

Vliv mikrostruktury na mechanické vlastnosti v tahu a charakter lomových ploch slitiny Al-Mn

Influence of microstructure on tensile mechanical properties and fracture feature of Al-Mn alloy

Ing. Jan Škoda¹; doc. Dr. Ing. Monika Losertová¹; Ing. Kateřina Konečná, Ph.D.¹; Ing. Vojtěch Machalla²; Ing. Petr Czyz³

¹ VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta materiálově-technologická, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava- Poruba, Česká republika

² VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba, Česká republika

³ Hanon Systems Autopal s.r.o., Lužická 984/14, 741 01 Nový Jičín, Czech Republic

Hliníkové slitiny se především díky své specifické pevnosti a korozním vlastnostem staly v podstatě standardním materiálem pro automobilový průmysl. Slitiny na bázi Al-Mn (třída 3XXX), které se používají pro výrobu jak klimatizačních komponent v automobilovém průmyslu, tak pro různé konstrukční prvky nebo produkty ve stavebnictví a spotřebním průmyslu, jsou často vystaveny účinkům mechanického namáhání vedoucím k jejich poškození nebo selhání. V této práci bylo pro slitinu 3003-H12 provedeno studium mikrostruktury, pevnosti v tahu a morfologie lomových ploch. Z tahové zkoušky, která byla provedena na pěti vzorcích, vyplynula střední hodnota meze kluzu 118 MPa a maximální pevnosti 123 MPa. Vzorky při tahové zkoušce tvořily krček a morfologie lomových ploch odpovídala pozorované mikrostruktuře, která byla tvořená tuhým roztokem α , částicemi fází $Al_6(Fe,Mn)$ a $\alpha-Al_{12}(Fe,Mn)_3Si$. Zrna α měla nestejnou velikost v průřezu vzorku, podle oblastí se jejich rozměry pohybovaly od 30 do 500 μm v příčném a až do 1000 μm v podélném řezu. Houževnatý lom byl charakteristický jamkami, uvnitř kterých byly pozorovány díry po intermetalických částicích. Slitina svými vlastnostmi dle očekávání patří spíše mezi materiály s nižší pevností a dobrou houževnatostí. Výsledky představují první etapu výzkumu únavového chování slitin 3XXX, neboť jsou velmi často podrobovány cyklickým zatížením při jejich provozu v chladicích nebo klimatizačních jednotkách v automobilech.

Klíčová slova: slitina Al-Mn; tahová zkouška; SEM; fraktografie; mez kluzu; morfologie lomu

Owing to their specific strength and corrosion properties, aluminium alloys have become standard choice of material in automotive industry. Al-Mn based alloys (3XXX class) are used in several applications in automotive industry as well as in construction and consumer industry. Based on the application, the components are often subjected to mechanical loading which can cause their damage or failure. This paper is focused on the investigation of the microstructure, tensile strength and fracture surface morphology of the 3003-H12 alloy. The tensile testing that was carried out on five specimens resulted in average values of 118 MPa for yield strength and 123 MPa for ultimate tensile stress. The necking was observed during tensile testing for all specimens and fracture morphology corresponded to observed microstructure which consists of α solid solution and particles of $Al_6(Fe,Mn)$ or $\alpha-Al_{12}(Fe,Mn)_3Si$ phases. The α grain size varied from 30 to 500 μm in transversal and up to 1000 μm in longitudinal section of tensile specimens. The ductile fracture showed small dimples with voids inside them due to broken intermetallic particles. The mechanical properties allowed to classify the alloy investigated into material group of lower strength and good ductility as we expected. The results represent the first stage of the fatigue behaviour research of 3XXX alloys, which are very often submitted to cyclic loading during their operation in automotive cooling or air-conditioning units.

Key words: Al-Mn alloy; tensile test; SEM; fractography; yield strength; fracture morphology

1. Úvod

Automobilový průmysl klade velké požadavky na snižování hmotnosti součástí, avšak zároveň zvyšuje důraz na životnost používaných materiálů. Mezi nejpoužívanější materiály patří v současnosti hliníkové slitiny, a to především díky své specifické pevnosti a korozním vlastnostem, které je předurčují pro aplikace jak v automobilovém, tak stavebním nebo spotřebním

průmyslu, kde jsou často vystaveny účinkům mechanického namáhání vedoucím k jejich poškození nebo selhání. Z tohoto důvodu je nutné sledovat kromě jejich pevnostních a korozních vlastností také jejich únavové vlastnosti. Lomové chování hliníkových slitin není v literatuře tak detailně prozkoumáno jako v případě ocelí, přičemž u některých typů slitin údaje chybí úplně [1, 2].

Slitiny na bázi Al-Mn, jejichž složení shrnuje tab. 1 a které jsou dle Aluminum Association řazeny do třídy 3XXX, patří do skupiny tvařitelných, tepelně nevytvrzovaných hliníkových slitin (tab. 2), se zpevňují mechanicky a používají se mimo jiné i pro výrobu komponent v klimatizačních modulech pro automobilový i stavební průmysl. V těchto aplikacích jsou často vystaveny vibracím, které při velkém zatížení mohou způsobit praskání materiálu. Pokud dojde k selhání komponenty, je podle charakteru porušení možné rozlišit lom vzniklý při statickém zatížení od únavového lomu, přičemž tento se dále dělí dle typu zatěžování na lom vysokocyklový nebo nízkocyklový [2, 3].

Legování manganem zajišťuje zjemnění zrna a brání jeho růstu při ohřevu, což má za následek navýšení pevnosti za současného zachování tvařitelnosti. Mikrostruktura slitiny na bázi Al-Mn je po odlití v nerovnovázném stavu a je tvořena základní maticí tuhého roztoku hliníku a primárně solidifikovanými intermetalickými částicemi na bázi Al-Mn-Fe(Si) [4]. Částice intermetalických fází ve tvaru tyčinek nebo destiček, které se vyskytují jako eutektikum, jsou především ortorombické fáze $Al_6(Fe,Mn)$, s menším podílem kubické $\alpha-Al_{12-15}(Fe,Mn)_3Si_2$. Prvním krokem při optimalizaci mechanických vlastností je homogenizační

žihání. Částice $Al_6(Mn,Fe)$ precipitují za nižších teplot, zatímco částice $\alpha-Al_{12-15}(Fe,Mn)_3Si_2$ precipitují spíše za vyšších teplot. Zvyšování teplot, nebo prodloužení homogenizace má za následek rozpouštění částic $Al_6(Mn,Fe)$ a jejich transformaci na $\alpha-Al_{12-15}(Mn,Fe)_3Si_2$ [5, 6]. Z označení slitiny je zřejmé, že 3003 patří mezi výše zmíněné precipitačně nevytvrzované slitiny, tedy její pevnost nemůže být výrazně ovlivněna tepelným zpracováním. Většina zpevňujícího účinku v případě této slitiny je dána zpevněním tuhého roztoku, tedy zejména vlivem přítomnosti atomů legujících prvků s rozdílným atomovým poloměrem a modulem pružnosti. Pouze malou část zpevnění je možné přičítat precipitaci výše zmíněných částic. Celkový příspěvek ke zpevnění je ovšem velmi malý a slitina 3003 má v litém stavu velmi nízkou mez kluzu, jak uvádí tab. 3. Největší vliv na pevnost těchto slitin má zpevnění plastickou deformací, která je do materiálu vnesena tvářením za studena (tab. 3). V kombinaci se žiháním pak dostáváme slitinu s požadovanými mechanickými vlastnostmi. Tepelně mechanická historie materiálu, tedy stav po tepelně - mechanickém zpracování, je označována jako tzv. „temper“ a zapisuje se pomocí písmena a číslice, jak uvádějí následující tabulky (tab. 2 a 3) [7].

Tab. 1 Složení slitin na bázi Al-Mn třídy 3XXX [7]

Tab. 1 Composition of Al-Mn based alloys of 3XXX class [7]

Prvek Slitina	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	V	Zr	Ti	Ostatní
3002	0,08	0,1	0,15	0,05-0,25	0,05-0,2	-	-	0,05	0,05	-	0,03	0,1
3003	0,6	0,7	0,05-0,2	1-1,5	-	-	-	0,1	-	-	-	0,15
3004	0,3	0,7	0,25	1-1,5	0,8-1,3	-	-	0,25	-	-	-	0,15
3005	0,6	0,7	0,3	1-1,5	0,2-0,6	0,1	-	0,25	-	-	0,1	0,15
3009	1-1,8	0,7	0,1	1,2-1,8	0,1	0,05	0,05	0,05	-	0,1	0,1	0,15
3103	0-0,5	0-0,7	0-0,1	0,9-1,5	0-0,3	0-0,1	-	0-0,2	-	-	-	0,15

Tab. 2 Označování stavu po tepelném nebo tepelně-mechanickém zpracování u slitin třídy 3XXX [7]

Tab. 2 Denotation of temper (thermal or thermal mechanical treatment condition) of 3XXX alloys [7]

Stav tepelně-mechanického zpracování	Popis
O	Žiháno, bez deformačního zpevnění (měkký stav)
H	Tvářeno, deformačně zpevněno (vytvrzený stav)
H1X	Deformačně zpevněno na požadovaný stupeň pevnosti bez dalšího tepelného zpracování
H2X	Deformačně zpevněno na vyšší stupeň pevnosti, poté žiháno
H3X	Deformačně zpevněno a tepelné zpracování na stabilizaci (zlepšení tvárnosti)
H4X	Deformačně zpevněno a tepelné zpracování během sušení nebo vypalování po lakování nebo barvení
Doplňková číslice	
HX2	Zpevněno na čtvrtinu
HX4	Zpevněno na polovinu
HX6	Zpevněno na tři čtvrtiny
HX8	Zcela zpevněno

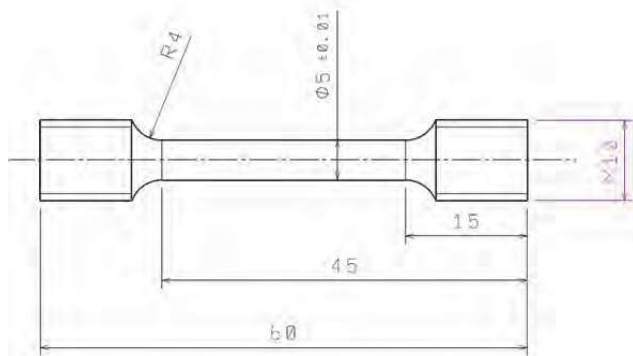
Tab. 3 Hodnoty mechanických vlastností pro slitinu 3003 [7]
Tab. 3 Mechanical properties values of 3003 alloy [7]

Slitina	Stav	Mez pevnosti	Mez kluzu	Modul elasticity	Tvrдость HB	Mez únavy
		[MPa]	[MPa]	[GPa]		[MPa]
3003	O	110	40	69	28	50
	H12	130	125	69	35	55
	H14	150	145	69	40	60
	H16	180	170	69	47	70
	H18	200	185	69	55	70

V této práci se autoři zaměřili na stanovení charakteru lomových ploch po tahové zkoušce v souvislosti s mechanickými vlastnostmi v tahu a mikrostrukturou slitiny 3003 ve stavu H12. Výsledky tohoto studia budou sloužit jako podklad pro studium únavového chování sledované Al-Mn slitiny.

2. Experimentální materiál a metody

Materiál ve formě tyčoviny ze slitiny Al-Mn v tvářeném stavu H12 (deformačně vytvrzeno na $\frac{1}{4}$, bez následného žíhání) byl dodán firmou Hanon Systems Autopal s.r.o. Pro tahovou zkoušku bylo připraveno pět vzorků s průměrem pracovní části 5 mm o celkové délce 60 mm a délce pracovní části 30 mm, jak uvádí obr. 1. Zatěžování v tahu s rychlostí $10 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ bylo provedeno na univerzálním zkušebním stroji M500-50CT řízeného počítačem vybaveného softwarem WinTest Analysis.



Obr. 1 Schéma vzorku pro tahovou zkoušku
Fig. 1 Schematic of tensile test specimen

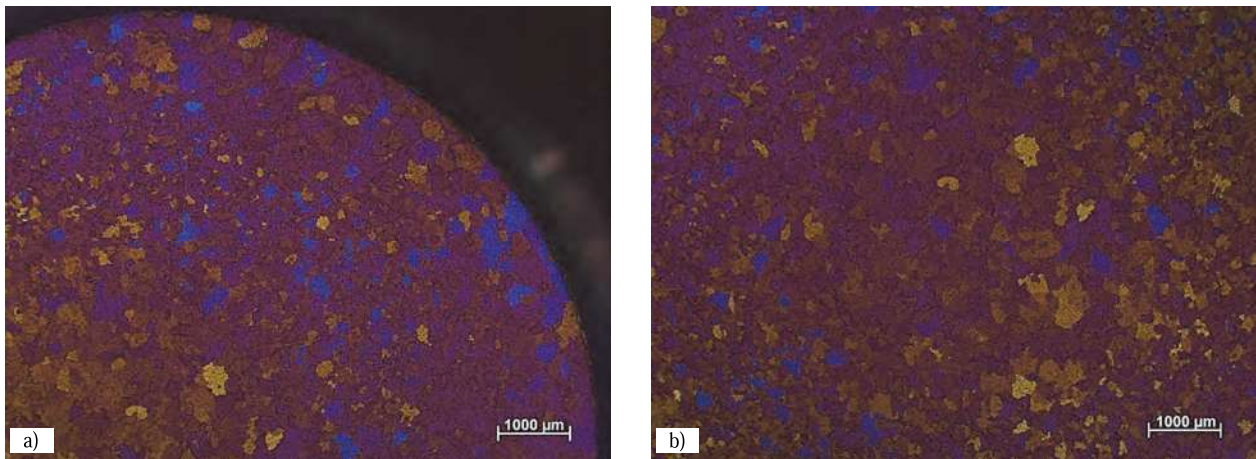
Pro metalografickou analýzu byly odebrány vzorky z hlavové části po tahové zkoušce. Příčné i podélné řezy byly zastudena zality do nevodivé pryskyřice SpeciFix (Struers) a na přístroji Compact 1031 (MTH Hrazdil) ručně broušeny na brusných papírech SiC s postupně rostoucí zrnitostí do 2500. Leštění bylo provedeno na plátně MD Chem v kombinaci s roztokem OP-U Suspension (Struers). Mikrostruktura byla studována na optickém mikroskopu Olympus GX51 vybaveného digitálním fotoaparátem DP1, a to bez leptání, anebo po elektrolytickém

barevném leptání na přístroji Lectropol – 5 (Struers) v Barkerově činidlo složeném z 5 ml 48% HBF_4 a 200 ml H_2O . Fázová analýza mikrostruktury a studium lomových ploch byly provedeny na skenovacím elektronovém mikroskopu (SEM) JEOL JSM-6490LV vybaveného sondou OXFORD INSTRUMENTS INCA x-act.

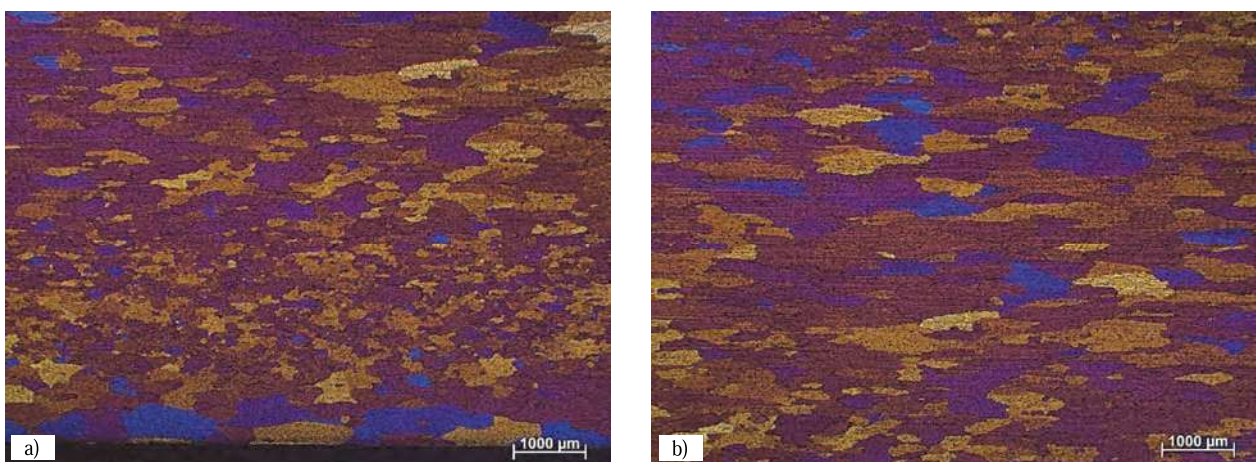
3. Výsledky a diskuze

Mikrostruktura vzorku experimentální Al-Mn slitiny, odebraného z hlavové části tahové zkoušky, se vyznačuje různou velikostí zrn a je pro příčný a podélný řez uvedena po barevném leptání na obr. 2 a 3. Tvářená mikrostruktura je v příčném řezu charakterizována rovnoosými zrny. Zrna jsou po okrajích a ve středu vzorku hrubší (od 200 do 500 μm) s pozvolným přechodem k jemnější mikrostruktuře (od 30 do 100 μm) mezi okrajovou a středovou částí vzorku, a to vlivem předcházejícího tepelně mechanického zpracování (dodaný stav). V podélném řezu vzorku z hlavové části jsou zrna protáhlá až na 1000 μm ve směru tváření, distribuce tvarů a velikosti odpovídají příčnému řezu, tedy na okrajích vzorku je mikrostruktura hrubší, směrem ke středu přechází na jemnější a ve středu opět zrna hrubnou (obr. 3).

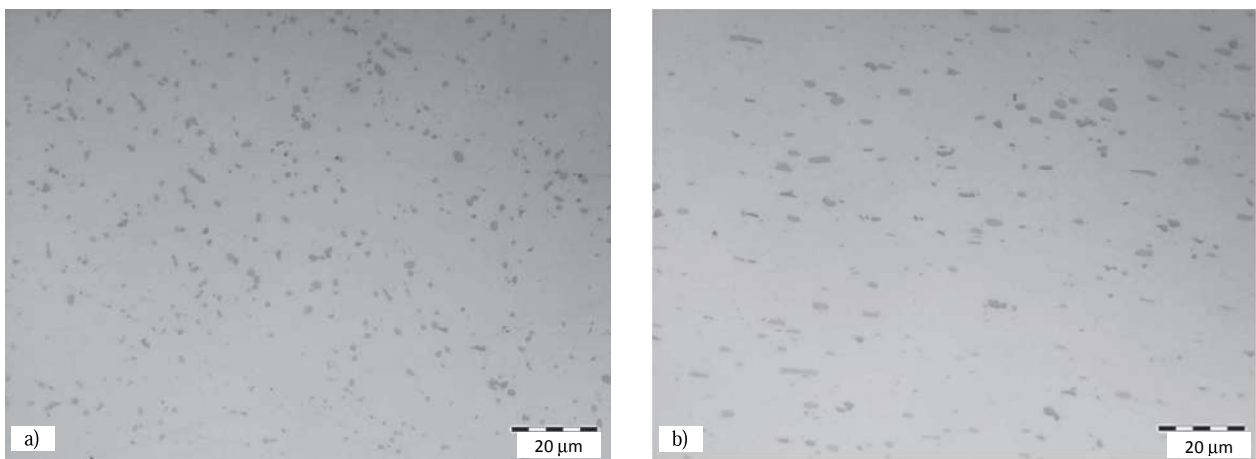
Částice intermetalických fází v mikrostruktuře byly sledovány bez leptání jak na optickém mikroskopu (obr. 4), tak pomocí SEM (obr. 5). V případě podélného řezu (obr. 4b) je vidět přednostní orientace částic ve směru tváření. Z výsledků analýzy EDX v tab. 4 je možné považovat tyto částice obsažené v mikrostruktuře za fáze typu $\alpha\text{-Al}_{12}(\text{Fe},\text{Mn})_3\text{Si}$ a $\text{Al}_6(\text{Fe},\text{Mn})$. Jedná se o fáze typické pro studovanou slitinu a k jejich vzniku dochází ochuzováním základní matrice vlivem difuze prvků Mn, Fe a Si při tuhnutí i následném homogenizačním žíhání [5, 8]. Jejich výskyt a poměr zastoupení lze do určité míry upravovat pomocí výrobních podmínek, různými poměry prvků Fe:Si:Mn ve slitině a tepelným zpracováním. Tyto intermetalické fáze, které je velice obtížné eliminovat pomocí žíhání pod teplotou 650 $^{\circ}\text{C}$ kvůli nebezpečí natavení, mohou ovlivňovat jak rekrystalizační a precipitační chování, tak také únavovou pevnost. Podrobný vliv těchto částic na únavové chování slitin Al-Mn doposud nebyl publikován.



Obr. 2 Mikrostruktura vzorku Al-Mn: a) okrajová a b) středová část příčného řezu; leptáno elektrolyticky
Fig. 2 Microstructure of Al-Mn sample: a) edge and b) centre area of the cross section; electrolytic etching



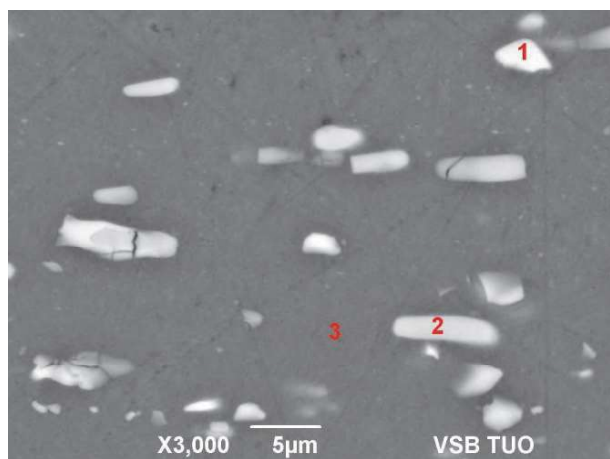
Obr. 3 Mikrostruktura vzorku Al-Mn: a) okrajová a b) středová část podélného řezu; leptáno elektrolyticky
Fig. 3 Microstructure of Al-Mn sample: a) edge and b) centre area of longitudinal section; electrolytic etching



Obr. 4 Mikrostruktura vzorku Al-Mn v a) příčném a b) podélném řezu, neleptáno
Fig. 4 Microstructure of Al-Mn sample in a) cross and b) longitudinal section, non-etched

Tab. 4 Chemické a fázové složení slitiny 3003
Tab. 4 Chemical and phase composition of 3003 alloy

Fáze	Prvek	Al	Si	Mn	Fe
α -Al ₁₂ (Fe,Mn) ₃ Si		73,88	5,04	10,67	10,41
Al ₆ (Fe,Mn)		82,76	0,12	9,56	7,56
Tuhý roztok α (matrice)		99,45	0,02	0,53	-



Obr. 5 SEM snímek mikrostruktury slitiny Al-Mn: 1- α - $\text{Al}_{12}(\text{Fe,Mn})_3\text{Si}$,

2- $\text{Al}_6(\text{Fe,Mn})$ a 3- α tuhý roztok Al (matrice), neleptáno

Fig. 5 SEM micrograph of Al-Mn alloy: 1- α - $\text{Al}_{12}(\text{Fe,Mn})_3\text{Si}$,
2- $\text{Al}_6(\text{Fe,Mn})$ and 3- α solid solution Al (matrix), non-etched

Tab. 5 Mechanické vlastnosti slitiny Al-Mn v tahu

Tab. 5 Tensile mechanical properties of Al-Mn alloy

Vzorek	Mez kluzu $R_{p0,2}$	Mez pevnosti R_m
	[MPa]	
1	116	123
2	117	123
3	121	124
4	118	123
5	117	123
Střední hodnota	$117,8 \pm 1,9$	$123,2 \pm 0,4$

Vzorky zatěžované v tahu se deformovaly za tvorby krčku, jak je patrné na obr. 6. Z výsledků tahové zkoušky, jejichž hodnoty jsou uvedeny v tab. 5, je patrné, že se jedná obecně o slitinu s nízkou úrovní zpevnění. Dosažené pevnosti jsou nepatrně nižší, než je pro slitinu 3003 za pokojové teploty uvedeno v tab. 3, nicméně

hodnoty jsou v souladu s intervaly hodnot uváděnými v jiných zdrojích [9-11].

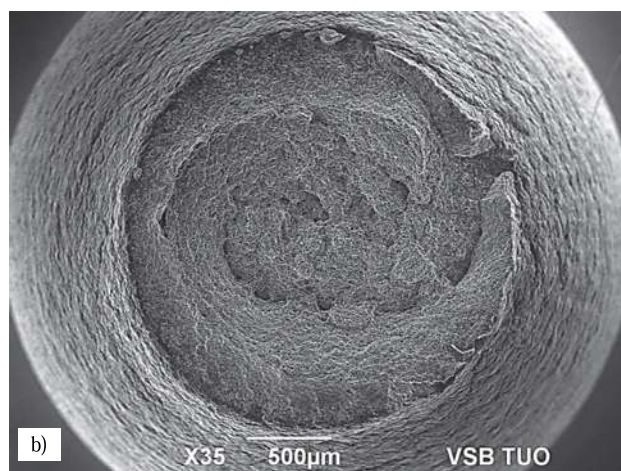
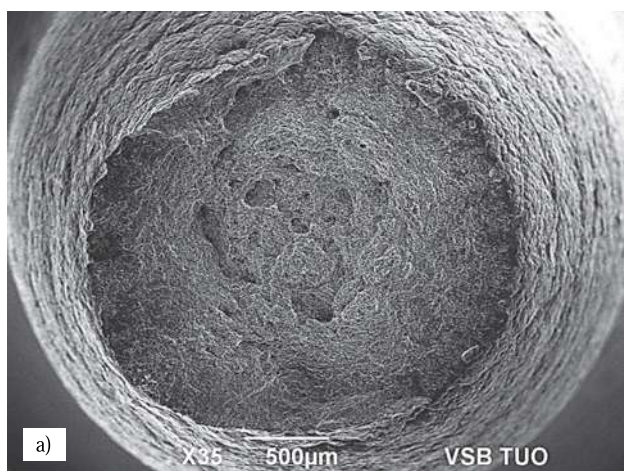
Plasticita slitiny, tedy velmi malý rozdíl mezi mezí kluzu a mezí pevnosti, odpovídá zpevněnému stavu H12. V případě nezpevněného stavu O by měla slitina výrazně nižší mez kluzu, ve srovnání s mezí pevnosti, jak je patrné z tab. 3.



Obr. 6 Vzorky ze slitiny Al-Mn a) před a b) po tahové zkoušce

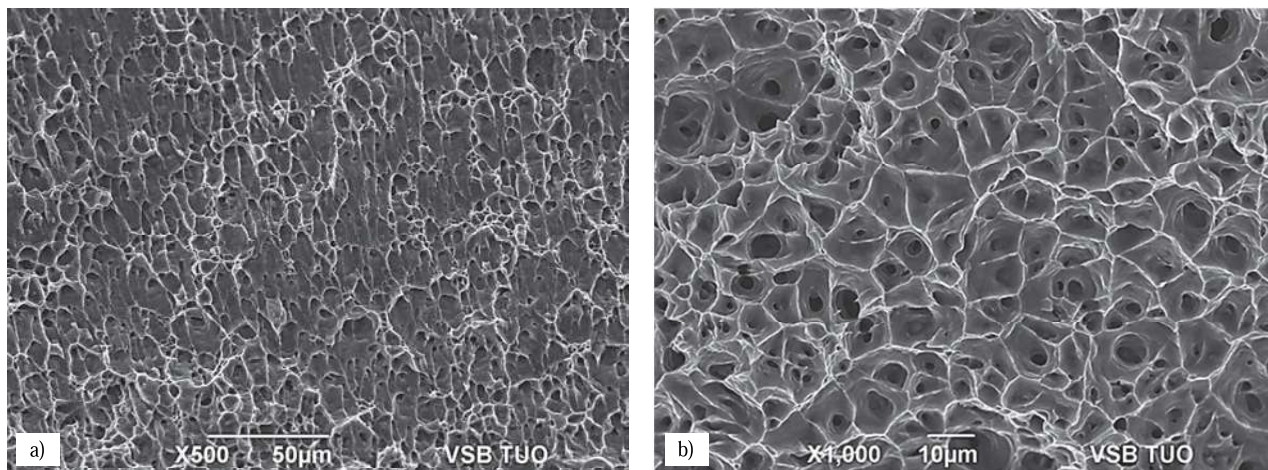
Fig. 6 Specimens of Al-Mn alloys a) before and b) after tensile test

Vzhled porušení vzorků má z makroskopického hlediska houževnatý charakter, což dokládají také snímky lomových ploch ze skenovacího elektronového mikroskopu (obr. 7). Lomové plochy jsou tvořeny jamkami, hranice zrn nejsou patrné (obr. 8 a 9), což odpovídá tvárnému transkrystalickému lomu. Směr protažení jamek v oblastech při okrajích vzorku nasvědčuje tomu, že tvárný lom proběhl také částečně smykem. Na detailních snímcích SEM v režimu SEI (obr. 9b) není možné čtení výskyt částic uvnitř jamek pozorovat, naopak v režimu BEI (obr. 10) je již zřejmé, že každá jamka obsahuje částici nebo dutinu po jejím vytržení během tahové zkoušky. Částice v matrici slitiny je možné považovat za iniciační centra při tvárném porušení.

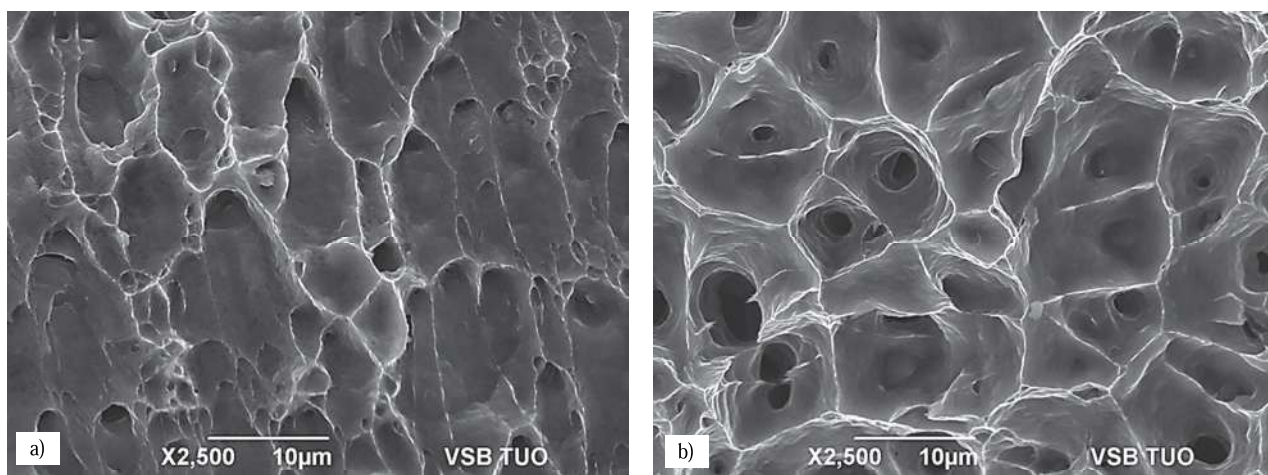


Obr. 7 SEM snímky charakteru lomového porušení dvou vybraných vzorků slitiny Al-Mn, a) a b) u obou je patrný smykový charakter na okraji a členitý ve středu vzorku

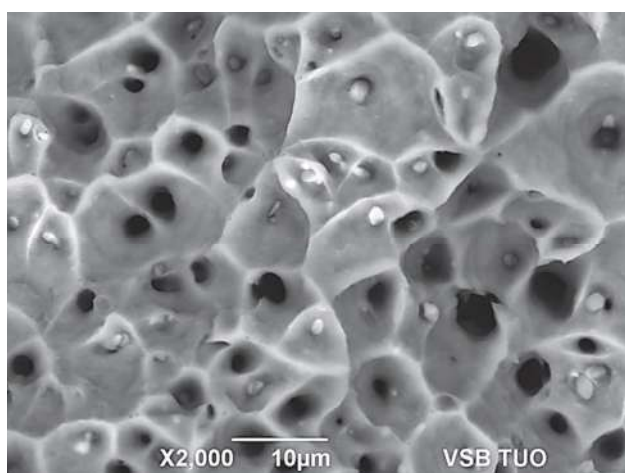
Fig. 7 SEM SEI images of fracture surfaces of two selected Al-Mn specimens, a) and b) shear feature near the edge and rugged character in the centre of the specimen



Obr. 8 SEM SEI snímky charakteru lomu slitiny Al-Mn po tahové zkoušce: a) na okraji a b) ve středu lomové plochy
Fig. 8 SEM SEI fractography of Al-Mn specimen after tensile testing: a) near the edge and b) in the centre of the fracture surface



Obr. 9 SEM SEI detail lomové plochy slitiny Al-Mn po tahové zkoušce: a) na okraji a b) ve středu vzorku
Fig. 9 SEM SEI detail of the fracture surface for tensile tested Al-Mn alloy: a) near the edge and b) in the centre of the specimen



Obr. 10 SEM BEI detail částic fází $Al_6(Fe,Mn)$ a $\alpha-Al_{12}(Fe,Mn)_3Si$ ve tvárných jamkách na lomové ploše slitiny Al-Mn
Fig. 10 SEM BEI detail of $Al_6(Fe,Mn)$ and $\alpha-Al_{12}(Fe,Mn)_3Si$ phase particles in the ductile dimples of the fracture surface of Al-Mn alloy

4. Závěr

Bylo provedeno studium mechanických vlastností a lomových ploch po tahové zkoušce za pokojové teploty u slitiny 3003-H12. Z výsledků je možné vyvodit následující závěry:

- Výsledné střední hodnoty dosahovaly pro mez kluzu 118 MPa a mez pevnosti 123 MPa.
- Lomové plochy mají charakter typického tvárného transkrystalického lomu.
- Studium pomocí SEM potvrdilo výskyt částic $Al_6(Fe,Mn)$ a $\alpha-Al_{12}(Fe,Mn)_3Si$ v jamkách, na kterých dochází k iniciaci trhlin.

Dosažené výsledky jsou součástí výzkumu únavového chování slitiny 3003 s cílem stanovit vliv typu cyklického zatěžování na charakter lomových ploch.

Poděkování

Tato práce byla realizována v rámci projektů RRC/10/2018 „Podpora vědy a výzkumu v Moravskoslezském kraji 2018“ financovaného z rozpočtu Moravsko-Slezského kraje a SGS SP2019/128 and SP2019/43 podpořených z rozpočtu MŠMT české republiky.

Literatura

- [1] CAMPBELL, F. C. *Elements of Metallurgy and Engineering Alloys*. ASM International (2008); 656 s. ISBN 978-08-717-0867-0.
- [2] MILELLA, P. P. *Fatigue and Corrosion in Metals*. Springer-Verlag Italia (2013); 844 s. ISBN 978-88-470-2335-2.
- [3] YAGUCHI, H., MITANI, H., NAGANO, K. Fatigue-damage evaluation in aluminum heat-transfer tubes by measuring dislocation cell-wall thickness *Mater. Sci. Eng. A* 315 (2001), 1-2, 189–194.
- [4] LI, Y. J., MUGGERUT, A. M. F., OLSEN, A., FURU, T. Precipitation of partially coherent α -Al(Mn,Fe)Si dispersoids and their strengthening effect in AA 3003 alloy *Acta Mater.* 60 (2012), 3, 1004–1014.
- [5] DEHMAS, M., WEISBECKER, P., GEANDIER, P., ARCHAMBAULT, P., AEBY-GAUTIER, E. Experimental study of phase transformations in 3003 aluminium alloys during heating by in situ high energy X-ray synchrotron radiation *J. Alloys Compds.* (2005), 400, 116–124.
- [6] HUANG, H. W., OU, B. L. Evolution of precipitation during different homogenization treatments in a 3003 aluminum alloy. *Materials and Design* (2009), 30, 2685–2692.
- [7] DAVIS, R. *Metal Handbook*. DESK Edition, ASM International, 1998, 1521 s. ISBN 0-87170-654-7.
- [8] ŠKODA, J., LOSERTOVÁ, M., KUBEŠ, V., KONEČNÁ, K., HLINKA, P., CZYZ, P. Study of fatigue fractures of Al-Mn alloy. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (2018), 461, 012083.
- [9] Aluminium Alloy Data Sheet 3003. Atlassteels. Revised October 2013. [Cit. 23.1.2015] Dostupné z: www.atlassteels.com.au.
- [10] POKOVÁ, M., CIESLAR, M., LACAZE, J. Enhanced AW3003 Aluminum Alloys for Heat Exchangers. *WDS'11 Proceedings of Contributed Papers, Part III* (2011), 141–146.
- [11] ZANDER, J., SANDSTROM, R., VITOS, L. Modelling mechanical properties for non-hardenable aluminium alloys. *Computational Materials Science* (2007), 41, 86–95.

RECYKLACE OCELI

Žádný jiný materiál se v Evropě nerecykluje v takové míře jako ocel. Přes 90 procent vysloužilé oceli se vrací do oceláren, aby se přeměnila na nové výrobky. „Ať už je to karosérie auta, mostní konstrukce, plechovka nebo šroub, všude je recyklovaná ocel. Obrovskou výhodou oceli je, že se dá recyklovat neomezeně, aniž by přitom ztrácela kvalitu,“ říká Daniel Urban, statutární ředitel Ocelářské unie.

V zájmu vyšší míry recyklace se Evropská unie vydala do boje s jednorázovými plasty. U některých výrobků na jedno použití se plasty nebudou smět vůbec používat. Hrozí něco takového ocelí?

Ocel ze své podstaty není jednorázový materiál, který by po použití ztratil svou funkčnost nebo vlastnosti. Naopak, ocel je věčná. Staré železné a ocelové výrobky ve formě šrotu se jednoduše promění na novou ocel, často dokonce s mnohem lepšími vlastnostmi, než měla ta původní. Ze staré ocelové haly se tak dnes mohou vyrobit třeba vysokopevnostní dráty, které používají automobilky do moderních aut, nebo kolejnice pro rychlovlaky. Vyrábět ze starého, odpadního materiálu kvalitnější produkty, než byly ty původní, se dá jen z oceli. Papír ani plasty nic takového nenabízí.

V jakých výrobcích najdeme recyklovanou ocel? Prakticky ve všech z oceli, protože stará ocel ve formě šrotu se při tavení používá vždycky. Takže ať už se podíváte na větrnou elektrárnu, auto nebo domácí nářadí, všude najdete část recyklované oceli. Obrovskou výhodou oceli je, že se dá recyklovat neomezeně, pořád dokola, protože s další recyklací neztrácí nic ze svých vlastností. Ty se naopak dají znovu a dále upravovat podle toho, jakému účelu bude oživená ocel sloužit.

Míra recyklace se v Evropě pohybuje u oceli nad 90 procenty, což z ní dělá nejvíce recyklovaný materiál. Každý rok se do evropských hutí vrátí na přepracování skoro 90 milionů tun staré oceli. Pro srovnání papíru se každý rok recykluje přes 70 procent. Podobné je to u skleněných obalů. Plastů se recykluje jen 30 procent.

Téměř stoprocentně se recykluje stavební ocel, tedy nejrůznější výztuže či nosníky. Oceli z automobilů se dnes v Evropské unii znovu využije 93 procent. U oceli používané v domácích spotřebičích je míra recyklace kolem 90 procent. Pak jsou tady ještě ocelové obaly, což jsou konzervy nebo lahve, v nichž se neprodávají jen potraviny, ale také barvy, chemikálie nebo plyny. Těch se v Evropě recykluje skoro 80 procent. Takovými čísly se nemůže pochlubit žádný jiný materiál.

– red –