

Polymery a plasty v praxi

EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE

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	EPOXIDY
12	6.V.	PŘEDNÁŠKA NEBUDE – Polyuretany POŠLU
13	13.V.	Kolokvium & Silikony (přednáška bude jen vložena elektronicky)
14	20. V.	Exkurze na POLYMER INSITUTE BRNO nebo přednáška (pokud se přihlásí alespoň 5 lidí)

EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE – hlavní oblasti použití

- **Lepidla**
- **Tmely**
- **Lamináty**
- **Lisovací hmoty**
- **Práškové barvy**
- **KAPALNÉ BARVY A LAKY**
-

EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE – hlavní oblasti použití (USA, 1993)

Aplikace	%
Ochranné nátěry	51
Elektrotechnika	13
Vyztužené plasty	8
Lepidla a tmely	7,25
Lisování a odlévání	7,25
Podlahoviny	6,25
Ostatní	7,25

EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE – MATERIÁL MNOHA PODOB

- **NÍZKOVISKÓZNÍ NÁTĚROVÉ HMOTY,**
- **STŘEDNĚ VISKÓZNÍ LEPIDLA A
TMELY,**
- **PEVNÉ PRÁŠKOVÉ NÁTĚROVÉ
HMOTY**
- **.....**

EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE versus OSTATNÍ TERMOSETY

EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE

- **VYSOKÁ CENA**
- **VÝBORNÉ
VLASTNOSTI
OBEČNĚ**
- **KVANTITATIVNĚ
VYROBA NEJNIŽŠÍ**

OSTATNÍ TERMOSETY

- **NIŽŠÍ AŽ NÍZKÁ CENA**
- **VLASTNOSTI HORŠÍ
NEŽ EPOXYDOVÉ
PRYSKYŘICE OBEČNĚ**
- **KVANTITATIVNĚ
VYROBA OBEČNĚ
VYŠŠÍ**

POLYTECHNICKÁ KNIZNICE
SNTL

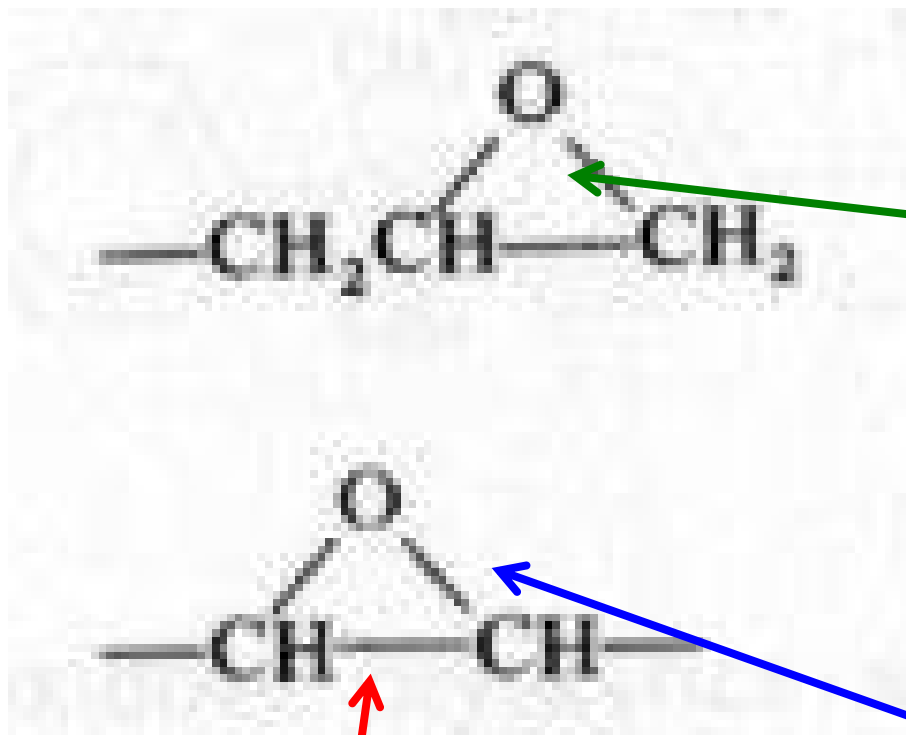


PRÁCE S LEPIDLY A TMĚLY

M. OSTEN



EPOXIDY – trochu chemie 1



EPOXIDOVÁ (OXIRANOVÁ) SKUPINA

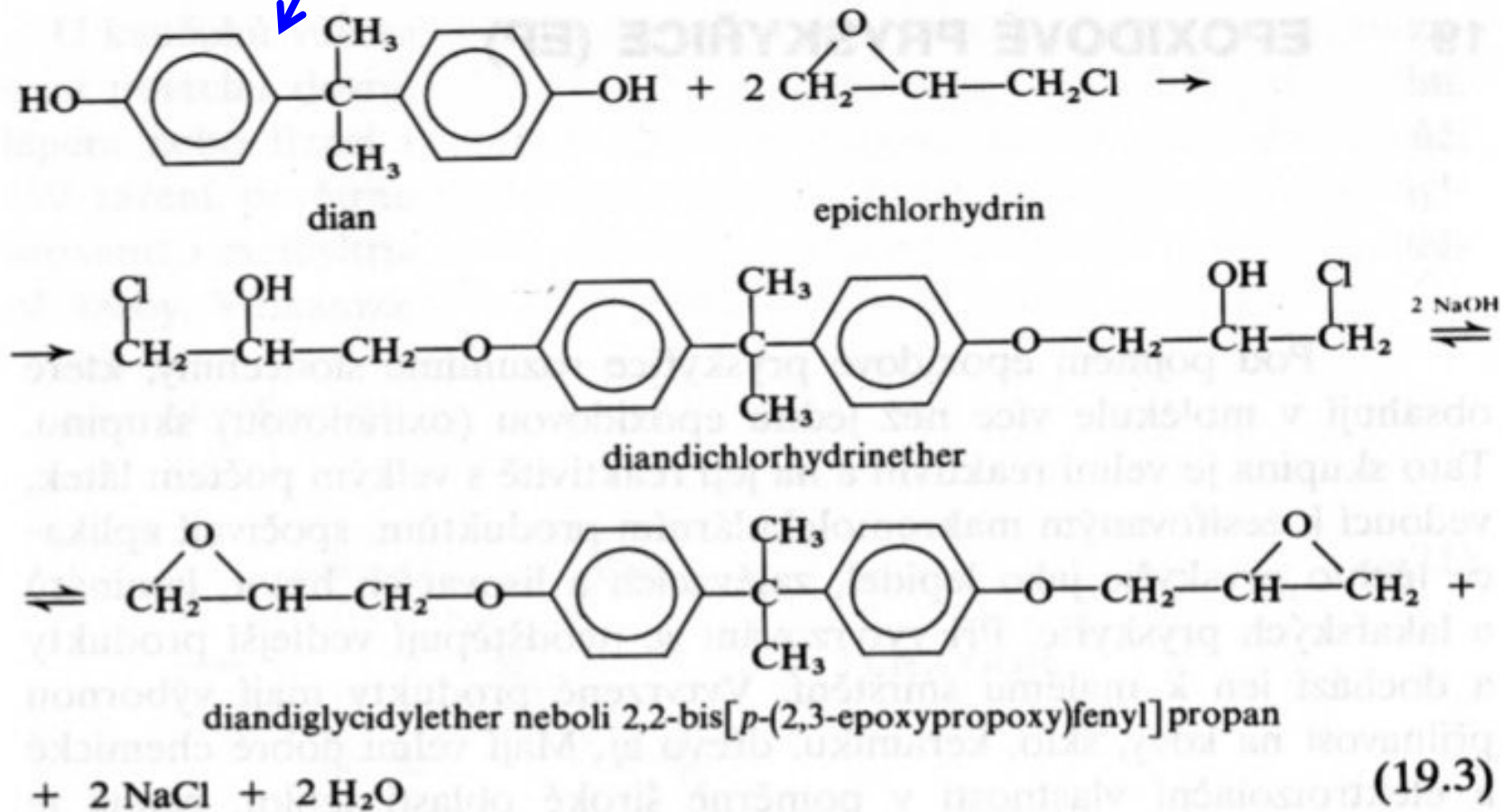
Epoxidové pryskyřice je možno rozdělit na dvě skupiny:

- **OBSAHUJÍCÍ GLYCIDILOVÉ SKUPINY** vzniklé reakcí **EPICHLORHYDRINU + DIFUNKČNÍ SLOUČENINY** (bisfenoly, aromatické aminy, dikarboxylové skupiny, alifatické dioly atd.)
- **OBSAHUJÍCÍ EPOXIDOVÉ SKUPINY** vzniklé **EPOXIDACÍ NENASYCENÝCH SLOUČENIN**

EPOXIDY – trochu chemie 2

BISFENOL A

**TÍMTO POSTUPEN SE VYRÁBÍ CCA. 85 %
EPOXIDOVÝCH PRYSKYŘIC**



EPOXIDY – trochu chemie 3

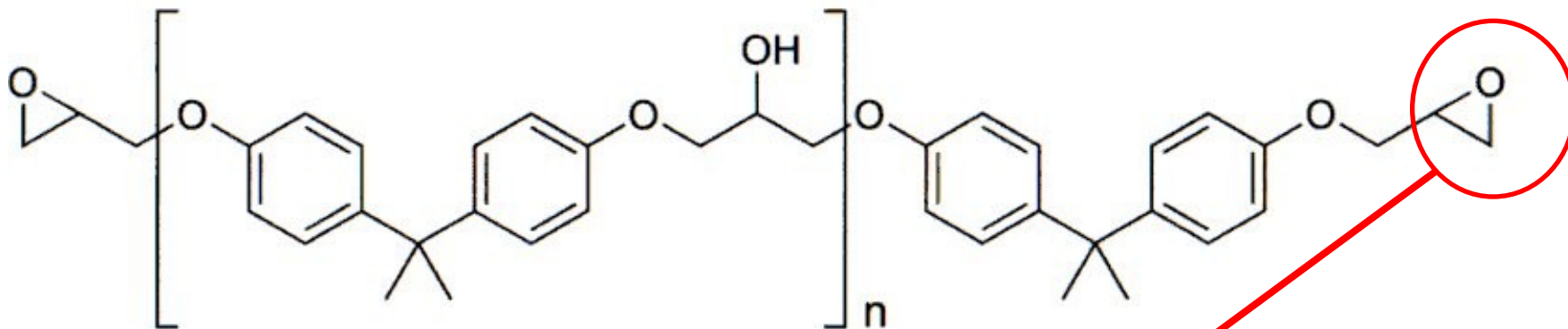
Co s tou H₂O a NaCl?

- Produkt se zředí toluenem,
- NaCl se vysráží a odfiltruje,
- Oddestiluje se voda, toluen a nezreagovaný epichlorhydrin

Regulace molekulové hmotnosti

- Poměrem epichlorhydrin/dian

EPOXIDY – trochu chemie 4



Molekulová hmotnost: $x \cdot 10^2 - y \cdot 10^3$

EPOXIDOVÉ ČÍSLO: MOLY EPOXIDU/kg pryskyřice

EPOXIDOVÝ EKVIVALENT: g pryskyřice OBSAHUJÍCÍ JEDEN MOL EPOXIDU

EPOXIDY – pár komerčních typů

Tab. 19.1. Charakteristiky základních typů pryskyfic *ChS Epoxy* a *Epikote* (výrobce Shell)

Typ	<i>ChS Epoxy 510</i> <i>Epikote 828</i>	<i>ChS Epoxy 222</i> <i>Epikote 1001</i>	<i>ChS Epoxy 111</i> <i>Epikote 1004</i>	<i>ChS Epoxy 040 BX40</i> <i>Epikote 1007</i>
Epoxidový ekvivalent ¹⁾ /g mol ⁻¹	188 až 200	445 až 515	910 až 1 050	1 800 až 2 200
Epoxidová hodnota ²⁾ /g mol ⁻¹	0,50 až 0,54	0,194 až 0,225	0,095 až 0,11	0,04 až 0,05
Hydroxylová hodnota ³⁾ /g mol ⁻¹	–	0,29	0,33	0,36
\bar{M}_n	350 až 400	900	1 350 až 1 400	2 625 až 2 900
T_m (metoda kulička–kroužek)/°C	–	62 až 68	88 až 96	120 až 130

¹⁾ Molární hmotnost epoxidového ekvivalentu.

²⁾ Látkové množství epoxidových ekvivalentů ve 100 g pryskyfice.

³⁾ Látkové množství hydroxylových ekvivalentů 100 g pryskyfice.

EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE se vyrábějí v tuzemsku již cca. 60 let!

METODA KROUŽEK – KULIČKA (ČSN EN 1427): PRYSKYŘICE SE VYTVRDÍ V KROUŽKU DANÉ VÝŠKY A DO NÍ SE PAK VLOŽÍ KULIČKA NORMOVANÉHO PRŮMĚRU ZA ZVYŠUJÍCÍ SE TEPLoty (5 °C/min). Odečte se teploty při průhybu 25 mm. Použití hlavně u asfaltů.

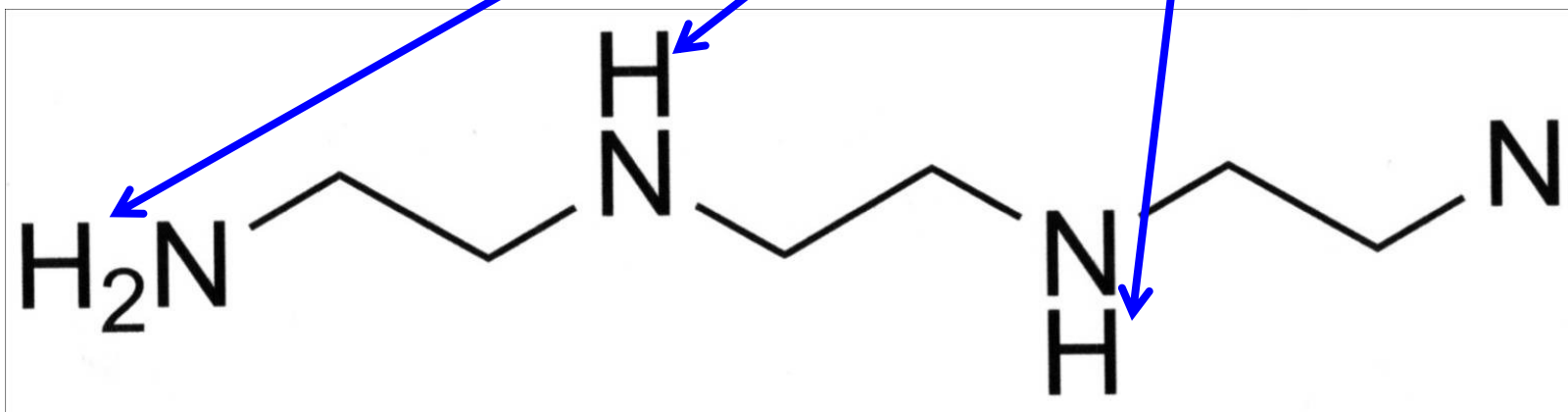
EPOXIDY – VYTVRZOVÁNÍ (sít'ování)

- **Polyadice přes epoxidové skupiny
– nejrozšířenější postup, hlavně
POLYAMINY & ANHYDRIDY
POLYKARBOXYLOVÝCH KYSELIN**
- **Polykondenzace přes – OH**
- **Polymerace epoxidových skupin**

EPOXIDY – trochu chemie 5

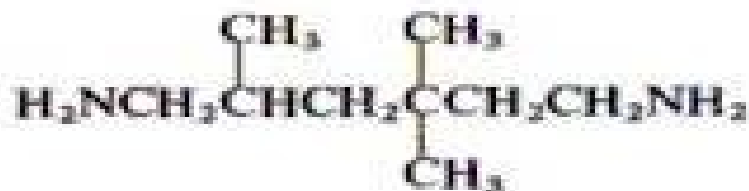
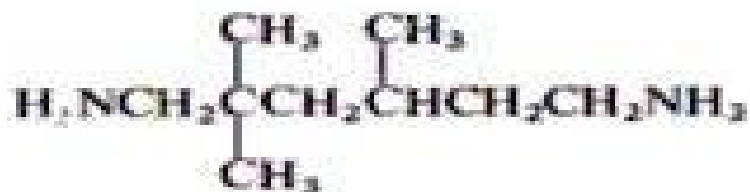
VYTVRZOVÁNÍ POLYAMINY

Musejí mít alespoň **TŘI AKTIVNÍ VODÍKY**



Triethylenetetramin

EPOXIDY – další aminová tvrdila



Vytvrzování probíhá za normální teploty, na rozdíl od např. fenoplastů

EPOXIDY –VÝPOČET tvrdila

$$\text{množství tvrdidla (v \%, vztaženo na hmotnost EP)} = \frac{\text{aminový ekvivalent polyaminu}}{\text{epoxidový ekvivalent EP}} \cdot 100 \quad (19.18)$$

Příklad

100 g EP o epoxidovém ekvivalentu 200 g mol^{-1} se má vytvrdit diethylentriami-
nem ($M = 103, 16$; 5 aktivních vodíků).

$$\text{množství tvrdidla (v \%)} = \frac{20,63}{200} \cdot 100 = 10,32$$

Existuje mnoho dalších variant tvrdidel na bázi
aktivních vodíků na dusíku, např. oligomerní
adukty s nízkomolekulární epoxidovou

Lepidla

Tmely

Nátěrové hmoty

Lité podlahy

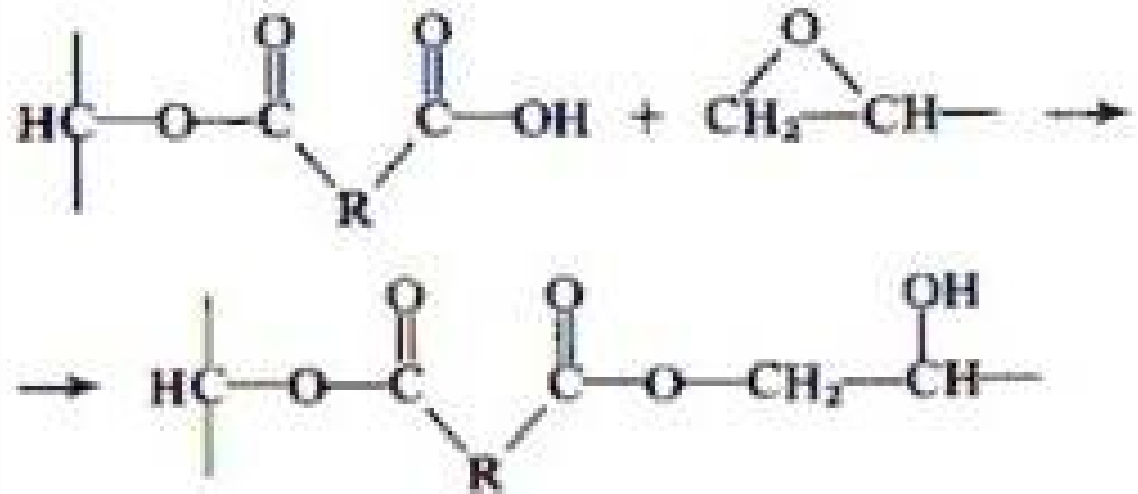
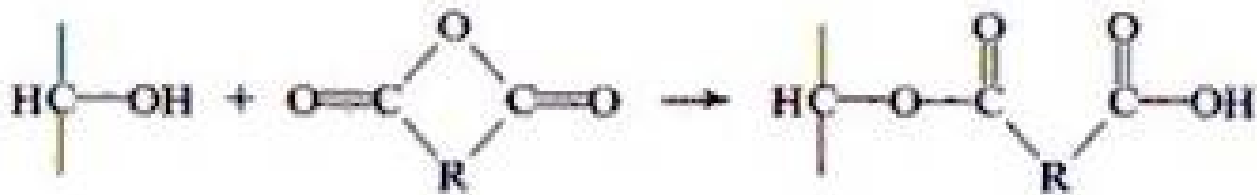
Plastbeton

pryskyřicí > **LEPOX**

**Urychlování přísadkou FENOLU, ale přílišně a
donekonečna z toho smrdí FENOL!**

EPOXIDY – trochu chemie 6

VYTVRZOVÁNÍ ANHYDRIDY

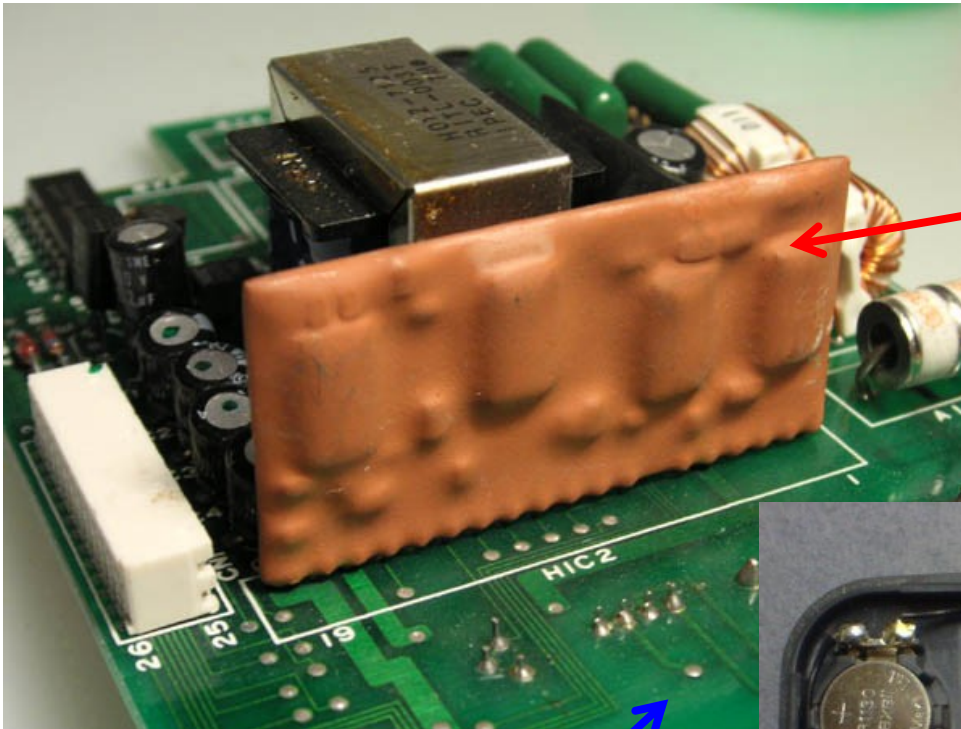


Kysele
katalyzovaná
reakce
epoxidových
skupin za vzniku
etherových
vazeb (-CH₂-O-
CH₂-)

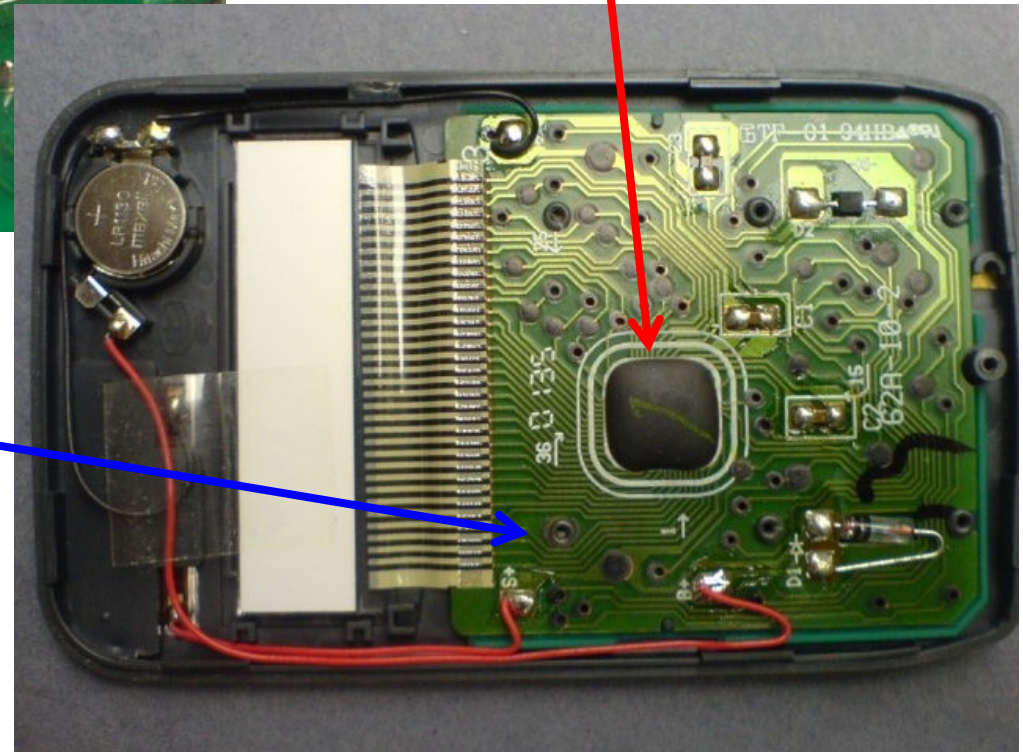
EPOXIDY – VYTVRZOVÁNÍ ANHYDRIDY

- Zalévací pryskyřice,
- Laminace,
- Impregnace elektrických vodičů (laky na dráty a plechy)
- Práškové nátěrové hmoty (výšemolekulární typy)

**ZALITO EPOXIDOVOU
PRYSKYŘICÍ**



**Laminát pro
plošné spoje**



JEDNA Z APLIKAČNÍCH FOREM EPOXIDOVÉHO LEPIDLA



Poměrem složek lze měnit vlastnosti lepeného spoje

- pevný, tvrdý,
- méně pevný, deformovatelný
- u nás lepidlo LEPOX

EPOXIDY – trochu chemie 7

VYTVRZOVÁNÍ BF_3

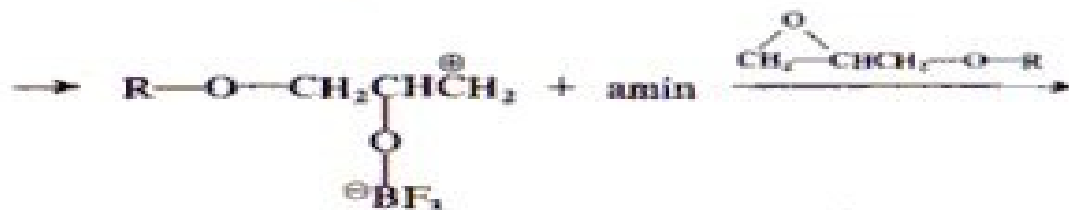


(19.41)



(19.42)

Polymerace glycidyletherů komplexy BF_3 probíhá podle rovnice



(19.43)



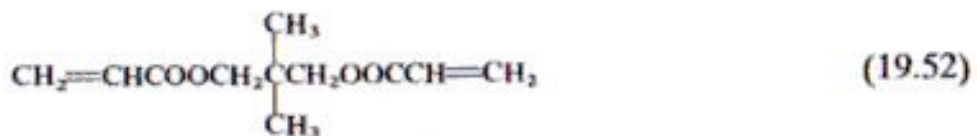
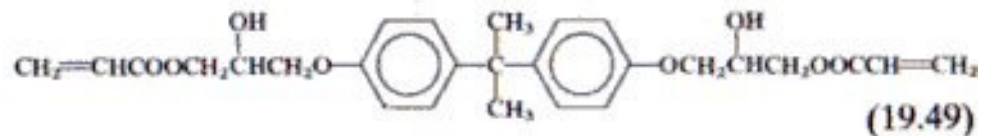
EPOXIDY – VYTVRZOVÁNÍ BF_3

- **Rychlé vytvrzování i za nízkých teplot (0 – 10°C)**
- **Zalévání kabelových koncovek v terénu**
- **Vypalovací laky**

EPOXYESTERY



Kyseliny z Iněného,
sojového oleje > lakařské
pryskyřice > + kobaltové
sušidlo > autooxidace >
zasychání



Polymerace s
REAKTIVNÍMI
KOMONOMERY >
Laky a dentální
pryskyřice tvrditelné
UV zářením

EPOXYESTERY

- Použití **kyseliny akrylové a metakrylové**
> zředění styrénem (60 – 70 % epoxidové pryskyřice) > vytvrzení redox systémy
- **Vysoká chemická odolnost > rotory větrných elektráren v moři, cisterny, potrubí atd.**



23. 4. 2012

Navrhování výrobků z plastů
PŘÍKLAD 3 - 2012

25



28.42082

Návrh výroby plastiků
PŘÍKLAD 3 - 2012

26

PLASTIFIKACE EPOXIDOVÝCH PRYSKYŘIC

- **DŮVOD:** ODOLÁVAT ZMĚNÁM TEPLOT BEZ VZNIKU PRASKLIN
- Jak na to?
 - **Monomery** se změkčujícím účinkem
 - **Tvrdidla** se změkčujícím účinkem – dlouhý alifatický řetězec
 - **Změkčovadla** (dibutylftalát, dioktylftalát – změkčovadla známá z použití pro PVC!)

Monomery se změkčujícím účinkem



Reaktivní a nereaktivní ředidla

Nereaktivní

- Xylén, směs xylén – butanol
- Benzylalkohol, dicyklohexyléter

Reaktivní

- Epoxidové pryskyřice s nižším polymeračním stupněm
- Epoxyestery – styrén a jiné reaktivní komonomery

POUŽITÍ EPOXIDOVÝCH PRYSKYŘIC JEŠTĚ JEDNOU

Výrobce v tuzemsku

**SPOLCHEMI Ústí nad Labem, Chs
EPOXY**

Výrobci ve světě

- **3M - ScotchCast**
- **Ciba Geigy - Araldit**
- **.....**

KONZERVÁTOR & RESTAURÁTOR A EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE

- Hlavně lepidla na sklo, keramiku, kovy dřevo atd.
- Vytvrzování bez vzniku těkavých složek
- Malé smrštění
- Lze plnit a barvit
- Možnost různých rychlostí vytvrzování
- **Tixotropní vlastnosti** použitím např. FUMED SILICA (Sylobloc 44, Sylobloc 45 – Grace Davidson)

KONZERVÁTOR & RESTAURÁTOR A EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE 1

- **Hlavně lepidla na sklo, keramiku, kovy dřevo atd.**
 - LEPOX RAPID – katalýzy fenolem, ale do nekonečna smrdí fenol
 - LEPOX METAL– PLNĚNO KOVOVÝM PRÁŠKEM, PRO OPRAVY KOVOVÝCH ČÁSTÍ
- **Doplňování chybějících částí objektů z kovů, dřeva, kamenné objekty – vždy plněno vhodnou hmotou (kovový prášek, dřevitá moučka, podrcený kámen)**

KONZERVÁTOR & RESTAURÁTOR A EPOXIDOVÉ PRYSKYŘICE 2

- **Konsolidant pro poškozené porézní předměty** – roztok nebo nízkoviskózní pryskyřice
- **Kopie ve formě odlitků** (plněné)
- Po plnění kovem lze galvanicky pokovovat