

3.5 HODNOTENIE PROFILOV LOMU

Kvantitatívna metalografia sa zaoberá kvantifikáciou štruktúrnych parametrov, prostredníctvom ktorých je možné vyjadriť súvislosti medzi štruktúrou a vlastnosťami materiálov. *Kvantitatívna mikrofraktografia* sa zaoberá hľadaním a meraním parametrov, ktoré by umožnili vyjadriť súvislosti, príp. stanoviť presné vzťahy medzi mechanickými vlastnosťami a lomovými prejavmi kovov a zliatin, ktoré vyplývajú z charakteru a zmien mikroštruktúry. Kvantitatívna mikrofraktografia sa teda zameriava na kvantifikáciu mikrofraktografických parametrov na základe analýzy lomových plôch rôznych typov lomov (statických, rázových a pod.), ktorých morfológia je závislá od pomerného zastúpenia mikromechanizmov porušovania (štiepne fazety, jamky a pod.). Rozvoj metodológie kvantitatívnej mikrofraktografie je úmerný vývoju prístrojovej techniky, hĺbke a množstvu nových poznatkov o medzných podmienkach určujúcich vznik, rozvoj a záverečnú fázu porušovania kovových materiálov.

Z vedeckého výskumu v tejto oblasti vyplýva, že súčasným trendom v oblasti štruktúrnej analýzy materiálov je vyjadrenie súvislostí medzi charakterom mikroštruktúry, mechanickými vlastnosťami, kvantitatívnymi mikroštruktúrnymi a mikrofraktografickými charakteristikami kovov a zliatin.

S hlavnými veličinami používanými v kvantitatívnej mikrofraktografii, definovanými na základe vybraných prvkov povrchu lomu a jeho priemetu sa môžete oboznámiť v literatúre. Pretože meranie bezprostredne na povrchu lomu je väčšinou nemožné, vykonáva sa na jeho priemetoch a rezoch, pričom všeobecné parametre sa vypočítavajú na základe zodpovedajúcich stereologických závislostí.

Podstatne ľahšia je analýza rezu (profilu) lomu ako analýza lomovej plochy, príp. jej priemetu. Analýza lomového profilu je v podstate jedinou exaktnou stereologickou metódou štúdia lomovej plochy. *Lomový profil* je teda možné definovať ako rovinný rez, kolmý na lomovú plochu, ktorý je tvorený profilmi jamiek alebo faziet, ktoré tvoria príslušnú lomovú plochu. Lomový profil sa teda získava rovinnými priečnymi rezmi, kolmými na lomovú plochu skúšobných tyčí. Takto získané vzorky lomových profilov sa pripravujú a pripravujú sa z nich metalografické výbrusy bežnými metalografickými postupmi. V prípade potreby je navyše možné okrem lomového profilu súčasne analyzovať mikroštruktúru materiálu zodpovedajúcu lomovému profilu. Ak je nutné zachovať lomovú plochu neporušenú, je možné lomový profil vytvoriť rezom replík, alebo ho vyhotoviť niektorou z nedeštruktívnych metód (optickou interferometriou, špeciálnym svetelným mikroskopom a pod.).

Členitosť lomového profilu, ktorá je určená morfológiou lomovej plochy, je možné hodnotiť prostredníctvom súčiniteľa vertikálnej drsnosti R_v (tzv. Behrensov parameter drsnosti). Jeho hodnotu je možné stanoviť dvomi metódami.

3.5.1. Metóda priesečníkov profilovej krivky lomu s testovacou mriežkou

Táto metóda spočíva v rozdelení profilovej krivky lomu na niekoľko hladín (*obr.1*). Vzdialenosť týchto hladín charakterizuje veľkosť y . Určuje sa počet priesečníkov profilovej krivky lomu s týmito hladinami ΣP_i a hodnota súčiniteľa vertikálnej drsnosti R_v sa vypočíta dosadením získaných hodnôt do vzťahu:

$$R_v = \frac{y}{L} \sum P_i, \quad (1)$$

kde L' je priemiet dĺžky profilu lomu.

Technická realizácia hodnotenia má dve varianty:

- manuálne - pomocou testovacej mriežky,
- prostredníctvom obrazového analyzátora.

a) Lomový profil (profilová krivka lomu) je prekreslený z matnice svetelného mikroskopu na fóliu pri zväčšení 250 x. Rozdelenie profilovej krivky lomu sa uskutočňuje priložením testovacej mriežky na prekreslený lomový profil, ktorej vzdialenosť hladín bola $y = 2$ mm. Priemiet dĺžky lomového profilu je $L' = 150$ mm, čo je hodnota vzťažnej dĺžky, na ktorej je lomový profil hodnotený a je určená dĺžkou testovacej mriežky.

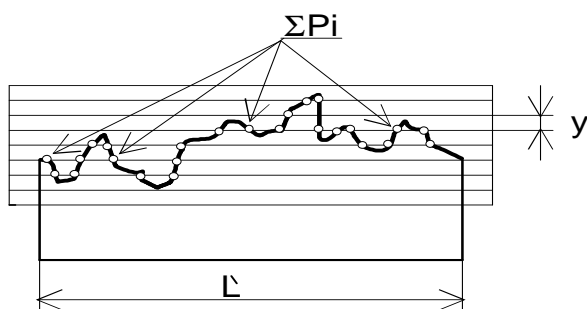
b) Lomový profil sa sníma kamerou pri zväčšení 100 x a hodnotenie je realizované obrazovým analyzátorom TESCAN, ktorý umožnil zvýšiť rozlíšenie a vyhodnocovanie detailov lomového profilu pri porovnateľných vstupných parametroch (zväčšenie, vyhodnocovaná dĺžka profilu) ako pri manuálnej analýze.

3.5.2 Metóda merania rozmerov a vzdialeností vyvýšení a priehlbín

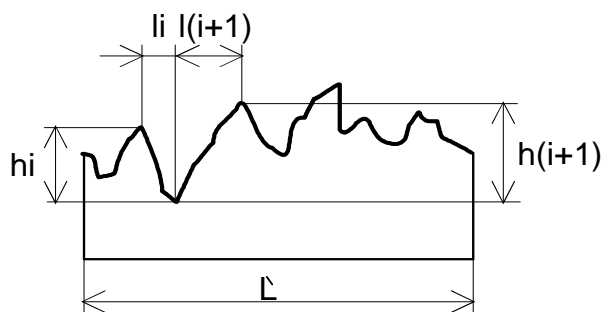
Metóda je založená na určovaní veľkosti vyvýšení h_i a ich vzdialeností l_i od dna priehlbiny medzi nimi (obr.2). Súčiniteľ R_v sa získa dosadením týchto hodnôt do vzťahu:

$$R_v = \frac{\sum h_i}{\sum l_i}. \quad (2)$$

Z praktických skúseností vyplynulo, že metóda priesečníkov profilovej krivky lomu s testovacou mriežkou je charakteristická menšou prácnosťou a je menej zaťažovaná chybou meracej techniky a hodnotiaceho subjektu ako metóda merania rozmerov a vzdialeností vyvýšení a priehlbín. Je preto vhodnejšia pre manuálne spracovanie analýzy.



Obr.1 Postup určenia súčiniteľa R_v metódou priesečníkov profilovej krivky lomu s testovacou mriežkou



Obr.2 Postup určenia súčiniteľa R_v metódou merania rozmerov a vzdialeností vyvýšení a priehlbín

3.5.3 Postup práce na cvičení

Pred cvičením je potrebné sa oboznámiť s metodikou hodnotenia lomových profilov a zopakovať si základné poznatky o druhoch porušovania kovov a vplyve modifikovania na charakter mikroštruktúry a mechanické vlastnosti AlSi - zliatin.

1. Vyhodnoťte členitosť lomových profilov statických a rázových lomov silumínu AlSi10MgMn v závislosti od množstva modifikátora (stroncía) prostredníctvom súčiniteľa vertikálnej drsnosti R_v určeného metódou č.1. Výslednú hodnotu súčiniteľa R_v je potrebné určiť ako priemernú hodnotu z troch meraní a výsledky spracovať do tabuľky. *Pri použití obrazovej analýzy na stanovenie súčiniteľa R_v metódou č.1 prácu s programom pre PC vysvetlí učiteľ.*
2. Vypracovať grafické závislosti mechanických vlastností a súčiniteľa R_v pre statické a rázové lomy od obsahu modifikátora Sr.
3. Na základe už známych poznatkov a znalostí získaných na tomto cvičení spracujte diskusiu a závery o vplyve modifikovania a zaťažovania na charakter porušovania, zmenu súčiniteľa R_v a mechanických vlastností silumínu AlSi10MgMn.

3.5.4 Kontrolné otázky

1. Čím sa zaoberá kvantitatívna mikrofraktografia ?
2. Definujte pojem lomový profil.
3. Čím je určená členitosť lomového profilu ?
4. Vysvetlite princíp metód na stanovenie hodnoty súčiniteľa R_v , na čo slúži jeho hodnota ?
5. Ktorá z metód na stanovenie súčiniteľa R_v je výhodnejšia pre manuálne spracovanie analýzy, vysvetlite prečo ?

3.5.5. Použitá literatúra

- [1] Benko,P. - Skočovský,P.: Vplyv modifikovania na kvantitatívno-mikrofraktografické charakteristiky silumínu AlSi10MgMn. Materiálové inžinierstvo, 3, 2, 1996.
- [2] Benko,P. - Skočovský,P.: Quantitative Mikrofraktographie von dem modifizierten Silumin AlSi10MgMn. In.: Transcom 97, Žilina, 25.-26.6.1997, s.155-158.
- [3] Benko,P. - Skočovský,P.: Modifikovanie silumínu AlSi10MgMn. In.: Technológia 97, Bratislava, 9.-10.9.1997, s.270-273.
- [4] Skočovský, P. - Benko, P. - Konečná, R.: The influence of modification and inoculation on structure and impact toughness of silumins. In.: Communications on the edge of the millenniums, 10th International Scientific Conference, 9. - 11. 9. 1998, Žilina, s. 69 - 72.
- [5] Wojnar,L.: 10 lat rozwoju fraktografii ilosciowej. In.: Inżynieria Materialowa, 1993, Wol.4, s.89-99.
- [6] Saxl,I. - Sklenička,J. - Čadek,J.: Kvantitativní fraktografie. In.: 8.celoštátna fraktografická konferencia, Tatranské Matliare, 1985, s.268-273.