

OBSAH

Seznam nejdůležitějších veličin a symbolů	6
Abstract	10
Předmluva	11
1 Úvod	12
2 Popis a funkce ZPO	15
2.1 Stručný popis technologie plynulého odlévání na radiálním zařízení	15
2.2 Vývoj měřicích a diagnostických systémů na ZPO	18
3 Diagnostika zařízení a procesů v lícím stroji	20
3.1 Systémový pohled na ZPO	20
3.1.1 Vstupní, vnitřní a výstupní veličiny ZPO	21
3.1.2 Chování systému ZPO a působení na měřené veličiny	23
3.1.3 Stavy diagnostikovaného objektu	25
3.1.4 Diagnostické signály	27
3.1.5 Klasifikace stavů	28
3.1.6 Predikce výstupních veličin	29
3.1.7 Návrh struktury diagnostického a predikčního systému ZPO	30
3.2 Vývoj a aplikace diagnostiky na ZPO	32
3.2.1 Vývojové fáze diagnostického systému	34
3.2.2 Využití vstupních veličin ZPO pro diagnostiku	35
3.2.2.1 Získávání vstupních veličin na ZPO	36
3.2.3 Využití veličin vnitřního stavu ZPO pro diagnostiku	38
3.2.3.1 Získávání veličin vnitřního stavu ZPO	39
3.2.4 Výstupní veličiny ZPO	45
3.2.4.1 Získávání výstupních veličin	45
3.3 Principy diagnostiky ZPO	48
3.4 Extrakce diagnostických veličin z měřených veličin	48
4 Mechanická diagnostika procesu plynulého odlévání	55
4.1 Tření v krystalizátoru a jeho modelování	55
4.1.1 Model ideálního suchého tření	56
4.1.2 Model lineárního kapalinného tření	57
4.1.3 Model Coulombova tření	58
4.1.4 Viskózní tření newtonské kapaliny	59
4.1.5 Tření v reálném krystalizátoru	60
4.2 Dynamometrická diagnostika veličin oscilace krystalizátoru	65
4.2.1 Dynamometrická diagnostika velikosti třecí síly	66
4.2.2 Dynamometrická diagnostika charakteru tření	71
4.2.3 Dynamometrická diagnostika času negativního stripování	78
4.2.4 Dynamometrická diagnostika osy tření	83
4.2.5 Diagnostika velikosti tření v krystalizátoru analogovou metodou	85
4.3 Diagnostika tření analýzou periodických signálů	86
4.3.1 Amplitudová diagnostika velikosti třecí síly	87
4.3.2 Diagnostika velikosti třecí síly z harmonické analýzy zrychlení	90
4.3.3 Fázová diagnostika velikosti třecí síly	91
4.3.4 Diagnostika rovinně mazání v krystalizátoru	93
4.3.5 Diagnostika charakteru tření spektrální analýzou zrychlení	96
4.3.6 Vyhodnocení diagnostického signálu faktor mazání	98

4.3.7	Indikace rizika trhlin s využitím faktorů tření a mazání.....	101
5	Tepelná diagnostika procesu plynulého odlévání.....	106
5.1	Diagnostika na principu měření teplot ve stěně krystalizátoru	106
5.1.1	Technické provedení teplotních sond.....	106
5.1.2	Umístění teplotních sond ve stěně.....	108
5.1.2.1	Vertikální umístění teplotních sond.....	108
5.1.2.2	Horizontální rozmístění teplotních sond.....	110
5.1.2.3	Vzdálenost teplotních sond od pracovního povrchu	115
5.1.2.3.1	Stacionární výpočet teplotního profilu v rovinné stěně.....	116
5.1.2.3.2	Modelování odezvy snímače při nestacionární povrchové podmínce	121
5.1.2.3.3	Korekce rozdílné citlivosti teplotních čidel	136
5.1.3	Predikce kvality a průvalů z teplot ve stěně krystalizátoru	138
5.1.3.1	Diagnostika kvality z časových fluktuací teplot ve stěně	140
5.1.3.2	Diagnostika symetrie chlazení z teplot měřených ve stěně.....	144
5.1.4	Indikace trhliny a predikce průvalu z teplot stěny krystalizátoru	150
5.2	Diagnostika tepelného toku do chladicí vody.....	155
5.2.1	Okamžitý tepelný tok do chladicí vody.....	155
5.2.2	Množství tepla odvedené z jednotkové hmotnosti předlitku	157
5.2.3	Diagnostika tloušťky lici kúry na výstupu z krystalizátoru	159
5.2.4	Diagnostika symetrie chlazení z tepelných toků do chladicí vody	160
5.3	Diagnostika s využitím dynamického modelu tuhnutí.....	161
5.3.1	Volba numerické metody	161
5.3.1.1	Fourierova rovnice vedení tepla	162
5.3.1.2	Fourierova-Kirchhoffova rovnice řešená v oblasti teplot	164
5.3.1.3	Fourierova-Kirchhoffova rovnice řešená v oblasti entalpií.....	165
5.3.1.4	Vyjádření tepelných toků do elementů sítě.....	166
5.3.2	Výběr varianty algoritmu pro on-line model.....	167
5.3.3	Podmínky jednoznačnosti a stability řešení	168
5.3.3.1	Fyzikální podmínky.....	168
5.3.3.2	Povrchové podmínky.....	169
5.3.3.3	Podmínka numerické stability řešení.....	180
5.3.4	Návrh a verifikace systému DGS-DMT	181
5.3.4.1	Algoritmizace dynamického modelu tuhnutí.....	182
5.3.4.2	Postprocessing na stanici operátora.....	187
5.3.4.3	Verifikace dynamického modelu tuhnutí.....	188
5.3.5	Využití modelu tuhnutí pro diagnostiku tloušťky lici kúry a metalurgické délky	190
5.3.6	Potenciál spojení systémů DGS a DMT.....	193
6	Závěr.....	195
	Literatura	198