

Druhy používaných zinkových slitin, jejich aplikace a vhodnost užití



Autor bakalářské práce: Tomáš Račák

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Ladislav Socha, MBA, Ph.D

Konzultant: Bc. David Gregor, DiS.

Oponent bakalářské práce: doc. Ing. Petr Lichý, Ph.D

Cíl práce

Cílem bakalářské práce je definovat všechny používané zinkové slitiny vhodné pro tlakové lití zinku. Určit oblasti výrobků, pro které je daná slitina vhodná či nevhodná, a proč. Co může např. způsobit nevhodná volba na daném výrobku, např. životnostní testy apod. Popsat, v čem se jednotlivé slitiny liší, jako např. chemické složení, forma zpracování, následné možnosti úprav a pokovení.

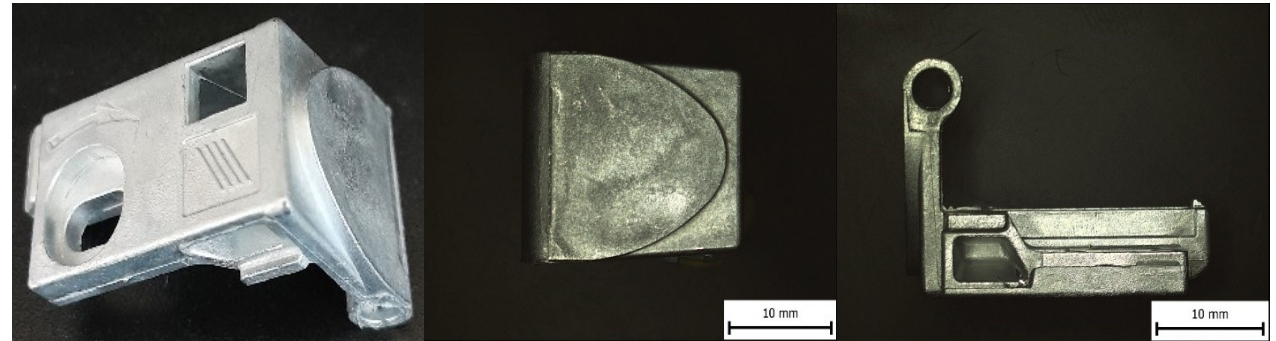
Výzkumný problém

- Porovnání odlitků
- Zjištění mechanických a chemických vlastností

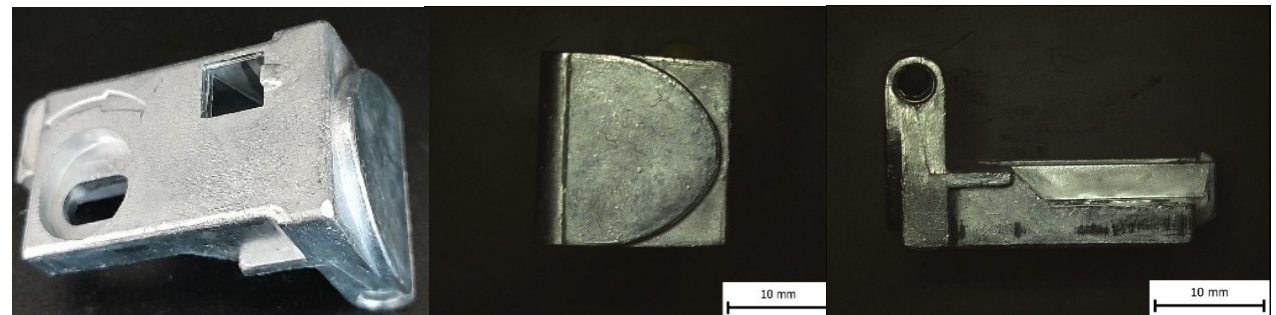
Metodika práce

- Analýzy dokumentů
- Popis strojů
- Výroba zkušebních vzorků
- Provedení mechanických zkoušek
- Ověření chemického složení

Odlitek BNO_4458



Odlitek BNO_4488



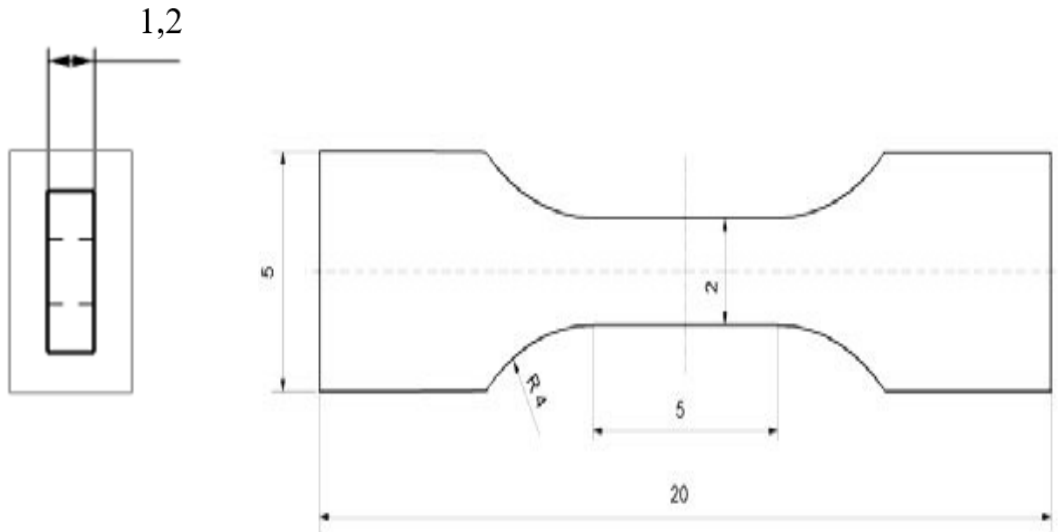
Společnost Hettich ČR

- Sídlo: Žďár nad Sázavou
- Specializace: kování pro nábytek
- Plány společnosti:
 - Vývoje nových produktů
 - Rozšíření obchodních aktivit
 - Digitalizace
 - Udržitelnost



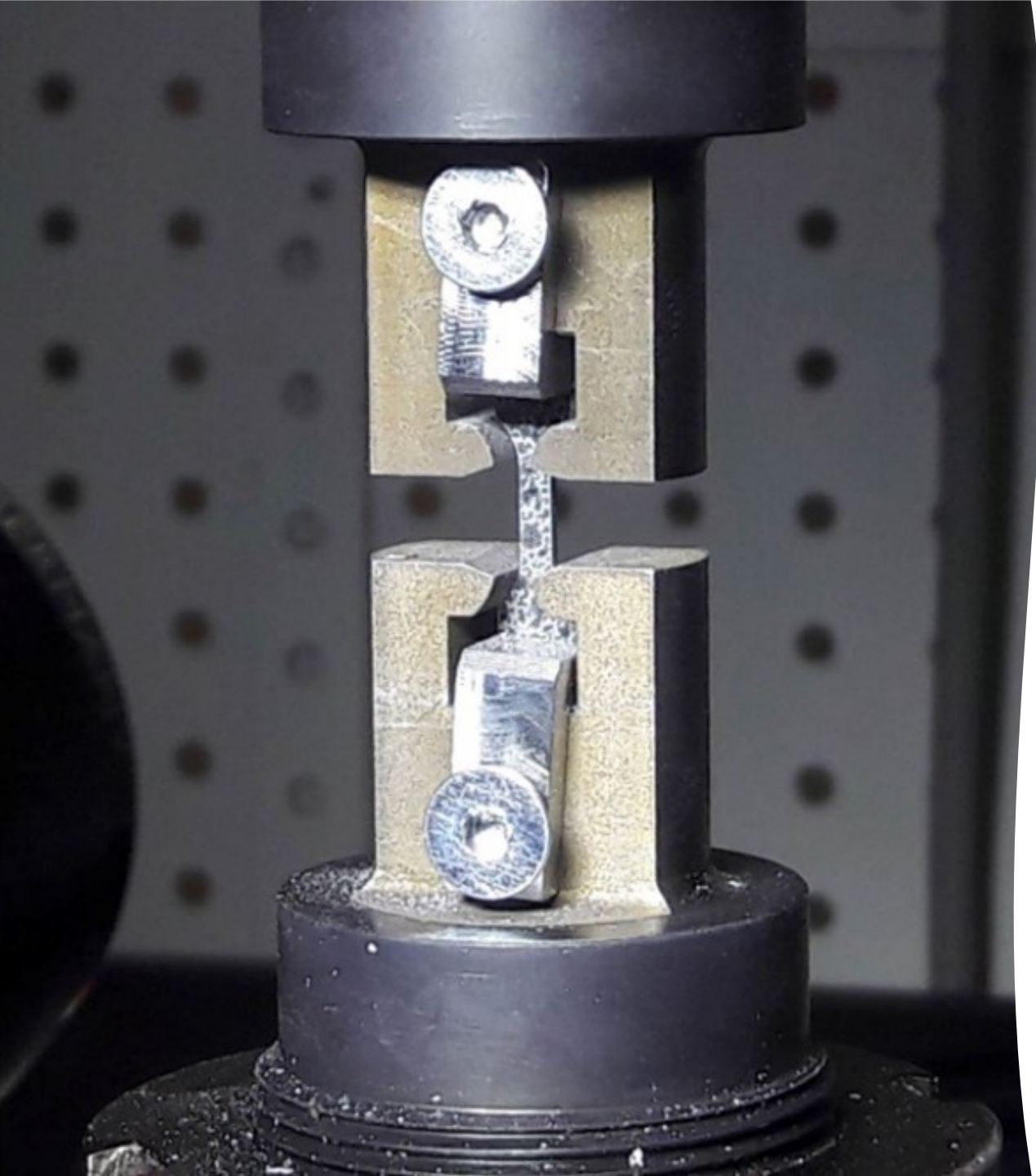
Vyhotovení vzorků pro mechanické zkoušení

- Vyhotoveno z odlitků BN 04488 a BN 04458, materiálů ZN 0410 a ZN 0430
- Drátová řezačka FANUC C600iA



Provedení mechanických zkoušek

- Zkouška tahem
- Tahový zkušební stroj MTS – Exceed E43.104



Výsledky mechanických vlastností odlitků

Porovnání odlitku BNO_4458 a jakostí ZP0410, ZP0430

Porovnání BNO_4458 - ZP0410; ZP0430

| Název | Youngův Modul (GPa) | Pevnost v tahu (R_m) (MPa) | Smluvní mez kluzu ($R_{p0,2}$) (MPa) | Protažení po lomu (A) (%) | Celkové prodloužení při maximální síle (A_{gt}) (%) |
|------------------------|---------------------|--------------------------------|--|---------------------------|---|
| Průměr bez pórů ZP0410 | 83,374 | 234,617 | 221,737 | 1,241 | 0,650 |
| Průměr bez pórů ZP0430 | 96,567 | 289,900 | 262,615 | 1,833 | 0,884 |
| Rozdíl | 13,193 | 55,283 | 40,878 | 0,593 | 0,234 |
| v % | 15,82% | 23,56% | 18,44% | 47,76% | 35,99% |

Porovnání BNO_4488 - ZP0410, ZP0430

Porovnání BNO_4488- ZP0410-ZP0430

| Název | Youngův Modul (GPa) | Pevnost v tahu (R_m) (MPa) | Smluvní mez kluzu ($R_{p0,2}$) (MPa) | Protažení po lomu (A) (%) | Celkové prodloužení při maximální síle (A_{gt}) (%) |
|------------------------|---------------------|--------------------------------|--|---------------------------|---|
| Průměr bez pórů ZP0410 | 79,987 | 245,914 | 209,801 | 1,810 | 1,051 |
| Průměr bez pórů ZP0430 | 84,975 | 231,043 | 195,132 | 2,610 | 1,237 |
| Rozdíl | 4,989 | -14,871 | -14,669 | 0,799 | 0,186 |
| v % | 6,24% | -6,05% | -6,99% | 44,16% | 17,72% |

Porovnání BNO_4458 - ZP0410 a BNO_4488 - ZP0410

BNO_4458 - ZP0410 – BNO_4488 - ZP0410

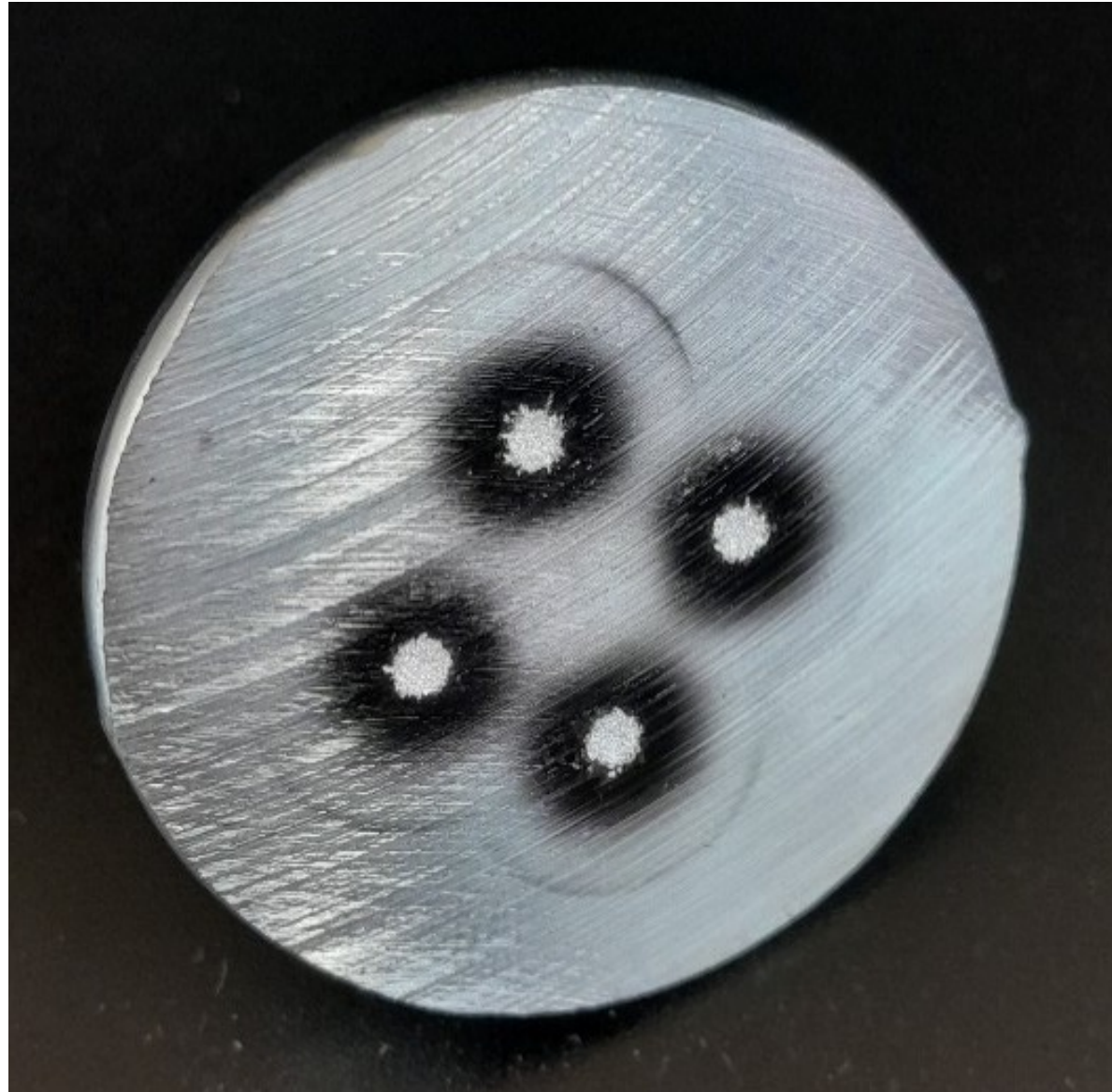
| Název | Youngův Modul (GPa) | Pevnost v tahu (R_m) (MPa) | Smluvní mez kluzu ($R_{p0,2}$) (MPa) | Protažení po lomu (A) (%) | Celkové prodloužení při maximální síle (A_{gt}) (%) |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------------------|--|---------------------------|---|
| Průměr bez pórů BNO_4458 - ZP0410 | 83,374 | 234,617 | 221,737 | 1,241 | 0,650 |
| Průměr bez pórů BNO_4488 - ZP0410 | 79,987 | 245,914 | 209,801 | 1,810 | 1,051 |
| Rozdíl | -3,387 | 11,298 | -11,936 | 0,570 | 0,401 |
| v % | -4,06% | 4,82% | -5,38% | 45,94% | 61,67% |

Porovnání BNO_4458 -ZP0430 a BNO_4488 -ZP0430

BNO_4458 - ZP0430 – BNO_4488 - ZP0430

| Název | Youngův Modul (GPa) | Pevnost v tahu (R_m) (MPa) | Smluvní mez kluzu ($R_{p0,2}$) (MPa) | Protažení po lomu (A) (%) | Celkové prodloužení při maximální síle (A_{gt}) (%) |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------------------|--|---------------------------|---|
| Průměr bez pórů BNO_4458 - ZP0430 | 96,567 | 289,900 | 262,615 | 1,833 | 0,884 |
| Průměr bez pórů BNO_4488- ZP0430 | 84,975 | 231,043 | 195,132 | 2,610 | 1,237 |
| Rozdíl | -11,592 | -58,857 | -67,483 | 0,777 | 0,353 |
| v % | -12,00% | -20,30% | -25,70% | 42,38% | 39,95% |

Příprava
vzorku pro
chemické
zkoušení



Analýza chemického složení : Optická emisní spektrometrie

- Použité stroje:
 - OES Q4 Tasman: pro 1. a 2. měření
 - OES Q8 Magellan



OES Q8 Magellan



OES Q4 Tasman

Výsledky stanovení chemického složení odlitků

Průměrné výsledky z měření 1 a 2

1. měření průměrné hodnoty

| Označení vzorku | Al | Cu | Mg | Cr | Ti | Pb | Cd | Sn | Fe | Ni | Si | Zn |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|-------|
| Průměrné hodnoty pro odlitky ZP0410 | | | | | | | | | | | | |
| SRM630 před korekcí | 4,230 | 1,005 | 0,030 | 0,0021 | 0,00069 | 0,0105 | 0,00481 | 0,00246 | 0,0202 | 0,00263 | 0,0213 | 94,63 |
| SRM630 po korekci | 4,302 | 0,976 | 0,030 | 0,0021 | 0,00069 | 0,0083 | 0,00480 | 0,00405 | 0,0231 | 0,00276 | 0,0215 | 94,59 |
| Průměrné hodnoty pro odlitky ZP0430 | | | | | | | | | | | | |
| SRM630 před korekcí | 4,230 | 0,958 | 0,029 | 0,0030 | 0,00076 | 0,0099 | 0,00458 | 0,00356 | 0,0180 | 0,00303 | 0,0198 | 94,68 |
| SRM630 po korekci | 4,298 | 0,975 | 0,030 | 0,0030 | 0,00076 | 0,0083 | 0,00477 | 0,00389 | 0,0237 | 0,00273 | 0,0216 | 94,59 |
| Celkový průměr | | | | | | | | | | | | |
| SRM630 před korekcí | 4,386 | 0,974 | 0,031 | <0,0020 | 0,00077 | 0,0113 | 0,00484 | 0,00432 | 0,0283 | 0,00361 | 0,0222 | 94,50 |
| SRM630 po korekci | 4,302 | 0,974 | 0,031 | <0,0020 | 0,00077 | 0,0083 | 0,00484 | 0,00403 | 0,0229 | 0,00272 | 0,0223 | 94,59 |

2. měření průměrné hodnoty

| Označení vzorku | Al | Cu | Mg | Cr | Ti | Pb | Cd | Sn | Fe | Ni | Si | Zn |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|-------|
| Průměrné hodnoty pro Odlitky ZP0410 | | | | | | | | | | | | |
| SRM630 před korekcí | 4,259 | 0,990 | 0,030 | 0,0025 | 0,00076 | 0,0115 | 0,00476 | 0,00318 | 0,0424 | 0,00381 | 0,0229 | 94,58 |
| SRM630 po korekci | 4,301 | 0,977 | 0,030 | 0,0025 | 0,00076 | 0,0084 | 0,00477 | 0,00404 | 0,0231 | 0,00270 | 0,0225 | 94,58 |
| Průměrné hodnoty pro Odlitky ZP0430 | | | | | | | | | | | | |
| SRM630 před korekcí | 4,278 | 0,974 | 0,030 | 0,0031 | 0,00064 | 0,0102 | 0,00482 | 0,00399 | 0,0031 | 0,00268 | 0,0226 | 94,62 |
| SRM630 po korekci | 4,302 | 0,975 | 0,030 | 0,0031 | 0,00064 | 0,0084 | 0,00481 | 0,00389 | 0,0225 | 0,00267 | 0,0220 | 94,58 |
| Celkový průměr | | | | | | | | | | | | |
| SRM630 před korekcí | 4,337 | 0,982 | 0,031 | 0,0034 | 0,00061 | 0,0073 | 0,00474 | 0,00353 | 0,0098 | 0,00182 | 0,0200 | 94,56 |
| SRM630 po korekci | 4,303 | 0,977 | 0,030 | 0,0034 | 0,00061 | 0,0086 | 0,00481 | 0,00403 | 0,0228 | 0,00270 | 0,0221 | 94,58 |

- Použit kalibrační standart SRM630

Prvky
přesahující
normu

| Označení vzorku | 1. měření | | 2. měření | | Měření Magellan Corezinc | |
|-----------------------|-----------|----------|-----------|----------|--------------------------|---------|
| | Pb | Sn | Pb | Sn | Pb | Sn |
| Odlitky ZP0410 | | | | | | |
| 04458_ZP0410_01 | 0,0028 | 0,00052 | 0,0057 | <0,00050 | 0,0027 | <0,0005 |
| 04458_ZP0410_02 | 0,0056 | <0,00050 | 0,0071 | 0,00077 | 0,0026 | <0,0005 |
| 04458_ZP0410_03 | 0,0051 | <0,00050 | 0,0100 | <0,00050 | 0,0027 | <0,0005 |
| | | | | | | |
| 04488_ZP0410_01 | 0,0084 | <0,00050 | 0,0100 | <0,00050 | 0,0027 | <0,0005 |
| 04488_ZP0410_02 | 0,0041 | <0,00050 | 0,0070 | <0,00050 | 0,0027 | <0,0005 |
| 04488_ZP0410_03 | 0,0065 | 0,00079 | 0,0029 | <0,00050 | 0,0028 | <0,0005 |
| Odlitky ZP0430 | | | | | | |
| 04458_ZP0430_01 | 0,0029 | 0,00155 | 0,0034 | 0,00078 | 0,0028 | <0,0005 |
| 04458_ZP0430_02 | 0,0033 | 0,00056 | 0,0061 | 0,00128 | 0,0029 | <0,0005 |
| 04458_ZP0430_03 | 0,0023 | 0,00344 | 0,0011 | 0,00225 | 0,0029 | <0,0005 |
| | | | | | | |
| 04488_ZP0430_01 | 0,0070 | 0,00141 | 0,0038 | 0,00163 | 0,0030 | <0,0005 |
| 04488_ZP0430_02 | 0,0048 | 0,00078 | 0,0057 | 0,00068 | 0,0028 | <0,0005 |
| 04488_ZP0430_03 | 0,0048 | 0,00188 | 0,0050 | 0,00202 | 0,0029 | <0,0005 |

Měření Magellan Corezinc

| Označení vzorku | Al | Cu | Mg | Cr | Ti | Pb | Cd | Sn | Fe | Ni | Si | Zn |
|-----------------------|-------|-------|-------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| Odlitky ZP0410 průměr | 4,048 | 0,974 | 0,040 | <0,0005 | 0,000 | 0,003 | 0,001 | <0,0005 | <0,0005 | 0,002 | 0,006 | 94,927 |
| Odlitky ZP0430 průměr | 4,048 | 0,974 | 0,040 | <0,0005 | 0,000 | 0,003 | 0,001 | <0,0005 | <0,0005 | 0,002 | 0,006 | 94,927 |
| Celkový průměr | | | | | | | | | | | | |
| SRM630 před korekcí | 4,270 | 0,993 | 0,029 | 0,0034 | 0,00079 | 0,0031 | 0,00463 | 0,00223 | 0,0317 | 0,00321 | 0,0245 | 94,58 |
| SRM630 po korekci | 4,305 | 0,977 | 0,030 | 0,0034 | 0,00079 | 0,0083 | 0,00478 | 0,00408 | 0,0234 | 0,00273 | 0,0231 | 94,56 |

Měření Magellan Corezinc

Návrhy opatření

- **Spolupráce a Specifikace:**
 - Nutnost pečlivé spolupráce mezi zákazníkem a výrobcem.
 - Přesné určení specifikací pro výrobu kvalitních a spolehlivých produktů.

Závěr

- Přesné srovnání dvou odlitků ve dvou jakostech
- Nastavena metodika hodnocení mechanických vlastností
- Zákazník určuje specifikace a požadavky na kvalitu výrobků
- Spolupráce mezi zákazníkem a výrobcem je klíčová pro zajištění kvality a spolehlivosti.

Odpovědi na otázky vedoucího a oponenta

- Může autor uvést konkrétní návrhy opatření pro podmínky firmy Hettich ČR?
- vysvětlete tvrzení: "Toto jádro se vyrábí ze speciálního materiálu, jako například písková jádra" - Opravdu je možno použít tento typ jader v tlakovém lití?
- Vysvětlete vady "zálupy"
- Opravdu můžeme vzorky v experimentální části označit jako "mikrovzorky"?

Děkuji za pozornost