

ÚVOD	7
1. DEFINICE SKLA	10
2. KLASIFIKACE ANORGANICKÝCH SKEL PODLE CHEMICKÉHO SLOŽENÍ	13
2.1. Prvková skla	13
2.2. Oxidová skla	13
3. STRUKTURA SKELNÉHO STAVU	15
3.1. Teorie vycházející z geometrického rozložení atomů v mřížce skla	17
3.1.1. Goldschmidtova teorie	17
3.1.2. Hypotéza Zachariasenova - hypotéza neuspořádané mřížky	17
3.1.2.1. Zachariasenova kritéria	19
3.1.2.2. Složitější skla. Koncepce sklotvorné sloučeniny a modifikátoru	19
3.1.3. Výsledky sledování struktury skla rentgenem	20
3.1.4. Krystalitová teorie Lebeděvova	21
3.1.5. Iontová teorie silikátových tavenin	23
3.1.6. Separace fází a struktura skelného stavu	27
3.1.7. Stevelsovy strukturní parametry	28
3.1.7.1. Význam parametru Y pro praxi	30
3.1.7.2. Příklady výpočtu strukturních parametrů u vícesložkových skel	30
3.1.8. Zvláštnosti struktury alkalicko-boritých skel	31
3.2. Kinetická teorie vzniku skelného stavu	34
3.2.1. Rychlost vzniku krystalizačních zárodků	34
3.2.2. Rychlost růstu krystalů	36
3.2.3. Stanovení minimálních hodnot aktivační energie pro vznik skelného stavu	37
3.2.4. Poměr mezi pevností vazby a aktivační energií určující krystalizaci	39
3.2.5. Vztah mezi sklotvorností a typem vazeb	40
3.2.5.1. Kriterium "Smíšené vazby" - Smekalovo kritérium	40
3.2.5.2. Kriterium elektronegativity - kritérium Stanwortha	40
3.2.5.3. Sklotvornost a síla pole	41
3.2.5.4. Kriterium p-elektronů - kritérium Winterové	44
3.2.6. Sklotvornost a pevnost vazeb	44
3.2.6.1. Kriterium pevnosti vazby - Sunovo kritérium	44
3.2.6.2. Vliv teploty tání (liquidus) - modifikace Sunova kritéria Rawsonem	46
3.3. Metody ke studiu struktury skla	46
3.3.1. Rentgenografické metody	47
3.3.1.1. Aplikace rentgenové analýzy na skelné materiály	48
3.3.1.2. Metody lokální mikroanalýzy	51
3.3.2. Spektroskopie	53

3.3.2.1. Spektroskopie v infračervené oblasti (1 až 25 μm)	54
3.3.2.2. Spektrální absorpce ve viditelné části spektra (0,4 až 0,78 μm)	54
3.3.2.3. Spektroskopie v ultrafialové oblasti spektra (0,2 až 0,4 μm)	55
3.3.3. Elektronová mikroskopie	56
3.3.3.1. Metody použití transmisní mikroskopie	57
3.3.3.2. Metody použití rastrovací elektronové mikroskopie	57
3.3.4. Nukleární magnetická resonance (NMR)	57
3.3.5. Chemické metody	60
3.3.5.1. Chromatografické metody	60
3.3.5.2. Metoda trimetylsilylace	60
3.3.6. Metody nepřímé, založené na sledování vlastností skel a sklovin v závislosti na teplotě a chemickém složení	62
3.3.6.1. Index lomu skla	62
3.3.6.2. Molární refrakce	62
3.3.6.3. Absorpční molární koeficient	63
3.3.6.4. Hustota	63
3.3.6.5. Měrné teplo	63
3.3.6.6. Teplotní roztažnost	63
3.3.6.7. Stlačitelnost	64
3.3.6.8. Tvrdost	64
3.3.6.9. Elektrické vlastnosti	66
3.3.6.10. Diferenční termická analýza	66
4. ODMÍSENÍ VE SKLOTVORNÝCH TAVENINÁCH A SKLECH	67
4.1. Systémy, ve kterých dochází k odmísení	67
4.2. Mechanismus odmísení	68
4.2.1. Vliv teploty a chemického složení na odmísení	68
4.2.2. Členění oblastí odmísení	69
4.2.3. Růst odmísených částic	70
4.2.4. Výklad stabilního odmísení z hlediska termodynamiky (závislost volné energie na složení)	70
4.2.5. Výklad odmísení z geometrických představ o zabudování kationtů ve skelné struktuře	72
4.3. Potlačení nemísitelnosti	72
4.4. Vlastnosti skel z nichž lze usuzovat na jejich odmísení	75
4.4.1. Viskozita	75
4.4.2. Elektrická vodivost	76
4.4.3. Dielektrické ztráty	76
4.4.4. Vnitřní tření	77
4.4.5. Chemická odolnost	77
4.4.6. Vlastnosti skel závisující jen na složení fází a jejich objemu	78
4.5. Odmísení jako základ krystalizace	78
4.5.1. Odmísení bez přísady nukleačních činidel - homogenní nukleace	79

4.5.2. Odmísení s přísadou nukleačních činidel - heterogenní nukleace	79
4.5.3. Vliv mezipovrchů	80
4.5.4. Jiné mechanismy	80
5. ANORGANICKÉ SKLOTVORNÉ SYSTÉMY	81
5.1. Křemičitá skla	81
5.1.1. Skelný oxid křemičitý (křemenné sklo)	82
5.1.1.1. Fáze oxidu křemičitého	82
5.1.1.2. Krystalické fáze vznikající při odskelnění křemenného skla	85
5.1.1.3. Vliv příměsí na rychlost odskelnění křemenného skla	85
5.1.1.4. Vliv atmosféry na rychlost odskelnění křemenného skla	86
5.1.1.5. Kinetika odskelnění křemenného skla	87
5.1.1.6. Kinetika tavení křemene a cristobalitu	88
5.1.1.7. Viskozita křemenného skla	88
5.1.2. Alkalicko-křemičité systémy	89
5.1.2.1. Vliv složení na kinetiku odskelnění	92
5.1.2.2. Vliv teploty na kinetiku odskelnění	95
5.1.3. Binární systémy s oxidy kovů alkalických zemin	95
5.1.4. Ternární systémy	95
5.1.5. Alkalicko-hlinito-křemičitá skla	98
5.1.6. Invertní skla	100
5.2. Boritá skla	102
5.2.1. Skelný oxid boritý	103
5.2.2. Alkalicko-boritá skla	104
5.2.3. Systém $\text{Na}_2\text{O} - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$	107
5.2.4. Hlinito-borité systémy	107
5.3. Fosforečná skla	108
5.3.1. Oxid fosforečný	109
5.3.2. Tvorba skla v binárních fosfátových systémech	110
5.3.2.1. Skla v systému $\text{Me}_2\text{O} - \text{P}_2\text{O}_5$	110
5.3.2.2. Skla v systému $\text{MeO} - \text{P}_2\text{O}_5$	111
5.3.3. Skla v systému $\text{Me}_2\text{O}_3 - \text{P}_2\text{O}_5$	112
5.3.4. Skla v systému ternárních skel	112
5.3.5. Některá fosfátová skla průmyslově vyráběná	113
5.4. Germaničitá skla	114
5.5. Teluričitá a seleničitá skla	114
5.6. Hlinitá a galitá skla	115
5.7. Arsenitá, antimonitá a vismutitá skla	115
5.8. Titaničitá skla	116
5.8.1. Draselno-titaničitá skla	116
5.9. Vanadičná skla	116
5.10. Molybdenová a wolframová skla	117
5.11. Ostatní druhy skel obsahujících kyslík	117

5.12. Halogenidová skla	118
5.12.1. Fluoro-berylnatá skla	118
5.12.2. Chloridová skla	118
5.12.3. Vodíko-fluoridová skla	118
5.13. Chalkogenní skla	118
5.14. Směsná skla	119
5.14.1. Fluoro-teluridová skla	120
5.14.2. Oxido-chalkogenní skla	120
5.14.3. Halogeno-chalkogenní skla	120
5.15. Skla vhodná pro fixaci radioaktivních odpadů z fluoridového přepracování jaderného paliva	121
5.15.1. Chemické složení radioaktivních odpadů	121
5.15.2. Teplo vznikající u odpadů vlivem radioaktivního záření štěpných produktů	122
5.15.3. Fixace pevných odpadů zatavováním do skel a tavenin	122
5.15.3.1. Požadavky kladené na skla a taveniny používané k fixaci vysoce aktivních odpadů	124
5.15.4. Příklady vhodných soustav pro fixaci radioaktivních odpadů ...	124
5.15.4.1. Skla v soustavě $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{P}_2\text{O}_5$	124
5.15.4.2. Borito-fosfátové systémy	126
5.15.4.3. Silikáto-fosfátové systémy	127
5.15.4.4. Fluorido-fosfátové systémy	129
5.15.5. Odolnost skel vůči radioaktivnímu záření	136

LITERATURA	137
------------------	-----