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

STAREA DE TENSIUNI ȘI DEFORMAȚII LA PERFORAREA ȚAGLELOR PENTRU ȚEVI FĂRĂ SUDURĂ

Miruna MAGAON, Daniela MILOŞTEAN, Ioan ILCA

TENSION AND DEFORMATION STATE AT BILLET PERFORATION FOR SEAMLESS PIPES

The paper analyses the particularities of perforation through helical rolling of filled billets to achieve blanks for seamless pipes. Also, clarify the plastic flow phenomenon caused by the stress and strain state, which determine the formation of the cavity.

Keywords: rolling helical cylinder bitronconic cavity, blanks, seamless, tubes (laminate tubes)
Cuvinte cheie: laminare elicoidală, cilindri bitronconici, cavitate, eboșe, țevi fără sudură (țevi laminate)

1. Introducere

Țeavă – aplicat într-un sens general, termenul de țeavă se folosește pentru a desemna orice corp lung, gol în interior, întrebuințat pentru transportul gazelor sau lichidelor. Restrâns la industria de oțel, acest termen este aplicat tuturor produselor tubulare destinate scopurilor pentru care asemenea produse sunt de obicei întrebuințate, precum și pentru transportul de apă, combustibil, gaz, aer, țiței etc.

La sfârșitul secolului al XIX-lea, odată cu transformarea bicicletei într-un vehicul foarte popular și solicitat, producerea de țevi fără sudură de înaltă calitate și în cantități mari, a devenit o necesitate.

Metodele vechi de fabricare a țevilor fără sudură erau încete și greoaie, iar comenzile nu puteau fi efectuate.

După anul 1900 industria de automobile a început să crească în dauna producerii de biciclete. Marea creștere a întrebuințării automobilelor a creat o imensă cerere pentru combustibili și lubrefianți pentru motoare, stimulând astfel expansiunea industriei de țiței și dezvoltând o nouă și enormă piață pentru țevi fără sudură. În perioada de tranziție, fabricantul de țevi fără sudură s-a orientat către industria cazanelor de abur, precum și a tuturor formelor de țevi pentru cazane staționare și locomotive.

De asemenea, după primul război mondial, descoperirea unor enorme zăcăminte de țiței și gaze a creat o cerere de țevi pentru sonde și conducte. Aceste realități au determinat studierea și perfecționarea metodelor de perforare a semifabricatelor rotunde sub formă de țevi și dezvoltarea lor la scară industrială.

2. Cuprinsul lucrării

Dezvoltarea industriei de țevi fără sudură descrisă mai sus a fost determinată și de adaptarea procedeului de perforare la numeroase tipuri de oțeluri care au fost dezvoltate în această perioadă. Oțeluri elaborate prin multe procedee pot acum să fie transformate cu succes în țevi fără sudură. În general se utilizează oțeluri calmate fabricate prin procedeele Siemens-Martin, cuptor electric bazic cu oxigen (convertizoare). Cantități considerabile de oțel Bessemer au fost de asemenea transformate, cu rezultate excelente, în țevi fără sudură.

Mai întâi, țaglele rotunde sunt încălzite uniform până la temperatura de perforare, în cuptoare speciale încălzite cu gaz sau cu combustibil lichid. Ele sunt apoi preluate prin intermediul instalațiilor de laminare.

Laminorul Mannesmann pentru perforarea țaglelor rotunde la fabricarea țevilor funcționează pe principiul laminării elicoidale. Cei doi cilindrii din oțel, care produc forțele necesare pentru a produce cavitatea în țagla rotundă, sunt amplasați unul lângă altul și au axele lor înclinate cu unghiuri opuse de 6-12° față de axa orizontală a laminorului (figura 1). Lungimea cilindrilor este de 510-760 mm, iar diametrul 810-1220 mm. Profilul cilindrilor este astfel încât distanța dintre ei în planul orizontal ce trece prin axa de laminare se micșorează pe direcția laminării formând conul de intrare pe lungimea de 130-380 mm până la locul cel mai îngust, denumit gâtuire, și apoi se mărește formând conul de ieșire din zona de deformare. Unghiurile de înclinare

care formează conul de intrare și de ieșire este între 4 și 12°, valoarea uzuală fiind de 7°. Arborii acestor cilindrii sunt montați în lagăre care pot fi reglate lateral în cadru pentru a permite ca spațiul dintre cilindrii să fie reglat pentru dimensiunea țevii care se laminează.

Capătul de intrare al fiecărui cilindru este echipat cu o bară universală de cuplare, care prin intermediul cajei de angrenare se cuplează cu motorul principal de acționare. Puterea acestui motor depinde de domeniul de dimensiuni ce urmează să fie produsă de laminor și variază între 750 și 5000 CP. Aceste motoare sunt construite pentru o sarcină maximă de 300 %. Cilindrii sunt răciți cu jeturi de apă. Nivelul axei de laminare este determinat prin două ghidaje situate în intervalul dintre cilindrii, una deasupra, iar alta sub axa laminorului. Între aceste ghidaje, la conul de ieșire din zona de deformare, un dorn de perforare de forma unui proiectil este ținut în poziție la capătul unei bare port-dorn, răcită cu apă, așezată pe partea de ieșire din zona de deformare. Capătul opus al acestei bare este montat într-un lagăr axial care este susținut pe un cărucior cu mișcare alternativă, fixat pe loc în timpul operației de perforare. Capătul ascuțit al dornului de perforare se extinde puțin dincolo de gât, către partea de intrare între cilindrii.

Operația de perforare. O țaglă rotundă plină sau țaglă de lungimea și diametrul potrivite pentru mărimea și greutate țevii dorite, este încălzită uniform până la temperatura obișnuită pentru laminarea secțiunilor ușoare (1200-1260 °C). Cu cilindrii rotindu-se cu o viteză periferică constantă (244-335 m/min), țagla încălzită este transportată la un jgheab orizontal care potrivește axa țaglei la partea de intrare a laminorului astfel încât să coincidă cu axul trecerii.

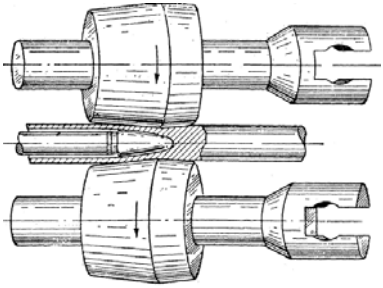

Fig.1 Schema perforării semifabricatului plin la laminorul Mannesmann

Țagla încălzită este împinsă înainte în spațiul dintre cilindrii, care a fost reglat astfel încât gâtul să fie aproximativ 90 % din diametrul țaglei. Imediat ce capătul anterior al țaglei a atins cilindrii, se încetează forța asupra împingătorului.

Din cauza oblicității axelor cilindrilor, mișcarea imprimată țaglei între cilindrii este o mișcare de rotație asociată cu intrare axială. Când capătul anterior al țaglei a ajuns la gât, el întâlnește nasul sau capătul ascuțit al dornului de perforare.

Prinderea cilindrilor este suficientă pentru a continua înaintarea țaglei în contra efectului de întârziere impus de către dornul perforator. Când capătul posterior a scăpat de pe dornul perforator, se desprinde căruciorul cu lagăr axial și se retrage dornul din țagla care a devenit acum un eboș gol în interior și care este apoi transportată la un cuptor de reîncălzire în scopul pregătirii pentru continuarea fabricării de țeavă finită. Aceste eboșe sunt produse în lungimi de până la 8 m în mai puțin de un minut.

Acțiunea cilindrilor. Este evident că mișcarea de avans a țaglei este cauzată de înclinarea axelor cilindrilor. Este destul de dificil de înțeles modul în care acești doi cilindrii exercitând presiune numai asupra suprafeței țaglei pot împinge materialul metalic pe dorn spre a forma o țeavă dintr-o țaglă plină. Trebuie menționat în mod special că nu dornul este împins prin metal, ci că cilindrii fac ca metalul să curgă peste și în jurul dornului. Pentru a se obține acest rezultat, cilindrii trebuie mai întâi să tragă metal de la centrul țaglei, această acțiune tinzând să formeze o gaură centrală sau cavitate, pentru intrarea vârfului perforatorului. Aceasta se demonstrează luând în considerare faptul că o gaură mică, dar oarecum neregulată, poate fi formată într-o țaglă fără întrebuințarea vârfului perforatorului. În practică, capătul dornului perforator este așezat suficient de înainte să împiedice formarea unei cavități înaintea vârfului. Se profită numai de tendința cilindrilor de a forma această cavitate.

Principiul formării cavității. Intr-adevăr o astfel de gaură poate fi deschisă în centrul oricărui corp plastic plin, de formă cilindrică, prin laminarea între două suprafețe chiar plane. Siderurgii, în special forjorii, cunosc faptul că dacă o bucată de oțel de forma unei bare rotunde este presată sau forjată într-o formă ovală, de mai multe ori la rând se va produce o ruptură în centru, care se va întinde longitudinal prin mijlocul barei. Cauza formării acestei rupturi se datorează faptului că, în momentul în care se aplică barei rotunde în puncte diametral opuse o presiune suficientă de deformare prin micșorarea diametrului mic și creșterea celui mare, lățirea materialului care are loc de-a lungul diametrului mare și în direcții opuse, produce o tensiune laterală care poate face ca particulele metalului să fie desprinse de la centru (figura 2).

Curgerea metalului la perforare. Când țagla care se află într-o stare plastică intră în caje, cilindrii o apucă în puncte diametral opuse de pe circumferința ei. În timp ce trag țagla înainte în lungul părții care se îngustează din zona de deformare, ei continuă să o comprime în aceste puncte opuse și, deoarece țagla este rotită cu rapiditate, aceste puncte se schimbă continuu.

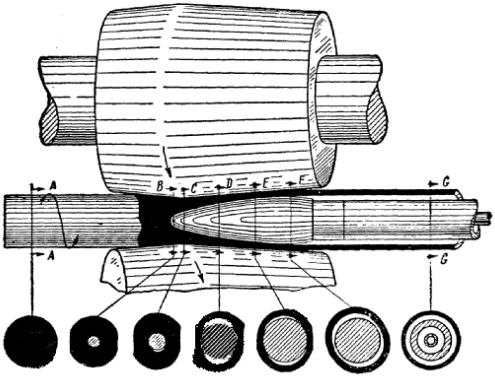

Fig. 2 Modificarea secțiunii transversale a semifabricatului rotund prin perforarea acestuia între cilindrii

Pe măsură ce laminarea sau laminarea transversală compresivă avansează din punctul de contact inițial al cilindrilor perforatori spre gât, diametrul țaglei se micșorează, iar secțiunea este schimbată de la un cerc la un oval cu diametrul mare într-o poziție verticală. Deoarece țagla se rotește, porțiunea centrală este supusă tuturor forțelor care sunt aplicate în jurul circumferinței ei în timpul contactelor succesive dintre țaglă și cilindrii.

Dacă o suficientă reducere este efectuată în acest mod, se va forma o cavitate în centrul țaglei chiar fără prezența unui dorn perforator. În practică, nu se permite ca această cavitate să se formeze în avans față de nasul dornului, întrucât suprafața aspră a cavității formate de la sine ar putea să nu permită ca suprafață interioară a eboșei să fie interior laminată neted prin acțiunea dornului. Acesta este motivul pentru care capătul dornului perforator este așezat în avans față de gât, astfel încât el să fie acela care va produce efectiv deschiderea în centrul țaglei, fiind ajutat în funcțiunea sa de acțiunea de laminare transversală.

Pentru a se evita dificultatea centrării precise a dornului, capătul anterior al țaglei se centrează pentru a se asigura străpungerea țaglei de către vârful dornului foarte aproape de axul acesteia. Centrarea nu este absolut necesară; totuși ea ajută la pătrunderea capătului dornului în centrul țaglei și reduce uzura dornului. În cazul când capătul dornului perforator este amplasat prea departe în avans față de gât, acțiunea de laminare transversală asupra centrului țaglei nu va fi suficient de mare pentru a reduce suficient rezistența, astfel încât să se permită prinderea de către cilindrii pentru a face țagla să înainteze peste dorn.

Odată ce capătul dornului a pătruns centrul axial al țaglei, dornul perforator devine un al treilea cilindru, astfel încât, cu un calibru corect proiectat, metalul semifabricatului este laminat elicoidal peste dornul perforator (mai degrabă decât extrudat) pentru a produce eboșa goală în interior. Prinderea de către cilindrii a eboșei goale în interior în

porțiunea divergentă a calibrului, datorită oblicității axelor cilindrilor, tinde să tragă țagla înainte pe măsură ce se produce reducerea grosimii peretelui și în consecință tinde să mărească lungimea eboșei goale perforate pe seama diametrului.

3. Concluzii

În expunerea din lucrare, accentul se pune pe starea de tensiuni și deformații la perforarea semifabricatelor rotunde pline. Astfel se clarifică fenomenele de curgere plastică a materialului metalic la perforare, menționând în mod special că nu dornul este împins prin metal, ci că cilindrii fac ca metalul să curgă peste și în jurul dornului perforator. Pentru a se obține acest rezultat, cilindrii trebuie mai întâi să tragă metal de la centrul țaglei, această acțiune tinzând să formeze o gaură centrală sau cavitate, pentru intrarea vârfului perforatorului. Deci, rolul perforatorului este de a regla curgerea plastică a materialului metalic în jurul lui, pentru a forma eboșa.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ilca, I., Hepuț ,T., *Cercetări privind tehnologia de fabricație a oțelurilor pentru țevi*, Volumul „Utilaje pentru prelucrări la cald”, Universitatea din Brașov, 1990, pag.225.
[2] Ilca, I., Socalici, A., *Utilizarea microrăcitorilor pentru dirijarea solidificării lingourilor mari din oțel*, „Analele Facultății de Inginerie din Hunedoara” Tom 1, Fascicola 7, 1999, pag.30.
[3] Gâdea, S., Geru, N., ș.a., *Manualul Inginerului Metalurg*, Vol. II, Editura Tehnică, București, 1982.
[4] Man-soo Jouna, Jangho Leeb, Jae-min Choc, Seung-won Jeongc, Ho-keun Moon, *Quantitative study on Mannesmann effect in roll piercing of hollow shaft*, Procedia Engineering 81 (2014) 197 – 202.
[5] Ghiotti, A., Fanini, S., Bruschi, S., Bariani, P.F., *Modelling of the Mannesmann effect*, CIRP Annals - Manufacturing Technology 58 (2009) 255–258.

Miruna MAGAON
Dr.Ing. Daniela MILOŞTEAN
e-mail: daniela.milostean@fih.upt.ro
Prof.Dr.Ing. Ioan ILCA
Conducător de doctorat, membru al Academiei de Ştiinţe Tehnice din România, membru AGIR, e-mail: ilca@fih.upt.ro

Universitatea Politehnica Timişoara, Facultatea de Inginerie Hunedoara