

## ŠTÚDIUM BEZOLOVNATÝCH SPÁJOK SAC 305 S PRÍMESOU GÁLIA

### Abstrakt práce ŠVOČ

**Vypracoval:** Ladislav Dobrovodský, Bc.

**Názov vysokej školy:** Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnava, Slovenská Technická univerzita v Bratislave

**Vedúci práce:** Ivona Čerňáková, doc., Ing., PhD.

**Pracovisko:** Ústav materiálov MTF

**Akademický rok:** 2022 / 2023

**Abstrakt:** Spájkovanie je spôsob spájania materiálov roztaveným kovom, ktorého teplota tavenia je oveľa nižšia ako teplota tavenia spájaných materiálov.. Technológia je založená na spájaní pomocou zalatia roztaveného kovu bez natavenia základných materiálov. Spájkový spoj je nepohyblivý, avšak elektricky vodivý. Medzi najpoužívanejšie spájky v technickej praxi s vlastnosťami vhodnými pre spájkovanie patrili najmä olovené spájky. Olovo je však problematické kvôli jeho toxicite, preto boli vyvinuté nové spájky na báze cínu. V súčasnosti sú používané spájky z cínu, striebra a medi tzv. SAC. Na zlepšenie vlastností spájok SAC sa používajú prísadové prvky ako napríklad nikel, bizmut a gálium. Cieľom tejto práce je štúdium vplyvu gália na mikroštruktúru a vlastnosti spájok SAC 305 (3% striebra a 0,5% medi). Pri pozorovaní mikroštruktúry bola využitá riadkovacia elektrónová mikroskopia, energiovo disperzná analýza a pre identifikáciu fáz bola použitá röntgenová difrakčná analýza. Mikroštruktúra spájky SAC 305 bez prídavku gália bola trojfázová. Bolo pozorované, že s prídavkom gália v spájke sa lamelárna štruktúra fázy bohatej na striebro zmenila na zrnitú a zmenila sa stechiometria fázy bohatej na meď.

**Kľúčové slová:** cín, meď, striebro, gálium, SAC spájky

## **KVALITATÍVNE VLASTNOSTI SIVEJ LIATINY A JEJ VPLYV NA NÁVRH ROZMEROV STRIŽNEJ POISTKY VÝSTREDNÍKOVÝCH LISOV**

### **Abstrakt práce ŠVOČ**

**Vypracovala:** Gabriela Kunkelová, Bc. Mgr.

**Názov vysokej školy:** Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave, Slovenská  
technická univerzita v Bratislave

**Vedúca práce:** Mária Dománková, prof. Ing., PhD.

**Pracovisko:** Ústav materiálov MTF

**Rok vypracovania:** 2022/23

#### **ABSTRAKT:**

Cieľom diplomovej práce je výber vhodného materiálu a stanovenie optimálneho rozmeru strižných poistiek výstredníkových lisov v závislosti od mikroštruktúry a mechanických vlastností dvoch typov sivej liatiny. Práca sa realizuje pre spoločnosť ELPOTECH, spol. s r.o. so sídlom v Trnave. Z praxe výrobcu strižných poistiek vyplynula potreba preveriť možnosť náhrady liatiny typu 422420 za typ 422425. Praktickým problémom je aj nedostupnosť presných rozmerov parametra  $K$  strižných poistiek v závislosti od tvrdosti. Preto bolo realizované komplexnejšie porovnanie sivých liatin typu 422420 a typu 422425. Aplikovala sa metóda štruktúrnej analýzy pomocou svetelnej mikroskopie, meranie mikrotvrdosti a makrotvrdosti podľa Vickersa, a tiež meranie sily potrebnej na porušenie strižných poistiek vyrobených z obidvoch typov materiálov. Všetky experimenty preukázali významné rozdiely vo vlastnostiach skúmaných liatin. Výpočtom bol zistený strižný odpor materiálov: 274 MPa pre liatinu 422420 a 388 MPa pre liatinu 422425. Experimenty by bolo vhodné doplniť o sériu ťahových/tlakových skúšok, na základe ktorých by sa stanovila závislosť pevnosti v ťahu od tvrdosti. Aj bez týchto skúšok je možné konštatovať, že po optimalizácii rozmeru  $K$  strižnej poistky bude sivá liatina typu 422425 vhodnou náhradou za liatinu typu 422420.

**Kľúčové slová:** sivá liatina s lupienkovým grafitom, strižná poistka pre výstredníkový lis, strižný odpor, mikroštruktúra sivej liatiny, tvrdosť podľa Vickersa

## DESIGN OF DISPOSABLE TABLEWARE MADE OF WHEAT BRAN

### Abstract of work for Student Research Conference

**Author:** Tereza Machajdíkoviá, Bc.

**University:** Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Materials Science and Technology

**Supervisor:** Roman Čička, doc. Ing., PhD.

**Workplace of supervisor:** Institute of Materials Science

**Year:** 2022/2023

**Abstract:** The ever-rising demand from the electronic industry has prompted the development of new solder alloys with equal or better properties than tin-lead solders whose use became restricted due to their toxicity. The aim of the work was to investigate the Sn-3Ag-0.5Cu (SAC305) solder alloys with different additions of nickel (Ni) using computational and experimental techniques. Computational thermodynamics was used to predict the phase equilibria in SAC305+xNi alloys. The computational results showed that the phase compositions of samples differ according to the amount of Ni. The basic phase composition consisted of  $Ag_3Sn$ ,  $\beta Sn$ , and  $Cu_6Sn_5$ . From 0.4 wt.%Ni also the phase  $Ni_3Sn_4$  appeared. It was shown that the melting temperature steeply increased with increasing amount of Ni. For the experimental part, various analyzing techniques were used to verify and compare the results from the computations. The microstructure of the alloy consisted of large primary grains surrounded by regions of two different IMC particles dispersed within the matrix. The small additions of Nickel into SAC305 solder led to microstructural refinements. A higher amount of Ni led to a higher undercooling. The phase compositions determined by experimental techniques agree with the computations. Finally, the procedure for phase-field modeling of microstructure evolution was outlined.

**Key words:** solder alloy, nickel, SAC305, computational thermodynamics

## Effect of chemically induced degradation on the microstructure and morphology of Li-ion cathodes

Abstract of work for Student Research Conference

**Author:** Jakub Rafajdus, Bc.

**University:** Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Materials Science and Technology

**Supervisor:** Libor Ďuriška, Ing., PhD.

**Workplace of supervisor:** Institute of Materials Science

**Year:** 2022/2023

**Abstract:** Ni-rich layered oxide  $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_{1-x-y}\text{O}_2$  is considered state-of-the-art cathode material for lithium-ion batteries used in automotive, due to its high specific capacity, and low manufacturing cost. However, such oxides have high sensitivity to air and poor storage properties, resulting in reactions on the cathode surface, and a shorter lifetime. This work is therefore focused on a detailed microstructural and morphological analysis of a Ni-rich cathode in pristine condition as well as after the electrode storage for various storage times that was exposed to an air atmosphere at room temperature and humidity. Microstructural and morphological analyses for the pristine and exposed cathodes to air were carried out using several experimental techniques. Scanning electron microscopy included top view and cross-section observations, X-ray diffraction analysis consisted of two configurations, Theta-2Theta, and Grazing incidence. The following methods were differential scanning calorimetry with thermogravimetry, and Fourier-transform infrared spectroscopy which was used to evaluate functional groups on the surface of the cathodes. Based on experiments, it was concluded that electrode samples that were aged for 1 and 2 months showed the presence of lithium-based impurities, as a consequence of the sample storage in the air at room humidity. Li-based impurities correspond to  $\text{LiOH}$  and  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ .

**Key words:** lithium-ion batteries, Ni-rich cathodes, chemically-induced degradation, lithium-based impurities, storage

## HODNOTENIE MIKROŠTRUKTÚRY VIACVRSTVOVÉHO NÁVARU VYROBENÉHO ADITÍVNOU VÝROBOU Z NIKLOVEJ ZLIATINY

### Abstrakt práce ŠVOČ

**Vypracoval:** Adam Urbánek, Bc.

**Názov vysokej školy:** Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave, Slovenská  
technická univerzita v Bratislave

**Vedúci práce:** Katarína Bártová, Ing. PhD.

**Pracovisko práce:** Ústav materiálov MTF

**Rok vypracovania:** 2022/2023

**Abstrakt:** Cieľom experimentu bola analýza stien, ktoré vznikli naváraním jednotlivých vrstiev prídavného materiálu vo forme drôtu z niklovej zliatiny Inconel 718 pomocou technológie aditívnej výroby oblúkovým naváraním (WAAM). Porovnávali sme vzorky vyhotovené z priečného rezu oboch stien, rozdiel bol v dodžiavaní interpass teploty v procese zvárania. Makroskopia nám umožnila štúdium defektov a symetrie vytvorených stien. Použitím svetelnej mikroskopie sme analyzovali mikroštruktúru zvarových stien tvorenú výraznými kolumnárnymi zrnami, ktoré rástli v smere nanášania vrstiev. Detailnejšie snímky nám odhalili dendritickú štruktúru materiálu. Z hľadiska mechanických vlastností sme vykonali statickú skúšku ťahom a skúšku mikrotvrdości podľa Vickersa. Obe vzorky majú takmer identickú dohovorenú medzu klzu  $R_p 0,2$ . Avšak z nameraných hodnôt medze pevnosti v ťahu  $R_m$  usudzujeme, že nedodržovanie predpísanej interpass teploty a následná akumulácia dostatočného množstva tepla umožnila precipitáciu sekundárnych spevňujúcich fáz  $\gamma'$  a  $\gamma''$ , ktoré majú vplyv na výsledné mechanické vlastnosti. Pre potvrdenie tejto teórie navrhujeme použiť transmisnú elektrónovú mikroskopiu, ktorá umožňuje ísť do väčších zväčšení a rozlíšení. V rámci jednotlivých vzoriek je viditeľné zvýšenie tvrdosti smerom k spodnej línii. Porovnaním výsledkov zisťujeme, že stena B má vyššiu tvrdosť ako stena A.

**Kľúčové slová:** niklová zliatina, WAAM, svetelná mikroskopia, statická skúška ťahom, meranie mikrotvrdości podľa Vickersa

## MIKROŠTRUKTÚRNA ANALÝZA OCELE TAM 980 POMOCOU TRANSMISNEJ ELEKTRÓNOVEJ MIKROSKOPIE

### Abstrakt práce ŠVOČ

**Vypracoval:** Lukáš Válek, Bc.

**Názov vysokej školy:** Materiálovotechnologická fakulta STU so sídlom v Trnave, Slovenská technická univerzita v Bratislave

**Vedúci práce:** Daniel Križan, doc. Dr. Ing.

**Pracovisko:** Výskum a vývoj za studena valcovaných plechov, Voestalpine Stahl GmbH Linz, Rakúsko

**Rok vypracovania:** 2022/2023

**Abstrakt:** Predkladaná práca sa zaoberá mikroštruktúrnou analýzou TRIP Annealed Martensite (TAM) ocele pomocou transmisnej elektrónovej mikroskopie, ktorá patrí ku tretej generácii vysokopevných ocelí pre automobilový priemysel. Tepelné spracovanie ocelí TAM je dvojstupňové, teda pozostáva z dvoch krokov. Tieto ocele vykazujú sľubnú kombináciu vysokej pevnosti v ťahu (v intervale od 980 do 1100 MPa), a ťažnosti (celkové predĺženie v pozdĺžnom smere A80 viac než 18%). V súčasnosti prebieha ich intenzívny vývoj a do sériovej výroby by sa mali dostať v blízkej budúcnosti. Mikroštruktúrna analýza na zariadení TEM JEOL 200 CX zahŕňa popis jednotlivých fáz po prvom a druhom žíhacom kroku, pričom štruktúra je tvorená najmä popusteným martenzitom, zvyškovým austenitom a precipitátmi typu MC. Pre popis popusteného martenzitu a zvyškového austenitu sú použité tenké kovové fólie, ktoré sú pozorované zobrazením v svetlom poli, tmavom poli a prítomnosť jednotlivých fáz je potvrdená na základe elektrónovej difrakcie. Pre identifikáciu, popis a určenie veľkosti precipitátov sú vyhotovené extrakčné jednostupňové uhlíkové repliky. Pre presné stanovenie zastúpenia zvyškového austenitu je aplikovaná saturačná magnetická metóda.

**Kľúčové slová:** oceľ TAM, transmisná elektrónová mikroskopia, zvyškový austenit, precipitáty, saturačná magnetická metóda