

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Výzkum vazby mezi hliníkovou maticí a výztuží (GF a CF) pro kovové kompozity</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Zdeněk Kopanica</b>
<b>Typ práce:</b>	<b>Diplomová práce</b>
<b>Fakulta/ústav:</b>	<b>Fakulta strojní</b>
<b>Katedra/ústav:</b>	<b>Ústav strojírenské technologie</b>
<b>Oponent práce:</b>	<b>doc. Ing. Antonín Mores, CSc</b>
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	<b>Ústav strojírenské technologie</b>

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>Zvolte položku.</b>	
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>		<b>A</b>
<p>Zadání diplomové práce vyžadovalo provést podrobnou charakteristiku kompozitů, jejich rozdělení a zaměření na oblast výztuží. Po tomto velmi podrobném rozboru byla provedena i charakteristika hliníkových matic s výztužemi, při jejich použití se dosáhne až neuvěřitelně vysokých materiálových vlastností, hlavně vysoké hodnoty pevnosti v tahu <math>R_m</math>. Přínosné je porovnání hodnot, které se dosáhnou při použití hliníkové slitiny a kompozitu s materiály výztuhy- především výztuhy z uhlíkového vlákna a výztuhy z vlákna skelného. Důležité jsou nástřiky a povlaky výztuží, to platí i pro vazby matrice a výztuže.</p>		

<b>Splnění zadání</b>	<b>Zvolte položku.</b>	<b>A</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>		
<p>Diplomant plně splnil určené zadání, lze říci, že pečlivým rozbohem literárních pramenů provedl navíc různé varianty zkoušek při experimentech. Experimentální část je velmi rozsáhlá, podle zadání byla hlavní pozornost věnována licí metodě výroby kovových kompozitů. Pro spojování dvou materiálů je velmi důležitá volba výztuží, jejich povrchová úprava (povlaky, nástřiky, galvanizace), z toho vyplývá, že úkol je mimořádně náročný. Diplomant splnil určené zadání, podle odkazů zjištěných pečlivým studiem (rešerží) byly provedeny i vlastní povlaky výztuží. Tato část dala výsledky, které byly možno maximálně získat ve školní slévárně, rovněž spoluprací s příslušným institucemi. Základním úkolem diplomanta bylo použít v experimentální části pro materiál matrice hliníkovou slitinu <math>AlSi8Cu3</math> a výztuže z uhlíkových a skelných výztuží, to vše bylo splněno</p>		

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>Zvolte položku.</b>	
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>		<b>B</b>
<p>Vložte komentář.</p> <p>Způsob řešení byl zvolen podle zadání a podle podrobného studia celé problematiky. Postup spočíval v řešení kompozitů složených z hliníkové lité slitiny <math>AlSi8Cu3</math> a výztuže uhlíkové a skleněné (složené z vláken). Postup řešení zkoušek byl naprosto správný, to je do formy určitého tvaru umístit výztuhy s povlaky i bez povlaků, odlít a pečlivě vyhodnotit. Dle mého názoru měly být asi zvoleny výztuže podstatně menších rozměrů, došlo by pak pravděpodobně ke spojům difúzním, nebo mechanickým. Výztuže by pak nepůsobily jako chladítko nespojené se základní hliníkovou slitinou</p>		

<b>Odborná úroveň</b>	<b>Zvolte položku.</b>	<b>A</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>		
Vložte komentář.		
Diplomant prostudoval a v experimentální části práce uplatňoval obrovské množství literárních pramenů z poslední doby. Je zajímavé, že českých publikací není tolik zveřejněno. Správně vyhodnotil získané výsledky vlastních experimentů a provedl kritické zhodnocení. Poznatky z praxe našich výrobců kompozitů mnoho není, neboť se jedná o obor prudce se rozvíjející (letectví, kosmonautika )		

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>Zvolte položku.</b>	<b>A</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>		
Vložte komentář.		
Po formální stránce považuji práci za vynikající- logicky a systematicky je vysvětlen celý obor kompozitů, systém všech možností druhů výztuh, jejich povlaky a možné druhy, povrchová úprava včetně hodnocení. Kapitoly jsou přehledně uspořádány, průběh experimentů vychází z připraveného plánu zkoušek, výsledky hodnoceny, navíc je sledován vliv licí teploty hliníkové taveniny při odlévání a vliv výdrže na teplotě. Kladně je možno hodnotit rozsah experimentů- výroba modelu systémem 3D, volba výztuh, vlastní galvanické pokovování, sledování výsledků při teplotách 750°C a 1050°C s výdržemi a bez výdrží atd. Lze říci, že předložená diplomová práce může sloužit jako učební text- tolik o problému zalévání výztuh do hliníkových slitin je zde uvedeno a i kriticky v případě nutnosti vysvětleno. Pouze upozornění- v celé práci nejsou jazykové chyby- pouze v několika případech našel recenzent měkké i u neživotných podstatných jmen, např. ..zkoušky potvrdili naše předpoklady.....		

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>Zvolte položku.</b>	<b>A</b>
<i>Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.</i>		
Vložte komentář.		
Student uvedl ve své práci v podstatě vyčerpávající možné informace. Vždy správně citoval literární zdroje, uvedl vždy u zajímavých informací své hodnocení, výhody a nevýhody. Při hodnocení výsledků poukázal i na svá zjištění, která někdy neopovídala citovanému zdroji. K vyhodnocení měl student 17 sad vzorků, sledoval vliv licí teploty, výdrže na teplotě a podrobně vliv povrchu - povlaky, pomědění, poniklování bez vlivu licí teploty atd.		

<b>Další komentáře a hodnocení</b>
<i>Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.</i>
Vložte komentář (nepovinné hodnocení).
Práci hodnotím jako výbornou, logicky sestavenou, s vysvětlením celého procesu výroby kompozitů a s množstvím vlastních experimentů

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Práci hodnotím jako výbornou, logicky sestavenou, s vysvětlením celého problému a s provedením celého souboru zkoušek. Nedošlo při těchto zkouškách ke spojení mezi hliníkovou slitinou a uhlíkovými, respektive skelnými výztuhami. Recenzent této práce se dlouhou dobu zajímal o spoje mezi litinou s kuličkovým grafitem a ocelovými vnitřními chladítky a podpěrkami. Setkal se podobnými problémy při rozboru výsledků- do průměrového odformovaného válečku s  $d = 60$  mm byla zalita ocelová tyčka s  $d = 10$  mm- většinou nedošlo ke spojení. Výborné difúzní spoje se dosáhly tehdy, kdy byl zvětšen průměr válečku na  $d = 100$  mm, výška válečku  $v = 150 - 200$  mm a zalitá tyčka měla průměr  $d = 5$  mm

Protože předpokládám, že student bude déle pokračovat ve zkouškách v tomto zajímavém oboru, mám několik dotazů a úvah k dalším případným experimentům.

#### Dotazy na diplomanta:

- nebylo by vhodné rovněž zvětšit množství hliníkové slitiny ve vzorcích- např.  $d = 100$  mm, výšku rovněž zvýšit, čili přidat jeden formovací rám ve vršku formy. Současně bych doporučoval zeslabit vzorky svazků vláken, případně i podélného rozměru u prvních zkoušek na minimum- tak aby došlo ke spojení, třeba pouze na 1- 2 mm. Vyloučil by se efekt, kdy zalité vzorky výztuží působily jako chladítko a nedošlo ke spojení. Pak postupně tloušťku svazků zasilovat

- úvaha

- jaký druh spoje je nejvýhodnější k dosažení vysokých pevnostních vlastností kompozitů ? Jsou to difúzní spoje ? Došlo by k vytvoření nějaké chemické vazby- např. dle Fickova zákona (spády prvků v přechodovém pásmu podle svých koncentrací), jaký by asi nastal spoj při použití skelných vláken a jak by se choval Si (je v  $AlSi8Cu3$  i ve skelných vláknách

- úvaha

- Jaké jsou spoje mezi základní hliníkovou slitinou a výztužemi, když se vyrábějí kompozity pomocí tlakového lití, při stejné hliníkové slitině a stejnými výztužemi, jako použil student ve své práci?

- úvaha

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A- výborně**



V Praze dne 26.8.2023

Podpis: Antonín Mores