

Případová studie

Vada: 432 - Odvařeniny od zaléváných předmětů

Odlévaný díl : 020006049
Zákazník: Borg Warner

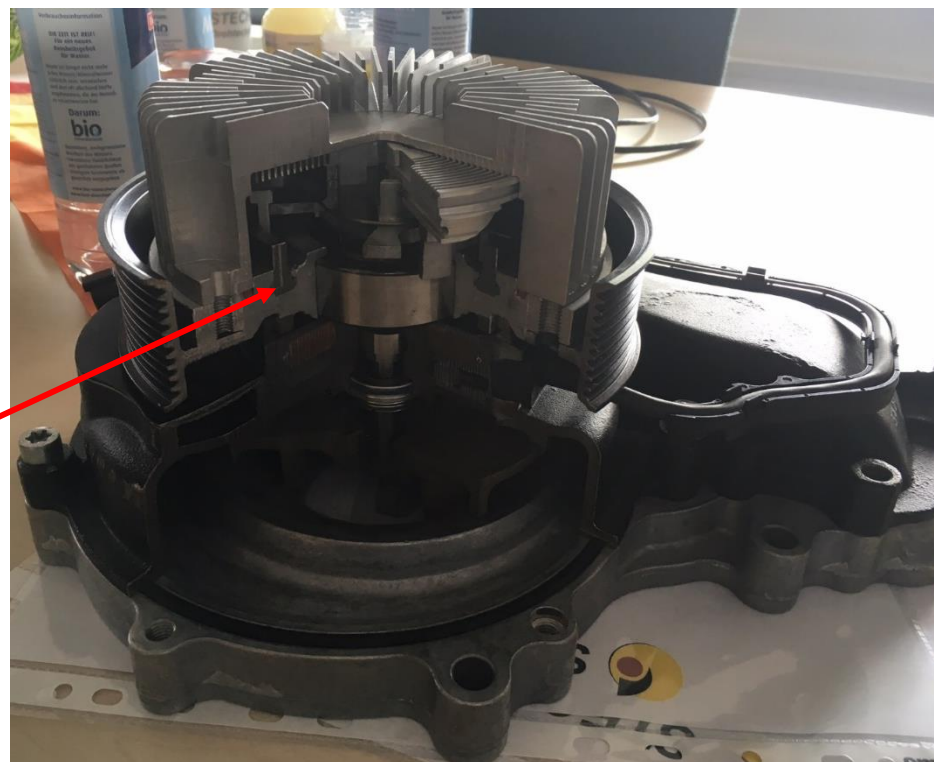
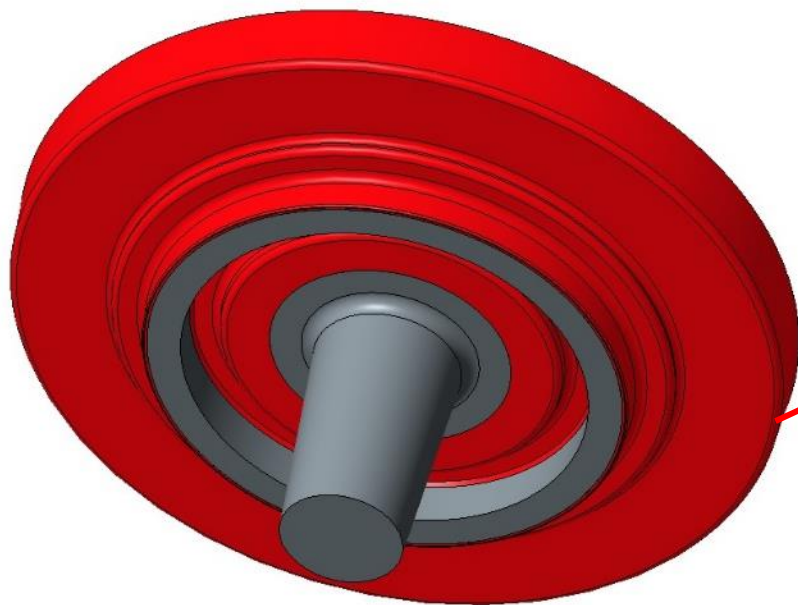
Datum: 23.06.2022

Bc. Karel Horký

Slévárenský inženýr, výzkumný a vývojový pracovník
BENEŠ a LÁT a.s.



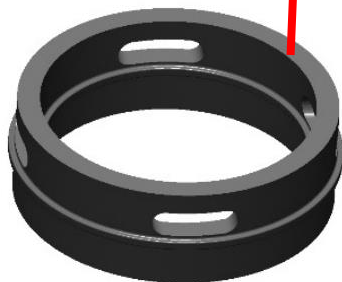
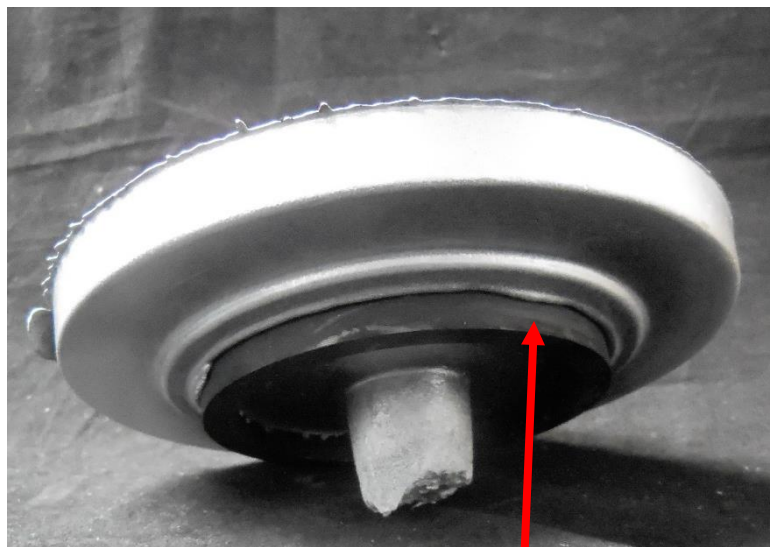
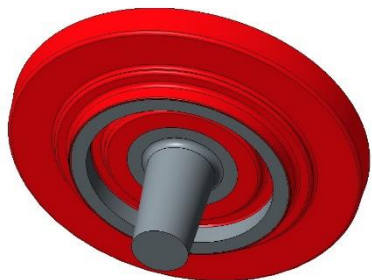
Využití a funkce odlitku Borg Warner 020006049



Odlitek slouží jako předělovací rotační součást komory viskózního pohonu ventilátoru chladiče motoru nákladního automobilu.



Technologie odlévání odlitku Borg Warner 020006049



Technologie: Nízkotlaké odlévání

Počet otisků ve formě: 3

Materiál: AC 46200

Teplota taveniny: $750 \pm 10^\circ\text{C}$

Zálitek: Ocelový

Teplota zálitku: $450 - 550^\circ\text{C}$

- Ohřev zálitků byl prováděn pomocí plynového ohřívacího boxu.
- Při tomto ohřevu byly zálitky předeřívány nerovnoměrně a neměly teplotu stabilní v celém svém objemu.

Technologie odlévání odlitku Borg Warner 020006049 Foto výrobních zařízení



Horní polovina formy



Spodní polovina formy se založenými zálitky



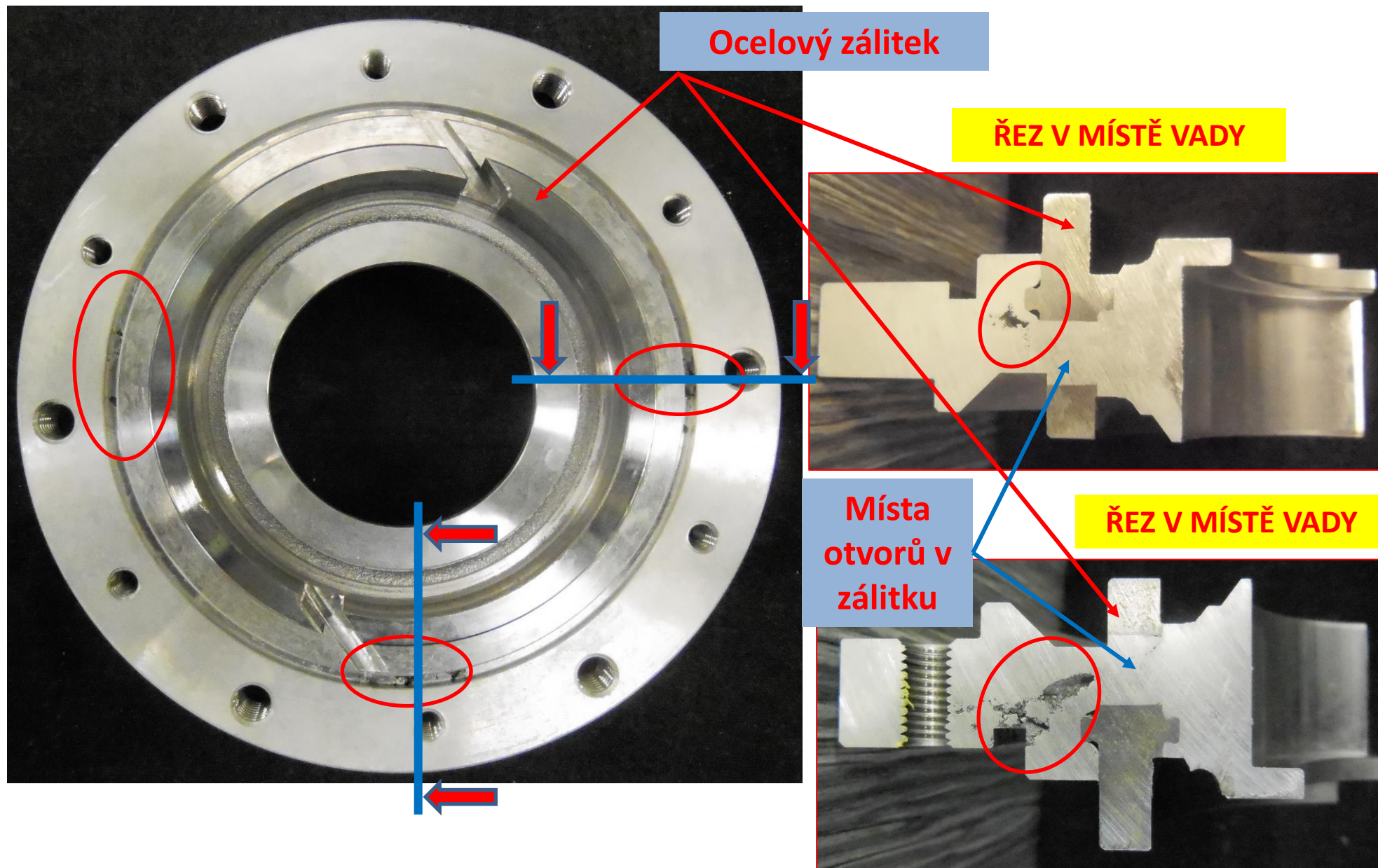
Ohřev zálitků v plynovém ohřívacím boxu na
teplotu 450 – 550°C



Plynový ohřívací box je vyhříván
jedním plynovým hořákem bez
regulace teploty.



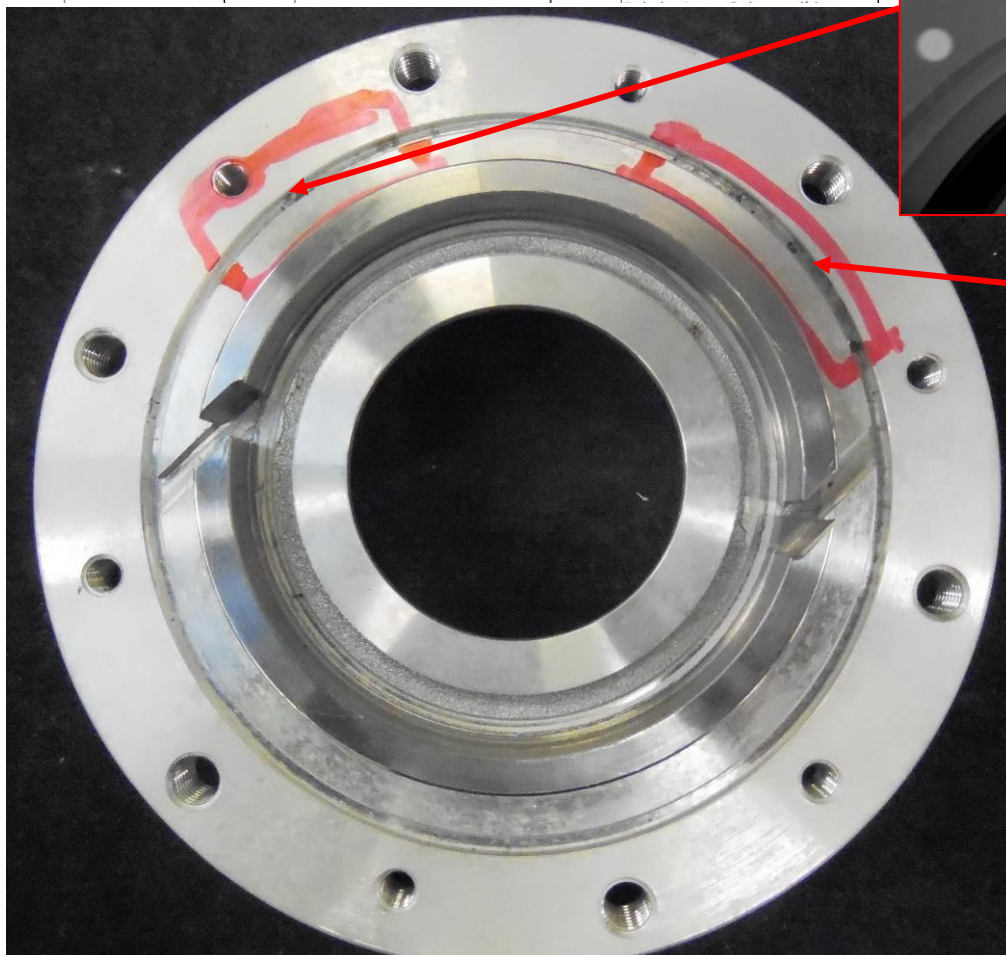
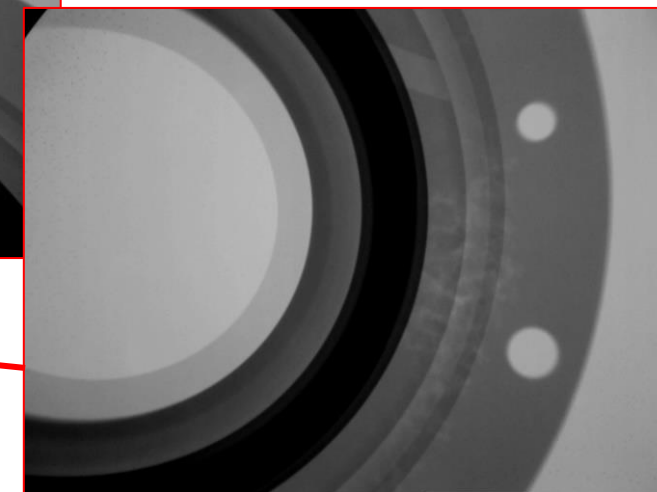
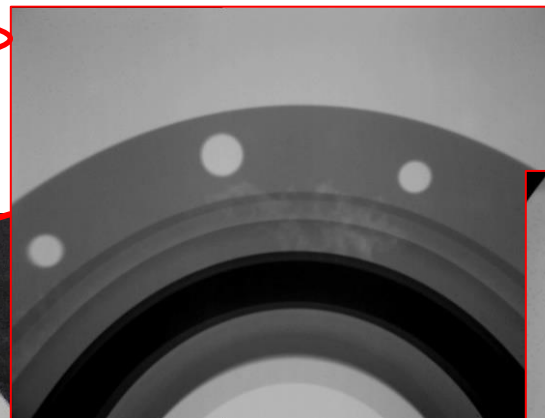
Rozbor vady na díle 020006049 – umístění vady na díle



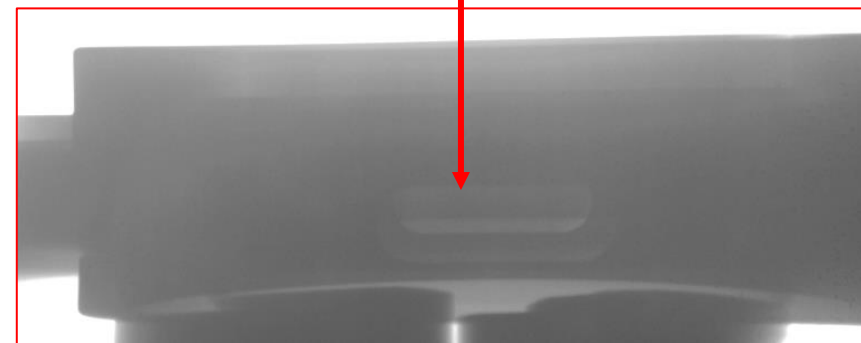
Rozbor vady na díle 020006049 – díl č.2 – RTG smímky vady a zálitku (oválné otvory v zálitku)

Třída vad		Skupina vad		Druh vad	
Poř.číslo	Název	Poř.číslo	Název	Poř.číslo	Název
		410	Bubliny	412	Bubliny způsobené vodíkem
				414	Zahlcený vzduch, plyn, pára
				431	Odvařeniny od formy, jádra
400	Dutiny	430	Odvařeniny	432	Odvařeniny od chladítek a zalévaných předmětů
				441	Otevřené staženiny
				442	Vnitřní, uzavřené staženiny
				443	Řediny
		440	Staženiny	444	Staženiny od jader nebo ostrých hran formy
				445	Povrchové propadliny

432 Vada Odvařeniny od zalévaných předmětů

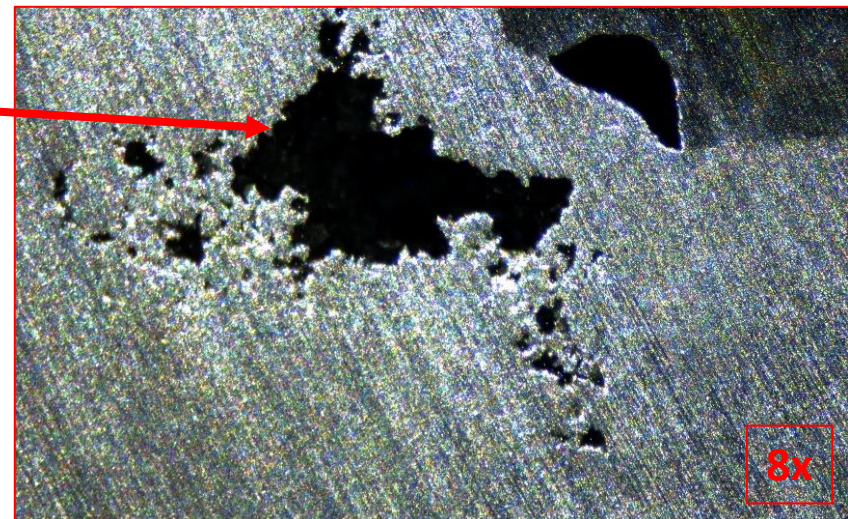
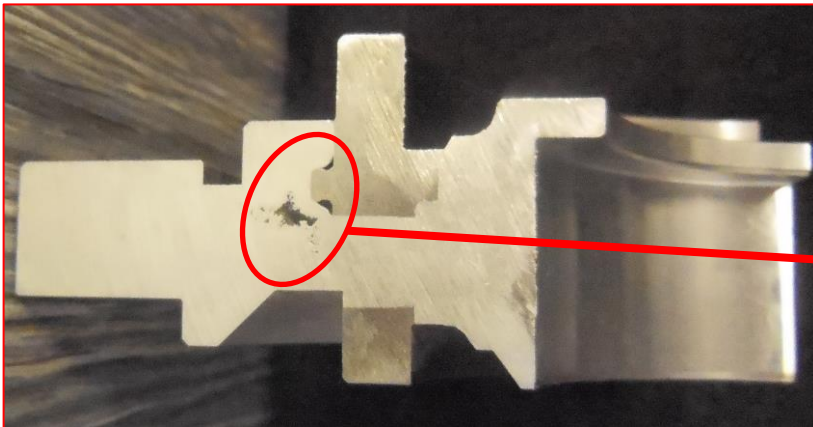
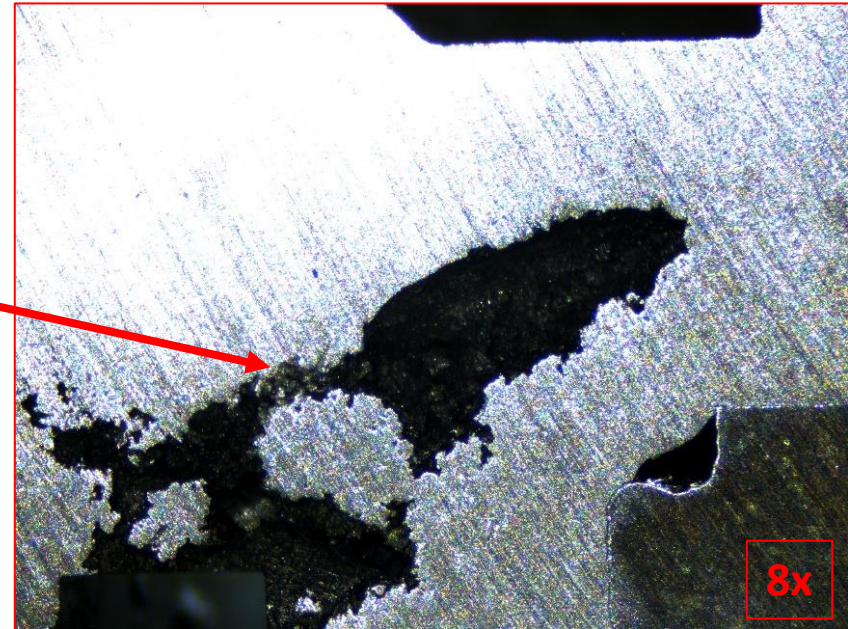
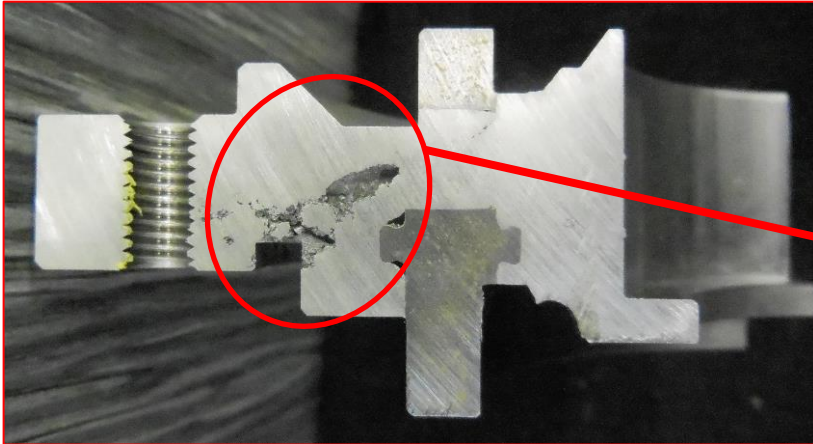


Ocelový zálitok – oválné otvory.



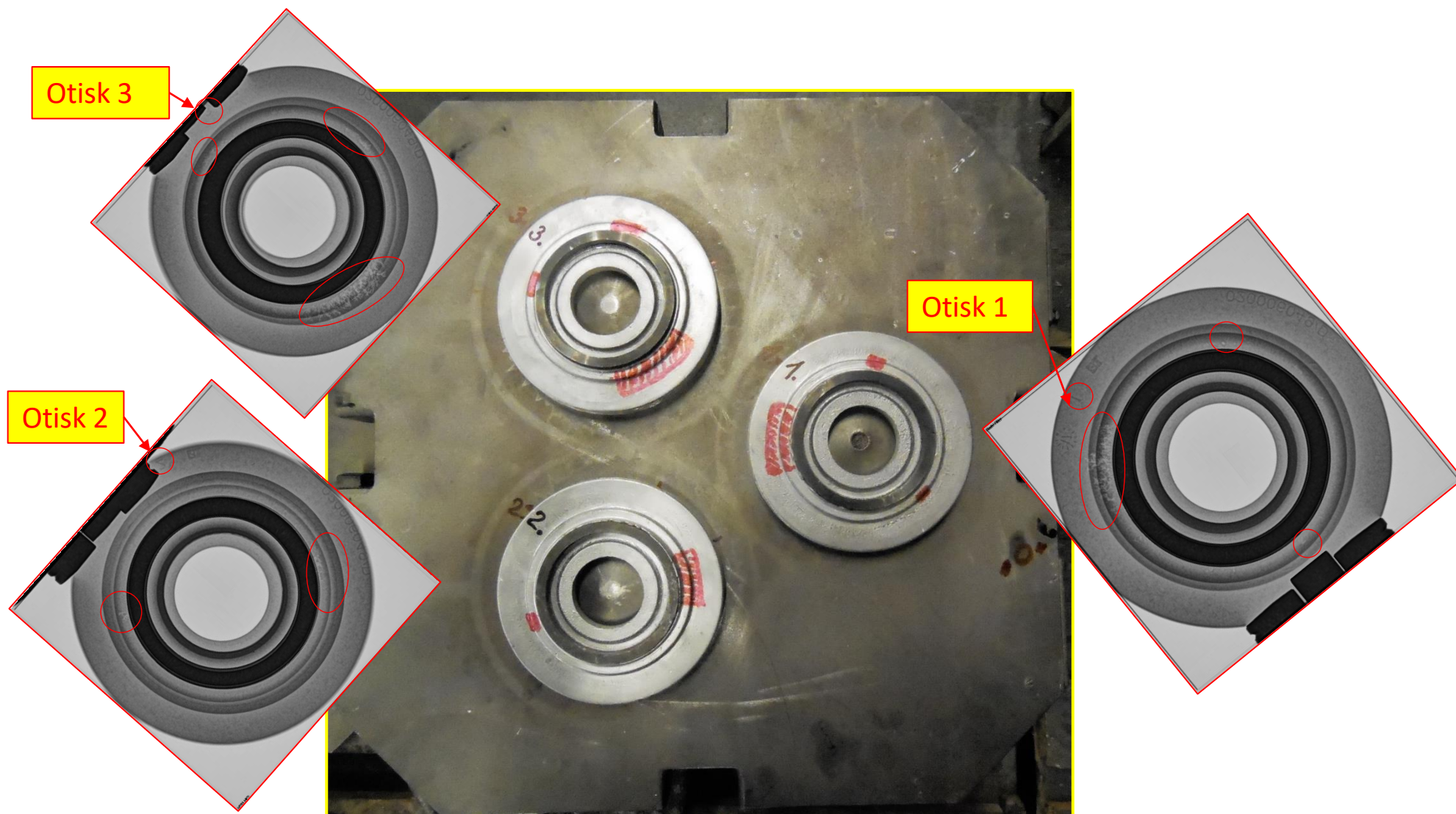
Rozbor vady na díle 020006049 – foto vady zvětšené na Stereolupě

**432 Vada Odvařeniny od zalévaných předmětů
- Odvařeniny jsou vyloučeny za otvory v zálitku.**



Třída vad		Skupina vad		Druh vad	
Poř. číslo	Název	Poř. číslo	Název (resp. popis vady)	Poř. číslo	Název
		410	Bubliny	412	Bubliny způsobené vodíkem
				414	Zahlcený vzduch, plyn, pára
				431	Odvařeniny od formy, jádra
		430	Odvařeniny	432	Odvařeniny od chladítek a zalévaných předmětů
400	Dutiny			441	Otevřené staženiny
				442	Vnitřní, uzavřené staženiny
		440	Staženiny	443	Řediny
				444	Staženiny od jader nebo ostrých hran formy
				445	Povrchové propadliny

Rozložení jednotlivých otisků Borg Warner 020006049 s vadami v NTL kokile



Rozbor vady na díle 020006049 – Vyhodnocení

Vadný díl **020006049** byl v místě vady rozříznut a byl proveden makrovýbrus.

Dle snímku na Stereolupě se jedná o vadu:

432 Vada Odvařeniny od zalévaných předmětů

- Odvařeniny jsou vyloučeny za otvory v zálitku.

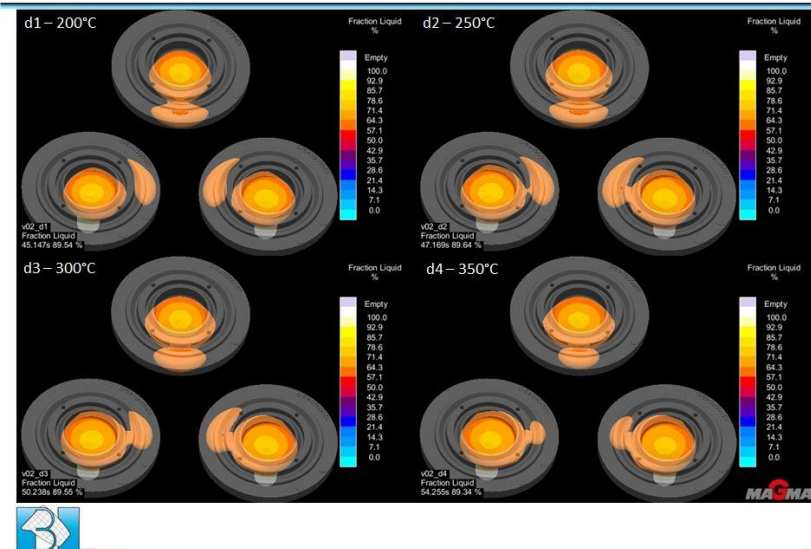
Příčina vady: Nedostatečně a nerovnoměrně předeřátý zálitek v ohřívacím boxu, který je vyhříván jedním plynovým hořákem bez regulace teploty.

Nápravné opatření: Řízený ohřev zálitků v elektrické peci řízené regulátorem teploty.

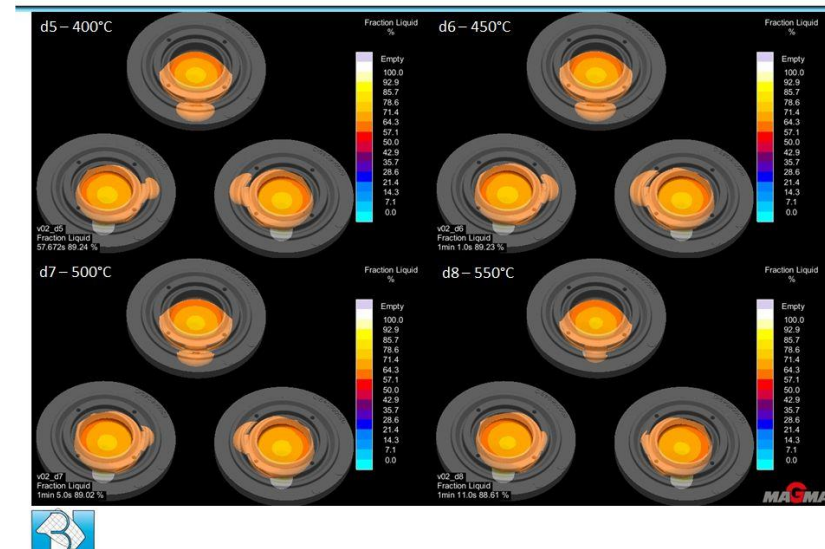
Preventivní opatření: Simulace lití s různými teplotami zálitků.

Ověření vlivu teploty zálitku na vady pomocí simulace.

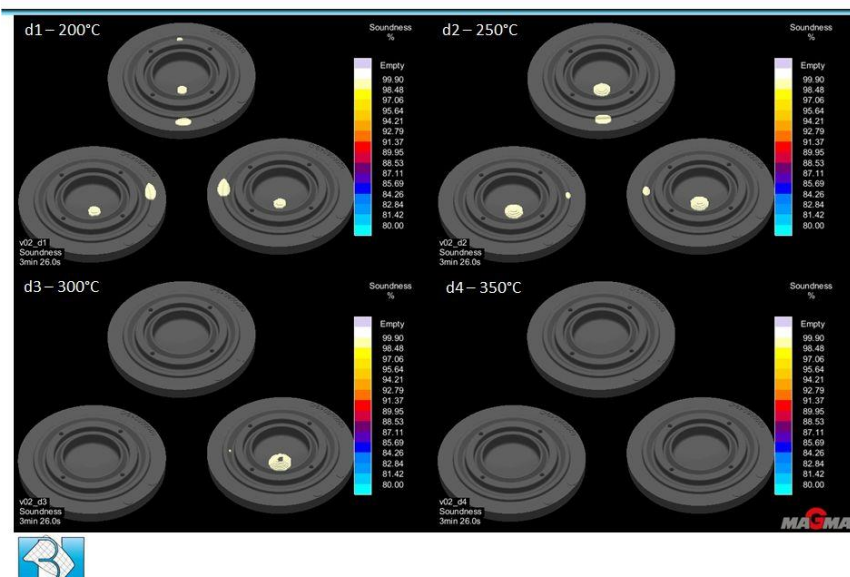
Tuhnutí



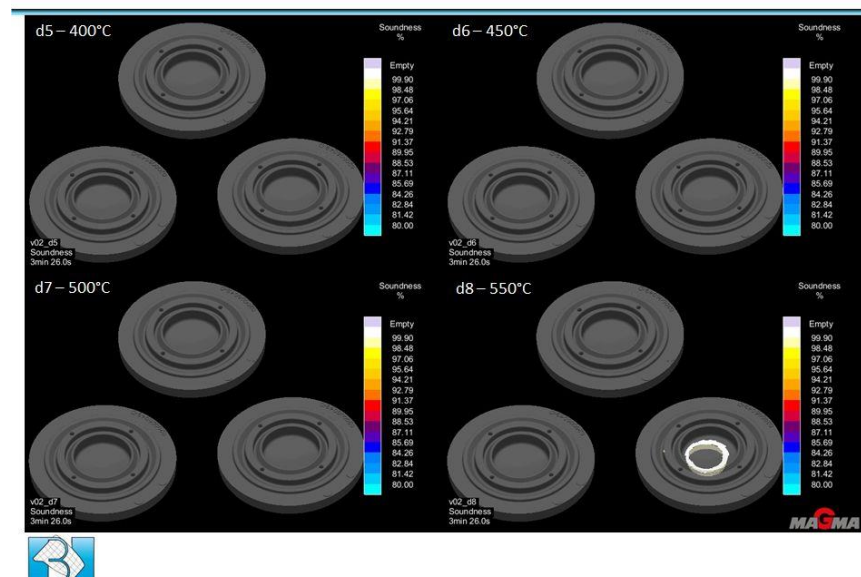
Tuhnutí



Staženiny – RTG zobrazení



Staženiny – RTG zobrazení



Nejlépe vychází eliminace vady při vyšší teplotě zálitků, tzn. teplota blízkí se 550°C.

Ověření vlivu teploty zálitku na vady pomocí simulace - optimalizace

Zadání optimalizace



- Optimalizace měla za cíl zjistit při jaké teplotě zálitku dojde k redukci vad a to zejména poretzity a nedolití.
- Rozsah teplot zálitku 200 – 550°C, krok 50°C. Vzniklo tedy 8 designů.

Design 1 – teplota zálitku 200°C
 Design 2 – teplota zálitku 250°C
 Design 3 – teplota zálitku 300°C
 Design 4 – teplota zálitku 350°C

Design 5 – teplota zálitku 400°C
 Design 6 – teplota zálitku 450°C
 Design 7 – teplota zálitku 500°C
 Design 8 – teplota zálitku 550°C

- Všechny ostatní parametry zůstaly stejné



Vyhodnocení optimalizace

Pro vyhodnocení optimalizace je možné využít uvedenou tabulku, která shrnuje vypočtené varianty a cíle, které jsme si v optimalizaci nastavili.

Rank	Design	Filling temperature (°C)	Max_porosity_1 (-)	Max_porosity_2 (-)	Max_porosity_3 (-)	Max_mikropor_1 (-)	Max_mikropor_2 (-)	Max_mikropor_3 (-)	Avg_porosity_1 (-)	Avg_porosity_2 (-)	Avg_porosity_3 (-)	Avg_mikropor_1 (-)	Avg_mikropor_2 (-)	Avg_mikropor_3 (-)
Rank 1	Design 7	500	0.0	0.0	0.0	5.19	5.07	5.41	0.0	0.0	0.0	1.13	1.07	1.18
Rank 2	Design 8	550	0.0	0.0	0.0	5.19	5.07	5.41	0.0	0.0	0.0	1.13	1.07	1.18
Rank 3	Design 5	400	0.0	0.0	0.0	5.19	5.07	5.41	0.0	0.0	0.0	1.13	1.07	1.18
Rank 4	Design 6	450	0.0	0.0	0.0	5.19	5.07	5.41	0.0	0.0	0.0	1.13	1.07	1.18
Rank 5	Design 4	350	0.0	0.0	0.0	5.19	5.07	5.41	0.0	0.0	0.0	1.13	1.07	1.18
Rank 6	Design 3	300	0.0	0.0	0.0	5.19	5.07	5.41	0.0	0.0	0.0	1.13	1.07	1.18
Rank 7	Design 2	250	0.0	0.0	0.0	5.19	5.07	5.41	0.0	0.0	0.0	1.13	1.07	1.18
Rank 8	Design 1	200	0.0	0.0	0.0	5.19	5.07	5.41	0.0	0.0	0.0	1.13	1.07	1.18

Nelepší „Design“ z hlediska všech požadovaných cílů je Design číslo 7 s teplotou zálitku 500°C.



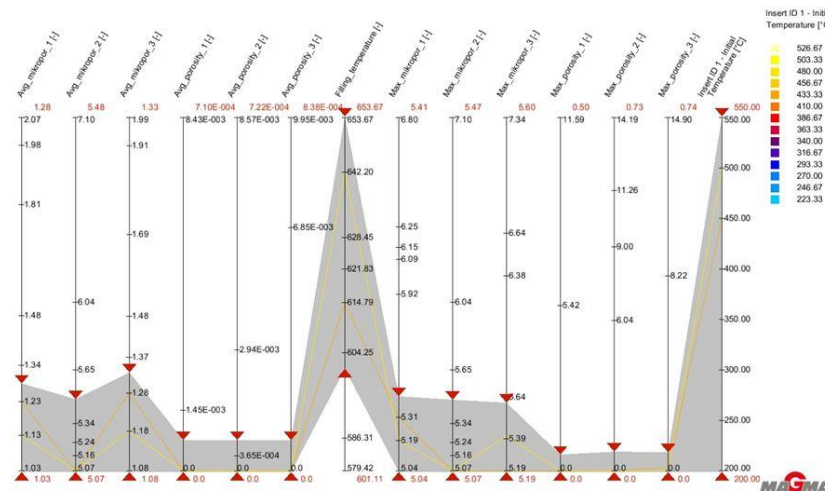
Vyhodnocení optimalizace – Mikroporetzita

Pokud bychom se na výsledky podívali pouze z hlediska mikroporetzity, vychází nejlépe Design 8.

Rank	Design	Avg_mikropor_1 (-)	Avg_mikropor_2 (-)	Avg_mikropor_3 (-)	Max_mikropor_1 (-)	Max_mikropor_2 (-)	Max_mikropor_3 (-)
Rank 1	Design 8	1.03	5.24	1.08	5.04	5.24	5.39
Rank 2	Design 7	1.13	5.07	1.18	5.19	5.07	5.41
Rank 3	Design 6	1.23	5.07	1.28	5.31	5.07	5.19
Rank 4	Design 5	1.34	5.34	1.37	5.32	5.07	5.25
Rank 5	Design 4	1.48	5.16	1.48	6.09	5.16	5.64
Rank 6	Design 3	1.81	5.65	1.69	6.25	5.65	6.64
Rank 7	Design 2	1.98	6.04	1.91	6.15	6.04	6.38
Rank 8	Design 1	2.07	7.1	1.99	6.8	7.1	7.34

Design 7, který byl na základě všech cílů vybrán jako nejlepší je hned na druhém místě.

Vyhodnocení optimalizace



Po provedené optimalizaci v SW MAGMA nejlépe vychází Design 7 a 8, tzn. teplota 500 - 550°C.

Ověření vlivu řízeného ohřevu zálitků v elektrické peci

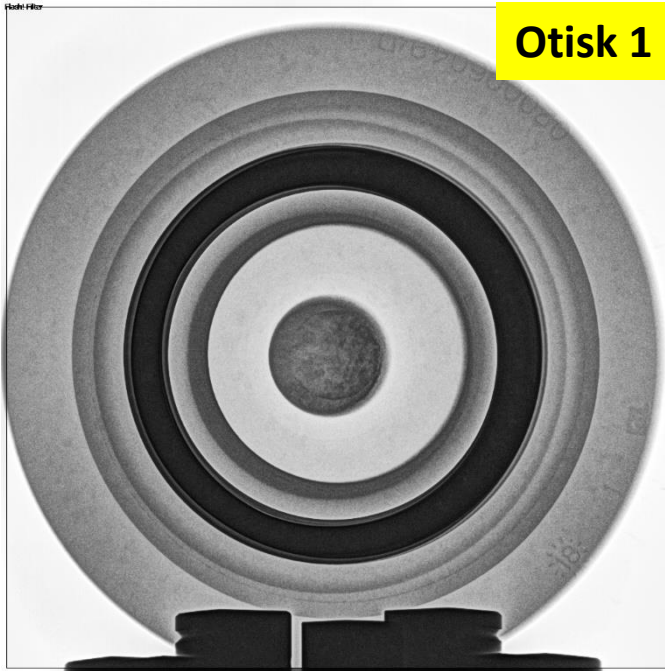
Řízený předehřev zálitků v elektrické peci na teplotu 450 – 550°C.
Pec je řízena regulátorem teploty.



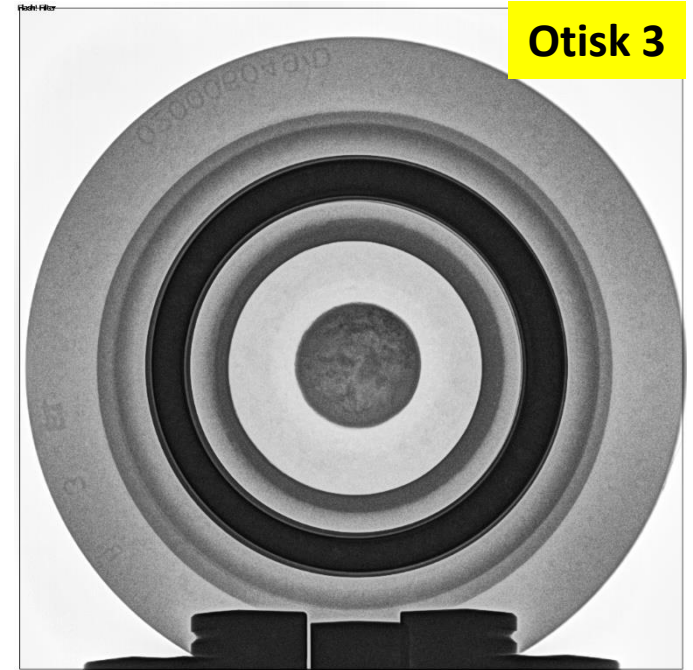
Tento řízený ohřev má za následek stejnoměrné ohřátí zálitků na požadovanou hodnotu a tím snížení výskytu vady 432 Odvařeniny od zalévaných předmětů.

RTG odlitků se zálitky ohřivanými řízeným předehřevem v elektrické peci.

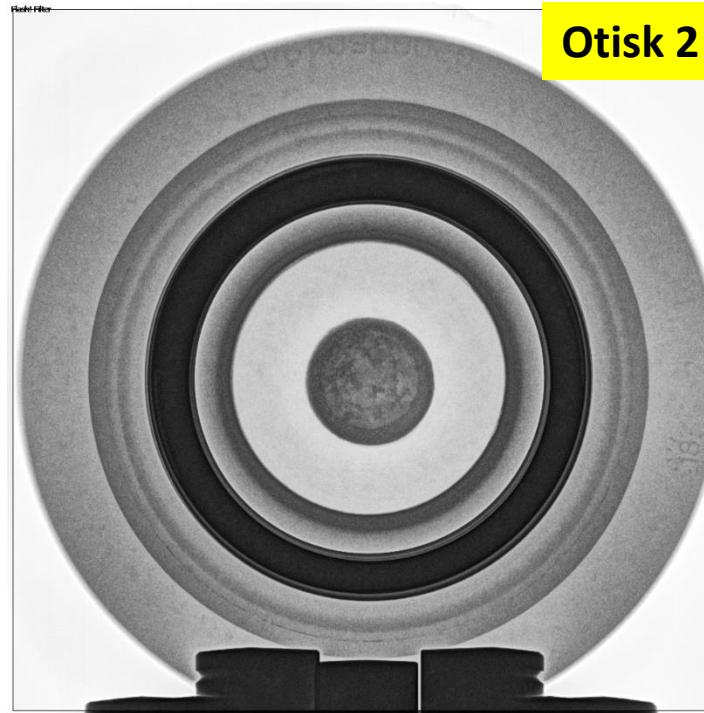
Otisk 1



Otisk 3



Otisk 2



Odlitky se zálitky ohřivanými řízeným předehřevem v elektrické peci nevykazují vady 432 Odvařeniny od zalévaných předmětů.

Dle výsledků odlévání, simulací a aplikace řízeného ohřevu zálitků v elektrické peci, lze říci že hlavní vliv na vadu **432 Odvařeniny od zalévaných předmětů** má teplota zálitku a rovnoměrné prohřátí zálitků.

Nejlépe vychází redukce vady při vyšší teplotě zálitků, tzn. teplota **500 - 550°C**.

Po aplikaci **řízeného ohřevu zálitků** v elektrické peci jsme redukovali výskyt **vady 432 Odvařeniny od zalévaných předmětů** na minimum.

PROSTOR NA DOTAZY



SOUHRA TÝMU, SOUHRA TECHNOLOGIÍ

DĚKUJI ZA POZORNOST !

