

5. **Kozo Tabata:** Research of the Electr. Lab., Tokyo, č. 191, roč. 1927,
6. **Thiene:** Glass, sv. II., 1939.
7. **F. W. Branson a F. H. Branson:** Journ. Soc. Glas. Technol., 1919, str. 249.
8. **W. E. S. Turner:** J. Soc. of Glass Technol., **9**, 133, (1925).
9. **Z. Schaefer:** Sklářské rzhledy **XXI**, 68—72 (1944).
10. **J. Enss:** Glastechn. Berichte **14**, 279—281 (1936)
11. **A. Foulon:** Glashütte 1942, srl. 100.
12. **Morey:** Journ. Amer. Ceram. Soc. **13**, 714 (1930).
13. **Shoichiro Nagai a spolupracovníci:** Journ. Japan. Ceram. Assoc., **42**, str. 399.
14. **A. P. Zak:** Sborník vlijanie chemickeho sostava na nekotoryje fisike chemickeje svojstva stěka. Moskva 1936, str. 13.
15. **W. Mühlensiefen a E. Zschimmer:** Glastechn. Ber. **9**, 280—307 (1931).
16. **F. Späte:** Glasl. Ber. **6**, 635—645, (1928/29).

R E F E R Á T Y

Štruktúra a vlastnosti skla.

ANTONÍN PEVNÝ.

Prednesené na VIII. členskej schôdzke Kraj. skupiny Československej keramickej a sklárskej spoločnosti na Slovensku v Bratislave dňa 21. III. 49.

Sklo ako spotrebný tovar zaujíma v našom živote významné miesto. Je preto vhodné sa týmto predmetom zaoberať, a to aj s inej stránky, a pribrať k tomu i trochu teórie.

Už v najdávnejších historických dobách bola ľudom známa výroba a spracovanie skla. Ako doklady znalosti skla sa nám zachovaly veľmi cenné pamiatky. Napr. z Egypta pochádzajú sklenené predmety, pri ktorých sa doba vzniku odhaduje až na 3000 rokov pred Kr.

Výroba skla nie je teda novou vecou a skúsenosti v odbore jeho fabrikácie sú neobyčajné. Táto krásna hmota, vynikajúca priehľadnosťou a neobyčajnou tvárnosťou, ktorej skúsená ruka sklára vie dať tie najbizarnejšie tvary a do ktorých obratné ruky rytca a brusiča vedú vyryť tie najfantastickejšie ornamenty, táto hmota skrýva v sebe dosť tajomstiev a záhad, do ktorých sa až v poslednom čase podarilo vniknúť, aj to len čiastočne.

Na prvom mieste treba uviesť dohady o konštitúcii skiel. Je síce známe kvalitatívne i kvantitatívne chemické slozenie skla, sú známe jeho fyzikálne, chemické a mechanické vlastnosti, ale o štruktúre, o vnútornej stavbe hmoty skla vieme dosiaľ pomerne málo. Preto vzniklo mnoho rôznych myšlienkových konštrukcii na vytvorenie predstavy o konštitúcii skla, ktoré boli väčšinou rázu rýdzo špekulatívneho.

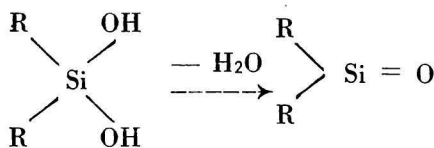
Jasnejšiu predstavu o skutočnej konštitúcii skla nám podávajú posledné výskumy modernej fyziky, resp. fyzikálnej chémie odboru kvalitatívnej a kvantitatívnej skladby atomov a molekúl

metódami röntgenografickými a z nich vyplývajúca elektrónová teória chemickej väzby atomov. Základ k tomuto vednému odboru dali Laue a najmä Braggovci (otec a syn), ktorí vyšetrovali sústavne štruktúru kryštalických silikátov a navrhli tiež podľa štruktúry nové systematické rozdelenie silikátov.

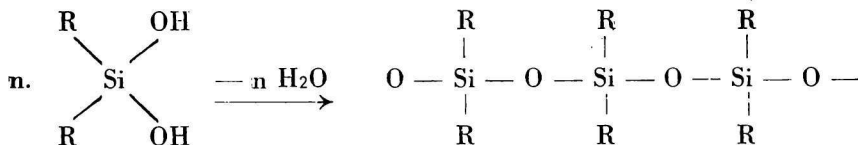
Elektrónová teória chemickej väzby bola veľmi podrobne prepracovaná pre chémiu uhlíka. Pretože z chemického hľadiska uhlík a kremík sú si veľmi podobné, môžeme niektoré poznatky aplikovať aj v chémii kremíka.

Sú napr. známe slúčeniny kremíka a vodíka, obdobné nasýteným uhľovodíkom, tzv. kremíkovodíky — silány všeobecného vzorca $\text{Si}_n \text{H}_{2n+2}$ a od nich odvodené halogénderiváty, ďalej sú známe slúčeniny kremíka, vodíka a kyslíka, obdobné alkoholom — silikóly a siloxány, ďalej sú známe a teraz nadobúdajú veľký technický význam tzv. silikóny. Sú to slúčeniny uhlíka, vodíka, kremíka a kyslíka, ktoré vznikajú z halogénsilánu alkyláciou, t. j. náhradou vodíka v siláne alkylom všeobecného vzorca $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$. Tieto látky sú veľmi reaktívne. Vodou sa zmydelnia v silikóny, tieto sa potom samovoľne dehydratujú a súčasne polymerujú v hmoty alebo olejovité konzistencie, alebo na látky priehľadné až priehľadné ako sklá a pritom vynikajúce elasticnosťou podobnou kaučuku. Teplota, pri ktorej sú tvárnivé, je pomerne nízka, 300—500°C, sú nehorľavé a vzdorujú chemickým činidlám.

Ako sme uviedli, sú známe v chémii kremíka analogické slúčeniny s uhľovodíkmi a ich deriváty, ktoré majú dvojnú prípadne trojnú väzbu. Všade tam, kde by sme čakali vznik látok s dvojnou väzbou na kremíku, dostaneme práve naopak vysokomolekulárne polymeráty. Môžeme tu uviesť napr. práve zmienené silikóny, ktoré sa samovoľne polymerizujú preto, lebo ketonická väzba na kremíku, ktorá by mala vzniknúť dehydratáciou silikolu typu



nie je schopná existencie a preto nastáva polymerácia asi tohto typu:

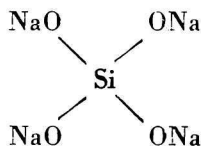


Iným dôkazom nemožnosti vzniku dvojnej väzby na kremíku sú rýdzo kyslíkaté slúčeniny kremíka. V týchto slúčeninách vidíme skoro zásadný rozdiel medzi chémiou uhlíka a kremíka. Zatiaľ čo

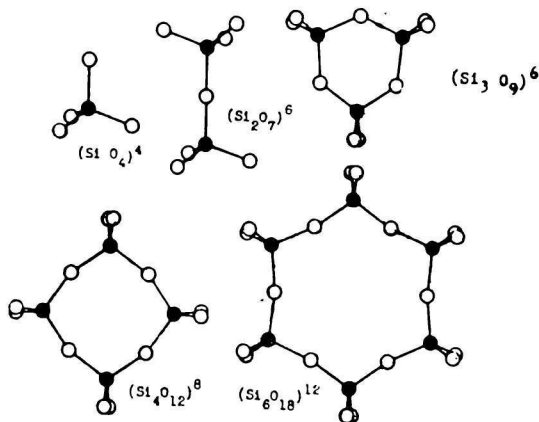
v chémii uhlíka poznáme len kyslíkaté anióny: karbonátový a bikarbonátový, prejavuje kremík neobyčajnú pestrosť v tvorbe kyslíkových aniónov, ktorých stabilita je daná nemožnosťou rozštiepením vytvoriť útvary s dvojnou väzbou $> \text{Si} = \text{O}$.

Základným stavebným kameňom všetkých silikátov je anión $(\text{SiO}_4)^{-4}$, ktorý bol jasne dokázaný röntgenograficky Braggom a inými autormi. Tento anión si priestorove predstavujeme ako pravidelný štvorsten — tetraeder. V jeho ťažisku je atom kremíka a v jeho štyroch rohoch sú kyslíky. Pritom vzdialenosť stredov atomu kremíka a kyslíka je 1,6 Å.

Ak je v niektorom silikáte atomový pomer kremíka ku kyslíku 1 : 4, vznikajú nezávislé štvorsteny. Takéto látky za vyšších teplôt tvoria riedké tekuté taveniny, ktoré majú konštantný bod topenia, totožný s bodom tuhnutia, a ochladené vždy vykryštalujú, napr.

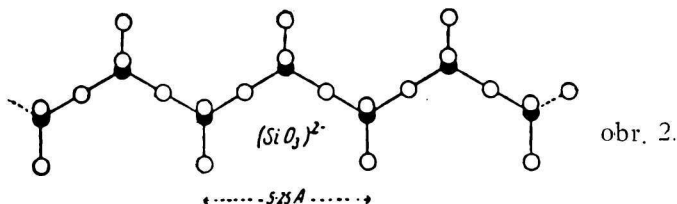


Ak je tento pomer kremíka ku kyslíku menší ako 1 : 4, spájajú sa tetraedry v reťazce, pričom jeden alebo dva kyslíky sú spoločné najmenej dvom atomom kremíka. Vznikajú tak anióny: složitejšie, napr. týchto typov (obr. 1):

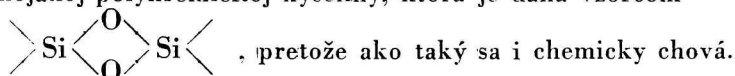


obr. 1.

Pri pomere kyslíka a kremíka 1 : 3 súvisia jednotlivé tetraedry s jedným kyslíkom. Vznikajú tak metasilikáty, u ktorých teoreticky je reťaz nekonečná, prakticky je anión obmedzený až kryštalovými plochami. V tejto skupine je však napr. známy metasilikát draselný, ktorý sa vyskytuje v sklovitej forme (obr. 2).



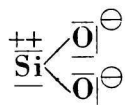
Limitný pomer medzi kremíkom a kyslíkom je 1 : 2. Je to pomer, v ktorom sa obidve komponenty vyskytujú v kysličníku kremičitom. V tomto prípade sú každému elementárnemu tetraedru (SiO_4) spoločné 2 kyslíky, čiže jednotlivé tetraedry majú vždy spoločnú hranu. K tomu treba podotknúť, čo sa vzťahuje i na úvahu predchádzajúcu, že v reťazi svierajú spojnice stredov atómov kremíka konštantný uhol, ktorého veľkosť je asi 112° . Samotný kysličník kremičitý, nech je hocijakej alotropickej modifikácie, kremeň, tridymit alebo kristobalit, nemožno považovať teda za slúčeninu so štruktúrnym vzorcom $\text{O} = \text{Si} = \text{O}$, ale za anhydrid nejakej polykremičitej kyseliny, ktorá je daná vzorcom



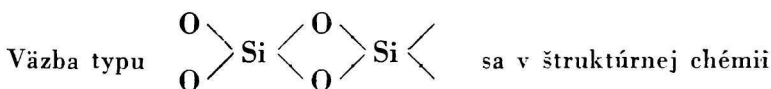
Väzba $> \text{Si} = \overline{\text{O}}$ vplyvom menšej sily, ktorou sú vonkajšie elektróny viazané k atómu kremíka, prechádza prakticky do rýdzo polárnej štruktúry $> \text{Si}^+ - \text{O}^-$. Izolovane tento útvar nie je schopný existencie a na vyrovnanie nábojov, t. j. na zaplnenie neprirodzenej elektrónovej medzery na kremíku, viaže sa s ďalším elektrónovým párom kyslíka. Tak vznikajú vysokomolekulárne slúčeniny-polymeráty s prakticky nekonečným reťazcom.

Pretože však soskupenie jednotlivých tetraedrov je pre každú modifikáciu konštantné a symetrické, vyskytuje sa v konštantných formách kryštalických, ktoré sa od seba líšia iba priestorovým usporiadaním tetraedrov, pokiaľ sa týka vyššej alebo nižšej symetrie. To sa prejavuje i na špecifickej váhe jednotlivých modifikácií: U kremeňa 2,65, tridymit 2,28, kristobalit 2,34, tavený kremeň 2,18. U obyčajného kryštalického kremeňa je usporiadanie tetraedrov napr. skrutkovité. Tým sa vysvetľuje aj vlastnosť kremeňa, že otáča rovinu polarizovaného svetla, ak prechádza svetlo rovno-bežne s vertikálnou kryštalovou osou.

Pri zahriatí akejkolvek modifikácie kysličníka kremičitého na teplotu okolo 1710°C , t. j. bodu topenia, kryštalová mriežka sa uvoľní. V tomto prípade sme oprávnení predpokladať u tejto taveniny polárnu štruktúru



lebo pri teplote okolo 1800°C kremeň sa znateľne mení v paru. Rýchlejším ochladením taveniny sa jednotlivé tetraedre k sebe nahodile zapoja, pričom zostáva zachovaná vzdialenosť a uhol jednotlivých atomov kremíka. Tým táto hmota nadobudne sklovitý vzhľad. Vznikne teda reťazec, spletený plošne i priestorove, avšak usporiadanie jednotlivých tetraedrov je nesymetrické. Pretože však jednotlivé atomy kremíka majú poväčšinou rovnakú väzbu $\text{>Si<}^{\text{O}}\text{>Si<}$, ktorá zo štruktúrneho hľadiska je veľmi štabilná, lebo je energeticky vyvážená, nie je v štruktúrnej sieti prakticky nijaké napätie. Preto táto hmota javí neobyčajnú stálosť oproti tepelným zmenám, čo znamená, v širokom teplotnom intervale neobyčajne nízky koeficient rozťaživosti, a to $0,55 \times 10^{-6}$.

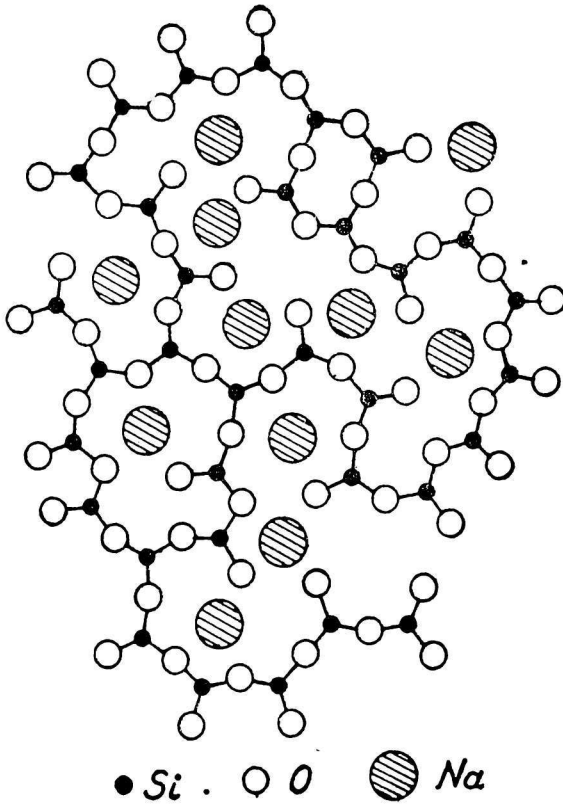


označuje sa tzv. väzbou mezodezmickú, ktorá je charakterizovaná tým, že najsilnejšia väzba medzi katiónom a aniónom vznikne vtedy, ak sa rovná táto presne jednej polovine elektrostatických valenčných jednotiek aniónu. Ako anión tu figuruje dvojmocný kyslík a katión je atom štvorväzného kremíka.

Kysličník kremičitý, alebo lepšie povedané anhydrid nejakej polykremičitej kyseliny, reaguje za vyšších teplôt, t. j. nad 500°C, adične ako ktorýkoľvek iný anhydrid s kysličníkom zásadotvorným. Hmoty takto vzniklé nazývame sklom. U obyčajných skiel ide hlavne o alkalické kysličníky a o kysličníky prvkov žieravých zemín. Pritom v prípade oxydu alkalických kovov nastáva prerušenie časti kyslíkových väzieb medzi kremíkom a ich nahradzovanie väzbami iónovými. V prípade, že ide napr. o molárny pomer $\text{Na}^2\text{O} : \text{SiO}_2 = 2 : 1$, prestanú existovať všetky mezodezmické väzby, jednotlivé tetraedry sa uvoľnia, vznikne kryštalická látka, vodné sklo, čiže ortokremičitan sodný.

Podobne sa chovajú i kysličník vápenatý, barnatý, horečnatý a pod., avšak s tým rozdielom, že ióny dvojmocné nemusia celkom prerušiť kyslíkové väzby, ale môžu vstúpiť ako most medzi dvoma kyslíkmi. Prirodzene, pôvodná mezodezmická väzba sa v tom mieste zruší a nahradí sa väzbou iónovou. Rezultujúce spojenie porušuje rovnováhu vo väzbách medzi jednotlivými atomami kremíka a pravdepodobne spôsobuje deformáciu, t. j. väčšiu pohyblivosť medzi jednotlivými atomami kremíka. Týmto čiastočným uvoľnením jednotlivých aniónov (SiO_4) možno vysvetliť aj nižší bod tavenia vzniklej hmoty a závislosť viskozity tejto taveniny na teplote (obr. 3).

obr. 3.



Pre sklá sú charakteristické tri teplotné pásma:

1. Teplotné pásmo fáza liquidus pri teplotách nad 1000°C .
2. Teplotné pásmo fáza viskózna do transformačného bodu.
3. Teplotné pásmo solidus.

V stave liquidus môžeme predpokladať zo štruktúrnej stránky voľné anióny (SiO_4) a voľne sa pohybujúce kationy. V tomto stave sklo je elektricky do istej miery vodivé a v tomto stave môže nastať odsklenie, t. j. vykryštalovanie určitých nižších silikátov.

V stave viskóznom nastáva asociácia aniónov (SiO_4)⁻⁴ a tvorí sa vlastná štruktúra. V tomto stave je sklo neobyčajne tvárlivé a neskytá nebezpečenstvo odsklenia sa. Zato tu hrozí nebezpečenstvo vzniku napätia v skle vznikom tzv. nehomogenných väzieb. Sklo rýchle schladené nemá dost času pre veľkú viskozitu vytvoriť energeticky vyvážené väzby, tým nastáva ich deformácia, ktorá sa prejavuje zmenami fyzikálnych vlastností skla. Také sklo, majúce napätie, je anizotropným, mení sa index lomu, dilatčný koeficient, stúpa špecifické teplo a špecifická váha a pod., čím sa líši od toho istého skla dobre vychladeného. Tento stav je teda rozhodujúcim pre vlastné utváranie štruktúry skla. V tomto stave možno zo skla vytvárať vlákna tenšie než vlákno hodvábu, vy-

tvárať plochy tabuľového skla alebo dať sklu akýkoľvek, i ten najbizarnejší tvar.

V stave solidus pre svoju neobyčajnú viskozitu prakticky nie je možné štruktúrne usporiadanie ovplyvniť a preto tu sa môžu prejaviť rôzne deformačné defekty v štruktúre rôznymi zmenami fyzikálnych vlastností. Tieto tri teplotné pásma možno sledovať zo závislosti špecifického tepla na teplote. V stave liquidus špecifické teplo v závislosti na teplote stúpa len zvoľna. V stave viskóznom sa prejavuje u špecifického tepla najväčšie stúpanie, čo dokazuje, že v tejto teplotnej oblasti sa odohrávajú asocičné, resp. disociačné pochody, ktoré úzko súvisia so štruktúrnou výstavbou hmoty skla. V stave solidus stúpa síce špecifické teplo tiež dosť značne, ale pritom prakticky lineárne.

Dôležitý poznatok z praxe, ktorý túto dedukciu potvrdzuje, je tento: komponenty v sklárskom kmeni pri tavení musia byť dokonale premiešané, aby vznikla látka homogenná, čiže aby pravdepodobnosť výskytu väzby iónovej v každom mieste hmoty skla bola približne rovnaká. Ak nie je táto podmienka splnená, potom kmeň sa nerovnomerne pretaví. V miestach, kde sú nahromadené iónové väzby, môžu vzniknúť priamo kryštalické silikáty, prípadne môže vykryštalizovať kremeň vo forme tridymitu, resp. kristobalitu. Tento zjav označujeme ako odsklenie skla. Odsklenenie je podporované udržovaním skloviny dlhšiu dobu v tekutom stave. To môžeme vysvetliť tým, že ióny v tekutom stave skloviny sú značne pohyblivé, rozložia sa v určitých miestach základného reťazca kyslíčnika kremičitého tak, že v týchto miestach prerušia úplne kyslíkové väzby medzi tetraedrami. Tým môžu vzniknúť nižšie silikáty až ortosilikáty, ktoré z taveniny vykryštalizujú. V miestach, v ktorých je menej katiónov, môže sa za týchto okolností vykryštalizovať naopak SiO_2 vo forme tridymitu, resp. kristobalitu. K tomu je treba pripomenúť, že i čisto kremenné sklo, t. j. tavený kremeň, sa odsklení pri dlhodobom zobrievaní na teplotu nad 1000°C a vytvoria sa v ňom kryštalky tridymitu, príp. kristobalitu.

Obyčajné sklá sú silikáty, ktorých stechiometrické složenie sa blíži k tomuto vzorcu: $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6 \text{SiO}_2$. Alkalické oxydy pôsobia v skle iba ako tavidlá. Sklá, ktoré obsahujú iba kremičitý a alkalické oxydy, sú vo vode a v kyselinách rozpustné, sú mäkké, majú nepatrnú pevnosť v ťahu a tlaku a v tekutom stave sú vodičom elektriny, hoci obsahujú aj iné komponenty. To znova dokazuje ich prítomnosť v iónovom stave. Ak obsahujú sklá vedľa alkálií kyslíčnik vápenatý, zmenia sa vlastnosti skla veľmi podstatne. Sklo sa stáva vo vode a v kyselinách (okrem kyseliny fluorovodíkovej) prakticky nerozpustné, podstatne sa zvýši pevnosť v ťahu a tlaku, to znamená, že dostaneme hmotu, ktorú všeobecne nazývame sklom v pravom slova smysle. Z toho je zrejmé, že pôvodný, alkáliami silne narušený reťazec SiO_2 sa prítomnosťou dvojmocných katiónov upevňuje.

To isté platí aj pre koeficient dĺžkovej, prípadne objemovej rozťažlivosti, ktorý má u skiel rozhodujúci význam. Niektorí autori určili empirické faktory pre jednotlivé sklotvorné komponenty, z ktorých sa na základe známeho složenía skla dá aspoň približne vypočítať koeficient rozťažlivosti toho skla tým, že percentový obsah jednotlivých oxidov násobíme týmito faktormi a takto získané hodnoty spočítame. Chyba výsledku takto dosiahnutého sa pohybuje v medziach asi $\pm 6\%$, pretože ide vlastne o hodnoty štatisticky zistené. Tak Englisch a Turner získali tieto hodnoty faktorov pre objemovú dilatáciu:

Na ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	12,98	10 ⁻⁷
K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	11,7	„
CaO	—	—	—	—	—	—	—	—	4,89	„
BaO	—	—	—	—	—	—	—	—	4,2	„
PbO	—	—	—	—	—	—	—	—	3,18	„
ZnO	—	—	—	—	—	—	—	—	2,10	„
MgO	—	—	—	—	—	—	—	—	1,35	„
Al ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	0,42	„
SiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	0,15	„
B ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	-1,98	„

do obsahu 12% vo skle

Z tejto tabuľky jasne vidíme, ako alkalické kysličníky silno ovplyvňujú dilatačný koeficient. Celkove dá sa sa z tejto tabuľky odvodiť, že tieto parciálne dilatačné koeficienty jednotlivých komponent skla sú závislé na tzv. atomovom objeme jednotlivých prvkov, ktorý, ako je známe, je periodickou funkciou atomových váh. Alkalické kovy ležia v maximách, majú najväčší atomový objem, zatiaľ čo atomy, ktoré nepatrne pôsobia na dilatačný koeficient v minimách tejto krivky.

Z Turnerovej tabuľky je zrejмый význam kysličníka hlinitého na akosť skla, a to nielen so stránky sníženía koeficientu rozťažlivosti. Kysličník hlinitý dáva sklu vynikajúce fyzikálne a chemické vlastnosti. Tak zvyšuje tvrdosť, pevnosť v ťahu a tlaku a zvyšuje odolnosť skla voči vode. Vysvetlenie k tomuto podáva geometrické a štruktúrne bádanie, ktorým sa dospelo ku konštatovaniu, že hliník má celkom iný vzťah ku kysličníku kremičitému ako všetky ostatné kovy.

Kysličník hlinitý je s kysličníkom kremičitým spojený zvlášť silnou väzbou, čo je dokázané na produktoch premien aluminosilikátov v prírode. Rozpadom a premenou živcov vznikajú hydráty hliníto-kremičité, kaolinit a iné ílovité nerasty. Tento jav sa vysvetľuje tým, že hliník vytvára pomerne ľahko komplexný anión [AlO₄], ktorého stabilita je podmienená prítomnosťou nejakého katiónu k vyrovnaniu náboja, pretože hliník je trojmocný. Anión (AlO₄)⁻⁵ má obdobnú konfiguráciu ako anión (SiO₄)⁻⁴ a tvorí s ním napr. v živcoch priamo základnú štruktúrnu kostru. Živce majú obdobnú konfiguráciu ako kryštalovaný kremeň. Líšia sa od neho

iba tým, že každý štvrtý tetraeder v kremeňi je u živca nahradený komplexným aniónom $(\text{AlO}_4)^{-5}$, ktorý na vyrovnanie náboja, a teda na udržanie stability, prijíma zásadité katióny. Napr. u ortoklasu je to draslík. V tejto konfigurácii vytvára, podobne ako kysličník kremičitý, mezodezmické väzby. Tým sa v sklách, obsahujúcich kysličník hlinitý, podstatne zvyšuje počet týchto väzieb, a nastáva zlepšenie vlastností skla. Preto môžeme kysličník hlinitý považovať priamo za látku sklotvornú. Pritom však treba podotknúť, že použitie kysličníka hlinitého v skle je do istej miery obmedzené, lebo pri obsahu väčšom ako 7% sú sklá veľmi ťažko taviteľné.

Ako ďalšie sklotvorné komponenty sa v niektorých druhoch špeciálnych skiel, hlavne skiel na výrobu chemického náčinia, injekčných ampuliek, teplomerových kapilár a pod., používa kysličník boritý. Ak si všimneme bližšie chémiu bóru, vidíme, že podobne ako u kyslíkatých slúčenín kremika, tak i u boritanov sa prejavuje neobyčajná pestrosť v tvorbe komplexných aniónov. Vedľa metaboritanu $(\text{BO}_2)^{-1}$ poznáme ortoboritany $(\text{BO}_3)^{-3}$, anióny $(\text{B}_2\text{O}_5)^{-4}$, $(\text{B}_4\text{O}_7)^{-2}$ a pod. V tejto schopnosti tvorby komplexných aniónov kysličníka boritého vidíme analógiu so silikátmi. Ak si bližšie všimneme štruktúru týchto látok, môžeme konštatovať, že kysličník boritý a jeho komplexné anióny majú podobnú mezodezmickú štruktúru ako kysličník kremičitý a jeho deriváty, s tým rozdielom, že bór je trojväzný a usporiadanie základného aniónu (BO_3) je rovinné. Samotný kysličník boritý a väčšina boritanov tuhnú z tavenín v sklovitej forme.

Z hľadiska technologického poznáme veľmi dobre, aké cenné vlastnosti dáva sklu prítomnosť kysličníka boritého. Predovšetkým snižuje teplotu tavenia skiel a preto borité sklá nepotrebujú taký veľký obsah kysličníkov alkalických kovov, aby boli spracovateľné. Nepriamo sa tým snižuje koeficient rozťaživosti skiel a ich vylučovateľnosť. Prítomnosť kysličníka boritého snižuje však koeficient rozťaživosti priamo. Preto sa vyskytuje v English-Turnerovej tabuľke parciálnych dilatačných koeficientov u kysličníka boritého znamienkom mínus.

Zo štruktúrneho hľadiska je zrejmé, že kysličník boritý v sklách sa začleňuje priamo do štruktúrnej siete kysličníka kremičitého a tým prirábajú v sklách energeticky štabilné mezodezmické väzby kyslíkové. Tento jav má za následok relatívne sníženie iónových väzieb a teda sníženie dilatačného koeficienta. Toto priaznivé pôsobenie kysličníka boritého v skle je do istej miery obmedzené. Pri vyššom obsahu kysličníka boritého vo skle, t. j. nad 20%, nastáva jeho odlúčenie zo štruktúrneho reťazca kysličníka kremičitého a vytvorí sa heterogenná sústava s dvoma fázami, z ktorých jedna fáza je prakticky čistý kysličník kremičitý a druhá fáza kysličník boritý s ostatnými komponentami.

Tento jav sa teraz využíva technologicky pri výrobe ana-

lytického žiarovzdorného skla značky Výkor. Základné zloženie skloviny je asi 75% kysličníka kremičitého, 20% kysličníka boritého a 5% kysličníkov alkalických. Pracuje sa asi tak, že sklovina tohto zloženia po ochladení zhotoveného predmetu sa rozdelí na dve vrstvy: na vrstvu, obsahujúcu asi 90% kysličníka kremičitého, 4% kysličníka boritého a 1% alkalických kysličníkov, a na vrstvu azda nejakého silikoboritanu. Táto vrstva sa pôsobením 3n kyseliny soľnej za tepla rozpustí a predmet, ktorý je po tejto operácii pórovitý, sa zahreje na vysokú teplotu asi 1000 až 1100°C. Tým sa sklo zacelí za súčasného zmenšenia objemu. Takto vzniknutý tovar sa svojimi vlastnosťami blíži vlastnostiam taveného kremeňa.

Ako z tohoto stručného prehľadu dnešného stavu bádania na poli riešenia štruktúrálnej otázky skla vidieť, je sklársky výskum pomerne mladý a poskytuje ešte vďačné pole nielen pre teoretika, ale, ako sa na príklade skla Výkor ukázalo, aj pre technologa.

Literatúra:

H. Thienc: Glass I. (1931). — G. W. Morey: The properties of Glass (1938). — O. Wichterle: Organická chemie (1947). — M. Fanderlík: Sklár. rozhledy, XXIV, 1—4 (1948). — N. Kreidl: Sklár. rozhledy, XXII, 85—87 (1946).

Pohľad do dejín sklárstva na Slovensku.

Z príležitosti usporiadania „Sklárskeho večera“ Krajinskou skupinou Čs. keramickej a sklárskej spoločnosti v Bratislave dňa 21. marca 1949 úvodný prejav za podnikové riaditeľstvo národného podniku „Slovenské sklárne“ povedal nám. podnikový riaditeľ Zolo Š e b o. Po pozdravení všetkých prítomných s uznaním konštatoval, že za zdarilé usporiadanie večera možno ďakovať našej agilnej Krajinskej skupine Čs. keramickej a sklárskej spoločnosti, ktorá ako usporiadateľka v rámci svojej plodnej spolkovej činnosti s náležitou starostlivosťou pripravila odborne poučnú náplň „Sklárskeho večera“, a potom pokračoval:

„Popri Krajinskej skupine naša osobitná vďaka patrí prednostovi ústavu chemickej technológie látok anorganických Slovenskej vysokej školy technickej, p. prof. Ing. Dr. M. Gregorovi, ktorý svojim mimoriadne kladným a budovateľským postojom k potrebám slovenského sklárstva dal našej technike dobrý základ na vedecké odborné školenie prvých poslucháčov techniky, budúcich to chemických inžinierov, ktorí v budúcnosti bezpochyby prevezmú do svojích rúk osud tohto priemyselného sektora. Môžeme len uistiť p. prof. Gregora, resp. našu techniku, a náš nádejný poslucháčsky dorast, ktorý sa osobitne venuje sklárskemu odboru, že náš národný podnik tak ako doteraz, i v budúcnosti bude si pokladať za svoju dejinnú povinnosť, vaše snahy v tomto smere morálne aj hmotne čo možno najviac podporiť, aby sa dohonilo v dnešnom