

# OBSAH

<b>1</b>	<b>Úvod . . . . .</b>	<b>9</b>
<b>1.1</b>	<b>Význam a rozdělení křemenných skel . . . . .</b>	<b>9</b>
<b>1.2</b>	<b>Symboly a jednotky . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>Suroviny k výrobě křemenného skla . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Úvod . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Přírodní suroviny . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Struktura a vlastnosti krystalického oxidu křemičitého . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>2.2.1.1</b>	<b>Iontový model elementárního tetraedru <math>[\text{SiO}_4]^{4-}</math> . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>2.2.1.2</b>	<b>Kovalentní model elementárního tetraedru <math>[\text{SiO}_4]^{4-}</math> . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>2.2.1.3</b>	<b>Charakter vazby Si—O . . . . .</b>	<b>27</b>
<b>2.2.1.4</b>	<b>Krystalové modifikace křemene a fázové přechody . . . . .</b>	<b>29</b>
	<b>Nízko-teplotní <math>\beta</math>-křemen a vysoko-teplotní <math>\alpha</math>-křemen . . . . .</b>	<b>29</b>
	<b>Nízko-teplotní <math>\beta</math>-cristobalit a vysoko-teplotní <math>\alpha</math>-cristobalit . . . . .</b>	<b>31</b>
	<b>Nízko-teplotní <math>\gamma</math>-tridymit, středně teplotní <math>\beta</math>-tridymit a vysoko-teplotní <math>\alpha</math>-tridymit . . . . .</b>	<b>32</b>
	<b>Tvorba taveniny <math>\text{SiO}_2</math> . . . . .</b>	<b>33</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Genetické podmínky vzniku křemene . . . . .</b>	<b>41</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Ložiska horských křišťálů . . . . .</b>	<b>43</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Ložiska žilných křemenů . . . . .</b>	<b>44</b>
<b>2.2.4.1</b>	<b>Ložiska křemene v Českém masívu . . . . .</b>	<b>45</b>
	<b>Hydrotermální žíly křemene . . . . .</b>	<b>47</b>
	<b>Pegmatitové křemeny . . . . .</b>	<b>48</b>
	<b>Sekreční a jiné typy . . . . .</b>	<b>51</b>
<b>2.2.4.2</b>	<b>Ložiska křemene v Karpatech . . . . .</b>	<b>51</b>
	<b>Oblast veporidního krystalinika . . . . .</b>	<b>52</b>
	<b>Oblast Spišsko-gemerského Rudohoří . . . . .</b>	<b>53</b>
<b>2.2.4.3</b>	<b>Průmyslová ložiska křemene v ČSSR . . . . .</b>	<b>53</b>
	<b>Ložisko Švedlár . . . . .</b>	<b>53</b>
	<b>Ložisko Dětkovice . . . . .</b>	<b>56</b>
<b>2.2.4.4</b>	<b>Jiné křemenné suroviny . . . . .</b>	<b>58</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Křemenný písek . . . . .</b>	<b>58</b>
<b>2.3</b>	<b>Syntetické suroviny . . . . .</b>	<b>60</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Suroviny pro přípravu křemenného skla metodou sol-gel . . . . .</b>	<b>61</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Suroviny pro přípravu křemenného skla tepelným rozkladem sloučenin křemičku . . . . .</b>	<b>62</b>
<b>2.4</b>	<b>Metody hodnocení přírodních křemenných surovin . . . . .</b>	<b>63</b>
<b>2.4.1</b>	<b>Hustotní charakteristiky . . . . .</b>	<b>65</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Fázová přeměna křemen—cristobalit . . . . .</b>	<b>71</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Chemický rozbor . . . . .</b>	<b>72</b>
<b>2.4.4</b>	<b>Mínralogická analýza . . . . .</b>	<b>82</b>
<b>2.4.5</b>	<b>Sítová analýza . . . . .</b>	<b>83</b>
<b>2.4.6</b>	<b>Hodnocení distribuce nečistot . . . . .</b>	<b>84</b>
<b>2.4.7</b>	<b>Měření prostupu světelného záření . . . . .</b>	<b>86</b>
<b>2.4.8</b>	<b>Měření rozptylu světelného záření . . . . .</b>	<b>86</b>
<b>2.4.9</b>	<b>Ostatní doplňující metody . . . . .</b>	<b>93</b>
	<b>Literatura . . . . .</b>	<b>95</b>

<b>3</b>	<b>Technologie výroby křemenného skla . . . . .</b>	<b>100</b>
3.1	Úvod . . . . .	100
3.2	Křemenné sklo . . . . .	100
3.2.1	Fázová přeměna křemen—křemenné sklo . . . . .	101
	Fázová přeměna syntetická křemenná surovina—křemenné sklo . . . . .	107
3.2.2	Uvolňování plynných komponent při zahřívání křemene . . . . .	108
3.2.3	Vliv příměsí a doprovodných minerálů na tvorbu křemenného skla . . . . .	112
3.2.4	Vliv atmosféry a materiálu pecí na tvorbu křemenného skla . . . . .	115
3.2.5	Reakce syntetických surovin . . . . .	118
3.2.6	Termodynamické aspekty tvorby křemenného skla . . . . .	119
3.2.7	Struktura křemenného skla . . . . .	120
3.3	Úprava přírodních křemenných surovin k výrobě křemenného skla . . . . .	127
3.3.1	Základní procesy úpravy křemenné suroviny . . . . .	127
3.3.2	Způsoby úpravy křemenných surovin . . . . .	128
	Úprava horského křišťálu . . . . .	133
	Úprava žilného křemene . . . . .	135
3.3.3	Zhodnocení úpravnických metod . . . . .	137
3.4	Technologické způsoby výroby křemenného skla . . . . .	138
3.4.1	Opakní (nepřuhledné) křemenné sklo . . . . .	139
3.4.2	Čiré křemenné sklo . . . . .	140
3.4.2.1	Přehled technologií . . . . .	140
3.4.2.2	Způsoby a zařízení plynového tavení . . . . .	146
3.4.2.3	Způsoby a zařízení elektrického tavení . . . . .	148
3.4.2.4	Způsoby a zařízení jednostupňové výroby trubíc . . . . .	152
3.4.2.5	Způsoby a zařízení dvoustupňové výroby trubíc . . . . .	152
3.4.3	Optické křemenné sklo . . . . .	155
3.4.3.1	Způsoby a zařízení plynového tavení . . . . .	155
3.4.3.2	Způsoby a zařízení elektrického tavení . . . . .	156
3.4.4	Speciální výroby křemenného skla . . . . .	156
3.4.4.1	Syntetické křemenné sklo . . . . .	156
3.4.4.2	Tavení střepů z křemenného skla . . . . .	162
3.4.4.3	Keramika z křemenného skla . . . . .	162
3.4.4.4	Úprava povrchu trubíc vyrobených z křemenného skla . . . . .	163
3.4.4.5	Křemenná skla s přísadami dotučících látek . . . . .	163
3.4.5	Výroba vyluhovatelných skel typu Vycor . . . . .	164
	Literatura . . . . .	164
<b>4</b>	<b>Fyzikální a chemické vlastnosti křemenných skel . . . . .</b>	<b>168</b>
4.1	Úvod . . . . .	168
4.2	Chemické vlastnosti . . . . .	168
4.2.1	Chemické složení . . . . .	168
4.2.2	Odolnost proti vodě a vodným roztokům solí . . . . .	170
4.2.3	Odolnost proti kyselinám . . . . .	174
4.2.4	Odolnost proti alkáliím . . . . .	176
4.2.5	Odolnost proti jiným prostředím . . . . .	177
4.3	Mechanické vlastnosti . . . . .	179
4.3.1	Hustota . . . . .	179
4.3.2	Modul pružnosti a Poissonův poměr . . . . .	180
4.3.3	Pevnost křemenného skla . . . . .	183
4.3.4	Tvrдость . . . . .	185
4.3.5	Šíření zvukových vln . . . . .	186
4.4	Tepelné vlastnosti . . . . .	187
4.4.1	Teplotní roztažnost . . . . .	187
4.4.2	Odolnost proti náhlým změnám teploty . . . . .	191
4.4.3	Viskozita . . . . .	192
4.4.4	Měrné teplo . . . . .	199

4.4.5	Tepelná vodivost . . . . .	202
4.4.6	Propustnost plynů . . . . .	205
4.4.7	Povrchové napětí . . . . .	206
4.4.8	Krystalizační vlastnosti . . . . .	207
4.5	Elektrické vlastnosti . . . . .	210
4.5.1	Měrný elektrický odpor . . . . .	211
4.5.2	Elektrická průrazná pevnost . . . . .	213
4.5.3	Permitivita . . . . .	214
4.5.4	Činitel ztrát $\text{tg } \delta$ . . . . .	215
4.6	Optické vlastnosti . . . . .	216
4.6.1	Odraz záření křemenným sklem . . . . .	217
4.6.2	Lom a disperze záření křemenným sklem . . . . .	219
4.6.3	Pohlčení (absorpce) záření křemenným sklem . . . . .	223
4.6.4	Rozptyl záření křemenným sklem . . . . .	234
4.6.5	Luminiscence křemenného skla . . . . .	236
4.6.6	Odolnost křemenných skel proti účinkům záření . . . . .	238
4.6.7	Fotoelastická konstanta . . . . .	240
Literatura . . . . .		241
<b>5</b>	<b>Využití křemenných skel v praxi . . . . .</b>	<b>245</b>
5.1	Úvod . . . . .	245
5.2	Osvětlovačí technika . . . . .	246
5.3	Polovodičová technika . . . . .	249
5.4	Optický průmysl . . . . .	256
5.5	Sklářský průmysl . . . . .	256
5.6	Chemický průmysl a přístrojová technika . . . . .	259
5.7	Metalurgie . . . . .	266
5.8	Elektrotechnika, elektronika a sdělovačí technika . . . . .	268
5.9	Astronomie a výzkum vesmíru . . . . .	271
Literatura . . . . .		275
Rejstřík . . . . .		276