfășoare în condițiile asigurării depline a securității muncii și respectării stricte a normelor de tehnică a securității. Este absolut necesar să se efectueze un instructaj special întregului personal care participă la lucrările de montaj, înaintea începerii acestor lucrări precum și de fiecare dată cînd se schimbă tehnologia de montaj. Persoanele instruite vor fi obligatoriu verificate dacă și-au însușit efectiv normele de tehnică a securității muncii.

Se interzice de asemenea staționarea sub mijloacele de ridicare, utilizarea mijloacelor de ridicare care nu sînt în stare bună de funcționare, supraîncărcarea mijloacelor de ridicare, accesul persoanelor neautorizate în locurile de montaj și în special în zona ridicării în timpul efectuării operațiilor de ridicare.

Pentru montorii care lucrează la înălțimi mari este obligatoriu un control și un aviz medical; de asemenea este obligatorie asigurarea lor cu centuri de siguranță. Toți montorii vor folosi obligatoriu echipamentul specific de protecție la lucrările de montaj, indiferent dacă aceștia vor lucra la sol sau la înălțime.

12

MAŞINI DE RIDICAT ŞI TRANSPORTAT

12.1. GENERALITĂŢI

În incinta întreprinderilor şi şantierelor de montaj pentru deplasarea materialelor sau ansamblurilor tehnologice se folosesc diferite mijloace de transport.

Utilajele de ridicat fac parte din categoria mare a mijloacelor de transport şi cuprind totalitatea mecanismelor, maşinilor şi instalaţiilor care servesc la deplasarea sarcinilor pe direcţia verticală şi la transportarea lor pe orizontală, prin rotaţie sau translaţie, pe un spaţiu restrîns.

Mecanizarea operaţiilor de transport şi ridicarea, respectiv descărcarea, depozitarea şi montarea propriu-zisă au un rol important în construcţiile metalice, deoarece contribuie în cel mai înalt grad la mărirea productivităţii muncii, micşorarea consumului şi a pierderilor de materiale auxiliare, securitatea muncitorilor şi subansamblelor, precum şi la scurtarea termenelor de dare în exploatare a lucrărilor respective.

La depozitarea, manevrarea şi montarea subansamblelor care alcătuiesc construcţia metalică se foloseşte un utilaj numeros şi variat, începînd de la cele mai simple dispozitive pentru ridicat şi transportat, pînă la macaralele cele mai puternice şi mai mobile.

La alegerea dispozitivelor şi utilajelor pentru ridicat şi transportat se vor avea în vedere următoarele criterii:

— utilajele să aibă greutate mică, randament mare şi siguranţă în funcţionare;

— capacitatea de transport şi ridicat a utilajelor să corespundă volumului de lucrări şi sarcini maxime de ridicat şi să asigure lucrul neîntrerupt pe şantier sau în întreprindere;

— investiţia şi cheltuielile de regie să fie mici (costul şi consumul de forţă de muncă raportat la cantitatea de material sau produs transportat să fie redus).

Pe lîngă criteriile generale care stau la baza alegerii sistemului de mecanizare, la alegerea utilajelor trebuie să se ţină seama şi de posibilităţile energetice ale locului de montare. În cazul cînd există sursă de energie electrică, vor fi preferate utilajele cu acţionare electrică, iar atunci cînd nu există reţea de energie electrică motoarele termice vor fi obligatoriu alese ca mijloace de acţionare.

Indiferent de gradul de mecanizare a locului de muncă dispozitivele și utilajele folosite se pot grupa astfel:

— mijloace pentru prinderea sarcinilor;

— mijloace pentru acționarea mecanismului;

— utilaje, dispozitive și scule pentru deplasarea sarcinilor, care pot fi acționate manual sau mecanic.

12.2. MIJLOACE PENTRU PRINDEREA SARCINILOR

Înainte de a începe lucrările de montaj este necesar să se facă un calcul de control al rezistenței și stabilității elementelor de construcție la acțiunea sarcinilor de montaj. Eforturile care iau naștere în elementele de construcție la montare se deosebesc considerabil de cele de calcul pentru exploatare, care se iau în considerare la dimensionarea secțiunilor. În momentul ridicării, elementul de construcție ar putea fi supus deformației. Poziția punctelor de prindere și construcția dispozitivelor de legare influențează asupra caracterului și mărimii eforturilor care iau naștere în elementele de construcție în timpul ridicării lor. Pentru ca sarcinile de montaj să nu provoace deformarea elementelor ridicate, acestea din urmă vor fi întărite. De cele mai multe ori trebuie să se întărească fermele și alte construcții cu zăbrele.

Întărirea fermelor sau zăbrelelor comprimate ale fermei împotriva flambajului se realizează fixînd de acestea țevi de oțel, traverse sau bîrne cu șuruburi, bride sau sîrmă prin răsucire (fig. 12.1).

12.2.1. Organele auxiliare ale instalațiilor de ridicat

În operațiile de ridicare a subansamblelor și materialelor grele se folosesc ca organe auxiliare ale instalațiilor de ridicat: cabluri de oțel, lanțuri și frînghii.

Cablul este organul flexibil cel mai uzual, preferat lanțurilor pentru următoarele motive:

— oferă siguranță mai mare deoarece ruperea lui nu se face brusc ca la lanț, ci lent. Acest lucru dă posibilitatea să se observe mai ușor defecțiunea și să se evite la timp accidentul;

— este mai economic decît lanțul, deoarece la sarcină egală, greutatea pe unitatea de lungime este mult mai mică.

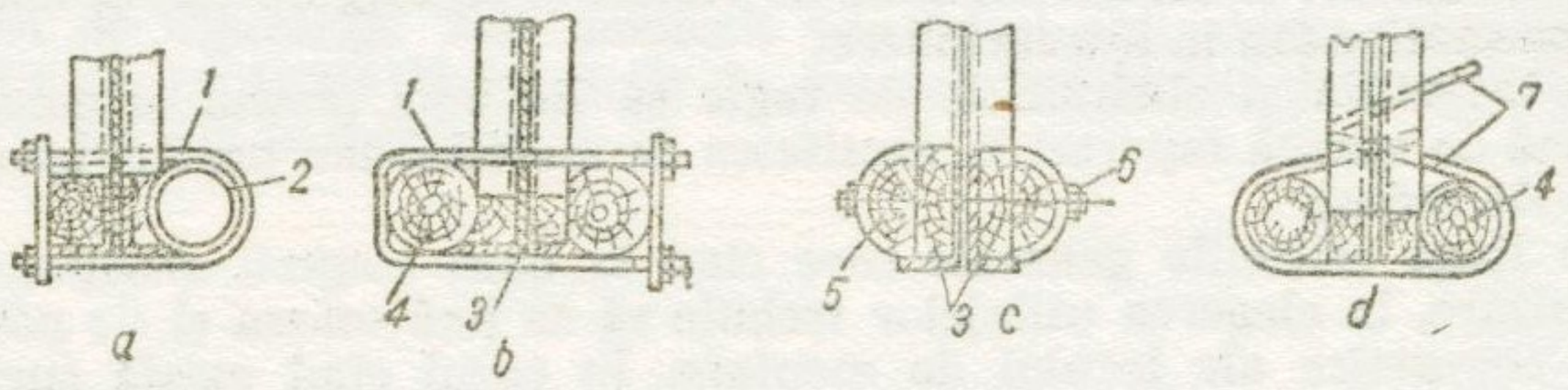


Fig. 12.1. Întărirea fermelor în timpul montării:

a — cu țevi de oțel; *b* și *d* — cu bîrne; *c* — cu lemn semirotund; *1* — bridă; *2* — țeavă; *3* — garnituri; *4* — bîrne; *5* — lemn semirotund; *6* — șurub de strîngere; *7* — vergele de sîrmă.

12.2.2. **Fixarea capetelor de cablu**

Conform instrucțiunilor ISCIR* fixarea capetelor de cablu se face numai cu ocheți, fie prin matisare, fie folosind piese speciale (cleme).

Deși există posibilitatea înnădirii cablurilor prin matisare pe o lungime de 12—20 m după o metodologie similară cu cea arătată pentru ochiuri, totuși nu se recomandă, ISCIR-ul interzicînd folosirea cablurilor astfel înnădite la ridicarea sarcinilor.

12.2.3. **Centurile de cablu**

În afară de cele descrise mai înainte la prinderea subansamblelor grele sau foarte grele, unde nu se pot folosi cabluri de prindere simple, se folosesc centurile de cablu (fig. 12.2). Acestea se pot executa din cablu în atelier sau pe șantier.

Centura este de fapt un cablu mai gros, fără capete, care în secțiune prezintă mai multe ramuri de cablu.

12.2.4. **Prinderea sarcinilor pentru ridicare**

La ridicarea elementelor grele, voluminoase și lungi sau a elementelor flexibile, se utilizează traverse; cu ajutorul acestora, elementul de montaj poate fi suspendat în cîteva puncte cu ochiuri de cablu verticale, accelerîndu-se legarea și reducîndu-se înălțimea ochiurilor de cablu cu valoarea a_1—a (fig. 12.3, *a*). Traversele constau din grinzi suspendate, articulate de cîrligul mecanismului de ridicat. Traversa arătată în figura 12.3, *b* este confecționată din profile U cu guseuri la capete, care servesc la prinderea lanțurilor sau cablurilor. În guseul de la mijloc se introduce un inel de care se prinde cîrligul macaralei.

Pentru ridicarea elementelor de construcție din tablă sau a plăcilor se pot executa traverse pentru prinderea elementului în trei sau patru puncte.

Eforturile transmise de traversă asupra elementului de construcție sînt verticale, din care cauză în elementul ridicat nu iau naștere eforturi de compresiune, inevitabile în cazul utilizării ochiurilor de cablu cu

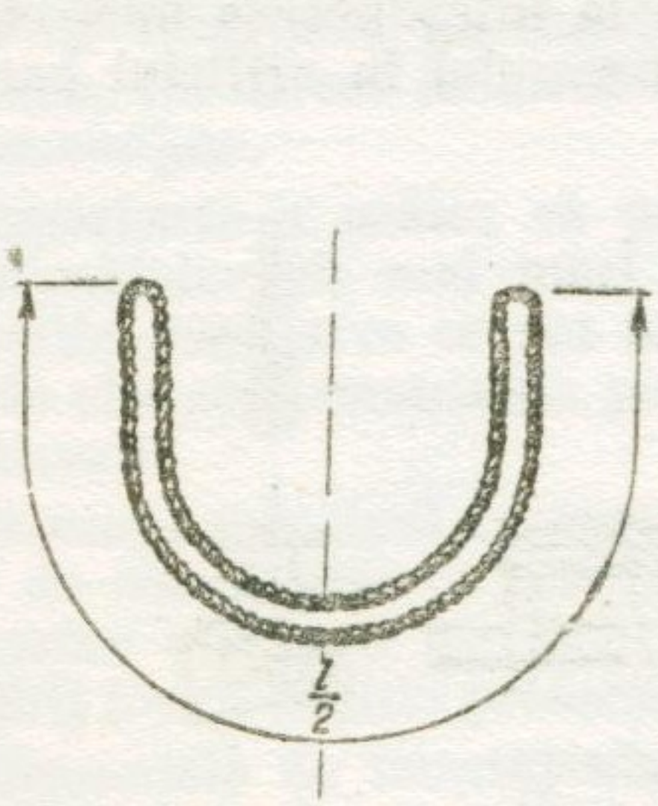


Fig. 12.2. Centuri de cablu.

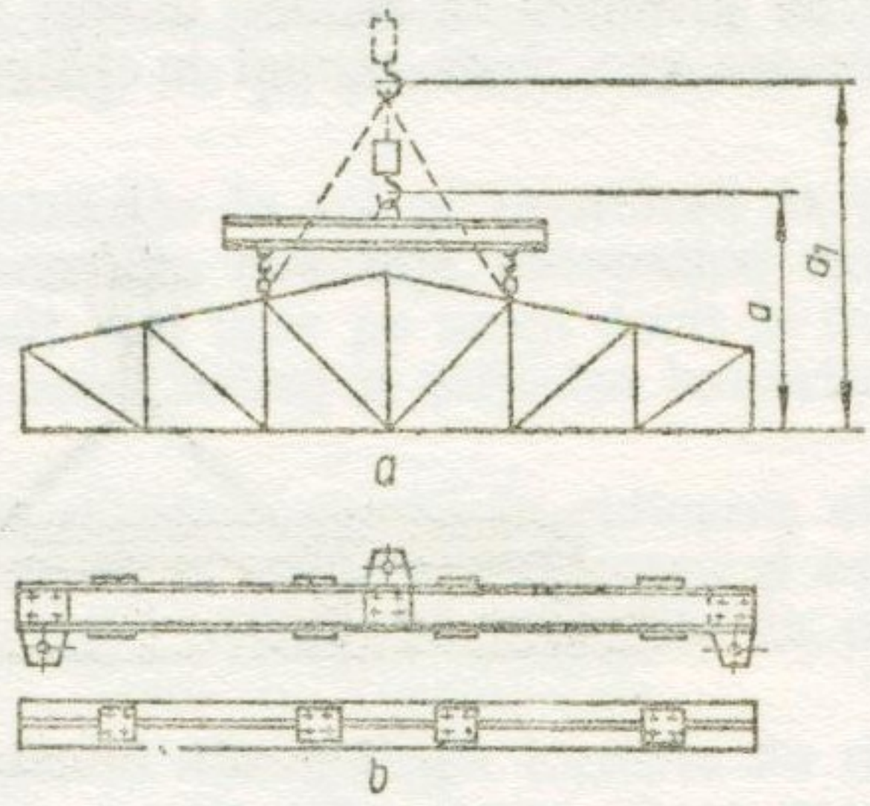


Fig. 12.3. Traverse.

* Inspectoratul de Stat pentru Cazane și Instalații de Ridicat.

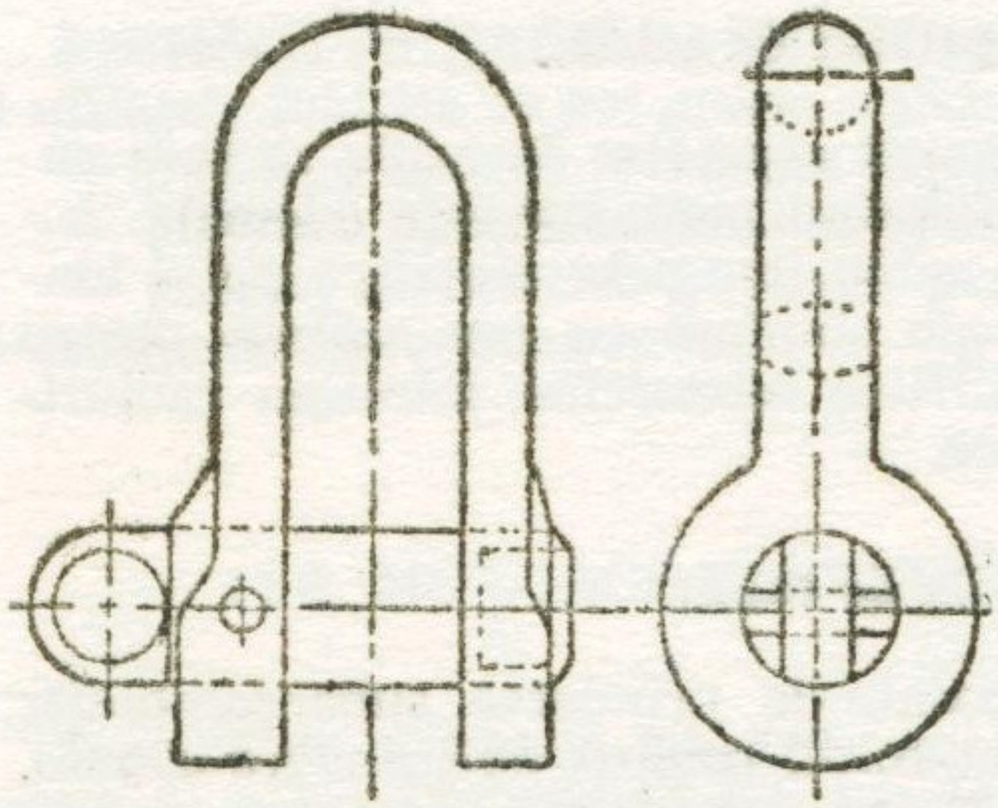


Fig. 12.4. Chei de împreunare.

ramificații înclinate. Elementul de construcție care se ridică trebuie să fie legat deasupra centrului de greutate, astfel încît să nu se poată răsturna în timpul ridicării și să nu fie nevoie să fie manevrat în plan vertical pentru potrivirea îmbinărilor. În afară de acestea, după ridicare este necesar să se asigure dezlegarea ușoară și comodă a elementului ridicat și fixat. Un procedeu de legare bine ales mărește productivitatea muncii montorilor.

Spre a se evita deteriorarea elementelor de construcție și uzura rapidă a ochiurilor de cablu, se așază între element și cablu garnituri de lemn sau de oțel.

În cazul prinderii sarcinii cu cablu, lanț sau frînghie, acestea trebuie să aibă lungimi convenabile. Lungimea lor se stabilește în raport cu materialele și subansamblele ce urmează a se lega cu ele.

La stabilirea lungimii trebuie să se țină seama că o lungime prea mare a legăturii micșorează cursa utilă a mașinii de ridicat, după cum o lungime prea mică nu permite legarea și prinderea în poziția dorită a subansamblului sau materialului. De obicei, asemenea cabluri sau lanțuri se execută în mai multe lungimi. Pentru împreunarea capetelor se folosesc chei de împreunare (fig. 12.4).

La ridicarea grinzilor și a profilelor lungi se folosesc prinzătoare cu gheare (fig. 12.5). În acest caz grinzile trebuie așezate în prealabil pe traverse de susținere.

Pentru a se ușura munca pe șantierul de montare și pentru micșorarea timpilor de așteptare a mașinilor de ridicat, proiectanții prevăd locul și dimensiunile „baretelor"*, pe care executantul trebuie să le sudeze odată cu executarea subansamblurilor, în vederea manevrării cu ușurință în timpul transportului și al montajului. În aceste condiții, lucrul de prindere se reduce uneori numai la introducerea unei chei de împreunare sau chiar numai a cîrligului macaralei în orificiul barbetei.

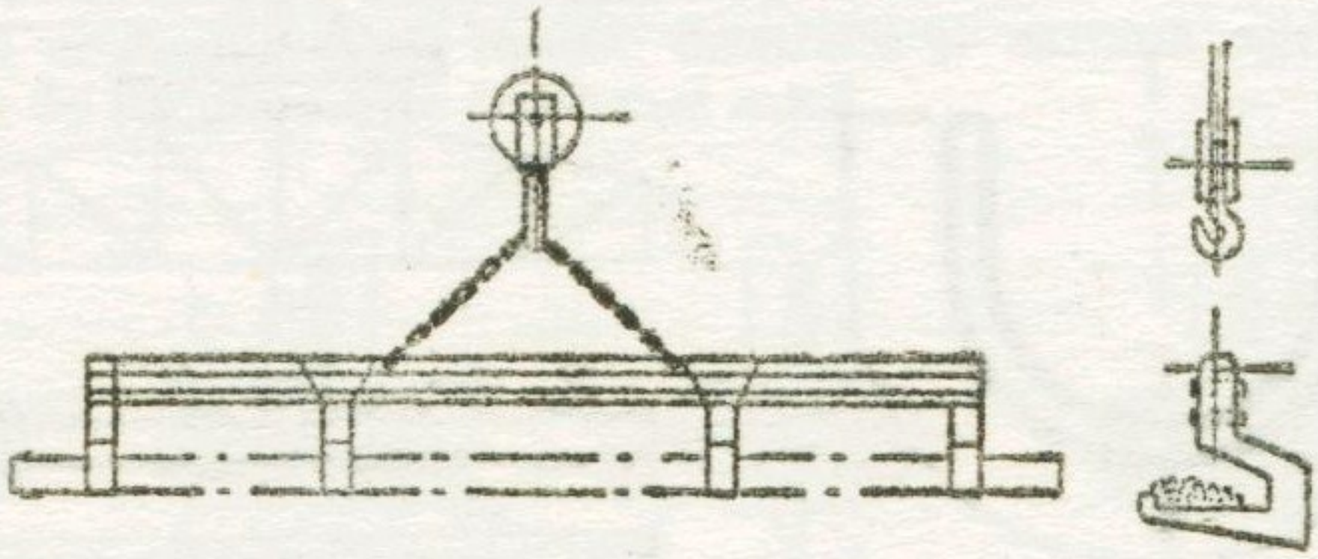


Fig. 12.5. Prinzător cu gheare.

* Nervură de tablă, în gaură corespunzătoare pentru prinderea la cîrligul macaralei, care se sudează pe subansamblul construcției metalice în vederea unei manevrări ușoare și care se îndepărtează după montare, prin tăiere.

12.3. MIJLOACE PENTRU ACȚIONAREA MECANISMELOR

Mecanismele și instalațiile de ridicat pot fi cu acționare manuală, mecanică, electrică, hidraulică sau mixtă.

Astfel, o serie de mecanisme și dispozitive, care servesc la operații mai ușoare de ridicare sînt acționate manual (scripeți, palane și trolii manuale, cricuri, verine). Pentru a imprima mecanismelor cu acționare manuală mișcarea necesară se folosesc: manivela, roata de tracțiune, pîrghia și dispozitivul cu clichet.

Pentru sarcini grele și foarte grele, mecanismele și instalațiile de ridicat sînt acționate cu motoare electrice, motoare cu ardere internă sau cu aer comprimat. Macaralele mari sînt acționate de regulă cu motoare electrice puternice sau cu ardere internă, iar mecanismele și dispozitivele mai simple sînt prevăzute cu motoare electrice ușoare sau cu aer comprimat.

Unele mecanisme sînt acționate hidraulic folosind pentru transmiterea mișcării, presiunea unui lichid (de exemplu: cricuri hidraulice, verine hidraulice).

12.4. MECANISME DE RIDICAT ȘI TRANSPORTAT

12.4.1. Generalități

Aducerea materialelor, pieselor sau subansamblurilor în zona de montaj comportă două faze: una de transport exterior și alta de deplasare în interior.

Deoarece transporturile și manipulările consumă un volum apreciabil de timp și fonduri, organizarea transportului și montajului trebuie să se facă cu cea mai mare atenție.

Utilajele tehnologice sau subansamblele de construcții metalice mari se transportă de regulă în tronsoane de mărimi permise de gabaritele căilor de transport. La montarea acestora este deci nevoie de asamblări pe teren, fie direct la locul de montaj, fie pe platforme învecinate special amenajate.

Experiența a arătat că preasamblările la sol și montarea la poziție a ansamblelor cît mai mari au deosebite avantaje economice, deoarece operațiile respective se pot face mult mai ușor pe teren decît la înălțime (ori de cîte ori construcția permite acest lucru) și calitatea lucrărilor este superioară.

Procesul principal în operația de montare constă în ridicarea elementelor de construcție la poziția prevăzută în proiect. Aducerea și așezarea diverselor elemente în locul de montaj trebuie să concorde cu ordinea ridicării lor în poziția proiectată.

Elementele de montaj vor fi așezate direct lîngă locurile de ridicare numai în cazurile cînd sînt aduse pe șantier din vreme și nu necesită o asamblare în elemente mai mari. De obicei, pentru a nu se aglomera șantierul, se caută ca elementele de construcție să fie aduse pe măsura executării montajului.



Fig. 12.6. Echema de transport a elementelor pe sănii cu tractor.

Pentru buna desfășurare a lucrărilor de montaj, apare necesitatea executării pe șantier a unor lucrări auxiliare ca: pregătirea unor materiale pentru montaj, confecționarea pieselor care nu se aduc de la diverși furnizori, asamblări în blocuri etc.

Asigurarea desfășurării lucrărilor auxiliare conduce la necesitatea creării atelierelor de șantier și a platformelor de asamblare.

Deplasarea elementelor de la locul de descărcare sau de asamblare pînă la locul de montare se poate face:

— pe sănii trase de tractor;
— pe vagoane de linie îngustă;
— pe platforme de cale ferată cu ecartament normal;
— pe autocamioane;
— pe remorci cu autoremorchere;
— cu mijloace de transport speciale: funiculare, monoșine, electrocare, autocare etc.;
— excepțional, pentru transportul, ridicarea și montarea unor subansambluri grele la mare înălțime se folosesc uneori elicoptere.

Alegerea soluției depinde în primul rînd de posibilitatea de execuție a transportului și în al doilea rînd de costurile aferente. Transportul este rațional cînd piesele, în drumul lor spre montaj, sînt supuse unui număr foarte restrîns de operații auxiliare de manipulare, utilizîndu-se mijloace de transport corespunzătoare și cît mai puțin mijloace de ridicare.

Transportul pe sănii sau remorci trase de tractoare este folosit destul de des în caz că există suficient spațiu liber pentru ca tractorul să se poată apropia de locul de ridicare (fig. 12.6). Sania poate fi executată din oțel profilat și adoptată pentru transportul diverselor elemente de construcție.

Pe distanțe de 100—300 m elementele de construcție se transportă la locul de ridicare în vagonete trase de un cablu acționat de troliu; în acest caz se recomandă utilizarea unui număr cît mai mic de scripeți de derivație. Acest mod de transport impune o cale rectilinie.

În cazul unui volum mare de lucrări, se amenajează în hala de montaj o linie ferată normală, iar transportul elementelor de construcții se face pe platforme de cale ferată, trase de locotractoare, ceea ce constituie modul cel mai simplu și comod de transport (fig. 12.7).

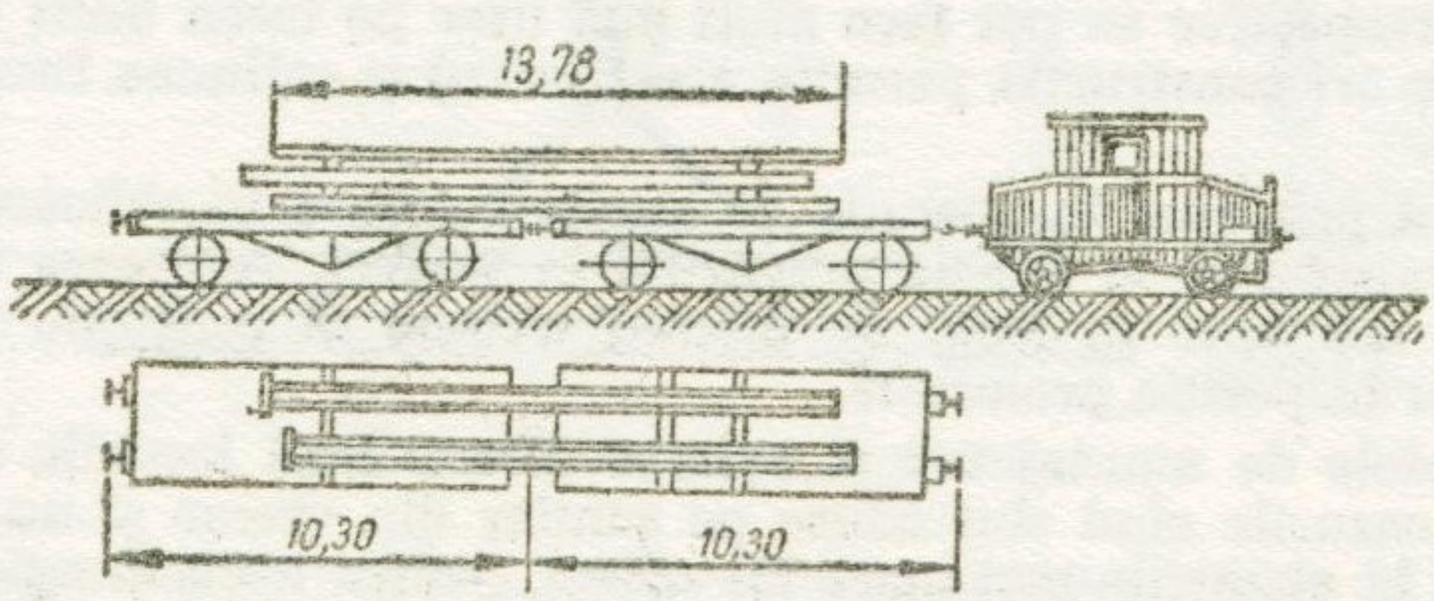


Fig. 12.7. Schema de transport a elementelor, pe două platforme cu locotractor.

Transporturile interioare se realizează cu mijloace mecanice din dotarea definitivă a halei de montaj (poduri rulante, transportoare monoșină, macarale rotitoare etc.), iar în lipsa lor cu cărucioare, electrocare sau utilizîndu-se trolii manuale sau mecanice.

Conform regulilor impuse de tehnica securității, transportul elementelor trebuie să se facă în sens invers sensului de înaintare al macaralei de montaj, pentru ca oamenii să nu se afle sub un element montat recent la fixarea căruia lucrează o echipă de montaj aflată sus.

Transportul cu elicopterul a unor subansamble de construcții metalice se execută în special cînd accesul la locul de montaj nu este posibil pentru alte mijloace de transport. Astfel, montarea pe coastele munților, a stîlpilor de înaltă tensiune sau a antenelor de la stațiile releu pentru radio și televiziune se face în ultimul timp cu ajutorul elicopterului.

Transportul trebuie să fie astfel organizat, încît elementul adus la locul de ridicare să poată fi legat imediat și ridicat în poziția proiectată, cu ajutorul macaralei principale de montaj.

12.4.2. Dispozitive cu acționare manuală

Cînd lipsesc mijloacele mecanizate, deplasările subansamblelor se pot executa și manual, cu mecanisme și dispozitive simple.

Scripetele. În general, pentru deplasarea pe verticală se folosește scripetele (fig. 12.8) fix sau mobil, prin a cărui rolă se trece o frînghie sau un cablu de tracțiune. La un capăt al frînghiei sau cablului de tracțiune se leagă greutatea de ridicat, iar de celălalt capăt se trage direct cu mîna sau troliul manual. Cînd deplasarea pe verticală nu este mare (de ordinul decimetrilor) se folosesc pernele și cricurile.

Muflele. Sînt dispozitive construite din unul sau mai mulți scripeți, montați liber, pe una sau două axe coaxiale, într-o carcasă prevăzută cu un cîrlig sau inel pendular.

Muflele cu o rolă sînt mufle de ghidare a cablurilor, iar cele cu mai multe role sînt mufle de ridicare sau tracțiune. Muflele pot fi cu ax fix sau cu ax mobil.

Palanul. Dacă pe rola unui scripete se petrece un cablu de tracțiune, pe al cărui capăt s-a atîrnat o greutate, atunci pentru ridicarea acesteia, dacă nu se ține seama de frecare, trebuie să se acționeze de celălalt capăt cu o forță de tracțiune P, în daN, egală cu greutatea.

Dacă cablul este petrecut întîi peste rola unui scripete mobil de care s-a atîrnat în prealabil greutatea P, atunci forța cu care trebuie să se acționeze asupra cablului de tracțiune pentru ridicarea greutății P este numai jumătate din greutatea atîrnată. O astfel de combinare a doi scripeți, dintre care unul fix și unul mobil, care poartă sarcina, se numește *palan* (fig. 12.9).

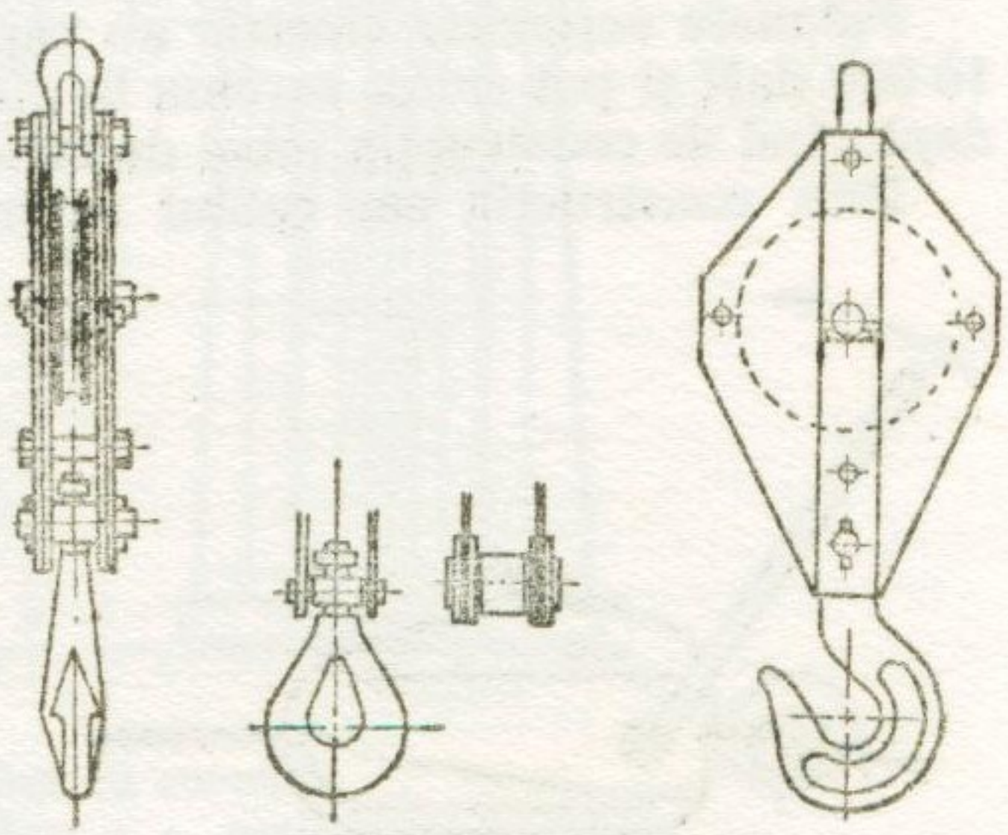


Fig. 12.8. Scripete.

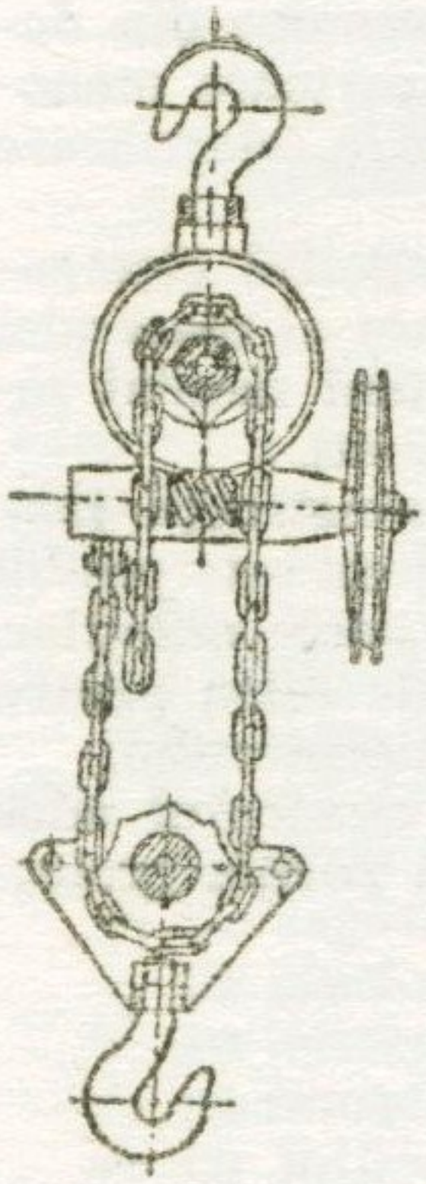


Fig. 12.9. Palan cu o pereche de role:
1 — mufla superioară; 2 — mufla interioară mobilă.

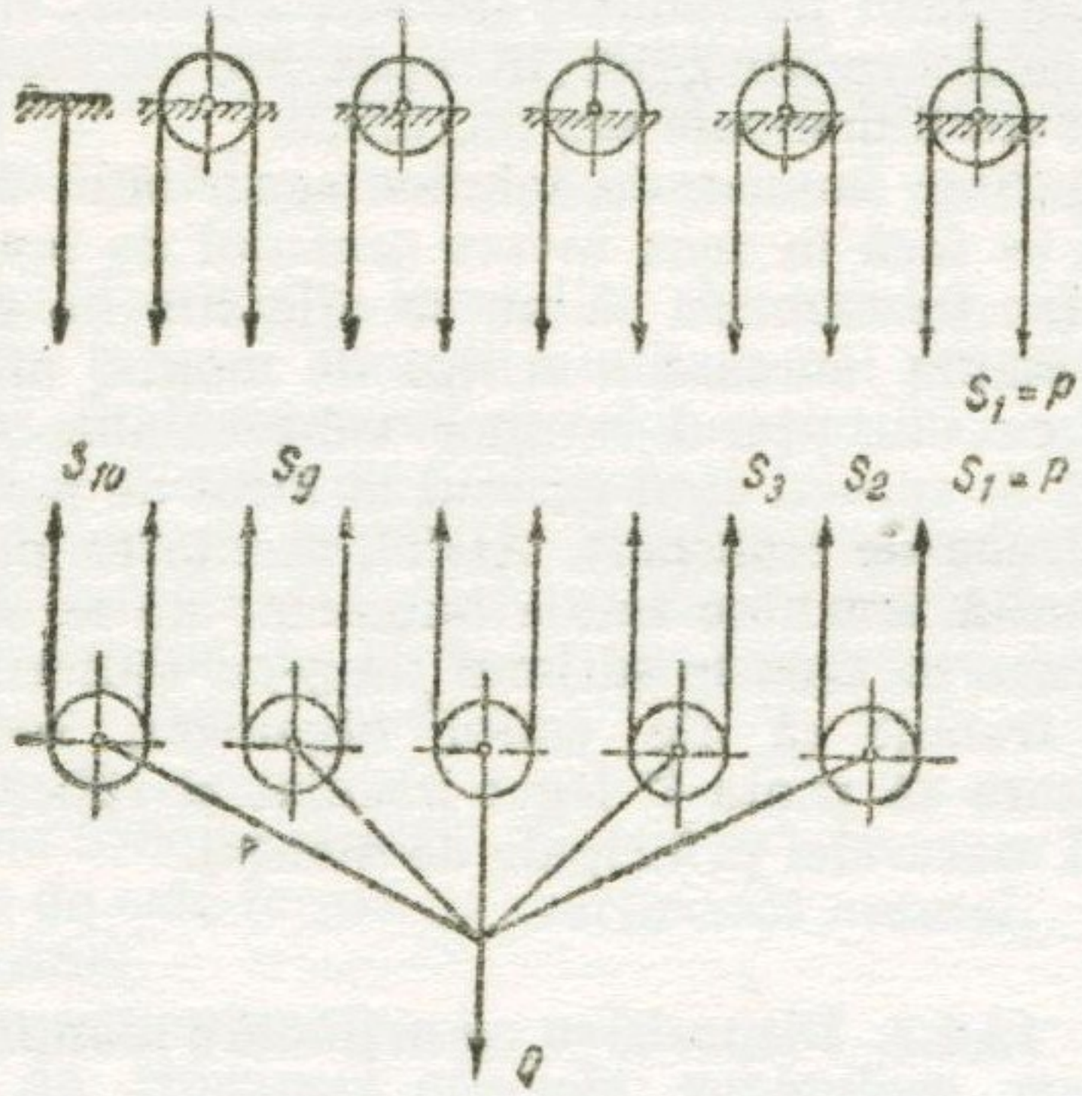


Fig. 12.10. Schema desfășurată a unui palan cu cinci perechi de role.



Fig. 12.11. Palan cu melc.

Cu cît palanul este compus din mai multe perechi de role (fig. 12.10) fixe și mobile, cu atît forța de acționare a cablului înfășurat între rolele palanului va fi mai mică. Între forța de acționare și sarcina de ridicat există un raport de demultiplicare.

Palanele diferențiale (STAS 8565-70) sînt mecanisme care au la bază scripeți asociați cu diferite construcții de angrenaje sau pîrghii, putînd menține sarcina suspendată.

Se deosebesc următoarele tipuri de palane diferențiale:

— palan cu angrenaj cu melc (fig. 12.11);
— palan cu roți dințate;
— palan cu pîrghii *tirfor* (fig. 12.12).

Palanele acționate electric au capacitatea de ridicare între 100 daN și 10 000 daN și pot ridica sarcina la înălțimi de cîteva zeci de metri, aceasta depinzînd de construcția tobei de cablu.

Prin construcția sa, cablul se autoblochează permițînd astfel menținerea sarcinii în poziție ridicată.

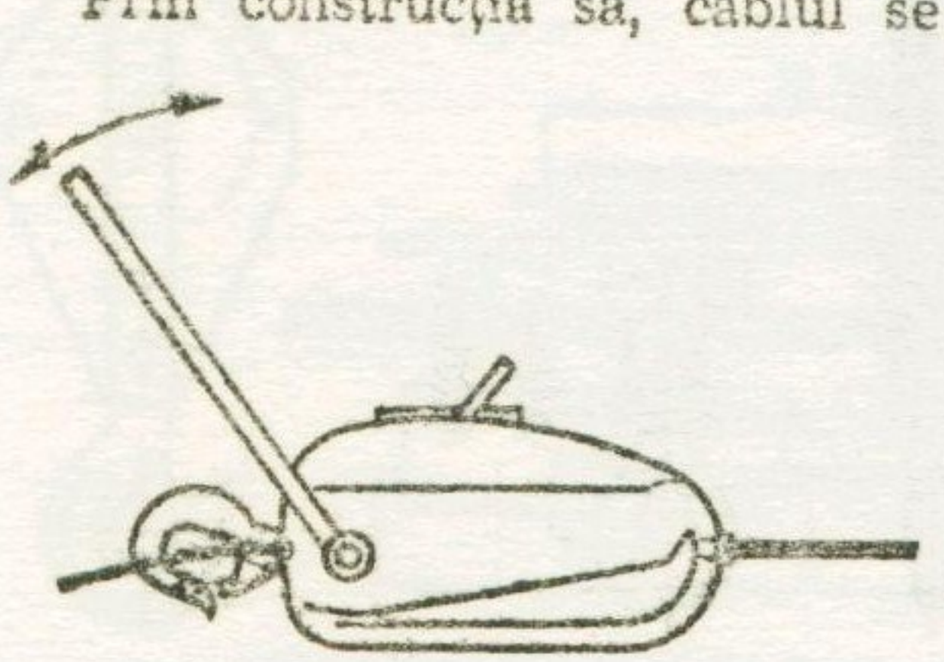


Fig. 12.12. Tirfor.

Cricurile. Acestea sînt mecanisme simple, care servesc la ridicarea și coborîrea greutăților foarte mari, la înălțimi mici.

După sistemul de construcție se deosebesc:

— cricuri cu șurub (fig. 12.13);
— cricuri cu cremalieră (fig. 12.14);
— cricuri hidraulice.

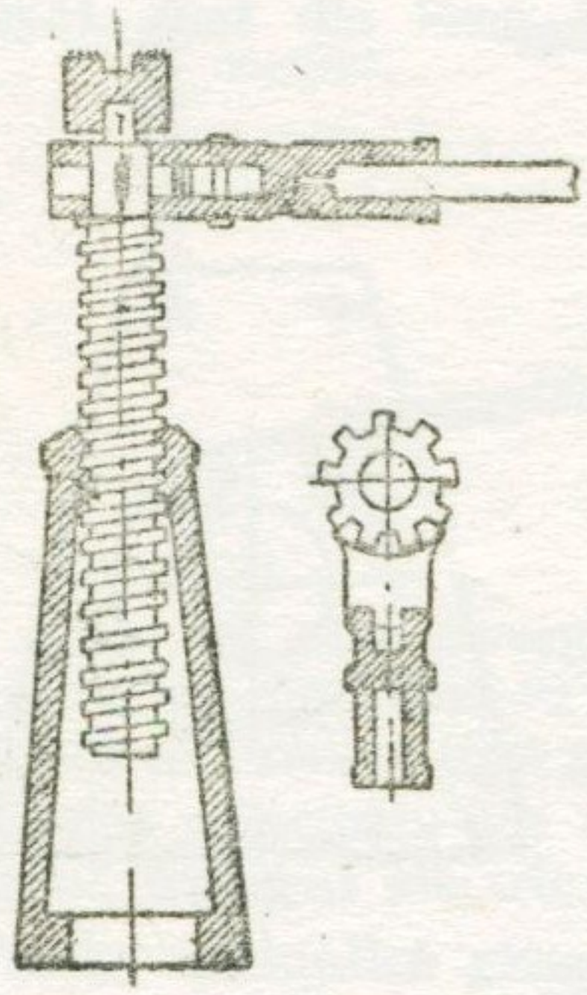


Fig. 12.13. Cric cu șurub.

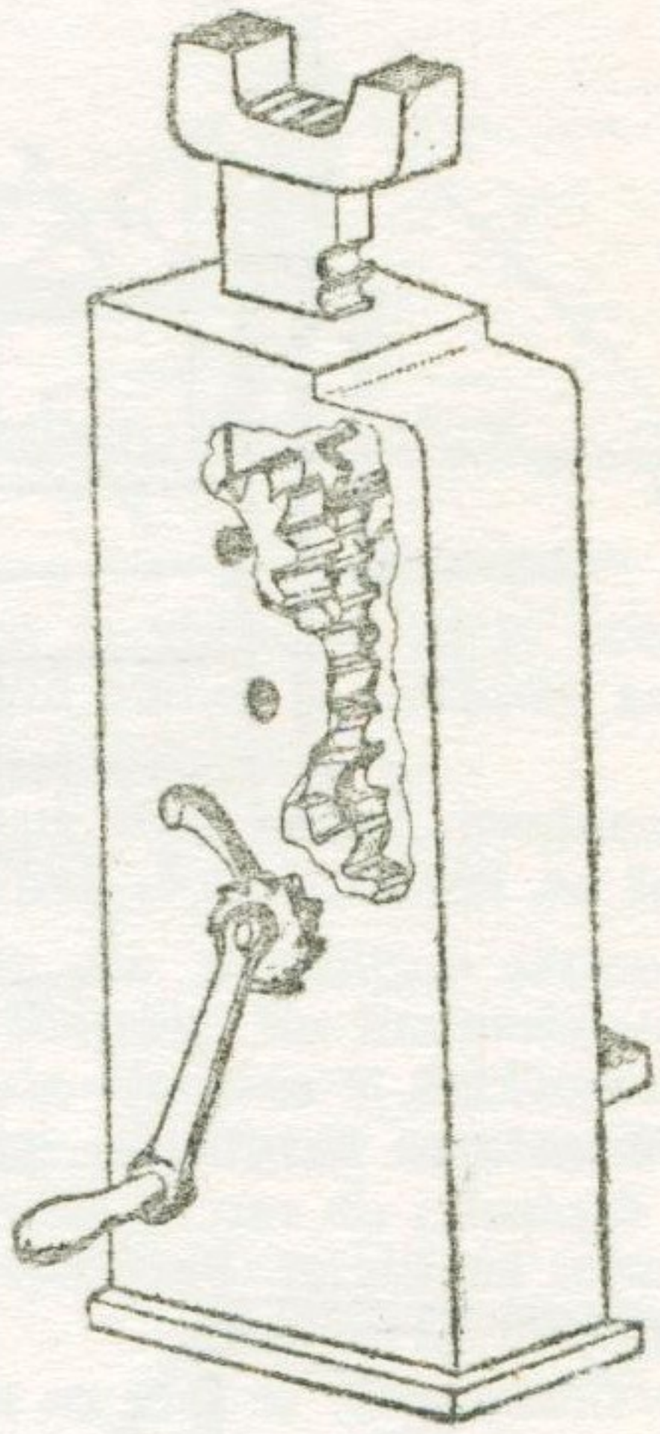


Fig. 12.14. Cric cu cremalieră.

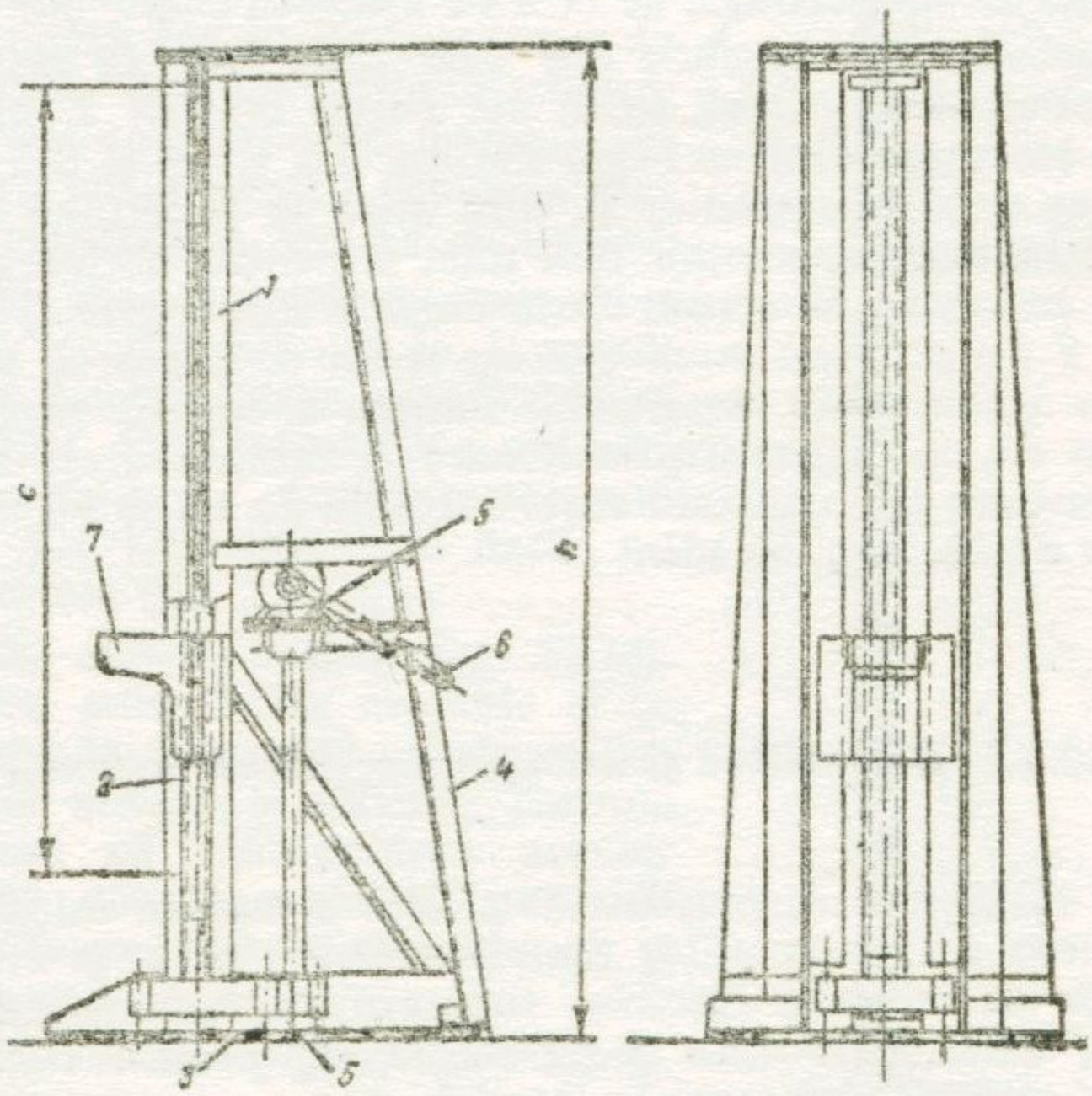


Fig. 12.15. Verină cu șurub:

1 — corp; *2* — șurub; *3* — talpă; *4* — contrafișă; *5* — angrenajele mecanismului; *6* — manivelă; *7* — piuliță cu saboți pentru susținerea sarcinii; *c* — cursa; *h* — înălțimea.

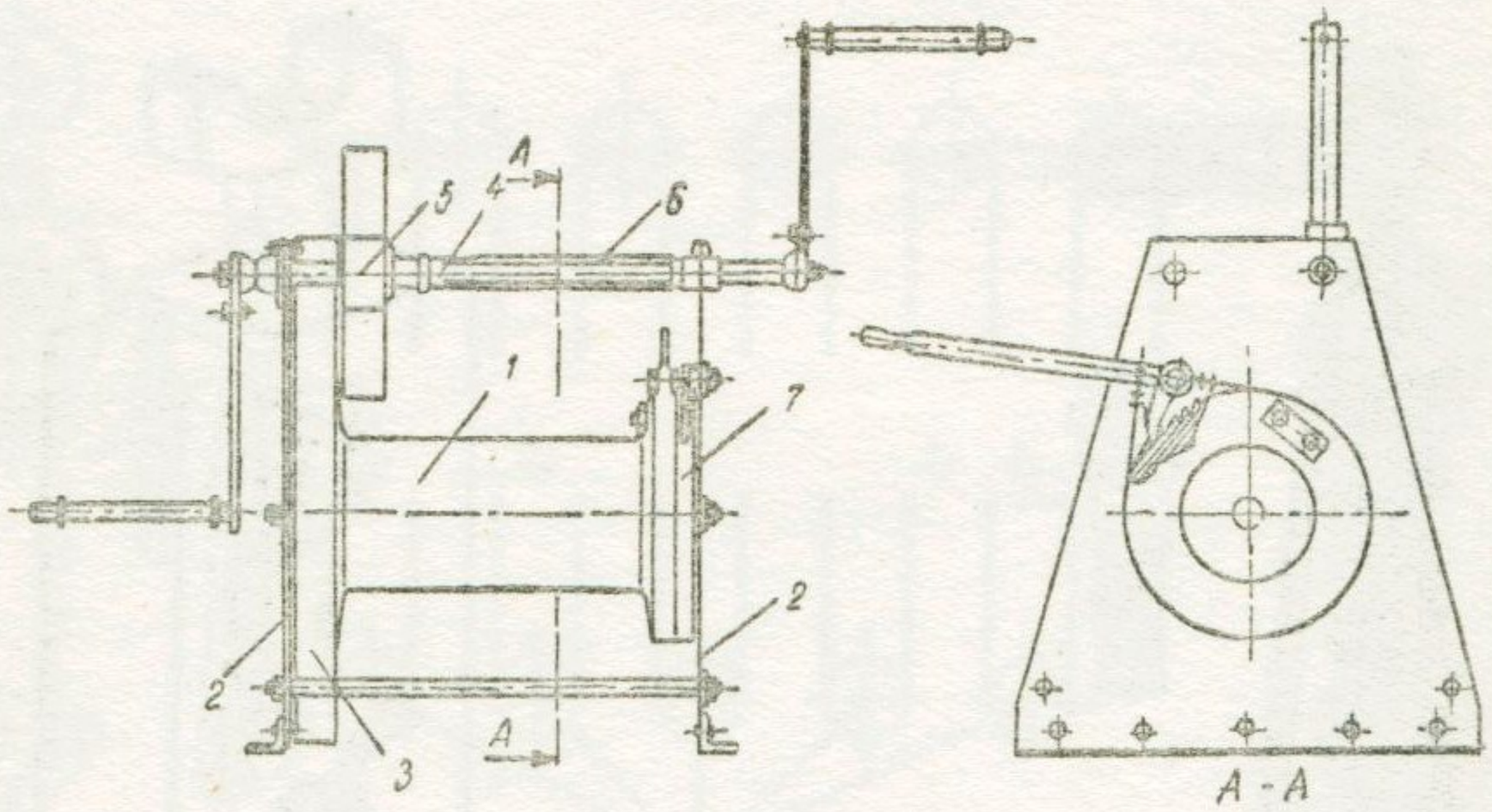


Fig. 12.16. Troliu manual.

Verinele cu șurub (fig. 12.15). Acestea sînt mecanisme care pot executa deplasări de sarcini mari prin mișcarea unei piulițe suport de-a lungul unui ax filetat. Sarcinile maxime sînt de 100—200 kN, iar înălțimea de ridicare 1,7—3,2 m.

Acționarea lor se face cu ajutorul unei manivele.

Troliul manual (fig. 12.16). Are o largă răspîndire pe șantierele de construcții și servește la deplasarea pe orizontală și verticală a diferitelor sarcini. Manipularea sarcinilor se face cu ajutorul cablurilor.

Acest dispozitiv se compune din toba *1*, de care se prinde cablul de oțel. Axul tobei se montează între doi pereți laterali *2*. Mecanismul de acționare se compune dintr-o roată dințată *3* a tobei și din roata dințată dublă *6* de pe axul intermediar *4*, care intră în funcțiune numai pentru sarcini mari. În cazul sarcinilor mai mici și pentru obținerea unei viteze mai mari de acționare, se scoate roata dublă *6* din angrenaj și se cuplează direct roata *5* de pe axul manivelei cu roata *3*. Mișcarea axului se face manual, prin intermediul manivelei. Pentru coborîrea sarcinilor, troliul este prevăzut cu un dispozitiv de frînare *7*, compus dintr-o bandă și un clichet. Pe șantiere sînt utilizate curent troliile de 1,3 și 5 kN (STAS 4206-66), respectiv de 10, 30 și 50 kN.

12.4.3. Dispozitive și utilaje cu acționare mecanică

Cele mai răspîndite dispozitive și utilaje mecanice folosite pe șantierele de montare a construcțiilor metalice sînt: troliile și cricurile mecanice acționate cu motoare electrice sau termice, macaralele turn, macaralele portal, macaralele auto și pe șenile, macaralele sistem catarg și bigă cu troliu mecanic; macaralele Derrick etc.

Troliul cu acționare mecanică. Se întîlnește pe șantierele de construcții metalice fie reversibile, fie cu fricțiune. Acestea se deosebesc între ele

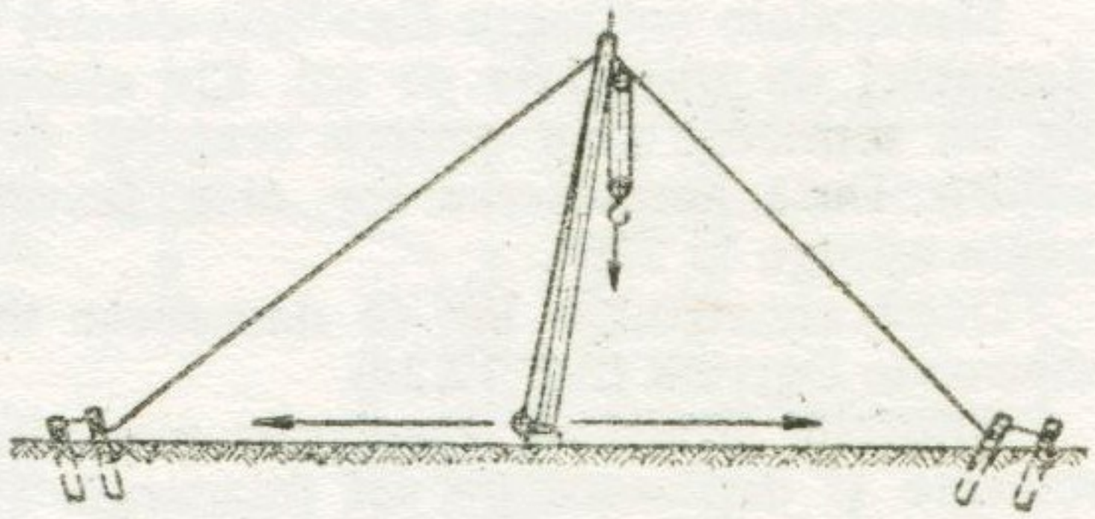


Fig. 12.17. Bigă din lemn pentru montaj.

prin aceea că cele reversibile acționează și la ridicarea și la coborîrea sarcinilor, pe cînd cele cu fricțiune acționează numai la ridicarea sarcinii, coborîrea făcîndu-se prin greutatea proprie a sarcinii.

Părțile principale ale unui troliu mecanic sînt: batiul, tamburul, reductorul, motorul electric de acționare, cablul și dispozitivul de frînare

Verina hidraulică glisantă. Aceasta este un mecanism acționat de presiunea unui lichid împins de o pompă centrală. Ea funcționează prin deplasări de-a lungul unei bare rotunde, prin blocarea și deblocarea succesivă a două rînduri de bacuri concentrice, deplasare care se face cu salturi scurte.

Există verine ridicătoare, coborîtoare și mixte.

Macarale. Mecanismele complexe, care permit transportul pe verticală și orizontală a sarcinilor prin acțiune simultană sau succesivă se numesc *macarale.*

În componența lor au un mecanism de ridicare format dintr-un tambur rotativ cu cablu înfășurător acționat manual sau mecanic și un cîrlig pentru agățarea sarcinii. După construcția lor se deosebesc:

Biga. Cele mai simple macarale sînt cele tip bigă, curent folosite în lucrările de montare a construcțiilor metalice, fiind cele mai ieftine. Exploatarea lor necesită însă multă atenție și multă experiență deoarece se pot răsturna ușor dacă nu sînt bine ancorate (fig. 12.17).

Macaralele sistem catarg (fig. 12.18). Sînt acționate prin troliu mecanic și se folosesc curent la montarea construcțiilor metalice fiind simple și ieftine. Trebuie însă menționat că manipularea acestor instalații, deși simple, necesită personal de înaltă calificare, atît la montare cît și în exploatare și demontare.

Macaralele rotitoare, fixe sau mobile. Acestea se utilizează pe șantier sau în atelierele de montaj; sînt mașini de ridicat care se pot roti în jurul axei lor verticale.

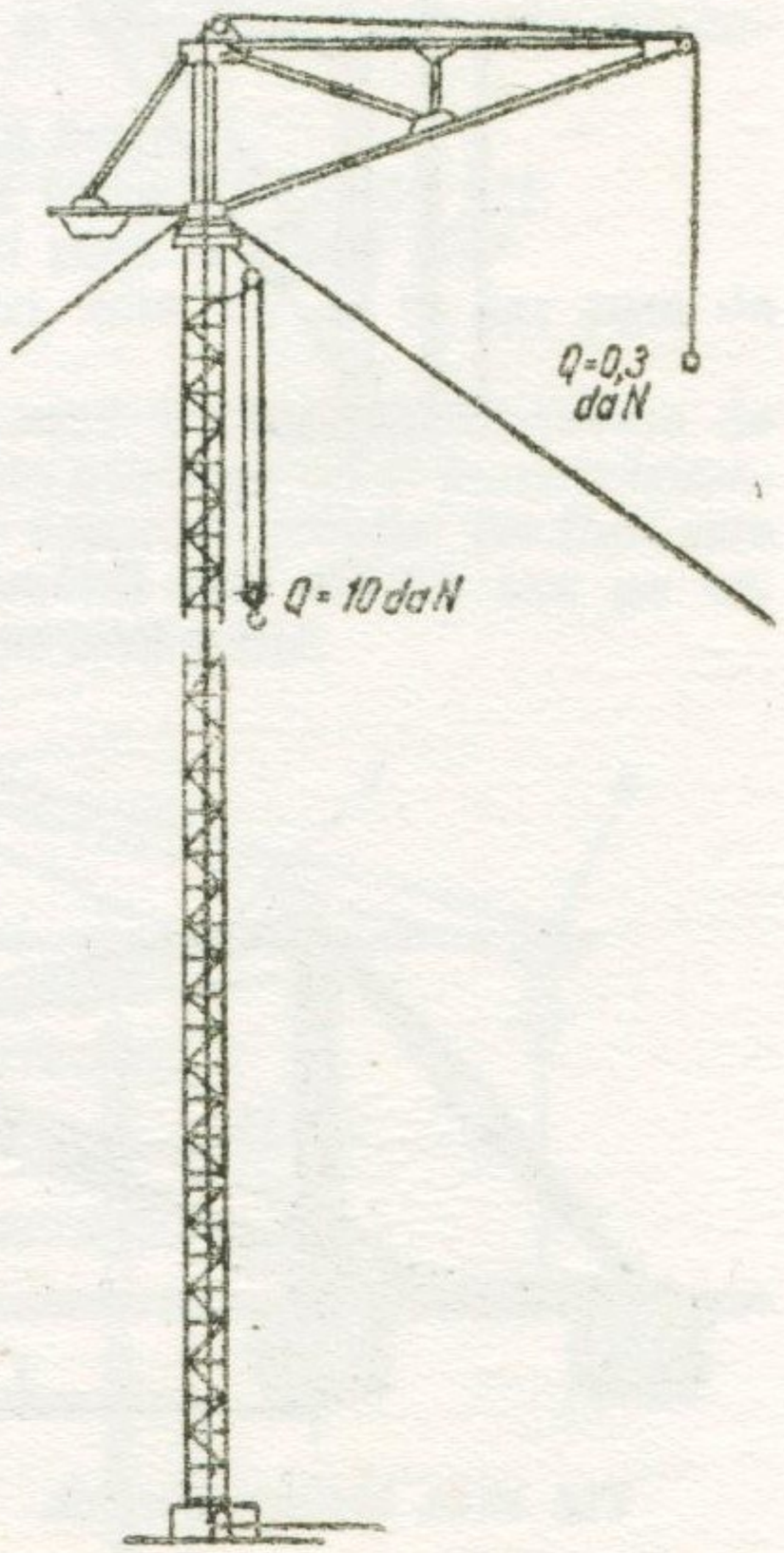


Fig. 12.18. Macara sistem catarg.

Macaralele rotitoare fixe (pivotante) se caracterizează prin lipsa unei deplasări de translație pe sol. Ele efectuează ridicări de sarcini aproape pe un semicerc prin rotirea brațului în jurul stîlpului central, denumit *catarg*. Dacă amplasarea lor este favorabilă, cîmpul maxim de acțiune poate ajunge la 270°.

După construcția lor se deosebesc macarale de perete (fig. 12.19) și macarale Derrick (fig. 12.20).

Anumite tipuri de asemenea macarale pot avea și dispozitive pentru mișcare și deplasare pe sol (macarale Derrick cu translație și macarale păşitoare, dotate cu mecanisme speciale care permit schimbarea amplasamentului prin salturi scurte).

Macaralele rotative de perete. Cele mai folosite sînt construite cu coloană rotativă, fixată într-un lagăr superior și unul inferior (cu crapodină). Brațul purtător de sarcini poate fi cu rază de acțiune fixă (fig. 12.19, *a*), sau cu rază de acțiune variabilă (fig. 12.19, *b*). În acest din urmă caz sarcina este purtată de un cărucior mobil de-a lungul căii de rulare orizontală de pe braț.

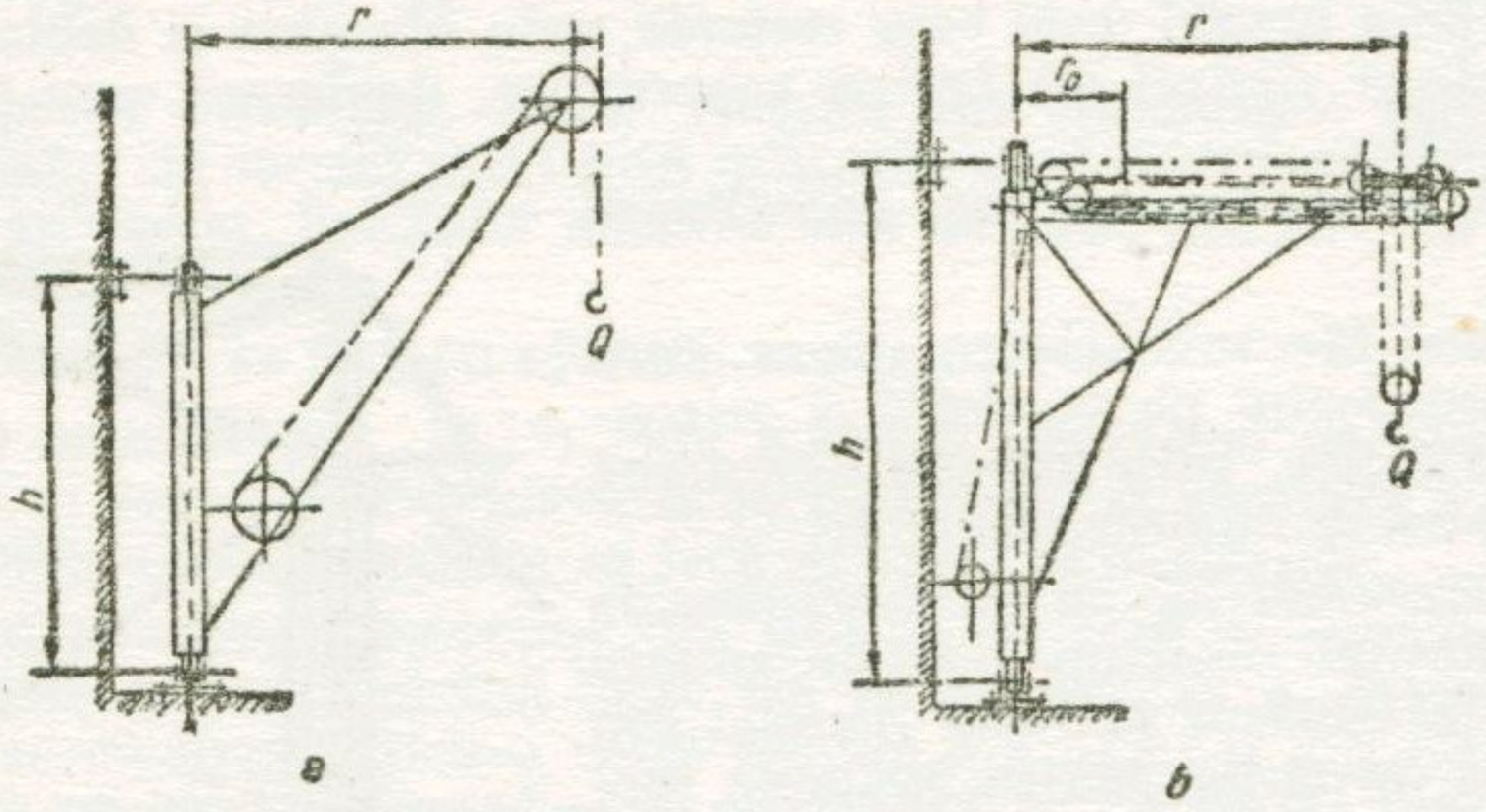


Fig. 12.19. Schema macaralei rotitoare de perete:
h — înălțimea coloanei; r_0 — brațul minim.

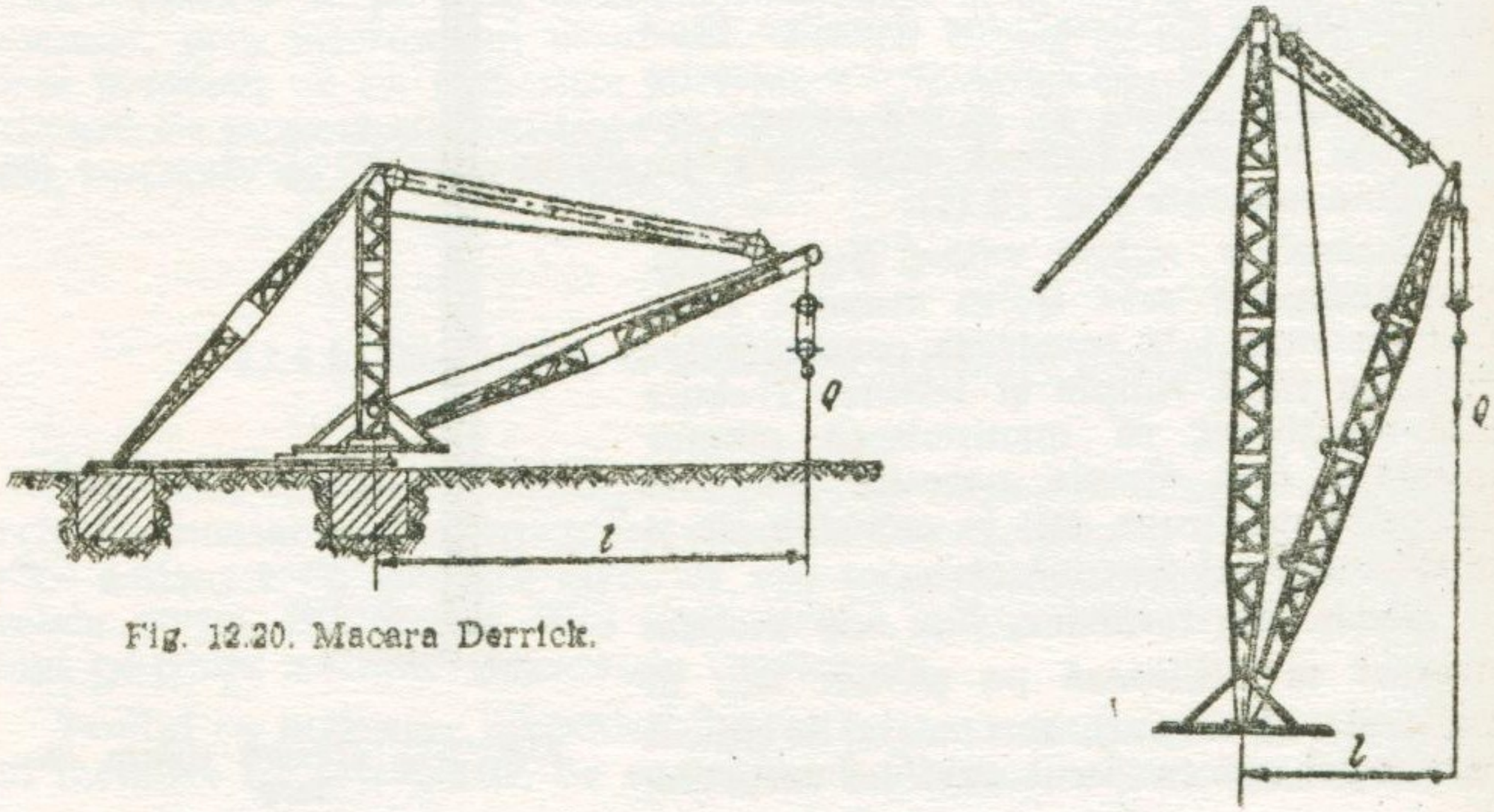


Fig. 12.20. Macara Derrick.

Macaralele rotitoare Derrick (fig. 12.20). Sînt pivotante cu braţ oscilant. Avantajele acestor macarale sînt: simplitatea construcţiei, costul relativ mic, raza de acţionare mare, capacitatea de ridicare remarcabilă.

Macara-ciocan. Tot din grupa macaralelor rotitoare face parte şi macaraua rotitoare cu braţe de secţiune plină denumită *macara-ciocan* (fig. 12.21). Este o macara care se foloseşte în cazul momentelor foarte mari 50—60 MNm.

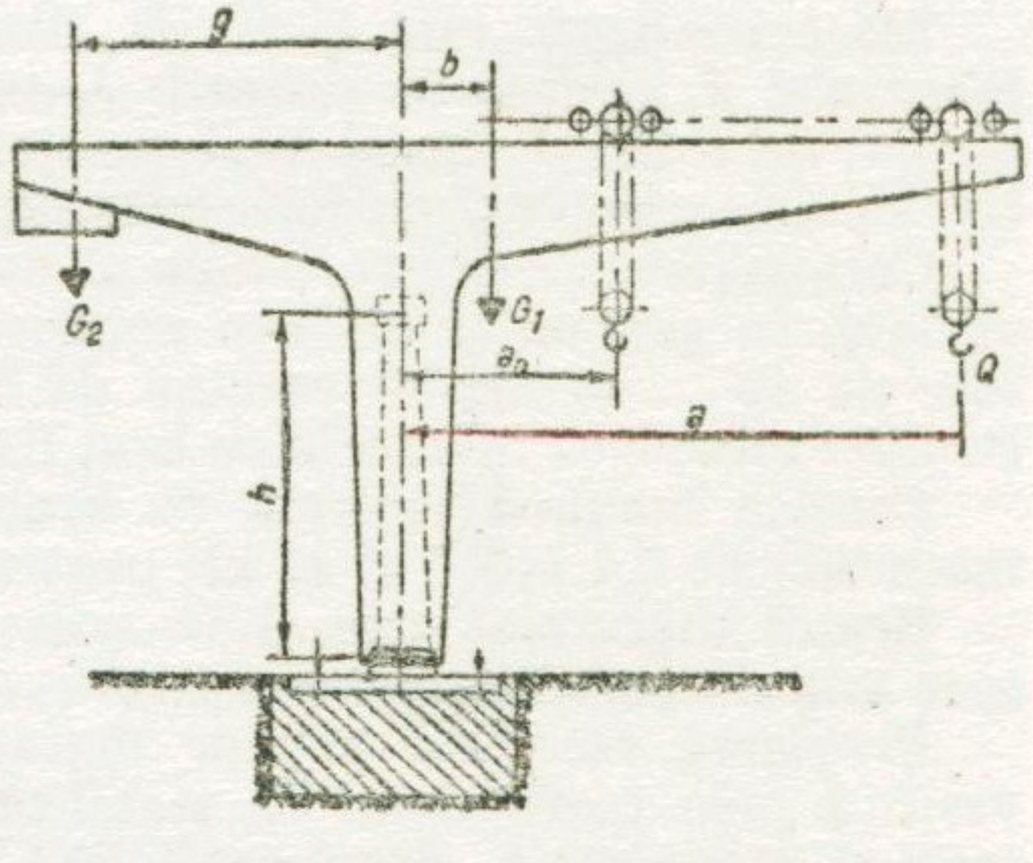


Fig. 12.21. Schema macaralei rotitoare cu coloană fixă, tip ciocan:
Q — sarcina; G_1 — greutatea părţii rotitoare; G_2 — contragreutatea; a — braţul maxim al sarcinii; a_0 — braţul minim; b — braţul din G_1; g — braţul din G_2.

Macarale rotative fixe cu placă turnantă. Sînt macarale la care rotaţia părţii superioare în jurul unui ax central se realizează prin intermediul unei plăci turnante.

Construcţia cuprinde o fundaţie cu o şină circulară pe care se mişcă partea mobilă care este asemănătoare cu a celorlalte macarale cu coloană.

Construcţia acestor macarale este de două feluri:

— macarale tip uşor, care ridică sarcini între 1,5 şi 150 kN;

— macarale tip greu, care ridică sarcini pînă la 2 500 kN.

Înălţimea de ridicare, la ambele tipuri, este de 30 m, iar raza de acţiune poate atinge tot 30 m.

Macaraua-turn. Este întîlnită în mod curent pe şantierele de montaj, fiind folosită atît pentru operaţiile de montare cît şi pentru transportat. Face parte din categoria macaralelor rotitoare mobile. De fapt este o macara cu coloană fixă montată pe cărucior (fig. 12.22) sau pe un portal cu ajutorul căruia poate fi deplasată pe orizontală.

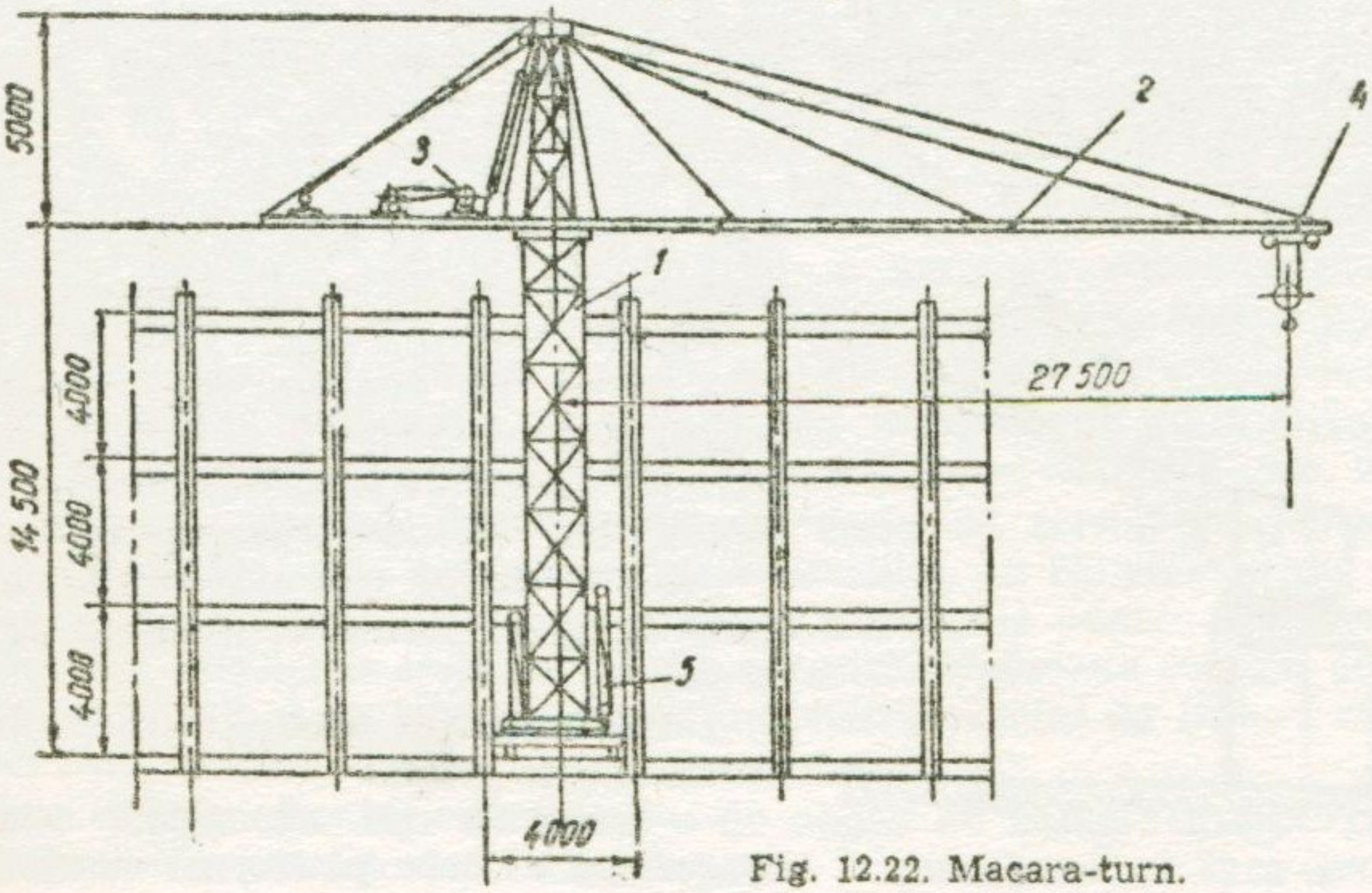


Fig. 12.22. Macara-turn.

Macaraua-turn este alcătuită dintr-un turn metalic *1*, din brațul macaralei *2*, troliul de ridicare *3*, mecanismul de translație *4* și mecanismul de rotire *5*. După felul construcției macaralele-turn pot fi cu turn fix, cu turn rotativ și cu turn telescopic.

Caracteristicile dimensionale și capacitatea lor de ridicare sînt foarte variate. În general, înălțimea pentru care se construiesc aceste macarale este de 10 . . . 45 m, iar sarcina de 5 . . . 15 kN. În țara noastră se construiesc asemenea macarale cu braț fix sau mobil.

Sarcina maximă ridicată cu brațul înclinat este de 40 kN pentru macaraua de 0,4 MNm și 50 kN pentru cea de 1 MNm.

Brațul macaralei este și în acest caz echilibrat de o contragreutate care asigură stabilitatea macaralei.

Problema esențială acestor macarale este tocmai stabilitatea. Ea se verifică prin coeficientul de stabilitate al macaralei, sub sarcină (încărcată) și neîncărcată. Acest coeficient, în ambele cazuri trebuie să fie mai mare decît 1,15.

Verificarea coeficientului de stabilitate al macaralei se face astfel:

— cînd macaraua este sub sarcină:

$$C_s = \frac{M_s}{M_r}$$

unde:

C_s este coeficientul de stabilitate a macaralei;

M_s — suma momentelor forțelor stabilizatoare în raport cu muchia de răsturnare din partea sarcinii. Ca forțe stabilizatoare se socotesc: forța gravitațională a macaralei + contragreutatea, diminuate cu sarcinile accidentale (vînt, inerție, forță centrifugă);

M_r — momentul de răsturnare produs de sarcină, calculat în raport cu aceeași muchie de răsturnare;

— cînd macaraua este neîncărcată, coeficientul de stabilitate este raportul momentelor — stabilizator și de răsturnare — socotite în raport cu muchia de răsturnare din partea opusă brațului.

Toate macaralele-turn sînt acționate de motoare electrice.

Macaraua-portal (fig. 12.23) se compune, în general, din portal și macaraua propriu-zisă. Portalul este o suprastructură metalică, constituind un pod în cazul deschiderilor mari, iar în cazul deschiderilor mici este un cadru susținut pe două picioare înalte de reazem, care se deplasează pe șinele căii de rulare prin intermediul roților. Portalul servește ca schelet pentru macara. Portalul este înzestrat cu un mecanism de translație. Translația se face pe șine de tip corespunzător căii de rulare a macaralei.

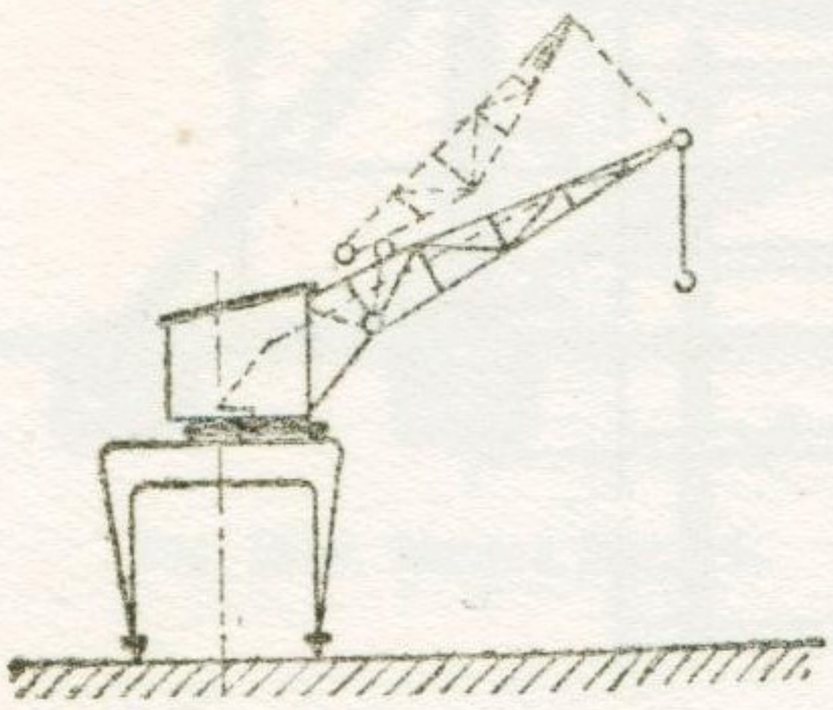


Fig. 12.23. Macara-portal.

Macaraua-capră (fig. 12.24) este o macara portal cu console care servește la transportul pe verticală și orizontală a diferitelor materiale și subansambluri la construcția halelor industriale sau în depozite

Macaralele pe roți sînt macarale rotitoare cu plăci turnante, montate pe șasiu cu roți.

După modul de acționare ele se împart în mai multe grupe:

— macarale pe cărucioare manuale ușoare, pe a căror platformă se montează

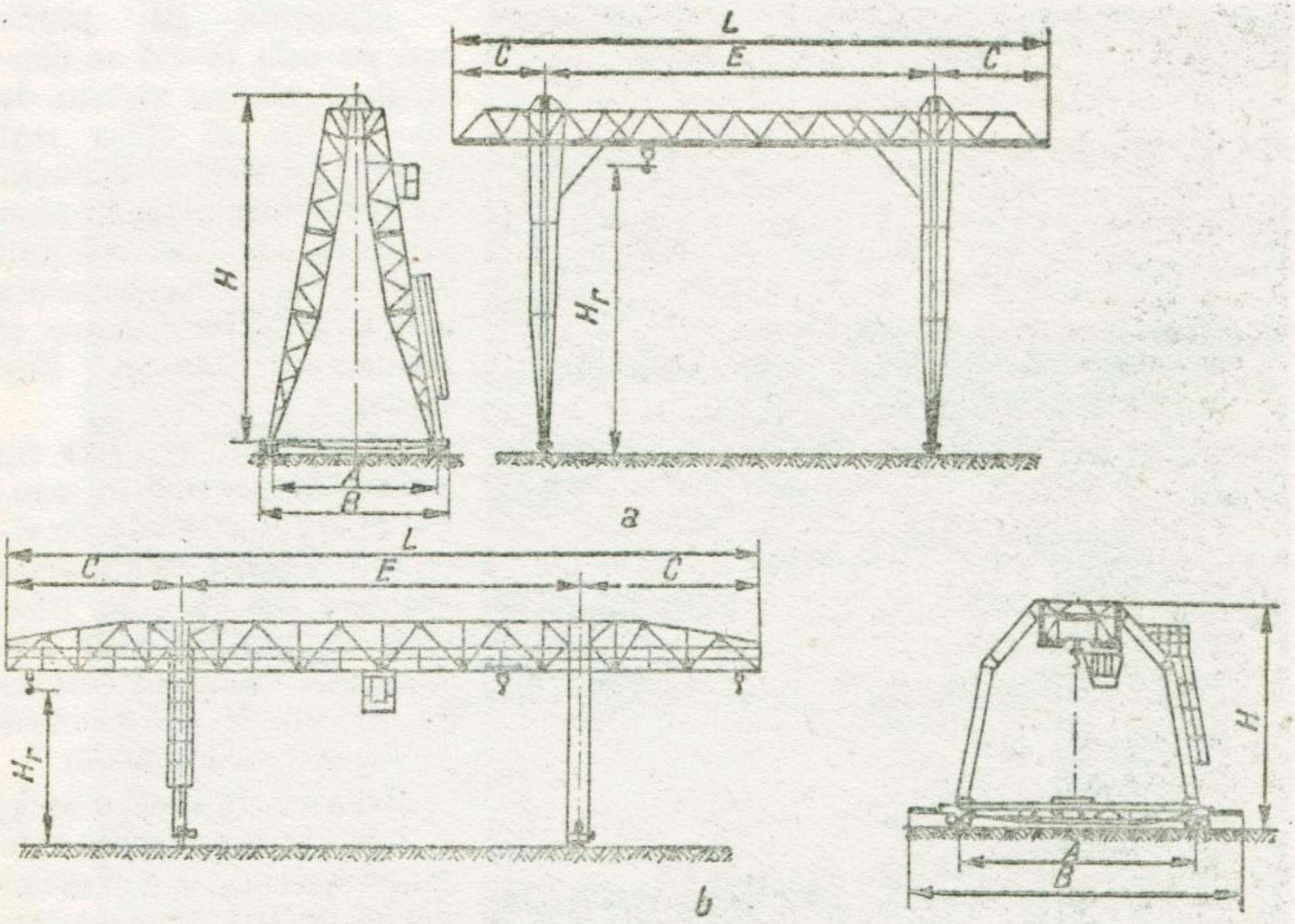


Fig. 12.24. Macara-capră de 50 N cu consolе:
a — pentru montaj; *b* — pentru depozit.

un braț rotitor acționat de un troliu manual sau electric. Sînt utilizate în atelierele mecanice de asamblare. Din această categorie fac parte macaralele *Pionier* cu sarcină de ridicare de 5 kN și înălțime de ridicare de 4,5 m. Ele sînt acționate de un motor electric de 4,5 kW—220/380 V;

— macarale montate pe cărucioare universale (auto sau electrocare) cu sarcina de ridicare 15 kN;

— automacarale care permit deplasarea cu viteze superioare. Aceste macarale sînt foarte utile, pot fi folosite operativ în diverse locuri de montaj și au o mare productivitate. Au capacitatea de ridicare de 30—160 kN și înălțimi de ridicare mici. Ele sînt alcătuite prin adaptarea unei macarale turnante pe un șasiu auto. Sînt folosite în depozitele șantierelor de montare, pentru descărcarea și sortarea subansamblurilor;

— macarale auto de tip greu pot ridica sarcini de 800—1 400 kN și chiar mai mari, la înălțimi pînă la 40—60 m. Raza de acțiune variază între 3 și 40 m. Macaralele auto mari sînt echipate cu două cîrlige, cu magnet de ridicare sau cu graifăr. Sînt acționate de un motor diesel;

— macarale speciale montate pe un șasiu cu trenul de rulare pe roți cu anvelope auto. Acționarea mecanismului de ridicare și de rotire se face de la un motor montat pe macara; tracțiunea pentru deplasare nu este proprie, macaraua trebuind să fie tractată. Macaraua este cu coloană (catarg) tubulară și cu braț mobil putînd ridica sarcini de 800—1 400 kN la mari înălțimi (fig. 12.25).

Toate aceste macarale se folosesc de obicei cu calaje: uneori, la sarcini mai mici se pot folosi și fără calaje.

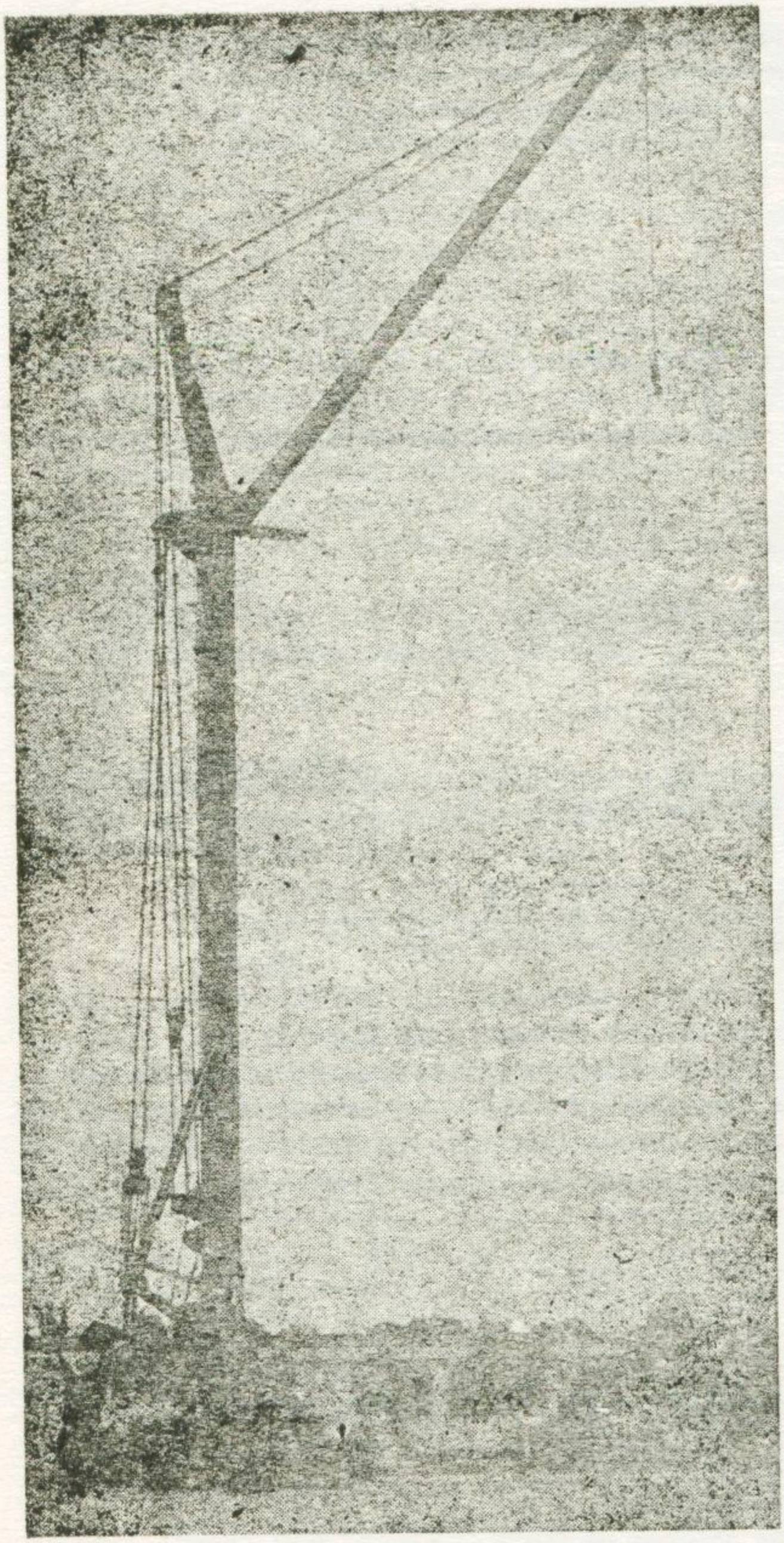


Fig. 12.25. Macara specială.

Macarale pe şenile sau pe cale ferată se construiesc pentru sarcini de 40—50 kN şi chiar mai mari, pentru construcţii cu dezvoltare mare în plan orizontal şi cu înălţimi mici; sînt recomandate avînd mobilitate mare şi randament ridicat (fig. 12.26).

Macaralele speciale tip greu sînt construite pentru operaţii speciale de ridicare. Dintre macaralele speciale cea care se foloseşte la montaje este macaraua-lansator cu sarcină de ridicare 50 kN montată pe un tractor cu şenile.

În atelierele de montaj se folosesc la ridicarea subansamblurilor şi a pieselor grele poduri rulante manuale sau electrice.

Podurile rulante de uz general sînt standardizate şi se execută în patru tipuri:

— tipul I — poduri cu o singură grindă pentru atmosferă de lucru normală;

— tipul Ix — poduri cu o singură grindă pentru atmosferă de lucru explozivă;

— tipul II — poduri cu două grinzi pentru atmosferă de lucru normală;

— tipul IIx — poduri cu două grinzi pentru atmosferă de lucru explozivă.

12.5. MAŞINI, UTILAJE ŞI DISPOZITIVE FOLOSITE ÎN DEPOZITE

Într-o întreprindere de construcţii metalice, deoarece se manipulează cantităţi mari de material, trebuie să se dea o atenţie foarte mare gospodăririi acestora în magazii şi depozite.

Depozitul de laminate este cel mai mare ca volum şi trebuie să asigure descărcarea, sortarea, stivuirea şi păstrarea materialului feros.

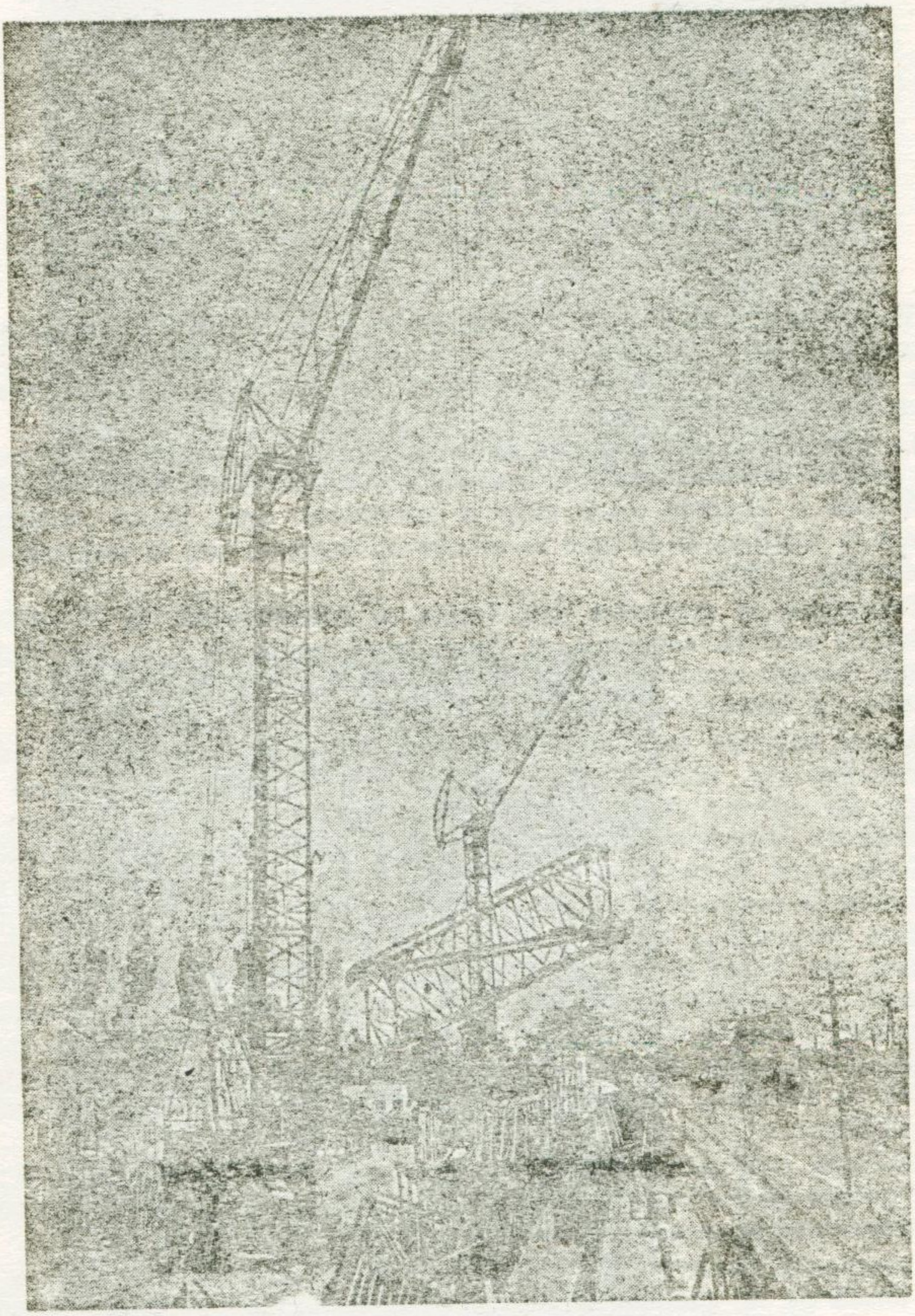


Fig. 12.26. Macara pe linie ferată.

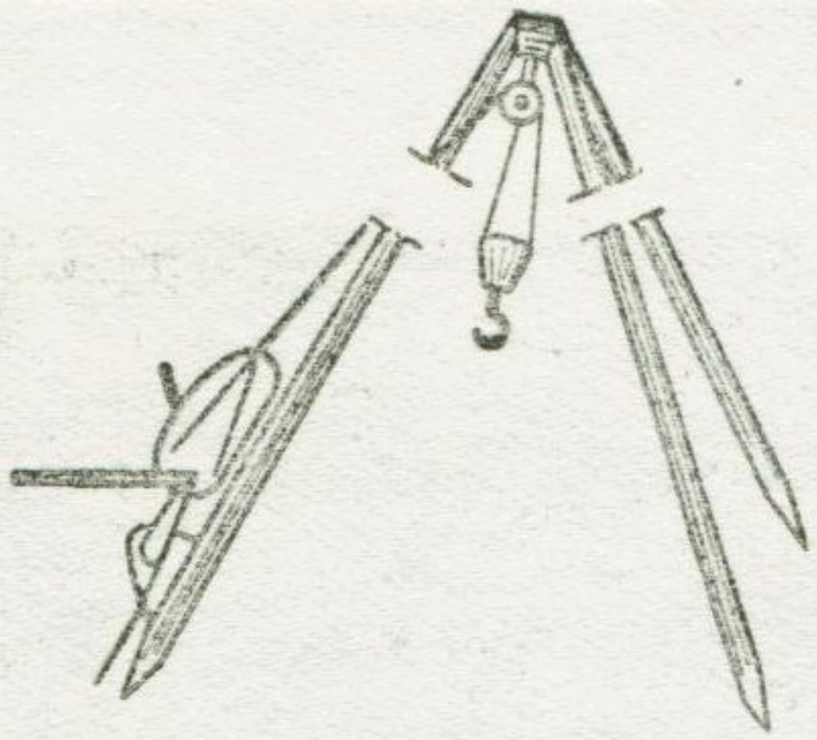


Fig. 12.27. Macara trepied cu tirfor.

Toate manipulările se fac mecanic cu ajutorul podurilor rulante, al macaralelor-portal, al macaralelor pivotante, de capacități și deschideri care să acopere cîmpul de depozitare și cantitățile de material care se manipulează zilnic.

La ridicări de sarcină pînă la 50 kN, în locuri unde nu sînt montate mașini de ridicat, se utilizează așa-numitul *tirfor*. Acest dispozitiv se fixează la piciorul unui stîlp în apropierea unei grinzi rezistente, situată la înălțime și de care se prinde un scripete, sau la piciorul unui trepied (fig. 12.27).

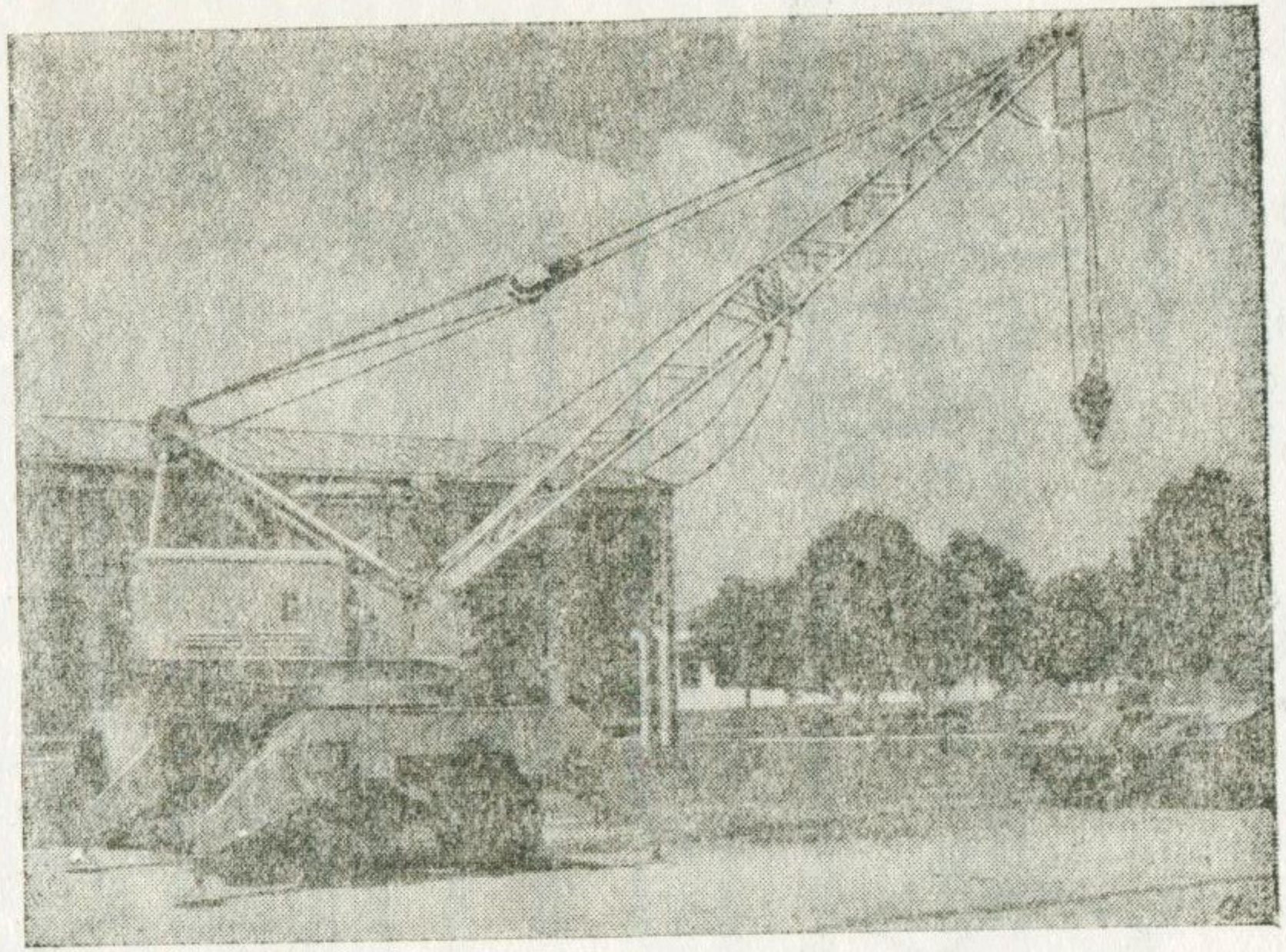
Depozitele de materiale sînt dotate cu automacarale de 30 kN sau 50 kN cu braț de acționare cu deschiderea medie de 5 m (fig. 12.28). Se mai folosesc macarale mobile autopropulsate, pe pneuri sau pe șenile, cu sarcini și înălțimi variate (fig. 12.29).

Aceste mijloace de ridicare utilizează, în afară de legarea cu cablu a sarcinilor (fig. 12.30, *a*), unele dispozitive speciale care se prind de cîrligul de ridicare. Astfel, pentru ridicarea unui pachet de table se folosește un dispozitiv cu patru gheare (fig. 12.30, *b*), dispuse solidarizat două cîte două, în paralel (fig. 12.30, *c*). Pentru foile de tablă groase sau platbande se folosește dispozitivul cu siguranță (fig. 12.30, *d*). Alte dispozitive de prindere pentru ridicare sînt de tipul foarfece pentru bare rotunde (fig. 12.30, *e*) care prezintă mai multă siguranță decît prinderea cu cablu cu cîrlig. Pentru prinderea profilelor se utilizează de asemenea dispozitive adecvate (fig. 12.31), iar pentru ca profilele de lungime mare să nu se deformeze în timpul manipulării se intercalează între cîrligul mașinii de ridicat și dispozitivele de prindere un dispozitiv tip traversă (fig. 12.32).

Cablurile care servesc pentru manipularea tablelor, profilelor și țevilor trebuie să fie verificată și să aibă marcate pe ele sarcina maximă de ridicare pentru care sînt dimensionate.

Transportul materialelor în incinta depozitului se face cu vagoane de cale ferată de tip platformă, cu vagoneți platformă pentru cale îngustă (ecartament 760 mm), cu autocamioane cu remorci platformă, cu electrocare (fig. 12.33), cărucioare speciale (fig. 12.34). Manevrarea vagoanelor se face cu ajutorul unei locomotive diesel sau al unui tractor cu pneuri.

Pentru stivuirea materialelor și pentru transportul de distanțe scurte, în vederea depozitării, se utilizează electrostivuitoare sau autostivuitoare.



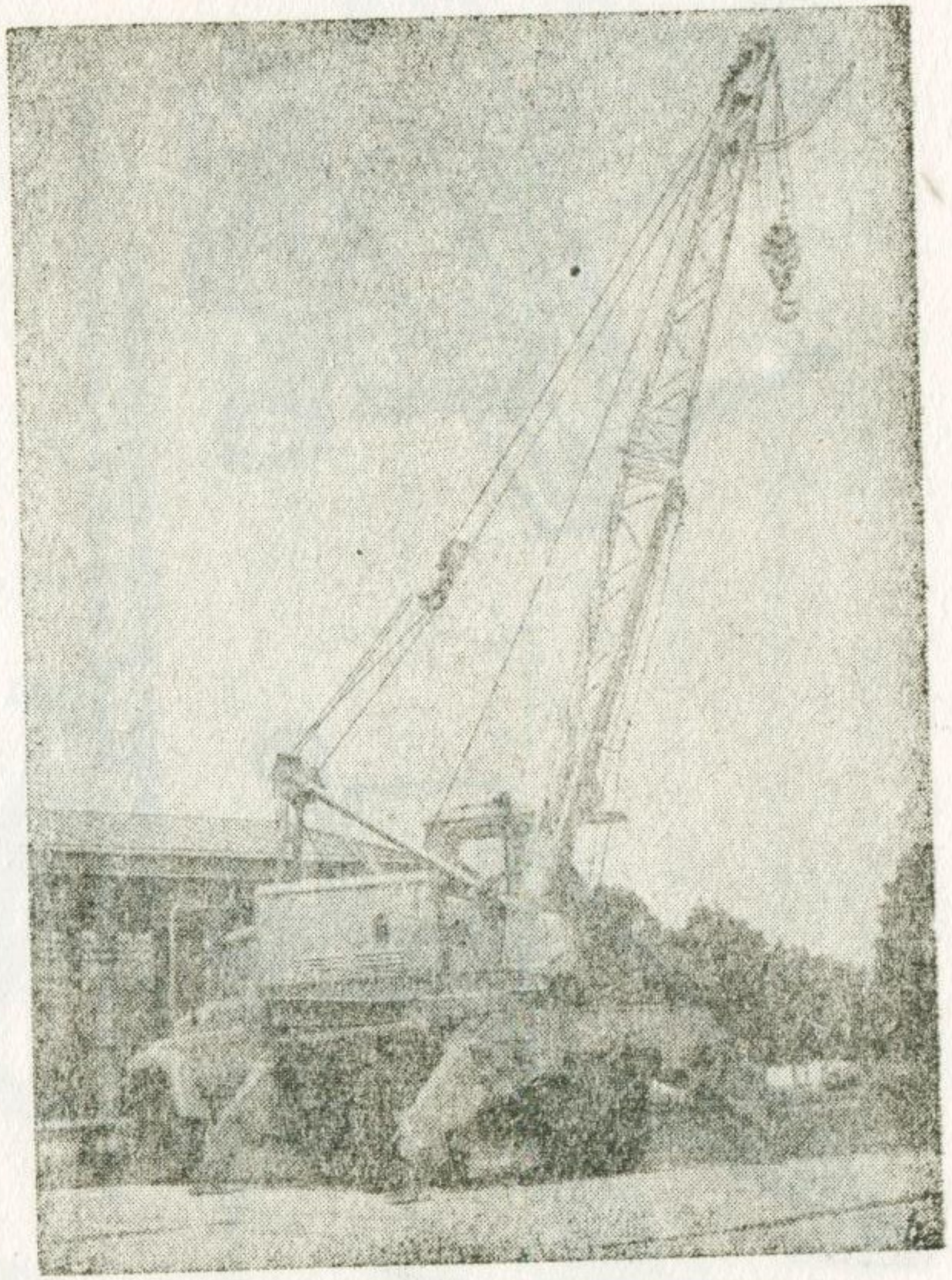


Fig. 12.28. Automacara:
a — cu brațul la 30°; *b* — cu brațul la 60°.

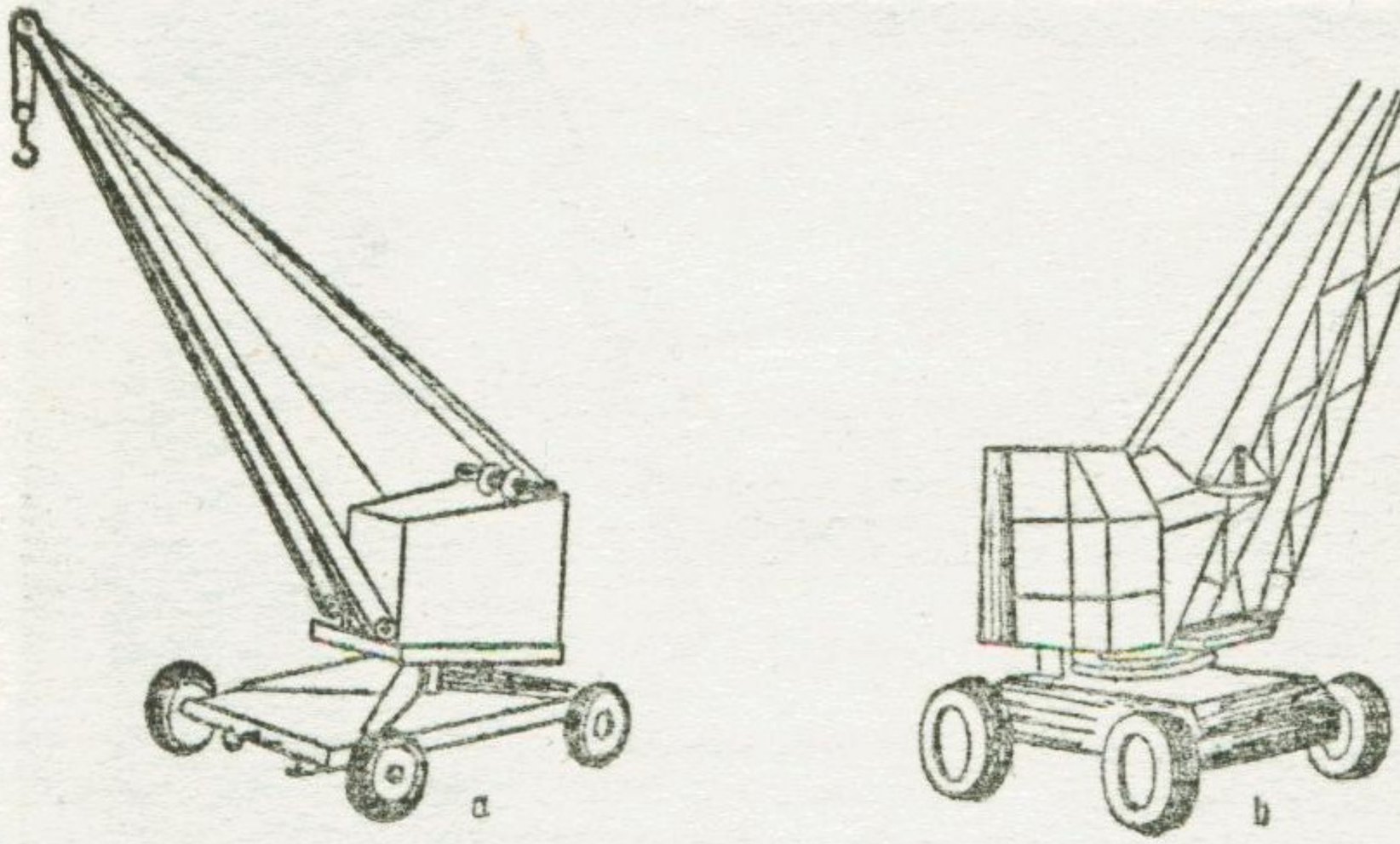


Fig. 12.29. Macarale mobile autopropulsate:
a — pe roți cu bandaj din cauciuc, de 10 kN; b — pe pneuri, de 50 kN.

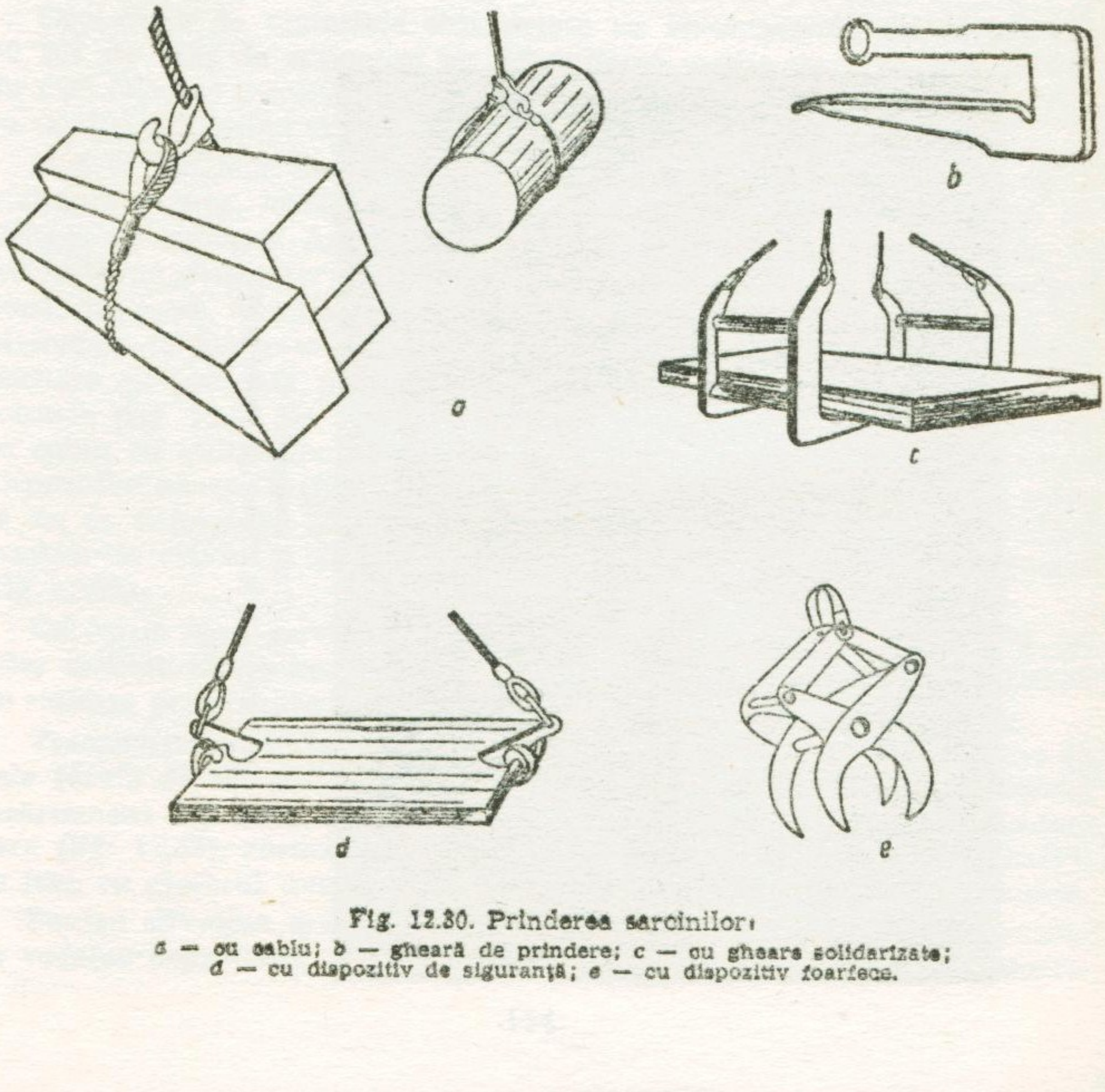


Fig. 12.30. Prinderea sarcinilor:
a — cu cablu; b — gheară de prindere; c — cu gheare solidarizate; d — cu dispozitiv de siguranță; e — cu dispozitiv foarfeca.

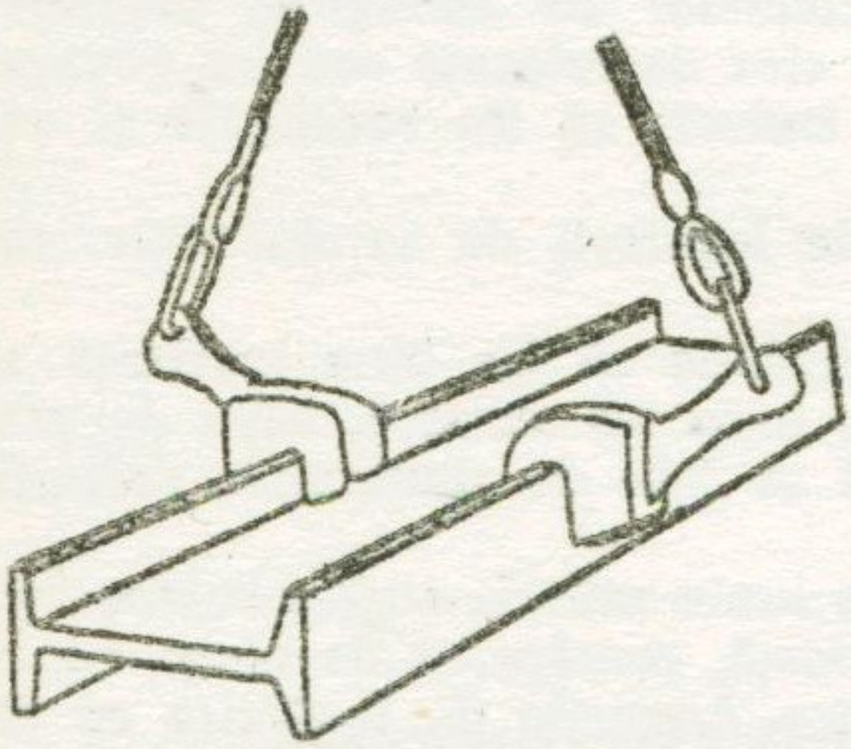


Fig. 12.31. Dispozitiv pentru prins profile.

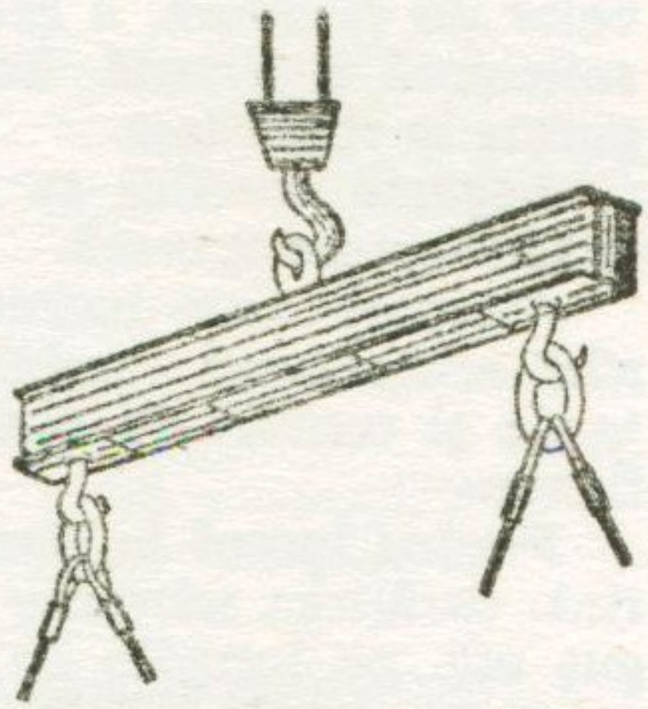


Fig. 12.32. Dispozitiv tip traversă.

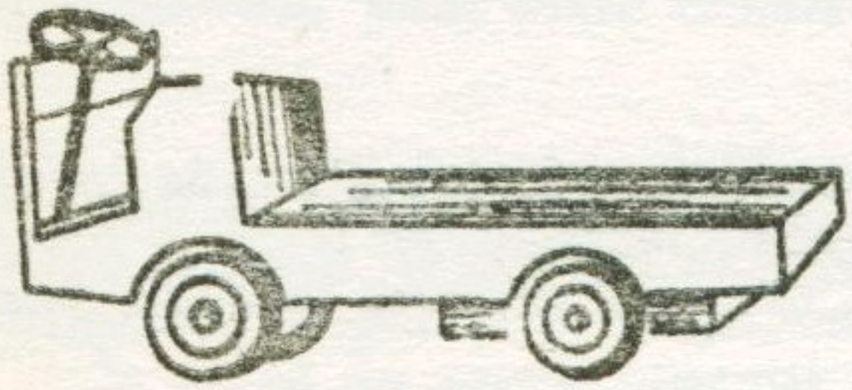


Fig. 12.33. Electrocar.

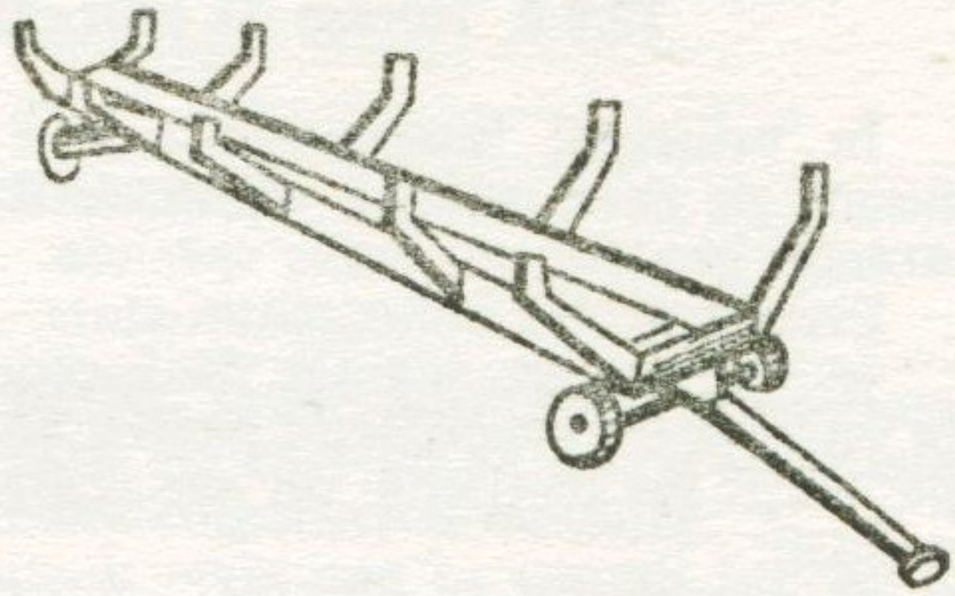


Fig. 12.34. Cărucior.

12.6. NORME DE TEHNICĂ A SECURITĂȚII MUNCII ȘI NORME DE PREVENIRE ȘI STINGERE A INCENDIILOR

12.6.1. Norme de tehnică a securității muncii

Instrucțiunile de protecție a muncii care se referă la folosirea mașinilor și utilajelor de ridicat și transportat se împart pe specialitățile muncitorilor și anume pentru fiecare existînd unele instrucțiuni specifice:

— *lăcătușii,* care lucrează la întreținerea, revizia și repararea părților mecanice ale utilajelor de ridicat-transportat;

— *electricienii,* care lucrează la întreținerea, revizia și repararea echipamentului electric al utilajelor;

— *macaragii,* care lucrează pe aceste utilaje;

— *legătorii de sarcini* și cei ce mînuiesc instalațiile de ridicat cu comandă de la sol.

Pe ansamblu, însă, sînt instrucțiuni general comune.

Pe tot timpul utilizării mașinilor și instalațiilor de ridicat și transportat se verifică, înainte de începerea lucrului, starea echipamentelor, aparaturii electrice, mecanismelor, dispozitivelor și cablurilor de ridicare. De asemenea, se examinează buna funcționare a sistemului de frînare și de siguranță, a sistemului de semnalizare acustică și optică. Se

interzice, desigur folosirea utilajelor, clemelor de strîngere, dispozitivelor de prindere, a cablurilor etc. care sînt deteriorate sau nu prezintă suficientă siguranță. Schelele de lucru trebuie să fie rezistente și asigurate la stabilitate.

Legarea sarcinii se execută numai de legătorii de sarcini autorizați pentru aceste operații.

Montorii care lucrează la înălțime trebuie să fie bine instruiți, să aibă echipament special ca: încălțăminte care nu alunecă, căști de protecție și centuri de siguranță cu care să se lege de elementele definitiv fixate.

Pentru lucrul în timpul iernii trebuie luate măsuri suplimentare cum sînt: curățirea schelelor și scărilor de gheață, presărarea de nisip, rumeguș etc. pe locurile de trecere alunecoase. Locurile de încălzire cu foc nu se vor amplasa lîngă materialele ușor inflamabile.

12.6.2. Norme de prevenire și stingere a incendiilor

În principal instrucțiunile sînt legate de cele specifice locului de muncă pe care utilajul respectiv îl servește, în afara unor prevederi cu caracter general sau unele speciale.

Printre aceste instrucțiuni sînt:

— verificarea, înainte de începerea lucrului, a instalațiilor de lucru de unde se fac racordările pentru alimentare cu instalații de forță — energie, stații de acetilenă, de aer comprimat, care pot provoca incendii prin explozii;

— verificarea instalațiilor electrice sau a celor de alimentare cu combustibil la mașinile și utilajele de ridicare, înainte de începerea lucrului;

— să nu se blocheze căile de acces și perimetrele pe care lucrează utilajele acționate electric;

— executarea reviziilor sau a reparațiilor utilajelor numai de către echipele specializate după scoaterea de sub tensiune a echipamentelor electrice sau de izolare a surselor potențiale de incendii sau explozii;

— interzicerea ducerii sau păstrării în cabina macaralei sau a altor utilaje a oricăror materiale inflamabile sau combustibile.

La manevrarea recipienților (oxigen, acetilenă etc.) precum și a altor materiale nocive, combustibile sau explozive se vor lua măsuri speciale de precauție, manevrarea făcîndu-se numai sub supravegherea unui tehnician de specialitate.

13

CONTROLUL, ÎNCERCAREA ȘI RECEPȚIA CONSTRUCȚIILOR METALICE

13.1. GENERALITĂȚI

Atît în timpul execuției cît și în timpul montajului apare necesitatea unor operații de control și încercări care au ca scop să asigure calitatea lucrărilor efectuate și, în general, calitatea construcției metalice.

În afară de aceste operații de control, efectuate în timpul procesului tehnologic de execuție sau montaj, la terminarea lucrării se face recepția care reprezintă ansamblul operațiilor ce trebuie efectuate și toate documentele ce se întocmesc, în vederea predării unei piese, a unui subansamblu sau a întregii construcții metalice, după realizarea ei.

După caracterul și momentul în care se efectuează, recepția poate fi:

— *recepție provizorie totală,* atunci cînd se referă la întreaga construcție metalică, dar alte considerente recomandă ca recepția definitivă să se facă după un anumit interval de timp de la finalizarea lucrării respectiv în termen de garanție. Asemenea recepții se fac cînd construcția trebuie încercată un timp în exploatare sau cînd, din alte motive, recepția definitivă nu s-a putut efectua imediat după terminarea construcției (de obicei termenul de garanție este de 12 luni de la punerea în funcțiune);

— *recepția definitivă* totală se efectuează cînd întreaga lucrare este terminată și poate fi preluată de beneficiar.

Recepțiile se fac de obicei de specialiști ai beneficiarului, numiți *recepționeri,* sau de comisia de recepție a întreprinderii de uzinare, în prezența delegatului beneficiarului.

Pentru obiectivele mari de construcție, beneficiarul constituie o comisie de recepție care efectuează recepția totală definitivă. Din această comisie fac parte specialiști în diferite domenii, după specificul lucrării recepționate.

Membrii comisiei de recepție sau recepționerul fac recepția lucrării prezentate de executant după un program bine stabilit care precizează toate condițiile de recepție prevăzute în caietul de sarcini al produsului,

efectuînd operații de examinare, operații de verificare, încercări și măsurători.

Examinarea reprezintă operația prin care se verifică aspectul general al lucrării efectuate și acuratețea ei. La examinare se pot stabili și unele defecte ce pot fi depistate ușor cu ochiul liber sau eventual cu unelte simple.

Verificarea este ansamblul de operații prin care se constată dacă lucrarea corespunde proiectului de execuție sau unor condiții impuse și constă din compararea rezultatelor obținute prin măsurători dimensionale sau măsurătorile unor parametri de calitate cu valorile din proiect sau cu toleranțele admise.

Incercarea este operația prin care se determină experimental proprietățile materialelor, lucrărilor sau pieselor și subansamblelor terminate, sub acțiunea unor solicitări bine cunoscute (de exemplu încercările mecanice ale oțelurilor, încercările în construcții etc.). Încercările se fac fie în laboratoare dotate cu mașini speciale de încercări, fie pe șantier. Încercările se efectuează de obicei în următoarele situații:

— la recepția materialelor, la recepția unor piese sau lucrări de construcții finalizate în urma execuției sau prin montaj (încercările metalelor, încercări în construcții etc.);

— la terminarea unei faze importante din procesul tehnologic (încercări de presiune, încercări de funcționare etc.);

— la verificarea unor construcții din exploatare, afectate de sarcini excepționale (exemplu: baraje, poduri, după cutremur);

— la semnalarea unor defecte apărute la o construcție din diferite cauze, defecte ce pot periclita siguranța construcției;

— la revizii și verificări periodice;

— la cercetări științifice, cu scop experimental;

— în cazuri speciale (încercarea în *SITU*, prin încercări statice, a construcțiilor de destinație specială: săli de spectacole, muzee etc.).

Calitatea produselor fabricate în întreprinderile constructoare se urmărește de organele de control intern, atît în timpul execuției pieselor (control interfazic), cît și la terminarea lor sau după montaj (control final).

Ca și recepția, controlul se efectuează prin examinare, operații de verificare și încercări.

Pentru produsele ce necesită încercări speciale (de presiune, încercări sub sarcină etc.) controlul final se face după încercarea finală (exemplu: cazane, recipiente etc.).

Intreprinderea constructoare garantează calitatea elementelor fabricate. Garanția atestă că piesa (subansamblul) a fost confecționată din materialele și în condițiile prevăzute de proiect și că ea corespunde condițiilor tehnice prevăzute în standard sau norme.

13.2. RECEPȚIA MATERIALELOR

Recepția materialelor achiziționate pentru fabricație urmărește, pe baza examinării, măsurării și certificatelor de calitate, să verifice dacă ele corespund prescripțiilor standardelor și normelor sau condițiilor de

livrare impuse prin contact din punct de vedere dimensional, al compoziției chimice și al condițiilor mecanice și tehnologice. Materialul primit se recepționează de controlorii depozitului, verificîndu-se aspectul (laminatele să aibă suprafețe netede, curate, fără băşici, zgură, oxizi, exfolieri, crăpături, stratificări, lipsuri de material etc.). În acest sens se consultă și certificatele de calitate ale materialelor, emise de întreprinderea furnizoare a materialului, și se efectuează o confruntare dimensională a materialului situat în depozit, de cele înscrise în documentele de livrare și transport.

Laminatele cu defecte exterioare ca: aşchii, crăpături, suprapuneri, lipsuri de material, incluziuni nemetalice etc., vor fi refuzate dacă depășesc abaterile admise.

Pentru materialele însoțite de certificat de calitate din partea întreprinderii furnizoare nu este necesar să se facă la întreprinderea constructoare încercări pentru determinarea calității lor.

În cazul cînd lipsesc certificatele de calitate sau cînd certificatele nu conțin toate elementele cerute prin comandă sau prin condițiile proiectului, sau cînd există dubiu asupra exactității datelor prezentate, se vor face la întreprinderea constructoare încercările necesare determinării calității materialului.

În atelierele de debitare, unde se debitează centralizat toate laminatele necesare confecționării construcției metalice, controlul constă în verificarea materialelor (dimensională, a fețelor tăiate și marcarea calității oțelurilor pe elementele tăiate).

13.3. CONTROLUL CONSTRUCȚIILOR METALICE NITUITE

Înainte de operația de nituire se verifică aspectul și dimensiunile găurilor de nit, depărtarea găurilor de margine, distanța între găuri și operația de alezare a găurilor.

După nituire se face controlul niturilor bătute prin verificare aspectuală, măsurarea diametrului capului, verificarea strîngerii niturilor.

Se verifică, în mod special, racordarea marginilor găurilor la capetele nitului. Lipsa acestor racordări produce concentrări de eforturi mari în tijă la legătura cu capul și provoacă retezarea nitului. Nu se admit nituri care prezintă defecte ce conduc la apariția în tija nitului a unor eforturi suplimentare ce slăbesc îmbinarea (umplerea incompletă a găurii de nit, deformări mari ale capului, spațiu între capul nitului și piesă etc.). De asemenea, este interzisă ștemuirea nitului, în scopul ascunderii defectelor apărute din cauza unei nituiri greșite.

Operația de control a niturilor se înscrie pe o fișă de nituire care conține defectele nituirii și remedierea lor.

13.4. CONTROLUL CONSTRUCȚIILOR METALICE SUDATE

Cum pregătirea și asamblarea pieselor în vederea sudării influențează în mare măsură calitatea îmbinărilor sudate, controlul în secție începe chiar în aceste faze. Defectele ce apar la cusăturile sudate sînt greu de

înlăturat și au uneori efecte mai grave, în special la construcțiile metalice supuse unor acționări dinamice importante (exemplu: macarale, poduri rulante etc.).

Controlul construcțiilor metalice sudate constă în:

— verificarea calității materialelor folosite la sudură (electrozi, sîrmă de sudură, flux etc.);

— verificarea pregătirii pieselor și asamblarea lor în vederea sudării;

— verificarea calității sudurii;

— verificarea și încercarea cordoanelor de sudură.

Verificarea și încercarea cordoanelor de sudură se fac prin:

— verificarea defectelor exterioare (examinare exterioară);

— verificarea cotelor sudurii;

— controlul prin ciocănire;

— controlul prin găurire;

— verificarea prin încercări pe epruvete a metalului de adaos și a cordoanelor de sudură (încercări distructive);

— verificarea prin mijloace de cercetare (control nedistructiv);

— încercarea la etanșeitate (la unele construcții speciale: recipiente, cazane etc.);

— încercarea la presiune.

Examinarea exterioară. Urmărește ca printr-o observare atentă cu ochiul liber sau cu lupa a cordoanelor de sudură să se depisteze defectele vizibile ale sudurii. În vederea verificării, se înlătură zgura și se curăță cordoanele de sudură cu perii de sîrmă. Prin examinarea exterioară se pot stabili cu destulă precizie, defecte ca: cusătură neuniformă, cusătură deplasată, porozități exterioare, zgură între straturi, lipsuri, cratere, crestături marginale, scurgeri de metal, nepătrunderi, fisuri etc.

Verificarea cotelor sudurii. Aceasta se face cu rigla, șablonul sau șublere speciale.

Controlul prin ciocănirea sudurii. Se face în scopul verificării calității sudurii și reducerii tensiunilor din piesă (la cald și la rece). Ciocănirea contribuie la dispersarea tensiunilor și se face cu un ciocan de 10 N.

La ciocănire, sudura de bună calitate trebuie să aibă un sunet metalic clar.

Găurirea de control. Se face cu un burghiu special sau o freză într-o zonă care să cuprindă și materialul de bază.

Găurirea se face la cererea controlului sau a recepționerului, cel mult o gaură de 20 m cordon de sudură, și anume în porțiunile unde au apărut mai multe defecte pe cordon.

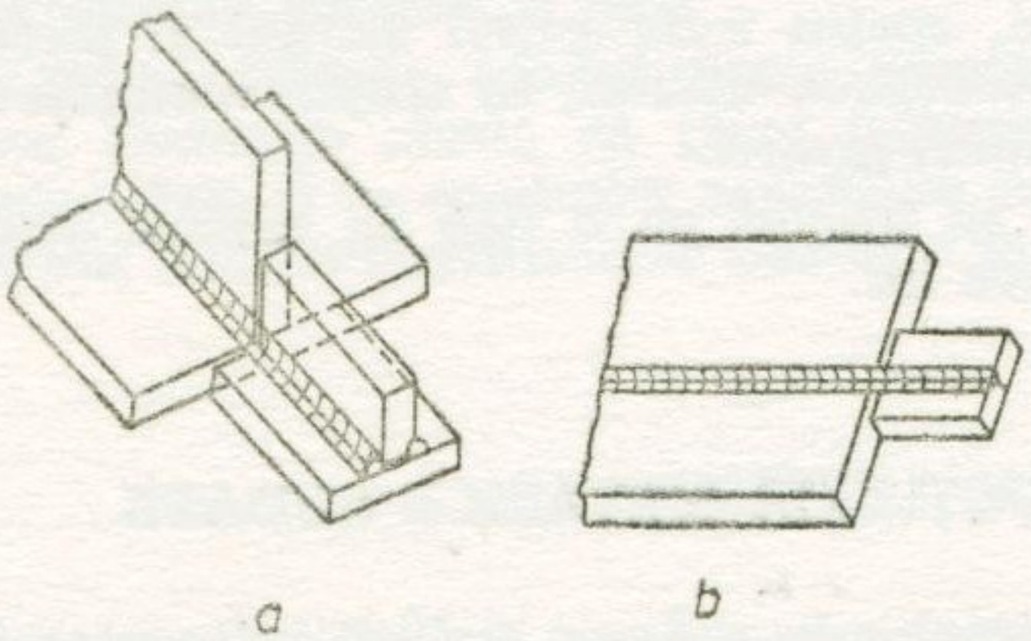


Fig. 13.1. Sudarea plăcilor de control:
a — sudură în colț; *b* — sudură cap la cap.

Încercările distructive ale sudurii. Se execută pe epruvete prelevate din probele tăiate din îmbinare, din plăci (piese) de control sudate în continuarea cordoanelor și în aceleași condiții și confecționate din același material de bază (fig. 13.1) sau din piese de probă confecționate separat și sudate în aceleași condiții (metal de bază, metal de adaos, regim de sudare etc.).

Se fac plăcuțe de control pentru cordoane longitudinale și pentru cordoane transversale: ele trebuie să aibă asemenea dimensiuni încît să se poată preleva dintr-o plăcuță mai multe epruvete (de probă, contraprobă martor).

Epruvetele prelevate sînt tratate termic, apoi prelucrate, după care se încearcă în laboratorul de încercări mecanice.

Pentru încercările metalului depus, epruvetele se prelevează din probe de depuneri ale metalului de adaos pe tablă (fig. 13.2, *a*), între table de cupru sudate cap la cap (fig. 13.2, *b*), în forme de cupru sau între tablă cu placa suport (fig. 13.2, *c*), conform STAS 7356/1—80.

Încercările asamblărilor sudate în colț se specifică în documentația tehnică a produsului, precizîndu-se elementele de construcții controlate, intervalele de timp pentru încercări etc.

Ca și la sudurile cap la cap, epruvetele sînt prelevate din asamblare, din piese apendice sau din piese executate separat pentru încercări. Ele se tratează termic (dacă îmbinarea sudată a fost tratată termic) și apoi se prelucrează prin așchiere.

Încercări nedistructive. Calitatea asamblărilor sudate determinate numai pe baza examinării exterioare și a încercărilor distructive nu este totuși suficient de concludentă.

În cordoanele de sudură pot să mai fie unele defecte interioare (ascunse) care nu s-au putut depista și pot conduce la periclitarea siguranței construcției metalice.

Pentru stabilirea acestor defecte ascunse se folosesc metode de cercetare nedistructive ca:

— controlul radiografic al îmbinărilor sudate cu radiații X sau γ;
— încercări electrice și magnetice;
— defectoscopie ultrasonică.

Controlul radiografic cu raze X se face cu ajutorul radiațiilor X produse de aparate cu tuburi electronice.

Această metodă se bazează pe proprietatea radiațiilor X (cu lungime de undă mică și frecvență foarte mare) de a pătrunde prin metale, fiind mai mult sau mai puțin absorbite pe drum după cum întîlnesc sau nu defecte în piesa controlată.

Pentru controlul sudurilor se emite un fascicol de radiații X, care trece prin îmbinarea sudată și impresionează o placă fotografică (filtru) așezată în partea cealaltă a sudurii (fig. 13.3).

Controlul cu radiații γ. Deoarece aparatele Roentgen sînt mai greoaie și necesită laboratoare speciale, s-a trecut la controlul îmbinărilor sudate cu radiații γ, date de o sursă radioactivă (Cobalt, Cesiu, Iridiu).

Instalația are dimensiuni mici și se pretează la controlul pe șantier sau în secțiile de lucru. Are însă productivitate mică și o sensibilitate redusă a clișeelor, de aceea nu permite depistarea defectelor mai mici de 5—10% din grosimea piesei.

Controlul cu radiații γ se face în același fel ca și cu raze X.

Defectoscopia ultrasonică. Undele ultrasonice sînt oscilații elastice cu o frecvență mai înaltă decît limita superioară a undelor acustice percepute de urechea omului (peste 20 000 Hz).

Controlul cu ajutorul ultrasunetului se bazează pe permeabilitatea mică a golurilor și incluziunilor nemetalice la acțiunea ultrasunetului, în comparație cu permeabilitatea mare a metalului, precum și pe proprietatea de reflectare a ultrasunetului cînd atinge suprafața de separare

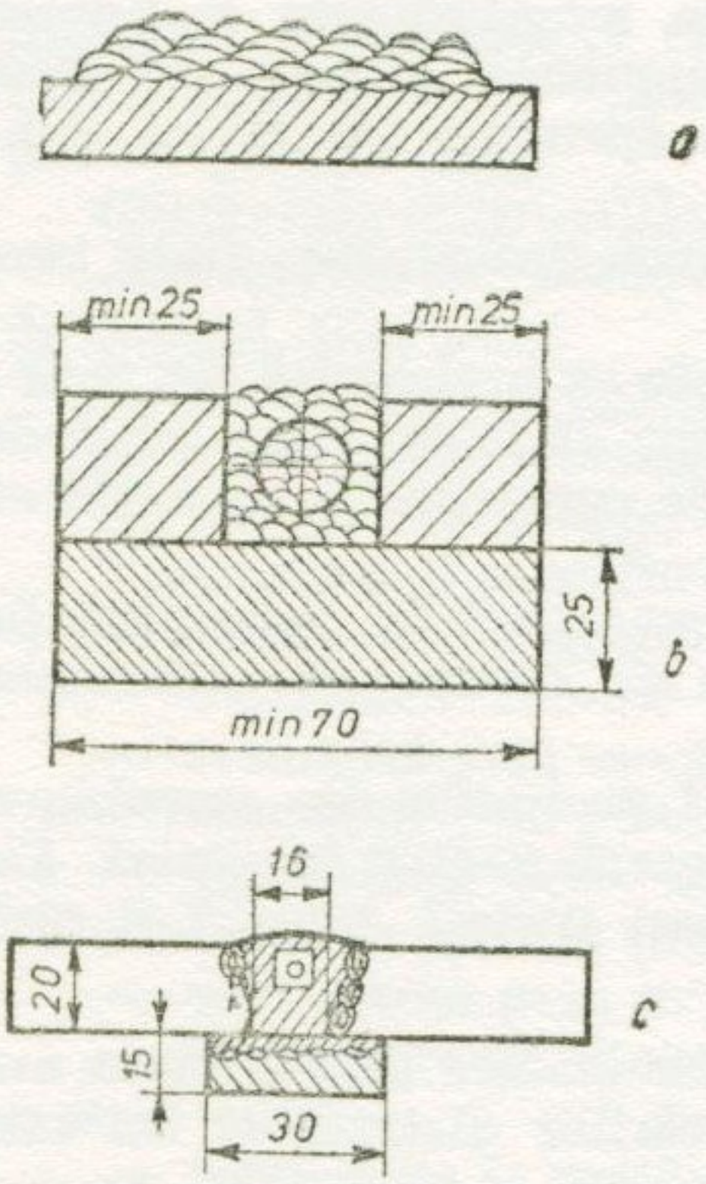


Fig. 13.2. Epruvete de control.

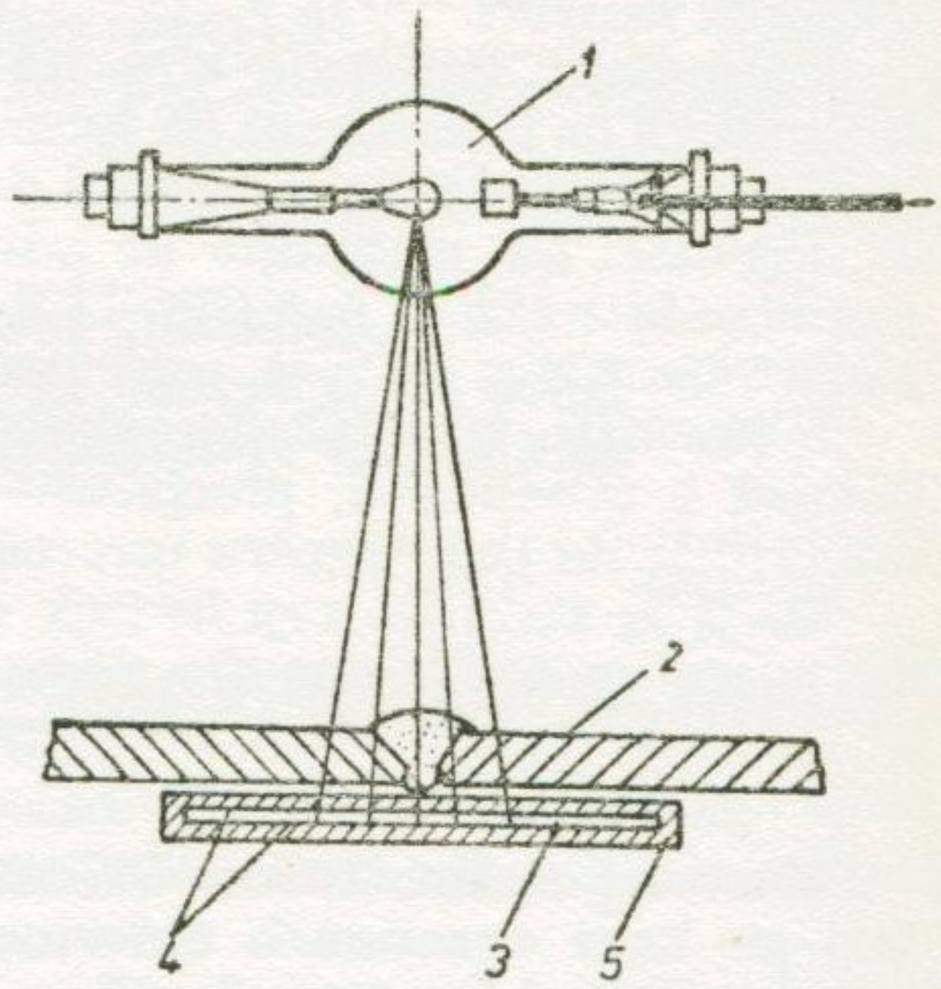


Fig. 13.3. Schema radiografierii îmbinărilor sudate:

1 — tub Roentgen; *2* — piesă sudată; *3* — film; *4* — foiță amplificatoare; *5* — casetă.

a două medii diferite. Controlul constă în emiterea de către un cristal (traductor) emițător a unui fascicul de oscilații ultrasonice care, pătrunzînd în sudură și întîlnind zone cu defecte, este reflectat de către cristalul (traductorul) receptor.

Încercări electrice și magnetice. Metoda se bazează pe faptul că defectele interioare ale sudurilor opun o rezistență mai mare la trecerea unui curent electric sau flux magnetic.

13.5. PROBE ȘI RECEPȚIA FINALĂ, PREDAREA CONSTRUCȚIEI

În afară de controlul efectuat pe parcursul procesului de producție, construcțiile metalice se verifică:
— la recepție în întreprinderea furnizoare;
— pe șantierul de montaj;
— la recepțiile parțiale pe șantier;
— la recepția finală.

13.5.1. Recepția în întreprinderea furnizoare

La sfîrșitul uzinării, elementele construcției metalice se predau nevopsite la secția de montaj, unde se execută asamblarea sau, eventual, montarea de probă și de unde se face recepția de către serviciul C.T.C. al întreprinderii sau cu delegatul recepționer al beneficiarului.

Cu această ocazie se verifică construcția metalică, ca aspect general, se verifică dimensiunile subansamblurilor și ansamblurilor, îmbinările (calitatea nituirii sau sudurii, montarea elementelor în îmbinare, strîngerea pieselor), poansoanele sudorilor (autorizați) și marcajul în vederea asamblării pe șantier.

13.5.2. **Verificări pe șantier, recepții parțiale, încercări și recepția finală**

Pe șantierul de montaj se verifică:

— starea subansamblurilor după transport și depozitarea pe șantier;

— aspectul primului strat de vopsea dat în întreprinderea constructoare;

— alezarea găurilor (pentru construcții nituite), dacă operația de alezare s-a făcut pe șantier;

După montaj se face încercarea construcției și recepția ei.

Încercările prevăzute de proiectant se fac înainte de recepția finală. Uneori se fac încercări și după darea în exploatare a construcției (la sporiri de sarcini de exploatare sau la apariția unor defecte).

După recepție, construcția se ia în primire de beneficiar, încheindu-se de comisia de recepție, procesul verbal de recepție cu rezultatul verificărilor și acceptarea construcției la recepție.

14

REVIZIA ȘI ÎNTREȚINEREA CONSTRUCȚIILOR METALICE

14.1. GENERALITĂȚI

Pentru o bună comportare în exploatare și în condiții de siguranță, o construcție metalică trebuie să fie supravegheată tehnic, pe toată durata de exploatare, pentru a-și menține în timp calitatea. Buna comportare a construcției se realizează prin efectuarea întreținerii curente și a reviziilor necesare, pe toată durata de exploatare, care sînt necesare pentru depistarea și înlocuirea defectelor ce ar pune în pericol siguranța construcției.

Prin natura lor, construcțiile metalice sînt supuse în general efectului de coroziune, intensitatea ei fiind mai mare sau mai mică după natura mediului în care lucrează construcția. Efectul coroziunii este diminuat prin acoperiri de protecție. Distrugerea stratului protector în unele zone conduce la apariția unor defecte dăunătoare siguranței construcției.

Defectele mai pot apărea însă și datorită altor cauze (vibrații, supraîncărcări cu praf, zăpadă etc., cutremure, inundații, incendii și altele).

Prevenirea, depistarea și înlăturarea defectelor pe timpul exploatării necesită o supraveghere tehnică foarte atentă cu efectuarea unor operații de întreținere curentă.

14.2. REVIZII, ÎNTREȚINERE, REMEDIERI

14.2.1. **Întreținerea curentă**

Supravegherea tehnică continuă a construcțiilor metalice se face de personalul de întreținere destinat în acest scop și poartă numele de *întreținere curentă*.

În acest sens, echipele de întreținere examinează cu atenție părțile vizibile ale construcției și înlătură unele defecte constante. Deteriorările mai mari ce nu pot fi remediate de echipele de întreținere, prin mijloace

proprii, se semnalează conducerii și se iau imediat măsuri pentru prevenirea accidentelor.

Cu o deosebită atenție se supraveghează îmbinările cu buloane, nituite sau sudate (pentru a se preîntîmpina slăbirea lor) și elementele supuse la încercări dinamice (căi rulante, poduri rulante, macarale etc.), unde un defect mic poate să se dezvolte repede datorită solicitării.

Cu ocazia executării operațiilor de întreținere se verifică elementele, se întăresc îmbinările slăbite (eventual prin completarea cordonului de sudură sau prin înlocuirea unor șuruburi sau nituri) și se reface stratul protector (de vopsea) la părțile afectate.

Operațiile de întreținere periodică curentă se execută după un program bine stabilit.

Intervalul de timp între două revopsiri complete este ales în așa fel încît construcția să fie cît mai puțin afectată de coroziune. Mărimea intervalului depinde de natura construcției și de mediul în care se află sau lucrează ea.

În condițiile climatului țării noastre, pentru construcțiile metalice situate în aer liber, revopsirea se face după 6—8 ani, iar pentru cele situate în condițiile de climat marin, revopsirea se face la 2—3 ani.

În unele situații, cînd mediul este puternic coroziv (cazul unor construcții ce lucrează în medii chimice) intervalul poate fi și mai scurt, în funcție de intensitatea procesului de coroziune. În cazul construcțiilor situate lîngă depouri de cale ferată sau combinate siderurgice, revopsirea se face după 4—5 ani. La poduri, revopsirea se face cu ocazia reviziilor speciale.

Există unele construcții metalice a căror supraveghere este reglementată prin instrucțiuni speciale. Este cazul instalațiilor sub presiune (cazane, recipiente, conducte etc.) a instalațiilor de ridicat și transportat (poduri rulante, macarale, ascensoare etc.).

De regulă, toate construcțiile metalice care prezintă în timpul exploatării pericolul de accidentare a personalului care le exploatează au instrucțiuni speciale de supraveghere tehnică și de exploatare.

Producerea unor accidente sau avarierea construcției, datorită nerespectării acestor instrucțiuni, atrag sancțiuni penale sau administrative și suportarea de către vinovați a pagubelor respective.

14.2.2. **Revizii curente**

Reviziile curente se fac la termene precise, de către personalul de întreținere numit de administrația unității care exploatează instalația, după un plan bine stabilit. Se mai fac revizii curente și după accidentarea construcției metalice, după cutremure, spargeri de conducte etc.

Reviziile curente urmăresc:

— starea generală a construcției;

— eventuale defecte ca fisuri, crăpături, elemente ruginite etc.;

— degradări datorită slăbirii niturilor sau șuruburilor de îmbinări, fisuri la sudură etc.;

— etanșarea și scurgerea fluidelor;

— eventuale tasări de fundații, datorită apelor sau datorită unor supraîncărcări;

— deformații inadmisibile;

— starea lucrărilor auxiliare aferente construcției;

— starea materialului lemnos din construcție (în caz că există bănuiala putrezirii în interior, se dau găuri cu un burghiu pentru lemn pentru verificare);

— starea suprafețelor vopsite și dacă nu s-au format pungi de colectare a apei, care pot influența starea stratului protector.

— starea de funcționare a instalațiilor aferente și dacă sînt afișate instrucțiunile de exploatare a lor.

La poduri se verifică în plus:

— dacă este asigurată libera funcționare a reazemelor, articulațiilor, rosturilor de dilatare;

— starea piloților;

— starea lucrărilor de apărare a malurilor;

— starea îmbrăcămintei și a rosturilor de deformare;

— dacă la capetele podului sînt montate indicatoare de circulație privind încărcarea maximă permisă pentru vehiculele ce trec pe pod.

14.2.3. **Revizii periodice**

Revizia periodică se efectuează, de asemenea, de o comisie numită de administrația respectivă, la intervale de timp fixate (cel puțin de două ori pe an), și constă în examinarea sistematică și atentă a construcției în ansamblu și pe părți componente pentru a constata dacă s-au ivit cumva defecte care ar putea periclita rezistența construcției.

În afară de termenele stabilite prin plan, se mai fac revizii periodice în primele 6 luni după darea în exploatare, în caz de accidente, după cutremure, explozii, supraîncărcări, alunecări de teren, incendii, inundații etc.

În timpul reviziei periodice, în afara obiectivelor urmărite la reviziile curente, se mai verifică:

— dacă încărcările corespund celor prevăzute în proiect (la revizia făcută în primele 6 luni după darea în exploatare);

— dacă îmbinările cedează;

— dacă au apărut deformații anormale în anumite elemente ale construcției;

— starea căii de rulare, pentru poduri rulante și macarale;

— tasări neegale în reazeme, tasări ce pot schimba distribuția eforturilor în sistemul static al construcției;

— pentru poduri de trecere, se va face măsurarea albiei, urmărindu-se modificările în profilul albiei.

Dacă în timpul reviziei se constată anumite defecte, ele se semnalează unității de întreținere, iar rezultatul reviziei se face în cartea construcției.

14.2.4. **Revizii speciale**

Reviziile speciale se execută de către o comisie specială desemnată de administrația respectivă.

Aceste revizii se fac pentru stabilirea capacității portante a construcției, pentru verificarea stării generale și în caz de avarii grave, cînd construcția prezintă indicii că nu ar mai fi corespunzătoare.

Prima revizie specială se face înainte de expirarea termenului de garanție, care se stabilește conform prescripțiilor în vigoare. Celelalte revizii speciale se fac la termenele stabilite de beneficiarul construcției.

Rezultatele reviziei speciale se trec într-o fișă ce conține constatările pentru toate părțile principale ale construcției și propunerile comisiei. Atunci cînd din verificări rezultă o capacitate portantă insuficientă, se prevede consolidarea elementelor amenințate. Cîteodată este nevoie să se limiteze încărcarea construcției la o sarcină sub cea prevăzută în proiect.

La poduri se pot stabili restricții atît în ceea ce privește încărcarea maximă, cît și viteza de circulație pe pod.

14.2.5. **Constatarea defectelor**

Defectele mai des întîlnite la revizii și întreținerea curentă se pot grupa în:

— defecte datorate concepției, execuției sau montajului care au scăpat observației la recepția construcției sau care, inițial, s-au încadrat în toleranțele admise dar ulterior s-au dezvoltat datorită altor cauze;

— defecte noi apărute în timpul exploatării.

Depistarea acestor defecte se face uneori ușor, fiind foarte vizibile, alteori însă descoperirea unui defect se face anevoios fiind necesare anumite măsurări cu aparate, sau anumite informații culese de la personalul care activează în incinta construcției și care prin activitatea sa a putut să-și dea seama de apariția unor fenomene anormale în timpul exploatării ca: denivelări, funcționarea defectuoasă a podurilor rulante, vibrații sau zgomote anormale etc.

În asemenea situații, se înlocuiesc uneori și piese care, la studierea aspectului exterior, sînt bune, dar au fost solicitate la oboseală și, prin urmare, distrugerea lor se va produce sub efortul maxim pentru care au fost calculate.

14.2.6. **Remedierea defectelor**

Remedierea defectelor mici se face chiar de echipele de întreținere, o dată cu efectuarea operațiilor de întreținere curentă.

Dacă defectele sînt mai însemnate, remedierea lor se face prin reparații curente, iar dacă sînt importante se iau măsuri pentru executarea lor pe baza unui deviz și a unui proiect aprobat de conducerea administrației respective.

Reparațiile mari și consolidările se încredințează de regulă unor întreprinderi specializate de construcții atunci cînd unitatea beneficiară a construcției nu dispune de o unitate de întreținere bine organizată sau cînd lucrările sînt complexe sau au un volum prea mare.

14.2.7. **Executarea reparațiilor curente**

Reparațiile care se execută mai frecvent la construcțiile metalice sînt:

— repararea cordoanelor de sudură sau înlocuirea niturilor slăbite și completarea celor lipsă;

— aplicarea de eclise pe partea degradată a pieselor;
— îndreptarea deformațiilor locale ale pieselor;
— eclisarea pieselor fisurate sau crăpate;
— înlocuirea pieselor mici degradate.

În cazul îmbinărilor slăbite se înlocuiesc niturile defecte. Nitul nou pus în locul unui nit vechi trebuie să strîngă perfect piesele îmbinate. În acest scop, nitul nou care se bate trebuie să fie încadrat fie între două nituri bune, fie între două buloane bine strînse, fie între un nit bun și un bulon bine strîns.

Dacă în construcție apar vibrații mari care ar putea scoate dornurile din găuri, în timpul reparației, se introduc restricții ce sînt afișate vizibil.

Barele cu deformații locale se încadrează prin ciocănire la rece, cu contra sprijinire pe timpul operației de îndreptare.

Nu se îndreaptă deformațiile mici care nu au influențe asupra stării constructive, în schimb deformațiile pronunțate care influențează rezistența sau stabilitatea construcției trebuie îndreptate neapărat așa fel încît piesa să lucreze după îndreptare normal.

Piesele mici (gusee, elemente de solidarizare etc.) la care s-au constatat defecte ce nu mai permit îndeplinirea rolului lor în condiții bune se înlocuiesc. Înlocuirea nu se va face dacă necesită distrugerea cordonului de sudură sau scoateri de nituri de rezistență din piese importante sau dacă elementul ce trebuie scos asigură o altă piesă principală contra flambajului.

Dacă într-o porțiune dintr-o bară, datorită unei degradări (crăpături, reducere de secțiune prin ruginire, îndoire etc.), rezistența barei a scăzut mult și nu se mai poate conta pe ea, piesa se repară prin așezarea unei eclise pe partea degradată. Eclisa restabilește continuitatea barei în zona periclitată și are rolul de a transmite eforturile între cele două părți ale piesei. Dimensiunile eclisei, numărul șuruburilor sau niturilor de eclise sau dimensiunile cordonului de sudură se stabilesc în funcție de efortul ce trebuie transmis.

Pentru piesele crăpate, eclisa trebuie să preia în întregime tot efortul din piesă și se calculează ca atare. După caz, eclisarea se poate face cu platbandă sau cu corniere (fig. 14.1).

În funcție de situație, eclisarea se face pe partea degradată sau pe cealaltă și uneori pe amîndouă (la piesele mari de rezistență).

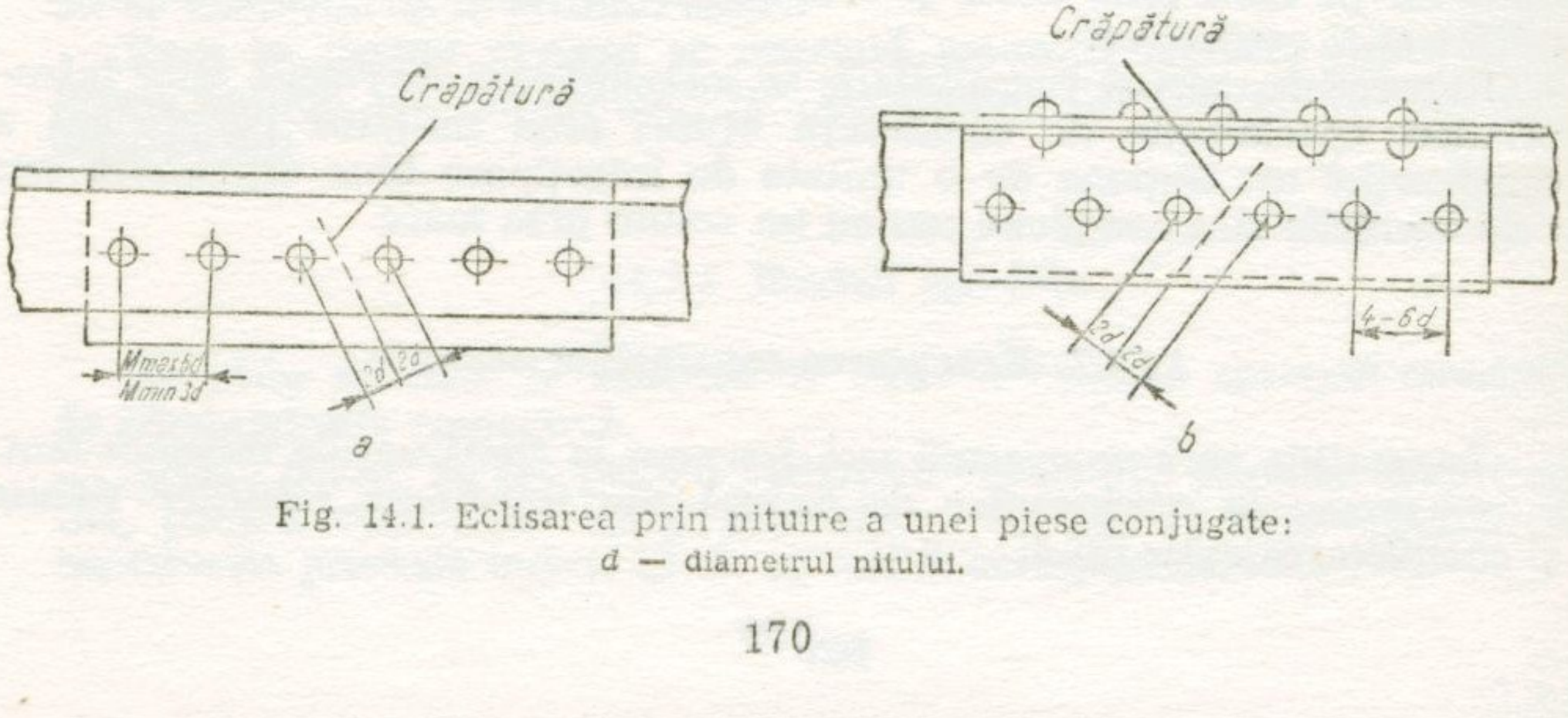


Fig. 14.1. Eclisarea prin nituire a unei piese conjugate:
d — diametrul nitului.

La piesele cu deformații locale, niturile de rezistență la eclisare vor fi în afara zonei deformate, iar dacă în urma îndreptării a rămas totuși un spațiu mic între piese, acesta se va chitui după terminarea eclisării.

Părțile atacate de rugină se curățâ cu peria de sîrmă, se înlătură grăsimile și impuritățile prin spălare cu sodă caustică și apoi se vopsesc cu un strat de miniu de plumb. Dacă nu este prevăzută în același an revopsirea generală a construcției, se completează atunci și celelalte două straturi de vopsea pe piesă (alb de zinc sau vopseaua prevăzută în proiect).

14.3. EXECUTAREA REPARAȚIILOR MAI MARI LA PIESE IMPORTANTE

Astfel de reparații se fac numai pe baza unui proiect aprobat de unitatea beneficiară a lucrării și de unitatea ce execută reparația.

Corectarea unor mari defecte se face mai ușor dacă chiar proiectul de execuție inițial a prevăzut asemenea situații și soluții.

Astfel, denivelările diferențiate ale grinzilor căilor de rulare, datorate tasărilor, se corectează prin ridicarea grinzilor. Dacă după ridicarea lor nu rămîne spațiu suficient pentru manevrarea podului rulant se ridică și unele elemente ale acoperișului halei. Dacă, în urma tasărilor, grinzile s-au deplasat lateral, acestea se aduc în poziția corectă.

Soluția de reparare trebuie să permită podului rulant o funcționare anormală, fără a solicita suplimentar elementele căii de rulare.

Uneori, procesul tehnologic de execuție al unei reparații poate cere descărcarea de eforturi a elementului ce se repară și a altor elemente sau poate cere descărcarea de efort a întregii grupe sau părți a construcției metalice. În acest caz, proiectul de reparație va conține toate măsurile pentru realizarea acestui lucru (calcule, soluții constructive, reazeme sau susțineri ajutătoare etc.) și toate măsurile pentru asigurarea condițiilor de siguranță ale întregii construcții.

Cele mai obișnuite operații în cazul reparării defectelor mari la piesele principale sînt:

— eclisarea crăpăturilor grinzilor cu inimă plină;

— eclisarea pieselor deteriorate, care necesită scoaterea unor nituri de rezistență;

— îndreptarea pieselor principale, deformate;

— înlocuirea barelor deteriorate.

Piesele principale de rezistență, fisurate sau crăpate, vor fi neapărat eclisate. Se limitează însă mai întîi crăpăturile prin găuri de diametru mic (3—4 mm) date la capetele crăpăturii. Eclisarea se face de regulă pe ambele părți.

Reparațiile mici sau mai mari ale construcțiilor nituite se pot face și prin sudare. În acest caz, cînd construcția a fost nituită, este neapărat necesar a se verifica stabilitatea oțelurilor pieselor ce urmează a fi reparate.

Reparațiile importante se vor face numai pe baza unui proces tehnologic bine studiat, pentru a nu se introduce prin sudură eforturi suplimentare în unele elemente ale construcției.

Sudurile executate incorect au efecte nefavorabile. Cordoanele de sudură care se intersectează sau se apropie prea mult unele de altele dau naștere la stări de eforturi plane, cu o reducere sensibilă a calităților plastice și cu tendințe de rupere fragilă. Sînt numeroase cazurile de apariție a unor fisuri în guseuri la care barele au fost incorect sudate. Normele prescriu ca două cordoane de sudură de grosime obișnuită să nu fie apropiate între ele mai mult de 20 . . . 30 mm.

Starea de eforturi spațiale este foarte periculoasă, deoarece în acest caz chiar oțelurile calmate pot prezenta ruperi fragile.

Operația de sudare conduce practic la apariția unor eforturi remanente, fapt care nu poate fi evitat în totalitate; se impune însă evitarea stărilor de eforturi plane și spațiale, urmărindu-se menținerea calităților elastice ale îmbinărilor. La îmbinările care nu și-au pierdut calitățile elastice, efectul eforturilor remanente este considerat mai redus.

La îmbinarea barelor prin suduri în adîncime trebuie luate măsuri ca deformațiile care apar în urma răcirii sudurii să se poată dezvolta în măsură suficientă, pentru a evita apariția unor eforturi interne mari.

Repararea se execută prin sudură electrică, cu luarea măsurilor speciale de securitate.

Îndreptarea pieselor mari, principale, se face la cald, prin încălzire cu flacără oxiacetilenică și ciocănire. Piesele trebuie să fie sprijinite. Se iau, de asemenea, măsuri pentru evitarea incendiilor.

Barele deteriorate se înlocuiesc. Tăierea și scoaterea piesei din subansamblu nu se face decît după ce piesa a fost descărcată de eforturi prin luarea unor măsuri speciale (înlocuirea provizorie a ei cu o altă piesă ce preia eforturile din bara ce se înlocuiește, sau o schelă de sprijinire a întregului subansamblu).

15

EXEMPLE DE CONSTRUCȚII METALICE

Construcțiile metalice în țara noastră au înregistrat, înainte de naționalizarea principalelor mijloace de producție — care a creat premisele necesare trecerii la industrializarea socialistă a țării — unele realizări, în special în domeniul podurilor de cale ferată.

Extinderea comunicațiilor pe căile ferate și mai apoi pe căile rutiere a impus construirea de poduri cu deschideri din ce în ce mai mari, capabile să suporte sarcini mobile mari. Printre lucrările mari de poduri metalice, executate în secolul trecut, este și podul peste Dunăre, realizat după proiectul inginerului român Anghel Saligny (1854—1925).

Podul principal peste Dunăre are o deschidere centrală de 190 m și două deschideri laterale de 140 m.

Este de amintit de asemenea că, în anul 1880, celebrul inginer francez Eiffel, constructorul turnului din Paris ce-i poartă numele, a elaborat proiectul hotelului „TRAIAN" din Iași, a cărui construcție s-a terminat în anul 1882 și a cărui întreagă execuție este realizată pe schelet metalic, ceea ce i-a asigurat o durabilitate deosebită.

Tot în această perioadă se dezvoltă construcțiile metalice de rezervoare de apă, de petrol și de gaz aerian și încep să apară podurile rulante și macaralele mobile electrice, precum și scheletele metalice pentru clădiri mari. Astfel, în primele patru decenii ale secolului nostru, printre construcțiile deosebite au fost realizate: funicularul cu 207 stîlpi metalici de la Întreprinderea de Hîrtie din Bușteni în anul 1908, estacada pentru silozurile din Portul Constanța în anul 1909, halele industriale din București și din Brăila prin anii 1925—1930, apoi schelele metalice pentru construcții edilitare în București, ca Palatul Telefoanelor, Palatul C.F.R sau Halele Obor.

Industrializarea socialistă a țării noastre, deschizînd calea marilor construcții, a pus noi și numeroase probleme proiectanților și constructorilor la ridicarea măreților edificii. Dezvoltarea în ritm susținut a industriei noastre socialiste a impus nu numai creșterea și reîmprospătarea mijloacelor de producție, ci și asigurarea executării rapide și economice a halelor și depozitelor industriale, a podurilor și viaductelor, a complexelor energetice cu liniile de transport, a tuturor construcțiilor din ramurile industriale.

Ținînd pasul cu tehnica modernă, constructorii români dau dovadă de mult elan, elaborînd în institutele de proiectări și de cercetare cele mai noi metode și procedee de lucru cu aplicabilitate practică în pro-

ducție. Astfel s-au executat construcții metalice interesante la numeroasele linii pentru transportul energiei electrice și la centralele termoelectrice.

Pentru exploatările miniere și petroliere s-au proiectat tunuri de extracție metalice, silozuri și turle pentru sonde de tip cu totul nou. S-au executat conducte metalice cu lungimi foarte mari, cu treceri peste rîuri, pentru transportul gazelor naturale și al gazelor de sonde. Clădirea Casei Scînteii are unele părți cu schelet metalic. Pentru combinatele siderurgice, s-au proiectat și executat construcții metalice pentru hale de mare suprafață, construcții pentru furnale, pentru cocserii, oțelării, laminoare-bluming, estacade etc.

În domeniul construcțiilor metalice rutiere, dintre cele mai deosebite se remarcă podurile construite peste Dunăre, cel de la Giurgiu — Podul Prieteniei și cel de la Giurgeni — Vadul Oii și podurile dunărene Feteşti-Cernavodă pentru transporturi rutiere și de cale ferată.

Podul Prieteniei, proiectat și executat în decurs de doi ani, prin colaborarea inginerilor și tehnicienilor din mai multe țări prietene inaugurat în anul 1954, este un pod combinat pentru cale ferată și șosea, șoseaua fiind situată la partea superioară. Podul are la partea centrală deschideri de 160 m, iar la capete deschideri de 80 m, fiind prelungit cu viaducte cu grinzi metalice. La mijloc, podul are o deschidere de aproximativ 86 m, care se poate ridica cu circa 10 m, pentru a permite trecerea navelor înalte. Lungimea totală a podului este de 2 200 m.

Podul de la Giurgeni — Vadul Oii, inaugurat în anul 1970, este numai pod rutier cu patru culoare de circulație, în două sensuri. Podul are o lungime de 1 456 m, cu cinci deschideri de 120 și 160 m lungime, fiind susținut de patru pile și se termină la capete cu cîte un viaduct de 350 m lungime cu deschideri de cîte 50 m.

O altă construcție metalică deosebită sînt fermele metalice de la marea sală a Palatului Republicii Socialiste România, din București. Fermele, complet sudate, au deschiderea de 52 m și susțin atît cupola sălii cît și plafonul ornamentat.

Pavilionul central al complexului expozițional din Piața Scînteii, proiectat și executat în țară, constituie o realizare importantă a constructorilor noștri. Marea cupolă, pe care se sprijină cupoleta centrală, este alcătuită din ferme spațiale compuse din sisteme de țevi.

Unele construcții importante, executate din beton armat, au necesitat fie pentru lucrările de montaj, fie pentru instalațiile definitive, diverse construcții metalice speciale. De exemplu, pentru Hidrocentrala de la Bicaz, execuția, transportul și montajul imenselor tronsoane, care au blindat tunelul de aducțiune, au pus probleme deosebite în fața tehnicienilor noștri.

De asemenea, au fost ridicate și alte obiective industriale, ca: Hidrocentrala de pe Argeș, combinatele siderurgice din Galați și din Călărași, construcția silozurilor cilindrice în grup și a unor blocuri de locuințe cu ajutorul cofrajelor glisante etc., la care constructorii de construcții metalice și-au adus o contribuție deosebită. La marele nod hidroenergetic și de navigație de la Porțile de Fier, realizat în colaborare cu R. S. F. Iugoslavia, precum și la construcțiile metalice necesare dezvoltării industriei chimice s-au aplicat soluții noi privind calitatea metarialului folosit și a execuției.

Dezvoltarea impetuoasă a investițiilor a impus găsirea de noi soluții tehnice pentru rezolvarea multiplelor și complexelor probleme ivite.

Astfel, au apărut: necesitatea realizării de noi oțeluri, noi tehnologii de asamblare, de transport, de montaj și de protecție a suprafețelor, determinate de locul așezării construcției (altitudinea sau condițiile meteorologice) de înălțimea construcției, de deschiderile libere ale acesteia, de natura complexă a sarcinilor la care este supusă construcția în timpul exploatării ei.

Acestea pot ilustra atît nivelul ridicat al concepției tehnologice și al proiectării, care au la bază multe încercări în laborator pe modele, în condiții de similitudine cu solicitările reale, cît și nivelul ridicat al calității ecuației care se impune cu stăruință în prezent.

Progresele realizate în țară în domeniul proiectării și al fabricației montajului au condus la exportul de proiecte de elemente ale construcțiilor metalice fabricate, precum și la montajul acestora în lucrări de mare importanță (ca de exemplu: Uzina de sodă din Alexandria — Republica Arabă Egipt, Uzina de sodă din Shiraz — Iran, Rafinăria din Gauhati — India, rafinăria din Karachi — Pakistan, fabrici de ciment în Iugoslavia ș.a.).

Așa cum se poate constata, construcțiile metalice s-au impus în toate ramurile economiei; nu există industrie, sector economic de orice ramură (agricultură, industrie ușoară, chimică, metalurgică, energetică, construcții de mașini) și domeniu (de exemplu, în industria construcțiilor de mașini: utilaje și instalații tehnologice, mașini-unelte, construcții de mașini rutiere, construcții navale, aeronautice etc.) unde să nu se folosească părți, elemente, subansamble sau chiar ansamble complexe de construcții metalice. Astfel, în economia țării noastre în continuă ascendență și dinamică dezvoltare, cu un ritm anual care o situează pe primele locuri din lume, exemplele sînt numeroase atît din perioada actuală cît și pentru perioada imediată. În cele ce urmează se prezintă exemplificări din diferite domenii de activitate economico-social-culturală. Astfel:

— pentru multiplele condiții de funcționare se vor realiza poduri rulante speciale de performanță; cu sarcini de 4 000 kN pînă la 8 000 kN destinate ridicării și manipulării lingourilor la combinatele siderurgice, cu sarcini de 4 000 kN și înălțimi de ridicare de 40 m pentru montajul hidroagregatelor în hidrocentrale, poduri polare cu sarcini între 1 250 și 4 000 kN pentru sala reactorului în centrale nuclearo-electrice;

— pentru realizarea obiectivelor civile (blocuri de locuințe cu peste 10 nivele, clădiri social-culturale) și a construcțiilor industriale, inclusiv la lucrările de montaj ale liniilor tehnologice din industrie se va executa o familie largă tipodimensională de macarale-turn cu braț înclinabil pînă la 6 000 kNm (înălțime maximă de ridicare 125 m, rază maximă de acțiune 60 m) cu sistem de autotransport și pe bază de elemente și subansamble tipizate (fig. 15.1);

— pentru montajul utilajelor tehnologice în condițiile de reducere a duratei de execuție a operațiilor de montare și de creștere în înălțime a obiectivelor industriale, ca urmare a raționalizării folosirii spațiului ocupat de acestea, a rezultat necesitatea îmbunătățirii corespunzătoare a parametrilor tehnico-funcționali ai mijloacelor de ridicat în sensul creșterii capacității și înălțimii de ridicare. În acest sens, se vor asimila în fabricație automacarale în gama 800—1 200—1 400 kN, cu raza de acțiuni pînă la 50 m și înălțime maximă de ridicare (cu braț auxiliar) de

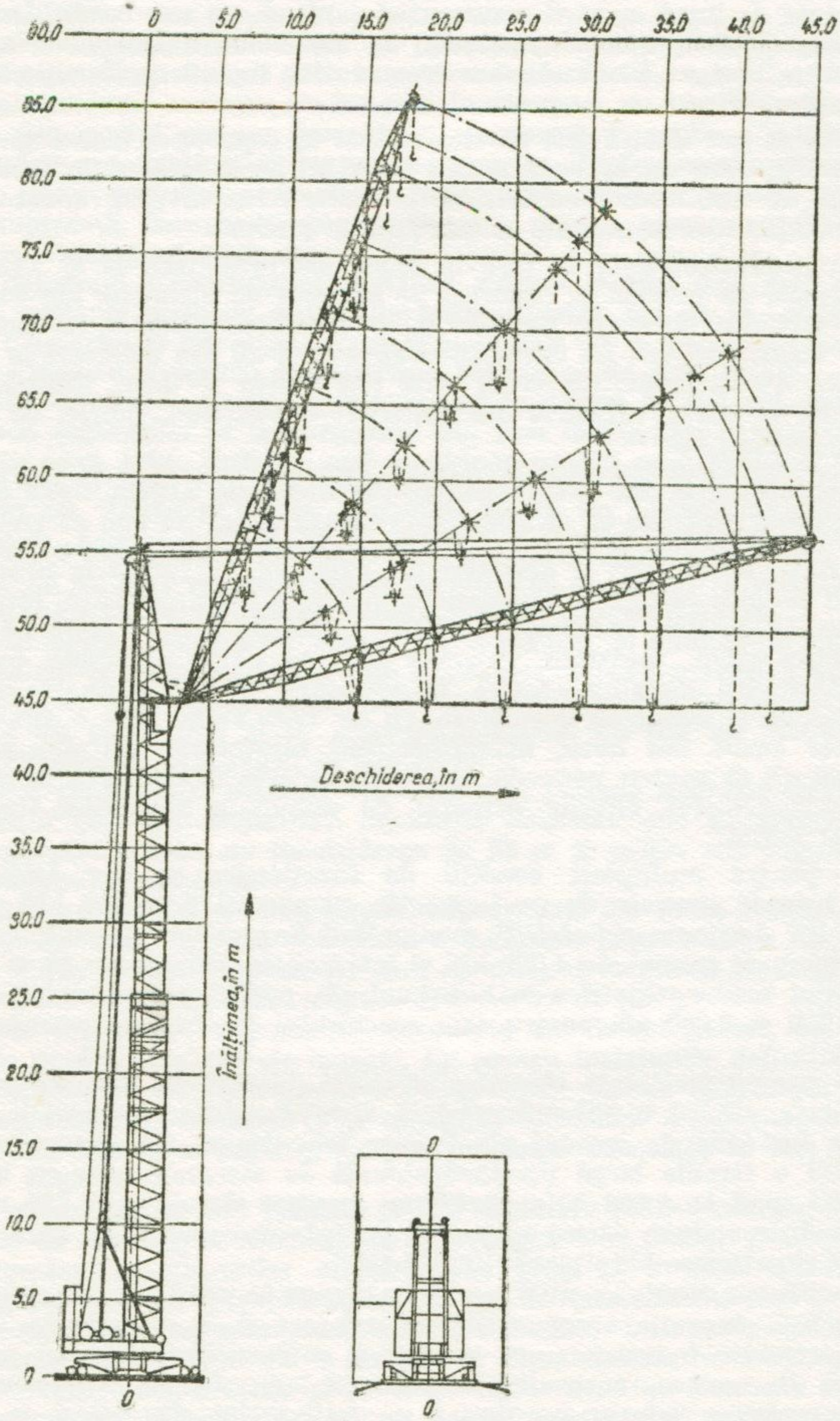


Fig. 15.1. Macara-turn cu braț înclinabil.

120 m. Brațele de ridicare (principal și auxiliar) sînt telescopate, de tip tubular sau grindă cu zăbrele;

— impus de industrializarea marilor lucrări tehnice și de artă din domeniul transporturilor rutiere sau de cale ferată, în concepție proprie — românească, s-a realizat lansatorul de grinzi — utilaj gigant capabil să ridice sarcini de mare gabarit și pînă la 1 500 kN.

— în domeniul construcțiilor rutiere — cale ferată este de reținut construcția noului pod combinat Fetești—Cernavodă, ale cărui elemente de construcții metalice (tabliere, ferme, grinzi etc.) ridică probleme deosebite atît de concepție și tehnologie de fabricație, cît și pentru asamblarea lor finală, datorită marilor deschideri între pilele de susținere și sarcinile dinamice și portante;

— pentru îmbunătățirea activității de încărcare-descărcare a navelor în porturile maritime și pentru buna desfășurare a lucrărilor de construcție a unor obiective (porturi) și lucrări hidrotehnice de pe litoralul Mării Negre și de pe Dunărea maritimă sînt necesare macarale plutitoare de mare capacitate. Acestea sînt utilizate și în cazul salvărilor de nave, ranfluărilor de epave și nave scufundate, precum și a altor operații ca reparații și construcții de nave. Caracteristicile acestora se înscriu în domenii de mare performanță cu sarcini de ridicare pînă la 8 000 kN;

— prin dezvoltarea construcțiilor de nave maritime mari, macaralelor montate pe acestea (fig. 15.2) pentru lansarea bărcilor de salvare, diversele macarale de bord, cele de tip „bigă" etc. li s-au îmbunătățit caracteristicile în sensul creșterii puterii de ridicare și a cursei (înălțime și deschidere) precum și a realizării unei deosebite suplețe (pentru scăderea greutății proprii). De altfel, în construcția navelor tehnologiile de fabricație a construcțiilor metalice se regăsesc cu prisosință întrucît realizarea corpului navei (bordaj, traverse, coaste, bord de fund, etravă, etambou, punți), a capacelor pentru magazii la cargouri, a instalațiilor de manevrare și de încărcare, are la bază un proces tehnologic și faze de fabricație similare, uneori cu aceleași probleme de execuție și de asamblare;

— în vederea exploatării de noi zăcăminte de hidrocarburi (țiței și gaze) din zona platformei continentale a Mării Negre s-a realizat platforma de foraj autoridicătoare GLORIA, NEPTUN, SATURN ș.a. Se prevede însă, fabricarea de platforme marine fixe pentru foraj și extracție, grupate în module — platformă fixă metalică cu piloți bătuți (tip template); structura platformei este formată dintr-un ansamblu de picioare legate între ele prin bare din material tubular de diametre mari. Legăturile între barele secundare (orizontale și diagonale) dintre picioare formează noduri care constituie puncte vitale de rezistență ale structurii. Aceste platforme fixe, avînd o greutate de circa 55 000 kN, se amplasează în ape cu adîncime de 90 pînă la 200 m;

— în construcțiile industriale unde se regăsește, aproape în totalitate, aplicația construcțiilor metalice, realizarea de hale de gabarit foarte mari (hala laminorului de tablă groasă de la C. S. Galați, hala de forje, lingouri mari și pentru presa de

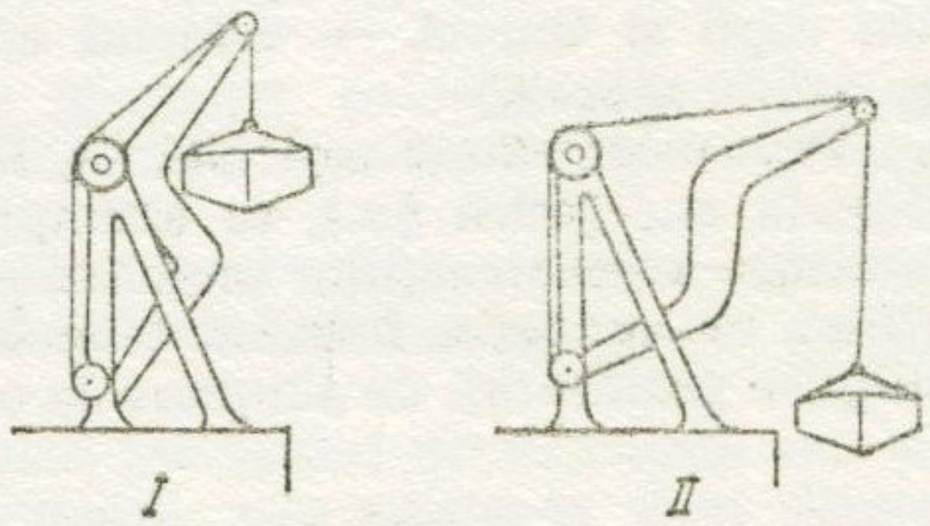


Fig. 15.2. Gruie.

120 000 kN de la I.M.G. București) și cu consumuri reduse de metale constituie noi experiențe cîștigate și cu valorificarea în continuare pentru realizarea de alte noi capacități.

Exemple ale aplicării lăcătușeriei mecanice a construcțiilor metalice sînt și în execuția de:

— transportoare cu bandă, cu raclete sau cu lanț articulat pentru transportul continuu — la sol a materialelor pulverulente sau în bulgări (ex. benzi transportoare de mare capacitate și lungime pentru transportul cărbunelui la termocentrala Rovinari și Turceni) și pentru transportul pămîntului excavat la canalul Dunărea — Marea Neagră și canalul Poarta Albă—Midia Năvodari.

— boghiuri și rame pentru vagoane și locomotive de cale ferată (ramele formînd un sistem cadru de rezistență de grinzi-traverse și lonjeroane, pe care se montează aparatele de ciocnire, remorcare, suspensia și caroseria). Este de menționat că există o preocupare deosebită la realizarea acestora cu un consum redus de metal, cu oțeluri de mare rezistență, tehnologii de asamblare și sudură de mare productivitate;

— avioane și elicoptere la care scheletul corpului și al aripilor reprezintă un tot rigid care, împreună cu învelișul, rezistă solidar; aripa avionului este o construcție metalică alcătuită din lonjeroane (grinzi armate din tablă și cornier sau alte profile) și din nervuri (bare curbate după profilul transversal al aripii, de care se prinde o inimă plină sau perforată, consolidată prin profile sudate). Asamblarea acestor elemente se face prin sudură electrică sau oxiacetilenică sau prin nituire automată. În România, industria aeronautică este în plină dezvoltare, fabricîndu-se diverse tipuri de avioane (utilitare, de pasageri) și de elicoptere;

— utilajele pentru industria chimică (coloane de sinteză, regeneratoare); industria metalurgică (cuptoare înalte — furnale, cel mai mare furnal realizat fiind cu o capacitate de 3 500 m^3 pentru C. S. Galați); industria construcțiilor de mașini (coloane și batiuri pentru mașini-unelte grele de mare performanță ca strunguri carusel cu diametrul de 16 m, mașini de frezat longitudinal cu portal cu lățimea mesei de 3 100 mm și lungimea de 10 000 mm avînd posibilitatea de a prelucra piese în greutate de pînă la 1 000 kN); industria ușoară (batiuri, estacade, schelet de rezistență sporită pentru a face față la eforturile date de forțele de presare — la calandre, de vibrații datorită cinematicii dezvoltate — la mașini de imprimat, de filat ș.a.); utilaje ca excavatoare cu rotor port-cupe pentru extracția de cărbune cu capacitate de tăiere de 8 000 kN/h pentru exploatări la suprafață (bazinul carbonifer Rovinari) utilajul avînd o greutate proprie de circa 6 000 kN; utilaje și instalații pentru epurarea apelor uzate (transportoare, poduri racloare și alte utilaje pentru decantare); utilaje și instalații pentru Parcul de distracții pentru copii și tineret — orășelul copiilor din București (estacade, ferme, grinzi cu zăbrele).

Prin cele arătate mai înainte, fără a epuiza domeniile de aplicații (industria energetică ș.a.), se exemplifică domeniile multiple și variate de utilizare a construcțiilor metalice — începînd de la proiectare și pe toată filiera de execuție, folosind tehnologiile specifice de execuție — datorită largilor posibilități de adaptare la orice formă și dimensiuni.

16

NORME PRIVIND ORGANIZAREA ȘI DESFĂȘURAREA ACTIVITĂȚII DE PREVENIRE ȘI STINGERE A INCENDIILOR ÎN DOMENIUL CONSTRUCȚIILOR METALICE

16.1. DOMENIUL DE APLICARE A NORMELOR

La exploatarea construcțiilor, instalațiilor și utilajelor din atelierele și locurile de muncă destinate execuției și montajului construcțiilor metalice, în afara normelor privind organizarea și desfășurarea măsurilor de prevenire și stingere a incendiilor cu caracter general, aplicate în unitățile industriei constructoare de mașini, sînt întocmite și instrucțiuni specifice, proprii activității respective, acestea reprezintă unele măsuri suplimentare ce rezultă din caracterul specific al locului de muncă.

16.2. ORGANIZARE, OBLIGAȚII

Pentru persoanele încadrate în muncă, principalele obligații privind prevenirea și stingerea incendiilor (P.S.I.) sînt:

— cunoașterea și aplicarea prevederilor normelor P.S.I. la locul de muncă;

— îndeplinirea la termen a măsurilor și sarcinilor ce sînt stabilite privind P.S.I.;

— să nu blocheze căile de acces (drumuri, culoare, scări etc.), cu materiale ce ar împiedica intervenția operativă pentru stingerea și evacuarea materialelor în caz de incendiu;

— să cunoască sistemul de alarmare, locul unde se află mijloacele de stingere a incendiilor și cum trebuie să se acționeze în caz de incendiu;

— să anunțe neîntîrziat conducătorul sectorului de activitate sau direct pompierilor orice început de incendiu, sau existența unor împrejurări de natură să provoace incendii.

— să participe la stingerea incendiilor, la evacuarea persoanelor și a bunurilor materiale;

— să mențină mijloacele de prevenire și stingere a incendiilor de pe locul de muncă în bună stare de funcționare.

În fiecare sector, secție, atelier etc. se organizează din cadrele fiecărui schimb de lucru una sau mai multe echipe pentru stingerea incendiilor, în funcție de mărimea compartimentelor, de numărul personalului existent, de utilajele și materialele de primă intervenție pentru stingerea incendiilor, de pericolul de izbucnire și dezvoltare a incendiilor etc.

Echipa de stingere a incendiilor se compune din: șeful echipei (șeful locului de muncă sau de schimb) și membrii acesteia avînd sarcini pentru alarmarea echipei, anunțarea incendiului, mînuirea utilajelor și materialelor de primă intervenție și pentru salvări și evacuări de oameni și materiale. Fiecărui membru al echipei i se repartizează, nominal, sarcini precise privind acțiunea și activitatea ce trebuie dusă pînă la sosirea formației de pompieri (civile sau militare).

În ceea ce privește organizarea pentru evacuarea persoanelor și bunurilor materiale în caz de incendiu, este de menționat că în toate clădirile trebuie să fie afișate vizibil planul de evacuare în caz de incendiu care cuprinde schema clădirii, a instalațiilor din dotare, căile de acces și de evacuare, locurile stabilite pentru adăpostirea persoanelor și depozitarea materialelor evacuate, ordinea privind evacuarea și altele. Planul de evacuare se aduce periodic la cunoștința personalului, de asemenea, tot periodic, se execută exerciții și aplicații pentru realizarea corectă și la timp a planului de evacuare.

Încărcarea dispozițiilor legale privind prevenirea și stingerea incendiilor atrage răspunderea disciplinară, contravențională, materială, civilă sau penală, după caz.

16.3. NORME ÎN ATELIERE

În atelierele de prelucrare la rece a metalelor se interzice amplasarea materialelor combustibile sau a substanțelor inflamabile în apropierea mașinilor și utilajelor care produc scîntei prin polizare sau așchiere. De asemenea, se va evita aruncarea șpanului sau așchiilor închise pe materiale combustibile, iar șpanul și pulberile de metal neferos — care pot produce amestecuri periculoase — se vor colecta în recipiente închise. Bumbacul și cîrpele de șters, cutiile cu petrol sau unsoare etc. se vor depozita în locuri special amenajate.

Toate utilajele acționate electric vor fi prevăzute cu legare la pămînt. Se va evita suprasolicitarea rețelei electrice și, la executarea operațiilor de prelucrare, încălzirea excesivă a mașinilor-unelte.

În general, aceste norme se referă la reducerea la minimum a pericolului potențial de incendiu, limitînd la strictul necesar stocarea materialelor combustibile (care constituie sursa principală de incendiu) și degajînd căile de evacuare; trecerile, casele scărilor, ieșirile, ușile și căile special prevăzute pentru evacuare nu vor fi blocate sau încuiate.

Canalele, tunelurile, puțurile, podurile și galeriile de cabluri electrice trebuie să fie păstrate curate, prevăzute cu sisteme de evacuare a apei, bine și permanent iluminate (la tensiune nepericuloasă de 24 V). Instalația electrică se verifică periodic, înlăturîndu-se imediat defectele care pot genera scîntei, scurtcircuite, supraîncălziri etc. Folosirea de instalații improvizate este interzisă; se admite utilizarea de instalații electrice provizorii în cazul executării unor reparații urgente.

Întregul utilaj electric se scoate de sub tensiune la terminarea programului, rămînînd sub tensiune numai instalația de pază. Instalația electrică (circuite, conductoare, întrerupătoare, lămpi, prize etc.) va fi întreținută corespunzător, periodic efectuîndu-se verificarea acestora de către electricianul de serviciu.

În atelierele și locurile de asamblare a construcțiilor metalice. În atelierele de construcții-montaj, ca și în șantierele deschise (în aer liber), se aplică normele de prevenire și stingere a incendiilor atît cele cu caracter general (privind sursele ce pot provoca incendii, manipularea și depozitarea materialelor etc.), cît și cele specifice la construcții și instalații, elaborate în acest sens. La executarea lucrărilor de tăiere sau de sudare se vor avea în vedere normele specifice acestor locuri de muncă.

În cazul executării unor operații de vopsire cu lacuri și vopsele combustibile se interzice cu desăvîrșire fumatul și executarea de lucrări cu flacără deschisă: se va ține seama, de asemenea, de realizarea unei ventilări corespunzătoare.

Este de reținut că dezghețarea, decongelarea instalațiilor, conductelor, aparatelor de orice fel — prin care circulă materiale combustibile, se face cu ajutorul jeturilor de abur, apă caldă, nisip fierbinte sau alt mijloc care nu prezintă pericol de incendiu. În orice caz, nu se va folosi foc deschis, sub nici o formă.

Întrucît pe suprafețele de lucru pentru asamblarea construcțiilor metalice se utilizează recipiente cu oxigen, butoaie cu carbid ș.a., la manipularea, transportul și depozitarea acestora se vor aplica instrucțiunile specifice acestora.

Executarea operațiilor de sudură și tăiere cu flacără a metalelor se face, de regulă, în spații special amenajate; cînd acestea se realizează în locuri cu pericol de incendiu sau explozie se are în vedere, în afara regulilor generale de prevenire a incendiilor, și reguli specifice locului respectiv.

Se interzice însă executarea de lucrări de sudură în încăperi în care se produc, se depozitează sau se folosesc lichide și gaze combustibile.

În cazul cînd lucrările de sudură au loc la instalații, rezervoare, recipiente, conducte etc., în care au fost depozitate sau au circulat substanțe inflamabile, trebuie mai întîi efectuată curățirea acestora în interior prin spălare și apoi prin purjare cu abur. Nu sînt admise lucrări de sudare la conducte și aparate în care se găsesc gaze, vapori, lichide sau aer sub presiune, precum și la cele sub tensiune electrică.

În ceea ce privește restricțiile impuse în stațiile de acetilenă și în încăperile sau locurile unde se amplasează generatoare mobile, se pot enumera următoarele:

— interzicerea folosirii focului și a fumatului;

— interzicerea purtării de încălțăminte cu talpă ce ar putea provoca scîntei prin frecare (talpă de cauciuc sau plastic pe pardoseală din cauciuc sau material plastic) sau prin lovire (talpă cu blacheuri metalice),

— interzicerea amplasării generatoarelor în secții cu substanțe chimice care pot genera explozii, mai ales în contact cu acetilena.

La sudarea și tăierea cu arc electric, înainte de începerea lucrului, se verifică instalațiile (transformatoare, convertizoare, redresoare etc.), precum și dacă acestea au legătura la pămînt. De asemenea, se face verificarea aparatului de tăiere sau de sudare (legăturile la electrod, izolație, cablu).

În atelierele de tinichigerie, ciocanele pentru lipit se așază, în cadrul procesului de fabricație, pe suporturi necombustibile. Sculele utilizate și care pot da naștere la incendii trebuie supravegheate astfel: lămpile cu benzină, reșourile, sobițele pentru încălzit, ciocanele de lipit sau alte aparate cu foc deschis nu pot fi lăsate în stare caldă decît în timpul lucrului și bineînțeles sub supraveghere. Piesele pregătite pentru lipire se degresează, se curățâ și se spală numai cu soluții neinflamabile, fiind interzisă utilizarea benzinei, petrolului sau altor substanțe inflamabile. O atenție deosebită trebuie acordată preparării soluțiilor pentru decapare, evitîndu-se contactul acizilor cu materiale combustibile.

În atelierele pentru acoperiri metalice, în funcție de locul de muncă, sînt prevăzute norme adecvate; astfel, în atelierele de pregătire mecanică a suprafețelor, în vederea operațiilor de acoperire metalică, polizoarele, mașinile semiautomate de polizare, instalațiile de polizare ca și cele de șlefuire-lustruire trebuie să fie dotate cu sisteme de desprăfuire care se curățâ periodic pentru a se asigura o funcționare eficientă a acestora. În cadrul interdicțiilor privind aceste ateliere, se notează cea referitoare la fumatul și lucrul cu flacără deschisă sau la surse de producere a scînteilor, în compartimentele de polizare cu șaibe textile, precum și interzicerea introducerii solvenților inflamabili în atelierele de polizare-șlefuire. Utilizarea solvenților organici inflamabili pentru degresare este interzisă și în atelierele de acoperiri metalice: aceste ateliere trebuie să fie amplasate în construcții rezistente la foc, cu pardoseli necombustibile. Materialele combustibile, necesare procesului tehnologic, pot fi păstrate în atelier numai în cantități reduse și luîndu-se măsuri de prevedere contra aprinderii lor. În timpul proceselor chimice sau electrochimice, instalația de ventilație trebuie să funcționeze la parametrii normali, asigurînd concentrația de hidrogen în atmosferă sub limitele de explozie (4%).

Se interzice folosirea sculelor cu cozi de lemn sau materiale plastice pentru introducerea sau scoaterea pieselor din băile cu metal topit, cu acizi concentrați sau electroliți puternic oxidanți.

În atelierele și locurile de muncă pentru vopsire a suprafețelor metalice sînt prevăzute norme cu caracter general și altele determinate de natura operației tehnologice.

În cadrul prevederilor generale se menționează următoarele:

— operațiile de degresare, preparare a vopselelor, grunduire sau vopsire, unde se utilizează cantități mai mari de substanțe inflamabile (peste 10 l pe schimb), se execută în spații amenajate, prevăzute cu instalații de exhaustare a aerului viciat și cu mijloace de stingere a incendiilor;

— pardoselile încăperilor unde se execută asemenea operații trebuie să fie rezistente la foc, ușor de curățat și fără resturi;

— instalațiile de ventilație, filtrele, perdelele de apă și celelalte instalații auxiliare trebuie să fie verificate periodic, asigurîndu-li-se buna funcționare la parametrii nominali);

— pistoalele de vopsire, pompele pentru injectarea solventului pentru degresare, conductele de alimentare se vor controla zilnic, înainte de începerea lucrului;

— fumatul în aceste compartimente, unde sînt prezentate materiale ușor inflamabile, este interzis, precum și utilizarea de diverse surse de producere a scînteilor, foc deschis sau corpuri incandescente;

— secțiile, atelierele sau locurile periculoase din punct de vedere al incendiilor sînt marcate vizibil cu indicatoare;

— materialele de vopsire (solvenți, grunduri, vopsele) se păstrează în recipiente cu închidere etanșă, în locuri ferite de surse calorice.

La degresarea suprafețelor metalice, unde se folosesc solvenți inflamabili, măsurile se referă la buna ventilare și evacuare a vaporilor de solvenți, la buna etanșare a conductelor și instalațiilor de degresare, la păstrarea solventului în bidoane etanșe, la colectarea în cutii de tablă a tampoanelor îmbibate cu solvenți după ce au fost folosite la degresare manuală și la arderea acestora în locuri special amenajate.

Prepararea vopselelor prin diluare cu solvenți volatili inflamabili se execută numai în încăperi amenajate bine ventilate. Pentru această operație se folosesc agitatoare și pompe pentru transportul vopselelor, cu acționare pneumatică. Se interzice utilizarea de mijloace ce pot produce scîntei (electrocare, electrostivuitoare, electropompe etc.), precum și accesul cu surse de foc.

Vopsirea cu pensula se face în locuri special amenajate sau în secții cu alt specific (mecanică, montaj etc.) cu condiția ca în zonă să nu existe surse de aprindere a solvenților organici inflamabili și să se asigure o ventilație generală eficientă.

Vopsirea prin imersie se face în băi metalice prevăzute cu capace cu închidere automată și indicatoare de nivel maxim de umplere, fiind interzisă umplerea cu piese peste nivelul indicat. Vopsirea prin pulverizare în afara cabinelor, tunelelor sau spațiilor închise special amenajate, este admisă numai dacă se execută ocazional și cu un consum de materiál de 10 l/schimb, asigurîndu-se în timpul vopsirii o ventilație corespunzătoare. Periodic trebuie verificate instalațiile și aparate de pulverizare, înlocuind elementele de filtrare îmbîcsite.

În cazul vopsirii în cîmp electrostatic, se vor respecta prescripțiile speciale indicate pentru instalația respectivă.

În atelierele de grunduire și vopsire se vor executa zilnic, după terminarea ultimului schimb, operații de curățare, spălare a recipientelor, instalațiilor și aparatelor, pardoselilor și evacuarea în locurile special amenajate a reziduurilor inflamabile, lavetelor și a altor materiale ce nu mai pot fi folosite; săptămînal se va face o curățenie completă a atelierului, îndepărtîndu-se toate impuritățile (urme de vopsea, praf etc.) din atelier.

Uscarea naturală în atmosferă a pieselor vopsite este permisă în condiții de îndepărtare pe o rază de minimum 6 m a surselor de scîntei sau flacără deschisă, de inexistența în zonă a unor materiale inflamabile; cînd uscarea se face în atmosfera atelierului, în afara condițiilor de mai sus, se impune și existența unei ventilații eficiente a atelierului.

Uscarea artificială a pieselor vopsite se face în cuptoare-cameră sau cuptoare-tunel prevăzute cu instalații de evacuare a solvenților evaporați în timpul uscării. Aceste instalații sînt echipate cu dispozitive de siguranță pentru reglajul automat al temperaturii, pentru evitarea exploziilor, pentru evacuarea vaporilor de solvent, pentru întreruperea funcționării

instalației cînd se produce o defecțiune etc. În exploatare se va respecta cu strictețe procesul tehnologic elaborat de serviciul tehnic. Păstrarea curățeniei și funcționării corecte a filtrelor de aer proaspăt este de mare importanță. De asemenea este de reținut că în camerele de uscare se interzice introducerea pieselor a căror vopsea mai picură. Avînd în vedere condițiile și pretențiile deosebite impuse de funcționarea și întreținerea camerelor de uscat, la acestea este permis accesul numai persoanelor care au împlinit vîrsta de 18 ani și au fost instruite și examinate pentru a corespunde sarcinilor și răspunderii care le revin.

Pentru spălarea pieselor, în vederea montajului se utilizează solvenți neinflamabili (tri- sau percloretilenă). Interdicția fumatului și a lucrului cu foc deschis se păstrează și în spațiile atelierelor de asamblare-montaj în care se manipulează materiale combustibile. În hala de montaj se interzice executarea operațiilor de vopsire, fiind permise numai eventuale retușuri cu pensula (care necesită cantități reduse de vopsea). Ambalarea produselor după montaj se face în locuri special destinate, materialul lemnos folosit în acest scop aducîndu-se în hală numai în cantități necesare unui schimb de lucru.

16.4. INSTALAȚII DE PREVENIRE ȘI STINGERE A INCENDIILOR. INDICATOARE

În întreprinderi, ateliere, secții, în funcție de specificul de activitate al locurilor de lucru, se instalează mijloace de prevenire și de stingere a incendiilor pentru a fi folosite de echipele de pompieri, instituite în acest scop. Acestea sînt de construcție și exploatare simplă (lăzi cu nisip, bazine cu apă, găleți, topoare, cîngi etc.), mai complexe (extinctoare, hidrofoare, pompe de alimentare cu apă, agregate de acționare — motopompe, aparate de control și semnalizare etc.).

Pentru prevenirea pericolului de incendii la anumite încăperi sau construcții se execută protecții prin ignifugare și acoperire cu substanțe termospumante sau la anumite instalații — pentru evitarea acumulării de sarcini electrostatice — se iau măsuri de legarea la pămînt a utilajelor, conductelor de lichide sau gaze etc.

Pentru atenționarea zonelor sau locurilor de lucru care prezintă periculozitate, se montează indicatoare în locuri vizibile și la înălțimi corespunzătoare. Aceste indicatoare (conform STAS 297-68) sînt de diverse forme (dreptunghiulare, circulare, triunghiulare) și culori (roșu, galben, albastru, verde), de obicei inscripționate cu indicarea informării și uneori completate cu reprezentări grafice. În figurile 16.1 și 16.2 se exemplifică asemenea indicatoare. Aceste indicatoare sînt grupate astfel:

— indicatoare de interzicere, de formă circulară, cu cadru în roșu și fondul în alb (fig. 16.1);

— indicatoare de avertizare, de formă triunghi echilateral, cu cadru în negru și fondul în galben (fig. 16.2, *a*, *b*);

— indicatoare de siguranță, de formă dreptunghiulară, fondul verde și scris cu alb (fig. 16.2, *c*);

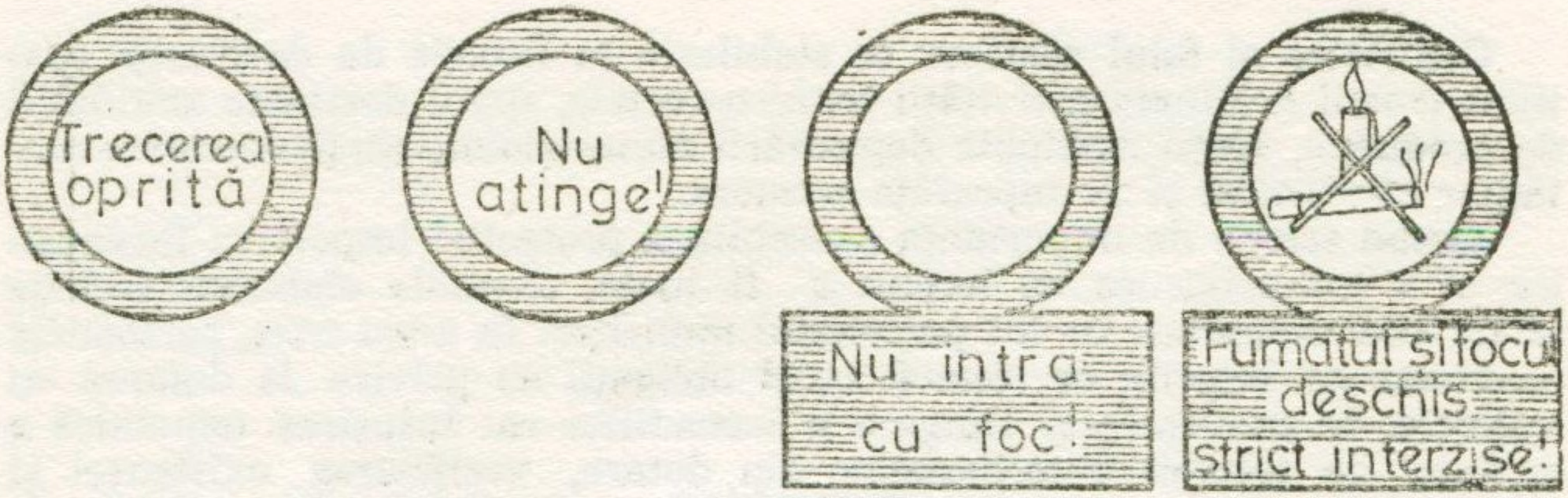


Fig. 16.1. Indicatoare de interzicere.

— indicatoare de informare, de formă dreptunghiulară, fondul albastru și scrisul cu alb (fig. 16.2, *d*);

— indicatoare de informare, referitoare la echipamentul și instalațiile de combatere a incendiilor, în formă dreptunghiulară, cu cadrul în roșu, fondul în alb și scrisul în negru (fig. 16.2, *e*).

În ceea ce privește dotarea cu echipament de protecție, felul și cantitatea acestuia se stabilesc în funcție de locurile care impun asemenea măsuri de protecție a lucrătorilor, pentru prima intervenție în caz de incendiu. Această dotare cuprinde după caz:

— căști de protecție;
— măști contra fumului și gazelor;
— costume de protecție anticalorice;
— centuri de siguranță *tip pompier;*
— aparate izolate cu oxigen;
— scuturi de azbest;
— aparate automate de respirație cu oxigen;
— lanterne portative cu acumulator;
— corzi de salvare.

Clădirile, construcțiile și instalațiile se dotează cu mijloace de primă intervenție pentru stingerea incendiilor, respectiv cu stingătoare portative:

— cu spumă chimică;
— cu CO_2;
— cu praf și CO_2.

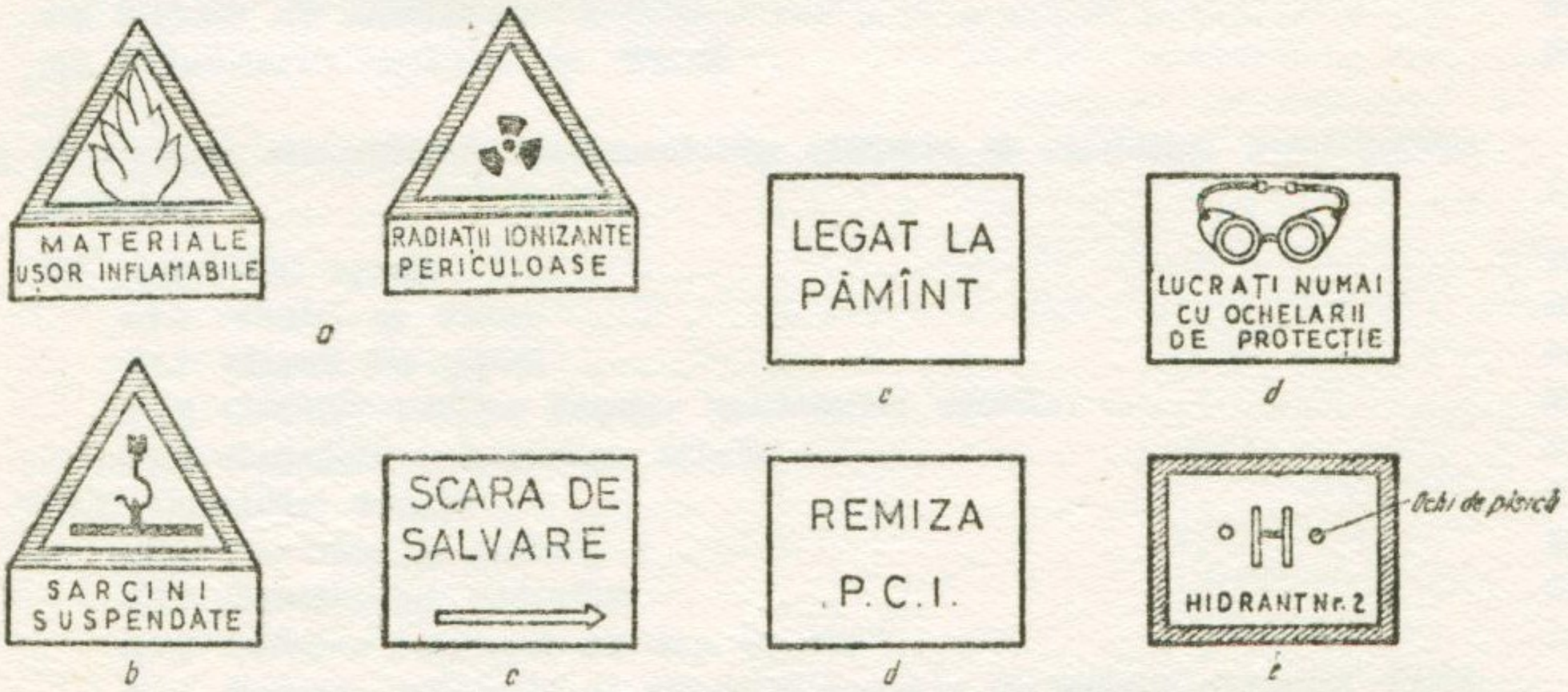


Fig. 16.2. Indicatoare de orientare, siguranță și informare.

Cantitatea și felul acestora se stabilește în funcție de destinația spațiilor (spații destinate activității tehnico-sociale, spații destinate activității de producție, spații destinate depozitării materialelor, spații destinate unităților energetice) și de suprafața acestora.

Ținînd seama de importanța deosebită a protecției împotriva incendiilor și a măsurilor ce se impun a fi luate, normele elaborate trebuie să fie bine cunoscute de tot personalul muncitor. În acest sens, persoanele încadrate pe locurile de muncă au și obligații cu privire la dotarea cu mijloace de prevenire și stingere a incendiilor ca: însușirea temeinică a modului de folosire a mijloacelor din dotare, verificarea existenței și stării de funcționare a acestora, participarea efectivă la stingerea incendiilor și respectarea dispozițiilor celui care conduce acțiunea de stingere.

CUPRINS

Introducere 3

1. Tehnologii de fabricaţie specifice construcţiilor metalice 7

1.1. Operaţii pregătitoare 7
1.1.1. Curăţirea semifabricatelor 7
1.1.2. Procedee de curăţire 7
1.1.3. Îndreptarea manuală 9
1.1.4. Trasarea semifabricatelor 9
1.2. Operaţii tehnologice 11
1.2.1. Debitarea şi decuparea metalelor 11
1.2.2. Prelucrarea marginilor tablelor în vederea asamblării 17
1.2.3. Îndoirea şi ambutisarea 21

2. Maşini şi dispozitive folosite la realizarea operaţiilor tehnologice 24

2.1. Maşini utilizate la realizarea componentelor construcţiilor metalice . . 24
2.1.1. Maşini de rabotat marginea tablei 24
2.1.2. Maşini folosite la debitarea semifabricatelor 25
2.1.3. Maşini de îndreptat şi îndoit profile şi ţevi 30
2.1.4. Dispozitive de asamblare şi control 39
2.1.5. Măsuri de tehnică a securităţii muncii 42

3. Metode şi procese tehnologice de asamblare 43

3.1. Documentaţia tehnologică pentru realizarea operaţiilor de asamblare . 43
3.2. Metode de asamblare 45
3.3. Organizarea locurilor de muncă 46

4. Tehnologia asamblărilor nedemontabile utilizate la realizarea construcţiilor metalice 48

4.1. Asamblări nituite 48
4.1.1. Nituiri şi nituri 48
4.1.2. Maşini de nituit 49
4.1.3. Condiţii tehnice impuse îmbinărilor nituite 50
4.1.4. Defectele îmbinărilor nituite 51
4.2. Asamblări sudate 51
4.2.1. Procedee de sudare 52
4.2.2. Clasificarea sudurilor 53
4.2.3. Sudarea manuală cu arc electric 53
4.2.4. Sudarea automată şi procedee speciale de sudare electrică. Sudarea cu arc electric acoperit (sudarea automată) 56

4.2.5. Sudarea oțelurilor speciale și sudarea fontei 57
4.2.6. Sudarea electrică în mediu de gaz protector 58
4.2.7. Sudarea electrică în baie de zgură 60
4.2.8. Sudarea și metalizarea cu plasmă 60
4.2.9. Sudarea cu fascicul de electroni 61
4.2.10. Sudarea titanului 62
4.2.11. Sudarea oțelurilor placate 62
4.2.12. Asamblări sudate între oțeluri cu proprietăți diferite 63
4.2.13. Sudarea cu gaze 63
4.2.14. Tratamente termice aplicate construcțiilor sudate 64
4.2.15. Controlul îmbinărilor sudate 66
4.3. Măsuri de tehnică a securității muncii 67

5. Clasificarea construcțiilor metalice 68
5.1. Caracteristicile construcțiilor metalice 68
5.2. Condițiile de utilizare a construcțiilor metalice 69
5.3. Clasificarea construcțiilor metalice 69

6. Elementele componente ale construcțiilor metalice 72
6.1. Acțiuni (încărcări) în construcții 72
6.1.1. Metode de calcul 74
6.2. Solicitările și calculul asamblărilor 76
6.2.1. Prinderi. Prescripții generale și soluții constructive 76
6.2.2. Înnădiri. Prescripții și soluții constructive 78
6.3. Alcătuirea elementelor și calculul secțiunilor 80
6.3.1. Forma secțiunilor 80
6.3.2. Dimensionarea barelor solicitate la întindere 81
6.3.3. Dimensionarea barelor supuse la compresiune 83
6.3.4. Elemente supuse la încovoiere 86

7. Grinzi cu inimă plină. Reazeme 90
7.1. Tipuri de grinzi cu inimă plină 90
7.2. Elemente dimensionale și componente ale grinzilor 91
7.3. Grinzi cheson și grinzi expandate 93
7.4. Înnădirea grinzilor cu inimă plină 95
7.5. Reazeme 96
7.5.1. Scopul și clasificarea aparatelor de reazem 96
7.5.2. Alcătuirea reazemelor 96
7.6. Tehnologia de fabricație 100

8. Grinzi cu zăbrele 101
8.1. Tipuri de grinzi cu zăbrele 101
8.2. Elemente dimensionale și componente ale grinzilor 103
8.2.1. Generalități 103
8.2.2. Noduri obișnuite 103
8.2.3. Încrucișări 105
8.2.4. Colțuri 105
8.2.5. Ramificații 107
8.2.6. Articulații 107
8.3. Contravîntuiri 109
8.4. Grinzi ușoare cu zăbrele 110
8.5. Tehnologia de fabricație 111

9. Stîlpi, turnuri, pîloni 112
9.1. Elemente componente 112
9.2. Tehnologia construcţiei stîlpilor, turnurilor şi pilonilor 114
9.3. Tipuri de stîlpi 115
9.4. Montarea stîlpilor 117
9.4.1. Montarea stîlpilor de înălţime mică 117
9.4.2. Montarea stîlpilor foarte înalţi 120
9.4.3. Montarea stîlpilor pentru linii electrice 120
9.4.4. Toleranţe la montarea stîlpilor 120

10. Tehnologia de fabricaţie şi asamblare a construcţiilor metalice 122
10.1. Fazele de execuţie a construcţiilor metalice 122
10.1.1. Întocmirea proiectului de execuţie al construcţiilor metalice . . 122
10.1.2. Pregătirea materialului pentru execuţia construcţiilor metalice 122
10.1.3. Prelucrarea materialelor în vederea execuţiei construcţiilor metalice 124
10.1.4. Asamblarea elementelor construcţiilor metalice 124
10.2. Execuţia diferitelor tipuri de asamblări 126
10.2.1. Execuţia asamblărilor nituite 126
10.2.2. Execuţia asamblărilor prin şuruburi de înaltă rezistenţă . . 128
10.2.3. Execuţia asamblărilor sudate 128
10.3. Controlul calităţii execuţiei construcţiilor metalice 129
10.3.1. Controlul documentaţiei şi al materialelor 129
10.3.2. Controlul calităţii execuţiei pieselor componente 129
10.3.3. Controlul calităţii asamblărilor utilizate la realizarea construcţiilor metalice 129
10.4. Norme de tehnică a securităţii muncii la fabricaţia şi montajul construcţiilor metalice în întreprindere 130
10.5. Vopsirea şi expedierea construcţiilor metalice 130

11. Montajul general al construcţiilor metalice 132
11.1. Întocmirea proiectului de montaj 132
11.2. Organizarea şi executarea lucrărilor de montaj 132
11.3. Utilaje folosite la montajul construcţiilor metalice 133
11.4. Consolidarea construcţiilor metalice 134
11.5. Norme de tehnică a securităţii muncii la montajul construcţiilor metalice pe şantier 136

12. Maşini de ridicat şi transportat 137
12.1. Generalităţi 137
12.2. Mijloace pentru prinderea sarcinilor 138
12.2.1. Organele auxiliare ale instalaţiilor de ridicat 138
12.2.2. Fixarea capetelor de cablu 139
12.2.3. Centurile de cablu 139
12.2.4. Prinderea sarcinilor pentru ridicare 139
12.3. Mijloace pentru acţionarea mecanismelor 141
12.4. Mecanisme de ridicat şi transportat 141
12.4.1. Generalităţi 141
12.4.2. Dispozitive cu acţionare manuală 143
12.4.3. Dispozitive şi utilaje cu acţionare mecanică 146
12.5. Maşini, utilaje şi dispozitive folosite în depozite 152

12.6. Norme de tehnică a securității muncii și norme de prevenire și stingere a incendiilor 157
12.6.1. Norme de tehnică a securității muncii 157
12.6.2. Norme de prevenire și stingere a incendiilor 158

13. **Controlul, încercarea și recepția construcțiilor metalice** 159

13.1. Generalități 159
13.2. Recepția materialelor 160
13.3. Controlul construcțiilor metalice nituite 161
13.4. Controlul construcțiilor metalice sudate 161
13.5. Probe și recepția finală, predarea construcției 164
13.5.1. Recepția în întreprinderea furnizoare 164
13.5.2. Verificări pe șantier, recepții parțiale, încercări și recepția finală 165

14. **Revizia și întreținerea construcțiilor metalice** 166

14.1. Generalități 166
14.2. Revizii, întreținere, remedieri 166
14.2.1. Întreținerea curentă 166
14.2.2. Revizii curente 167
14.2.3. Revizii periodice 168
14.2.4. Revizii speciale 168
14.2.5. Constatarea defectelor 169
14.2.6. Remedierea defectelor 169
14.2.7. Executarea reparațiilor curente 169
14.3. Executarea reparațiilor mai mari la piese importante 171

15. **Exemple de construcții metalice** 173

16. **Norme privind organizarea și desfășurarea activității de prevenire și stingere a incendiilor în domeniul construcțiilor metalice** 179

16.1. Domeniul de aplicare a normelor 179
16.2. Organizare, obligații 179
16.3. Norme în ateliere 180
16.4. Instalații de prevenire și stingere a incendiilor. Indicatoare 184

Coli de tipar: 12. Format: 16/70×100.
Bun de tipar: 3.III.1988. Nr. plan: 19 010.
Ediția: 1988.

Tiparul executat sub comanda nr. 405/1987,
la Întreprinderea Poligrafică „Crișana", Oradea,
str. Leontin Sălăjan nr. 105.
Republica Socialistă România



EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, BUCUREȘTI — 1988

UTILAJE ȘI TEHNOLOGII CONSTRUCTIVE MECANICE

Lei 13,90