A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești"
SEBEȘ, 2017

FINISAREA EBOȘELOR PENTRU ȚEVI DESTINATE INDUSTRIEI PETROLIERE

Miruna MAGAON, Daniela MILOŞTEAN, Ioan ILCA

FINISING BLANKS FOR PIPES INTENDED TO OIL INDUSTRY

The paper analyses the Mannesmann process of blanks rolling into pipes of a certain wall thickness and diameter. Also, is focuses on pipes finishing in the size range of 400-900 mm for the exterior diameter, used for gas and petroleum products transportation.

Keywords: rough pipes, rolled widening, rolling on the cork, mill Smoothing, rolled pipes
Cuvinte cheie: eboșe pentru țevi, laminare de lărgire, laminare pe dop, laminor netezitor, laminare țevi

1. Introducere

Procedeele cele mai răspândite pentru obținerea țevilor prin deformare plastică sunt: Mannesmann, Știefel, Stossbank, extruziunea și tragerea la rece.

În principal, fazele de fabricație cuprind ca operații de bază: debitarea și încălzirea semifabricatelor, perforarea, laminarea eboșei, netezirea țevii și calibrarea diametrului exterior, ajustarea și finisarea țevilor.

Indiferent de procedeul utilizat pentru laminarea la cald a țevilor, prima operație de bază este perforarea semifabricatului (lingou, blum sau țaglă) în eboșe, adică obținerea unei țevi cu pereții groși, operație

ce determină în cele din urmă calitatea țevilor și productivitatea instalațiilor de laminare.

Perforarea semifabricatelor se realizează la caje de laminare care după construcția lor pot fi: cu cilindrii bitronconici, dispuși oblic, cu cilindrii în formă de disc, sau laminoare cu cilindrii în formă de ciupercă.

Laminarea eboșelor în țevi de diametru și grosime necesară a peretelui, se obține în continuare la laminoarele duo automate, laminoare periodice de tip Pilgher, laminoare continue și laminoare formate din caje cu trei cilindrii.

În prezenta lucrare, finisarea eboșelor și transformarea lor în țevi de diferite dimensiuni se realizează prin procedeul Mannesmann.

2. Cuprinsul lucrării

2.1. Prelucrarea eboșelor pe laminoare de lărgire

Marea cerere pentru țevi în domeniul dimensiunilor de 400-900mm diametru exterior, pentru transportarea gazului natural pe distanțe lungi a pus problema metodei celei mai bune de fabricație a unor astfel de țevi. Procedeele de sudare prin suprapunere, întrebuințate în trecut pentru fabricarea unor țevi de asemene diametre, erau și costisitoare și încete, precum și necorespunzătoare pentru fabricarea lungimilor de peste 12 mm. De asemenea, nu este practic posibil să se lamineze țevi cu diametrul exterior peste 400 mm pe instalația de laminare automată, această caracteristică ridicând problema posibilității fabricării țevilor fără sudură de aceste dimensiuni.

Laminorul de lărgire a fost dezvoltat de către United Steel Corporation care a făcut posibilă producerea de țevi cu diametrul exterior până la 660 mm, în lungimi de până la 14 m și cu grosimi mici de perete până la 8 mm. Se produc și alte diametre mari cu grosimi reduse de perete, ajungând până la 6 mm.

Laminorul de lărgire este o modificare și o amplificare a laminorului cu perforare de tipul conic. Arborii acestui laminor care acționează cilindrii conici de 1880 mm în diametru, se află în planuri orizontale separate și fac un unghi de 60° cu axa țevii care se laminează. Schema acestui laminor este prezentată în figura 1.

Fiecare bară de cuplare este acționată de câte un motor de curent continuu de 1500 kW, cu 200-500 rot/min care permite viteze periferice ale cilindrilor de 4-12 m/s.

În timpul laminării, cilindrii conici prind și rotesc țeava împingând-o înainte peste un dorn conic mare, efectuând prin aceasta o micșorare

a grosimii peretelui țevii și o creștere a diametrului. În principiu, prin această operație, lungimea țevii rămâne neschimbată.

Acțiunea de laminare este similară cu aceea care are loc într-un laminor de bandaje sau inele cu excepția că în laminorul de lărgire se imprimă țevii un avans elicoidal spre înainte, țeava fiind sprijinită în interior prin dornul conic.

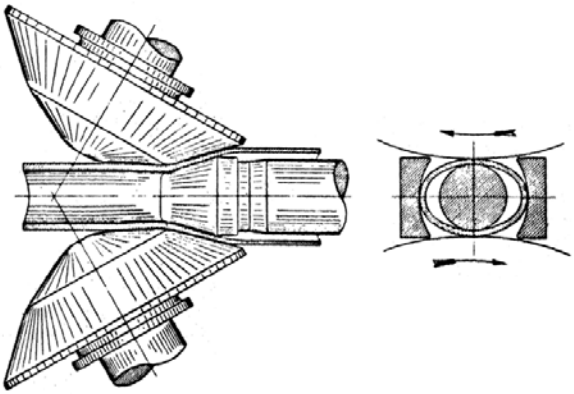

Fig. 1 Schema laminorului de lărgire

2.2. Prelucrarea eboșelor pe laminorul cu dop

Aceasta reprezintă o singură cajă duo nereversibilă, acționată cu un motor, care se aseamănă cu un laminor reversibil de bare (fig.2). Există totuși mai multe diferențe între acestea două. În loc de căi cu role, laminorul este echipat pe partea de intrare cu un jgheab mobil și cu un împingător, iar pe partea de ieșire cu o masă fixă de ghidare și cu un suport al barei dopului. Ghidajele de pe această masă, două sau mai multe la număr, sunt de tipul dublu conic și sunt montate pe grinzi transversale aliniate una înapoia celeilalte, direct în spatele calibrelor de pe cilindrii. Bara dopului, răcită cu apă ancorată în suportul de la capătul din spate al mesei se extinde printr-o serie din aceste ghidaje, capătul ei opus terminându-se cu aproximativ 6,5m înainte de axa verticală a centrelor cilindrilor.

Capătul liber al barei dornului oferă un suport pentru dorn sau dop în timpul ciclului de lucru. Cilindrii de lucru au un diametru de la 560 la 960 mm, în funcție de mărimea laminorului și au pe suprafața lor mai multe caneluri semicirculare. Cu cilindrii în poziție, unul deasupra celuilalt, deschiderea formată de calibre nu este un cerc perfect, ci este ușor ovală cu axa mare în planul orizontal. Această lățire a calibrului la

suprafața cilindrului este prevăzută pentru a se evita tăierea țevii de către muchia calibrului.

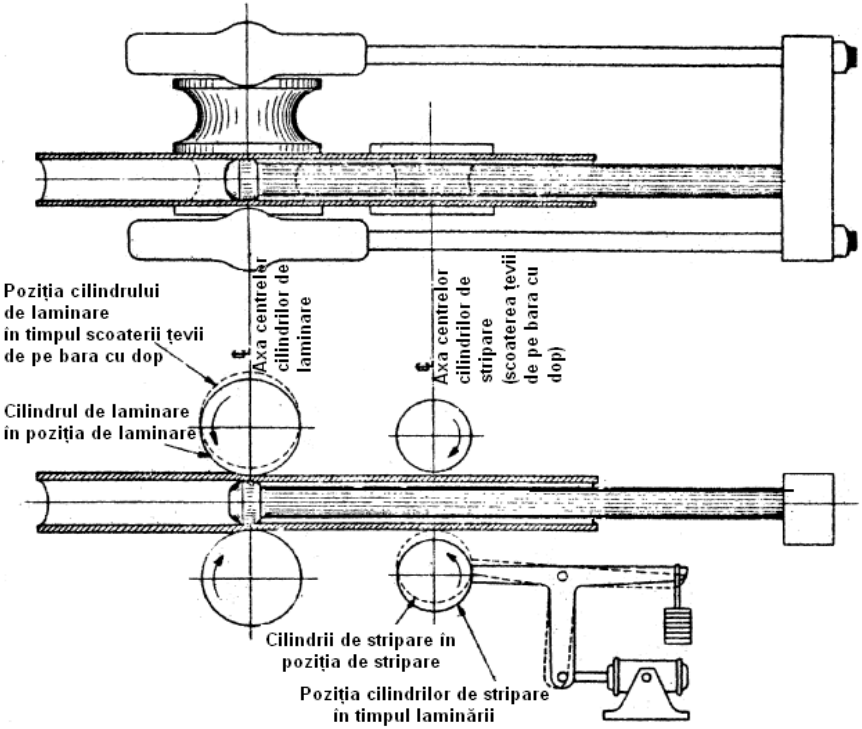

Fig. 2 Vedere în plan (sus) și elevație (jos), schematic a unui laminor cu dop

În general la laminarea unei țevi de o dimensiune dată se întrebuințează numai o singură bară cu dorn și un singur calibru.

Țeava este trecută de două ori prin această cajă, fiind rotită cu 90° între treceri, astfel încât întreaga suprafață să primească o prelucrare egală și similară în calibru ușor ovalizat.

Pentru a se face posibilă scoaterea rapidă a țevii de pe bara cu dorn (striparea), cilindrul superior este susținut prin contragreutăți și este astfel aranjat încât să fie ridicat mecanic în scopul unei deschideri rapide a calibrului.

Cilindrii de stripare, așezați chiar în spatele cilindrilor principali, sunt calibrați astfel încât să corespundă cu cilindrii principali. Cilindrul inferior de stripare este și el aranjat pentru deplasare mecanică, în scopul închiderii rapide a calibrului.

Acești cilindrii de stripare se rotesc în direcția opusă celei a cilindrilor principali și funcționează numai atunci când cilindrul principal superior este în poziția sa ridicată sau de trecere deschisă.

Desfășurarea laminării pe dop

Eboșa perforată, cu excepția dimensiunilor mai mici de țeavă este reîncălzită după operațiile de perforare. Cu eboșa perforată depusă în jgheabul de alimentare sau de evacuare, se atașează la capătul barei un dop din oțel aliat, bara menținând dopul în poziția corectă față de calibrul cilindrilor. Dopul este ceva mai mare în diametru decât baza suport cu scopul de a se lăsa un joc între interiorul țevii și bara suport.

Pentru a se trece eboșa peste dop și asigura o bună prindere a eboșei de către cilindrii, eboșa este împinsă în calibru cu o forță considerabilă cu aportul unui berbec sau împingător acționat cu aer comprimat.

Odată pornit, forța de frecare datorită presiunii exercitată de către cilindrii care se rotesc, este suficientă pentru tragerea rapidă a eboșei peste dop, reducându-i ușor diametrul, grosimea peretelui și mărindu-i lungimea.

Imediat ce eboșa a trecut prin calibru, dornul este scos de pe bară. Cilindrul superior de lucru este ridicat aproximativ 40 mm. Cilindrul inferior de stripare este de asemenea ridicat atunci pentru a elibera țeava de pe cilindrul inferior de lucru și pentru a o prinde în calibrele cilindrilor de stripare, care o readuc la partea de intrare a laminorului.

Un alt dop este așezat atunci pe bară, iar țeava este rotită cu un unghi de 90°. Cilindrul superior de lucru și cilindrul inferior de stripare sunt întorși în poziția lor originală, iar împingătorul trece din nou în țeava de calibru.

Imediat ce țeava a trecut prin calibru pentru a efectua a doua trecere de lucru, ea este înapoiată din nou la partea de intrare a laminorului de unde se descarcă pentru continuarea prelucrării.

In acest mod, peretele țevii susținut de dorn la interior și supus la acțiunea cilindrilor în exterior, este redus la grosimea dorită. Țagla perforată este alungită proporțional și ușor redusă în diametrul exterior. Reducerea de perete, făcută în mod normal pe laminorul cu dop, este de aproximativ 3,2-6,4 mm. După laminarea pe dop, țeava are pe toată lungimea un perete uniform de grosime dorită, dar forma ei se abate ușor de la forma rotundă (este ușor ovalizată), nu este perfect dreaptă și este încă la o temperatură de roșu deschis.

2.3. Prelucrare țevii pe laminorul netezitor

Acesta este similar în construcție și funcționare cu perforatorul Mannesmann, cu excepția cilindrilor care au aproximativ lungimea de 760 mm, diametrul de 860mm și o formă aproape cilindrică (figura 3).

Cilindrii se reglează lateral în același mod cu cel descris pentru perforatorul Mannesmann și sunt separați printr-un spațiu puțin mai mic decât diametrul țevii de laminat. Cilindrii sunt acționați de un motor și sunt angrenați unul cu altul pentru a se roti în aceeași direcție cu o viteză periferică de aproximativ 4,5 m/s.

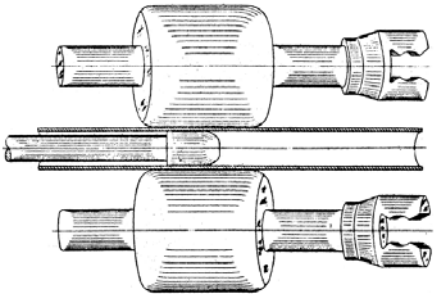

Fig. 3 Laminor netezitor

În timpul funcționării, un dorn cilindric care este așezat între cilindrii, este susținut la capătul de ieșire printr-o bară port-dorn răcită cu apă. Ca și la laminorul perforator, capătul opus al acestei bare este legat de un lagăr axial așezat pe un cărucior cu mișcare alternativă, fixat pe loc în timpul operației de laminare. Pe partea de intrare a laminorului, un transportor duce țeava prin ghidaje staționare până la contactul cu cilindrii. Deoarece cilindrii se rotesc în aceeași direcție și au axele înclinate opus, ei fac ca țeava să se rotească și să avanseze elicoidal pe dorn. Atât dornul cât și țeava sunt menținute în timpul laminării în poziția orizontală corectă prin ghidaje staționare montate între cilindrii laminorului deasupra și dedesubtul calibrului. Datorită faptului că spațiul total dintre cilindrii laminorului și dorn este mai mic cu câteva sutimi de milimetru decât dublul grosimii peretelui țevii de intrare, în timpul operației de laminare se efectuează o ușoară reducere a grosimii peretelui.

Această ușoară reducere făcută în operația de laminare are efectul de a poliza suprafața interioară și exterioară a țevii și de a-i mări foarte puțin diametru. Funcția laminorului netezitor este deci să rotunjească și să polizeze aceste suprafețe ale țevii livrate de la operațiile de fabricație anterioare.

2.4. Calibrarea țevii

Modul de calibrare a țevii netezite depinde de diametrul țevii care este produsă.

Pentru diametre de aproximativ 140 mm și peste, procesul de calibrare constă numai din trecerea țevii, reîncălzită în unele cazuri, prin două sau trei caje cu cilindrii de calibrare care sunt puțin mai mici decât țeava netezită. Reducerea de diametru efectuată are ca scop să asigure precizia dimensiunilor pe toată lungimea țevii.

Laminoarele de țevi fără sudură care produc țevi de la 90mm până la aproximativ 180 mm diametru exterior sunt echipate de obicei cu un laminor reductor acționat prin pinioane de distribuție, cu șapte caje în care se pot face reduceri de maximum 13 mm în diametru.

O astfel de reducere a diametrului dă o mai mare flexibilitate în funcționare și reduce la minimum timpii neproductivi ai instalației, prin micșorarea numărului de dimensiuni de semifabricate și de schimbări de cilindrii necesare pentru domeniul de mărimi al laminorului.

Întrucât nu este economic să se perforeze, să se lamineze și să se netezească țevi de diametru mic, producerea de țevi finisate la cald cu diametrul mai mic de 8 mm necesită un proces de reducere și calibrare pentru care se întrebuințează o mașină specială. Această mașină este similară cu un laminor continuu și constă din 8 până la 16 caje duo cu cilindrii canelați de diametru aproximativ 300 mm, aranjate după un plan continuu la o distanță una de alta, din centru în centru de aproximativ 600 mm.

În loc de a avea poziție verticală, cajele acestor cilindrii sunt înclinate cu 45°, astfel încât cajele alăturate sunt perpendiculare una pe alta și locurile centrelor deschiderilor calibrelor formate de caneluri, a căror mărime descrește treptat de la prima până la ultima cajă, se află pe aceeași linie dreaptă.

Calibrele în cajele inițiale au o formă ușor ovală. Dimpotrivă, calibrele în ultimele două caje la capătul de ieșire din laminor sunt de preferință rotunde.

Deoarece țeava de la laminorul netezitor este prea rece pentru a i se reduce diametrul, ea este trecută într-un cuptor lung de reîncălzire, așezat la capătul de intrare al laminorului reductor unde este încălzită la o temperatură uniformă puțin sub punctul de formare a țunderului. După aceea este împinsă cu un împingător mecanic direct în prima cajă a laminorului reducător, fiind trasă continuu prin cajele succesive în care este alungită și redusă la diametru exterior dorit.

Dimensiunea cea mai mică la care țevile sunt în general reduse prin acest procedeu este de 40 mm, iar reducerea maximă de diametru pe cajă, recomandată în acest timp de laminor este de 3 % .

Întrucât relația dintre variația peretelui și alungire variază cu raportul dintre diametru și grosimea peretelui, se asigură o condiție

medie și se aleg diametrele cilindrilor în caje succesive astfel încât să se obțină o viteză liniară cât mai aproape posibil de aceea a curgerii naturale a materialului metalic.

3. Concluzii

■ Prin procedeul de laminare analizat, se obțin țevi de calitate și cu un preț de cost relativ scăzut. Totuși, în cazul unor cerințe sporite în privința preciziei dimensionale, țevile sunt prelucrate în final pe laminoare de netezire și calibrare.

■ La finisarea pe laminorul de calibrare se poate observa însă o anumită reducere a diametrului țevii și o creștere neînsemnată a grosimii peretelui, deoarece laminarea se execută fără dop.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dieter, G.E., jr., *Metalurgie mecanică*, Traducere din limba engleză (S.U.A.) Editura Tehnică, București, 1970.
[2] Suciu, I., Holbea, I., *Tehnologia fabricării țevilor,* București, Editura didactică și pedagogică, 1977.
[3] Drăgan, I., Ilca, I., Badea, S., Cazimirovici, E., *Tehnologia deformărilor plastice*, București, Editura didactică și pedagogică, 1979.
[4] Hashmi, M.S.J., *Aspects of tube and pipe manufacturing processes: Meter to nanometer diameter*, Journal of Materials Processing Technology 179 (2006) 5–10.

Miruna MAGAON
Universitatea Politehnica Timişoara, Facultatea de Inginerie Hunedoara

Dr.Ing. Daniela MILOŞTEAN
Universitatea Politehnica Timişoara, Facultatea de Inginerie Hunedoara
daniela.milostean@fih.upt.ro

Prof.Dr.Ing. Ioan ILCA
Universitatea Politehnica Timişoara, Facultatea de Inginerie Hunedoara
Conducător de doctorat, Membru al Academiei de Ştiinţe Tehnice
din România, membru AGIR
ilca@fih.upt.ro