

CONSIDERATII PRIVIND PREVENIREA FISURARII PIESELOR DIN OTEL SUPUSE CALIRII

Pavel Mudura, Petru Ungur, Tiberiu Vesselenyi, Arpad Szabo
Universitatea din Oradea

Cuvinte cheie: calire, defecte, fisuri, arbore;

1. Abstract

In this paper a technical solution is presented for avoiding the fracture of a Cr120 steel work piece during hardening and which has sudden section variations.

2. INTRODUCERE

Produsele metalice realizate de om tind sa raspunda, într-o masura cât mai mare, unor cerinte si exigente strâns legate atât de necesitățile omului cât si de progresul tehnico-stiintific atins la un moment dat. Masura în care un anumit produs raspunde anumitor grupe de cerinte si exigente legate de un anumit scop, poate fi apreciata prin notiunea de „calitate” a produsului respectiv.

Abaterea de la toleranta admisa, pentru o anumita caracteristica a unui produs, este catalogata prin notiunea de „defect”.

În ce privesc produsele metalice realizate din oteluri, defectele care pot aparea sunt legate de o anumita operatie componenta a procesului tehnologic de fabricare. Astfel, un anumit reper poate fi afectat de o serie de defecte care reprezinta abateri de la: forma geometrica, dimensiuni, masa, aspect, compactitate, structura, compozitie chimica sau proprietati fizice permise în standarde, normele de produs sau documentatia de executie.

3. DEFECTE ALE PRODUSELOR DIN OTEL SUPUSE TRATAMENTELOR TERMICE

În cursul tratamentelor termice, care se aplica produselor din otel, pot aparea o serie de defecte care pot fi clasificate dupa mai multe criterii, astfel:

a) dupa marimea defectului:

- *defecte neadmise*, sunt acele defecte care duc la declararea piesei ca rebut;
- *defecte admise*, sunt acele defecte care nu duc la depasirea abaterilor

prescrise pentru piesa respectiva;

- *defecte remediable*, sunt acele defecte care duc la depasirea abaterilor prescrise dar, prin diferite actiuni de remediere, abaterile pot fi aduse sub cele prescrise;

b) dupa modul de punere in evidenta:

- *defecte observabile* vizual direct – acestea de obicei pot fi observate cu ochiul liber sau cu lupa, examinând suprafetele accesibile ale piesei. Exemplu: fisurile, deformatiile, finisarea suprafetei, nuanta de culoare caracteristica, etc. În acest caz se poate determina: numarul defectelor, marimea si forma lor, în urma curatirii prealabile a suprafetei piesei si a unei iluminari corespunzatoare;

- *defecte ascunse*: sunt acele defecte care de obicei sunt in interiorul piesei sau pe suprafete neaccesibile ale piesei. Exemplu: fisurile, defecte de structura, neomogenitate a compozitiei chimice, etc.

Defectele ascunse pot fi puse în evidenta prin metode destructive (încercari mecanice, observatii metalografice, etc.) sau prin încercari nedestructive: controlul cu

radiatii penetrante, controlul cu ultrasunete, controlul magnetic, controlul cu ajutorul curentilor turbionari, etc.

c) dupa natura lor:

- *defecte fizice*: fisuri , deformari, duritate locala scazuta, etc.;

- *defecte chimice* : abateri de la compozitie chimica prescrisa, neomogenitati ale compozitiei chimice, decarburarea si oxidarea.

- *defecte de structura* : acestea apar ca urmare a unui tratament termic incorect executat (ex. granulatie grosolana).

d) dupa natura operatiilor de tratament termic:

- defecte cauzate de încălzire si mentinere:

- *fisurarea la încălzire*: apare in cazul încălzirii cu viteza mare de încălzire a unor piese cu difuzivitate termica redusa sau cu o configuratie geometrica complexa. În aceste cazuri fisurile sunt cauzate de tensiunile termice mari si pot duce la rebutarea piesei. Fisurile pot fi evitate prin încălzirea în trepte.

- *subîncalzirea*: apare atunci când nu se respecta temperatura indicata în cadrul tratamentului termic respectiv. Ea duce la o structura necorespunzatoare si acest efect poate fi înlaturat printr-o noua încălzire corespunzatoare.

- *material ars*: este un defect iremediabil ce consta în deteriorarea materialului în urma unei supraîncalziri si oxidari puternice. La microscop se observa oxidarea intercrystalina si o granulatie grosolana.

- *decarburarea*: este micșorarea continutului de carbon al piesei datorita unei durate prea lungi de încălzire într-o atmosfera bogata în: vapori de apa, oxigen, bioxid de carbon si hidrogen. În acest caz piesa la suprafata are o structura feritica care poate fi remediata eventual prin carburare sau îndepartarea stratului respectiv prin prelucrare mecanica.

- *structura grosolana*, care poate fi determinata de mentineri îndelungate la temperaturi normale.

- *deformarea si strâmbarea*, care este cauzata fie de o încălzire cu viteza mare de încălzire, când tensiunile termice depasesc rezistenta materialului respectiv la temperatura respectiva si rezulta deformatii remanente, fie de asezarea pieselor în cuptor, când se pot deforma sub propria greutate.

- *supracarburarea* : apare la carburarea otelurilor de cementare din cauza mediului de carburare prea energic sau datorita unei mentineri îndelungate. Efectul supracarburarii se constata prin prezenta în stratul carburat a unei mari cantitati de cementita dura si fragila sub forma de retea la limita graunților de perlita. Dupa calire supracarburarea creeaza fragilizarea stratului si aparitia fisurilor.

- *fragilizarea stratului nitrurat*, care apare la tratamentul de nitrurare în cazul suprasaturarii în azot a stratului nitrurat, din cauza duratei prea lungi de nitrurare sau a gradului de disociere prea mare a amoniacului.

- defecte cauzate de procesul de racire:

- *fisurarea*, care este un defect care duce la rebutarea piesei. Ea este cauzata de tensiunile interne ce apar la racire si care depasesc rezistenta la rupere a materialului.

- *deformarea*, este un defect care apare si la racirea pieselor si se datoreste racirii neuniforme pe/în diferitele sectiuni ale piesei. În cazul pieselor simetrice, racirea neuniforma pe o anumita sectiune se datoreste modului de scufundare a piesei în mediul de racire.

- *petele moi*, care reprezinta mici portiuni pe suprafata piesei cu duritate redusa fata de restul suprafetei . Ele se datoresc fie mediului de racire, care nu asigura o racire uniforma , fie structurii locale a piesei.

- *fragilitatea de revenire*: se manifesta prin valori scazute ale rezilientei. Ea apare la oțeluri slab aliate cu Cr, V (în care lipsește Mo), atunci când răcirea după revenire înaltă se face prea lent în intervalul 500 – 400 °C. Evitarea acestui defect se face prin răcire cu viteză mare de răcire a acestor oțeluri.

e) după tipul tratamentului termic:

- *defecte care apar la calire*: decarburarea și oxidarea, petele moi, fisurile, deformarea pieselor, etc;

- *defecte ce apar la revenire*: fragilitatea la revenire, duritatea ridicată, duritatea scăzută, deformarea pieselor;

- *defecte ce apar la carburare*: strat hipercarburat, strat hipocarburat, neuniformitatea stratului, deformarea piesei, etc.

- *defecte care apar la nitrurare*, fragilitatea stratului datorită suprasaturării cu azot.

4. REMEDII POSIBILE PENTRU EVITAREA APARIȚIEI DEFORMĂȚILOR ȘI FISURILOR UNEI PIESE

Cauzele principale care favorizează apariția deformățiilor și fisurilor unei piese în timpul procesului tehnologic, precum și măsurile de prevenire a acestor defecte, sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Etapele fabricării	Factori ce favorizează apariția deformățiilor și fisurilor	Remedii posibile
1	2	3
A. <u>Conceptie</u> -desenul piesei -alegerea oțelului	1.Sectiuni asimetrice 2.Schimbarea brusca a sectiunii 3.Pereti subtiri 4.Calibilitate insuficienta, care presupune utilizarea unui mediu de racire energetic	1.Suprimarea sau atenuarea acestor neajunsuri 2-4 Proiectarea judicioasa 5 Alegerea judicioasa a oțelului ținând seama de proprietățile dorite după calire 6 Controlul receptiilor 7,8,9. Impunerea de criterii de calitate la comanda. Controale la receptii. 10 Armonizarea la conceptie a sensului fibrajului cu forma piesei.
B. <u>Calitatea oțelului</u>	6.Eroare de marca de oțel 7.Compozitie chimica în afara normelor 8.Prezenta segregatiilor 9.Defecte de suprafata	11,12,13,14,15. Punerea la punct a procesului de fabricatie și a controlului. 16,17,18. Aplicarea unei recoaceri după forjare . 19. Punerea la punct a controlului fabricatiei.
C. <u>Game de fabricatie</u> - forjare - uzinare la rece	10.Sensul fibrajului la piesa. 11.Nerespectarea adaosului de uzinare. 12.Cute. 13.Arsura. 14.Decarburare. 15.Sensul laminarii la semifabricat. 16.Supraîncalzire. 17.Ecruisare. 18.Tensiuni remanente. 19.Fisuri superficiale sau interne.	20, 21. Sensibilizarea personalului, aplicarea controlului. 26.Se va alege cel mai bun compromis : uzinabilitate-risc de defecte. 27.Aplicarea unei recoaceri.

1	2	3
<p>C. <u>Game de fabricatie</u></p> <p>- forjare - uzinare la rece</p>	<p>21.Racordari incorecte. 22.Adaosuri insuficiente sau neuniforme. 23.Conditii de aschiere prea severe. 26.Continutul în sulf. 27.Prezenta tensiunilor remanente.</p>	<p>28.Asezarea adecvata. 29.Preîncalzire sau încălzire lenta. 30.Îmbunatatirea instalatiei de încălzire. 31.Utilizarea de atmosfere controlate. 32.Respectarea temperaturii de austenitizare a otelului. 33.Controlul. 34.Schimbarea mediului daca calibilitatea otelului o permite: astfel se vede alegerea otelului. 35.Agitarea mediului de racire. 36.Revenirea imediat dupa calire.</p>
<p>D. <u>Tratamente termice</u></p>	<p>28.Asezarea necorespunzatoare a pieselor. 29.Încalzirea prea rapida. 30.Neuniformitatea temperaturii. 31.Atmosfera activa fata de metal (oxidare, carburare, decarburare). 32.Temperatura de austenitizare incorecta. 33.Durata de încălzire incorecta. 34.Racirea intr-un mediu prost ales. 35.Racirea eterogena. 36.Durata prea lunga între calire si revenire.</p>	

5. SOLUTIE TEHNICA PENTRU EVITAREA FISURARII UNEI PIESE DIN Cr120 SUPUSA CALIRII

Reperul, din figura 1, este un tambur care joaca rolul de suport - parte pasiva, pentru taierea unor fâsii de hârtie cu ajutorul unor cutite circulare. În acest scop el trebuie sa îndeplineasca conditii de rezistenta la uzura, deci duritate foarte ridicata, deoarece orice uzura a lui maresta distanta dintre el si cutite, care este o conditie necesara pentru taierea hârtiei.

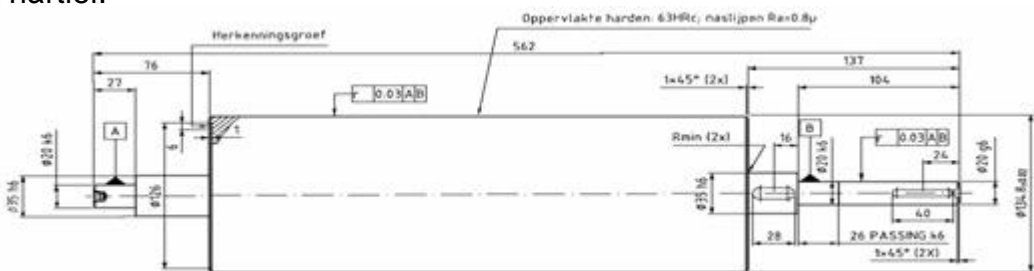


Fig 1 Arbore

Reperul respectiv a fost proiectat din oțel Cr120, care are un conținut ridicat de carbon și elemente de aliere (Cr, W, V). elementele de aliere împreună cu carbonul formează o serie de carburi (simple și complexe), care măresc rezistența la uzură. Structura, în stare de livrare (recoaptă) a acestui oțel, este formată din carburi (globulare) dispersate pe un fond sorbitic. Datorită cantității mari de elemente de aliere, transformările, care au loc cu ocazia unor tratamente ulterioare, prezintă o serie de particularități ce au loc la încălzire, răcire și revenire:

a) *la încălzire:* temperatura de austenitizare trebuie să fie mai ridicată din două motive: pe de o parte elementele de aliere reclamă o temperatură mai ridicată, iar pe de altă parte, austenita obținută la temperaturi apropiate de A_{c1} nu este aliată și pentru a obține o austenită aliată este necesară o încălzire la temperaturi înalte. Ca urmare pentru oțelul Cr120, temperatura de austenitizare este 1100...1150°C.

b) *la racire*: transformările care apar, sunt similare cu cele ale oțelului carbon, putându-se obține aceleași structuri (P, S, T, B, M); datorită elementelor de aliere (Cr, W, V, etc.), care coboară poziția lui Ms și datorită încălzirii la temperaturi ridicate, austenita va fi mai stabilă și în urma răcirii va rămâne o cantitate mai mare de austenită.

Structura acestor oțeluri, după calire, prezintă foarte puține carburi fine pe un fond poliedric de austenită (martensita fiind foarte fină și în cantitate mică, nu se distinge).

c) *la revenire*: transformările se produc în prezența unei cantități mari de austenită reziduală susceptibilă la transformări în timp; la temperaturi ce depășesc cu puțin 300°C, se separă atât carbon cât și elemente de aliere și efectul transformării este o scădere a durității; la temperaturi mai mari are loc și o precipitare a unor carburi fine, devine mai săracă în carbon și elemente de aliere, punctul Ms urcă, ceea ce face posibilă transformarea austenitei reziduale în martensită. Acest lucru este pregnant la 500-550°C și este însoțit de creșterea corespunzătoare a durității (calire secundară).

Pentru obținerea durității (63HRC) reperului din figura 1, materialul fiind Cr120, se impune aplicarea tratamentului termic de calire cu o încălzire de austenitizare în intervalul de temperaturi 1100-1150°C și o răcire în ulei. În urma aplicării acestui tratament, s-a constatat că apar fisuri mari care duc la rebutarea piesei. Aceste fisuri sunt cauzate de valoarea ridicată a tensiunilor termice la răcire cauzate de trecerea brusca de la secțiunea F35 la secțiunea F134 și de gradul de subracire a materialului respectiv.

Pentru evitarea fisurării piesei se impune reproiectarea ei și în acest sens se adoptă soluția ca piesa să fie compusă din două bucati: un arbore interior din OLC45 (fig. 2) și o parte exterioară tip cameră din Cr120 (fig. 3). Asamblarea celor două piese se va face printr-un ajustaj cu strângere (fig. 4).

Arborele interior este prevăzut cu niste canale exterioare pentru a compensa eventualele tensiuni periculoase - cauzate de lungimea mare de asamblare, care ar putea duce la fisurarea camerei exterioare.

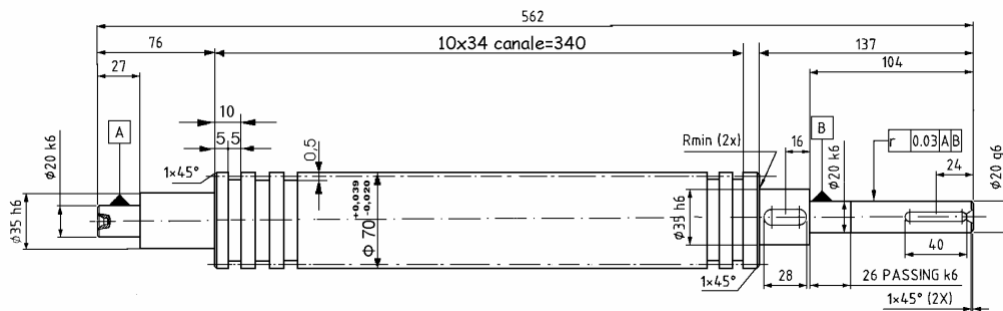


Fig 2 Arbore interior

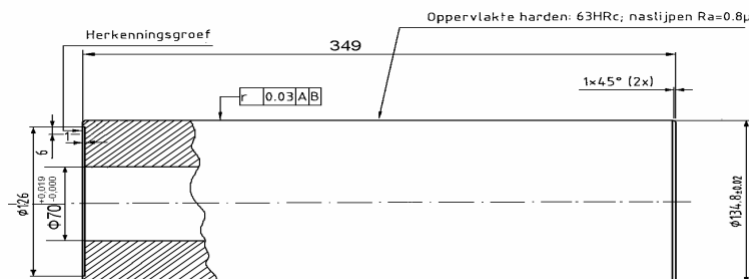


Fig 3 Camasa exterioara

În acest fel, arborele interior va suferi o calire (încalzire la 840°C și racire în ulei), urmata de o revenire înalta (încalzire la 600°C și racire în aer) după care i se va aplica o rectificare exterioară cu prindere între vârfuri. Camasa exterioară va suferi o calire, cu încălzire la 1100°C și racire în ulei, obținând o duritate de 62HRC și i se va aplica o rectificare interioară.

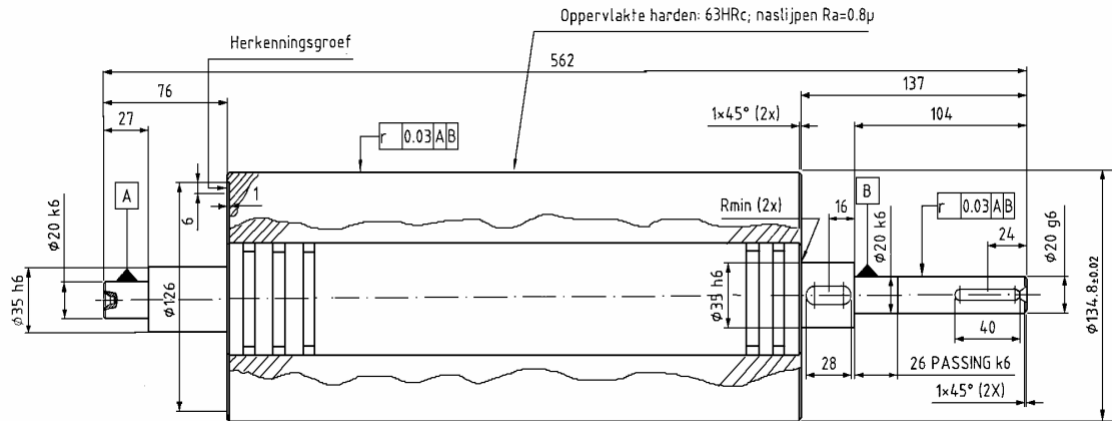


Fig 4 Arbore ansamblu

Cele două piese vor fi asamblate prin presare, obținându-se piesa „arbore ansamblu” (fig.4) care va fi supus unei rectificări exterioare cu prindere între vârfuri, asigurându-se astfel caracteristicile impuse de desenul de execuție inițial (fig.1).

6. CONCLUZII

Deoarece piesa în cauză face parte dintr-un subansamblu destul de complicat, o modificare constructivă a ei ar fi atras și alte modificări de piese ceea ce ar fi ridicat foarte mult pretul de cost. Ca urmare s-a impus soluția constructivă prezentată, care păstrează forma și caracteristicile inițiale ale piesei.

7. BIBLIOGRAFIE

1. Cartis, Ioan, Gh., - Tratamente termice, Ed. Facla 1986.
2. Dulamita, T., Vermesan, G., s.a. - Tehnologia tratamentelor termice, Bucuresti, EDP, 1982
3. Vermesan, H., Mudura, P., Vermesan, G., Berar, A., I. Bazele teoretice ale tratamentelor termice, Editura Universitatii din Oradea, 2001 ISBN 973-8083-91-5
4. Vermesan, G., Îndrumator pentru tratamente termice, Cluj, Ed. Dacia, 1987