

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Materiálové inženýrství a strojírenská metalurgie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Analýza a hodnocení kvality lepených sendvičových spojů

Autor: **Jan JÍCHA**

Vedoucí práce: **Ing. Petr BENEŠ, Ph.D.**

Akademický rok 2014/2015

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

| | | | | |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------|--|
| AUTOR | Příjmení Jícha | Jméno Jan | | |
| STUDIJNÍ OBOR | 2301R016 „Materiálové inženýrství a strojírenská metalurgie“ | | | |
| VEDOUcí PRÁCE | Příjmení (včetně titulů) Ing. Beneš, Ph.D. | Jméno Petr | | |
| PRACOVÍŠTĚ | ZČU - FST - KMM | | | |
| DRUH PRÁCE | DIPLOMOVÁ | BAKALÁŘSKÁ | Nehodící se škrtněte | |
| NÁZEV PRÁCE | Analýza a hodnocení kvality lepených sendvičových spojů | | | |

| | | | | | |
|----------------|---------|----------------|-----|------------------------|------|
| FAKULTA | strojní | KATEDRA | KMM | ROK ODEVZD. | 2015 |
|----------------|---------|----------------|-----|------------------------|------|

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

| | | | | | |
|---------------|----|---------------------|----|--------------------------|----|
| CELKEM | 82 | TEXTOVÁ ČÁST | 64 | GRAFICKÁ ČÁST | 18 |
|---------------|----|---------------------|----|--------------------------|----|

| | |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY | <p>Předkládaná bakalářská práce se věnuje mechanickým vlastnostem sendvičových lepených spojů. První část, která je rešeršního charakteru, se věnuje základní teorii lepení, rozdělení lepidel, popisu zkušebních metod, porovnání procesu lepení s jinými technologiemi spojování materiálů, nebo např. způsobům úpravy povrchu před lepením. V experimentální části jsou zpracovány výsledky z jednotlivých zkoušek provedených u kaširovaných lepených spojů.</p> |
| KLÍČOVÁ SLOVA | LEPENÍ, ADHEZE, SENDVIČOVÝ SPOJ, PEVNOST V TAHU, KAŠÍROVÁNÍ |

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

| | | | |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| AUTHOR | Surname Jícha | Name Jan | |
| FIELD OF STUDY | 2301R016 “Materials Engineering and Engineering Metallurgy“ | | |
| SUPERVISOR | Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Beneš, Ph.D. | Name Petr | |
| INSTITUTION | ZČU - FST - KMM | | |
| TYPE OF WORK | DIPLOMA | BACHELOR | Delete when not applicable |
| TITLE OF THE WORK | Analysis and evaluation of the quality of glued sandwich joints | | |

| | | | | | |
|----------------|------------------------|-------------------|-----------------------------------------------|---------------------|------|
| FACULTY | Mechanical Engineering | DEPARTMENT | Department of Material Science and Technology | SUBMITTED IN | 2015 |
|----------------|------------------------|-------------------|-----------------------------------------------|---------------------|------|

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

| | | | | | |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| TOTALLY | 82 | TEXT PART | 64 | GRAPHICAL PART | 18 |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|----|

| | |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS | <p>The presented thesis is dedicated to the mechanical properties of the sandwich bonded joints. The first part, which is the nature of the research, is dedicated to the basic theory of adhesive bonding, distribution of adhesives, description of the testing methods, compared the process of bonding with other technologies such as combining materials, or ways of modifying the surface prior to bonding. In the experimental part are processed, the results from individual tests carried out for the laminated bonded joints.</p> |
| KEY WORDS | <p>BONDING, ADHESION, SANDWICH JOINTS, TENSILE STRENGTH , ADHESIVE LAMINATING</p> |

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Petru Benešovi, Ph.D. za příkladné vedení, podmětné rady a nesmírnou ochotu po celý průběh psaní této bakalářské práce. Rovněž bych chtěl poděkovat vedoucímu vývojového centra ve firmě NOVEM Car Interior Design GmbH panu Zdeňku Černému za spolupráci při konzultacích. Zajisté bych chtěl poděkovat panu Doc. Dr. Ing. Antonínu Křížovi, že mi poskytl možnost stáže u výše zmíněné firmy a chtěl bych poděkovat všem akademickým i neakademickým pracovníkům, kteří mi jakkoliv pomohli během této práce.

Dále bych rád poděkoval mé rodině za podporu během mého studia na Západočeské Univerzitě v Plzni, fakulty strojní.

Děkuji.

Obsah

| | |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Úvod..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 1. Obecná teorie lepení..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.1. Historie lepení | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.2. Výhody a nevýhody lepených spojů | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.2.1. Výhody..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.2.2. Nevýhody | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.2.3. Porovnání spojovacích technik..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.3. Základní pojmy z teorie lepení | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.3.1. Adheze..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.3.2. Mezimolekulární síly..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.3.3. Koheze..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.3.4. Smáčivost | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.3.5. Lomy lepených spojů | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.4. Teorie lepení..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.4.1. Molekulová teorie | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.4.2. Mechanická teorie | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.4.3. Difúzní teorie..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.4.4. Elektrostatická teorie..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 1.4.5. Chemická teorie..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 2. Rozdělení lepidel | Chyba! Záložka není definována. |
| 2.1. Základní typy konstrukčních lepidel | Chyba! Záložka není definována. |
| 2.1.1. Epoxidová lepidla..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 2.1.2. Polyuretanová lepidla | Chyba! Záložka není definována. |
| 2.1.3. Anaerobní lepidla | Chyba! Záložka není definována. |
| 2.1.4. Kyanoakrylátová lepidla | Chyba! Záložka není definována. |
| 2.1.5. Tavná lepidla | Chyba! Záložka není definována. |
| 2.1.6. Silikonová lepidla..... | Chyba! Záložka není definována. |
| 2.1.6.1. Jednosložková silikonová lepidla (RTV-1) | Chyba! Záložka není definována. |
| 2.1.6.2. Dvousložková silikonová lepidla (RTV-2) | Chyba! Záložka není definována. |

- 2.1.7. MS-Polymerová lepidla..... **Chyba! Záložka není definována.**
- 2.1.8. Montážní lepidla..... **Chyba! Záložka není definována.**
- 2.1.9. Disperzní lepidla **Chyba! Záložka není definována.**
- 2.1.10. Chloroprenová lepidla **Chyba! Záložka není definována.**
- 2.2. Přírodní lepidla.....Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.2.1. Přírodní lepidla živočišného původu..... **Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.2.1.1. Glutinové klišy **Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.2.1.2. Kaseinové klišy **Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.2.1.3. Albuminové klišy **Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.2.2. Přírodní lepidla rostlinného původu..... **Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.2.2.1. Škroby..... **Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.2.2.2. Dextrin **Chyba! Záložka není definována.**
- 2.3. Syntetická lepidla.....Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.3.1. Reaktoplastická lepidla **Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.3.1.1. Fenolformaldehydová lepidla (PF) **Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.3.1.2. Fenolresorcinformaldehydová lepidla (FR)**Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.3.1.3. Močovinoformaldehydová lepidla (UF) **Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.3.1.4. Melaminoformaldehydová lepidla **Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.3.2. Termoplastická lepidla **Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.3.2.1. Disperzní polyvinylacetátová lepidla (PVAc)**Chyba! Záložka není definována.**
 - 2.3.2.2. Lepidla ze směsi syntetického kaučuku a pryskyřic**Chyba! Záložka není definována.**
- 3. Úpravy povrchu před lepením..... Chyba! Záložka není definována.**
 - 3.1. Fyzikální postupy.....Chyba! Záložka není definována.**
 - 3.1.1. Otryskávání **Chyba! Záložka není definována.**
 - 3.1.2. Kartáčování **Chyba! Záložka není definována.**
 - 3.1.3. Broušení **Chyba! Záložka není definována.**
 - 3.1.4. Úprava povrchu plazmou **Chyba! Záložka není definována.**
 - 3.2. Chemické postupy.....Chyba! Záložka není definována.**
 - 3.2.1. Moření **Chyba! Záložka není definována.**
 - 3.2.2. Odmašťování..... **Chyba! Záložka není definována.**
 - 3.2.3. Primery **Chyba! Záložka není definována.**

4. Zkoušení a způsoby namáhání lepených spojů Chyba! Záložka není definována.

4.1. Způsoby namáhání lepených spojů..... Chyba! Záložka není definována.

4.2. Zkoušení lepených spojů Chyba! Záložka není definována.

4.2.1. Zkoušení dle norem **Chyba! Záložka není definována.**

4.2.1.1. Stanovení pevnosti ve smyku při tahovém namáhání přeplátovaných lepených sestav ČSN EN 1465:2009 **Chyba! Záložka není definována.**

4.2.1.1. Zkušební metody na únavu konstrukčních lepidel zatěžovaných ve smyku tahem ČSN EN ISO 9664 (66 8513) **Chyba! Záložka není definována.**

4.2.1.2. Zkouška v odlupování zkušební tělesa z ohebného a tuhého adherendu - Část 1: Odlupování pod úhlem 90 stupňů ČSN EN 28510-1 **Chyba! Záložka není definována.**

4.2.1.1. Zkušební metoda pro hodnocení rázové pevnosti lepených spojů ve smyku ČSN EN ISO 9653 **Chyba! Záložka není definována.**

4.2.2. Nenormalizované zkoušení **Chyba! Záložka není definována.**

4.2.2.1. Posi Test..... **Chyba! Záložka není definována.**

4.3. Vliv teploty na pevnost lepených spojů..... Chyba! Záložka není definována.

4.4. Vliv drsnosti na pevnost lepeného spoje..... Chyba! Záložka není definována.

5. Sendvičové materiály Chyba! Záložka není definována.

Experimentální část..... Chyba! Záložka není definována.

6. Materiály a technologie použité v experimentální části Chyba! Záložka není definována.

6.1. Lepidlo VPT 5901 050 natural Chyba! Záložka není definována.

6.2. Netkaná textilie Rohvlies 90 P raw Chyba! Záložka není definována.

6.3. Alutack 300..... Chyba! Záložka není definována.

6.4. Kovová mřížka Chyba! Záložka není definována.

6.5. Kaširování Chyba! Záložka není definována.

6.6. Lisovací zařízení Chyba! Záložka není definována.

6.7. Vstřikovací lis..... Chyba! Záložka není definována.

7. Metodika zkoušení Chyba! Záložka není definována.

7.1. Zkouška sloupnutím Chyba! Záložka není definována.

7.2. Kochtest Chyba! Záložka není definována.

8. Test 1 - Substrát kovová mřížka - lepidlo - Rohvlies 90 P raw Chyba! Záložka není definována.

8.1. Příprava experimentálních vzorků Chyba! Záložka není definována.

- 8.2. Zkouška sloupnutímChyba! Záložka není definována.
9. Test 2 - Substrát kovová mřížka - Alutack 300 - PC-ABS(GF20).. Chyba!
Záložka není definována.
- 9.1. Příprava experimentálních vzorkůChyba! Záložka není definována.
- 9.2. Zkouška sloupnutímChyba! Záložka není definována.
10. Diskuze výsledků..... Chyba! Záložka není definována.
- 10.1. Diskuze výsledků testu 0.....Chyba! Záložka není definována.
- 10.2. Diskuze výsledků testu 1.....Chyba! Záložka není definována.
- 10.3. Diskuze výsledků testu 2.....Chyba! Záložka není definována.
11. Závěr Chyba! Záložka není definována.
- Seznam použité literatury..... Chyba! Záložka není definována.
- Seznam obrázků Chyba! Záložka není definována.
- Seznam příloh Chyba! Záložka není definována.