

Obsah

Obsah	7
Zoznam obrázkov	11
Zoznam tabuliek	17
Zoznam používaných symbolov a skratiek	18
Význam vybraných pojmov.....	20
Úvod	23
1 Zafír – materiál 21. storočia	27
1.1 Prírodný zafír	27
1.2 Umelý, syntetický zafír.....	28
1.3 Vlastnosti zafíru	28
1.4 Stupne kvality technických monokryštálov zafíru.....	32
1.5 Meracie metódy a hodnotenie vlastností monokryštálov	34
1.5.1 Materiálové vlastnosti zafíru.....	34
1.5.2 Tvrdosť	35
1.5.3 Pevnosť v tlaku.....	36
1.5.4 Pružnosť	37
1.5.5 Najvýznamnejšie vlastnosti zafíru	37
2 Stručná história výskumu a vývoja monokryštálov	42
2.1 Vývoj metód a technológií na výrobu monokryštálov vo svete	42
2.1.1 Metóda horizontálne usmernenej kryštalizácie	44
2.2 Vývoj monokryštálov zafíru na Slovensku.....	45
2.3 Prečo je dôležité rozvíjať oblasť monokryštálov na Slovensku?.....	46
2.4 Pozícia SR vo výskume, vývoji a inováciách monokryštálov	48
3 Hlavné oblasti použitia zafíru	50
3.1 Veľkoobjemové monokryštály	51
3.2 Substrát pre vysokosvietivé LED diódy a epitaxiu.....	53
3.3 Obrana a letectvo	54

3.3.1	Priezory a balistické okná	55
3.3.2	Balistické sklá	56
3.4	Optické okná	57
4	Zafír ako biokompatibilný materiál	61
4.1	Keramické biokompatibilné materiály	65
4.2	Korundová keramika a zafír	66
5	Využitie zafíru v medicíne a laserovej chirurgii	69
5.1	Zafírové časti endoprotézy	74
5.2	Zafírové čepele skalpelov	77
5.2.1	Návrh a výroba prvých prototypov zafírovej čepele skalpela	79
5.2.2	Výroba ingotu zafíru a čepele skalpela	81
5.2.3	Technika transplantácie vlasov skalpelom so zafírovou čepeľou	85
5.2.4	Zafírové čepele na oftalmologické operácie	86
5.2.5	Skalpely s čepeľou z rôznych typov zafíru	87
5.2.6	Zafírový „inteligentný“ skalpel	87
5.3	Koagulačný skalpel	93
5.4	Zafírová viackanálová sonda	93
5.5	Zafírová kryšpička	95
5.6	Laserové nástroje v zdravotníckych aplikáciách	96
5.7	Zafír ako aktívny prvok laserových systémov	97
5.7.1	Rubín	97
5.7.2	Titánom dopovaný monokryštál zafíru Ti:Sa	98
5.8	Surovina na výrobu zafíru	101
5.8.1	Technické požiadavky na surovinu pre monokryštály optickej kvality	102
5.8.2	Vysokofrekvenčná (RF) plazma	104
6	Voľba technológie na výrobu monokryštálov zafíru	109
6.1	Bariéry efektívnej výroby monokryštálov	109
6.2	Rastové technológie na výrobu monokryštálov	111
6.3	Metóda horizontálne usmernenej kryštalizácie	114
6.3.1	Vlastnosti metódy	118

6.3.2	Aplikácie	118
6.3.3	Rozmery	118
6.3.4	Tepelný uzol HDC	119
6.4	Technika variabilného tvarovania kryštálov	125
6.5	Technika výroby transparentných neprestrielných skiel.....	126
6.5.1	Balistické kompozity.....	127
6.5.2	Materiály používané na výrobu BPG.....	128
6.5.3	Príklady komerčných BPG.....	129
7	HDC – výhody a podmienky funkcie tepelnej jednotky.....	131
7.1	Výroba monokryštálov pomocou metódy HDC	131
7.1.1	Výhody metódy HDC	132
7.2	Výhody výroby monokryštálov v tvare dosiek.....	132
7.2.1	Materiály a princípy konštrukcie klasického tepelného uzla	133
7.3	Fyzikálne a chemické procesy – životnosť tepelného uzla.....	137
7.3.1	Fyzikálne a chemické procesy	137
8	Modernizácia dizajnu konštrukcie tepelnej jednotky.....	142
8.1.1	Grafitové materiály	142
8.1.2	Žiaruvzdorná nerezová oceľ.....	144
8.1.3	Výber materiálov pre taviacu zónu	146
8.1.4	Materiály na tunely	148
8.1.5	Fyzikálne a chemické procesy pri kryštalizácii za prítomnosti grafítu.....	148
8.2	Dizajn zóny tavenia materiálu v taviacej zóne tepelného uzla	149
8.2.1	Ohrievač	149
8.2.2	Nosný rám	151
8.2.3	Simulácia tepelnej zotrvačnosti a distribúcie tepla v tepelnom uzle.....	152
8.3	Verifikácia simulačných modelov	155
8.3.1	Verifikácia pomocou termočlánkov.....	155
8.3.2	Verifikácia frontu kryštalizácie.....	158
8.4	Súčasti zariadenia na pestovanie veľkorozmerných kryštálov	160
8.4.1	Napájacie zdroje.....	160
8.4.2	Určenie podmienok chladenia komory v prítomnosti tepelného uzla.....	160

8.4.3	Vákuový systém	163
8.5	Experimentálne odskúšanie funkčnosti modernizovaného kryštalizačného zariadenia	165
8.5.1	Klapka vákuového priezoru	165
8.5.2	Monitorovací systém	166
8.5.3	Kamerový systém	167
8.5.4	Kalibrácia kamerového systému	168
8.6	Experimenty pestovania monokryštálu zafíru	169
8.6.1	Experimentálna skúška na modernizovanom zariadení „zafír“ č. 1	170
8.6.2	Experimentálna skúška na modernizovanom zariadení „zafír“ č. 2	171
8.7	Analýza životnosti tepelného uzla	174
9	Kontrola kvality produktov	175
9.1	Zariadenia na inšpekciu kvality	176
9.2	Hodnotenie kvality kryštálu pestovaného metódou HDC	179
10	Ďalšie spracovanie monokryštálov	183
10.1	Rezanie	183
10.1.1	Zariadenia s reznými kotúčmi	183
10.1.2	Drôtová rezačka	184
10.2	Brúsenie a leštenie	186
10.2.1	Technológie brúsenia a leštenia	186
	ZÁVER	191
	LITERATÚRA	193