

KONTROLA ŠTRUKTÚRY

Svetelná mikroskopia sa bežne používa pri kontrole *štruktúrneho stavu kovových materiálov*. Skúmanie štruktúry má nielen teoretický, ale i značný praktický význam a je základnou disciplínou náuky o kovoch. Dovoľuje napríklad hodnotiť akosť výroby kovových materiálov i zložité procesy ich spracovania, umožňuje posúdiť vhodnosť materiálu pre daný účel, odhaliť rozsah a príčiny väd materiálu a podobne.

Príprava metalografických vzoriek. Pretože mikroskopickými metódami nie je možné skúmať štruktúru v celom objeme skúšaného predmetu, snažíme sa pripraviť reprezentatívnu vzorku. Vo väčšine prípadov potrebujeme k zhodnoteniu stavu mikroštruktúry vzoriek viac. Prípravu vzoriek môžeme rozdeliť do štyroch etáp:

- odber a preparácia,
- brúsenie,
- leštenie,
- vyvolanie štruktúry (leptanie).

Odber a preparácia vzoriek. Pri voľbe miesta, z ktorého odoberáme vzorku, musíme uvažovať účel skúmania mikroštruktúry, postup výroby polotovaru a súčasti, ich rozmery a tvar. Vždy sa snažíme odoberať vzorku takých rozmerov, ktoré sú najvhodnejšie z hľadiska zamýšľaného spôsobu prípravy vzoriek (1 až 3 cm² pripravovaného povrchu a asi 1 cm do výšky pre ľahkú manipuláciu).

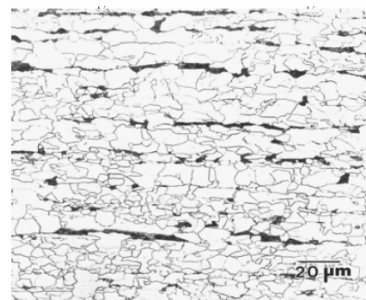
Pre bežné metalografické kontroly výroby sa vzorka odoberá z miest, kde predpokladáme najväčšiu a najmenšiu štruktúrnú heterogenitu.

Pre zisťovanie príčin lomov či porúch súčastí sa snažíme odobrať vzorku obsahujúcu defektné miesto a pre porovnanie ďalšiu vzorku z nepoškodenej oblasti.

Ďalej musíme zvoliť rez, v ktorom budeme mikroštruktúru pozorovať.

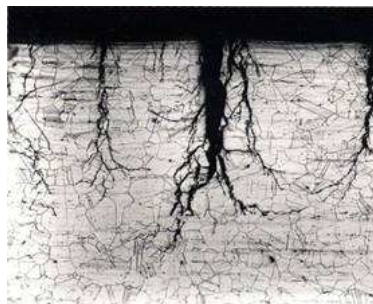
V pozdĺžnych rezoch sledujeme:

- a) morfológiu a usporiadanie nekovových inklúzií;
- b) stupeň plastickej deformácie jednotlivých štruktúrnych zložiek kovovej základnej hmoty;
- c) výskyt riadkovitosti;
- d) vplyv tepelného spracovania na mikroštruktúru.



Priečne rezy umožňujú predovšetkým pozorovanie:

- a) rozloženia nekovových inklúzií v celom priereze;
- b) hĺbky a rovnomernosti povrchových alebo korózných vrstiev;
- c) hĺbky prienikov povrchových defektov.



Spôsob odberu vzoriek závisí od druhu materiálu a rovnovážnosti jeho stavu. Pri oddeľovaní vzorky nesmie dôjsť k zmene mikroštruktúry ani deformáciou ani vyvinutým teplom. K bežným odberom vzoriek patrí rezanie pílou s tenkým listom za intenzívneho chladenia reznou kvapalinou. Pokiaľ to

však tvar a rozmery predmetu dovoľujú, je treba dať prednosť upichovaniu na sústruhu za vhodných rezných podmienok. Tvrdé a húževnaté materiály sa rozbrusujú tenkým brúsnym kotúčom, kedy však deformácia a vývin tepla sú najväčšie.

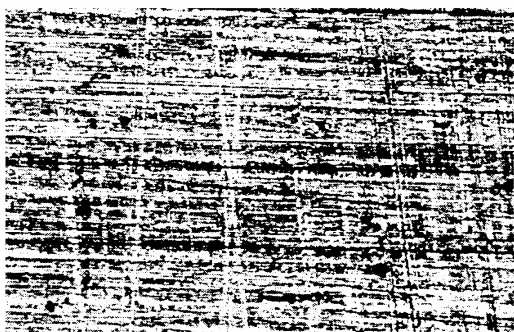
Pri odoberaní sa musia vzorky vždy vhodne označiť. Spravidla na povrch protiľahlý rezu vyrazíme číslce alebo písmená, alebo použijeme k popisu elektroiskrovú ihlu. Vzorky, ktoré budú v ďalšom preparované, sa označujú až v priebehu preparácie. Preparácia vzoriek je úprava ich rozmeru, smerujúca k urýchleniu a uľahčeniu ďalších etáp prípravy vzoriek. Medzi bežné spôsoby preparácie je možné zaradiť zalievanie do vytvrditeľných syntetických živíc (napr. dentacrylu). Vzorka sa položí plochou, ktorú chceme pozorovať, na sklenenú dosku. Okolo vzorky umiestnime kovový krúžok s vnútorným priemerom 20 až 30 mm, do ktorého vlejeme živicu. Jej stuhnutie a vytvrdenie trvá pri teplote miestnosti niekoľko hodín. Rýchlejším spôsobom preparácie je zalisovanie vzorky do vhodného reaktoplastu (napr. bakelit) na hydraulickom zalisovávacom zariadení.

Brúsenie vzoriek. Po odobratí vzorky musíme postupne zmenšovať povrchovú mikronerovnosť rezu, ktorý je určený pre mikroskopické pozorovanie. Materiál je odoberaný pomocou brusiva, čo sú zrná veľmi tvrdých látok, rozptýlené v tuhom, polotekutom alebo tekutom prostredí.

Ručné brúsenie sa realizuje na brúsnom papieri, položenom na rovnej podložke. Je potrebné, aby vzorka pri brúsení ležala celou plochou na brúsnom papieri. Pri brúsení sa pohybuje vzorkou po brúsnom papieri stále jedným smerom. Pri prechode z hrubšieho papiera na jemnejší sa vzorka najskôr očistí a potom sa brúsi v smere kolmom k predchádzajúcim ryhám. Vzorka sa brúsi tak dlho, dokiaľ nezmiznú stopy po predchádzajúcom brúsení.

Mechanické brúsenie. Pri mechanickom brúsení držíme vzorku v ruke a pritláčame na brúsny papier na rotujúcom vodorovnom kotúči. Mechanické brúsenie sa môže robiť za sucha alebo za mokra. Brúsenie za mokra, kedy je vzorka ochladzovaná tekutinou, dovoľuje vyššiu rýchlosť pohybu brúsneho papiera.

Účelom brúsenia je dosiahnuť minimálnu povrchovú nerovnosť. Brúsením na stále jemnejších metalografických brúsných papieroch odoberáme povrchovú vrstvu výbrusu.



a) zle vybrúsené – kolmé ryhy

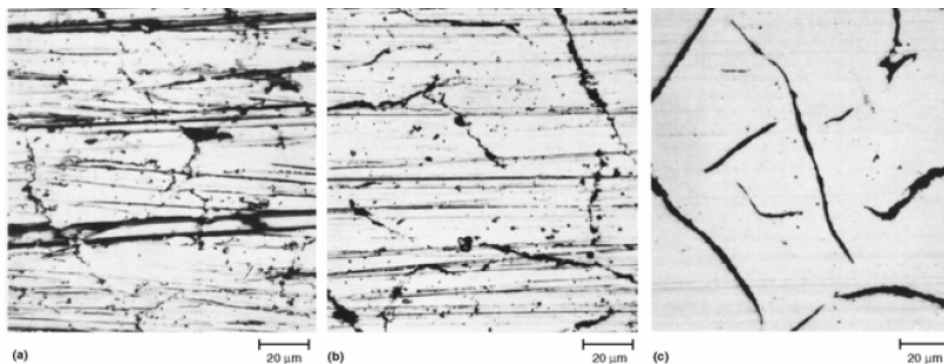


b) dobre vybrúsené

Leštenie vzoriek. Po brúsení vzorky nasleduje jej leštenie, ktorým dosahujeme rovinný povrch so zrkadlovým leskom. Leští sa buď mechanicky, elektrolyticky alebo chemicky.

Vzorku, ktorú po brúsení dokonale opláchneme vodou, pritláčame ľahko na leštiaci kotúč a vykonávame ňou krúživý pohyb proti smeru otáčania kotúča. Tým sa smer leštenia neustále mení a nedochádza k pretiahnutiu mäkkých štruktúrnych súčastí na povrchu výbrusu v jednom smere. Textilné poťahy kotúčov je potrebné udržiavať v čistote a počas práce v primeranej vlhkosti. Leštenie nemá trvať veľmi dlho, lebo sa zväčšuje Beilbyho vrstva, vytrhávajú sa mäkké štruktúrne zložky a vzniká reliéf.

Niektoré štruktúrne súčasti (napr. grafit v liatinách, inklúzie a pod.) pozorujeme na vyleštenej nenaleptanej vzorke.

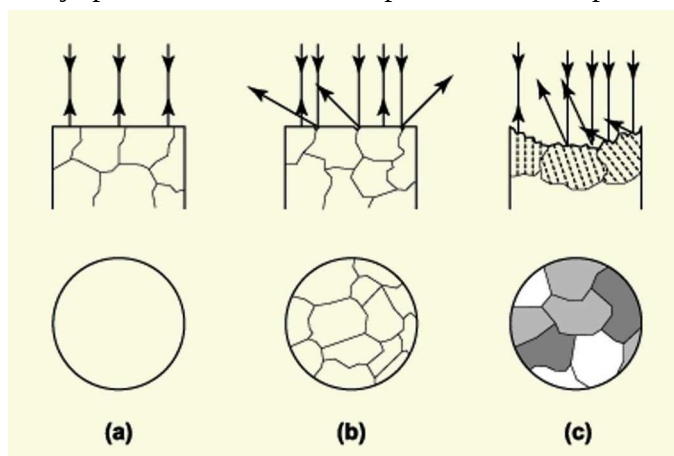


Postup leštenia

Leptanie vzoriek. Kryštalická štruktúra kovového materiálu je po leštení zakrytá tvárnenou Beilbyho vrstvou. Aby sme mohli štruktúru pozorovať, je potrebné túto vrstvu odstrániť, čo docieľujeme chemickou cestou, a to leptaním vzorky v kyselinách, ich alkoholických roztokoch alebo elektrolyticky. Leptanie môže prebiehať tak, že leptadlo pôsobí buď na plochu zŕn, na hranice zŕn alebo len na určité štruktúrne častice. Podľa toho rozlišujeme: plošné leptanie, leptanie na hranice zŕn a selektívne leptanie.

Leptaním vytvárame na pôvodne rovnom povrchu výbrusu reliéf. Hranice zŕn predstavujú oblasti s výrazným porušením pravidelnosti kryštalickej stavby a s vyššou koncentráciou atómov prímiesí a nečistôt. Toto je príčinou menšej odolnosti hraníc zŕn voči niektorým druhom leptadiel. Hranice zŕn sa vyvolávajú i použitím leptadiel, ktoré odlišne reagujú so zrnami rôzne orientovanými vzhľadom k rovine výbrusu. Vznikne tak reliéf, ktorého stupne vrhajú pri šikmom osvetlení tieň, ktorý sleduje tvar hraníc zŕn. Reliéf vzniká tiež v prípade, keď sa niektorá štruktúrna súčasť rozpúšťa v leptadle ľahšie než jej okolie.

Vzorku najčastejšie leptáme ponorením do leptadla, pričom sa vzorkou pohybuje, aby sa leptadlo premiešalo a leptanie bolo rovnomerné. Tiež je možné leptať vatou, ktorú držíme v pinzete, namočíme do leptadla a potierame ňou pripravenú vzorku. Stupeň naleptania kontrolujeme zhruba podľa zmatnenia povrchu, podrobne svetelným mikroskopom. Po každom vybratí vzorky z leptadla vzorku dôkladne opláchneme destilovanou vodou a alkoholom a osušíme horúcim vzduchom. Pri leptaní je potrebné chrániť kožu pred účinkom leptadla.



a - neleptaný povrch, b - reliéf po naleptaní polyedrickej štruktúry - krátky čas pôsobenia leptadla, 3- reliéf po naleptaní - dlhšie pôsobenie leptadla

MAKROSKOPICKÉ HODNOTENIE

Makroskopická analýza zhrňuje vstupné a orientačné metódy pri zisťovaní vnútorných charakteristík a štruktúry kovu. Tieto metódy však neumožňujú zistiť podrobnosti v štruktúre kovu. pri makroskopickej analýze nie je potrebné použiť zložité zariadenie pre pozorovanie.

Makroskopické pozorovanie je pozorovanie materiálu buď priamo voľným okom, alebo do 30x-násobného zväčšenia. Makroskopická analýza umožňuje pozorovať pomerne veľkú plochu a špeciálnymi leptadlami sa dá vyvolať:

- **stavba ingotu (primárna štruktúra)**
- **vady materiálu (trhliny, dutiny)**
- **nečistoty**
- **rozdelenie rozličných prvkov**
- **hlbka nauhlčenej a oduhlčenej vrstvy**
- **akosť zvaru**
- **priebeh vlákien a deformácie u tvárnených materiálov**

Oblasť makroskopickej analýzy rozdeľujeme do nasledovných skupín:

- a) **pozorovanie vád materiálu**
- b) **pozorovanie chemickej nerovnorodosti**
- c) **pozorovanie makroskopickej stavby ingotu**
- d) **pozorovanie makroštruktúry výrobkov a polotovarov**

PRÍPRAVA VÝBRUSU PRE MAKROSKOPICKÉ POZOROVANIE

Príprava výbrusu pre makroskopické pozorovanie je rôzna podľa účelu skúšky. Niekedy postačuje len **hrubé opracovanie** (napr. pre zistenie vnútorných vád). Najčastejšie sa vzorky pre makroskopické pozorovanie brúsia na brúsnych papieroch väčšej zrnitosti. Obyčajne sa vzorky neleštia a po brúsení a očistení sa vzorky priamo leptajú.

Pre niektoré skúšky (zistenie dendritickej štruktúry, hrúbky prechodovej vrstvy u zvarov) treba vzorku **preleštiť**.

Technika leptania

Ak ide o malé vzorky, je spôsob leptania podobný ako u vzoriek určených pre mikroskopické pozorovanie. Vzorka sa zbaví nečistôt a leptá sa. stupeň naleptania sa kontroluje.

U vzoriek väčších rozmerov sa leptadlo nanáša na plochu výbrusu vatou. Pri tomto spôsobe je dôležitá voľba sklonu vzoriek tak, aby leptadlo stekalo rovnomerne po celej ploche a nevytváralo korózne škvrny. Leptá sa tak dlho, až je štruktúra vyvolaná.

Pre dosiahnutie čo najvýraznejšej štruktúry, je niekedy výhodné po naleptaní vzorku jemne prebrúsiť a znova leptáť.

VADY MATERIÁLU

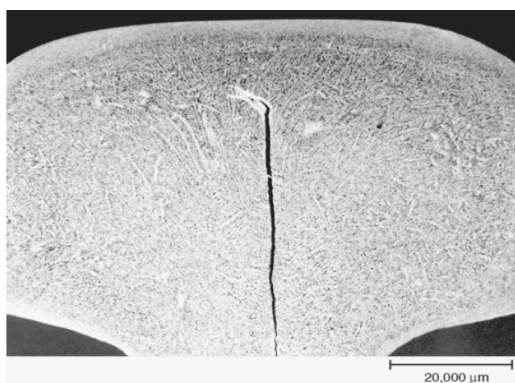
Celistvosť materiálu porušujú:

- póry,
- dutiny,
- makroskopické nekovové vmestky,
- trhliny, ktoré vzniknú následkom vnútorných pnutí pri chladnutí,
- trhliny, ktoré vzniknú pri tvárnení, po tepelnom spracovaní, pri zváraní,
- trhliny, ktoré vzniknú vplyvom preťaženia pri prevádzke, atď.

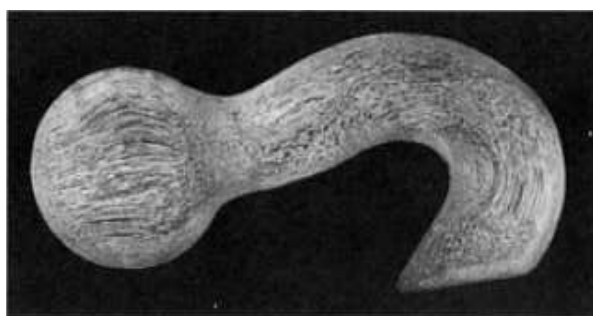
Póry a trhliny väčšinou na brúsenej vzorke nie sú vidieť (pri brúsení sa zanesú čiastočkami kovov), odkryjú sa leptaním. Hlavným významom leptacích skúšok, je zistenie pôvodu väd, t.j. či sú pôvodu oceliarskeho, kováčskeho, alebo vznikli za prevádzky.

Pre zistenie vnútorných väd sa používajú leptadlá:

- pre leptanie do hĺbky (konc. kyselina soľná, sírová alebo obe)
- leptadlá obsahujúce ióny Cu



Makroštruktúra koľajnice



Makroštruktúra článku reťaze

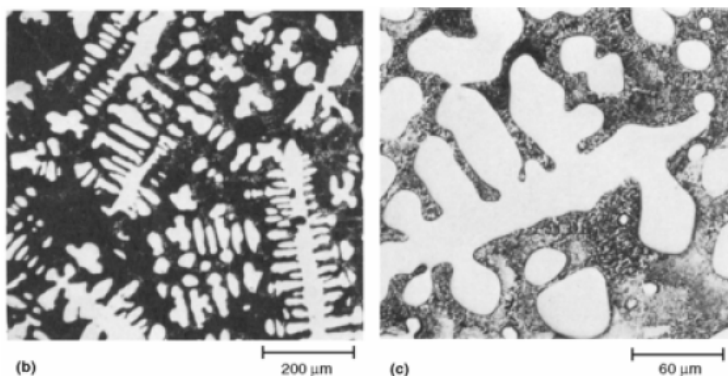
CHEMICKÁ NEROVNORODOSŤ

Vyvolanie dendritickej štruktúry

V priebehu tuhnutia zliatiny dochádza k dendritickej a pásmovej likvácií, čo má za následok chemickú nerovnorodosť materiálu v tuhom stave. Dendritická štruktúra je obrazom chemickej nerovnorodosti, ku ktorej došlo v priebehu kryštalizácie. Nie je obrazom kryštalickej stavby.

Na **vyvolanie dendritickej štruktúry** sa používajú také leptadlá, ktoré pôsobia na rozdielne chemické zloženie dendritu (dané odmiešaním prvkov), lebo dendrit je kryštál s nerovnomerným chemickým zložením. Leptadlá nepôsobia na jednotlivé štruktúrne súčasti.

Sú to napr. leptadlá obsahujúce mednaté soli, ktoré naleptávajú osi dendritov a medzidendritické priestory ostávajú nenaleptané.



Dendritická štruktúra s rôznou dendritičnosťou

VYVOLANIE VYCEDENÍN

Niektoré prvky v zliatinách majú väčší alebo menší sklon k tvorbe vycedenín, čím vznikajú v materiáli oblasti so zvýšenou koncentráciou prvkov alebo nečistôt. Množstvo vycedenín býva rôzne a závisí na percentuálnom obsahu jednotlivých prvkov, stave tavenia, spôsobe odlievania, priebehu tuhnutia, spôsobe spracovania, atď. Len chemickou analýzou sa nedá získať prehľad o chemickej nerovnorodosti materiálu. Spojením chemickej analýzy s makroskopickými skúškami, ktoré ukazujú oblasti usadenín v priereze vzorky sa dá získať správny obraz o materiáli:

Vycedeniny je možné stanoviť:

a) leptaním – vyvolaním rozdielnej koncentrácie základných prvkov a nečistôt

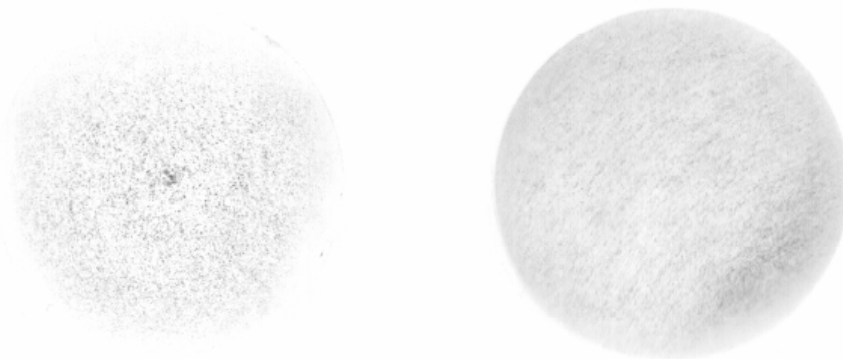
Najbežnejšie je leptadlo 15% HNO_3 , vycedeniny síry sa dobre leptajú H_2SO_4 a vycedeniny fosforu sa dobre leptajú kyselinou pikrovou.

b) zistovaním pomocou Baumannovho odtlačku

Podstata Baumannovho odtlačku spočíva v chemickej reakcii medzi sírou a fosforom prítomnom v materiáli v rovine výbrusu a medzi citlivou vrstvou fotografického papiera.

Skúmané vzorky prebrúsime, očistíme, aby sa odstránili nečistoty. Fotografický papier sa na dennom svetle ponorí do roztoku H_2SO_4 a ponechá sa v ňom 5-10 minút. Prebytočná vlhkosť sa po vybratí papiera odstráni priložením filtračného papiera. Na takto pripravený fotografický papier sa priloží skúmaná vzorka a nechá sa v ňom asi 1-2 minúty. U vzoriek veľkých rozmerov sa papier prikladá na vzorku. Je potrebné odskúšať optimálnu dobu. Po uplynutí optimálnej doby sa vzorka z papiera zoberie, papier sa opláchnie vodou, ustáli sa. Na spôsob rozloženia síry usudzujeme z tmavých škvŕn na papieri.

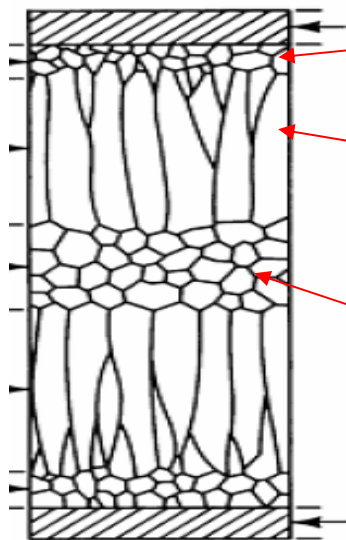
c) leptaním, ktoré vyvolá rozdielnu chemickú koncentráciu základných prvkov a nečistôt



Štruktúra s vycedeninami – rozloženie síry

MAKROSKOPICKÁ STAVBA INGOTU

Po metalurgickom procese roztavený kov sa odlieva do kokílu. V kokile prebieha kryštalizácia, ktorá podstatne ovplyvní charakteristické vlastnosti materiálu po stuhnutí. Vznikajúci ingot makroskopicky vykazuje niekoľko charakteristických oblastí, ktorých vznik a veľkosť sú podmienené metalurgickým procesom



Makroskopická stavba ingotu

Oblasť I – je tvorená drobnými rovnoosými kryštálmi. Táto oblasť je veľmi úzka a dôležitá tým, že z nej vyrastajú kryštály tvoriace **II- kryštalickú oblasť**.

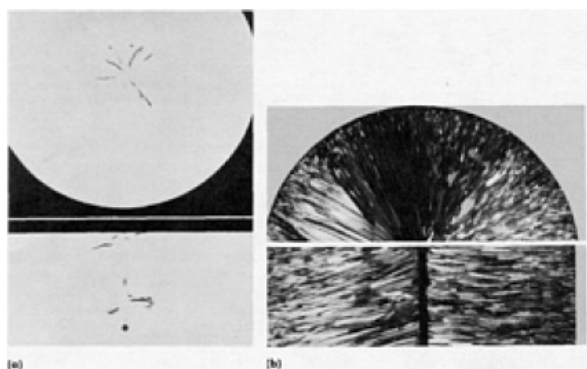
II kryštalická oblasť je tvorená stĺpkovými kryštálmi. Ich smer je kolmý na stenu kokily. Hrúbka tejto oblasti môže byť rôzna v závislosti na metalurgických faktoroch.

Vnútro ingotu tvorí **III kryštalická oblasť**, oblasť globulitických kryštálov. tvoria ju rovnoosé dendritické zrná.

Niekedy sa vytvára **IV. oblasť** – sedimentačný kužeľ. Tiež ju tvoria rovnoosé dendrity ako oblasť III, ale inej dendritičnosti.

Pri kryštalizácii ingotu dochádza aj k vzniku vád typu necelistvostí alebo nerovnomernosti chemického zloženia. Medzi necelistvosti patria dutiny (lunkre) najmä v hlave ingotu, makro a mikro trhliny vznikajúce následkom zmršťovania kovu pri tuhnutí.

V priebehu tuhnutia kovu, vznikajúce prvky ako H_2 , O_2 , N_2 , CO_2 a Co sú niekedy uzatvorené vo vnútri ingotu a vytvoria dutiny s veľmi hladkým povrchom.



Chemická nerovnomernosť makroskopického charakteru (vycedenina) v ingote môže mať rôzny tvar podľa toho, v ktorej časti sa vytvára. Väčšinou je to nerovnomerné rozloženie S a P v oceli. Sú to pásy rôznej šírky medzi II. a III. kryštalografickou oblasťou (stvolové vycedeniny) a medzi III a IV. oblasťou (rohové vycedeniny).

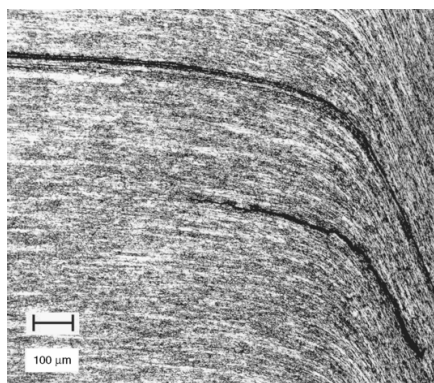
MAKROŠTRUKTÚRA VÝKOVKOV A POLOVÝROBKOV

Pri tvárnení za tepla aj za studena dochádza k podstatným zmenám v makroštruktúre kovov a zliatin. Pôvodná dendritická štruktúra sa preťahuje a dochádza podľa stupňa deformácie až k vzniku vlákien. Pri povrchovom kalení súčiastok tvar a mikroštruktúra zakalenej vrstvy je rozhodujúcim činiteľom pre životnosť a prevádzkové chovanie súčiastok a veľmi často ovplyvňuje rozloženie a orientáciu napätí, ktoré sú do súčiastky vnášané povrchovým kalením. Dosiahnutie optimálnych hrúbok cementovanej alebo nitridovanej vrstvy chemicko – tepelným spracovaním ocele má základný vplyv na dobré prevádzkové vlastnosti.

O tom, ako bol materiál deformovaný, akým % deformácie, o hrúbke zakalenej a chemicko – tepelne spracovanej vrstvy a o celkovej charakteristike zvarového spoja, sa možno presvedčiť po naleptaní vzorky na makro.

STANOVENIE PRIEBEHU VLÁKIEN

Pôvodná dendritická štruktúra liateho materiálu pri tvárnení sa s rastúcim stupňom deformácie splošťuje a preťahuje v smere tvárnenia.



*Makroštruktúra vláknitosti
výkovku*

Pri určitom stupni deformácie dendrity sa pretiahnu do smeru tvárnenia tak, že jednotlivé osi nie je možné rozoznať. Po naleptaní sa objavia na vzorke striedavo svetlejšie a tmavšie pruhy, ktoré svojou orientáciou udávajú smer vlákien a tok materiálu pri tvárnení. Pretože si dendritov sú čistejšie (obsahujú menej prímiesí) odolávajú chemikáliám viac ako oblasti medzi osami dendritov.

Pri deformácii materiálu za studena nedochádza u väčšiny kovov vplyvom nízkej teploty k rekryštalizácii, textúra zostáva zachovaná a preto sa môže na naleptaných vzorkách stanoviť deformácia štruktúry (pretiahnutie v smere kovania alebo tvárnenia).

Z priebehu vlákien sa dá usudzovať akým spôsobom bola súčiastka vyrobená, či trieskovým obrábaním, alebo tvárnením. U tvárnených súčastí nie sú vlákna prerušené, pri sústružení alebo iných spôsoboch dochádza vždy k prerušeniu vlákien.

Najbežnejšie používaným leptadlom pre zisťovanie priebehu vlákien je koncentrovaná HF.

SLEDOVANIE KRYŠTALIZÁCIE

Makroskopickými skúškami je možné stanoviť veľkosť zrna u rôzne ochladzovaných odliatkov. Výnimkou sú materiály, u ktorých dochádza v tuhom stave k prekryštalizácii.

STANOVENIE HĽBKY PREKALENIA A CHEMICKO – TEPELNE SPRACOVANEJ VRSTVY

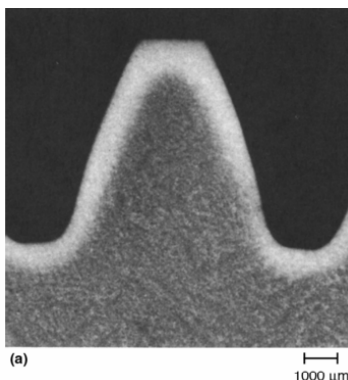
Makroskopický spôsob určovania **hĺbky prekalenia**, **cementovanej alebo nitrídovanej vrstvy**, **hĺbky oduhličenia** má výhodu pre svoju jednoduchosť a presnosť, ktorá úplne vyhovuje požiadavkám v prevádzke.

Pozoruje sa alebo priamo na lomovej ploche súčiastky, alebo pri požiadavke väčšej presnosti, na mieste lomu sa pripraví povrch k makroskopickému pozorovaniu. Leptá sa vyleštená alebo jemne obrúsená plocha. Dobré výsledky sa dosahujú však aj na plochách s väčšou drsnosťou povrchu.

Bežne používané leptadlá sú nasledovné:

- Nital
- zriedená HCl (1:1)
- HNO_3

Menšie vzorky naleptávame ponorením do leptacieho roztoku, vzorky s veľkou plochou leptáme nanášaním leptadla vatou. Hĺbku vrstvy stanovujeme pomocou vhodného merítka. U tenších vrstiev je nutné použiť meracie lupy. Do celkovej hodnoty hrúbky vrstvy počítame aj približne 2/3 prechodovej oblasti.



Makroštruktúra chemicko – tepelne spracovanej vrstvy

STANOVENIE MAKROŠTRUKTÚRY ZVAROV

Na celkovú charakteristiku zvarového spoja má zásadný vplyv kvalita dosiahnutého kovového spojenia, vlastnosti prechodovej zóny, prítomnosť vád v zvarovok spoji. Okrem skúšok vrubových a defektoskopických na určovanie kvality zvaru sa hodia makroskopické skúšky, ktoré prispievajú k ucelenejšiemu obrazu o kvalite kovu.

Makroštruktúra sa zisťuje na vzorkách odobratých zo zvarovej oblasti tak, aby zachytili celý zvarový spoj spolu aj časť základného neovplyvneného materiálu.

Vyhodnocuje sa plocha priečného rezu, ktorá sa pre skúšku upravuje brúsením alebo leštením. Ak rezová plocha nie je príliš drsná, makrovýbrus možno pripraviť aj na neupravenej rezovej strane.

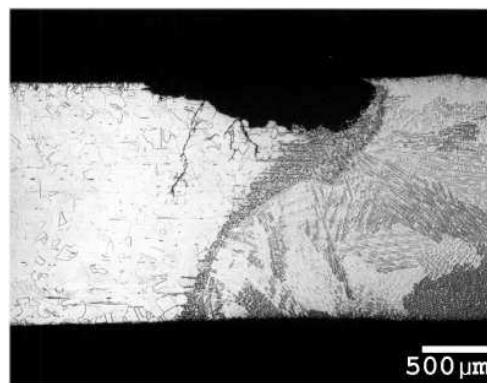
Ako leptadlá sa používajú:

- zriedená HCl
- Nital
- 10-15 % persíran amónny

Leptať je treba dosť dlho, aby sa objavili a rozšírili necelistvosti, t.j. dutiny a trhliny, resp. hrubé vmestky.

Makroštruktúra zvaru sa potom vyhodnocuje podľa týchto hľadísk:

- **pozoruje sa kvalita spojenia**
- **či vôbec došlo k spojeniu**
- **či nejde o studený spoj, atď.**
- **sleduje sa charakter prechodovej oblasti zo zvaru do základného materiálu**
- **vyhodnotí sa, či ide o prechod ostrý, alebo pozvoľný**
- **hodnotí sa prítomnosť vád, najmä trhlín, dutín, bublín a nezvarených miest**
- **pozoruje sa tvar zvaru, alebo spôsob nanášania jednotlivých húseniek.**



Návod na hodnotenie charakteristík zvarového spoja

Charakteristiky zvarového spoja	Chyba podľa EN 26520	Makroskopický rozbor bez leptania	Makroskopický rozbor s leptaním	Mikroskopický rozbor bez leptania	Mikroskopický rozbor s leptaním
1 Horúce trhliny	100	X	X	X	X
2 Studené trhliny	100	X	X	X	X
3 Lamelárne trhliny	100	X	X	X	X
4 Dutiny	200	X	X	X	X
5 Vtrúseniny	300	X	X	X	X
6 Neprievar	400	X	X	X	X
7 Geometrický tvar	500	X	X		
8 TOO			X		x
9 Húsenice a vrstvy			X		(X)
10 Hranica zrna				(X)	X
11 Štruktúra zrna					X
12 Kryštalizačná štruktúra			X		X
13 Príprava spoja		(X)	X	X	X
14 Smer valcovania/pretláčania			X		X
15 Smer vláknovej štruktúry (zrno)			X		X
16 Segregácia			X		X
17 Precipitácia					X
18 Oprava a nesúlad		(X)	X	(X)	X
19 Mechanické/tepelné vplyvy			X		X
X – určenie charakteristiky (X) – charakteristika môže a nemusí byť určená					

Protokol o skúške

Musí obsahovať:

- a) odkaz na normu
- b) označenie typu rozboru
- c) umiestnenie a orientácia skúšobných vzoriek a skúmaného povrchu
- d) má sa uviesť aj protokol o schválení postupu zvárania (WPAR), alebo ak nie je k dispozícii, tak aspoň typ základného a zváracieho materiálu a ak sa používa, aj tepelné spracovanie po zvarení a leptanie
- e) typ leptadla a metóda leptania
- f) opis skúmaného povrchu, ak treba
- g) ak sa požadujú fotografie alebo nákresy a veľkosť zväčšenia

Príloha A

Protokol o skúške podľa EN 1321

WPAR: č. (d)

Výrobca:

Účel rozboru:

Skúšobná vzorka:

Základný materiál:

Zváracie materiály:

Tepelné spracovanie po zvarení alebo spracovanie starnutím:

Označenie (b)	
Makroskopické leptadlo (e)	Mikroskopické leptadlo (e)
(g), (f)	(g), (f)
Obrázok č: Umiestnenie: (c) Zväčšenie: (g) Opis povrchu: (f)	Obrázok č: Umiestnenie: (c) Zväčšenie: (g) Opis povrchu: (f)
Metalograf: (meno, dátum, podpis)	Autorizovaná osoba/orgán: (meno, dátum, podpis)