

Polymery a plasty v praxi

POLYESTERY

&

POLYESTERY

RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.

pospisil@polymer.cz

pospisil@gascontrolplast.cz

29716@mail.muni.cz

ČASOVÝ PLÁN

LEKCE	datum	téma
1	18.II	Úvod do předmětu - Základy syntézy polymerů. Struktura a názvosloví polymerů
2	25.II	Polyetylén a kopolymery etylénu
3	4.III	Polypropylén a kopolymery propylénu
4	11.III	Polyvinylchlorid, měkčené a neměkčené PVC
5	18.III	ODPADLO PRO NEMOC
6	25.III	Styrénové termoplasty
7	1.IV	VOLNO PONDĚLÍ VELIKONOČNÍ (přednáška bude jen vložena elektronicky) Polyestery
8	8.IV	Polyamidy
9	15.IV	POLYESTERY & POLYESTEROVÉ PRYSKYŘICE
10	22.IV	Fenolformaldehydové pryskyřice
11	29.IV	EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE
12	6.V.	Silikony
13	13.V.	Sít'ované elastomerní materiály & Polyuretany
14	20. V.	Exkurze na POLYMER INSITUTE BRNO nebo přednáška Degradace polymerů – základní informace

POLYESTERY – trochu chemie

- Na rozdíl od PE, PP, PVC a PS vznikají **POLYKONDENZACÍ** (co to je, rozdíl od např. radikálově iniciované polymerace)
- **POLYKONDENZACE – zde funkční skupiny –OH a –COOH**
- **Termoplastické polyestery**
- ***Termosetické polyestery***

POLYESTERY - trochu chemie

- TECHNICKÝ NÁZEV: POLYESTER
- TRIVIÁLNÍ NÁZEV (příklad):
polyethylentereftalát
- Zkratka (příklad): PETP
- IUPAC název (příklad):
poly(oxyethylenoxytereftaloyl)



POLYESTERY

Termoplastické polyestery

- Polyethylentereftalát, zkratka: PETP
- Polybutylentereftalát, zkratka: PBTP

Termosetické polyestery

- *Patří sem mnoho polymerů různého složení, zkratka: UP (Unsaturated Polyesters – NENASYCENÉ POLYESTERY),*

POLYESTERY – MATERIÁLY BEZPOČTU POUŽITÍ

Termoplastické polyestery

- **Vstřikování**, hlavně jako kompozity se skleněným vláknem
- **Vytlačování**
 - Vlákna & monofily (nejrozšířenější vlákno na světě, cca. 40 mil t/rok)
 - Fólie
 - Vázací pásy
 - Desky
- **VYFUKOVÁNÍ lahví - od roku 1973**

POLYAMIDY versus POLYESTERY

POLYAMIDY

- SEMIKRYSTALICKÝ TERMOPLAST
- Krystalinita jen 30 – 50 % hmot.

PA6

- T_g (SUCHÝ) 70 °C
- T_m 220 °C

PA66

- T_g (SUCHÝ) 80 °C
- T_m 264 °C
- **NASÁKAVOST VODY:**
jednotky % hmot.

TERMOPLASTICKÉ POLYESTERY

- SEMIKRYSTALICKÝ TERMOPLAST
- Krystalinita jen 30 – 50 % hmot

PBTP

- T_g 50 °C
- T_m 220 °C

PETP

- T_g 67 °C
- T_m 266 °C
- **NASÁKAVOST VODY:**
DESETINY % hmot.

POLYAMIDY versus POLYESTERY

POLYAMIDY

- Vstřikování – ↑ ↑
- Vlákna - ↓
- Fólie – ↓
- Desky – ↓
- Láhve – ↓

TERMOPLASTICKÉ POLYESTERY

- Vstřikování - ↓
- Vlákna – ↑ ↑
- Fólie – ↑
- Desky – ↓
- Láhve – ↑ ↑ ↑

Termoplastické polyestery - PBTP

Polybutylentereftalát, zkratka: PBTP

- Použití: hlavně vstřikování jako kompozit s krátkými skleněnými vlákny
- Ostatní technologie (vytlačování, vyfukování) jsou minoritní
- **HLAVNÍ NEDOSTATEK PBTP i PETP oproti POLYAMIDŮM je NÍZKÁ HOUŽEVNATOST**
- **Dalším je vysoká citlivost na vlhkost při zpracování, nutno sušit < 0,03 % vody**

Termoplastické polyestery - PETP

RŮZNÉ ZKRATKY PRO Polyethylentereftalát

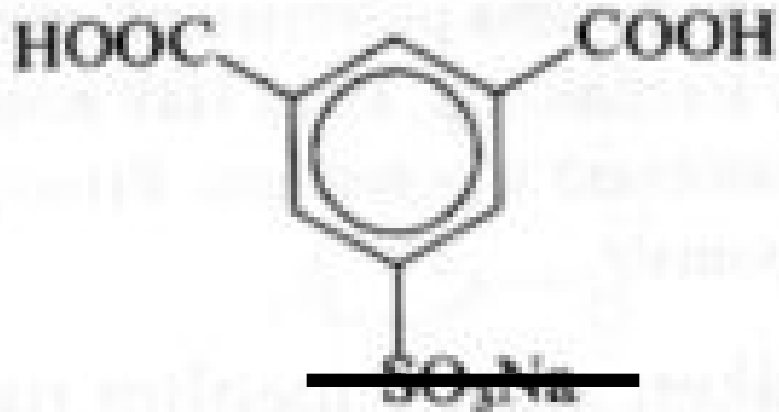
- Polyethylentereftalát semikrystalický, zkratka: PETP nebo PET nebo u „textiláků“ PES
- Polyethylentereftalát semikrystalický, ale PRUDCE OCHLAZENÝ > nemá krystalickou fázi > APET (Amorfní PET)
- Polyethylentereftalát semikrystalický RECYKLOVANÝ (OBVYKLE Z LAHVÍ) zkratka: RPET
- Polyethylentereftalát NEKRYSTALIZUJÍCÍ (kopolymer), zkratka: PETG (Glassy)

Termoplastické polyestery - PETP

Polyethylentereftalát, zkratka: PETP

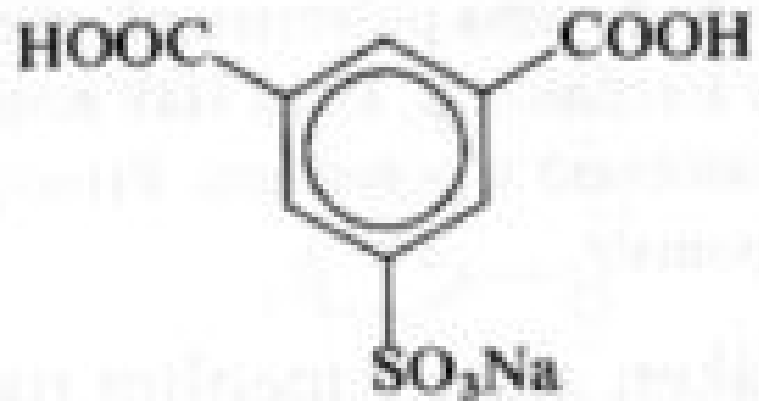
- Použití: hlavně vlákna (zvlákňování z taveniny)
 - Kablík (nekonečné vlákno)
 - Hedvábí a kord (nekonečné vlákno)
 - Striž (krátká vlákna) > směsování s vlnou, bavlnou, atd.
- **Dloužení** dvoustupňově, pak srážení nebo fixace
- **Kopolykondenzace** – kyselina isoftalová nebo 5-sulfoizoftalová > BARVITELNOST POVRCHOVĚ, jinak jen ve hmotě (barviva a *pigmenty* – čím se liší?)

Termoplastické polyestery - PETP



Kyselina izoftalová

Kyselina 5-sulfo sodium
izoftalová



Termoplastické polyestery – PETP fólie I

Neorientované

- Cca. 60 – 600 μm
- Použití termoforming – blistrové balení
- Často využíván recyklát z lahví
- Koextruze s PETG (A-B nebo A-B-A > lepší svařitelnost), PETG je vrstvou A

Termoplastické polyestery – PETP fólie II

ORIENTO VANÉ

- Většinou BIAXIÁLNÍ ORIENTACE (BOPET)
- Cca. 10 – 150 μm
- Použití – balení a elektrotechnika
- Často koextruze s PP či PE (A-B nebo A-B-A > lepší svařitelnost), PP či PE je vrstvou A
- Téměř nikdy není využíván recyklát z lahví

PETP fólie v práci restaurátora a konzervátora

- **Separáční fólie** při zažehlování (obdobou jsou fólie na pečení) > lze jít do cca. 200 °C
- Transparentní obálky na dokumenty
- Tkané i netkané podložky při restaurování obrazů (**RENTOALÁŽ** - CO TO JE?)

Termoplastické polyestery

PETP láhve

- **DRUHÉ NEJROZŠÍŘENĚJŠÍ POUŽITÍ**
- **Postupně vytlačil z balení minerálek a dalších nealkoholických nápojů PVC**
- **Technologie: ISBM (Injection Stretch Blow Moulding)**
- **Předlisek > ohřátí > rozfouknutí**
- **Vratné X nevratné láhve**
- **Recyklace PETP**

POLYESTERY – MATERIÁLY BEZPOČTU POUŽITÍ

Výzkum a vývoj termosetických polyesterů má centrum v Pardubicích, a to jak na TU (dříve VŠCHT) Pardubice, tak ve výzkumném ústavu SYNPO (dříve VÚSPL)

- ***Kompozitní materiály se skleněným vláknem***
- ***Lepidla***
- ***Tmely***
- ***Nátěrové hmoty (alkydy)***

Nátěrové hmoty (alkydy)

Dikarboxylová kyselina nebo její anhydrid

+

Alkoholy s třemi nebo čtyřmi –OH skupinami

PŘÍKLAD:

Kys. Ftalová (ftalahydrid)

+

Glycerol nebo pentaerytritol

**Pro zlepšení rozpustnosti se přidávají
mastné kyseliny a/nebo kalafuna**

POLYESTEROVÁ lepidla a tmely

Rozdíly

- **LEPIDLA** – obvykle nízkoviskózní, bez anorganických plniv, nanášejí se jen v tenké vrstvě
- **TMELY** – středně až vysokoviskózní, obsahují organická (např. dřevitá moučka) nebo anorganická plniva (kovové prášky, vápenec, mastek atd.) případně i pigmenty a barviva, nanášejí se v silné vrstvě, zaplňují spáry atd.

POLYESTEROVÉ tmely

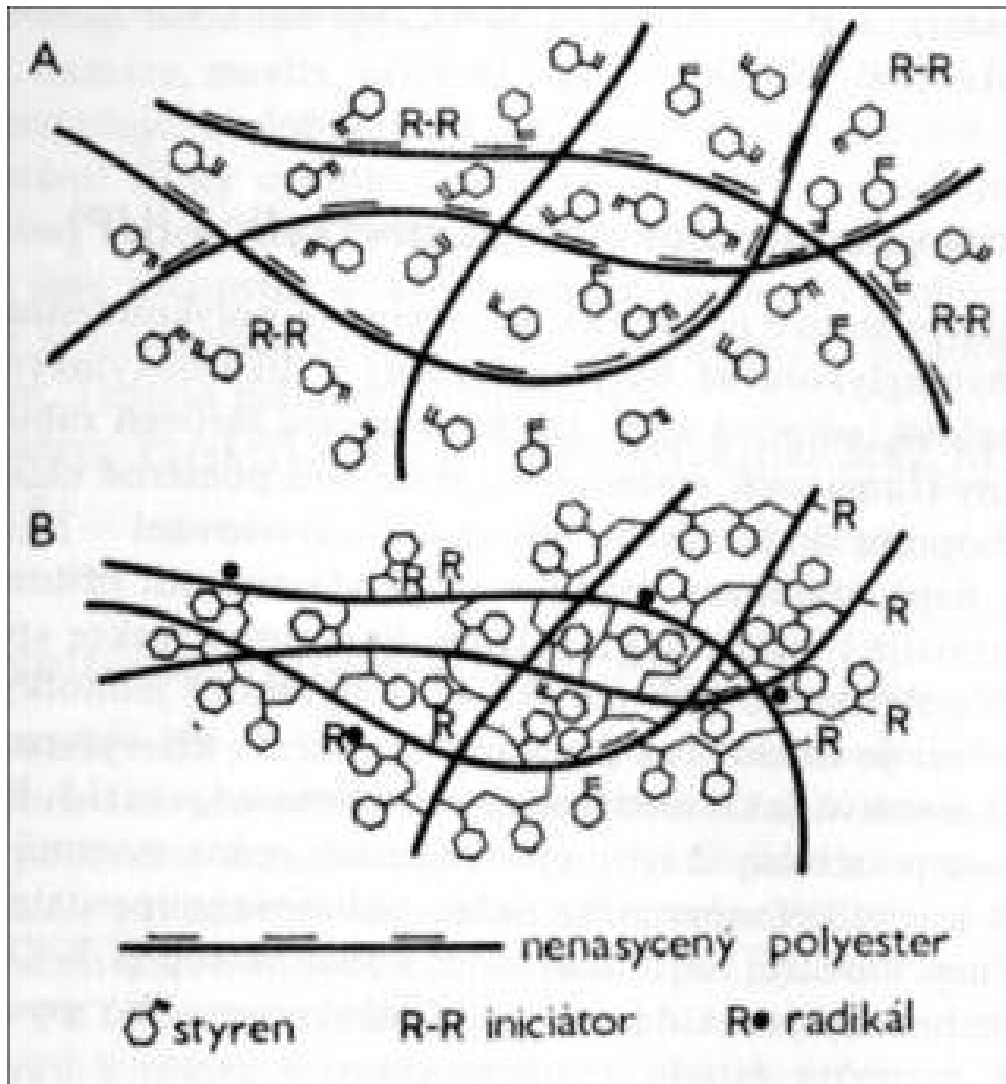
UP dávají možnost téměř nekonečného množství receptur tmelů

- **POLYMERBETON** – směs UP + písek + kamenivo + cement + anorganická plniva + pigmenty + ... > restaurování kamene, jinak technické použití (ACO Přebyslav)
- **Tmely s dřevitou moučkou** – opravy dřeva. Moučku lze mít různé zrnitosti i druhu dřeva, možnost dobarvení

POLYESTEROVÉ *kompozitní materiály* ***se skleněným vláknem***

- **UP = Roztoky nenasycených polyesterů v polymerace schopných monomerech**
- **Při vytvrzování (sít'ování) dochází k reakci (obvykle iniciované peroxidy) nenasycených polyesterů a nenasyceného monomeru (obvykle styrén)**

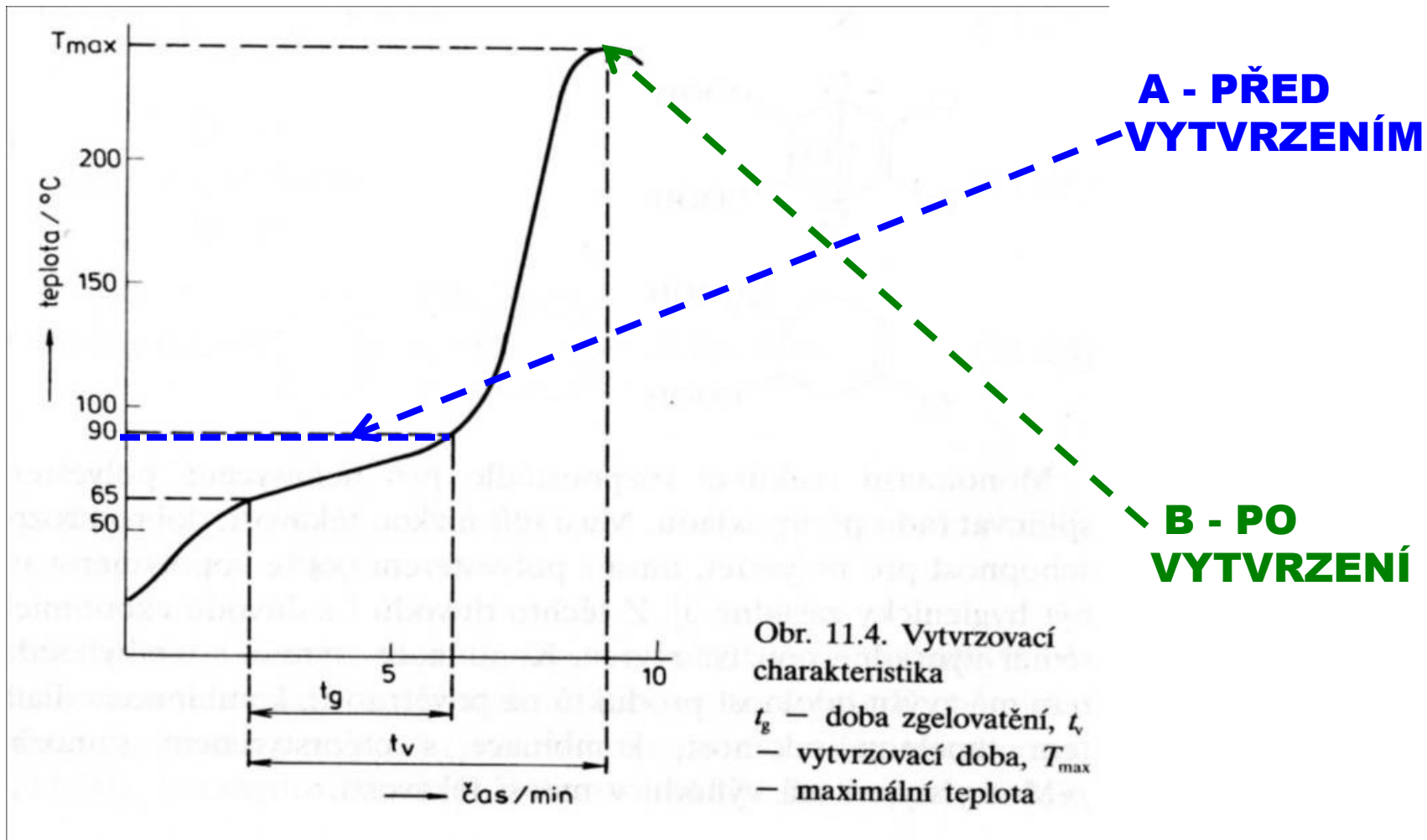
NENASYCENÉ POLYESTERY



A - PŘED VYTVRZENÍM

B - PO VYTVRZENÍ

NENASYCENÉ POLYESTERY - vytvrzování



POLYESTEROVÉ kompozitní materiály se skleněným vláknem

- **Kyselinová složka** – obvykle maleinanhydrid či kyselina fumarová
- **Diolová složka** – obvykle etyleglykol nebo propylenglykol
- **Sít'ující monomer** – obvykle styrén
- **Iniciátor** – redox systém na bázi organického peroxidu
- **UP jsou zásadně dvousložkové**

POLYESTEROVÉ kompozitní materiály se skleněným vláknem

- **Výroba UP v České republice –
SPOLCHEMIE Ústí nad Labem**
- **Lepidla a tmely na bázi UP v České
republice - SPOLCHEMIE a různé menší
firmy**
- **Prepregy – co to je, použití**

Lepení POLYESTERŮ

- Používají se nenasycené polyestery > UP
- Proti stékání se přidávají plniva, nejlepší je asi SiO_2 s řetízkovou strukturou primárních nanočástic „Fumed silica“ > TIXOTROPNÍ VLASTNOSTI > teče je je-li vystaven smykovému napětí
- Pružnost spoje > delší $-\text{CH}_2-$ řetězec dikarboxylové kyseliny nebo dialkoholu (kys. adipová, diethylenglykol)



15. 4. 2013

POLYMERY A PLASTY V PRAXI
POLYESTERY_7 - 2013

27

Сравнительные характеристики металлической и стеклопластиковой арматуры

Характеристики	Металлическая арматура	Композитная арматура (АСП – стеклопластиковая, АБП – базальтопластиковая)
Материал	Сталь	АСП – стеклянные волокна; АБП – базальтовые волокна
Временное сопротивление при		
растяжении, МПа	360	1200-АСП 1300-АБП
Модуль упругости, МПа	200000	65000-АСП 71000-АБП
Относительное удлинение, %	25	2,2-АСП и АБП
Характер поведения под нагрузкой	Кривая линия с площадкой текучести под нагрузкой	Прямая линия с упруголинейной зависимостью под нагрузкой
Коэффициент линейного расширения $\alpha \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$	13-15	9-12
Плотность, $\text{т}/\text{м}^3$	7	1,9-АСП и АБП
Коррозионная стойкость	Подвержен коррозии	Нержавеющий материал, стойкий, в том числе к щелочной среде бетона
Теплопроводность	Теплопроводна	Нетеплопроводна
Электропроводность	Электропроводна	Диэлектрик
Выпускаемые диаметры	6-80	4-20
Длина	Стержни длиной до 12 м	Любая длина
Экологичность	Экологична	Не выделяет вредных веществ
Долговечность	По строительным нормам	Прогнозируемая долговечность не менее 100 лет
Замена арматуры по физико-механическим свойствам	6А-III	АСП-4, АБП-4
	8А-III	АСП-6, АБП-6
	12А-III	АСП-8, АБП-8
	14А-III	АСП-10, АБП-10
	16А-III	АСП-12, АБП-12
Экономика	Стоимости металла растет	Финансовая экономия составляет до 40%
Области применения	По строительным нормам	Эффективно для дорожного строительства для изделий, работающих на упругом основании (асфальтобетонное покрытие, плиты и др.).