

## Obsah

1	Úvod .....	1
2	Fraktální geometrie .....	5
2.1	Krátce z historie teorie chaosu a fraktální geometrie .....	5
2.2	Fraktály .....	6
2.2.1	Co je to fraktální geometrie a fraktál .....	7
2.2.2	Co je to fraktální (Hausdorff-Besicovitchova) dimenze .....	8
2.2.3	Jak lze fraktály rozčlenit, jaká je jejich „konstrukce“ .....	8
2.2.4	Jaké mají fraktály vlastnosti .....	19
2.2.5	Kde se fraktály vyskytují .....	19
2.3	Definice fraktálů a fraktální dimenze .....	21
2.3.1	Topologická dimenze $D_T$ .....	21
2.3.2	Pokrývající dimenze $D_P$ .....	22
2.3.3	Fraktální (Hausdorff-Besicovitchova) dimenze $D_H$ .....	23
2.3.4	Definice fraktálu pomocí soběpodobnostní dimenze $D_S$ .....	27
2.3.5	Definice fraktálu pomocí kapacitní dimenze $D_K$ .....	29
2.3.6	Soběpříbuznost a Hurstův exponent .....	31
2.3.7	Odhad fraktální dimenze .....	32
2.3.8	Obvodová metoda .....	33
2.3.9	Mřížková metoda .....	35
2.3.10	R/S dimenze .....	37
2.3.11	Celková variační metoda .....	39
2.3.12	Ostatní metody .....	39
3	Současný stav užití fraktální dimenze v praxi .....	41
3.1	Současné trendy vyhodnocování dat z výroby .....	41
3.2	Aplikace fraktální geometrie .....	42
3.2.1	Využití v počítačové grafice .....	42
3.2.2	Popis časových řad .....	43
3.2.3	Popis 2D snímků .....	44
3.2.4	Vyhodnocování křivek rozhraní .....	46
3.2.5	Konstruktální teorie .....	46
3.2.6	Další možnosti aplikace fraktální geometrie v inženýrství .....	47
3.3	Projekt NOVISCAM .....	47
4	Metodika zpracování dat a použitý software .....	51
4.1	Softwarové nástroje .....	53
5	Popis a vyhodnocování časových řad získaných z výrobního procesu .....	55
5.1	Metodika popisu časových řad .....	56
5.1.1	Statistické nástroje .....	56
5.1.2	Mřížková metoda pro popis časových řad .....	60
5.1.3	R/S metoda .....	64
5.1.4	Celková variační metoda .....	65

5.1.5	Hodnocení veličin ve fázovém prostoru .....	65
5.1.6	EEE – metoda pro analýzu časových řad a křivek rozhraní .....	66
5.2	Výrobní systém jako dynamický a chaotický systém.....	67
5.3	Východiska pro popis výrobního systému pomocí posouzení vzájemných vazeb veličin.....	68
5.4	Popis výrobního procesu - plavení skla technologií <i>FLOAT</i> .....	72
5.5	Popis dat z konkrétního výrobního procesu – <i>FLOAT</i> .....	74
5.5.1	Zpracování dat .....	74
5.5.2	Příklad užití analýz 1: Teplotní poměry atmosféry v agregátu.....	76
5.5.3	Příklad užití analýz 2: Teplota vyzdívky a teplotní poměry ve vyzdívce .....	84
5.5.4	Příklad užití analýz 3: Užití první diference v atraktorech.....	90
5.6	Závěry ze zpracování časových řad.....	92
6	Popis a vyhodnocování povrchů, vad a poruch ve formě 2D snímků.....	93
6.1	Metodika kvantitativního definování složitosti 2D snímků .....	94
6.1.1	Statistický popis histogramu.....	95
6.1.2	Prahování.....	96
6.1.3	Výpočet procentuálního zastoupení poruch v obraze .....	97
6.1.4	Počet sousedních pixelů stejné velikosti – detekce prasklin .....	98
6.1.5	Fraktální geometrie – box dimenze .....	99
6.2	Řešení konkrétních technických problémů.....	102
6.2.1	Vliv rozdělení snímků .....	102
6.2.2	Úprava snímků na stejný jas .....	104
6.2.3	Vliv rozlišení snímků (velikosti) na citlivost analýzy.....	105
6.2.4	Vliv rozdílných velikostí snímků na box dimenzi a ořezání snímků .....	108
6.3	Popis 2D snímků povrchu dírek píchaného zboží .....	109
6.3.1	Princip hodnocení .....	109
6.3.2	Posouzení nejvhodnější analýzy pro daný typ dat .....	111
6.3.3	Zpracovaná data .....	111
6.3.4	Možnosti automatické kontroly .....	114
6.4	Posouzení vztahu mezi fyzikálními podmínkami vzniku struktury povrchu a jejich charakterem .....	114
6.5	Další aplikace užití popisu 2D snímků pomocí fraktální geometrie .....	115
6.6	Závěry ze zpracování 2D snímků.....	116
7	Popis křivek rozhraní.....	119
7.1	Metodika popisu křivky rozhraní.....	119
7.1.1	Statistické nástroje, parametry drsnosti, délky křivek.....	120
7.1.2	Fraktální geometrie – obvodová metoda .....	123
7.2	Popis křivky rozhraní povrchů .....	123
7.2.1	Řešení konkrétních technických problémů – vliv rozlišení digitalizovaných snímků na citlivost analýz .....	126
7.2.2	Popis a porovnání povrchu kovových materiálů po styku se sklovinou .....	126
7.2.3	Porovnání povrchů materiálů .....	128
7.2.4	Porovnání metod.....	134
7.3	Objektivní hodnocení optické kvality plochého skla .....	135
7.3.1	Princip objektivizace testu .....	136
7.3.2	Primární a sekundární zvlnění.....	137
7.3.3	Výchozí experiment citlivosti analýz.....	138
7.3.4	Vyvinutý systém objektivní kontroly a program Vlnitost.....	144

---

7.4	Hodnocení jakosti povrchu .....	147
8	Kritické podmínky využití fraktální geometrie v průmyslu .....	149
9	Závěr .....	151
	Resume (ENG) .....	155
	Literatura .....	157
	Poznámky.....	163
	Přehled použitých odborných pojmů .....	165
	Příloha A - Ukázka vzorků z hodnocení optické kvality plochého skla .....	173