

UNIVERZITA PALACKÉHO



Filozofická
fakulta

Katedra slavistiky – Sekce rusistiky

**Komentovaný překlad odborného textu z oblasti
fyziky**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Mgr. Olga Čadajeva, PhD.

Vypracovala:

Bc. Marie Slováčková

Olomouc, 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Olgy Čadajevy, PhD., s využitím pouze uvedené citované literatury.

V Olomouci 23.4. 2022

Marie Slováčková

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla co nejsrdečněji poděkovat Mgr. Olze Čadajevě, Ph.D., za čas, ochotu, komentáře, rady a připomínky, které mi během psaní diplomové práce poskytla. Za odborné konzultace, vstřícné jednání, užitečné rady a informace bych ráda poděkovala také RNDr. Miroslavu Mašláňovi, CSc.

OBSAH

ÚVOD.....	6
1. ODBORNÝ PŘEKLAD	7
1.1. Problematika místa odborného překladu z ruštiny do češtiny	8
1.1.1 Syntax.....	9
1.1.2 Slovosled.....	10
1.1.3 Termíny.....	11
1.2 Shrnutí.....	13
2. VLASTNÍ PŘEKLAD.....	14
3. KOMENTÁŘ K PŘEKLADU	39
3.1 Translatologická analýza.....	40
3.1.1 Formální transformace	40
3.1.1.1 Záměna gramatických kategorií	40
3.1.1.2 Záměna slovních druhů	41
3.1.1.3 Záměna větných členů.....	43
3.1.1.4 Univerbizace.....	44
3.1.1.5 Multiverbizace.....	44
3.1.1.6 Změna slovosledu.....	44
3.1.1.7 Komprese, kondenzace/ dekomprese, dekondenzace.....	45
3.1.1.8 Záměna gramatického statusu věty	48
3.1.1.9 Spojení/rozdělení vět.....	50
3.1.2 Sémantické transformace	51
3.1.2.1 Konkretizace.....	51
3.1.2.2 Generalizace	52
3.1.2.3 Antonymický překlad.....	53
3.1.2.4 Kompenzace ztrát při překladu.....	54
3.1.2.5 Explikace	55
3.1.2.6 Rozšíření informačního základu (doplnění informace).....	55
3.2 Termíny	56
3.3 Zkratky, značky, jednotky	57
3.4 Jiné úpravy	58
3.5 Problematika překládaného textu	59
ZÁVĚR.....	61
RESUMÉ.....	64

BIBLIOGRAFIE.....	73
PŘÍLOHY	76
Příloha č. 1 – Glosář	76
Příloha č. 2 – Originální text k překladu	84
ANOTACE	115

ÚVOD

Tématem diplomové práce je překlad odborného textu z oblasti fyziky. Konkrétně se jedná o text z publikace *Введение в материаловедение конструкционных материалов* od *А.М. Салахова*, která je primárně určena jako studijní příručka pro studenty Fyzikálního ústavu. Byla vydána v roce 2014 v Kazani. Cílem této příručky je prozkoumat moderní konstrukční materiály, vliv jejich mikro a nano struktur na fyzikální a mechanické vlastnosti z hlediska použití těchto materiálů. K překladu byly zvoleny dvě podkapitoly, jedna se zabývá polymery a druhá skly. Text byl vybrán ve spolupráci s RNDr. Miroslavem Mašláněm, CSc. z Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého, jejímž studentům bude moci příručka sloužit jako studijní materiál.

Hlavním cílem diplomové práce je vytvoření adekvátního překladu zvoleného odborného textu, který jeho konečným uživatelům poskytne přesné a srozumitelné informace. K samotnému překladu bude vytvořen i komentář, který bude zaměřen na překladatelské postupy, transformace, problematická místa překládaného textu a vybraná překladatelská řešení. Všechny tyto úpravy jsou prováděny se záměrem, aby byl text v cílovém jazyce srozumitelný a přijatelný pro jeho příjemce jak po stránce formální, tak obsahové.

První kapitola je věnována definici odborného překladu, problematickým místům, se kterými se mohou překladatelé při procesu překládání setkat, a to jak na úrovni syntaktické, slovosledné, tak také terminologické. Vycházíme z publikací českých i ruských lingvistů, např. od D. Knittlové, B. Grygové, J. Zehnalové, Z. Kufnerové, J. Moravce, O. Mana, A.V. Fedorova, L.S. Barchudarova, A.L. Pumpjanského, L.A. Konjajevy.

Jádro diplomové práce představuje druhá a třetí kapitola. Druhá kapitola představuje samotný překlad odborného textu, jež je věnován polymerům a sklům, jejich struktuře, vlastnostem a druhům. Třetí kapitola je věnována translatologickému komentáři, ve kterém jsou rozebrána vybraná překladatelská řešení a transformace na úrovni formální i sémantické, dále jsou objasněna úskalí výchozího textu a popsána práce s nimi.

Součástí práce jsou i dvě přílohy. První představuje glosář sestavený z termínů a odborných slov, vyskytujících se v překládaných materiálech, jehož cílem je ulehčit práci dalších překladatelů při práci s obdobnými odbornými texty. Druhou přílohou je originální text k překladu.

Hlavní myšlenky a výsledky práce jsou shrnuty v závěru a ruskojazyčném resumé.

1. ODBORNÝ PŘEKLAD

Cílem této části je zaměřit se na odborný překlad a problematická místa, s nimiž se překladatelé mohou setkat při práci s vědeckou a technickou dokumentací, a uvést možné způsoby jejich řešení.

„Překládání je činnost značně komplikovaná, neboť jde o procesy odehrávající se v mysli překladatele, o složité procesy porozumění textu, o těžko definovatelné procesy odehrávající se mezi pochopením originálu a konečnou verzí překladu,“¹ píše ve své publikaci Dušan Žváček, který tuto myšlenku dále rozvádí a dělí procesy na jednotlivé fáze, a to: porozumění textu, všestrannou analýzu výchozího textu, rekonstrukci obsahu v jazyce překladu. Je nezbytné, aby překladatel znal jak výchozí, tak cílový jazyk, repertoár překladatelských metod a postupů, ale také v případě odborného překladu i základy příslušného vědního oboru.²

Pro odborné texty je typická informativnost, ekvivalentnost, adekvátnost, logičnost a jednoznačnost. Kromě vnějšího (formálního) uspořádání textu na kapitoly, odstavce aj. je pro ně typické i vnitřní uspořádání, tedy postup od obecného ke konkrétnímu, od jednoduchého ke složitějšímu.

Žváček rozlišuje překladatele-nespecialistu a překladatele-specialistu v daném oboru, kteří mají navzájem rozdílné překladatelské postupy. U překladatele-nespecialisty pozorujeme minimální změny oproti originálu, text překladu prakticky kopíruje výchozí text, často je pro něj výchozí jednotkou překladu věta. Překladatel-specialista si více pohrává s výchozím textem, snaží se zachovat přesnost originálu, ale pro větší logičnost a srozumitelnost rozčleňuje složité věty na kratší úseky, což je českému čtenáři podstatně bližší.³

Kdybychom překladatelům-specialistům a překladatelům-nespecialistům dle Žváčka přiřadili druhy překladu dle Barchudarova, kterým se věnuje ve své knize *Язык и перевод*, došli bychom k závěru, že výsledkem práce překladatele-nespecialisty je doslovný překlad, tedy „překlad provedený na nižší úrovni, než je ta, která je dostatečná pro zprostředkování neměnného plánu obsahu při respektování norem překládaného

¹ ŽVÁČEK, Dušan. *Kapitoly z teorie překladu I (Odborný překlad)*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1995. ISBN 80-7067-489-X. Str. 8

² ŽVÁČEK, Dušan. *Kapitoly z teorie překladu I (Odborný překlad)*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1995. ISBN 80-7067-489-X. Str. 8

³ ŽVÁČEK, Dušan. *Kapitoly z teorie překladu I (Odborný překlad)*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1995. ISBN 80-7067-489-X. Str. 19-20

jazyka.“ U překladatele-specialisty bychom mohli hovořit spíše o volném překladu, tedy „o překladu provedeném na vyšší úrovni, než je ta, která postačuje k vyjádření neměnného plánu obsahu při respektování norem překládaného jazyka.“⁴

Bronislava Grygová vyvrací převládající názor, že překlad krásné literatury je těžší než překlad odborného textu, což vzápětí vysvětluje. Jazyk, který se nám na první pohled zdá jednoduchý, je daleko méně dostupný a srozumitelný oproti textu krásné literatury. Překladatel by měl úzce spolupracovat s odborníkem daného odvětví a konzultovat s ním text, neboť to, co se může překladateli zdát jako pochopitelné a jasné, může odborník odhalit jako chybné.⁵

Mezi odborné překlady řadíme především překlady vědeckých a technických textů. A.L. Pumpjanskij považuje překlad takových textů za zvláštní disciplínu, která vzniká na pomezí lingvistiky, vědy a techniky. Proto je potřeba se na daný text dívat z jak pohledu lingvistického, tak z pohledu vědecké disciplíny, ze které vychází text pochází a které se týká.⁶ Základním předpokladem kvalitního překladu je znalost daného tématu.

S touto myšlenkou se ztotožňuje i Konjajeva, podle níž technický překlad nezahrnuje jen překlad slov z jednoho jazyka do druhého, ale i použití znalostí, jak jazykových, tak vysoce specializovaných. Pouze překladatel se širokými odbornými znalostmi a flexibilním myšlením je schopen zprostředkovat obsah překládaného dokumentu ve formě odpovídající originálu bez porušení norem cílového jazyka.⁷

1.1. PROBLEMATICKÁ MÍSTA ODBORNÉHO PŘEKladU Z RUŠTINY DO ČESTINY

Za nejdiskutovanější oblasti odborného překladu z ruštiny do češtiny považujeme jevy související se syntaxí, slovosledem a terminologií, kterým se nyní budeme věnovat podrobněji.

⁴ БАРХУДАРОВ, Л. С. *Язык и перевод: (Вопросы общей и частной теории перевода)*. 1-ое издание. Москва: Международные отношения, 1975. ISBN 978-5-382-00577-5. Str. 185.

⁵ KNITTLOVÁ, Dagmar, Bronislava GRYGOVÁ a Jitka ZEHNALOVÁ. *Překlad a překládání*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta, 2010. ISBN 978-80-244-2428-6. Str. 203-205

⁶ ПУМПЯНСКИЙ, А.Л. *Введение в практику перевода научной и технической литературы на английский язык*. 2. vydání. Москва: издательство «НАУКА», 1981. ISBN 978-5-458-44562-7. Str. 25.

⁷ КОНЯЕВА, Л. А. О некоторых трудностях научно-технического перевода. *Перевод и сопоставительная лингвистика*. 2015, (Выпуск № 11), str. 50-54.

1.1.1 SYNTAX

„Překladaelé si musejí být vědomi toho, že u vědeckého stylu je primární účelnost. Základem je přesné a srozumitelné převedení věcné informace. Primární je obsah, který bývá často obtížně pochopitelný, a překladatel nesmí porozumění textu ztěžovat ještě těžkopádnými, složitými, spleťnými větými konstrukcemi.“⁸

L.A. Konjajeva ve své stati píše: „Podle slov Reckera se ve vědecké a odborné literatuře hojně vyskytují souvětí souřadná a podřadná s převahou neosobních tvarů sloves, podstatných a přídavných jmen. To vede k širokému používání složených předložek a spojek, neosobních tvarů sloves jako předmětů a příslovečných určení, infinitivů, participií a gerundií.“⁹

„V odborném textu vyjadřuje autor původce děje neurčitě, všeobecně, popřípadě jej nevyjadřuje vůbec. K tomu slouží především syntaktické prostředky jako např. neosobní věty, věty s neurčitým nebo všeobecným podmětem a pasivní konstrukce,“¹⁰ napsal v odborné stati Milan Hrdlička.

„Styl odborného textu dává překladateli velmi široké syntaktické možnosti, protože stavba věty zde nehraje samostatnou stylistickou roli. Proto jsou při překladu do jiného jazyka ve velmi širokém rozsahu možné nejrůznější gramatické a syntaktické přestavby, až po rozdělení věty na menší části, spojení menších částí do celku, spojení části jedné věty s částí jiné atd.“¹¹ Tato složitá a rozvinutá větná stavba může překladateli činit potíže.

Ctirad Bosák se zabýval překladem syntaktických obrátů z ruštiny do češtiny, které obsahují slovesný element, ale k jeho vyjádření nepoužívají určité sloveso. Mezi slovesné elementy řadí: přechodníky, přičestí, infinitivní vazby. Pro češtinu užívání takových vazeb není typické a převádíme je nejčastěji pomocí sloves určitých. Například při překladu přechodníkových vazeb určitým slovesem vznikají souvětí souřadná či podřadná, dalším možným způsobem překladu je užití předložkových substantivních konstrukcí. Přičestí jsou nejčastěji zaměňována vedlejšími větami vztažnými nebo přičestím jiného typu,

⁸ KNITTLOVÁ, Dagmar, Bronislava GRÝGOVÁ a Jitka ZEHNALOVÁ. Překlad a překládání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta, 2010. ISBN 978-80-244-2428-6. Str. 159

⁹ КОНЯЕВА, Л. А. О некоторых трудностях научно-технического перевода. *Перевод и сопоставительная лингвистика*. 2015, (Выпуск № 11), str. 50-54.

¹⁰ GROMOVÁ, Edita, Milan HRDLIČKA a Vítězslav VILÍMEK. *Antologie teorie odborného překladu: výběr z prací českých a slovenských autorů*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Filozofická fakulta, 2007. ISBN 978-80-7368-383-2. Odborný text a jeho translace, M. Hrdlička. Str. 71.

¹¹ ФЕДОРОВ, А. В. *Основы общей теории перевода*. 5-е издание. Санкт-Петербург: Филология три, Филологический факультет СПбГУ, 2002. ISBN 5-94545-014-6. Str. 303

např. přičestí minulá činná se v češtině téměř nepoužívají. S tím také souvisí i nominální charakter ruštiny, kdy nositelem důležité informace je nejčastěji podstatné jméno. Nominální vazby nejčastěji překládáme určitým slovesem, ojediněle je zachována jmenná vazba. V případě hromadění rozvíjejících obrátů se doporučuje pro větší přehlednost a srozumitelnost přistoupit k rozdělení vět na menší celky, vždy však musí být zachována logická stavba.¹²

To, že mají odborné texty složitou syntax, neznamená, že jsou nepřehledné či nesrozumitelné. Odráží se v nich složitost myšlenek, ekonomická tendence jazyka a snaha zbavit se všech redundantních prvků, které by bránily jasnosti sdělení.¹³

1.1.2 SLOVOSLED

Pro ruštinu i češtinu je typický tzv. volný slovosled, což znamená, že větné členy nemají přesné postavení, mají několik slovosledných variant. „Varianty jsou diferencovány kontextově, situačně, stylisticky, funkčním zatížením a liší se jak v historickém vývoji jazyka, tak i frekvenčně.“¹⁴ Opakem je slovosled pevný, se kterým se setkáváme například v angličtině. Ten je často nositelem i gramatického významu.

Nehledě na to, že ruština i čeština patří mezi jazyky s volným slovosledem, existuje mezi nimi i řada odlišností, které mohou být příčinou změny pořádku slov při překladu. Obecně platným pravidlem je postavení přísudku za podmětem. Avšak každé pravidlo s sebou přináší i výjimku. Pokud postavíme přísudek před podmět, mluvíme o inverzi, která je typická především pro ruštinu. Dalším jevem objevujícím se v ruských textech je obmykání neboli interpoziční slovosled, kdy mezi přívlastek a substantivum vkládáme členy, které rozvíjí tento přívlastek.

Podle Heleny Křížkové je v normální sdělovací řeči bez citového zabarvení a zvláštního důrazu obvyklý slovosled: přívlastek (shodný), podmět, přívlastek (neshodný),

¹² MORAVEC, Jaroslav. *Kniha o překládání: Příspěvek k otázkám překladu z ruštiny*. Praha: Nakladatelství Československo-sovětského institutu, 1953. Několik poznámek k syntaxi ruského a českého odborného stylu, Ctirad Bosák. Str. 229-246

¹³ KNITTLOVÁ, Dagmar, Bronislava GRYGOVÁ a Jitka ZEHNALOVÁ. *Překlad a překládání*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta, 2010. ISBN 978-80-244-2428-6. Str. 210

¹⁴ Slovosledný typ. *Nový encyklopedický slovník češtiny* [online]. Masarykova univerzita Brno, 2012 [cit. 2022-03-01]. Dostupné z: <https://www.czechency.org/slovník/SLOVOSLEDN%C3%9D%20TYP>

přísudek, rozvíjející členy větné, případně může být některý z vedlejších členů větných mezi podmětem a přísudkem. Někdy ho nazýváme slovosledem objektivním.¹⁵

„Při překládání je neobyčejně důležité objevit v originále réma a v češtině ho postavit na patřičné místo do závěrečné části výpovědi. V češtině převládá poziční způsob vyjadřování rématu, i když je na réma možno upozornit také lexikálně, případně specifickými syntaktickými konstrukcemi.“¹⁶ V ruštině může réma zaujímat i předposlední místo.

Bronislava Grygová upozorňuje, že při nesprávném pochopení předlohy a chybném odhalení vazeb mezi jednotlivými větnými členy může změna slovosledu působit velmi podstatnou významovou změnu.¹⁷

1.1.3 TERMÍNY

Za termín považujeme slova nebo slovní spojení označující pojmy vědeckého či technického oboru. Je pro ně charakteristická jednoznačnost, přesnost, ustálenost, neutrálnost.¹⁸ I slovo užívané v každodenním životě může být v daném oboru termínem. „Hlavní chyby při překladu odborného textu proto souvisejí s neochotou nebo neschopností používat slovník a stejně tak s nepochopením předmětné situace. Nevíme, co daný termín znamená, a to ani v rodném jazyce.“¹⁹

Terminologický systém se neustále vyvíjí, proto také slova, která dřív nebyla považována za termíny, se nimi mohou stát. Také vznikají nové termíny, neboť je potřeba pojmenovat nové jevy, předměty, skutečnosti.

Fedorov tvrdí, že termín může být představován slovem, jež je nositelem několika významů. Avšak překladatel musí rozpoznat jeho význam v daném kontextu. K tomu je zapotřebí znalost faktů. Správné pochopení cizojazyčného termínu znamená správný výběr

¹⁵ MORAVEC, Jaroslav. *Kniha o překládání: Příspěvek k otázkám překladu z ruštiny*. Praha: Nakladatelství Československo-sovětského institutu, 1953. Problémy českého a ruského slovosledu, Helena Křížková; Str. 280-281.

¹⁶ KNITTLOVÁ, Dagmar, Bronislava GRÝGOVÁ a Jitka ZEHNALOVÁ. *Překlad a překládání*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta, 2010. ISBN 978-80-244-2428-6. Str. 156

¹⁷ KNITTLOVÁ, Dagmar, Bronislava GRÝGOVÁ a Jitka ZEHNALOVÁ. *Překlad a překládání*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta, 2010. ISBN 978-80-244-2428-6. Str. 203-205

¹⁸ ВЛАДИМИРОВА, Т.Л. *ЯЗЫК И СТИЛЬ НАУЧНОГО ТЕКСТА*. Томск, 2010. Учебное пособие. ГОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». Str. 8

¹⁹ БОРИШАНСКАЯ, М.М. a М.А. КУРБАКОВА. Об особенностях перевода научного текста. *Известия МГТУ «МАМИ» № 4(22)*. 2014, том 5(№ 4(22)), str. 165-168.

termínu v jazyce cílovém.²⁰ Překladatel by měl neustále rozšiřovat slovní zásobu, znalosti a termíny oboru, kterým se zabývá.

Pokud potřebujeme převést termín výchozího jazyka, který má v cílovém jazyce ekvivalent, mluvíme nikoliv o překladu, ale o substituci, tedy nahrazení.

Podle slov Vlasty Strakové lze v případě stabilizovaných, tradičních oborů terminologii dohledat v příslušných odborných slovnících, avšak nesmíme zapomínat na to, že i tyto obory se neustále rozvíjejí, a proto je potřeba, aby překladatel reagoval aktivně, samostatně a okamžitě. Nově vznikající termíny v mnohých existujících publikacích prozatím nejsou. Překladatel si častokrát musí pomoci při překladu dalšími dílčími jazyky, které mohou být v zachycení terminologie o krok napřed než čeština.²¹

Miloslav Mucala upozorňoval, že „obtíže působí ruské nebo české termíny, které mají vzájemně jiný rozsah a obsah, proto je nutné především přihlížet k souvislosti v širokém smyslu slova. Někdy naopak několik ruských termínů odpovídá jednomu českému termínu.“²²

V případě, že nenajdeme odpovídající termín v cílovém jazyce, je potřeba přistoupit k opisu nebo vytvořit termín nový. U tvorby nových termínů je nezbytné mít na zřeteli vnitřní zákonitosti, mluvnickou a lexikální stavbu daného jazyka.²³

U některých termínů se můžeme setkat se synonymií a vyvstává otázka, kterou variantu vybrat. V některých případech může rozdíl spočívat jen ve vhodnosti variant a je na nás, kterou zvolíme. V tom mohou být nápomocny korpusy, kde podle frekvence slov a užití v daných typech textů, můžeme vybrat vhodnější variantu. Typickým příkladem synonymie je užívání výrazu domácího nebo přejatého z cizího jazyka.

Fedorov upozorňuje na používání přejatých termínů v populárně-odborných textech určených širokému okruhu příjemců, neboť to, co je například v odborném textu přijatelné pro užší okruh kvalifikovaných čtenářů, se v populárně-odborném textu stává

²⁰ ФЕДОРОВ, А. В. *Основы общей теории перевода*. 5-е издание. Санкт-Петербург: Филология три, Филологический факультет СПбГУ, 2002. ISBN 5-94545-014-6. Str. 297-299

²¹ KUFNEROVÁ, Zlata. *Překládání a čeština*. Jinočany: H&H, 1994. ISBN 80-857-8714-8. Termín jako překladatelský problém, V.Straková. Str. 90-96.

²² MORAVEC, Jaroslav. *Kniha o překládání: Příspěvek k otázkám překladu z ruštiny*. Praha: Nakladatelství Československo-sovětského institutu, 1953. Několik poznámek k překládání termínů z ruštiny, Miloslav Mucala. Str. 210-211.

²³ MORAVEC, Jaroslav. *Kniha o překládání: Příspěvek k otázkám překladu z ruštiny*. Praha: Nakladatelství Československo-sovětského institutu, 1953. Několik poznámek k překládání termínů z ruštiny, Miloslav Mucala. Str. 211-212.

nevhodným. To vysvětluje např. na užití termínů «*абсцесс*» a «*нарыв*». Oba znamenají vřed či hnisavé ložisko, avšak pro populárně-odborný text je výraz «*абсцесс*» nevhodný.²⁴

Jednoslovný termín výchozího jazyka nemusí odpovídat jednoslovnému termínu jazyka cílového. Oldřich Man označuje slovotvorný princip založený na sevřenosti, zhuštěnosti v jednom slově kondenzovaností, opakem je komplexnost, kterou rozumíme opačný proces, tedy vyjádření monolitního obsahu složitou strukturou, tj. několika slovy. Vztah obou uvedených tendencí pozorujeme uvnitř jednoho jazyka, ale i mezi jazyky navzájem. Ke kondenzovaným pojmenováním řadí např. univerbizační transformace, tedy tvorbu jednoslovného pojmenování z původního víceslovného, ke komplexním poté opačný proces, tedy multiverbizační transformace.²⁵

1.2 SHRNU TÍ

I když se na první pohled může zdát, že překlad odborného textu s sebou nepřináší závažnější problémy, podle výše uvedených charakteristik je patrné, že v sobě skrývá více úskalí, než bychom očekávali. Proto je potřeba při práci s vědeckými či technickými materiály ověřovat věcnou stránku textu, konzultovat text s odborníky a zachovat v překladu podstatu výchozího textu a zároveň přirozenost cílového jazyka.

²⁴ ФЕДОРОВ, А. В. *Основы общей теории перевода*. 5-е издание. Санкт-Петербург: Филология три, Филологический факультет СПбГУ, 2002. ISBN 5-94545-014-6. Str.302

²⁵ MAN, Oldřich. *Struktura víceslovných/komplexních/ pojmenování v ruštině*. - In: *Sborník statí o jazyce a překládání* - S. 122-140. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1972.

2. VLASTNÍ PŘEKLAD

A. M. Salachov – Úvod do studia konstrukčních materiálů

3. 2. Polymery

Už od poloviny 50. let je celosvětová produkce polymerů vyšší než produkce hliníku. V polovině 70. let byla budoucnost spojována především s polymery, jejichž produkce rychle rostla a přírůstek dosahoval až 18 % za rok, avšak postupně docházelo k jejímu poklesu. Většina polymerů se vyrábí z ropy. Technologie jejich výroby z černého uhlí dosud vypracována nebyla. Nemusíme si však myslet, že rostoucí ceny ropy jsou problémem při produkci polymerů. Na ceně polymerů získaných z ropy je velmi vysoký podíl přidané hodnoty. V roce 1998 tuna ropy stála přibližně 150 amerických dolarů, avšak cena polyethylenu dosahovala 800 amerických dolarů. Z toho je patrné, že růst ceny ropy nezpůsobuje podstatné zdražení polymeru. Je nutné podotknout, že náklady za spotřebu energie jsou při výrobě kovů velmi vysoké, přičemž u hliníku jsou dvakrát vyšší než u většiny polymerů. Lze tedy předpokládat, že polymery jsou závislé na nákladech za energii stejně tak, jako jiné materiály.

Nejdůležitějším přírodním organickým materiálem je dřevo, jehož spotřeba (více než 1 miliarda tuny) značně přesahuje spotřebu ocele. Umělá hmota, elastomery, chemická vlákna a polymerní povlaky patří k nejdůležitějším druhům syntetických polymerů. Nyní se zaměříme na konstrukční polymery, které jsou základní součástí výroby laků a barev, pryže, umělé hmoty, syntetických vláken a papíru.

Syntetické makromolekulární látky se liší od kovů několika kladnými vlastnostmi. Jedná se o vysokou odolnost v agresivním prostředí, nízkou hustotu, odolnost vůči opotřebení, dobré dielektrické a tepelně-izolační vlastnosti, jednoduché zhotovení dílů a zařízení se složitou strukturou.

Mnohé makromolekulární sloučeniny mají i zásadní nedostatek, a to stárnutí, konkrétně destrukci, při které dochází ke zkracování řetězců a zmenšování makromolekul. Destrukci může způsobovat mechanická zátěž, elektromagnetické záření, ultrazvuk, teplo, voda, obzvláště pak kyslík a ozón. Většinu organických konstrukčních materiálů nelze používat při teplotě vyšší než 150–200 °C a také v různých agresivních prostředích.

Největším problémem je však znečišťování planety plasty. V USA je každoročně produkováno zhruba 100 miliard tun plastů. Pouze 5 % z tohoto množství je recyklováno, ale zbylých 95 % končí na skládkách, a navíc se může dostat do Světového oceánu a stává se součástí potravinového řetězce, což je ve výsledku nebezpečné i pro člověka.

Nicméně, odborníci se snaží vytvořit nové typy polymerů, které by měly mít zajímavější vlastnosti. Pomocí krystalizace, síťování (vytvoření příčných chemických vazeb) a orientace molekul vznikají polymery pevné jako hliník, které mají různé využití.

Podle základní klasifikace dělíme polymery na přírodní a syntetické. Syntetické dále dělíme na dvě velké skupiny, a to na *termoplasty* a *reaktoplasty*. Podle názvu můžeme odvodit, jak se chovají při zvýšené teplotě.

Pokud kaučukovou izolační trubku ochladíme v kapalném dusíku, stane se pevnou. Tím vzroste modul pružnosti přibližně z 10 MPa na 2GPa, ale pokud trubku zahřejeme, pružnost opět klesne na 10MPa. Děje se to proto, že kaučuk je tvořen dlouhými řetězci atomů uhlíku. Síťování těchto řetězců je malé. To platí pro nízkou teplotu. Při zahřívání kaučuku na pokojovou teplotu se Van der Waalsovy *mezimolekulární* síly rozpadají.

Například termoplastické polymery jsou tvořeny dlouhými molekulárními řetězci, na jejichž postranní molekuly se nevážou sousední molekuly (tzn. nedochází k *síťování*). Tím pádem mají krystalické i amorfni termoplastické polymery při nízkých teplotách vlastnosti skel, při zahřívání vlastnosti pryže (*elastomery*) nebo pružného plastu (při teplotě vyšší, než je teplota zesknění – T_g). Veličina T_g je nejdůležitější vlastností polymerů, je analogická bodu tání nízkomolekulárních sloučenin.

Reaktoplasty jsou na rozdíl od termoplastických polymerů zpočátku kapalinami a tuhnou při tepelném síťování (vytvrzování). Při tomto procesu vzniká pevná trojrozměrná síť, a proto reaktoplasty nelze znovu tavit a dát jim jiný tvar. Jak lze předvídat, lineární polymery se seskupují do periodických (krystalických) struktur, ale rozvětvené řetězce jsou uspořádány nepravidelně, mluvíme tedy o amorfni fázi. V krystalických uskupeních je pouze část řetězců uspořádána periodicky, ostatní jsou kvůli hodně dlouhým řetězcům neuspořádány. Tato strukturální různorodost bezprostředně ovlivňuje fyzikální vlastnosti polymerů jako je pevnost v tahu, pružnost a průhlednost.

Na otázku, zda můžeme zvýšit tuhost polymeru, která je omezena Van der Waalsovými silami, existuje kladná odpověď. Abychom toho docílili, je potřeba do polymeru přidat pevnější materiál. Může tak vzniknout:

- a) sklolaminát, což je polymer vyztužený spojitými skelnými vlákny;
- b) polymer vyztužený uhlíkovými vlákny;
- c) organický plast, což je polymer vyztužený vlákny kevlar 49, ve kterém jsou polymerní molekuly uspořádány podél vlastní osy;
- d) disperzní polymery, do kterých se pro větší tvrdost přidávají částice skla nebo oxid křemičitý;

e) dřevo, což je přírodní kompozit, který se skládá z ligninu (amorfního polymeru), vyztuženého celulóзовými vlákny.

Molekuly polymerů můžeme podle struktury rozdělit do pěti kategorií, a to od jednoduchých lineárních až po složité struktury megamery, které jsou tvořeny uspořádanými rozvětvenými (dendritickými) polymery. Vliv povahy a struktury postranních funkčních skupin (tj. povahy řetězce) závisí na složení jednotlivých částí polymeru a také na tom, nakolik struktura interaguje s okolním prostředím.

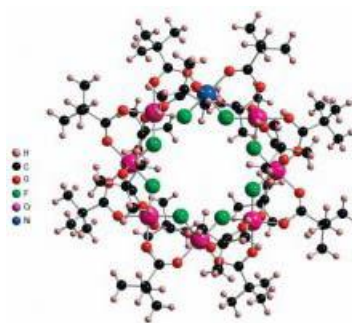
Krystalinita polymeru je dána tím, jak efektivně a pevně jsou na sebe navázány řetězce. Stejně jako u krystalů tvořených malými molekulami jsou velmi důležité podmínky krystalizace polymeru – teplota a rychlost jejích změn.

Jak bylo uvedeno výše, polymery můžeme považovat za částečně krystalické, přičemž zkrystalizované oblasti vznikají ve velmi neuspořádané matici. Typickými krystalickými polymery jsou polyethylen a polypropylen, nylon a většina termoplastických polymerů. Krystalické polymery mají obvykle vysokou smrštitelnost, nízkou průhlednost, danou teplotu tání a vysokou odolnost vůči chemickým vlivům. Naproti tomu polymery s rozvětvenými postranními řetězci, mezi které mimo jiné patří polystyren, polykarbonát a polyakryl, jsou zpravidla amorfní. Kvůli jejich nepravidelné struktuře mají nízkou smrštitelnost, jsou dostatečně průhledné (tzv. organická skla), nemají přesně určenou teplotu tání a jsou málo odolné vůči opotřebení a agresivním chemickým prostředím.

Magnetismus lidé znali již od roku 2000 př. n. l. a tradičně ho spojovali s různými slitinami. Organické molekuly po dlouhá staletí nebyly vnímány jako potenciální magnetické materiály, jelikož organické sloučeniny zpravidla disponují diamagnetickými vlastnostmi (všechny elektrony jsou spárovány). V polovině 80. let 17. století se pohled na věc absolutně změnil, neboť byl objeven první *organický* molekulární magnet.

Magnetické materiály používané v běžném životě jsou zpravidla tvrdé kovy nebo slitiny. Obvykle považujeme molekulární organické sloučeniny za nemagnetické. Avšak výzkumy ukázaly, že určitý typ molekul může mít velký magnetický moment se stabilní orientací stejně jako tradiční magnetické materiály. Tyto molekulární magnety lze aktivně studovat kvantovými metodami. Bylo navrženo jejich využití jako qubitů, základních jednotek kvantové informace.

Molekulární magnet je organická molekula, jejíž součástí je jeden nebo několik iontů kovu s nespárovanými elektrony. Nespárované elektronové spiny interagují se spiny jiných atomů, především s atomy kyslíku. Polynukleární klastry kovů jsou obklopeny ligandy (obr. 3.7.), které chrání magnetické jádro od vnějších vlivů.



Obr. 3.7. Struktura molekulárního nanomagnetu

Prvním a nejznámějším příkladem výše popsanych sloučenin je spojení dvanácti atomů manganu s ligandy acetátu (Mn_{12} – acetát). Tyto molekulární nanomagnety disponují jak klasickými magnetickými vlastnostmi, tak kvantovými.

Supramolekulární chemie za poslední dvě desetiletí vytvořila několik set molekulárních nanomagnetů s definovanými magnetickými vlastnostmi. Například je možné vytvořit objemné krystalické struktury, ve kterých jsou všechny molekuly orientované jedním směrem. Dokonce se mohou molekuly usazovat na podložky a vytvářet vrstvené struktury. Výběr podmínek syntézy umožňuje řídit vytváření vazeb mezi molekulami a takto definovat finální fyzikální vlastnosti. Je možné zajistit také další funkční závislosti, například změnu spinového stavu působením světla.

Organické magnetické materiály syntetizují při nízkých teplotách s využitím tradičních organických syntéz, na rozdíl od anorganických sloučenin, které zpravidla získáváme vysokoteplotním žíháním. Výhodami organických magnetů ve srovnání s anorganickými jsou nízká hustota, možnost plynulé změny vodivosti a také biokompatibilita.

Ačkoliv můžeme vlastnosti polymerů měnit poměrně plynule, díky funkčním skupinám, které jsou součástí monomeru, často se k polymeru přidává jedna nebo několik dalších složek za účelem získání potřebných vlastností: barvy (anorganické pigmenty nebo organická barviva), pružnosti a nižší hořlavosti. Široké uplatnění mají látky zvyšující pružnost, tzv. plastifikátory.

Světová produkce plastifikátorů představuje zhruba 5 mil. tun. Více než 90 % této produkce se používá jako změkčovadlo polyvinylchloridu. K tomu se také často používají ftaláty, což jsou soli a estery kyseliny ftalové. Ftaláty bývají na výrobcích označovány recyklačním trojúhelníkem s číslem 3 uvnitř. Tyto látky se postupně vypařují, jelikož mají poměrně vysoký tlak nasycených par, čímž si můžeme vysvětlit typický pach nového

nábytku, automobilových interiérů nebo také tvorbu organických výronů na čelních sklech. Řada zemí zavedla restriktce na používání ftalátů ve výrobcích pro děti.

Jsou známé dva mechanismy působení plastifikátorů. První z nich předpokládá, že plastifikátory se chovají jako maziva, tj. molekuly plastifikátoru při zahřívání difundují do polymerní vrstvy a narušují Van der Waalsovy síly mezi polymerními řetězci. Polymer se stává pružnějším, protože se zmenšuje pevnost struktury. Druhá teorie předpokládá, že při difúzi molekul plastifikátoru dochází k roztažení polymerních řetězců a polymer se stává pružnějším.

V obou případech se předpokládá, že molekuly plastifikátoru netvoří pevné vazby s polymerními řetězci. Pokud jsou interakce dostatečně slabé, sorpce a desorpce molekul plastifikátoru na polymerní řetězce probíhají lehce. Změnou chemické povahy tedy lze plynule měnit rozpustnost (mísitelnost) plastifikátoru v polymeru. S rostoucí intenzitou vzájemného působení polymeru a plastifikátoru poroste teplota vitrifikace; při nízkých teplotách se dokonce tvrdost polymeru zvýší v důsledku dalších zesilujících interakcí mezi polymerem a plastifikátorem.

Polymery jsou vysoce hořlavé, protože obsahují mnoho uhlovodíkových fragmentů. Nebezpečí hoření látek a výrobků z nich bývá technicky charakterizováno:

- 1) hořlavostí, což je schopnost materiálu vznítit se, hořet a šířit hoření;
- 2) dýmením při hoření a účincích plamene;
- 3) toxicitou produktů hoření a pyrolýzy (rozkladu látky působením vysoké teploty);
- 4) nehořlavostí výrobku, tj. jeho schopností zachovat si při působení plamene fyzikální, mechanické (odolnost, pevnost) a funkční vlastnosti.

Především je hořlavost komplexní charakteristika materiálu nebo výrobku.

Požáry způsobují značné materiální škody, jejichž roční hodnota je v řádech desítek miliard dolarů a umírají při nich desítky tisíc lidí. Podstatnou roli v nich hrají právě polymerní materiály. Proto jsou po celém světě vynakládány značné finanční i intelektuální prostředky k tomu, aby se našly způsoby, jak snížit hořlavost polymerů, jejich dýmení a uvolňování toxických látek při hoření.

Hoření polymerů je velmi složitým fyzikálně-chemickým procesem. Probíhají při něm chemické reakce destrukce, síťování, karbonizace polymeru (také chemické přeměny a oxidace plynných produktů). Zároveň probíhají i fyzikální procesy, kam řadíme intenzivní tepelné a látkové výměny.

Proces hoření polymerů dělíme na běžné plynné (homogenní) a heterogenní hoření nebo tlení. V prvním případě se velká část tepla, které způsobuje a udržuje chemickou

přeměnu, uvolňuje v plynné fázi při oxidaci plynných produktů destrukce polymeru. V tomto případě je oblast maximální rychlosti uvolňování tepla (plynový plamen) vzdáleno od povrchu zpravidla několik milimetrů v závislosti na konkrétních podmínkách hoření. Povrch polymeru má mnohem nižší teplotu než plamen. Teplota na povrchu se pohybuje v rozmezí od 400 do 650 °C a maximální teplota v plynném skupenství dosahuje aspoň 1100–1200 °C. Při tlení se uvolňuje veškeré teplo v povrchové vrstvě kondenzované látky, kde je zároveň maximální teplota (800–900 °C).

Je nutné podotknout, že ve většině případů není možné docílit toho, aby byl organický polymer naprosto nehořlavým materiálem a neshořel v intenzivním ohni (požáru). Většina požárů vzniká z nízkoenergetických zdrojů tepla a ohně jako jsou cigarety, zápalky, svíčky či zkrat. Proto je velmi důležité snížit hořlavost polymeru, aby pomaleji vzněcoval, pomaleji se šířil plamen a aby pro vzplanutí bylo potřeba splnění přísnějších podmínek (vyšší teploty, toku energie atd.).

Byly vyvinuty přísady, díky kterým se polymerní výrobky stávají méně hořlavými. V dnešní době se do materiálů aplikují zpomalovače ohně (retardéry), které obsahují atomy chloru či bromu. Dalším způsobem je i chemická modifikace polymerů, taktéž pomocí chloru nebo bromu. Nejrozšířenějšími přísadami jsou *bromové zpomalovače hoření*. Podle odhadů se ročně přidávají do více než 2,5 milionů tun polymerové produkce převážně elektronického průmyslu. Bylo však zároveň zjištěno, že chlor a brom se dostávají do atmosféry a narušují ozonovou vrstvu Země. Proto je v současnosti hlavním úkolem polymerního průmyslu pracovat na bezhalogenových způsobech snížení hořlavosti.

V poslední době se především v evropských zemích z důvodu zpřísnění ekologických požadavků rychle snižuje používání látek obsahujících brom. Aktuálním ekologickým problémem celé společnosti se stávají elektronické odpady. Mobilní telefony, počítače, tiskárny, fotoaparáty nebo herní konzole morálně zastarávají už několik měsíců po zakoupení. S pomocí vychytralých reklamních společností se výrobci i prodavači snaží jakýmkoli způsobem zvýšit poptávku po své produkci, a to především tím, že u kupujících vzbuzují touhu zřít se "starých" věcí ve prospěch nových. To vše vede k tomu, že za 10 let se může množství toxických elektronických odpadů zvýšit až 500krát.

3.3. Skla

Podle definice je za sklo považován materiál **obecné struktury**, tj. amorfní pevná látka, která při ochlazení do pevného stavu nekystalizuje. Vědci datují počátek používání skla k roku 3500 př. n. l. do dob starověkého Egypta. Proslulý římský spisovatel Plinius Starší uvedl v 1. století ve svém díle *Naturalis historia* krásnou legendu. Kdysi dávno starověcí feničtí kupci zastavili na písčném pobřeží řeky, aby si odpočinuli. Rozdělili oheň a místo kamenů ho ohraničili kousky ledku, se kterým obchodovali. Druhý den ráno ve vychladlém ohništi našli valouny pevného, ale křehkého materiálu, který do té doby neznali. Bylo to první sklo. A tak je od dob Plinia za kolébku sklářství datovaná 2.- 1. tisíciletím př. n. l. považována starověká Fénicie, která se rozkládala ve Východním Středomoří. Avšak nové archeologické výzkumy dokazují, že rodištěm skla byl Egypt ve 4. tisíciletí př.n.l.

Na území egyptského starověkého města Achetatonu byly nalezeny ostatky nejranějších sklářských pecí s kousky skleněných předmětů. Egyptští mistři začali přidáváním různých kovů sklo barvit na jasné zářivé barvy, a tak ho připodobňovali k drahocenným kamenům.

Pro zlepšení kvality přidávali skláři Římské říše do svých skleněných výrobků koloidní částice zlata. Jako příklad můžeme uvést proslulý Lykurgův pohár (4. st. n. l.), který je uložen v Britském muzeu. Pokud na pohár posvítíme zvenjšku, má tmavě nazelenalou barvu, ale při prosvícení zevnitř je červený. Děje se to v důsledku optických efektů částic koloidního zlata rozptýlených ve skle, jejichž optimální velikost pro získání jasně rubínové barvy je 5–60 nm. Tato technologie se zachovala až do dnešní doby a byla mimo jiné použita pro obarvení kremelských hvězd tzv. Cassiovým purpurem (název podle Andrease Cassia, hamburského skláře 17. století), což jsou nanočástice zlata rozpuštěné ve skle.

Původ této jasné barvy zůstal tajemstvím až do poloviny 19. století. V roce 1857 Faraday předpokládal, že pozoruhodná barva vzniká pomocí kovového zlata v koloidní formě. Jako první vysvětlil závislost barvy skla na kovových příměsích a jejich velikosti Gustav Mie v časopise *Annalen der Physik* v roce 1908. Zjistil, že nesférické nanočástice zlata a stříbra adsorbují a rozptylují světlo různých délek v závislosti na velikosti a tvaru nanočástic.

První skla, která lidé používali, měla přírodní původ. Například obsidián lehce tvoří ostré hrany, a proto z něho vyráběli nože, hroty šípů a další rezné nástroje.

3.3.1. Sklovitý stav

Pro všechna známá skla jsou typické dvě základní vlastnosti:

Za prvé, skla nemají pravidelné uspořádání atomů.

Za druhé, což je mnohem důležitější, každé sklo charakterizuje teplotní interval skelného přechodu.

Tím pádem můžeme sklo definovat jako **amorfní pevnou látku s nepravidelně uspořádanou strukturou atomů a teplotním intervalem skelného přechodu**. Sklem je každá látka (neorganická, organická nebo kovová získaná různým způsobem), která má teplotní interval skelného přechodu.

V současnosti je známo, že v podstatě *každá látka* se může stát sklem, pokud je ochlazena tak rychle, že nedojde k přestavbě struktury na periodickou, která je nezbytná pro krystalizaci. Otázka nespočívá v tom, jaká konkrétní látka tvoří sklo, ale v tom, jak rychle se musí ochladit, aby nedošlo ke krystalizaci.

Termín krystalizace v podstatě zahrnuje dva procesy: *nukleaci (tvorbu krystalových zárodků) a růst krystalů*. Krystalizační centra mohou být homogenní, tj. vznikají samovolně v tavenině, nebo heterogenní, tj. vznikají na přítomných nehomogenitách.

Upřesníme si ještě jednou, že skelný přechod probíhá v **intervalu** teplot a nemůže být charakterizován určitou teplotou. Pro zjednodušení byl zaveden pojem *teplota zeskelnění – T_g* , který udává *přibližnou teplotu*, při které přechlazená kapalina přechází do pevného skupenství. Teploty zeskelnění různých skel jsou uvedeny v tabulce 3.3.

Tabulka 3.3. Teplota zeskelnění

Materiál	Druh mezimolekulární interakce	T_g (°C)
SiO ₂	Kovalentní vazba	1430
Boritokřemičité sklo	Kovalentní vazba	550
Pd _{0,4} Ni _{0,4} P _{0,2}	Kovová vazba	580
BeF ₂	Iontová vazba	570
As ₂ S ₃	Kovalentní vazba	470
Polystyren	Van der Waalsovy síly	370
Polyvinylchlorid	Van der Waalsovy síly	81
Polyethylen	Van der Waalsovy síly	-30

Skla jsou neorganické rentgenově amorfní termoplastické materiály s řadou specifických vlastností. Vlastnosti skel stejně jako jiných materiálů můžeme rozdělit

do skupin. K nejdůležitějším z nich řadíme vlastnosti mechanické, termické, elektrické, optické a chemické. Ve sklářské technologii hrají důležitou roli formovací vlastnosti roztaveného skla a částečně i viskozita, povrchové napětí a rychlost tuhnutí.

Průmyslová skla mají obvykle hustotu $2,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Skla obsahující značné množství nízkomolekulárních oxidů kovů (B_2O_3 , Li_2O) mají nižší hustotu. Skla s oxidy těžkých kovů, olova, bismutu a dalších mají vysokou hustotu (až $8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$).

Výsledky současných výzkumů chemických vlastností skel a jejich struktury získané pomocí přímých analýz (elektronová mikroskopie, rozptyl rentgenového záření pod malými úhly, Rayleighův rozptyl světla) ukazují, že mnohá skla, včetně průmyslových, nemůžeme považovat za naprosto homogenní systémy.

Sklovitý stav je vlastní široké skupině neorganických látek, ať už jednotlivým prvkům nebo složitým mnohasložkovým soustavám. Sklo jako umělý produkt může obsahovat téměř všechny prvky periodické soustavy.

Bylo zjištěno, že schopnost jednotlivých prvků tvořit sklo souvisí se strukturou elektronového obalu.

Ke vzniku sklotvorných vlastností dochází v případech, kdy interagující atomy mají ve vnějším elektronovém obalu p -elektrony. Nejpříznivější podmínky vznikají při přítomnosti čtyř p -elektronů (s^2p^4), což je typické pro prvky 16. skupiny periodické soustavy, tedy pro O, S, Se, Te. Poslední jsou spojeny kovalentními vazbami pouze se dvěma sousedními atomy a tím vytváří řetězce a složitější propletence. Prvky 16. skupiny tvoří skla spolu s prvky 13. (B, Al, Ga, In, Tl – obal s^2p), 14. (C, Si, Ge, Sn, Pb – obal s^2p^2) i 15. (N, P, As, Sb, Bi – obal s^2p^3) skupiny periodické soustavy prvků.

Z pohledu základního výzkumu je jedním z hlavních problémů vědy o materiálech struktura amorfních látek a skel. Ze všech látkových skupenství vyniká svým geometrickým uspořádáním atomů na dostatečně velkých vzdálenostech pouze krystalický stav. To vedlo k obrovskému pokroku v pochopení krystalického stavu pomocí experimentálních metod a k vytvoření uspokojivých teoretických modelů. Avšak nekrystalické materiály (obrovské množství amorfních látek a skel hojně využívaných v praxi) nedisponují takovým uspořádáním. Zároveň je známo, že všechny amorfní látky s nejrůznějšími typy krátkodosahového uspořádání mají několik společných vlastností, například pravidlo 2:3 pro vztah mezi teplotou zeskenění a teplotou tání.

Absence dalekodosahového a periodického uspořádání nevylučuje existenci struktury, která definuje vlastnosti látky. Dřívější diskuse o struktuře skel byly zaměřeny

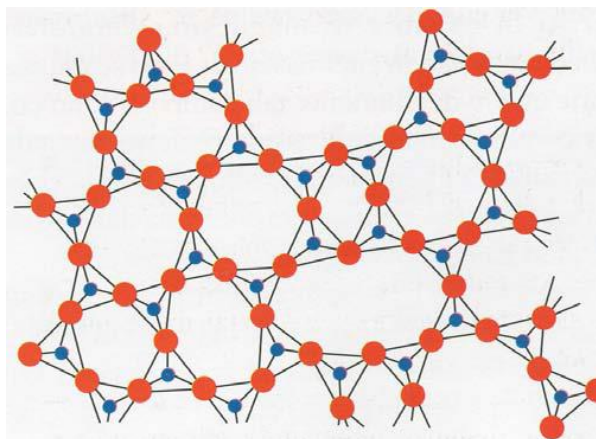
především na křemičitá skla, obzvláště na sklotvorný oxid křemičitý a na alkalickokřemičitá skla.

Základem nových přístupů k teoretickému popisu amorfních látek a skel může být uvědomění si skutečnosti, že neuspořádanost v amorfních látkách a sklech není absolutní. Periodické rozložení atomů, které je vlastní krystalům, je zachováno v objemu několika koordinačních sfér a poté je nějakým způsobem porušeno.

Základní stavební jednotkou křemičitých skel je tetraedr SiO_2 tvořený čtyřmi aniony kyslíku. Ve sklovitém stavu jsou sousední tetraedry spojeny atomy kyslíku, jenž se nachází na vrcholu. V důsledku toho vzniká skelet – nepravidelná trojrozměrná síť (obr. 3.8).

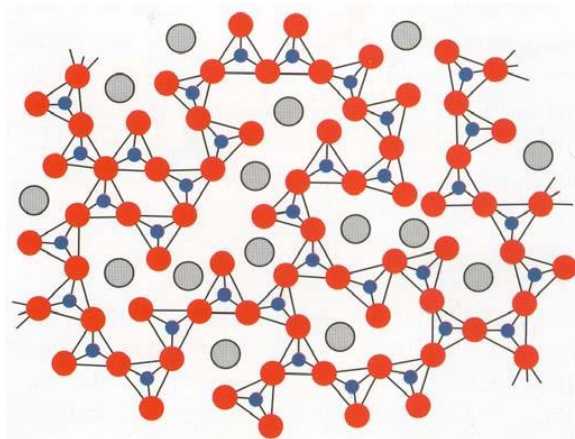
Změnu struktury způsobuje přidání oxidu, jakožto modifikátoru. Velké iony kovů (např. vápníku) se nepřipojují k síti, ale zůstávají mezi uzly (obr. 3.9).

Fyzikální vlastnosti a geometrická struktura amorfních materiálů spolu úzce souvisí. Neuspořádanost v amorfních látkách je topologická a topologické defekty není možné odstranit malými posuny atomů, ale je zapotřebí celková přestavba struktury.



Obr. 3.8. Nepravidelná trojrozměrná síť skla

Poloměr korelace struktury R_c vyjadřuje vzdálenost, při níž je uspořádanost ještě zachována. Podle odhadů je u amorfních a skelných materiálů R_c roven přibližně 1 nm.



Obr. 3.9. Síť skla s modifikátorem

3.3.2. Struktura skel

Na první pohled se termín *struktura skla* může zdát nekorektním. Jak mohou látky, které nemají dalekodosahové uspořádání a pravidelnou strukturu, disponovat strukturou, která je typická pro *konkrétní složení*. Zároveň víme, že vlastnosti třech různých vzorků skel *stejného* složení získané nezávisle ve třech různých laboratořích a vychlazených stejným způsobem budou v *určitých mezích stejné*.

Absence dalekodosahového a periodického uspořádání nevylučuje existenci struktury, která definuje vlastnosti látky.

Při tavení vsázky vzniká kapalina, která se v některých případech samovolně rozdělí na dvě viskózní kapaliny nebo fáze. Úplné rozdělení do dvou vrstev je velmi pomalé, protože zpočátku kapaliny tvoří homogenní směs. Ochlazení taveniny na teplotu nižší, než je teplotní interval skelného přechodu, je podobné zmrazení směsi oleje a vody. Získané sklo se stává *rozděleným na fáze* (heterogenním).

Nemísitelnost kapalin nebo rozdělení na fáze je u tekutin i u sklotvorných tavenin obvyklým jevem.

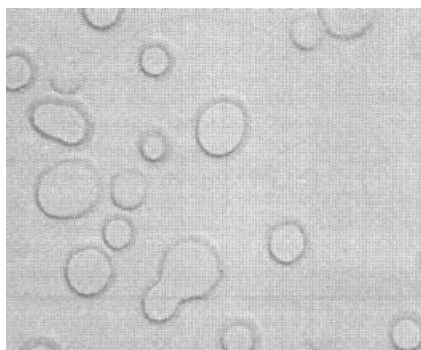
Existují dva mechanismy fázové separace.

První mechanismus se nazývá *nukleace a růst*, při kterém mnohé faktory řídicí utváření krystalů mají vliv i na fázové rozdělení.

Druhým mechanismem je *spinodální rozpad* (*spinodální rozdělení*). Spočívá v postupné změně složení obou fází, dokud není dosaženo hranice nemísitelnosti.

Oba mechanismy způsobují vytvoření odlišné mikrostruktury ve vznikajícím skle. Nukleace a růst odpovídají krystalizaci, proto formující se struktura skla má některé společné rysy se strukturou krystalů. Růst probíhá na jednotlivých izolovaných zárodcích,

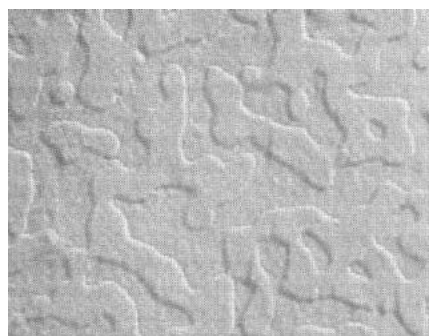
ale místo vzniku druhé fáze je jasně odděleno. Jelikož druhá fáze představuje kapalinu a povrchová energie kulovitých ploch je minimální, je druhá fáze souborem izolovaných kulovitých částic homogenního složení, jež jsou rovnoměrně rozloženy v matrici jiného homogenního složení. Tento typ mikrostruktury se nazývá *kulovité částice v matrici* (obr. 3.10).



Obr. 3.10. Mikrofotografie heterogenního skla s mikrostrukturou typu kulovité částice v matrici

Při spinodálním rozkladu vzniká *vzájemně propojená* mikrostruktura, jejíž každá fáze představuje dlouhé útvary, které jsou všesměrově rozloženy v celé struktuře (obr. 3.11).

Nemísitelnost kapalin je typická pro velmi mnoho sklotvorných tavenin, proto fázové rozdělení nepovažujeme u skel za výjimku, ale za normu. Stupně fázového rozdělení se mohou měnit z úrovně submikroskopické, kterou můžeme určit pouze s pomocí elektronového mikroskopu, až na makroskopickou úroveň, kdy dochází k rozdělení taveniny na dvě vrstvy. Rozhodující vliv na kinetiku fázového rozdělení má viskozita, která udává rychlost přenosu hmoty v taveninách.



Obr. 3.11. Mikrofotografie heterogenního skla s propojenou mikrostrukturou

Bylo zjištěno, že schopnost jednotlivých elementů tvořit sklo souvisí se strukturou elektronového obalu.

Sklotvorné vlastnosti vznikají v případech, kdy atomy ve vzájemné interakci mají ve vnějším elektronovém obalu p -elektrony. Nejpriznivější podmínky vznikají při přítomnosti čtyř p -elektronů (s^2p^4), což je typické pro prvky 16. skupiny periodické soustavy, tedy pro O, S, Se, Te. Poslední jsou spojeny kovalentními vazbami pouze se dvěma sousedními atomy a tím vytváří řetězce a složitější propletence. Prvky 16. skupiny tvoří skla spolu s prvky 13. (B, Al, Ga, In, Tl – obal s^2p), 14. (C, Si, Ge, Sn, Pb – obal s^2p^2) i 15. (N, P, As, Sb, Bi – obal s^2p^3) skupiny periodické soustavy prvků.

Identifikace skel je odvozena od příslušných složek. Například, sklo, v němž je hlavním sklotvorným komponentem oxid křemičitý SiO_2 , se nazývá křemičité. Pokud kromě SiO_2 přidáme značné množství B_2O_3 , sklo se nazývá boritokřemičité sklo.

I samotný oxid křemičitý výborně tvoří sklo, ale jeho širokému uplatnění jako je výroba okenního skla, lahví a dalších výrobků brání vysoká teplota tání (více než $2000\text{ }^\circ\text{C}$).

Pro výrobu křemičitého skla je potřeba přidat *tavidla*, která snižují teplotu tání na přijatelnější hodnotu, tj. méně než $1600\text{ }^\circ\text{C}$. Jako tavicí přísady se nejčastěji používají oxidy alkalických kovů, obzvláště Na_2O (soda) a oxid olovnatý PbO . Oxid sodný se přidává do většiny průmyslových skel, i do těch, ze kterých se vyrábí nádobí a okenní sklo. Oxid draselný K_2O se také často objevuje v průmyslových sklech; oxid lithný Li_2O se používá ve sklokeramických materiálech (sklokeramice).

Většina současných strukturních modelů skla je sjednocena v tzv. *teorii neuspořádané mřížky*, která je založena na idejích Zachariasena. Zpočátku byla jeho práce, která je dnes považována za klasickou, předurčena pro objasnění tendence látek ke sklotvorbě, nikoliv pro posouzení strukturních modelů. Termín *neuspořádaná mřížka* se ani nepoužíval. V důsledku širokého používání a dalšího rozvoje se ideje Zachariasena přeměnily v *Zachariasenova pravidla* sklotvorby a v současnosti se používají pro opodstatnění strukturních modelů skla.

Zachariasenova pravidla pro tvorbu skla v jednoduchých oxidech:

- 1) Každý atom kyslíku je spojen s maximálně dvěma kationty.
- 2) Koordinační číslo kationtu kyslíku tvořícího síť je nízké.
- 3) Kyslíkové polyedry jsou spojeny pouze vrcholy, ale ne hranami či plochami.
- 4) Pro vznik trojrozměrné mřížky musí být spojeny minimálně tři vrcholy každého polyedru kyslíku.

3.3.3. Klasifikace skel

Anorganická skla dělíme na několik typů: prvková, oxidová, halogenidová, chalkogenidová a směsná.

Prvková skla jsou tvořena atomy jednoho prvku. Patří mezi ně skla ze síry, selenu, arsenu a fosforu. Tato skla však zatím nemají široké uplatnění.

Nejrozšířenější a prakticky využívaná jsou oxidová skla.

Z halogenidových skel jsou nejdůležitější ta, jejichž základní složkou je fluorid berylnatý (BeF_2). K nejcennějším vlastnostem fluoroberylátových skel patří vysoká odolnost vůči tvrdému záření a agresivním fluorovým a fluorovodíkovým prostředím.

Chalkogenidová skla jsou tvořena sulfidy, selenidy a teluridy. Za sklotvorné látky v nich považujeme síru, selen a tellur. Spolu s těmito prvky mohou chalkogenidová skla obsahovat fosfor, křemík, germanium, antimon, bismut, cín, stříbro, olovo, gallium, indium, thallium, zinek, kadmium, rtuť, měď a zlato. Chalkogenidová skla mají elektronovou vodivost, která je typická pro polovodiče, a vykazují vnitřní fotoelektrický jev.

Známa **oxidová** skla různorodého složení, která se prakticky používají nebo mají perspektivu využití, se dělí na určité třídy a skupiny. Následující klasifikaci a terminologii považujeme za nejvhodnější.

Při určování třídy se bere v úvahu povaha sklotvorného oxidu, který je hlavní složkou daného skla. Typickými sklotvornými látkami jsou B_2O_3 , SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 . Mnohé další oxidy (As_2O_3 , Sb_2O_3 , TeO_2 , V_2O_5) přechází do skelného stavu pouze při rychlém ochlazení malého množství, jiné (Al_2O_3 , Ga_2O_3 , Bi_2O_3 , TiO_2 , MoO_3) samy o sobě prakticky nesklovatí, avšak v kombinaci s určitými složkami v binárním nebo složitějším systému se jejich latentní a zárodečné sklotvorné vlastnosti silně projevují a mohou tak být základem pro syntézu samostatných tříd skel. Celkově tedy rozlišujeme třídy křemičitých, boritých, fosforečnanových, germaniových, teluritových, hlinitanových a dalších skel.

Každá třída se dále dělí na skupiny, a to podle povahy dalších obsažených oxidů. Praktické využití mají skla se dvěma nebo třemi sklotvornými látkami.

Názvy skupin skel se tvoří následujícím způsobem. Název skupiny skel je totožný s názvem třídy v případě, že kromě jedné sklotvorné látky dané sklo neobsahuje oxidy Me_2O_3 , MeO_2 , Me_2O_5 , MeO_3 . Terminologie se také nemění, pokud je obsah těchto oxidů menší než 3 % (hmotnosti). V ostatních případech se k označení křemičité, borité, fosforečnanové atd. přidává označení aluminó-, boro-, titano- atp. podle typu příměsí.

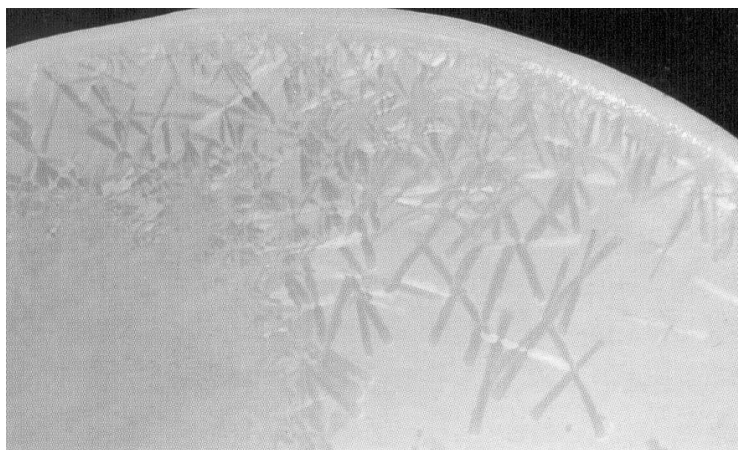
Pokud je třeba uvést několik dalších složek, uvádějí se v pořadí podle jejich molární koncentrace ve skle. Tradičně se na konci názvu uvádí hlavní sklotvorný oxid. Například v boro-hlinito-křemičitém skle je hlavní sklotvornou složkou SiO_2 .

Kinetický model sklotvorby ukazuje, že hlavním faktorem, který určuje viskozitu sklotvorby v tavenině, je závislost viskozity na teplotě. Sklo se nejnáze tvoří ve dvou případech:

- a) pokud teplotě tání krystalické fáze odpovídá velmi vysoká viskozita taveniny;
- b) pokud při snížení teploty viskozita velmi rychle roste.

V tomto případě brání krystalizaci taveniny kinetická bariéra přeskupování atomů způsobená vysokou viskozitou.

Viskozita určuje nejen možnost a snadnost sklotvorby, ale je také důležitá při stanovení podmínek tavení. Kromě toho viskozita udává i horní teplotní limit použití jakéhokoli skla a podmínky devitrifikace, tj. odskelnění nebo spontánní krystalizace (obr. 3.12.).



Obr. 3.12. Spontánní krystalizace skla

Nejdůležitější složkou každé sklářské vsázky je sklotvorná látka. V případě oxidového skla se obvykle nazývají *síťovací činidla*. Každé sklo obsahuje jednu nebo více složek, které tvoří jeho strukturu. Nejjednodušší způsob výroby obyčejného křemenného skla je tavení říčního písku při teplotě 1800–2000 °C. Na rozdíl od ostatních skel, které je potřeba rychle ochladit, křemen sám vytváří sklovitou látku při pomalém chlazení, což je způsobeno jeho složitou krystalickou strukturou. Podle některých odhadů utváření přírodního křemene trvá 100 000 let!

3.3.4. Smalt, glazura, sklokeramika

Smalt je převážně lehce tavitelné sklo složitěho složení, které se jako tenká vrstva nanáší na kovové výrobky a chrání tak povrch před oxidací. Technika výroby a nanášení smaltů pochází stejně jako sklo ze starověkého Egypta. Jako první se smaltovaly drahocenné kovy, zejména zlaté šperky, později bronzové výrobky.

Ve druhé polovině 18. století začali v Německu pokrývat smaltem litinové a později ocelové nádoby, což považujeme za počátek *technického smaltování*.

Složení smaltů (tab. 3.4) se odvíjí od funkčního využití smaltovaného výrobku.

Tabulka 3.4. Složení smaltů v hmotnostních procentech

Prvek	Jednožárný smalt ocele	Smalt pro nádoby z hliníku	Sklokeramický povlak nichromu
SiO ₂	30,47	-	37,90
Na ₂ O	17,19	21,15	-
K ₂ O	7,08	5,50	4,80
Li ₂ O	8,36	2,00	7,30
MgO	-	-	2,00
CaO	0,55	-	9,10
ZnO	-	-	4,00
BaO	-	-	2,00
Al ₂ O ₃	3,68	24,84	26,60
B ₂ O ₃	13,81	11,25	-
TiO ₂	16,61	2,50	6,30
P ₂ O ₅	1,70	32,78	-
Fe ₂ O ₃	0,20	-	-
CoO	0,50	-	-
NiO	0,10	-	-
MnO	0,10	-	-

Glazura je tenký sklovitý povlak na povrchu keramických výrobků, který vzniká nanesením a tavením lehce tavitelných sloučenin na jejich povrchu.

Podle archeologů se použití glazury na keramických výrobcích datuje do 4. tisíciletí př. n. l. v Egyptě a na konec 2. tisíciletí v Mezopotámii. V době bronzové se používala technologie, která byla založena na smíchání alkálií z rostlinného popelu o nízké teplotě tání s drceným křemenem. Glazurované výrobky měly díky přítomnosti oxidů železa a mědi typickou tmavě modrou nebo zelenou barvu. V 1. tisíciletí dosáhlo glazurování v Asýrii vysoké úrovně. V 7. st. př. n. l. byly v knihovně asyrského cara hliněné pálené tabulky, na kterých byla popsána technika výroby barevných glazur fritováním.

Ačkoliv barva glazury do určité míry závisí na barvě keramiky, která má být potažena, hlavními barvivy přesto zůstávají oxidy kovů. Do 17. století byl nejpoužívanější kobalt pro tmavě modrou barvu, měď pro zelenou (nebo červenou při redukčním pálení), cín pro bílou, mangan pro červenou, antimon pro žlutou a železo pro červenou a hnědou.

Glazury dělíme podle různých rysů.

Podle složení dělíme glazury na živcové, zirkonové, glazury s obsahem stroncia, boritoolovnaté a další. Některá složení glazur jsou uvedena v tabulce 3.5.

Tabulka 3.5. Některá složení glazur v hmotnostních procentech

Prvek	Glazura tvrdého porcelánu	Glazura majoliky
SiO ₂	74,01	36,80
Na ₂ O	1,09	1,32
K ₂ O	3,31	0,54
CaO	4,65	1,81
MgO	2,93	1,23
Al ₂ O ₃	13,71	4,90
B ₂ O	-	11,90
TiO ₂	0,10	0,26
Fe ₂ O ₃	0,20	0,22
PbO	-	39,80

Podle teploty tání rozlišujeme glazury tvrdé (těžko tavitelné) s minimální lící teplotou 1100 °C a měkké (nízkotavitelné).

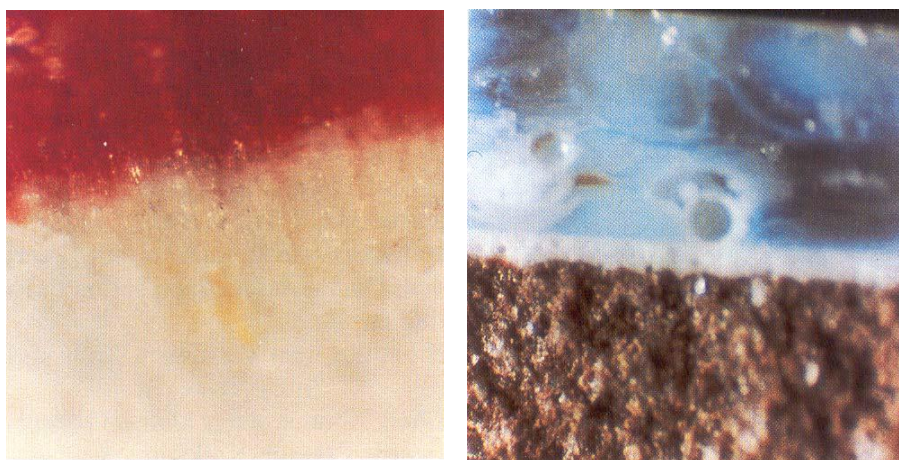
Podle způsobu zpracování mohou být glazury surové (nefritované) a předem tavené (fritované). Surové glazury se používají v případě, že neobsahují složky rozpustné ve vodě. Surové glazury jsou zpravidla těžko tavitelné, používají se jako povlak porcelánu nebo poloporcelánu.

Podle průsvitnosti dělíme glazury na průhledné a zakalené (krycí). Zakalení glazury je založeno na krystalizaci při přidání řady příměsí (ZrO₂, TiO₂, SnO₂) a likvací ve sklovité fázi. Průhledné a zakalené glazury lze obarvit na různé barvy pomocí aplikace barvicích oxidů nebo solí rozpustných v tavenině.

Způsoby nanášení glazury závisí na druhu výrobku, stavu střepů (sušené, pálené, dvakrát pálené) a charakteru výroby. Keramické výrobky mohou být vypáleny jednostupňovým pálením, v tom případě se glazura nanáší na vysušenou surovinu. Pohlcování vody před glazurováním je zpravidla 16–19 % u porcelánu, 9–16 % u fajánsových výrobků. Kromě jednostupňového pálení se v průmyslu využívá i dvojestupňové pálení, kdy se glazura nanáší na již pálený výrobek, ten je poté ještě jednou

vypálen při nižší teplotě. Italský keramický průmysl produkuje výrobky pálené třikrát, kdy se na výrobek po druhém pálení nanáší druhá vrstva glazury a poté se znovu pálí. V takovém případě je dosaženo trojrozměrného optického efektu.

Při nanášení glazury na stěp vzniká otázka, jak pevné je jejich vzájemné spojení. Správně vybraná a odpovídajícím způsobem nanášená glazura proniká dostatečně hluboko do stěpu (3.13, vlevo), což zajišťuje její trvanlivost. V jiných případech se na pomezí stěpu a glazury může vytvořit mezivrstva (3.13, vpravo), což časem způsobí odlupování glazury. K tomu často dochází, když keramický materiál obsahuje zvýšené množství karbonátů.



Obr. 3.13. Glazura proniká hluboko do stěpu (vlevo), jasná hranice mezi glazurou a stěpem (vpravo)

Sklokeramika je polykrystalický materiál získaný ze skla záměrnou krystalizací. Je typická jemnozrnnou strukturou a oproti sklu vyššími fyzikálními a chemickými vlastnostmi.

Sklokeramika je svou polykrystalinitou a některými vlastnostmi shodná s keramikou, ale odlišuje se prakticky úplnou absencí pórovitosti, protože sklokeramiku získáváme z taveniny.

Jedním z hlavních specifíků sklokeramiky je jemnozrnnost. Velikost krystalů je maximálně 1–3 μm . Mezi krystaly jsou mezivrstvy zbytkové sklovité fáze, jejichž množství se může pohybovat od 5 do 70 procent.

Z hlediska termodynamiky je samovolný přechod skla do krystalického stavu naprosto přirozeným procesem, protože skelná struktura je nestabilní. Již na počátku 20. století se pokoušeli získat nový materiál na bázi krystalických skel, která jsou na rozdíl od běžných skel vícefázová. Výroba skleněných krystalických materiálů začala

v roce 1955, kdy tento materiál vyrobili rumunští vědci a nazvali ho *rumunský porcelán*. Nový materiál byl dvakrát pevnější než výchozí sklo. Vyráběli z něj nádoby, obkladové dlaždičky a elektroizolační výrobky.

Složení některých průmyslově vyráběných skel jsou uvedena v tabulce 3.6.

Tabulka 3.6. Chemické složení (v hmotnostních %) některých průmyslově vyráběných skel

Druh skla	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	PbO	B ₂ O ₃
Obalové	72,0	2,5	11,0		14,0		-	-
Ploché (tabulové)	70-73	0,5-2	9,2-15,9		13,3-16,7		-	-
Kvalitní nádoby	56-76	0-1,0	0-9	-	0,12	3-16	12-30	0-4,0
Skleněná vlákna	53	15	17	4	0,3	-	-	10
Laboratorní a sklo pro zdravotnictví	67-81	2-5,2	1-10	1-3	4-14	1-6	-	0-12
optické	31,6	-	-	-	-	2,85	65,3	-
Elektrotechnické	59,8	5,5	5,5	2,5	5,5	9,8	10,5	BO _{2,3}
Sklo světelné techniky	74,1	1,3	7,0	2,1	15,5	-	-	-
Základní smalty	39-68	1-6	0-17	0-1,3	11-22	0-3,5	-	0-26
Krycí smalty	30-58	1-10	0-11	-	7-22	0,5	-	0-11

3.3.5. Kovová skla

Kovy obvykle krystalizují velmi rychle, ale myšlenka výroby rychle chlazeného kovu ve formě sklovité hmoty fascinovala mnoho badatelů. V roce 1957 dokázal Saul Duwez z Kalifornského technologického institutu rychle ochladit kapku roztavené směsi zlata a křemíku na měděné destičce, která byla chlazená kapalným dusíkem. Vznikla tak nová látka, kterou nazvali *kovové sklo*. U některých kovových tavenin se díky rychlosti ochlazení 10^5 – 10^7 K/s podařilo dosáhnout amorfního stavu, tj. získat kovová skla s jedinečnými vlastnostmi.

V současnosti se kovová skla vyrábějí v průmyslovém měřítku. Až na některé výjimky se vyrábí ve formě tenkých pásků nebo povlaků, protože pro zabránění krystalizaci je potřeba velmi rychlé ochlazení. Příklady takových skel jsou Pd₈₀Si₂₀ a Ni₈₀P₂₀. Nejrozšířenější průmyslový způsob jejich výroby spočívá v kapání roztaveného kovu na rotující a nepřetržitě ochlazovaný válec, a tak vzniká kovové sklo ve formě pásy požadované velikosti. Rychlost výroby pásků je dostatečně vysoká, přibližně 27 metrů za sekundu.

Součástí strukturních modelů kovových skel jsou elementy teorie neuspořádané mřížky, hypotézy krystalické struktury skla a teorie hustého nepravidelného uspořádání kulovitých částic.

Neutuchající zájem různých průmyslových odvětví o tyto pozoruhodné látky je dán především jejich dvěma unikátními vlastnostmi.

Faktem je, že deformace pevných krystalických látek souvisí s dislokacemi. Zároveň víme, že charakteristickým rysem kovových skel je neuspořádanost, takže v nich nemohou existovat dislokace, a proto tyto materiály vynikají svou pevností, což například umožňuje výrobu hlav golfových holí.

Magnetická reorientace v kovových sklech při poměrně malých energetických ztrátách souvisí s absencí hranic mezi krystalickými zrny. Není divu, že důležitým odvětvím průmyslové výroby kovových skel se stala produkce magnetických jader výkonných transformátorů a jiných elektromagnetických zařízení.

3.3.6. Vlastnosti skel

Tavený křemen je tepelně stabilní do 1665 °C a jeho koeficient teplotní délkové roztažnosti je $5,5 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$. Pro srovnání, teplota měknutí a koeficient teplotní délkové roztažnosti okenního skla je 500 °C a $9,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Mechanické vlastnosti křemene jsou žádoucí pro vysokoteplotní použití, avšak je obtížné toto sklo tvarovat do požadované formy tradičním foukáním. Křemenné sklo propouští ultrafialové záření ($\lambda = 190\text{--}300 \text{ nm}$), což vypovídá o tom, že rozpětí vzdáleností v jeho neuspořádané struktuře je menší než u skel s přísadami.

Díky rozvoji sklářské technologie je možné vyrábět typy skel s různou kombinací oxidických příměsí. Pro snížení teploty tání SiO_2 se do písku přidává zhruba 18 % uhličitanu sodného (sody, Na_2CO_3). Ionty Na^+ jsou pro hotové sklo škodlivé, protože snadno solvatují, tj. obklopují se molekulami vody, což způsobuje korozi. Přidáním 10 % vápence se část iontů Na^+ nahrazuje Ca^{2+} , a tak nedochází k solvataci. Při zahřívání této směsi na teplotu tání (1000 °C) vzniká směs křemičitanu vápenatého (CaSiO_3) a sodného (Na_2SiO_3). Chlazením vzniká sklo, které se nazývá optické nebo *sodnovápenatokřemičité sklo*. Tento typ skla tvoří 90 % veškerého celosvětově používaného skla.

Existuje mnoho dalších způsobů výroby skla s definovanými vlastnostmi. Například Evropané jako první zjistili, že kombinací K_2O , získaného z rostlinného popelu, vápna a křemene lze vyrobit sklo, které se později používalo k výrobě barevných

skleněných oken. Další populární náhražkou vápna a sody je oxid boritý (B_2O_3), který se používá pro výrobu boritokřemičitého skla. Toto sklo má podobné fyzikální vlastnosti jako sklo křemenné. Koeficient jeho teplotní roztažnosti je $3,3 \cdot 10^{-7} K^{-1}$, ale teplota měknutí je pouze 700 °C. V obchodech se prodává kuchyňské a laboratorní vybavení z boritokřemičitého skla značky PyrexTM.

V roce 1957 americká firma Coming glassworks vyrobila nový materiál *pyroceram*, jehož autorem byl P. Stookey, který od roku 1947 pracoval s fotosenzitivními skly. Složení těchto skel je v soustavě $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$ a obsahuje malé množství mědi, stříbra nebo zlata, které mohou drobně vykrytalizovat během tepelného zpracování skel. Fotografický obraz na skle vzniká selektivním osvětlením přes negativ. Pomocí této technologie se dnes vyrábí obrazy na skle. P. Stookey nahřál fotosenzitivní sklo na teplotu přesahující obvyklou teplotu tepelného zpracování. Sklo se však netavilo, ale přeměňovalo v neprůhledný kalný polykrystalický materiál mnohem pevnější než původní sklo.

Rovnoměrné rozložení mnoha krystalizačních center v celém objemu zajišťovalo rovnoměrný růst krystalů a vytvoření skeletu, který během navazující krystalizace při zvýšených teplotách udržuje pevnost výrobků.

Na Mohsově stupnici tvrdosti se tvrdost oxidačních skel pohybuje v rozmezí 5–7, nitridová skla jsou podstatně tvrdší. Boritá, germaniová a fosforečnanová skla jsou zpravidla měkčí než křemičitá.

Odolnost skel vůči prasknutí je obvykle mnohem menší než jejich teoretická pevnost, což lze vysvětlit prasklinami na povrchu, které sklo značně oslabují. Touto problematikou se dopodrobna zabýval Griffiths, který zjistil, že skutečná pevnost závisí na tvrdosti skla, která určuje odolnost vůči vzniku prasklin, tj. odolnost vůči poškrábání.

Jak vznikají kritické nebo Griffithovy praskliny ve skle? Je zřejmé, že příčinou vzniku může být kontakt skla s jakoukoli tvrdší látkou, tím pádem odírání tvrdou látkou snižuje pevnost skla. Ke vzniku prasklin stačí, když na vzorek skla působí stejný skleněný nebo kovový předmět, který se používá při ručním zpracování skla. Příčinou popraskání může být i chemické zpracování. Dotknutí se skla způsobuje vznik prasklin působením NaCl, který se dostává na sklo z kůže. Popraskání je způsobováno tepelným napětím, které vzniká rychlým ochlazením skla. Dlouhé nahřívání skel také snižuje jejich pevnost, jelikož na povrchu může vznikat omezený počet krystalů nebo se na něm usazují drobné částičky prachu.

Chránit povrch skla před prasklinami je poměrně těžký úkol. Povrch čerstvě vyrobeného skla má při styku s jinými materiály velmi vysoký koeficient tření.

Pravděpodobnost vytvoření prasklin na skle můžeme snížit nanesením maziva na jeho čerstvě vytvořený povrch.

Prasklin se můžeme zbavit odstraněním vnější povrchové vrstvy chemickým leptáním nebo mechanickým leštěním. Leptání otupuje vrchol praskliny a zkracuje její délku. Leštění plamenem odstraňuje praskliny viskózním prouděním v povrchové vrstvě.

Zpevňování skla. Pevnost skel můžeme zvýšit dvěma způsoby. Především se jedná o zabránění tvoření prasklin a odstranění již vzniklých. Odstranění prasklin je efektivní jen krátkodobě, protože rychle vznikají nové; také používání povlaků, které mají zabránit tvorbě prasklin, má omezené použití. Proto je potřeba se s přítomností prasklin smířit a zaměřit se na zabránění jejich zvětšování. Sklo praská vlivem napětí v tahu, které je však na koncích praskliny brzděno tlakovým napětím povrchové vrstvy.

Stlačení povrchové vrstvy můžeme dosáhnout iontovou výměnou, *tepelným vytvrzováním* nebo nanesením utlačujícího povlaku. Při tepelném vytvrzování se v důsledku rychlého ochlazení vytváří stlačená povrchová vrstva, jejíž tvorba začíná na horní hranici přechodu do skelného stavu nebo mírně nad ní. Vnitřní vrstvy skla se ochlazují pomaleji, důsledkem čehož se hustota skla v těchto vrstvách liší od hustoty ve stlačené povrchové vrstvě. Jelikož jsou vnitřní vrstvy a povrchová stlačená vrstva vzájemně propojeny, vzniká mechanické napětí, které kompenzuje rozdíly v hustotách vnitřních a povrchových vrstev.

Termické vytvrzování tenkostěnných nádob a skelných vláken není účelné, protože jsou jen nepatrné rozdíly v rychlosti chlazení. To stejné platí i pro skla s nízkým koeficientem teplotní objemové roztažnosti (β), mezi které patří křemenná nebo mnohá průmyslová boritokřemičitá skla. Pro ně je změna objemu v závislosti na změně teploty malá.

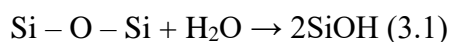
Stlačení povrchové vrstvy vzniká tehdy, když se podaří vytvořit tenkou vrstvu látky s menším koeficientem teplotní objemové roztažnosti. Dalším způsobem vytvrzování skla je krystalizace povrchové vrstvy, kdy je sodík nahrazen lithiem. Při chlazení dochází ke stlačení zkrystalizovaného místa a roztažení zbylé skelné hmoty.

Další metody vytvrzování jsou založeny na vytvoření kompozit pomocí vláken, staplů nebo krystalizace. Vytvrzování může také ovlivnit fázové rozdělení, které mění mechanismus šíření prasklin. Potřebné pevnosti je možné také dosáhnout vznikem malého množství krystalů oxidu zirkoničitého ve skle.

Únava skla. Časem se vlivem okolního prostředí snižuje pevnost skla. Pro tento jev, který vzniká při trvalém zatížení, se používá označení *statická únava*. Čím je zatížení delší, tím

závažnější poškození vznikají. A také čím rychleji zatížení roste, tím je porušení silnější. Pokud se tento jev projevuje při měnícím se zatížení, nazývá se *dynamická únava*.

Únava křemičitých skel bývá obvykle spojována s reakčními procesy, které zvyšují *mechanické napětí*, konkrétně se jedná o vzájemnou reakci vody s křemičitou mřížkou na koncích praskliny:



S rostoucí vlhkostí se zvyšuje únava skla tím, že stoupá koncentrace vody.

Únavu skel můžeme vysvětlit různými existujícími modely. Patří k nim například model *chemického vyklínování*, podle kterého se reagující molekuly ve skutečnosti nedostanou k vrcholům prasklin. Pohyb molekul pronikajících do praskliny je způsoben kapilárními silami. Působení těchto molekul při otevírání prasklin zvyšuje napětí ve vrcholech prasklin na takovou úroveň, že dochází k roztržení vazeb Si – O – Si.

Faktem je, že sklo je nejbezpečnější a nejekologičtější obal pro skladování potravin. Chemicky nejstabilnějšími křemičitými skly jsou ty s vysokým obsahem oxidu křemičitého. Olovnatá skla, včetně křišťálu, nejsou tak chemicky stabilní i ve srovnání s tabulovým nebo obalovým sklem.

Unikátní vlastností skel je schopnost propouštět světlo. Proč zrovna sklo, jako neuspořádaný materiál, bývá nejčastěji průhledný? Víme, že monokrystal je průhledný, pokud vzdálenost mezi uzly v mřížce je menší než vlnová délka viditelného světla. Tím pádem budou průhledná také skla, jejichž míra neuspořádanosti (d) je menší než vlnová délka světla ($d < \lambda$). Avšak méně průhledné je sklo s defekty a/nebo obsahem kovů nebo částic velkého rozměru. Intenzita záření, které proniká přes tabulové sklo o tloušťce 1 cm, je 88–90 % intenzity dopadajícího záření v závislosti na obsahu příměsí. Celkově je intenzita světla I_{trans} , které projde přes vzorek skla, podle Lambertova-Beerova zákona závislá na absorpčním koeficientu (k), koncentraci barevných příměsí (c) a tloušťce vrstvy (l):

$$I_{\text{trans}} = I_0 \exp(-kcl) \quad (3.2)$$

Tabulové sklo propouští v celém viditelném spektru, jeho světelná propustnost je snížena v UV oblasti kvůli příměsím Fe(III) a v IR oblasti v kvůli příměsím Fe(II).

Barvu skla určují legující přísady přidávané při jeho výrobě (tabulka 3.7.).

Tabulka 3.7. Barva skla v závislosti na přísadách

Přísada	Barva	Přísada	Barva
Co ₂ O ₃	modrá	SnO ₂	bílá
Fe ₂ O ₃	žlutozelená	Sb ₂ O ₃ , As ₂ O ₃	bílá
FeO	modrozelená	TiO ₂	žlutohnědá
Koloidní Se	červená	UO ₂	fluorescenční žlutá
Koloidní Au	červená	AgNO ₃	oranžovočervená
Koloidní Cu	červená	PbO/ Sb ₂ O ₃	žlutá (matná)
CuO	tyrkysová	K ₂ Cr ₂ O ₇	tmavě zelená
NiO	modrá/fialová/černá	Mn ₂ O ₇	purpurová

Mnohé skleněné materiály vyvinuté především ve druhé polovině 20. století jsou v podstatě nanokompozita, protože obsahují složky v nanorozměrech. Existují zprávy o tom, že rubínově červená skla obsahující nanočástice zlata vyráběli už ve starověkém Egyptě. Skláři starověkého Říma vyráběli sklo s nanočásticemi různých kovů. O nanočásticích ve sklech svědčí ohromná různorodost nádherných skleněných barevných vitráží ve středověkých chrámech.

V současnosti se do skla přidávají nanočástice mědi, stříbra, platiny, bismutu a dalších kovů, které poskytují širokou škálu barev. V závislosti na velikosti nanočástic, např. zlata, se získávají skla různého spektra.

Rozmanitých barev lze dosáhnout i barvením skla částicemi stříbra. Při procesu je potřeba regulovat množství přidávaného barviva, jeho velikost a režim tavení. Pokud je velikost nanočástic stříbra maximálně 25 nm, je sklo modré, pokud se velikost pohybuje od 25 do 55 nm, má sklo zelenou barvu a při rozměrech 70–80 nm je hnědé.

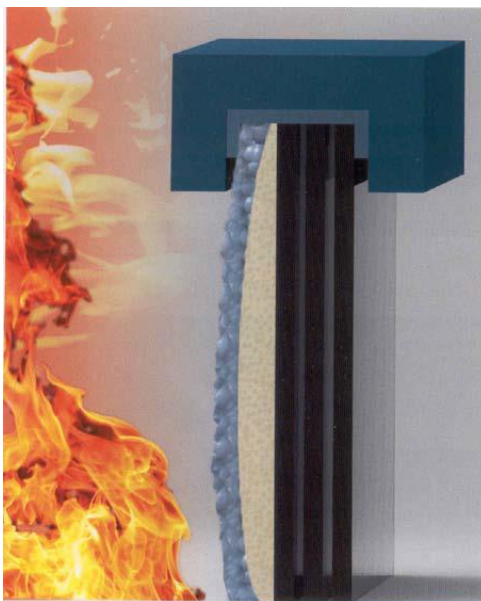
Perspektiva použití skleněných materiálů s nanočásticemi je dána řadou okolností.

Je známo, že vznik nanoobjektů a jejich životnost závisí na prostředí. Bez ohledu na to, jak moc je materiál rozmělněn, klesá jeho disperzita pouze do určité míry. Poté začíná opačný proces, tedy agregace, protože nanočástice jsou metastabilní a velmi aktivní. Vzhledem k tomu, že skelná tavenina představuje silně viskózní prostředí, které zabraňuje agregaci nanostruktur v ní vznikajících, můžeme mluvit o relativní stabilitě.

Za druhé, složení skel je natolik různorodé, že prakticky není v Mendělejevově periodické tabulce prvek, včetně plynů, halogenů nebo vzácných zemin, který by se nepoužíval jako součást skla a nezajišťoval by dané vlastnosti. To vymezuje širokou oblast výzkumných činností, protože nanočástice určují nejen vlastnosti nanomateriálu, ale zároveň vlastnosti matric (skla), obsahujících příslušné nanočástice. *Za třetí*, sklo je

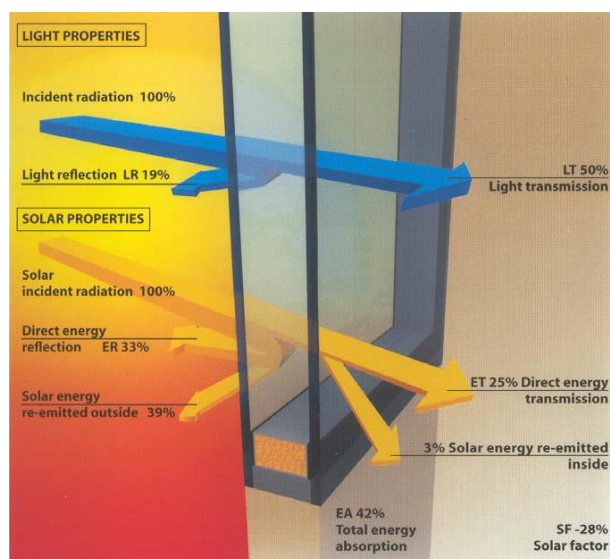
v celém rozsahu časových a teplotních intervalů od taveniny až po pevné skupenství velmi citlivé na vnější vlivy na úrovni nano, obzvláště na různá záření.

Rozvoj nanotechnologií vyžaduje nový přístup k technologiím i dobře známých materiálů. Nanotechnologické postupy byly využity k vývoji nelineárně optických nanokompozit na bázi oxidových skel, skleněných vláken vyztužených nanostrukturami a jiných skleněných materiálů. Stále rozšířenějšími se stávají ohnivzdorná skla (obr. 3.14.).



Obr. 3.14. Ohnivzdorné sklo

Otázky úspory energie staví do popředí sklo, které reguluje toky tepla vznikající pod vlivem slunečního záření (obrázek 3.15).



Obr. 3.15. Energeticky úsporné izolační dvojsklo

3. KOMENTÁŘ K PŘEKLADU

Součástí této diplomové práce je komentář k překladu, kterému se budu věnovat v následující kapitole. Uvedu mnou zvolený překladatelský postup, využívání překladatelských nástrojů. Zaměřím se na konkrétní jevy, které byly z hlediska překladu obtížné, na ty, u nichž došlo k transformaci formální či sémantické, i na chybné úseky výchozího textu.

Při překládání byla využívána překladatelská platforma SmartCat, která překladateli nabízí řadu výhod a zjednodušení při překládání, v případě, že s ní umí dotyčný pracovat. Za výhody považuji: nahrání celého textu (je malá pravděpodobnost vynechání či přehlédnutí věty, odstavce), upozorňování na rozdíly v číslech, zachování původního formátu. Mezi funkce, které jsem využívala a které mou práci zjednodušovaly bych zařadila: opakované vrácení se k překladu, potvrzování jednotlivých segmentů, vytváření poznámek k segmentům i k celému překladu, zachování původních verzí překladu v záložce historie, vyhledávání slov v celém textu, sestavení glosáře. Platforma také nabízí automatický překlad, který jsem však osobně nevyužila, neboť pro mě jako překladatele je poté obtížné odpoutat se od počítačem navrhovaného překladu. Mezi nevýhody bych zařadila: závislost na internetovém připojení, upozorňování na slova, která systém nezná, upozorňování na jiné grafické značky (např. v případě jiného spojení či rozčlenění vět nebo při psaní letopočtu římskými číslicemi v ruštině a arabskými v češtině apod.). Pokud si je však překladatel svou prací jistý, může odsouhlasit, že dané místo je v pořádku, a platforma ho dále neupozorňuje.

Kromě volně dostupných internetových slovníků jsem využívala odborné technické slovníky, konkrétně dvoudílný Rusko-český technický slovník od Antonína Kučery vydaný v roce 1968 a Rusko-český technický slovník z roku 1999 od Petra Wagnera. Rozhodně by stálo za to je digitalizovat, neboť vynikají svou kvalitou. Na internetu jsem se bohužel nesešla s podobnými odbornými technickými slovníky.

Nezbytnou výbavou překladatele je také využívání jazykových korpusů. V mém případě se jednalo o Český národní korpus a Ruský národní korpus, ve kterých jsem nejčastěji dohledávala frekvenci slov, jejich využití v jednotlivých typech textů.

Vzhledem k tomu, že téma překládaného textu mi není zvlášť blízké, bylo potřeba nastudovat materiály týkající se dané problematiky. Práci mi ulehčovaly také konzultace s odborníkem v daném oboru.

3.1 TRANSLATOLOGICKÁ ANALÝZA

Každý překladatel se snaží dosáhnout co nejkvivalentnějšího a nejadekvátnějšího překladu. Avšak formální i sémantické systémy jazyka výchozího a jazyka překladu se liší. K tomu, aby překlad zapadl do lexikálního, gramatického, morfologického i stylistického systému cílového jazyka, je v některých případech třeba transformovat danou jazykovou jednotku po stránce formální či sémantické.²⁶

V této analýze budeme vycházet z dělení transformací dle Z. Vychodilové.²⁷ V uvedených příkladech na prvním místě stojí analyzovaný úsek výchozího textu (O) a následuje překlad (P).

3.1.1 FORMÁLNÍ TRANSFORMACE

Za formální transformace považujeme ty, u nichž dochází ke změně ve formě sdělení, nikoliv v obsahu.

3.1.1.1 Záměna gramatických kategorií

K této transformaci řadíme záměnu čísla, času, vidu.

Záměna čísla

Záměna čísla byla jednou z nejfrekventovanějších formálních transformací, neboť v případech, kde ruština používá k vyjádření plurál, čeština upřednostňuje singulár. Setkala jsem se i s opačnými případy, ale mnohem méně.

O: *Большинство конструкционных материалов на органической основе нельзя применять при температурах выше 150-200°C и в контакте с различными агрессивными средами.*

P: *Většinu organických konstrukčních materiálů nelze používat při teplotě vyšší než 150–200 °C a také v různých agresivních prostředích.*

O: *Самые первые стекла, которые использовал человек*

P: *První skla, která lidé používali*

²⁶ VYCHODILOVÁ, Zdeňka. Vvedeníje v teoriju perevoda dlja rusistov. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3417-9. Str. 35

²⁷ VYCHODILOVÁ, Zdeňka. Vvedeníje v teoriju perevoda dlja rusistov. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3417-9. Str. 36-47

O: *Стекла образуются наиболее легко в двух случаях:*

P: *Sklo se nejsnáze tvoří ve dvou případech:*

O: *Эмали, глазури, ситаллы*

P: *Smalt, glazura, sklokeramika*

O: *Перспективы использования стекломатериалов с наносоставляющей обусловлены рядом обстоятельств.*

P: *Perspektiva použití skleněných materiálů s nanočásticemi je dána řadou okolností.*

Záměna času

Podle níže uvedených příkladu vidíme, že došlo k transformacím minulého času na přítomný.

O: *Изначально его работа, уже ставшая классической,*

P: *Zpočátku byla jeho práce, která je dnes považována za klasickou*

O: *Как и стекло, техника производства и нанесения эмалей возникла в Древнем Египте.*

P: *Technika výroby a nanášení smaltů pochází stejně jako sklo ze starověkého Egypta.*

Záměna vidu

O: *Полученное стекло окажется разделенным на фазы (неоднородным).*

P: *Získané sklo se stává rozděleným na fáze (heterogenním).*

3.1.1.2 Záměna slovních druhů

Nejfrekventovanějšími případy záměny slovních druhů byla verbalizace a nominalizace. Při překladu z ruštiny do češtiny byla mnohem častější verbalizace, neboť v češtině je nositelem významu právě sloveso (verbum), kdežto v ruštině podstatné či přídavné jméno, mluvíme o nominálním charakteru textu. Mezi další záměny slovních druhů patří adjektivizace, adverbizace, pronominalizace.²⁸ Jsou zde uvedeny pouze některé příklady každého typu záměny slovních druhů, v celém textu jich najdeme mnohem více.

²⁸ VYCHODILOVÁ, Zdeňka. *Vvedeniye v teoriju perevoda dlja rusistov*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3417-9. Str. 38

O: *насколько структура «открыта» окружающей среде*

P: *nakolik struktura **interaguje** s okolním prostředím*

V tomto případě se jedná o verbalizaci, tedy záměnu verbem (slovesem).

O: *возможностью плавно **изменять** проводимость*

P: *možnost plynulé **změny** vodivosti*

Zde je zaměněno sloveso substantivem (podstatným jménem), tzv. nominalizace.

O: *определяется **в технике** следующими характеристиками*

P: *бývá **technicky** charakterизовано*

V tomto případě se setkáváme u slova *technicky* s adverbizací.

O: *До сих пор пожары приносят огромный материальный ущерб, исчисляемый десятками миллиардов долларов **в год**, в них гибнут десятки тысяч людей.*

P: *Požáry způsobují značné materiální škody, jejichž **roční** hodnota je v řádech desítek miliard dolarů a umírají při nich desítky tisíc lidí.*

Ruský výraz *в год* byl nahrazen adjektivem (přídavným jménem) *roční*, jedná se o adjektivizaci.

O: ***темный** зеленоватый цвет* P: ***tmavě** zelenou barvu*

Přídavné jméno *темный* zaměněno adverbem (příslovcem), tzv. adverbizace.

O: *Поэтому одной из главных задач современного полимерного материаловедения является **разработка** безгалогидных способов снижения горючести.*

P: *Proto je v současnosti hlavním úkolem polymerního průmyslu **pracovat** na bezhalogenových způsobech snížení hořlavosti.*

Zde došlo k nahrazení substantiva verbem, tzv. verbalizace.

O: *барьер **атомной** перегруппировки* P: *bariéra přeskupování **atomů***

Adjektivum zaměněno v překladu substantivem, tzv. nominalizace.

O: *Каждое стекло содержит один или более компонентов, образующих структуру стекла.*

P: *Каждé sklo obsahuje jednu nebo více složek, které tvoří jeho strukturu.*

Podstatné jméno nahrazeno pronominem (zájmenem) *jeho*, jedná se o tzv. pronominalizaci.

O: *Длительное нагревание стекол также снижает их прочность из-за образования на поверхности некоторого количества кристаллов или внедрения мельчайших частичек пыли в поверхность стекла.*

P: *Dlouhé nahřívání skel také snižuje jejich pevnost, jelikož na povrchu může vznikat omezený počet krystalů nebo se na něm usazují drobné částičky prachu.*

Podstatná jména jsou nahrazena slovesy, opět verbalizace.

O: *при размерах наночастиц серебра до 25 нм*

P: *velikost nanočástic stříbra maximálně 25 nm*

Prepozice *do* nahrazena adverbium, mluvíme o adverbizaci.

3.1.1.3 Záměna větných členů

U záměny větných členů se často setkáváme i se slovnědruhovou záměnou a naopak. Při překladu byla nejčastější záměna přívlastku shodného za neshodný, neshodného za shodný, příslovečného určení za přívlastek.

O: *с ацетатными лигандами*

P: *s ligandy acetátu*

O: *Атомная структура*

P: *struktura atomů*

V prvních dvou případech se jedná o nahrazení přívlastku shodného za neshodný.

O: *центры кристаллизации*

P: *krystalizační centra*

O: *изделия с трехкратным обжигом*

P: *výrobky pálené třikrát*

O: *правила Захариасена*

P: *Zachariasenova pravidla*

Zde vidíme opačný případ, tedy záměnu přívlastku neshodného za shodný.

3.1.1.4 Univerbizace

Jedná se o převedení víceslovného pojmenování jednoslovným bez změny významu.²⁹

O: В мировом масштабе уже с середины 50-х годов производство полимеров превзошло производство алюминия.

P: Už od poloviny 50. let je celosvětová produkce polymerů vyšší než produkce hliníku.

<i>O: смазочные материалы</i>	<i>P: maziva</i>
<i>O: в настоящее время</i>	<i>P: v současnosti</i>
<i>O: эмаль наносилась</i>	<i>P: se smaltovaly</i>

3.1.1.5 Multiverbizace

Multiverbizace je protiklad univerbizace, dochází k náhradě jednoslovného pojmenování víceslovným.

<i>O: энергозатраты</i>	<i>P: spotřeba energie</i>
<i>O: наутро</i>	<i>P: druhý den ráno</i>
<i>O: зародышеобразование</i>	<i>P: tvorba krystalových zárodků</i>
<i>O: стеклообразователь</i>	<i>P: sklotvorná látka</i>

3.1.1.6 Změna slovosledu

Změna slovosledu byla často se vyskytujícím jevem při překládání daného textu. Především šlo o to, aby přeložená věta zněla co nejpřirozeněji v cílovém jazyce, k čemuž ve většině případů přispěla právě změna slovosledu.

O: Из-за большой длины цепей в кристаллических областях только часть цепей упакована периодически, остальные же располагаются беспорядочно.

P: V krystalických uskupeních je pouze část řetězců uspořádána periodicky, ostatní jsou kvůli hodně dlouhým řetězcům neuspořádány.

²⁹ VYCHODILOVÁ, Zdeňka. *Vvedeniye v teoriju perevoda dlja rusistov*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3417-9. Str. 39

O: *Расстояние, на котором еще сохраняется упорядоченность, можно характеризовать радиусом корреляции структуры R_c .*

P: *Poloměr korelace struktury R_c vyjadřuje vzdálenost, při níž je uspořádanost ještě zachována.*

O: *В микроструктуре, возникающей при спиновальном распаде, каждая фаза представлена в виде длинных образований по всему объему структуры, распространенных во всех трех направлениях, т.е. она является взаимосвязанной (рис.3.11).*

P: *Při spinodálním rozkladu vzniká vzájemně propojená mikrostruktura, jejíž každá fáze představuje dlouhé útvary, které jsou všesměrově rozloženy v celé struktuře (obr. 3.11).*

O: *Отсутствие границ между кристаллическими зернами приводит к возникновению магнитной переориентации в металлических стеклах при совсем небольших затратах энергии.*

P: *Magnetická reorientace v kovových sklech při poměrně malých energetických ztrátách souvisí s absencí hranic mezi krystalickými zrny.*

O: *Воздействие на образец стекла такого же стекла или металлического предмета, использующегося при ручной обработке стекла, достаточно для возникновения трещин.*

P: *Ke vzniku prasklin stačí, když na vzorek skla působí stejný skleněný nebo kovový předmět, který se používá při ručním zpracování skla.*

3.1.1.7 Kompresa, kondenzace/ dekomprese, dekondenzace

Při překladu ruského textu do češtiny je poměrně ojedinělým jevem **kondenzace** (kompresa), kterou můžeme objasnit synonymem hutnost či kompaktnost. Kondenzované vyjadřování jsem používala při nahrazení vedlejších vět (především vztažných).

O: *Магнитные материалы, **которые мы используем** в повседневной жизни, обычно представляют собой твердые металлы или сплавы.*

P: *Magnetické materiály **používané** v běžném životě jsou zpravidla tvrdé kovy nebo slitiny.*

O: *Первый механизм называется "нуклеация и рост", при этом, многие из факторов, **которые контролируют** формирование кристаллов, влияют также на фазовое разделение.*

P: *První mechanismus se nazývá nukleace a růst, při kterém mnohé faktory **řídící** utváření krystalů mají vliv i na fázové rozdělení.*

O: *Кварцевое стекло прозрачно для ультрафиолетового излучения ($\lambda = 190 - 300$ нм), что говорит о том, что диапазон расстояний в его разупорядоченной структуре меньше, чем в стеклах, **которые содержат добавки.***

P: *Křemenné sklo propouští ultrafialové záření ($\lambda = 190-300$ nm), což vypovídá o tom, že rozpětí vzdáleností v jeho neuspořádané struktuře je menší než u skel **s přísadami.***

O: *Прежде всего, путем предотвращения образования трещин и устранения тех, **которые уже** образовались.*

P: *Преdevším se jedná o **zabránění** tvoření prasklin a **odstranění již vzniklých.***

O: *Цвет, **которым обладает** стекло, вызывается легирующими примесями, **которые добавляются** в процессе его производства.*

P: *Barvu skla určují **legující přísady přidávané** při jeho výrobě.*

Dušan Žváček tvrdí: „při překladu z ruštiny do češtiny je třeba snížit vysokou míru syntaktické kondenzace v ruštině a část ruských kondenzovaných útvarů nahradit útvary méně sevřenými.“³⁰ Za kondenzované útvary považujeme přechodníkové vazby nebo přídavná jména slovesná. Nejčastěji jsem je překládala pomocí vedlejších vět, předložkových substantivních konstrukcí nebo hlavních vět. Mluvíme o tzv. **dekondenzaci**. Jedná se o vysoce frekventovanou transformaci v daném textu.

Příklad vedlejší větou

O: *Поэтому поиски путей, **ограничивающих** горючесть полимеров и уменьшающих выделение дыма и токсичных продуктов при горении, **продолжаются** во всем мире и на это тратятся **значительные** финансовые и интеллектуальные средства.*

³⁰ ŽVÁČEK, Dušan. *Úvod do teorie překladu (pro rusisty)*. Druhé vydání. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1998. ISBN 80-7067-814-3. Str. 28

P: Proto jsou po celém světě vynakládány značné finanční i intelektuální prostředky k tomu, **aby se našly způsoby, jak snížit hořlavost polymerů, jejich dýmení a uvolňování toxických látek při hoření.**

O: В первом случае большая часть тепла, **ответственного** за поддержание самостоятельного химического превращения, выделяется в газовой фазе при окислении газообразных продуктов деструкции полимера.

P: V prvním případě se velká část tepla, **které způsobuje a udržuje** chemickou přeměnu, uvolňuje v plynné fázi při oxidaci plynných produktů destrukce polymeru.

O: Производители и продавцы с помощью хитроумных рекламных компаний стараются всячески увеличить спрос на свою продукцию, **побуждая** покупателей отказываться от "старых" гаджетов в пользу новых.

P: S pomocí vychytralých reklamních společností se výrobci i prodavači snaží jakýmkoli způsobem zvýšit poptávku po své produkci, **a to především tím, že u kupujících vzbuzují** touhu zřít se "starých" věcí ve prospěch nových.

O: Однажды древние финикийские купцы, **остановившись на отдых** на песчаном берегу реки, развели костер, **оградив** его вместо камней кусками селитры, которой они торговали.

P: Kdysi dávno starověcí féničtí kupci zastavili na písčném pobřeží řeky, **aby si odpočinuli.** Rozdělalí oheň a místo kamenů ho **ohraničili** kousky ledku, se kterým obchodovali.

Překlad předložkovou substantivní konstrukcí

O: Напротив, полимеры, **содержащие объемистые боковые заместители** – полистирол, поликарбонаты, полиакрил и др. обычно аморфны.

P: Naproti tomu polymery s **rozvětvenými postranními řetězci**, mezi které mimo jiné patří polystyren, polykarbonát a polyakryl, jsou zpravidla amorfni.

O: Стёкла являются неорганическими рентгеноаморфными термопластичными материалами, **обладающими рядом** специфических свойств.

P: Skla jsou neorganické rentgenově amorfni termoplastické materiály s **řadou** specifických vlastností.

O: Благодаря достижению скорости охлаждения $10^5 - 10^7$ K/s удалось перевести некоторые металлические расплавы в аморфное состояние, т.е. получить металлические стекла, **обладающими** уникальными свойствами.

P: U některých kovových tavenin se díky rychlosti ochlazení 10^5-10^7 K/s podařilo dosáhnout amorfního stavu, tj. získat kovová **skla** s jedinečnými vlastnostmi.

Překlad hlavní větou

O: Горение полимеров представляет собой очень сложный физико-химический процесс, **включающий** как химические реакции деструкции, сшивания и карбонизации полимера в конденсированной фазе (а также химические реакции превращения и окисления газовых продуктов), так и физические процессы интенсивных тепло- и массопередачи.

P: Hoření polymerů je velmi složitým fyzikálně-chemickým procesem. **Probíhají** při něm chemické reakce destrukce, síťování, karbonizace polymeru (také chemické přeměny a oxidace plynných produktů). **Zároveň probíhají** i fyzikální procesy, kam řadíme intenzivní tepelné a látkové výměny.

3.1.1.8 Záměna gramatického statusu věty

Při záměně gramatického statusu věty dochází např. k záměně trpných konstrukcí na činné nebo vět jednočlenných na věty dvojčlenné.³¹ Při práci s daným textem byla využita transformace věty tázací na větu oznamovací a věty oznamovací na větu tázací.

O: Для глазурованных изделий **был характерен** синий или зеленый **цвет**, который получался благодаря присутствию оксидов железа и меди.

P: **Glazurované výrobky měly** díky přítomnosti oxidů železa a mědi typickou tmavě modrou nebo zelenou barvu.

O: Можно ли повысить жесткость полимера, лимитируемую жесткостью Ван- дер-Ваальсовских связей? Ответ на этот вопрос положителен, и для этого в полимер нужно ввести более жесткий материал.

³¹ VYCHODILOVÁ, Zdeňka. *Vvedeníje v teoriju perevoda dlja rusistov*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3417-9. Str. 41

P: Na otázku, zda můžete zvýšit tuhost polymeru, která je omezena Van der Waalsovými silami, existuje kladná odpověď. Abychom toho docílili, je potřeba do polymeru přidat pevnější materiál.

O: Их названия указывают на поведение при повышенных температурах.

P: Podle názvu můžete odvodit, jak se chovají při zvýšené teplotě.

O: Чаша имеет темный зеленоватый цвет при освещении отраженным светом, но при освещении изнутри бокал становится красным вследствие оптических эффектов частиц коллоидного золота, диспергированных в стекле, оптимальный размер которых для получения яркого рубинового цвета составляет 5 – 60 нм.

P: Pokud na pohár posvítíme zvnějšku, má tmavě nazelenalou barvu, ale při prosvícení zevnitř je červený. Děje se to v důsledku optických efektů částic koloidního zlata rozptýlených ve skle, jejichž optimální velikost pro získání jasně rubínové barvy je 5– 60 nm.

O: Содержание этих оксидов в количествах, не превышающих 3% (по весу), также не учитывается терминологией.

P: Terminologie se také nemění, pokud je obsah těchto oxidů menší než 3 % (hmotnosti).

O: Началом получение стеклокристаллических материалов принято считать 1955 год, когда румынскими учеными был получен стеклокристаллический материал, который стали называть «румынский фарфор».

P: Výroba skleněných krystalických materiálů začala v roce 1955, kdy tento materiál vyrobili rumunští vědci a nazvali ho rumunský porcelán.

O: Две уникальные особенности этих интересных материалов обеспечивают неослабевающий интерес к ним в различных отраслях промышленности.

P: Neutuchající zájem různých průmyslových odvětví o tyto pozoruhodné látky je dán především jejich dvěma unikátními vlastnostmi.

O: Стоит объяснить, почему такой неупорядоченный материал, как стекло, чаще всего прозрачен.

P: Proč zrovna sklo, jako neuspořádaný materiál, bývá nejčastěji průhledný?

3.1.1.9 Spojení/rozdělení vět

Pro ruštinu jsou typická dlouhá souvětí, která při překladu do češtiny zpravidla rozdělujeme na menší větné celky. Mluvíme tedy o rozdělení vět, které bylo při překladu mnohem častější než spojování jednoduchých vět či souvětí.

Spojení vět

O: Для этого часто используют **фталаты**. **Напомним**, что фталатами называют соли и эфиры фталевой кислоты.

P: К тому же часто используют **фталаты**, **что** jsou soli a estery kyseliny fталové.

O: В то же время, характерной особенностью металлических стекол является полное отсутствие порядка, в результате чего в них вообще не могут существовать **дислокации**. **Поэтому** эти материалы отличаются исключительной прочностью, что позволяет их применять, в частности, при изготовлении головок клюшек для гольфа.

P: Zároveň víme, že charakteristickým rysem kovových skel je neuspořádanost, takže v nich nemohou existovat **dislokace**, **a proto** tyto materiály vynikají svou pevností, což například umožňuje výrobu hlav golfových holí.

O: Путем кристаллизации, поперечной сшивки и ориентации создаются полимеры, жесткость которых равна жесткости **алюминия**. **Такие** полимеры находят разнообразное применение.

P: Pomocí krystalizace, síťování (vytvoření příčných chemických vazeb) a orientace molekul vznikají polymery pevné jako **hliník**, které mají různé využití.

Rozdělení vět

O: Синтетические высокомолекулярные материалы выгодно отличаются от металлов высокой устойчивостью в агрессивных средах, низкой плотностью, высокой стойкостью к истиранию, хорошими диэлектрическими и теплоизоляционными свойствами, простотой изготовления деталей и аппаратов сложной конструкции.

P: Syntetické makromolekulární látky se liší od kovů několika kladnými **vlastnostmi**. **Jedná se o** vysokou odolnost v agresivním prostředí, nízkou hustotu, odolnost vůči opotřebení,

dobré dielektrické a tepelně-izolační vlastnosti, jednoduché zhotovení dílů a zařízení se složitou strukturou.

О: Основой для новых подходов к теоретическому описанию аморфных тел и стекол может стать осознание того факта, что беспорядок в аморфных телах и стеклах не абсолютный – присущая кристаллам периодичность в расположении атомов сохраняется в пределах нескольких координационных сфер, а далее каким-то образом нарушается.

*P: Základem nových přístupů k teoretickému popisu amorfních látek a skel může být uvědomění si skutečnosti, že neuspořádanost v amorfních látkách a sklech není **absolutní**. **Periodické** rozložení atomů, které je vlastní krystalům, je zachováno v objemu několika координаčních sfér a poté je nějakým způsobem porušeno.*

О: В I тысячелетии в Ассирии глазурование достигло высокого уровня, техника приготовления цветных глазурей фриттованием была записана на глиняных обожженных плитках библиотеки царя Ассирии в VII веке до н.э.

P: V I. tisíciletí dosáhlo glazurování v Asýrii vysoké úrovně. V 7. st. př. n. l. byly v knihovně asyrského cara hliněné pálené tabulky, na kterých byla popsána technika výroby barevných glazur fritováním.

3.1.2 SÉMANTICKÉ TRANSFORMACE

Sémantické transformace jsou ty, u nichž dochází ke změně obsahu, jež bývá doprovázena i změnou formy (např. u antonymického překladu).

3.1.2.1 Konkretizace

Při konkretizaci dochází k nahrazení obecnějšího výrazu konkrétnějším. Při překladu byla použita pouze v některých případech.

*О: Благодаря развитию технологии стекла появилась возможность получать различные типы стекол при комбинации **оксидов**.*

*P: Díky rozvoji sklářské technologie je možné vyrábět typy skel s různou kombinací **oxidických příměsí**.*

O: На упрочнение может влиять фазовое разделение, изменяющее механизм распространения **разрушения**.

P: Vytvrzování může také ovlivnit fázové rozdělení, které mění mechanismus šíření **prasklin**.

3.1.2.2 Generalizace

Generalizaci můžeme nazvat opakem konkretizace. Jedná se tedy o transformaci, při níž daný výraz nahrazujeme v cílovém jazyce obecnějším výrazem. V mnoha případech se jednalo o nahrazení již uvedeného výrazu v předchozí větě či její části zájmenem či příslovcem.

O: Таким образом, **удвоение** цены нефти не приведет к **удвоению** цены полимера.

P: Z toho je patrné, že **růst** ceny ropy nezpůsobuje **podstatné zdražení** polymeru.

O: **Механизмы нуклеации и роста и спиноподобного расслоения** приводят к совершенно разной микроструктуре в образующемся стекле.

P: **Oba mechanismy** způsobují vytvoření odlišné mikrostruktury ve vznikajícím skle.

O: Из галогенидных стёкол наиболее важными являются **фторбериллатные стёкла**, основой которых является фтористый бериллий BeF_2 .

P: Z halogenidových skel jsou nejdůležitější **ta**, jejichž základní složkou je fluorid berylnatý (BeF_2).

O: Согласно давно установившемуся в практике **правилу**, в конце термина всегда выносятся название главного стеклообразующего оксида.

P: **Tradičně** se na konci názvu uvádí hlavní sklotvorný oxid.

O: Наряду с однократным обжигом в промышленности используется двукратный обжиг, когда глазурь наносится на уже обожженное изделие, а **после нанесения глазури** подвергается обжигу при более низкой температуре.

P: Kromě jednostupňového pálení se v průmyslu využívá i dvojstupňové pálení, kdy se glazura nanáší na již pálený výrobek, ten je **poté** ještě jednou vypálen při nižší teplotě.

O: *Проблемы энергосбережения выводят на первый план стекла, регулирующие тепловые потоки, вызванные солнечным излучением.*

P: *Otázky úspory energie staví do popředí sklo, které reguluje toky tepla vznikající pod vlivem slunečního záření.*

3.1.2.3 Antonymický překlad

Antonymický překlad řadíme k formálně-sémantickým transformacím. Jedná se o postup, při kterém výraz výchozího jazyka přeložíme do cílového jazyka výrazem s opačným významem. Ve výsledku však původní význam zůstává nezměněn.³²

O: *обладают широкими диапазонами температур размягчения*

P: *nemají přesně určenou teplotu tání*

O: *максимальные температуры в газовой фазе достигают 1100 – 1200 °C и более*

P: *maximální teplota v plynném skupenství dosahuje **aspoň** 1100–1200 °C*

O: *Каждый атом кислорода связан **не более чем** с двумя катионами.*

P: *Каждý атом кыслику је spojen s **maximálně** dvěма kationty.*

O: *с температурой разлива 1100°C и выше*

P: *s **minimální** lící teplotou 1100 °C*

O: *размеры составляющих их кристаллов 1 – 3 мкм и менее*

P: *velikost krystalů je **maximálně** 1–3 μm*

³² VYCHODILOVÁ, Zdeňka. *Vvedeníje v teoriju perevoda dlja rusistov*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3417-9. Str. 43

3.1.2.4 Kompenzace ztrát při překladu

Do této kategorie lze řadit především vynechávání abstraktních slov a sousloví, kterých je originální text plný, což pro češtinu není typické.

O: По определению, стеклом называется **не специфический материал, а общий структурный тип** – аморфное твердое вещество, охлажденное до твердого состояния без кристаллизации.

P: Podle definice je za sklo považován **materiál obecné struktury**, tj. amorfni pevná látka, která při ochlazení do pevného stavu nekrytalizuje.

O: Идентификация стекла **осуществляется на основе родового названия таких компонентов**.

P: Identifikace skel je odvozena od příslušných složek.

O: Халькогенидными **называют стёкла, образованные из сульфидов, селенидов и теллуридов**.

P: Chalkogenidová skla jsou tvořena sulfidy, selenidy a teluridy.

O: Составы таких стекол находятся в системе $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$ и содержат незначительные количества меди, серебра или золота, которые **могут выпасть в виде мельчайших кристалликов** в ходе термообработки стекол.

P: Složení těchto skel je v soustavě $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2$ a obsahuje malé množství mědi, stříbra nebo zlata, které mohou **drobně vykrytalizovat** během tepelného zpracování skel.

O: Сжатие поверхностного слоя возникает тогда, когда удастся создать тонкий слой вещества, где **КТР меньше по сравнению с КТР стекла в целом**.

P: Stlačení povrchové vrstvy vzniká tehdy, když se podaří vytvořit tenkou vrstvu látky s **menším koeficientem teplotní objemové roztažnosti**.

3.1.2.5 Explikace

Explikaci můžeme nahradit českým synonymem opis. Jedná se o transformaci, při níž popíšeme, vysvětlíme, o co se jedná.

O: *Металлы обычно кристаллизуются очень быстро, но идея получения «замороженного» металла в виде стеклообразной массы увлекала многих исследователей.*

P: *Ковы обычно кристаллизуются очень быстро, но мысль о производстве **быстро охлажденного** металла в форме стекловидного вещества fascinated many researchers.*

3.1.2.6 Rozšíření informačního základu (doplnění informace)

Pokud má překladatel potřebu dovysvětlit, objasnit termín nebo doplnit synonymický výraz, může tak pomocí této transformace učinit. Rozšíření informačního základu jsem volila v situacích, kdy jsem chtěla čtenáři text zjednodušit, doplnit synonymický výraz nebo v případech, kdy jsem usoudila, že by mohlo dojít k nesprávnému pochopení.

O: *Путем кристаллизации, **поперечной сшивки** и ориентации создаются полимеры, жесткость которых равна жесткости алюминия.*

P: *Помощью кристаллизации, **сшивки** (создание поперечных химических связей) и ориентации молекул возникают полимеры твердые как алюминий, которые имеют различные применения.*

O: *Процессы горения полимеров делятся на обычное **газовое** и гетерогенное горение, или тление.*

P: *Процессы горения полимеров делим на обычное **газовое** (гомогенное) и гетерогенное горение или тление.*

O: *в "Анналах Физики"* P: *в **журнале** Annalen der Physik*

O: *По температуре плавления различают глазури тугоплавкие с температурой разлива 1100°C и выше и легкоплавкие.*

P: *По температуре плавления различаем глазури твердые (**трудно плавкие**) с минимальной литейной температурой 1100 °C и мягкие (**легкоплавкие**).*

O: По просвечиваемости глазури бывают прозрачные и глухие.

P: Podle průsvitnosti dělíme glazury na průhledné a zakalené (**krycí**).

O: Ионы Na^+ губительны для готового стекла, так как они легко **сольватизируются водой**, что приводит к коррозии.

P: Ionty Na^+ jsou pro hotové sklo škodlivé, protože snadno **solvatují, tj. obklopují se molekulami vody**, což způsobuje korozi.

O: Это определяет широкое поле деятельности, так как наночастицы формируют не только свойства **наноматериала, но и особенности включающих их матрицы**.

P: To vymezuje širokou oblast výzkumných činností, protože nanočástice určují nejen vlastnosti **nanomateriálu, ale zároveň vlastnosti matric (skla), obsahujících příslušné nanočástice**.

3.2 TERMÍNY

Z terminologického hlediska je ruština i čeština v daném oboru dobře vybavena.

Termíny jsem při překladu nejčastěji substituovala.

O: мышьяк P: arsen

O: высокомолекулярный P: makromolekulární

O: жидкий азот P: kapalný dusík

Při překladu je potřeba si všítat toho, zda jednoslovnému termínu výchozího jazyka odpovídá jednoslovný termín cílového jazyka, protože v mnoha případech tomu tak není. Konkrétně v mém případě jsem přistupovala k univerbizaci, ale častěji k multiverbizaci.

O: термореактивные полимеры P: reaktoplasty

O: светопропускание P: světelná propustnost

O: коэффициент линейного расширения P: koeficient teplotní délkové roztažnosti

O: шкала Мооса P: Mohsova stupnice tvrdosti

O: зародышеобразование P: tvorba krystalových zárodků

O: фотоэффект P: fotoelektrický jev

Setkala jsem se i s případy bezekvivalentního lexika, a proto bylo potřeba s daným výrazem pracovat tak, aby byla zachována hlavní podstata a význam.

O: *высококремнеземистые составы стекол*

P: *ty s vysokým obsahem oxidu křemičitého*

O: *углепластик, армированный углеродными волокнами*

P: *polymer vyztužený uhlíkovými vlákny*

V češtině sice najdeme překlad výrazu *углепластик*, ale nepoužívá se ve významu, v jakém byl užit v ruštině. Proto jsem po konzultaci s odborníkem přistoupila k výše uvedenému opisu.

U mnohých termínů v češtině i ruštině je vidět vliv cizích jazyků, proto jsou si výrazy velmi podobné.

O: *полимер* P: *polymer*

O: *модификатор* P: *modifikátor*

O: *полиэтилен и полипропилен* P: *polyethylen a polypropylen*

O: *поливинилхлорид* P: *polyvinylchlorid*

3.3 ZKRATKY, ZNAČKY, JEDNOTKY

V textu najdeme i několik různých zkratk, značek či jednotek.

Pokud se zaměříme na zkratky, v originálním textu se používá zkratka *KTP* pro koeficient teplotní objemové roztažnosti. V češtině její užití není běžné, a proto jsem ji v překladu nahradila neutrálním označením β .

Značky v textu najdeme nejčastěji v podobě značek chemických prvků či sloučenin. Vzhledem k tomu, že se v ruštině i češtině používá stejný zápis, nesetkala jsem se s problémem při překladu.

O: Na_2SiO_3 P: Na_2SiO_3

O: *N, P, As, Sb, Bi* P: *N, P, As, Sb, Bi*

O: BeF_2 P: BeF_2

Jinak tomu už bylo při práci s označením fyzikálních veličin, u kterých je ruská a česká terminologie nejednotná. Setkala jsem se jak s veličinami, pro které se používá stejná značka v obou jazycích, ale také s odlišnými označeními, které jsem do češtiny převedla podle označení typických pro češtinu.

O: *величина T_g* P: *veličina T_g*

O: *радиус корреляции структуры R_c* P: *poloměr korelace struktury R_c*

- O: *расстояние, покрываемое беспорядком d* P: *míra neuspořádanosti d*
 O: *длина волны λ* P: *vlnová délka světla λ*
 O: *$I_{\text{проп}}$* P: *I_{trans} (jedná se o intenzitu světla, které projde přes vzorek skla)*

U fyzikálních jednotek jsem postupovala podle existujících a odpovídajících modelů v cílovém jazyce.

10МПа – 10MPa; 2ГПа – 2GPa; нм – nm; кг/м³ – kg/m³

Problém, na který jsem narazila, bylo složité zapsání jednotky v originálním textu, a proto jsem po konzultování zvolila významově totožný, ale jednodušší zápis.

- O: *см/см·K* P: *K⁻¹*

3.4 JINÉ ÚPRAVY

V překládaném textu bylo potřeba upravit i některé formální náležitosti. Přistoupila jsem k odstranění uvozovek, jejichž užití není pro český text typické, a nahradila jsem je v některých případech kurzívou.

- O: *в "Анналах Физики"* P: *v časopise Annalen der Physik*
 O: *«Coming glassworks»* P: *Coming glassworks*
 O: *термин "кристаллизация"* P: *termín krystalizace*

Také jsem pro vyjádření poměru místo lomítka použila dvojtečku, která je v češtině frekventovanější.

- O: *правило 2/3* P: *pravidlo 2:3*

Ruský text byl nasycen i větnými konstrukcemi s hojným využitím pomlček, které jsem však v překladu nahradila slovesy, spojkami atp.

- O: *Широкое применение имеют пластификаторы – вещества, улучшающие гибкость.*

P: *Široké uplatnění mají látky zvyšující pružnost, tzv. plastifikátory.*

- O: *Стеклообразное состояние присуще обширному классу неорганических веществ, - от отдельных элементов до сложных многокомпонентных систем.*

P: *Sklovitý stav je vlastní široké skupině neorganických látek, **at' už** jednotlivým prvkům **nebo** složitým mnohasložkovým soustavám.*

O: Кроме того, вязкость определяет верхнюю температурную границу эксплуатации любого стекла и условия, при которых может произойти **девитрификация** - растеклование или спонтанная кристаллизация (рис.3.12).

P: Kromě toho viskozita udává i horní teplotní limit použití jakéhokoli skla a podmínky **devitrifikace**, tj. odskelnění nebo spontánní krystalizace (obr. 3.12.).

O: Одна из главных особенностей ситаллов – их тонкозернистость.

P: Jedním z hlavních specifík sklokeramiky je jemnozrnnost.

3.5 PROBLEMATIKA PŘEKLÁDANÉHO TEXTU

Při práci s výchozím textem jsem zjistila, že obsahuje chybná místa. Jednalo se o formální chyby, např. mezery na místech, kde nepatří, opakování stejných slov za sebou nebo chybně užitá velká písmena. Podle kontextu jsem však místa rozpoznala a při překladu jsem se jich vyvarovala.

O: *составляет около 5 м лн. т , и з которых*

O: т е л

O: *Механизмы нуклеации и роста и спиnodального **расслоения расслоения***

O: *При нагревании этой **смси** до температуры*

O: *Очевидно, что причиной этого может быть контакт стекла с любым более твердым веществом, Таким образом, истирание под действием твердых веществ уменьшает прочность стекла.*

O: *Расстрескивания вызывают термические напряжения. **Возникающие** в результате быстрого охлаждения стекла*

O: *при размерах 25 – 55 н м з елёный, а п ри р азмерах 7 0 – 80 нм – коричневый*

Kromě výše uvedených formálních překlepů, které nebyly z terminologického a odborného úhlu pohledu stěžejní, se však objevují i zásadnější problematické úseky.

O: **релеевское рассеяние света**

Jedná se o *Rayleighův rozptyl světla neboli Рэлеевское рассеяние света*.

O: *стёкла с элементами тринадцатой (B, Al, Ga, In, **Te** – оболочка s²p)*

Pokud se pozorně zaměříme na periodickou tabulku prvků, zjistíme, že ve 13. skupině se nenachází prvek Te, ale Tl.

O: *формируется смесь силикатов кальция (CaSiCO₃)*

Vzniká směs křemičitanu vápenatého, který má značku *CaSiO₃*.

O: $I_{\text{проп}} = I_0 \exp(-kcl)$

Podle výše uvedeného zápisu můžeme přemýšlet nad tím, čemu je rovna intenzita světla I_{trans} , které projde přes vzorek skla.

Správný zápis je s nulou v indexu: $I_{\text{trans}} = I_0 \exp(-kcl)$

Problematickým pro překlad byl také následující odstavec, podle kterého nebylo jednoznačné, o co v textu jde. Proto jsme se s konzultantem rozhodli pro jeho přeformulování a objasnění.

O: *Термическая закалка заключается в создании сжатого слоя вследствие быстрого охлаждения стекла, начиная с верхней границы перехода в стеклообразное состояние или несколько выше. Внутренние слои стекла охлаждаются медленнее, поэтому неравновесная **плотность их выше**. Поскольку внутренние слои и поверхность связаны между собой, для компенсации различий в их равновесной плотности должно возникнуть упругое напряжение.*

P: *При тепловом вытравлении в результате быстрого охлаждения образуется стлаченная поверхностная пленка, чья форма начинается на верхней границе перехода в стеклообразное состояние или несколько выше. Внутренние слои стекла охлаждаются медленнее, в результате чего плотность стекла в этих слоях отличается от плотности в стлаченной поверхностной пленке. Поскольку внутренние слои и поверхностная стлаченная пленка взаимно связаны, возникает механическое напряжение, которое компенсирует разницу в плотностях внутренних и поверхностных слоев.*

Při překladu odborného textu se překladatel snaží zachovat ekvivalentnost, adekvátnost, logičnost, informativnost a jednoznačnost textu. Proto se jeho práce neobejde bez výše popsaných formálních a sémantických transformací či drobných grafických úprav, které jsou prováděny se záměrem, aby byl text v cílovém jazyce přijatelný pro jeho příjemce po stránce jazykové i obsahové.

ZÁVĚR

Tématem předložené diplomové práce byl překlad odborného textu z oblasti fyziky. Pro překlad byly vybrány dvě podkapitoly z publikace *Введение в материаловедение конструкционных материалов* od A.M. Салахова, která je primárně určena jako studijní příručka pro studenty Fyzikálního ústavu. Byla vydána v roce 2014 v Kazani. Cílem této příručky je prozkoumat moderní konstrukční materiály, vliv jejich mikro a nano struktur na fyzikální a mechanické vlastnosti z hlediska použití těchto materiálů.

V úvodu této práce bylo stanoveno několik cílů, která měla tato práce splnit. Hlavním cílem bylo vytvoření adekvátního překladu zvoleného odborného textu, který jeho konečným uživatelům poskytne přesné a srozumitelné informace. K samotnému překladu byl vytvořen i komentář, který se zaměřuje na překladatelské postupy, transformace, problematická místa překládaného textu a vybraná překladatelská řešení. Všechny tyto úpravy byly prováděny se záměrem, aby byl text v cílovém jazyce srozumitelný a přijatelný pro jeho příjemce jak po stránce formální, tak obsahové.

První kapitola byla věnována definici odborného překladu, problematickým místům, se kterými se mohou překladatelé při procesu překládání setkat, a to jak na úrovni syntaktické, slovosledné, tak také terminologické. Východiskem této teoretické části byly publikace českých i ruských lingvistů, např. od D. Knittlové, B. Grygové, J. Zehnalové, Z. Kufnerové, J. Moravce, O. Mana, A.V. Fedorova, L.S. Barchudarova, A.L. Pumpjanského, L.A. Konjajevy. Podle mínění všech citovaných lingvistů je překlad odborného textu nelehkou disciplínou, která v sobě ukrývá více obtížností, než by se na první pohled mohlo zdát. Při odborném překladu překladatel neuplatňuje pouze své lingvistické znalosti, ale také základy příslušného vědního oboru. Zároveň musí zachovat informativnost, logičnost a jednoznačnost výchozího textu, sporná či nejasná místa by měl konzultovat se specialistou v daném oboru. Pro rovinnou syntaktickou jsou v odborné a vědecké literatuře typická dlouhá a rozvětvená souvětí souřadná i podřadná, ve kterých se v ruštině často objevují kondenzační prvky. Tyto složité větné konstrukce mohou být problémem při samotném pochopení předlohy, ale i její následné interpretaci. Mluvíme-li o slovosledu, v překladech mezi ruštinou a češtinou by měl překladatel věnovat pozornost interpozičnímu slovosledu a také způsobu vyjadřování rématu, které v češtině zaujímá místo v závěrečné části výpovědi, kdežto v ruštině tomu tak být nemusí. Odborný či vědecký text je doslova nasycen odborným lexikem a terminologií, proto si překladatel

musí být vědom toho, že i slovo běžně užívané v každodenním životě, může být v odborném textu termínem. Pokud v cílovém jazyce najdeme ekvivalent daného termínu, nemluvíme o překladu, ale o substituci. Mohou však nastat i případy, kdy termín nemá v cílovém jazyce ekvivalent. V tomto případě se doporučuje přistoupit k opisu nebo vytvořit termín nový, který však musí být v souladu se zákonitostmi, lexikální a mluvnickou stavbou daného jazyka. Kromě toho může se může daný termín v cílovém jazyce používat i ve významu, ve kterém se ve výchozím jazyce nepoužívá, proto je potřeba zvolit správný ekvivalent.

Stěžejními body práce byla druhá a třetí kapitola. Druhá kapitola představovala samotný překlad odborného textu, jež se věnoval polymerům a sklům, jejich struktuře, vlastnostem a druhům. Třetí kapitolu tvořil translatologický komentář, ve kterém byla rozebrána vybraná překladatelská řešení a transformace na úrovni formální i sémantické, dále byla objasněna úskalí výchozího textu a popsána práce s nimi.

K hojně se vyskytujícím formálním transformacím bezpochyby patřila záměna gramatických kategorií, konkrétně čísla, kde bylo zjištěno, že ruština v mnoha případech upřednostňuje množné číslo, kdežto čeština dává přednost jednotnému. Z dalších formálních transformací bylo potřeba zmínit záměnu slovních druhů, a to především verbalizaci. V případech, kde ruština využívá jako nositele informace substantiva, čeština naopak verba. K dalším užitým záměnám slovních druhů patřila adjektivizace, adverbizace, pronominalizace. Záměna slovních druhů byla často doprovázena i záměnou větných členů. Při překladu byla nejčastější záměna přívlastku neshodného za shodný i shodného za neshodný. Nejvyužívanější formální transformací byla dekondezace neboli překlad vysoce kondenzovaných vazeb výchozího textu vazbami méně sevřenými. Jednalo se o překlady přechodníkových vazeb či přídavných jmen slovesných, namísto kterých byly použity hlavní či vedlejší věty nebo předložkové substantivní konstrukce. Při překladu byla také často rozdělována dlouhá souvětí na méně rozvětvené souvětí či na věty jednoduché.

U sémantických transformací nedocházelo pouze ke změně formy, jak tomu bylo u formálních, ale navíc i k obsahovým změnám. K nim můžeme zařadit konkretizaci, která byla využívána v případech nahrazení obecnějšího výrazu konkrétnějším. Opakem konkretizace byla generalizace, která byla při překladu využívána častěji, a to především v případech, kde ruština opakovala výrazy předchozí věty, ale v češtině byly nahrazovány

zájmenem či příslovcem. Dále byl využíván antonymický překlad, explikace (opis), která byla využita u termínů, jež nemají v češtině ekvivalent, a rozšíření informačního základu především u názvů, které by českému čtenáři nebyly na první pohled jasné a také u termínů či odborných názvů, které mají v češtině více používaných synonymických možností překladu, byly uvedeny do závorky.

Další podkapitola byla věnována termínům, které byly v překladu nejčastěji substituovány, neboť čeština i ruština jsou terminologicky v daném oboru dobře vybaveny. Pouze ojediněle byl využit opis bezekvivalentních termínů.

Překlad odborného textu zahrnoval i práci se zkratkami, značkami a jednotkami, u kterých byl také dohledán příslušný ekvivalent, neboť se často jedná o značky a jednotky užívané celosvětově. Pouze v jednom případě došlo ke změně značky záměnou jiné, která lépe zapadla do českého prostředí.

Při překladu bylo provedeno i několik grafických úprav, např. odstranění uvozovek u názvů a jejich nahrazení v českém překladu kurzívou, použití jiných grafických značek (použití dvojtečky místo lomítka pro vyjádření poměru). Ruský text byl nasycen i větnými konstrukcemi s hojným využitím pomlček, které byly v překladu nahrazeny slovesy, spojkami atp.

Ve výchozím textu bylo odhaleno i několik chybných úseků. Především se jednalo o formální chyby, např. mezery na místech, kde nepatří, opakování stejných slov za sebou nebo chybně užití velké písmeno. Kromě formálních chyb se objevovaly závažnější chyby, které mohly zapříčinit špatné pochopení a interpretaci předlohy. Chyby do překladu přenášeny nebyly.

Součástí práce byly i dvě přílohy. První představovala glosář sestavený z termínů a odborných slov, vyskytujících se v překládaných materiálech, jehož cílem je ulehčit práci dalším překladatelům při práci s obdobnými odbornými texty. Druhou přílohou byl originální text k překladu.

Překládané texty mohou posloužit jako studijní materiál studentům přírodovědeckých fakult, ale také budoucím překladatelům k rozšíření slovní zásoby a všeobecného přehledu o odborném překladu i o dané odborné disciplíně.

RESUMÉ

Темой данной дипломной работы является перевод научного текста из области физики с транслатологическим комментарием. Для перевода были выбраны две главы учебного пособия под названием «Введение в материаловедение конструкционных материалов», автором которого является А. М. Салахов. Указанное пособие было издано в 2014 году в Казани.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов институтов физики, и его задачей является изучение современных технологий конструкционных материалов и взаимосвязи их микро- и наноструктуры с физическими и механическими свойствами по областям применения.

Цель данной дипломной работы состояла в создании адекватного перевода с русского на чешский язык и транслатологического комментария, рассматривающего определенные проблемы, возникшие в ходе перевода. Работа также включает в себя глоссарий, разработанный на основе терминологии, которая фигурирует в выбранных научных текстах.

Представленная нами работа состоит из введения, трех основных глав, заключения, резюме на русском языке, библиографии и двух приложений. Работа также содержит заявление о том, что написана автором самостоятельно, и благодарность руководителю работы.

Во введении содержится характеристика работы и описание ее структуры. Далее приводится обоснование выбора темы, формулируются цели работы.

В первой главе дается характеристика понятия «перевод научного текста». Оно определяется многими чешскими и зарубежными лингвистами, в число его характеристик входит: насыщенность информацией, эквивалентность, адекватность, логичность, однозначность. Типичной характеристикой является наличие внутренней и формальной структуры.

По словам чешского лингвиста Душана Жвачека перевод представляет собой сложный процесс, поскольку включает в себя несколько сложных процессов, происходящих в мысли переводчика. По его мнению, необходимо, чтобы переводчик научного текста владел не только исходным языком и языком перевода, но и основными знаниями данной науки. Далее он разделяет переводчиков на специалистов и неспециалистов. Переводчик-неспециалист подражает исходному тексту, у него можно заметить только незначительные различия

между исходным текстом и переводом. Наоборот, переводчик-специалист тщательно работает с исходным текстом, он сохраняет его точность, но для логичности и понятности перевода часто меняет структуру предложений. Л. С. Бархударов в работе «Язык и перевод» выделяет два типа перевода: буквальный и вольный. Можно сказать, что результатом работы переводчика-специалиста бывает буквальный перевод, противоположностью которому является вольный перевод переводчика-специалиста.

Бронислава Грыгова задумывается над тем, что сложнее: перевод художественной литературы или перевод научного текста. Она однозначно утверждает, что переводить научный текст сложнее, и добавляет, что язык научного стиля, кажущийся на первый взгляд простым, намного менее доступен и понятен, чем язык художественной литературы.

А. Л. Пумпянский считает перевод научных и технических текстов особой дисциплиной, возникшей на границе лингвистики, науки и техники, поэтому такие тексты надо рассматривать с лингвистической и научной точек зрения. По его мнению, основное условие качественного перевода – знание данной темы. С этим мнением согласна Л. А. Коняева.

В первой части первой главы внимание уделяется некоторым трудностям научно-технических переводов, а именно синтаксису, порядку слов и терминологии.

Синтаксис научных текстов довольно сложный. В научных текстах часто употребляются сложносочиненные и сложноподчиненные предложения с преобладанием имен существительных, имен прилагательных и безличных форм глагола. В связи с этим широко употребляются составные предлоги и союзы, причастные и деепричастные обороты. Следующие характерные черты – преобладание настоящего времени, неопределенно-личные и безличные предложения, пассивные конструкции с глаголом, приводящие к объективности изложения. Переводчики должны учитывать, что задачей научного перевода является точный и понятный перевод фактов, и нельзя затруднять понимание текста еще более сложными предложениями. При переводе допустимы грамматические и синтаксические преобразования предложений, возможно изменение следования частей сложного предложения, объединение или расчленение предложений. Необходимо следить за тем, чтобы при всех переводческих приемах предложения оставались в результате логичными, и чтобы не искажалась мысль подлинника. Цтирад Босак изучал перевод типичных для русского языка инфинитивных

конструкций, деепричастных и причастных оборотов. В чешском тексте их употребление во многих случаях звучало бы архаично и неестественно, поэтому вместо них используем финитные формы глагола. При переводе деепричастий личными формами глагола возникают сложносочиненные или сложноподчиненные предложения, следующий вариант – перевод с помощью предложно-именной конструкции. Причастия заменяются главными или придаточными предложениями, а также другими причастными формами, напр., причастие прошедшего времени заменяется причастием настоящего времени.

В чешском и русском языках свободный порядок слов, это значит, что члены предложения не имеют конкретной позиции в предложении, но имеют несколько вариантов порядка слов. Несмотря на это, между упомянутыми языками существуют различия. Как правило, сказуемое ставится после субъекта, но, в случае, когда, напр., субъект ставится после сказуемого, мы говорим о типичном для русского языка инверсном порядке слов. Также для русских текстов типична конструкция, которая всегда должна подвергаться перестановке слов в чешском переводе, так называемое обмыкание, при котором развивающий член ставится между определяющими и определяемыми членами предложения. При переводе необходимо найти центр высказывания, так называемую рему (новое, о чем сообщается в предложении) и поставить его на соответствующую позицию в предложении. В чешском языке центр высказывания находится в самом конце предложения, но в русском языке он может быть на предпоследнем месте. Бронислава Грыгова предупреждает, что изменение порядка слов при неправильном понимании подлинника может вести к существенному искажению смысла.

Для научно-технических текстов типична насыщенность терминами и специальной лексикой. Термины могут выступать в форме самостоятельных слов и словосочетаний, в число их характерных черт входит однозначность, точность, устойчивость и нейтральность. Переводчики должны учитывать, что употребляемые в повседневной жизни слова или словосочетания в данном контексте могут выступать в роли терминов, поэтому необходимо проверять слова в словарях или консультироваться со специалистами данной науки. Система терминов постоянно расширяется, слова приобретают новые значения, растет необходимость называть новые предметы и явления. Слово может обладать несколькими значениями, важно, чтобы переводчик распознал значение в данном контексте и обнаружил его эквивалент в языке перевода. Для этого переводчик должен постоянно углублять

свои знания в данной специальности, расширять словарный запас. Способом адекватного перевода терминов, имеющих полный эквивалент в языке перевода, является субституция. Рекомендуется использование специализированных словарей, в которых можно найти соответствующий эквивалент. Проблема возникает в тех случаях, когда тому или иному термину исходного языка соответствует несколько терминов в языке перевода. В этом случае переводчик делает выбор и употребляет наиболее подходящий вариант. При выборе подходящего варианта переводчику могут содействовать корпуса данных языков, в которых можно искать частоту употребления, употребление слов в различных типах текстов. Часто появляется возможность выбора между термином исконным для языка перевода и заимствованным, при этом переводчик учитывает тип текста, распространение заимствованного термина в популяции и т. д. Если в языке перевода не существует эквивалента, необходимо описать значение термина, или образовать новый термин в соответствии с правилами, грамматической и лексической структурой данного языка. Необходимо иметь в виду, что однословному термину одного языка в другом языке может соответствовать многословный термин и наоборот.

Из вышеописанных характеристических черт перевода научных текстов вытекает, что необходимо проверять фактические аспекты, владеть знаниями в области переводимого текста, консультироваться со специалистами по данной дисциплине и в переводе сохранять суть исходного текста и одновременно естественность языка перевода.

Вторая глава содержит собственно перевод научного текста с русского языка на чешский язык. Текст посвящен конструкционным материалам, а именно полимерам и стеклам. В нем подробно описаны данные материалы, их структура, взаимосвязи их микро- и нано-структур с физическими и механическими свойствами по областям применения, приводится их классификация, характеристики. В главу «Стекла» входят части, посвященные эмалям, глазурям, ситаллам и металлическим стеклам. Исходный текст и перевод адресованы студентам физики в качестве учебного пособия.

За переводом в третьей главе следует транслатологический комментарий, в котором мы попытались описать работу над переводом, наиболее частые формальные и семантические преобразования, которые были сделаны при переводе,

также дается комментарий к сложным и проблематичным частям текста, описывается работа с ошибочными или неоднозначными местами исходного текста.

При работе с текстами была использована онлайн платформа для перевода SmartCAT, которая позволяет сохранить форму исходных текстов и предлагает другие функции, которые были использованы в процессе перевода, напр., возможность создания заметок к данному сегменту текста, подтверждения отдельных сегментов, поиска слов в целом документе, создания глоссария. Поскольку это онлайн платформа, необходимым является подключение к интернету. Кроме электронных словарей использовались печатные технические словари, языковые корпуса, учебные пособия и специализированная литература, было проведено несколько консультаций со специалистом.

Первая часть третьей главы посвящена формальным и семантическим преобразованиям.

В число формальных преобразований, используемых в данном переводе, входит: замена грамматических категорий (числа, времени, вида), замена частей речи, замена членов предложения, универбизация, мультивербизация, изменение порядка слов, компрессия (конденсация) и декомпрессия (деконденсация), замена грамматического статуса предложения, объединение и расчленение предложений.

Замена грамматической категории числа была одной из самых частных. В отдельных случаях, в которых русский язык предпочитает множественное число, в чешском мы употребили единственное (1). Замена времени использовалась редко, а именно прошедшее время было заменено настоящим (2).

Эмали, глазури, смаллы – Smalt, glazura, sklokeramika (1)

Изначально его работа, уже ставшая классической, – Zpočátku byla jeho práce, která je dnes považována za klasickou (2)

Вербализация (1), номинализация (2), адвербиализация (3), прономинализация (4) – это замены частей речи в данном переводе. Чаще всего была использована вербализация, потому что в русском языке носителями информации являются имена, в чешском, наоборот, глаголы, поэтому в чешском переводе произошли данные изменения:

структура «открыта» окружающей среде – struktura interaguje s okolním prostředím (1)

возможностью плавно **изменять** проводимость – *možnost plynulé změny vodivosti*

(2)

определяется **в технике** следующими характеристиками – *bývá technicky charakterizováno* (3)

Каждое стекло содержит один или более компонентов, образующих структуру стекла. – *Každé sklo obsahuje jednu nebo více složek, které tvoří jeho strukturu.* (4)

Замена частей речи часто сопровождается заменой членов предложения. В данном переводе мы чаще всего преобразовали несогласованное определение в согласованное (1) и наоборот (2).

с ацетатными лигандами – s ligandy acétátu (1)

центры кристаллизации – krystalizační centra (2)

При универбизации (1) многословное название заменяется однословным. Мультивербизация (2) – перевод однословного названия многословным.

эмаль наносилась – se smaltovaly (1)

энергозатраты – spotřeba energie (2)

Очень частым преобразованием стало изменение порядка слов по причинам системы и узуального характера языка перевода. Мы попытались достичь того, чтобы предложения в результате звучали естественно.

Из-за большой длины цепей в кристаллических областях только часть цепей упакована периодически, остальные же располагаются беспорядочно. –

V krystalických uskupeních je pouze část řetězců uspořádána periodicky, ostatní jsou kvůli hodně dlouhým řetězcům neuspořádány.

Русские причастия и деепричастия были переведены с помощью декомпрессии (1). Менее частой была компрессия (2).

*Однажды древние финикийские купцы, **остановившись на отдых** на песчаном берегу реки, развели костер, **оградив** его вместо камней кусками селитры, которой они торговали. – Kdysi dávno starověcí feničtí kupci zastavili na písčném pobřeží řeky, **aby si odpočinuli**. Rozdělalí oheň a místo kamenů ho **ohraničili** kousky ledku, se kterým obchodovali.* (1)

Цвет, которым обладает стекло, вызывается легирующими примесями, которые добавляются в процессе его производства. –

Barvu skla určují legující přísady přidávané při jeho výrobě. (2)

Поскольку в русском языке страдательные конструкции используются гораздо чаще, чем в чешском, другой широко используемой трансформацией была общая перестройка структуры предложения (1), также два раза вопросительное предложение было преобразовано в повествовательное предложение (2).

Содержание этих оксидов в количествах, не превышающих 3% (по весу), также не учитывается терминологией. – Terminologie se také nemění, pokud je obsah těchto oxidů menší než 3 % (hmotnosti). (1)

Для глазурованных изделий был характерен синий или зеленый цвет, который получался благодаря присутствию оксидов железа и меди.

– Glazurované výrobky měly díky přítomnosti oxidů železa a mědi typickou tmavě modrou nebo zelenou barvu. (1)

Можно ли повысить жесткость полимера, лимитируемую жесткостью Ван-дер-Ваальсовских связей? Ответ на этот вопрос положителен, и для этого в полимер нужно ввести более жесткий материал. – Na otázku, zda můžeme zvýšit tuhost polymeru, která je omezena Van der Waalsovými silami, existuje kladná odpověď.

Abychom toho docílili, je potřeba do polymeru přidat pevnější materiál. (2)

Другими формальными преобразованиями, которые мы использовали при переводе, были объединение (1) или расчленение (2) предложений.

Для этого часто используют фталаты. Напомним, что фталатами называют соли и эфиры фталевой кислоты. – K tomu se také často používají ftaláty, což jsou soli a estery kyseliny ftalové. (1)

В I тысячелетии в Ассирии глазурование достигло высокого уровня, техника приготовления цветных глазурей фриттованием была записана на глиняных обожженных плитках библиотеки царя Ассирии в VII веке до н.э. – V I. tisíciletí dosáhlo glazurování v Asýrii vysoké úrovně. V 7. st. př. n. l. byly v knihovně asyrského cara hliněné pálené tabulky, na kterých byla popsána technika výroby barevných glazur fritováním. (2)

Среди семантических трансформаций мы использовали, напр., конкретизацию значений (1), генерализацию значений (2), антонимический перевод (3), компенсацию потерь при переводе (4), экспликацию (5) и расширение информационной основы (добавление информации) (6).

*Благодаря развитию технологии стекла появилась возможность получать различные типы стекол при комбинации **оксидов**. – Díky rozvoji sklářské technologie je možné vyrábět typy skel s různou kombinací **oxidických příměsí**. (1)*

*Согласно давно установившемуся в практике правилу, в конец термина всегда выносится название главного стеклообразующего оксида. – **Tradičně se na konci názvu uvádí hlavní sklotvorný oxid**. (2)*

***обладают широкими диапазонами температур размягчения – nemají přesně určenou teplotu tání** (3)
с температурой разлива 1100°C и выше – s **minimální** lící teplotou 1100 °C (3)*

*Идентификация стекла **осуществляется на основе родового названия** таких компонентов. – **Identifikace skel je odvozena od příslušných složek**. (4)*

*Металлы обычно кристаллизуются очень быстро, но идея получения «замороженного» металла в виде стеклообразной массы увлекала многих исследователей. – **Kovy obvykle krystalizují velmi rychle, ale myšlenka výroby rychle chlazeného kovu ve formě sklovité hmoty fascinovala mnoho badatelů**. (5)*

*Процессы горения полимеров делятся на обычное **газовое** и гетерогенное горение, или тление. – **Procesy hoření polymerů dělíme na běžné plynné (homogenní) a heterogenní hoření nebo tlení**. (6)*

Все вышеупомянутые типы семантических преобразований были использованы намного реже, чем формальные трансформации. Среди семантических преобразований чаще всего использовались компенсация потерь при переводе, поскольку русский язык использует очень много абстрактной лексики, которая чешскому переводу мешает, а также генерализация значений

(в случаях, где русский язык повторяет части предыдущих предложений, чешский язык, наоборот использует местоимения или наречия).

Вторая часть третьей главы посвящена переводу терминов в данном тексте. Большинство из них имело полный эквивалент, часто мы использовали мультивербизацию. Только в одном случае (термин «высококремнеземистые») мы столкнулись с безэквивалентной лексикой, поэтому данный термин был описан. Русский термин «углепластик» не имеет эквивалента в чешском языке в том значении, в котором он был использован в оригинале, поэтому также была необходима экспликация.

В третьей части третьей главы обсуждаются сокращения, знаки и единицы, которые были переведены в соответствии с нормой и правилами чешского языка.

Четвертая часть третьей главы посвящена графическому оформлению. В чешском переводе у названий были удалены кавычки, вместо этого названия были выделены курсивом. Русский текст насыщен предложными конструкциями с использованием тире, которые в чешском переводе были заменены глаголами, союзами и т. д.

В последней части третьей главы речь идет об ошибках в подлиннике. Прежде всего это касается ошибок на формальном уровне (повторение слов, неправильные пробелы), но в тексте оказались и более значительные ошибки, которые могли стать причиной неправильного понимания подлинника. В переводе обнаруженные ошибочные места были устранены.

В заключении оцениваются результаты дипломной работы, которых удалось достичь. Здесь также содержится благодарность руководителю магистерской дипломной работы и специальному консультанту, которые дали полезные советы и комментарии.

Дипломная работа также включает приложения, содержащие оригинальный русский текст, который послужил исходным материалом для нашего перевода, а также терминологический глоссарий, составленный из терминов и научной лексики, используемых в оригинальном тексте и переводе. Переведенные тексты могут служить студентам физики в качестве учебного пособия. Глоссарий может служить будущим переводчикам для расширения словарного запаса.

BIBLIOGRAFIE

Knižní zdroje

GROMOVÁ, Edita, Milan HRDLIČKA a Vítězslav VILÍMEK. *Antologie teorie odborného překladu: výběr z prací českých a slovenských autorů*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Filozofická fakulta, 2007. ISBN 978-80-7368-383-2.

KNITTLOVÁ, Dagmar, Bronislava GRYGOVÁ a Jitka ZEHNALOVÁ. *Překlad a překládání*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta, 2010. ISBN 978-80-244-2428-6.

KUFNEROVÁ, Zlata. *Překládání a čeština*. Jinočany: H&H, 1994. ISBN 80-857-8714-8.

MAN, Oldřich. *Struktura víceslovných/komplexních/ pojmenování v ruštině*. - In: *Sborník statí o jazyce a překládání*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1972.

MORAVEC, Jaroslav. *Kniha o překládání: Příspěvek k otázkám překladu z ruštiny*. Praha: Nakladatelství Československo-sovětského institutu, 1953.

VYCHODILOVÁ, Zdeňka. *Vvedenje v teoriju perevoda dlja rusistov*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3417-9.

ŽVÁČEK, Dušan. *Kapitoly z teorie překladu I (Odborný překlad)*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1995. ISBN 80-7067-489-X.

ŽVÁČEK, Dušan. *Úvod do teorie překladu (pro rusisty)*. Druhé vydání. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1998. ISBN 80-7067-814-3.

БАРХУДАРОВ, Л. С. *Язык и перевод: (Вопросы общей и частной теории перевода)*. 1-ое издание. Москва: Международные отношения, 1975. ISBN 978-5-382-00577-5.

ПУМПЯНСКИЙ, А.Л. *Введение в практику перевода научной и технической литературы на английский язык*. 2. vydání. Москва: издательство «НАУКА», 1981. ISBN 978-5-458-44562-7.

ФЕДОРОВ, А. В. *Основы общей теории перевода*. 5-е издание. Санкт-Петербург: Филология три, Филологический факультет СПбГУ, 2002. ISBN 5-94545-014-6.

Slovníky a korpusy

KUČERA, Antonín. *Rusko-český technický slovník: I. díl A-O*. Praha: SNTL - NAKLADATELSTVÍ TECHNICKÉ LITERATURY, 1968.

KUČERA, Antonín. *Rusko-český technický slovník: II. díl P-Ja*. Praha: SNTL - NAKLADATELSTVÍ TECHNICKÉ LITERATURY, 1968.

WAGNER, Petr. *Rusko-český technický slovník*. I. vydání. Ostrava: Montanex, 1999. ISBN 80-857-8096-8.

ABZ.cz: *slovník cizích slov* [online]. 2005 [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://slovník-cizich-slov.abz.cz/>

Academic.ru. *Словари и энциклопедии на Академике*. [online]. 2000. Dostupné z: <https://dic.academic.ru/>

CzechEncy. *Nový encyklopedický slovník češtiny* [online]. Masarykova univerzita, Brno 2012. Dostupné z: <https://www.czechency.org/>

Český jazykový korpus. [online]. Dostupné z: <https://www.korpus.cz>

DeepL Překladač [online]. 2017. Dostupné také z: <https://www.deepl.com/translator>

Glosbe slovník [online]. Dostupné také z: <https://cs.glosbe.com/>

Gramota.ru. *Словари*. [online]. 2014. Dostupné z: <http://gramota.ru/slovari/>

Lingea. *Rusko-český slovník*. [online]. 2017. Dostupné z: <https://slovníky.lingea.cz/rusko-cesky>

Překladač Google. *Translate.google.cz* [online]. Dostupné z: <https://translate.google.cz/>

Ruscorpora.ru. *Национальный корпус русского языка*. [online]. Dostupné z: <https://ruscorpora.ru>

Seznam.cz *Slovník* [online]. 1996. Dostupné také z: <https://slovník.seznam.cz/preklad/rusky>

Yandex.ru. *Переводчик*. [online]. 2001. Dostupné z: <https://translate.yandex.ru/>

Internetové zdroje

DVOŘÁK, Tomáš. *Studium vlastností tenkých vrstev na bázi multiprvkových kovových skel*. Plzeň, 2018. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Doc. Ing. Petr Zeman, Ph.D.

BŘÍŽDALA, Jan. *Syntetické makromolekulární látky*. *E-ChemBook Multimediální učebnice chemie pro gymnázia* [online]. 2022 [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <http://e-chembook.eu/synteticke-makromolekularni-latky>

Google Scholar [online]. Dostupné také z: <https://scholar.google.com/>

Internetová jazyková příručka [online]. Ústav pro jazyk český Akademie věd České republiky, 2008. Dostupné také z: <https://prirucka.ujc.cas.cz/>

Kalení a popuštění (zušlechtnění). *Bodycote* [online]. 2019 [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://www.bodycote.com/cs/sluzby/tepelne-zpracovani/kaleni-popusteni-zuslechtneni/>

Kovová skla. *Materiálová věda* [online]. Pardubice, 2011 [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <http://materialovaveda.blogspot.com/2011/06/kovova-skla.html>

Perspektivní materiály. *Masarykova univerzita - Pedagogická fakulta* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://www.ped.muni.cz/wphy/fyzvla/fmkomplet4.htm>

SOLNÝ, Tomáš. *KOROZNÍ ZMĚNY ULTRA TENKÝCH KAPILÁR*. Brno, 2010. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. JOSEF KOTLÍK, CSc.

Studium kinetiky krystalizace polymerů. *Ústav fyziky a materiálového inženýrství* [online]. Zlín, 2009 [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: https://ufmi.ft.utb.cz/texty/fyzika_pol/FP1_lab_03.pdf

Struktura polymerů a její vliv na vlastnosti. *Publi* [online]. Brno, 2011 [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/180/03.html>

TECHNICKÝ LIST – SKLOLAMINÁTOVÉ DESKY A ROLE. *LanitPlast* [online]. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: https://www.lanitplast.cz/data/soubory/technicke_listy/sklolaminat/technicke_udaje_sklo_laminatu.pdf

Tepelné vlastnosti polymerů. *Publi* [online]. Brno, 2011 [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/180/13.html>

WikiSkripta [online]. Praha [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Home>

ZÁLEŠÁKOVÁ, Magdaléna. *Keramická nádobka z produkce znojemské továrny*. Brno, 2012. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Ak. soch. Jitka Trčková.

БОРИШАНСКАЯ, М.М. а М.А. КУРБАКОВА. Об особенностях перевода научного текста. *Известия МГТУ «МАМИ» № 4(22)*. 2014, том 5(№ 4(22)).

ВЛАДИМИРОВА, Т.Л. *ЯЗЫК И СТИЛЬ НАУЧНОГО ТЕКСТА*. Томск, 2010. Учебное пособие. ГОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

КОНЯЕВА, Л. А. О некоторых трудностях научно-технического перевода. *Перевод и сопоставительная лингвистика*. 2015, (Выпуск № 11).

ОРДЯН, Л. А. Типичные проблемы и особенности перевода научного текста. *Молодой ученый*. 2018, №48. Dostupné také z: <https://moluch.ru/archive/234/54398/>

Zdroj originálního textu k překladu

САЛАХОВ, А.М. *Введение в технологию конструкционных материалов: Учебное пособие для студентов Института физики*. Казань, 2014. Учебное пособие. Казанский (Приволжский) федеральный университет, Кафедра физики твердого тела. Стр. 96-122

ПРИЛОНЫ

ПРИЛОНА Ч. 1 – GLOSÁŘ

A	
агрегация -и; <i>жс.</i>	agregace , sdružování
адсорбировать -рую, -руешь, -руют; <i>сов. и несов.</i>	adsorbovat
алюминий -я; <i>м.</i>	hliník , Al
анион -а; <i>м.</i>	anion
антипирен -а; <i>м.</i>	retardér , zpomalovač hoření
Б	
биосовместимость -и; <i>жс.</i>	biokompatibilita
бит -а; <i>м.</i> -q-бит	bit -qubit, kvantový bit
бром -а; <i>м.</i>	brom
В	
Ван-дер-Ваальсовские связи В-их с-ей; <i>жс.</i>	Van der Waalsovy vazby , síly
варка -и; <i>жс.</i>	vaření, várka; <i>skl.</i> tavení
взаимодействовать -ую, -ешь, -ют; <i>несов.</i>	interagovat , reagovat, vzájemně působit
висмут -а; <i>м.</i>	bismut , Bi
внутренний фотоэффект в-его ф-а; <i>м.</i>	vnitřní fotoelektrický jev
водопоглощение -я; <i>с.</i>	nasákavost, nasáklivost, pohlcování vody
выдувание -я; <i>с.</i>	vyfukování; <i>skl.</i> foukání
высокомолекулярный материал в-ого м-а; <i>м.</i>	makromolekulární látka
вязкий -ого; -ая, -ое -вязкая жидкость -вязкое течение	viskózní , vazký; -viskózní kapalina -viskózní proudění
вязкость -и; <i>жс.</i>	viskozita , vazkost;
Г	
гибкость -и; <i>жс.</i>	pružnost , ohebnost;
глазурь -и; <i>жс.</i> -борно-свинцовая г. -глухая г. -легкоплавкая г. -полевошпатовая г. -прозрачная г. -стронциевая г. -сырая г. -тугоплавкая г. -фриттованная г. -циркониевая г.	glazura , poleva -boritoolovnatá g. -zakalená g. -nízkotavitelná g. -živcová g. -průhledná g. -glazura s obsahem stroncia -surová g. -tvrdá (těžko tavitelná) g. -fritovaná g. -zirkonová g.

горючесть -и; <i>жс.</i>	hořlavost ; vznětlivost
Д	
давление пара д-я п-а; <i>с.</i>	tlak páry; tlak nasycených par
девитрификация -и; <i>жс.</i>	devitrifikace, odskelnění
десорбция -и; <i>жс.</i>	desorpce
деструкция -и; <i>жс.</i>	destrukce, rozklad
дисперсность -и; <i>жс.</i>	disperzní schopnost, stupeň disperze, rozptýlenost, disperzita
диффузия -и; <i>жс.</i>	difúze
диффундировать -рую, -руешь, -руют; <i>несов.</i>	difundovat
длина волны -ы; <i>жс.</i>	vlnová délka
добавка -и; <i>жс.</i>	přísada, příměs; přidání, přimíšení
Ж	
жидкий азот ж-ого а-а; <i>м.</i>	kapalný dusík
З	
закалка -и; <i>жс.</i>	(za)kalení; <i>skl.</i> kalení, tvrzení, vytvrzování
залечивание -я; <i>с.</i>	vytvrzování
замедлитель -ля; <i>м.</i> -замедлители горения	<i>chem.</i> zpomalovač, zpožd'ovač, retardér (čínidlo); -zpomalovače hoření
зародышеобразование -я; <i>с.</i>	tvorba krystalových zárodků
засорение -я; <i>с.</i>	znečištění, znečišťování; zanesení,
И	
излучение -я; <i>с.</i> -электромагнитное излучение	vyzařování, záření , radiace; sálání -elektromagnetické záření
интенсивность света и-и с-а; <i>жс.</i>	intenzita světla
ион -а; <i>м.</i>	ion(t)
истирание -я; <i>с.</i>	otěr, otírání, oděr, odírání, obrus, obrušování;
К	
кальций -я; <i>м.</i>	vápník, Ca
карбонат -а; <i>м.</i> -карбонат натрия	karbonát, uhličitan -uhličitan sodný
карбонизация -и; <i>жс.</i>	karbonatace; karbonizace , nauhličování; karbidace
каркас -а; <i>м.</i>	kostra, skelet;
катион -а; <i>м.</i>	kationt
кислород -а; <i>м.</i>	kyslík, O
класс стёкол к-а с-л; <i>м.</i> -к. алюминатных стёкол -к. боратных стёкол -к. германатных стёкол -к. силикатных стёкол -к. теллуритных стёкол -к. фосфатных стёкол	třída skel -tř. hlinitanových skel -tř. boritých skel -tř. germaniových skel -tř. křemičitých skel -tř. telluritových skel -tř. fosforečnanových skel

коллоидная форма к-ой ф-ы; Жс.	koloidní forma
коллоидная частица золота к-ой ч-ы з-та; Жс.	koloidní částice zlata
коэффициент -а; М. -коэффициент линейного расширения -коэффициент поглощения -коэффициент термического расширения	koeficient , (sou)činitel, faktor -koeficient teplotní délkové roztažnosti -absorpční koeficient -koeficient teplotní objemové roztažnosti
кристаллизация -и; Жс.	krystalizace , skl. odskelnění, krystalizace
кристалличность -и; Жс.	krystalinita
кросс-связывание -ия; С.	sít'ování
Л	
легкоплавкий -ого; -ая, -ое	lehce tavitelný, snadno tavitelný
лиганд -а; М.	ligand
М	
магнетизм -а; М.	magnetismus
магнитная переориентация М-ой п-и; Жс.	magnetická reorientace
магнитный момент М-ого М-а; М.	magnetický moment
магнитный сердечник М-ого с-а; М.	magnetické jádro
макромолекула -ы; Жс.	makromolekula
малокалорийный источник М-ого и-а; М.	nízkoenergetický zdroj
матрица -ы; Жс. -неупорядоченная матрица	matrice , lisovnice (<i>pevná čelist lisovadla</i>) -neuspořádaná matrice
металл -а; М.	kov
молярная концентрация М-ой к-и; Жс.	molární koncentrace
мономер -а; М.	monomer
Н	
наномагнит -а; М.	nanomagnet
наночастица -ы; Жс.	nanočástice
напряжение -я; с. -напряжение сжатия -растягивающее напряжение -термическое напряжение	napětí -napětí v tlaku, tlakové napětí, namáhání tlakem -napětí v tahu, namáhání tahem -tepelné napětí
нейлон -а; М.	nylon
неоднородный -ого; -ая, -ое	heterogenní, nehomogenní, nestejnorodý, různorodý
несмешиваемость -и; Жс.	nemísitelnost
нуклеация -и; Жс.	Nukleace

О	
обжиг -а; м. -восстановительный о. -двукратный о. -однократный о.	žihání, pražení, kalcinace, vypalování, výpal, пálení -redukční p. -dvojstupňové p. -jednostupňové p.
обсидиан -а; м.	obsidián , sopečné sklo
огнеопасный -ого; -ая, -ое	hořlavý , požárně nebezpečný, vznětlivý
огнестойкий -ого; -ая, -ое	ohnivzdorný, žáruvzdorný, odolný proti ohni
однородный -ого; -ая, -ое	homogenní, stejnorodý
оксид -а; м. -оксид калия -оксид кремния -оксид натрия -стеклообразующий оксид	oxid -oxid draselný -oxid křemičitý -oxid sodný -sklotvorný oxid
олово -а; с.	cín, Sn
органопластик -а; м.	organický plast
отжиг -а; м. -высокотемпературный о.	(vy) žihání; skl. chlazení -vysokoteplotní žihání
отожжённый -ого; -ая, -ое	vyžíhaný, <i>skl. vychlazený</i>
П	
плавень -вня; м.	tavidlo, tavicí přísada , struskotvorná látka
плавление -я; с.	tavba, tavení , roztavování, tání
плавленый кварц П-ОГО К-а; м.	tavený křemen
пластификатор -а; м.	<i>chem. změkčovaadlo; ker., stav.</i> plastifikátor
пластмасса -ы; жс.	plast, umělá hmota , plastická hmota
плёнка -и; жс.	blána, povlak, vrstvička , fólie, film (<i>tenká vrstvička</i>)
плотность -и; жс.	hustota ; hutnost (<i>betonu</i>); pevnost (<i>pletiva</i>); soudržnost; těsnost, neprodyšnost
поверхностное натяжение П-ОГО Н-я; с.	povrchové napětí
полиакрил -а; м.	polyakryl
поливинилхлорид -а; м.	polyvinylchlorid
поликарбонат -а; м.	polykarbonát
полимер -а; м. -дисперсно-наполненные полимеры -синтетические полимеры /полимерные материалы -термопластичные полимеры -термореактивные полимеры	polymer -disperzní polymery -syntetické polymery -termosty -reaktoplasty, termoreaktivní polymery, teplem tvrditelný polymer
полимерное покрытие П-ОГО П-ия; с.	polymerní povlak
полипропилен -а; м.	polypropylen
полирование -я; с.	leštění, hlazení
полистирол -а; м.	polystyren

полиэдр -а; <i>м.</i>	polyedr
полиэтилен -а; <i>м.</i>	polyethylen
полиядерный кластер П-ого к-а; <i>м.</i>	polynukleární klastr
полупроводник -а; <i>м.</i>	polovodič
полуфарфор -а; <i>м.</i>	poloporcelán
поперечная сшивка п-ой с-и; <i>жс.</i>	příčná vazba, síťování
порядок -дка; <i>м.</i> -ближний порядок -дальний порядок	řád, uspořádání , pořádek; pořadí; způsob, postup -krátkodosahové uspořádání -dalekodosahové uspořádání
природа -ы; <i>жс.</i>	podstata, povaha, charakter (jevu)
проводимость -и; <i>жс.</i>	vodivost
прозрачность -и; <i>жс.</i>	průhlednost ; průzračnost, čírost
промежуточный слой п-ого слоя; <i>м.</i>	mezivrstva
прочность -и; <i>жс.</i> -прочность на истирание -прочность на растяжение	pevnost; trvanlivost -odolnost proti otěru -pevnost v tahu
P	
радиус корреляции структуры р-а к-и с-ы; <i>м.</i>	poloměr korelace struktury
разрыв -а; <i>м.</i>	roztržení, přetržení, trhlina , přerušeni, prasknutí ; proluka
расклинивание -я; <i>с.</i>	vyklínování
расплав -а; <i>м.</i>	tavení; tavenina , lázeň
рассеивать -аю, -аешь, -ают; <i>несов.</i>	rozptylovat
растворимость -и; <i>жс.</i>	rozpuštěnost
растрескивание -я; <i>с.</i>	(roz)praskání, rozpukání, poprskání , dekrepitace; trhlinkování (glazury)
резина -ы; <i>жс.</i>	pryž
Рэлеевское рассеяние света Р-ого р-ия света; <i>с.</i>	Rayleighův rozptyl světla
C	
светопропускание -я; <i>с.</i>	světelná propustnost
свинец -нца; <i>м.</i>	olovo, Pb
селитра -ы; <i>жс.</i>	ledek
сера -ы; <i>жс.</i>	síra, S
синтез -а; <i>м.</i>	syntéza
синтезировать -рую, -руешь, -руют; <i>сов. и несов.</i>	syntetizovat
синтетическое волокно с-ого в-а; <i>с.</i>	syntetické vlákno
ситалл -а; <i>м.</i>	sklokeramika, krystalické sklo
скорость затвердевания с-и з-я; <i>жс.</i>	rychlost tuhnutí
слиток -тка; <i>м.</i>	valoun

смазка -и; <i>жс.</i>	mazání; mazivo , mazadlo; mazanina
смазочный материал с-ого м-а; <i>м.</i>	mazivo
смешиваемость -и; <i>жс.</i>	mísitelnost
соединение -я; <i>с.</i>	spoj(ení), spojování; <i>chem. sloučenina</i>
сольватация -и; <i>жс.</i>	solvatace
сорбция -и; <i>жс.</i>	sorpce , pohlcování
спиновое состояние с-ого с-я; <i>с.</i>	spinový stav
спинодальное расслоение с-ого р-я; <i>с.</i>	spinodální rozvrstvení , odmísení, rozvrstvení
сплав -а; <i>м.</i>	slitina , směs
сталь -и; <i>жс.</i>	ocel
статическая усталость с-ой у-и; <i>жс.</i>	statická únava
стекло -а; <i>с.</i> -боросиликатное с. -галогенидное с. -кварцевое с. -металлическое с. -натриево-кальциево- силикатное с. -неорганическое с. -огнезащитное с. -оксидное с. -силикатное с. -смешанное с. -фоточувствительное с. -фторбериллатное с. -халькогенидное с. -щелочносиликатное с. -элементарное с.	sklo -boritokřemičité s. -halogenidové s. -křemenné s. -kovové s. -sodnovápenatokřemičité s. -anorganické s. -ohnivzdorné s. -oxidové s. -křemičité s. -směsné s. -fotosensitivní s. -fluoroberylátové s. -chalkogenidové s. -alkalickokřemičité s. -prvkové s.
стекловаренная печь с-ой печи; <i>жс.</i>	sklářská pec
стекловолокно -а; <i>с.</i>	skleněné vlákno
стеклообразное состояние с-ого с-ия; <i>с.</i>	sklovitý stav
стеклообразование -я; <i>с.</i>	sklotvorba , vytváření skloviny
стеклообразователь -ля; <i>м.</i>	sklotvorná látka
стеклопакет -а; <i>м.</i>	dvojsklo
стеклопластик -а; <i>м.</i>	sklolaminát , skleněný laminát, skelný laminát
супрамолекулярная химия с-ой х-и; <i>жс.</i>	supramolekulární chemie
сшивание -я; <i>с.</i> -поперечное сшивание	sešívání -tvoření příčných vazeb (<i>mezi makromolekulami</i>), síťování
T	
тело -а; <i>с.</i> -аморфное тело	těleso , tělo; látka -amorfní látka

температура -ы; <i>жс.</i> -температура перехода в стеклообразное состояние -температура плавления -температура поверхности -температура стеклования	teplota -teplota zeskelnění -teplota tání -teplota na povrchu -teplota vitifikace, teplota zeskelnění
температурное расширение т-ого р-ия; <i>с.</i>	teplotní roztažnost
температурный интервал перехода в стеклообразное состояние	teplotní interval skelného přechodu
теплопередача -и; <i>жс.</i>	tepelná výměna, sdílení tepla
термическое расширение т-ого р-ия; <i>с.</i>	tepelná roztažnost
термообработка -и; <i>жс.</i>	tepelné zpracování
технология -и; <i>жс.</i>	technologie
токсичность -и; <i>жс.</i>	toxická, jedovatost
тонкозернистый -ого; -ая, -ое	jemnozrnný
точка плавления -и; <i>жс.</i>	bod tání, bod tavení
травление -я; <i>с.</i>	leptání, moření
трещина -ы; <i>жс.</i> -трещины Гриффитса	trhlina, prasklina, puklina, rozsedlina -Griffithovy praskliny
У	
углерод -а; <i>м.</i>	uhlík, C
ультрафиолетовое излучение у-ого и-ия; <i>с.</i>	ultrafialové záření
упорядоченность -и; <i>жс.</i>	uspořádání
упрочнение -я; <i>с.</i>	zpevňování, zpevnění, vytvrzování
упругость -и; <i>жс.</i>	pružnost, elasticita, elasticita
усадка -и; <i>жс.</i>	sednutí, sedání, smrštění, smršťování;
усталость -и; <i>жс.</i> -динамическая усталость -усталость стекла	únava (materiálu) -dynamická únava -únava skla
устойчивость -и; <i>жс.</i>	stabilita, ustálenost, stálost; pevnost, stálost, odolnost
Ф	
фазовое разделение ф-ого р-ия; <i>с.</i>	fázové rozdělení
фарфор -а; <i>м.</i>	porcelán
фриттование -я; <i>с.</i>	skl. fritování, tavení
фталат -а; <i>м.</i>	ftalát
фтористый водород ф-ого в-а; <i>м.</i>	fluorovodík
Х	
химическое волокно х-ого в-а; <i>с.</i>	chemické vlákno
хлор -а; <i>м.</i>	chlor, Cl

Ц	
цепь -и; <i>жс.</i> -полимерная цепь -разветвлённая цепочка	řetěz, řetězec; -polymerní řetězec -rozvětvený řetězec
Ч	
чаша Ликурга ч-и Л-а; <i>жс.</i>	Lykurgův pohár
черепок -пка; <i>м.</i>	střep, střípek
Ш	
шихта -ы; <i>жс.</i>	vsázka, zavázka (materiál); skl. kmen, vsázka
шкала Мооса ш-ы М-а; <i>жс.</i>	Mohsova stupnice tvrdosti
штапель -я; <i>м.</i>	stapl (délka vláken)
Э	
эластомер -а; <i>м.</i>	elastomer
электрон -а; <i>м.</i> -неспаренный электрон -р-электрон -а; <i>м.</i>	elektron -nespárovaný elektron -p-elektron
электронный -ого; -ая, -ое -электронная микроскопия -электронная оболочка	elektronový, elektronický -elektronová mikroskopie -elektronový obal
элемент периодической системы э-а п-ой с-ы; <i>м.</i>	prvek periodické soustavy
эмалирование -я; <i>с.</i> -техническое эмалирование	smaltování -technické smaltování
эмалировать -рую, -руешь, -руют; <i>несов.</i>	smaltovat
эмаль -и; <i>жс.</i>	smalt
энергозатраты -ат	spotřeba energie
эфир -а; <i>м.</i> -эфиры фталевой кислоты	éter, ether; ester -estery kyseliny ftalové

PŘÍLOHA Č. 2 – ORIGINALNÍ TEXT K PŘEKLADU

A. M. Салахов – Введение в материаловедение конструкционных материалов

3.2. Полимеры

В мировом масштабе уже с середины 50-х годов производство полимеров превзошло производство алюминия. В середине 70-х годов будущее связывали именно с полимерами, их потребление росло высокими темпами и достигало 18% в год, однако затем этот рост замедлился до более скромного уровня. Большинство полимеров вырабатывают из нефти. Технология их получения из каменного угля не разработана до сих пор. Однако не следует думать, что это делает производство полимеров уязвимым перед ростом цен на нефть. Доля добавленной стоимости в цене полимеров, получаемых из сырой нефти, очень велика. В 1998 г. тонна нефти стоила около 150 долл. США, а цена стоимости полиэтилена достигала 800 долл. Таким образом, удвоение цены нефти не приведет к удвоению цены полимера. Отметим, что доля энергозатрат в стоимости металлов весьма высока, причем у алюминия она в два раза больше, чем у большинства полимеров. Можно считать, что полимеры зависят от стоимости энергии не более других материалов.

Среди природных органических материалов важнейшим является древесина, потребление которой (свыше 1 млрд т) заметно превышает потребление стали. Важнейшими видами синтетических полимерных материалов являются пластмассы, эластомеры, химические волокна и полимерные покрытия. Мы ограничимся рассмотрением полимеров конструкционного назначения, они образуют основу для производства лаков и красок, резины, пластиков, синтетических волокон и бумаги.

Синтетические высокомолекулярные материалы выгодно отличаются от металлов высокой устойчивостью в агрессивных средах, низкой плотностью, высокой стойкостью к истиранию, хорошими диэлектрическими и теплоизоляционными свойствами, простотой изготовления деталей и аппаратов сложной конструкции.

Существенным недостатком многих высокомолекулярных соединений является склонность к старению и, в частности, к деструкции – процессу уменьшения длины цепей и размеров макромолекул. Деструкция может быть инициирована механическими нагрузками, действием электромагнитного излучения, ультразвука, тепла, воды, особенно кислорода и озона. Большинство конструкционных

материалов на органической основе нельзя применять при температурах выше 150 - 200°C и в контакте с различными агрессивными средами.

Однако самой серьезной проблемой является засорение планеты пластмассовой упаковкой. В США ежегодно производится около 100 млрд. т пластика и лишь 5 % из них подвергается переработке, оставшиеся 95% формируют горы свалок, более того, попадает в Мировой океан и входит в пищевую цепочку, которая отнюдь не безопасна для здоровья человека.

Конечно, исследователи постоянно работают над созданием новых полимеров, которые обладают весьма привлекательными свойствами. Путем кристаллизации, поперечной сшивки и ориентации создаются полимеры, жесткость которых равна жесткости алюминия. Такие полимеры находят разнообразное применение.

Самая фундаментальная классификация полимеров основана на том, встречаются ли они в природе или получаются искусственным путем. Синтетические полимеры, в свою очередь, можно разделить на два больших класса: *термопластичные* и *термореактивные*. Их названия указывают на поведение при повышенных температурах.

Если взять каучуковую трубку и охладить ее в жидком азоте, она становится жесткой. Соответственно возрастает модуль упругости приблизительно с 10 МПа до 2 ГПа, но если трубка нагреется, модуль упругости снова упадет до 10 МПа. Это происходит потому, что каучук состоит из длинных цепей атомов углерода. Эти цепи имеют немногочисленные поперечные сшивки. Так обстоит дело при низкой температуре. По мере нагревания каучука до комнатной температуры Ван дер Ваальсовские *межмолекулярные* связи распадаются.

Например, термопластичные полимеры состоят из длинных цепочечных молекул, боковые группы которых не связывают соседние молекулы (т.е. отсутствует *кросс-связывание*). Таким образом, как кристаллические, так и аморфные термопластические полимеры при низких температурах проявляют свойства стекол, а при нагревании приобретают свойства резин (*эластомеры*) или гибких пластиков (при температурах выше температуры стеклования T_g). Величина T_g – наиболее важная характеристика полимеров, аналогичная точке плавления низкомолекулярных соединений.

В отличие от термопластичных, термореактивные полимеры исходно являются жидкими и затвердевают в процессе термического кросс-связывания

(залечивания). Поскольку при этом образуется жесткая трехмерная сетка, термореактивные полимеры нельзя расплавить заново и придать им другую форму. Как легко предвидеть, линейные полимеры проще всего упаковываются в периодические (кристаллические) структуры, а разветвленные цепочки укладываются хаотически, приводя к аморфным фазам. Из-за большой длины цепей в кристаллических областях только часть цепей упакована периодически, остальные же располагаются беспорядочно. Такая структурная разнородность оказывает непосредственное влияние на физические свойства полимеров – прочность на растяжение, гибкость и прозрачность.

Можно ли повысить жесткость полимера, лимитируемую жесткостью Ван-дер-Ваальсовских связей? Ответ на этот вопрос положителен, и для этого в полимер нужно ввести более жесткий материал. Примерами могут служить:

- а) стеклопластик, представляющий собой полимер, армированный непрерывными волокнами из натриевого стекла;
- б) углепластик, армированный углеродными волокнами;
- в) органопластик – полимер, армированный волокнами кевлар-49, в котором полимерные молекулы ориентированы вдоль его оси;
- г) дисперсно-наполненные полимеры, в которых для увеличения жесткости добавляют частицы стекла или диоксида кремния;
- д) древесина – натуральный композит, состоящий из лигнина (аморфного полимера), армированного целлюлозными волокнами.

По структуре молекулы полимеров можно разделить на пять архитектурных классов – от простых линейных до мегамеров – сложных структур, построенных из упорядоченных разветвленных (дендритных) полимеров. Влияние природы и плотности боковых функциональных групп (т.е. природы цепи) зависит от состава каждого полимерного звена, а также от того, насколько структура «открыта» окружающей среде.

Кристалличность полимера определяется тем, насколько эффективно и плотно можно упаковать цепи друг относительно друга. Как и в случае кристаллов, образованных небольшими молекулами, решающее значение имеют условия процесса кристаллизации полимера – температура и скорость ее изменения.

Как уже отмечалось выше, полимеры в лучшем случае можно рассматривать как частично кристаллические, при этом закристаллизованные области располагаются в сильно неупорядоченной матрице. Типичными примерами кристаллических

полимеров служат полиэтилен и полипропилен, нейлоны и большинство термопластичных полимеров. Как правило, кристаллические полимеры обладают высокой усадкой, низкой прозрачностью, четкой точкой плавления и высокой устойчивостью к химическим воздействиям. Напротив, полимеры, содержащие объемистые боковые заместители – полистирол, поликарбонаты, полиакрил и др. обычно аморфны. Из-за неупорядоченной структуры они дают малую усадку, достаточно прозрачны («органические стекла»), обладают широкими диапазонами температур размягчения и мало устойчивы к износу и агрессивным химическим средам.

Еще с 2000 г. до н.э. человечеству известно явление магнетизма, традиционно оно связывалось с различными сплавами. Поскольку органические соединения обычно проявляют диамагнитные свойства (все электроны спарены), органические молекулы многие годы вообще не рассматривались как потенциальные магнитные материалы. Ситуация изменилась коренным образом в середине 1680 гг., когда был получен первый *органический* молекулярный магнит.

Магнитные материалы, которые мы используем в повседневной жизни, обычно представляют собой твердые металлы или сплавы. Молекулярные соединения мы привыкли считать немагнитными. Однако исследования показали, что определенный тип молекул может обладать большим магнитным моментом со стабильной ориентацией, как у традиционных магнитных материалов. Такие молекулярные магниты можно активно изучать квантовыми методами. Так, было предложено их использование в качестве q-битов, фундаментальных единиц квантовой информации.

Молекулярный магнит представляет собой органическую молекулу, в составе которой есть один или несколько ионов металла с неспаренными электронами. Неспаренные электронные спины сильно взаимодействуют со спинами других атомов, преимущественно кислорода. Полиядерные кластеры металлов окружены объемными лигандами (рис.3.7), которые защищают магнитное ядро от внешних воздействий.

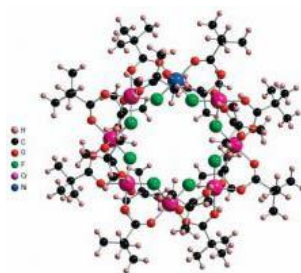


Рис.3.7. Структура молекулярного наномагнита

Первым и самым известным примером описанных соединений служит соединение двенадцати атомов марганца с ацетатными лигандами (Mn_{12} - ацетат). Такие молекулярные наномагниты обладают как классическими магнитными свойствами, так и квантовыми.

За последние два десятилетия супрамолекулярная химия позволила получить несколько сотен молекулярных наномагнитов с контролируемыми магнитными свойствами. Например, можно создать объемные кристаллические структуры, в которых все молекулы ориентированы одинаково. Кроме того молекулы можно осаждать на подложки с образованием слоев. Подбор условий синтеза позволяет контролировать физические свойства и создавать связи между молекулами. Можно обеспечить дополнительные функциональные зависимости, например возможность переключения спиновых состояний под действием света.

В отличие от неорганических соединений, получаемых, как правило, высокотемпературным отжигом, органические магнитные материалы синтезируют при низких температурах с использованием традиционных «мягких» подходов. Органические магниты выгодно отличаются от неорганических малой плотностью, возможностью плавно изменять проводимость, а также биосовместимостью.

Хотя свойства полимеров можно изменять достаточно плавно за счет функциональных групп, входящих в состав мономеров, к полимеру нередко добавляют один или несколько компонентов для придания необходимых свойств: цвета (неорганические пигменты или органические красители), гибкости и меньшей горючести. Широкое применение имеют пластификаторы – вещества, улучшающие гибкость.

Мировое производство пластификаторов составляет около 5 млн. т, из которых более 90 % используется для придания мягкости поливинилхлориду. Для этого часто используют фталаты. Напомним, что фталатами называют соли и эфиры фталевой кислоты. В изделиях фталаты маркируются треугольником из стрелок

с цифрой 3 внутри. Поскольку эти вещества обладают достаточно высоким давлением пара, они постепенно испаряются, чем и объясняется характерный запах новой мебели или автомобильных салонов, а также образование органического «выпота» на ветровых стеклах. В ряде стран введены ограничения на применение фталатов для производства изделий, предназначенных для детей.

Известны два предположения о механизме действия пластификаторов. Одно из них предполагает, что пластификаторы выступают как смазочные материалы, т.е. при нагревании молекулы пластификатора диффундируют в толщу полимера и разрывают Ван-дер-Ваальсовы связи между полимерными цепями. Поскольку прочность структуры уменьшается полимер становится более гибким. Другая теория полагает, что при диффузии молекул пластификатора происходит «расталкивание» полимерных цепей и полимер становится более гибким.

В обоих случаях предполагается, что молекулы пластификатора не образуют прочных связей с полимерными цепями. Если взаимодействия достаточно слабые, сорбция и десорбция молекул пластификатора на полимерных цепях должна протекать легко. Соответственно, за счет изменения химической природы можно плавно изменять растворимость (смешиваемость) пластификатора в полимере. По мере усиления взаимодействия между полимером и пластификатором температура стеклования будет возрастать; при низких температурах жесткость полимера даже увеличится за счет дополнительных упрочняющих взаимодействий между полимером и пластификатором.

Поскольку полимеры содержат много углеводородных фрагментов, они достаточно огнеопасны. Пожарная опасность материалов и изделий из них определяется в технике следующими характеристиками:

- 1) горючестью, то есть способностью материала загораться, поддерживать и распространять процесс горения;
- 2) дымовыделением при горении и воздействии пламени;
- 3) токсичностью продуктов горения и пиролиза - разложения вещества под действием высоких температур;
- 4) огнестойкостью конструкции, то есть способностью сохранять физико-механические (прочность, жесткость) и функциональные свойства изделия при воздействии пламени.

В свою очередь, горючесть - это комплексная характеристика материала или конструкции.

До сих пор пожары приносят огромный материальный ущерб, исчисляемый десятками миллиардов долларов в год, в них гибнут десятки тысяч людей. Роль современных полимерных материалов в этом особенно существенна. Поэтому поиски путей, ограничивающих горючесть полимеров и уменьшающих выделение дыма и токсичных продуктов при горении, продолжаются во всем мире и на это тратятся значительные финансовые и интеллектуальные средства.

Горение полимеров представляет собой очень сложный физико-химический процесс, включающий как химические реакции деструкции, сшивания и карбонизации полимера в конденсированной фазе (а также химические реакции превращения и окисления газовых продуктов), так и физические процессы интенсивных тепло- и массопередачи.

Процессы горения полимеров делятся на обычное газовое и гетерогенное горение, или тление. В первом случае большая часть тепла, ответственного за поддержание самостоятельного химического превращения, выделяется в газовой фазе при окислении газообразных продуктов деструкции полимера. При этом область максимальной скорости выделения тепла (газовое пламя) обычно отстоит от поверхности на расстояние порядка миллиметров и более в зависимости от конкретных условий горения. Поверхность полимера в таком случае оказывается значительно холоднее области газового пламени. Температуры поверхности составляют 400 - 650°C, а максимальные температуры в газовой фазе достигают 1100 - 1200°C и более. При тлении же все тепло выделяется, главным образом, в поверхностном слое конденсированной фазы, где и наблюдаются максимальные температуры (800 - 900°C).

Следует отметить, что в большинстве случаев невозможно добиться того, чтобы органический полимер стал абсолютно негорючим материалом и не сгорал в интенсивном огне (пожаре). Однако большинство пожаров возникает от малокалорийных источников тепла и огня - сигарет, спичек, свечей, короткого замыкания. Поэтому очень важно понизить горючесть полимера, чтобы он медленнее загорался, медленнее распространялось пламя, а для загорания требовались бы более жесткие условия (более высокие значения температур, потока энергии и т.д.).

Были разработаны добавки, благодаря которым изделия из полимеров страдают от огня существенно меньше. Сегодня многие способы ингибирования процессов горения основаны на введении в материал добавок (антипиренов),

содержащих атомы хлора или брома, или на химической модификации полимеров также путем введения в них хлора или брома. Наиболее распространенный класс добавок – *бромсодержащие замедлители горения*. По оценкам, они вводятся более чем в 2,5 млн т полимерной продукции ежегодно, основным потребителем их является электронная промышленность. В то же время сейчас уже однозначно установлено, что хлор и бром, попадая в атмосферу, способствуют разрушению озонового слоя Земли. Поэтому одной из главных задач современного полимерного материаловедения является разработка безгалогидных способов снижения горючести.

Из-за ужесточения экологических требований использование бромсодержащих реагентов в последнее время быстро снижается, особенно в европейских странах. Действительно, электронные отходы становятся новой актуальной экологической проблемой всего человечества. Мобильные телефоны, компьютеры, принтеры, фотоаппараты, игровые приставки "морально" устаревают уже спустя несколько месяцев после покупки. Производители и продавцы с помощью хитроумных рекламных компаний стараются всячески увеличить спрос на свою продукцию, побуждая покупателей отказываться от "старых" гаджетов в пользу новых. Всё это приведёт к тому, что через 10 лет объём токсичных электронных отходов в мире может увеличиться в 500 раз.

3.3. Стекла

По определению, стеклом называется не специфический материал, а общий **структурный тип** – аморфное твердое вещество, охлажденное до твердого состояния без кристаллизации. Начало использования стекла ученые относят к 3500 г. до н.э. еще со времен древнего Египта. Знаменитый римский писатель Плиний Старший в своем труде «Естественная история» в I веке изложил красивую легенду. Однажды древние финикийские купцы, остановившись на отдых на песчаном берегу реки, развели костер, оградив его вместо камней кусками селитры, которой они торговали. Наутро в остывшем костре они обнаружили слитки твердого, но хрупкого материала, неизвестного раньше. Это и было первое стекло. Так, со времен Плиния, считалось, что древняя Финикия, располагавшаяся в Восточном Средиземноморье, и была родиной стеклоделия во II – I тысячелетиях до н.э. Однако новые археологические исследования позволяют считать, что местом рождения стекла был Египет еще в IV тысячелетии.

Остатки самых ранних стекловаренных печей с фрагментами стеклянных предметов обнаружены в Египте на месте древней столицы Ахетатона. Открыв способность стекла окрашиваться в чистые яркие цвета за счет добавки различных металлов, египетские мастера уподобляли его драгоценным камням.

Стекловары времен Римской империи умели вводить коллоидные частицы золота в свои стеклянные изделия для улучшения их качества. Прекрасным примером является знаменитая «чаша Ликурга» (IV век н.э.) хранящаяся в Британском музее. Чаша имеет темный зеленоватый цвет при освещении отраженным светом, но при освещении изнутри бокал становится красным вследствие оптических эффектов частиц коллоидного золота, диспергированных в стекле, оптимальный размер которых для получения яркого рубинового цвета составляет 5 – 60 нм. Эта технология дожила до наших дней и была использована, в частности, для окраски кремлевских звезд «кассиевым пурпуром», представляющим собой наночастицы золота, «растворенные» в стекле (назван по имени гамбургского стеклоvara Андреаса Кассия, XVII век).

Источник их яркого цвета оставался тайной до середины XIX века, когда Фарадей в 1857 г. предположил, что этот замечательный цвет определяется металлическим золотом в коллоидной форме, но первым объяснение зависимости цвета стекла от вещества металлических включений и их размера смог дать Густав Ми в "Анналах Физики" в 1908 году. Им было установлено, что несферические наночастицы золота и серебра адсорбируют и рассеивают свет различной длины в зависимости от размера и формы наночастиц.

Самые первые стекла, которые использовал человек, были природного происхождения. Например, обсидиан легко образует острые грани, что позволяло делать ножи, наконечники стрел и другие режущие инструменты.

3.3.1. Стеклообразное состояние

Все известные стекла характеризуются двумя основными свойствами.

Во-первых, стекла не обладают упорядоченным расположением атомов.

Во-вторых, что более важно, любое стекло характеризуется температурным интервалом перехода в стеклообразное состояние.

Таким образом, стекло можно определить как **аморфное твердое тело, не обладающее упорядоченной периодической атомной структурой и характеризующееся температурным интервалом перехода в стеклообразное**

состояние. Любое вещество (неорганическое, органическое или металлическое, полученное любым способом), характеризующееся температурным интервалом перехода в стеклообразное состояние, является стеклом.

В настоящее время признано, что, в сущности, *любое вещество* может образовывать стекло, будучи охлажденным настолько быстро, чтобы не оставалось времени для перестройки структуры в периодическую, необходимую для кристаллизации. Вопрос заключается не в том, какое именно вещество образует стекло, а в том, как быстро оно должно охлаждаться, чтобы была предотвращена кристаллизация.

Термин "кристаллизация" по сути относится к сочетанию двух процессов: *нуклеации (зародышеобразования) и роста кристаллов.* Центры кристаллизации могут быть как гомогенные, т.е. образующиеся самопроизвольно в расплаве, так и гетерогенные, т.е. возникающие на уже существующих поверхностях раздела.

Уточним еще раз, что переход в стеклообразное состояние происходит в **интервале** температур и не может быть охарактеризован какой-либо определенной температурой. Для удобства *вводится понятие температуры перехода в стеклообразное состояние – T_g ,* которая полезна для указания *приблизительной температуры,* при которой переохлажденная жидкость переходит в твердое состояние. Температуры стеклования различных стекол приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Температура стеклования

Материал	Тип межмолекулярного взаимодействия	T_g (°C)
SiO ₂	Ковалентная связь	1430
Боросиликатное стекло	Ковалентная связь	550
Pd _{0,4} Ni _{0,4} P _{0,2}	Металлическая связь	580
BeF ₂	Ионная связь	570
As ₂ S ₃	Ковалентная связь	470
Полистирол	Ван-дер-Ваальсово взаимодействие	370
Поливинилхлорид	Ван-дер-Ваальсово взаимодействие	81
Полиэтилен	Ван-дер-Ваальсово взаимодействие	-30

Стёкла являются неорганическими рентгеноаморфными термопластичными материалами, обладающими рядом специфических свойств. Свойства стекла, как и любого другого материала, можно разделить на группы, важнейшими из которых являются механические, термические, электрические, оптические и химические.

В технологии стекла важную роль играют формовочные свойства расплавленной стекломассы и, в частности, вязкость, поверхностное натяжение, скорость затвердевания.

Обычно промышленные стёкла имеют плотность порядка $2,5 \cdot 10^3$ кг/м³. Стёкла, содержащие значительное количество оксидов металлов с низкой молекулярной массой (B_2O_3 , Li_2O) имеют пониженную плотность. Стёкла, содержащие оксиды тяжёлых металлов, свинца, висмута и др. имеют высокую плотность (до $8 \cdot 10^3$ кг/м³).

Результаты современных исследований химических свойств стёкол и их структуры с помощью прямых методов анализа (электронная микроскопия, рассеяние рентгеновских лучей под малыми углами, релеевское рассеяние света) показывают, что многие стёкла, в том числе и промышленные, нельзя считать вполне однородными системами.

Стеклообразное состояние присуще обширному классу неорганических веществ, - от отдельных элементов до сложных многокомпонентных систем. Стекло, как искусственный продукт, может включать в свой состав почти все элементы периодической системы.

Установлено, что способность элементов образовывать стекло связана со структурой их электронных оболочек.

Стеклообразующие свойства возникают в тех случаях, когда взаимодействующие атомы имеют во внешней электронной оболочке p -электроны. Наиболее благоприятным является наличие четырёх p -электронов (s^2p^4), что свойственно элементам 16 группы периодической системы O, S, Se, Te. Последние соединяются ковалентными связями лишь с двумя другими соседними атомами, образуя таким образом цепочки и более сложные сплетения. Элементы 16 группы образуют стёкла с элементами тринадцатой (B, Al, Ga, In, Te – оболочка s^2p), четырнадцатой (C, Si, Ge, Sn, Pb – оболочка s^2p^2) и пятнадцатой (N, P, As, Sb, Bi – оболочка s^2p^3) групп периодической системы.

С точки зрения фундаментальной науки проблема структуры аморфных тел и стекол является одной из основных в материаловедении. Из всех состояний вещества своим геометрическим порядком в расположении атомов на достаточно больших расстояниях резко выделяется только кристаллическое состояние. Это позволило достичь крупных успехов в познании кристаллического состояния экспериментальными методами и создать удовлетворительные теоретические

модели. Однако некристаллические материалы (а это огромное множество используемых в практике аморфных тел и стекол) не обладают такой упорядоченностью. В то же время хорошо известно, что все аморфные материалы с самыми различными типами ближнего порядка имеют ряд общих свойств, например правило $2/3$ для соотношения между температурами стеклования и плавления.

Отсутствие дальнего порядка и периодичности не исключает существование структуры на том уровне, который определяет свойства вещества. Естественно, что прежние дискуссии о строении стекол были посвящены в основном силикатным стеклам, особенно стеклообразному оксиду кремния и щелочносиликатным стеклам.

Основой для новых подходов к теоретическому описанию аморфных тел и стекол может стать осознание того факта, что беспорядок в аморфных телах и стеклах не абсолютный – присущая кристаллам периодичность в расположении атомов сохраняется в пределах нескольких координационных сфер, а далее каким-то образом нарушается.

Основной структурной единицей силикатных стекол служит образованный четырьмя анионами кислорода тетраэдр SiO_2 . В стеклообразном состоянии соседние тетраэдры соединены атомами кислорода, расположенными в вершинах. В результате возникает неправильная трехмерная сетка – каркас (рис.3.8).

Введение оксида – модификатора приводит к изменениям структуры. Большие ионы металлов (например кальция) не присоединяются к сетке, а удерживаются в междузельях (рис.3.9).

Физические свойства и «геометрия структуры» аморфных материалов тесно связаны между собой. Беспорядок в аморфных телах является топологическим, а топологические дефекты невозможно ликвидировать малыми перемещениями атомов – для этого требуется глобальная перестройка структуры.

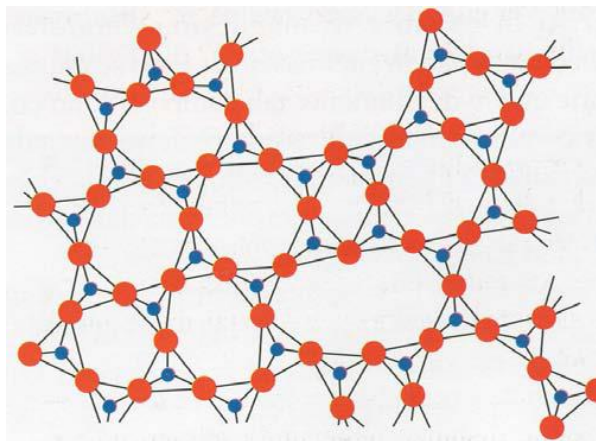


Рис.3.8. Нерегулярная трехмерная сетка стекла

Расстояние, на котором еще сохраняется упорядоченность, можно характеризовать радиусом корреляции структуры R_c . По различным оценкам в аморфных и стеклообразных материалах величина R_c составляет примерно 1 нм.

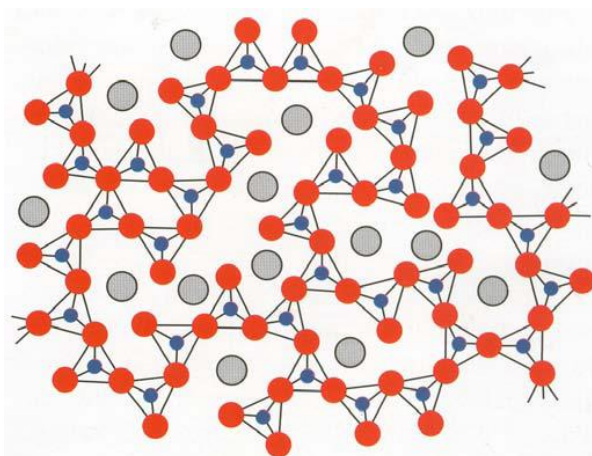


Рис.3.9. Сетка стекла с модификатором

3.3.2. Структура стекол

На первый взгляд, термин "структура стекла" может показаться некорректным. Как могут вещества, по определению не имеющие дальнего порядка и периодической структуры, обладать структурой, характерной для *конкретного состава*. В то же время известно, что свойства трех разных образцов стекла *одного состава*, полученных независимо в трех разных лабораториях и отожженных в одном режиме, в *разумных пределах будут одинаковыми*.

Отсутствие дальнего порядка и периодичности не исключает существование структуры на том уровне, который определяет свойства вещества.

Жидкость, образующаяся при варке шихты, в некоторых случаях самопроизвольно разделяется на две очень вязкие жидкости или фазы. Поскольку вначале эти жидкости представляют собой однородную смесь, их полное разделение на два слоя происходит очень медленно. Охлаждение расплава до температуры ниже температурного интервала перехода в стеклообразное состояние похоже на замораживание смеси масла с водой. Полученное стекло окажется *разделенным на фазы* (неоднородным).

Несмешиваемость жидкостей или разделение фаз – обычное явление в жидких системах, в том числе и в стеклообразующих расплавах.

Существует два механизма, по которым происходит фазовое разделение.

Первый механизм называется "*нуклеация и рост*", при этом, многие из факторов, которые контролируют формирование кристаллов, влияют также на фазовое разделение.

Второй механизм называется "*спинодальный распад*" (*спинодальное расслоение*). Он заключается в постепенном изменении состава обеих фаз, до тех пор пока не будет достигнута граница несмешиваемости.

Механизмы нуклеации и роста и спинодального расслоения приводят к совершенно разной микроструктуре в образующемся стекле.

Нуклеация и рост сходны с кристаллизацией, поэтому формирующаяся структура стекла имеет некоторые общие черты со структурой кристаллов. Рост происходит на отдельном изолированном зародыше, а область образования второй фазы четко определена. Поскольку вторая фаза представляет собой жидкость, а поверхностная энергия минимальна для сфер, вторая фаза представляет собой совокупность изолированных сферических частиц равновесного состава, равномерно распределенных в матрице другого равновесного состава. Такой тип микроструктуры называют *сферы в матрице* (рис.3.10).

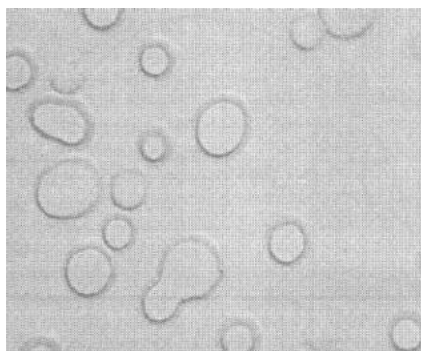


Рис. 3.10. Микрофотография неоднородного стекла с микроструктурой типа "сфера в матрице"

В микроструктуре, возникающей при спиноподальном распаде, каждая фаза представлена в виде длинных образований по всему объему структуры, распространенных во всех трех направлениях, т.е. она является *взаимосвязанной* (рис.3.11).

Несмешиваемость жидкостей характерна для столь многих стеклообразующих расплавов, что фазовое разделение в стеклах следует считать нормой, а не исключением. Степень фазового разделения может меняться от субмикронного уровня, определяемого только с помощью электронного микроскопа, до макроскопического уровня, когда происходит разделение расплава на два слоя. Скорость массопереноса в расплавах определяется вязкостью, поэтому именно вязкость оказывает решающее влияние на кинетику фазового разделения.

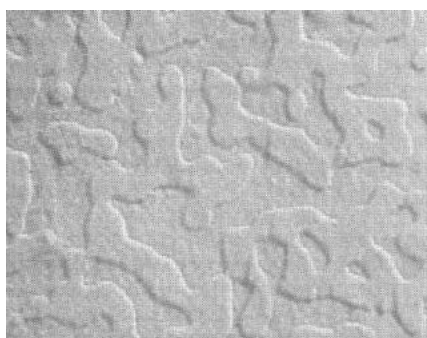


Рис. 3.11. Микрофотография неоднородного стекла с взаимосвязанной микроструктурой

Установлено, что способность элементов образовывать стекло связана со структурой их электронных оболочек.

Стеклообразующие свойства возникают в тех случаях, когда взаимодействующие атомы имеют во внешней электронной оболочке p - электроны. Наиболее благоприятным является наличие четырёх p -электронов (s^2p^4), что свойственно элементам 16 группы периодической системы O, S, Se, Te. Последние соединяются ковалентными связями лишь с двумя другими соседними атомами, образуя таким образом цепочки и более сложные сплетения. Элементы 16 группы образуют стёкла с элементами тринадцатой (B, Al, Ga, In, Te – оболочка s^2p), четырнадцатой (C, Si, Ge, Sn, Pb – оболочка s^2p^2) и пятнадцатой (N, P, As, Sb, Bi – оболочка s^2p^3) групп периодической системы.

Идентификация стекла осуществляется на основе родового названия таких компонентов. Например, если главным стеклообразователем служит оксид кремния SiO_2 , то стекло называется силикатным. Если в дополнение к SiO_2 присутствует значительное количество B_2O_3 , стекло называется боросиликатным.

Сам оксид кремния превосходно образует стекло, но его широкому применению для изготовления оконного стекла, бутылок и других изделий препятствует высокая температура плавления (более 2000°C).

Для производства силикатного стекла необходимо добавлять *плавни*, снижающие температуру варки до приемлемого значения, т.е. менее 1600°C . В качестве плавней чаще всего используют щелочные оксиды, особенно Na_2O (сода) и оксид свинца PbO . Оксид натрия входит в состав большинства промышленных стекол, включая и те, из которых изготавливают посуду и оконное стекло. Оксид калия K_2O также широко применяется в стеклах промышленных составов; оксид лития Li_2O используется в стеклокерамических материалах (ситаллах).

Большинство современных структурных моделей стекла, объединенных в так называемую *теорию неупорядоченной сетки*, основано на идеях Захариасена. Изначально его работа, уже ставшая классической, предназначалась не для обсуждения структурных моделей, а для объяснения склонности веществ к стеклообразованию, и как таковой термин "неупорядоченная сетка" не применялся. В результате широкого использования и дальнейшего развития идеи Захариасена превратились в *правила Захариасена* для стеклообразования, и в настоящее время применяются для обоснования структурных моделей стекла.

Правила Захариасена для стеклообразования в простых оксидах:

- 1) Каждый атом кислорода связан не более чем с двумя катионами.
- 2) Координационное число сеткообразующего катиона по кислороду мало.
- 3) Кислородные полиэдры связаны только вершинами, но не ребрами или гранями.
- 4) Для образования трехмерной сетки должны быть связаны по крайней мере три вершины каждого кислородного полиэдра.

3.3.3. Классификация стекол

Неорганические стёкла подразделяются на несколько типов: элементарные, оксидные, галогенидные, халькогенидные и смешанные.

Элементарными называются стёкла, состоящие из атомов одного элемента. В стеклоподобном состоянии можно получить серу, селен, мышьяк, фосфор, однако они пока не имеют широкого применения.

Оксидные стёкла имеют, безусловно, наибольшее распространение и практическое применение.

Из галогенидных стёкол наиболее важными являются фторбериллатные стёкла, основой которых является фтористый бериллий BeF_2 . К наиболее ценным качествам фторбериллатных стёкол относится их высокая устойчивость к действию жёстких излучений и таких агрессивных сред как фтор и фтористый водород.

Халькогенидными называют стёкла, образованные из сульфидов, селенидов и теллуридов. Стеклообразователями в таких системах следует считать серу, селен и теллур. В сочетании с ними в состав стёкол могут входить фосфор, кремний, германий, сурьма, висмут, олово, серебро, свинец, галлий, индий, таллий, цинк, кадмий, ртуть, медь, золото. Халькогенидные стёкла обладают электронной проводимостью, свойственной полупроводникам и обнаруживают внутренний фотоэффект.

Всё разнообразие составов известных **оксидных** стёкол, практически применяемых или имеющих перспективу применения, разделяется на определённые классы и группы. Наиболее целесообразной можно считать следующую классификацию и терминологию.

При определении класса учитывается природа стеклообразующего оксида, входящего в состав стекла в качестве главного компонента. Типичными стеклообразователями являются B_2O_3 , SiO_2 , GeO_2 , P_2O_3 . Многие другие оксиды

переходят в состояние стекла лишь в условиях скоростного охлаждения в малых пробах (As_2O_3 , Sb_2O_3 , TeO_2 , V_2O_5), либо сами по себе практически не стеклуются (Al_2O_3 , Ga_2O_3 , Bi_2O_3 , TiO_2 , MoO_3), однако, в комбинациях с определёнными компонентами в двойных и более сложных системах их скрытные и зачаточные стеклообразующие свойства резко усиливаются и они могут служить основой для синтеза самостоятельных классов стёкол. Таким образом различаются классы силикатных, боратных, фосфатных, германатных, теллуридных, алюминатных и других стёкол.

Каждый из классов, в свою очередь, разделяется на группы в зависимости от природы сопутствующих оксидов, входящих в состав стекла. Большое распространение имеют стёкла, содержащие одновременно два или три стеклообразователя.

Наименование групп стёкол строится следующим образом. Название группы стёкол совпадает с названием класса в том случае, если в рассматриваемых стёклах не содержится оксидов Me_2O_3 , MeO_2 , Me_2O_5 , MeO_3 , кроме одного стеклообразователя. Содержание этих оксидов в количествах, не превышающих 3% (по весу), также не учитывается терминологией. Во всех других случаях к обозначениям "силикатные", "боратные", "фосфатные" и другие стёкла, прибавляются обозначения "алюмо-", "боро-", "титано-" и т.п. соответственно природе учитываемого компонента. Если дополнительно учитываемых компонентов несколько, то они перечисляются в порядке возрастания их молярной концентрации в стекле. Согласно давно установившемуся в практике правилу, в конец термина всегда выносятся название главного стеклообразующего оксида. Например, "бороалюмосиликатное стекло" означает, что главным стеклообразующим компонентом в нём является SiO_2 .

Кинетическая модель стеклообразования показывает, что зависимость вязкости от температуры является основным фактором, определяющим вязкость стеклообразования в том или ином расплаве. Стекла образуются наиболее легко в двух случаях:

- а) если температуре плавления кристаллической фазы соответствует очень большая вязкость расплава;
- б) если вязкость очень быстро растёт при снижении температуры.

При этом кристаллизации расплава препятствует кинетический барьер атомной перегруппировки, обусловленный высокой вязкостью.

Вязкость не только определяет возможность и легкость стеклообразования, она также важна при определении условий плавления. Кроме того, вязкость определяет верхнюю температурную границу эксплуатации любого стекла и условия, при которых может произойти девитрификация - расстеклование или спонтанная кристаллизация (рис.3.12).

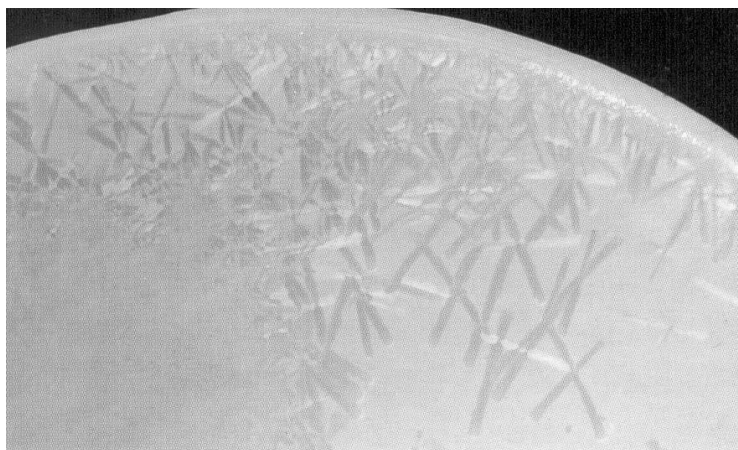


Рис. 3.12. Спонтанная кристаллизация стекла

Самый важный компонент любой стекольной шихты – стеклообразователь. Обычно их также называют *сеткообразователями*, если стекло оксидное. Каждое стекло содержит один или более компонентов, образующих структуру стекла. Самый простой способ изготовления обычного кварцевого стекла – плавление речного песка при температуре 1800 - 2000°C. В отличие от других стекол, образование которых требует быстрого охлаждения, кварц самостоятельно будет формировать стеклообразное вещество при низких скоростях охлаждения, что является следствием его сложной кристаллической структуры. По некоторым оценкам формирование натурального кварца занимает 100 000 лет!

3.3.4. Эмали, глазури, ситаллы

Эмаль – это стекло сложного состава, преимущественно легкоплавкое, которое в виде тонкого слоя наносится на металлические изделия, в результате чего поверхность защищается стеклом от окисления. Как и стекло, техника производства и нанесения эмалей возникла в Древнем Египте. Первым появилось эмалирование драгоценных металлов, в частности, эмаль наносилась на золотые украшения, а впоследствии эмалировались изделия из бронзы.

Началом *технического эмалирования* считается вторая половина XVIII века, когда в Германии стали покрывать бытовую посуду из чугуна, а затем из стали.

Состав эмалей (табл.3.4) подбирается с учетом функционального назначения эмалированного изделия.

Таблица 3.4. Составы эмалей, массовых процентов

Компонент	Однослойная эмаль для стали	Эмаль для бытовой посуды из алюминия	Ситалловое покрытие для никрома
SiO ₂	30,47	-	37,90
Na ₂ O	17,19	21,15	-
K ₂ O	7,08	5,50	4,80
Li ₂ O	8,36	2,00	7,30
MgO	-	-	2,00
CaO	0,55	-	9,10
ZnO	-	-	4,00
BaO	-	-	2,00
Al ₂ O ₃	3,68	24,84	26,60
B ₂ O ₃	13,81	11,25	-
TiO ₂	16,61	2,50	6,30
P ₂ O ₅	1,70	32,78	-
Fe ₂ O ₃	0,20	-	-
CoO	0,50	-	-
NiO	0,10	-	-
MnO	0,10	-	-

Глазурь – тонкое стекловидное покрытие на поверхности керамических изделий, образующееся в результате нанесения и плавления на их поверхности легкоплавких соединений.

Появление глазури на керамических изделиях археологи относят к IV тысячелетию до н.э. в Египте и концу II тысячелетия в Месопотамии. В бронзовом веке для этого применялась технология, основанная на низкой температуре плавления щелочи, содержащейся в золе растений, которая смешивалась с измельченным кварцем. Для глазурованных изделий был характерен синий или зеленый цвет, который получался благодаря присутствию оксидов железа и меди. В I тысячелетии в Ассирии глазурование достигло высокого уровня, техника приготовления цветных глазурей фриттованием была записана на глиняных обожженных плитках библиотеки царя Ассирии в VII веке до н.э.

Хотя цвет глазури в какой-то степени зависит от цвета покрываемого керамического изделия, основными красителями в ней являются оксиды металлов. До XVII века самыми распространенными были кобальт для получения синего, медь – для зеленого (или красного при восстановительном обжиге), олово для белого, марганец – для красного, сурьма – для желтого и железо для красных и коричневых тонов.

Глазури классифицируют по различным признакам.

По составу глазури делятся на поливошпатные, циркониевые, стронциевые, борно-свинцовые и другие. Некоторые составы глазурей приведены в табл.3.5.

Таблица 3.5. Некоторые составы глазурей, масс. %

Компонент	Глазурь для твёрдого фарфора	Глазурь для майолики
SiO ₂	74,01	36,80
Na ₂ O	1,09	1,32
K ₂ O	3,31	0,54
CaO	4,65	1,81
MgO	2,93	1,23
Al ₂ O ₃	13,71	4,90
B ₂ O	-	11,90
TiO ₂	0,10	0,26
Fe ₂ O ₃	0,20	0,22
PbO	-	39,80

По температуре плавления различают глазури тугоплавкие с температурой разлива 1100°C и выше и легкоплавкие.

По способу приготовления глазури могут быть сырыми (нефриттованными) и предварительно сплавленными (фриттованными). Сырыми глазури используются в том случае, если в их составе нет компонентов, растворимых в воде. Сырые глазури, как правило, тугоплавки, применяются для покрытия фарфора и полуфарфора.

По просвечиваемости глазури бывают прозрачные и глухие. Глушение глазури базируется на явлениях кристаллизации при введении ряда добавок (ZrO₂, TiO₂, SnO₂) и ликвации в стекловидной фазе. Прозрачные и глухие глазури могут окрашиваться в различные цвета путем введения красящих оксидов или солей, растворимых в расплаве.

Методы нанесения глазури определяются видом изделия, состоянием черепка (высушенный, обожженный, обожженный дважды) и характером производства. Керамические изделия могут подвергаться однократному обжигу, когда глазурь наносится на высушенный сырец. Как правило, водопоглощение перед глазурованием у фарфоровых изделий составляет 16 – 19 %, у фаянсовых изделий соответственно 9 – 16 %. Наряду с однократным обжигом в промышленности используется двукратный обжиг, когда глазурь наносится на уже обожженное изделие, а после нанесения глазури подвергается обжигу при более низкой

температуре. Керамическая промышленность Италии выпускает изделия и с трехкратным обжигом, когда на повторно обожженное изделие наносится слой другой глазури, после чего изделие вновь обжигается. В этом случае достигается своеобразный объемный эффект восприятия рисунка.

При нанесении глазури на черепок, естественно, возникает вопрос о том, насколько прочно соединение глазури и черепка. Правильно подобранная и соответствующим образом нанесенная глазурь достаточно глубоко проникает в черепок (3.13, слева), что обеспечивает ее долговечность. В других случаях на границе черепка и глазури может сформироваться промежуточный слой (3.13 справа), что со временем приводит к отслоению глазури. Последнее часто происходит, если в керамическом сырье отмечается повышенное содержание карбонатов.

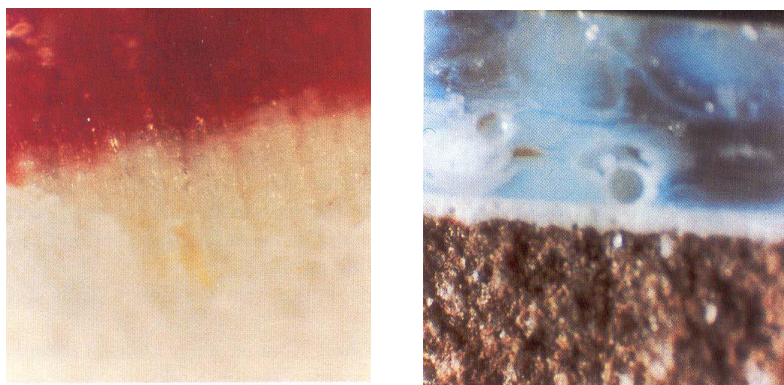


Рис.3.13. Глазурь глубоко проникает в черепок (слева), резкая граница глазури и черепка (справа)

Ситаллы – это поликристаллические материалы, получаемые из стекла путем направленной кристаллизации. Они характеризуются тонкозернистым строением и повышенными, по сравнению со стеклом, физическими и химическими свойствами.

Ситаллы по своей поликристалличности и некоторым свойствам сходны с керамикой, но отличаются от нее практически полным отсутствием пористости, так как ситаллы получают из расплава.

Одна из главных особенностей ситаллов – их тонкозернистость, размеры составляющих их кристаллов 1 – 3 мкм и менее. Между кристаллами имеются прослойки остаточной стекловидной фазы, количество которой может колебаться от 5 до 70 процентов.

Самопроизвольный переход стекла в кристаллическое состояние с точки зрения термодинамики вполне закономерный процесс, так как стеклообразное состояние является нестабильным. Еще в начале XX века были попытки получить

новый материал на основе закристаллизованных стекол, которые в отличие от обычного стекла являются многофазными. Началом получения стеклокристаллических материалов принято считать 1955 год, когда румынскими учеными был получен стеклокристаллический материал, который стали называть «румынский фарфор». Новый материал в 2 раза превышал прочность исходного стекла, из него производили посуду, облицовочные плитки, электроизоляционные изделия.

Составы некоторых стекол промышленного производства приведены в табл.3.6.

Таблица 3.6. Химический состав (в мас. %) некоторых стекол промышленного производства

Вид стекла	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	PbO	B ₂ O ₃
Тарное	72,0	2,5	11,0		14,0		-	-
Листовое	70-73	0,5-2	9,2 - 15,9		13,3 - 16,7		-	-
Сортовая посуда	56 -76	0- 1,0	0- 9	-	012	3-16	12-30	0-4,0
Стекловолокно	53	15	17	4	0,3	-	-	10
Лабораторное и медицинское	67- 81	2 -5,2	1-10	1 -3	4 -14	1- 6	-	0 -12
Оптическое	31,6	-	-	-	-	2,85	65,3	-
Электро техническое	59,8	3,6	5,5	2,5	5,5	9,8	10,5	ВО 2,3
Свето техническое	74,1	1,3	7,0	2,1	15,5	-	-	-
Эмали грунтовые	39 - 68	1-6	0-17	0-1,3	11-22	0-3,5	-	0-26
Эмали покровные	30 - 58	1 -10	0-11	-	7 -22	05	-	0- 11

3.3.5. Металлические стекла

Металлы обычно кристаллизуются очень быстро, но идея получения «замороженного» металла в виде стеклообразной массы увлекала многих исследователей, и в 1957 г. Сол Дьюес из Калифорнийского технологического института сумел быстро заморозить каплю расплава из смеси золота и кремния на пластинке из меди, предварительно охлажденной жидким азотом. Полученное в результате вещество нового типа получило название *металлического стекла*. Благодаря достижению скорости охлаждения $10^5 - 10^7$ К/с удалось перевести некоторые металлические расплавы в аморфное состояние, т.е. получить металлические стекла, обладающими уникальными свойствами.

В настоящее время металлические стекла выпускают в промышленных масштабах. За некоторыми исключениями, эти стекла получают только в виде тонких лент или пленок, поскольку для предотвращения кристаллизации

необходимо очень быстрое охлаждение. Примерами таких стекол могут служить композиции $\text{Pd}_{80}\text{Si}_{20}$ и $\text{Ni}_{80}\text{P}_{20}$. Наиболее распространенный промышленный метод их получения состоит в распылении капель расплавленного металла на вращающийся и непрерывно охлаждаемый барабан, в результате чего металлическое стекло образуется в виде ленты необходимого размера. Скорость формирования таких лент достаточно велика, около 27 метров в секунду.

Структурные модели металлических стекол включают элементы теории неупорядоченной сетки, кристаллитной гипотезы строения стекла и теории плотной неупорядоченной упаковки сферических частиц.

Две уникальные особенности этих интересных материалов обеспечивают неослабевающий интерес к ним в различных отраслях промышленности.

Как известно, деформации в твердых кристаллических телах связаны с дислокациями. В то же время, характерной особенностью металлических стекол является полное отсутствие порядка, в результате чего в них вообще не могут существовать дислокации. Поэтому эти материалы отличаются исключительной прочностью, что позволяет их применять, в частности, при изготовлении головок клюшек для гольфа.

Отсутствие границ между кристаллическими зернами приводит к возникновению магнитной переориентации в металлических стеклах при совсем небольших затратах энергии. Неудивительно, что важной отраслью промышленного применения металлических стекол стало производство магнитных сердечников для мощных трансформаторов и других электромагнитных устройств.

3.3.6. Характеристики стекол

Плавленный кварц термически стабилен до 1665°C , коэффициент линейного расширения кварца – $5,5 \cdot 10^{-7}$ см/см · К. Для сравнения, температура размягчения и коэффициент линейного расширения оконного стекла составляют соответственно 500°C и $9,0 \cdot 10^{-6}$ см/см · К.

Хотя механические свойства кварца являются востребованными в высокотемпературных приложениях, этому стеклу сложно придать требуемую форму традиционным выдуванием. Кварцевое стекло прозрачно для ультрафиолетового излучения ($\lambda = 190 - 300$ нм), что говорит о том, что диапазон расстояний в его разупорядоченной структуре меньше, чем в стеклах, которые содержат добавки.

Благодаря развитию технологии стекла появилась возможность получать различные типы стекол при комбинации оксидов. Для снижения температуры плавления SiO_2 в песок добавляют около 18% карбоната натрия (сода, Na_2CO_3). Ионы Na^+ губительны для готового стекла, так как они легко сольватизируются водой, что приводит к коррозии. Для предотвращения сольватизации часть ионов Na^+ замещают на Ca^{2+} , для чего добавляют 10% известняка. При нагревании этой смеси до температуры плавления (1000°C) формируется смесь силикатов кальция (CaSiCO_3) и натрия (Na_2SiO_3). При охлаждении образуется стекло, называемое оптическим или *натриево-кальцево-силикатным стеклом*. Этот тип стекол составляет 90% всех стекол, используемых в мире.

Есть много других способов получения стекол с заданными свойствами. Например, европейцы первыми открыли, что K_2O , получаемый из пепла растений, можно комбинировать с известью и кварцем для получения стекла, из которого позже изготавливали окна из цветного стекла. Другой популярный заменитель извести и соды – оксид бора (B_2O_3), используемый для получения боросиликатного стекла. По физическим свойствам это стекло близко к кварцевому, коэффициент его температурного расширения составляет $3,3 \cdot 10^{-7}$ см/см \cdot К, однако температура его размягчения – всего лишь 700°C . Боросиликатное стекло продается в магазинах под маркой кухонного и лабораторного оборудования PyrexTM.

В 1957 году американская фирма «Coming glassworks» получила новый материал «пирокерам», его разработчиком был П. Стуки, который с 1947 года работал по свето- и фоточувствительным стеклам. Составы таких стекол находятся в системе $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ и содержат незначительные количества меди, серебра или золота, которые могут выпасть в виде мельчайших кристалликов в ходе термообработки стекол. Фотографическое изображение в стекле создается путем избирательного облучения через негатив. По этой технологии и сегодня получают изображения на стеклах. П. Стуки нагрел фоточувствительное стекло до температуры, превышающей обычную температуру термообработки, стекло при этом не плавилось, а превращалось в непрозрачный поликристаллический материал, по своей прочности намного превосходящий исходное стекло.

Наличие множества центров кристаллизации, их равномерное распределение по всему объему обеспечивало равномерный рост кристаллов и создание каркаса, сохраняющего жесткость изделий при повышенных температурах в процессе последующей кристаллизации.

Твердость оксидных стекол по шкале Мооса составляет 5 – 7 единиц, нитридных стекол – существенно выше. Боратные, германатные и фосфатные стекла обычно мягче силикатных.

Сопротивление стекол разрыву обычно намного меньше их теоретической прочности, что объясняется поверхностными трещинами, которые значительно ослабляют стекло. Эту проблему подробно изучил Гриффитс, который установил, что реальная прочность зависит от твердости стекла, которая определяет сопротивление образованию трещины, т.е. сопротивление царапанию.

Каким образом в стекле появляются критические трещины или трещины Гриффитса? Очевидно, что причиной этого может быть контакт стекла с любым более твердым веществом. Таким образом, истирание под действием твердых веществ уменьшает прочность стекла. Воздействие на образец стекла такого же стекла или металлического предмета, используемого при ручной обработке стекла, достаточно для возникновения трещин. Химическая обработка также может быть причиной растрескивания. Прикосновение к стеклу способствует образованию трещин за счет действия NaCl, попадающего на стекло с кожи. Растрескивания вызывают термические напряжения. Возникающие в результате быстрого охлаждения стекла. Длительное нагревание стекол также снижает их прочность из-за образования на поверхности некоторого количества кристаллов или внедрения мельчайших частичек пыли в поверхность стекла.

Задача защиты поверхности стекла от растрескивания – задача весьма не простая. Свежая поверхность только что полученного стекла обладает очень большим коэффициентом трения при соприкосновении с другими материалами. Вероятность образования трещин может быть уменьшена, если на свежую поверхность стекла нанести смазку.

Трещины могут быть устранены путем удаления внешнего поверхностного слоя при химическом травлении или механическом полировании. Травление затушает вершину трещины и уменьшает ее длину. Огненное полирование устраняет трещины за счет вязкого течения в поверхностном слое.

Упрочнение стекла. Прочность стекол может быть повышена двумя способами. Прежде всего, путем предотвращения образования трещин и устранения тех, которые уже образовались. Устранение трещин эффективно только в течение короткого времени, так как быстро образуются новые трещины; кроме того, использование покрытий для предотвращения образования трещин имеет

ограниченное применение. Таким образом, согласившись с присутствием трещин, следует приложить усилия для предотвращения их роста. Поскольку разрушение стекла происходит под действием растягивающего напряжения, то на концах трещины ему будет препятствовать напряжение сжатия поверхностного слоя.

Сжатие поверхностного слоя может быть получено в результате ионного обмена, *термической закалки* или применения сжимающего покрытия. Термическая закалка заключается в создании сжатого слоя вследствие быстрого охлаждения стекла, начиная с верхней границы перехода в стеклообразное состояние или несколько выше. Внутренние слои стекла охлаждаются медленнее, поэтому неравновесная плотность их выше. Поскольку внутренние слои и поверхность связаны между собой, для компенсации различий в их равновесной плотности должно возникнуть упругое напряжение.

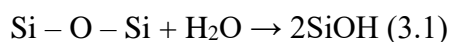
Термическая закалка для тонкостенных сосудов и стекловолокна нецелесообразна, так как существует лишь небольшое отличие в скорости охлаждения. То же относится и к стеклам с низким коэффициентом термического расширения (КТР) – кварцевому стеклу и многим промышленным боросиликатным стеклам, для которых изменение объема в зависимости от изменения температуры мало.

Сжатие поверхностного слоя возникает тогда, когда удастся создать тонкий слой вещества, где КТР меньше по сравнению с КТР стекла в целом. Кристаллизация поверхностного слоя путем замены натрия на литий – еще один способ упрочнения стекла. При охлаждении произойдет сжатие закристаллизованной области и растяжение остальной массы стекла.

Многие другие методы упрочнения основываются на создании композитов с использованием волокон, штапеля или путем кристаллизации. На упрочнение может влиять фазовое разделение, изменяющее механизм распространения разрушения. Кроме того, необходимая прочность может быть достигнута, если в стекле образуется небольшое количество кристаллов оксида циркония.

Усталость стекла. Со временем под действием окружающей среды прочность стекла снижается. Это явление, известное как *статическая усталость*, возникает при постоянной нагрузке. Более значительные разрушения возникают, когда нагрузка растет со временем. Причем чем быстрее она растет, тем сильнее разрушения. Поскольку это явление наблюдается под действием меняющейся нагрузки, оно называется *динамической усталостью*.

Усталость силикатных стекол обычно связывают с протеканием реакций, *повышающих напряжение*, а именно взаимодействием воды с силикатной сеткой на концах трещин:



Увеличение влажности увеличивает усталость стекла за счет повышения концентрации реагента (воды).

Существуют различные модели объяснения усталости стекол. Согласно одной из них, называемой моделью *химического расклинивания*, реагирующие молекулы на самом деле не достигают вершин трещин. Движение молекул, проникающих в трещину, происходит за счет капиллярных сил. Расклинивающее действие этих молекул увеличивает напряжение в вершинах трещин до такого уровня, что происходит разрыв связей Si – o – Si.

Известно, что стекло наиболее безопасная и экологически чистая тара для хранения пищевых продуктов. Среди силикатных стекол наиболее химически устойчивые высококремнеземистые составы стекол. Свинцовосодержащие стекла, в том числе хрусталь, менее химически устойчивы даже по сравнению с листовым или тарным стеклом.

Уникальной способностью стекол является способность пропускать световое излучение. Стоит объяснить, почему такой неупорядоченный материал, как стекло, чаще всего прозрачен. Известно, что монокристалл прозрачен, если расстояние между узлами решетки меньше длины волны видимого света. Таким образом, прозрачными будут и стекла когда расстояние, покрываемое беспорядком (d) меньше длины волны ($d < \lambda$). Однако стекло, содержащее дефекты и/или включения металлов или частиц большего размера, становится менее прозрачным. Для листового стекла толщиной в 1см интенсивность излучения, пропущенная стеклом, составляет 88 – 90% от интенсивности падающего в зависимости от содержания примесей. В общем виде, интенсивность света $I_{\text{проп}}$, прошедшего через образец стекла, согласно закону Бугера-Ламберта-Бера, экспоненциально зависит от коэффициента поглощения (k), концентрации красящих примесей (c) и толщины образца (l):

$$I_{\text{проп}} = I_0 \exp(-kcl) \quad (3.2)$$

Листовое стекло пропускает всю видимую область спектра, его светопропускание снижается УФ-области вследствие наличия примесей Fe(III), а в ИК-области вследствие наличия примесей Fe(II).

Цвет, которым обладает стекло, вызывается легирующими примесями, которые добавляются в процессе его производства (табл.3.7).

Таблица 3.7. Цвет стекла в зависимости от добавок

Добавка	Цвет	Добавка	Цвет
Co ₂ O ₃	Синий	SnO ₂	Белый
Fe ₂ O ₃	Желто-зеленый	Sb ₂ O ₃ , As ₂ O ₃	Белый
FeO	Сине-зеленый	TiO ₂	Желто-коричневый
Коллоидный Se	Красный	UO ₂	Флуоресцентный желтый
Коллоидный Au	Красный	AgNO ₃	Оранжево-красный
Коллоидный Cu	Красный	PbO/Sb ₂ O ₃	Желтый (матовый)
CuO	Брюзовый	K ₂ Cr ₂ O ₇	Темно-зеленый
NiO	Синий/фиолетовый/черный	Mn ₂ O ₇	Пурпурный

Многие стекломатериалы, особенно разработанные во второй половине 20 века, являются по существу наноккомпозитами, так как содержат наноразмерную составляющую. Есть сведения, что рубиново-красные стёкла, содержащие наночастицы золота, уже получали в Древнем Египте. Древнеримские стекловары делали стекло, содержащие наночастицы различных металлов. Огромное многообразие прекрасных витражей из цветных стёкол в средневековых храмах объясняется присутствием наночастиц в стёклах.

В наши дни для придания широкой цветовой гаммы стёклам в них включают также наночастицы меди, серебра, платины, висмута и других металлов. В зависимости от размера наночастиц, например золота, стёкла приобретают различные спектральные характеристики.

Различные цвета можно получить и при окраске стекла частицами серебра, регулируя этот процесс количеством вводимого красителя, их размерами и режимами варки. Так, при размерах наночастиц серебра до 25 нм стекло имеет синий цвет, при размерах 25 – 55 нм – зелёный, а при размерах 70 – 80 нм – коричневый.

Перспективы использования стекломатериалов с наносоставляющей обусловлены рядом обстоятельств.

Известно, что образование нанобъектов, их длительность жизни зависят от среды. Ведь сколько бы не проводили помол материала, его дисперсность

уменьшается только до определённого предела, дальше начинается обратный процесс – агрегация, так как наночастицы метастабильны и очень активны. Принимая во внимание, что расплав стекломассы – высоковязкая среда, препятствующая агрегации образовавшихся в ней наноструктур, можно говорить об их относительной стабильности.

Во-вторых, составы стёкол чрезвычайно разнообразны, практически нет такого элемента таблицы Д.И.Менделеева, в том числе газообразных, галоидов и редкоземельных, которые не использовались бы в составе стекла и не обеспечивали заданных свойств. Это определяет широкое поле деятельности, так как наночастицы формируют не только свойства наноматериала, но и особенности включающих их матрицы.

В-третьих, стекло во всём диапазоне температурно-временного интервала от расплава до твёрдого состояния очень чувствительно к внешним воздействиям на уровне "нано", особенно к различным излучениям.

Развитие нанотехнологии заставляет по-новому подходить к технологии даже известных материалов. Сегодня уже с элементами нанотехнологии разработаны нелинейно-оптические нанокомпозиты на основе оксидных стёкол, стекловолокно, армированное наноструктурами, и другие стекломатериалы. Получают широкое распространение огнезащитные стекла (рис.3.14).

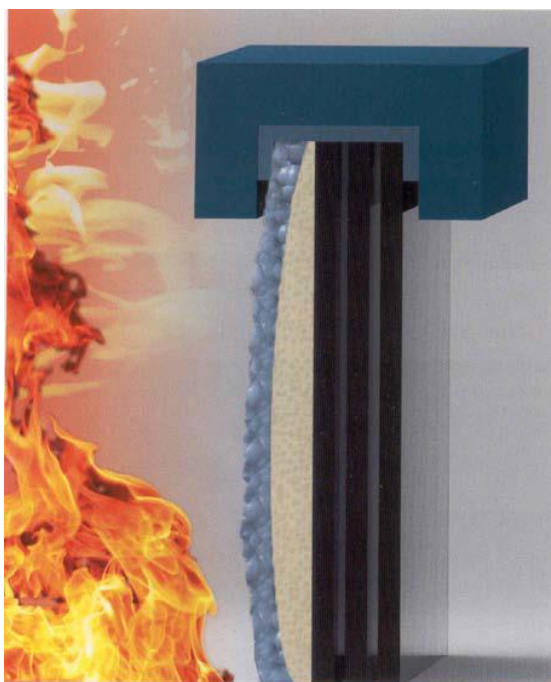


Рис.3.14. Огнезащитное стекло

Проблемы энергосбережения выводят на первый план стекла, регулирующие тепловые потоки, вызванные солнечным излучением (рис.3.15).

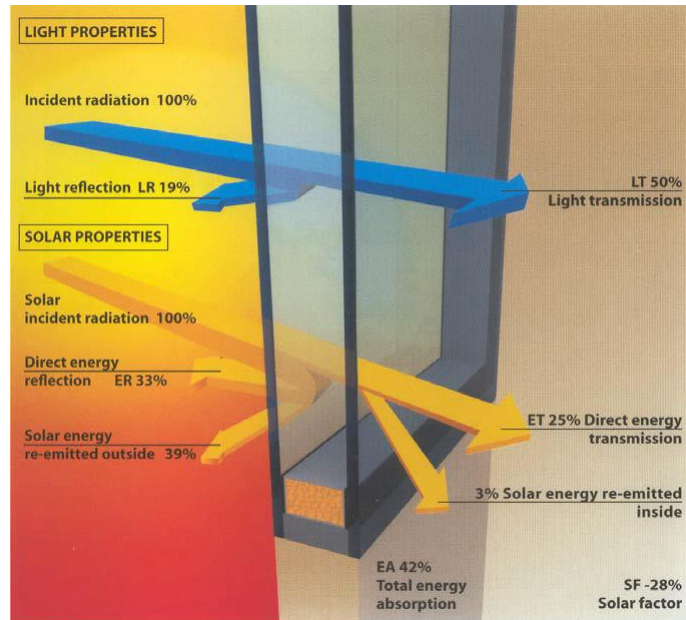


Рис.3.15. Энергосберегающий стеклопакет

ANOTACE

Magisterská diplomová práce *Komentovaný překlad odborného textu z oblasti fyziky* je věnována překladu odborného textu o polymerech a sklech a translatologickému komentáři. V první kapitole je charakterizován odborný překlad a jeho problematická místa. Druhou kapitolu představuje samotný překlad. Ve třetí kapitole jsou okomentována vybraná překladatelská řešení, postupy a transformace využívané při překladu. Součástí práce jsou dvě přílohy. První představuje glosář sestavený z termínů a odborných slov užívaných v překládaných materiálech. Druhou přílohou je originální text k překladu. Při tvorbě diplomové práce byly používány odborné slovníky, česká i zahraniční odborná literatura.

Klíčová slova: odborný překlad, překladatelské transformace, fyzika, skla, polymery

ANNOTATION

The master's thesis *The Annotated Translation of a Scientific Text on Physics* is focused on the translation of a scientific text about polymers and glass and to a translational commentary. The aim of the first chapter is the theory of scientific text translation and its problematic aspects. The second chapter presents the translation itself. The third chapter comments on selected translation solutions, procedures, and transformations used in the translation. The thesis includes two attachments. The first is a glossary compiled from terms and technical words used in the translated materials. The second attachment is the original text to be translated. Technical dictionaries, Czech and foreign specialized literature were used in the creation of the thesis.

Keywords: Technical translation, translation transformations, physics, glass, polymers