

Asfaltová pojiva a kationaktivní emulze

Jiří Plítz

Rámcový obsah bloku 1

Vstupní materiály – problematika asfaltů

Asfaltové emulze – popis, výroba

- vlastnosti a zkoušení
- normy a předpisy
- použití

2

Vstupní materiály

Asfalt: silniční 70/100 až 160/220 (s vyšším číslem kyselosti, E)

Emulgátory: diaminy, aminoimidy, polyaminy (-NH₂, -NH-) imidazoliny, kvarterní amoniové soli (NH₄⁺)

Voda: měkká, změkčená

Kyseliny: solná, fosforečná na pH 1,8 až 3 převádějí emulgátor na rozpustnou formu

Polymery: SBS, SBR, SIR, EVA, latexy

Dopy: tenzidy na bázi aminů, zvyšují přilnavost

Další přísady: odpěňovače, fluxanty
chlorid vápenatý (zvyšuje viskozitu)
fosforečnan sodný (změkčuje vodu)

3

Úvod do problematiky asfaltů

4

Co je asfalt

Krátce z historie

- 4000 před n.l. použití přírodního asfaltu v Mezopotánii
- 625 před n.l. první asfaltová cesta v Babylonu
- 1595 n.l. Sir Walter Raleigh objevil asfaltové jezero v Trinidadu

Rozdělení

- ▶ Přírodní a ropné
- ▶ Přírodní podle typu naleziště: *rock, lake*
- ▶ Přírodní podle naleziště: *Albertit, Gilsonit, Wurtzilit, Trinidad*

5

Výroba ropných asfaltů

Vakuová destilace ropy – destilační zbytek

Specifické úpravy:

- polofoukání, foukání (oxidace)
- krakování
- ředění a fluxování
- emulgace
- úprava přísadami
- modifikace polymery



Celkem se vyrobí a spotřebuje

400-500 kt silničních asfaltů (z toho 100 kt PMB)
cca 40 kt kationaktivních emulzí

6

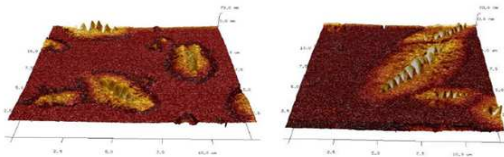
Složení asfaltů - mikrostruktura

Koloidní disperze:

- 5 až 20 % asfalténů (heteroatomické)
- 5 až 20 % saturátů (nepolární alifáty)
- 40 až 65 % aromátů (tmavé, viskózní)
- 20 až 30 % pryskyřic (polární, adhezivní, do 5 nm)

Koloidní index:

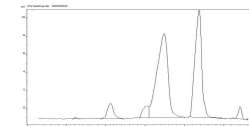
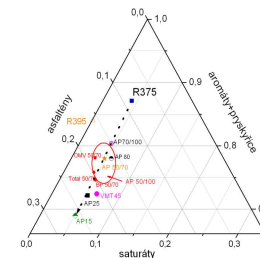
$$I_c = \frac{\text{Saturáty} + \text{Asfaltény}}{\text{Aromaty} + \text{Pryskyřice}}$$



7

Analýza složení – TLC/FID - SARA

Činidla: n-heptan, toluen, dichlormetan/metanol



8

Emulzní technologie (SENS 12)

Disperzní (koloidní) stabilita

Flokulační poměr

příklad pro asfalt 10/20

Flokulační poměr směs isooktan-xylenu

20 % xylenu

25 % xylenu

27 % xylenu

29 % xylenu

30 % xylenu

9

Emulzní technologie (SENS 12)

Zkušební metody empirické

Bod měknutí – Penetrace – Duktilita – Lámavost

10

Emulzní technologie (SENS 12)

Reologické závislosti

Penetrační index: $PI = \frac{30}{1+50A} - 10$ $A = \frac{2.9031 - \log P_{25^\circ C}}{T_{KK} - 25}$

Heukelomův diagram:

11

Emulzní technologie (SENS 12)

Funkční zkoušky (Performance methods)

Dynamický smykový reometr

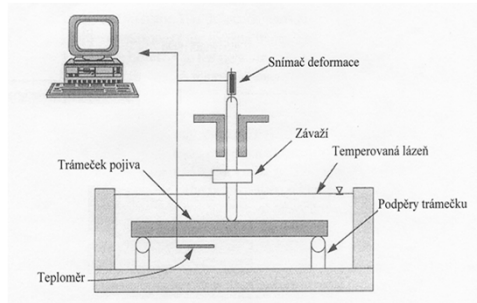
Komplexní smykový modul
Závislost G^* na δ

Cyklus: 1 s napětí, 9 s relaxace
1. fáze: 10 cyklů při 100 Pa
2. fáze: 10 cyklů při 3.200 Pa
Výpočet poddajnosti J_{nr} (Pa^{-1})

12

Trámečkový reometr BBR

Modul tuhosti za ohybu S, m, T_K



13

Asfaltové emulze

14

Emulgátory

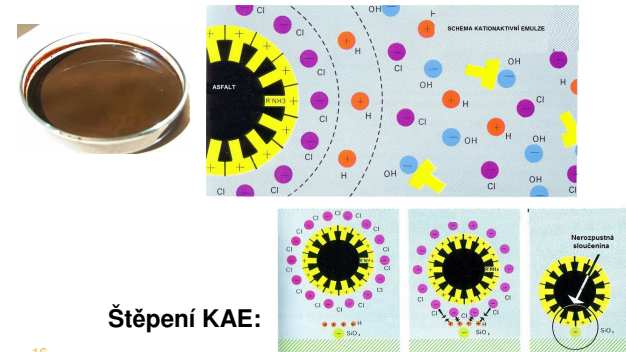
Povrchově aktivní látky = tenzidy

- adsorbují se na mezifázovém rozhraní
- mají nepolární (lipofilní) a polární (hydrofilní) část molekuly
- nabíjejí povrch částice asfaltu nábojem + (KAE) nebo - (AAE)
- snižují p.napětí mezi asfaltem a vodou (cca z 30 na 5 dyn/cm)
- rozlišují se emulze kationaktivní, anionaktivní, amfoterní, neionové
- náboj způsobí kontakt a štěpení na povrchu kyselého kameniva
- aminy přecházejí v **kyselém** prostředí HCl na aminhydrochloridy:

$$R-NH_2 + HCl \rightarrow R-NH_3^+ + Cl^-$$
- vzniká elektronová dvojrůžka kolem částic emulze ($Cl^- H^+$)
- ta zajišťuje stabilitu elektrostatickým odpuzováním a afinitu ke kamenivu

15

Schéma kationaktivní asfaltové emulze



16

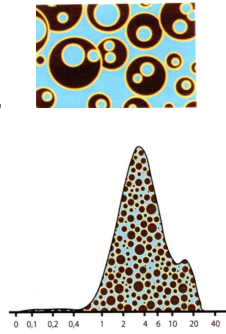
Emulzní technologie (SENS 12)

Zatřídění emulzí

Přímé – obrácené – vícenásobné

Hrubé ($>5\mu\text{m}$), jemné (0,1 až $5\mu\text{m}$),
 - mikronizované (10-100 nm)
 - ovlivněno druhem a množstvím emulgátoru (0,1 až 25 %)

Monodisperzní - polydisperzní



17

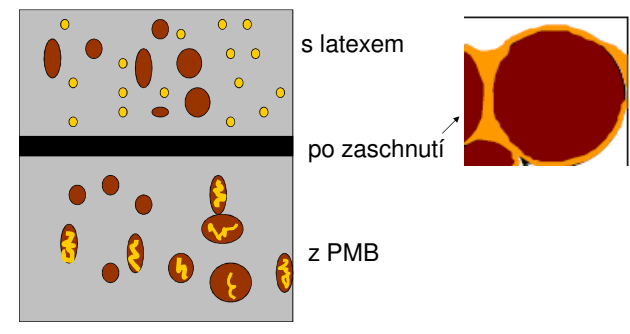
Emulzní technologie (SENS 12)

Asfaltové emulze modifikované

s latexem

po zaschnutí

z PMB



18

Emulzní technologie (SENS 12)

Flokulace a koalescence emulzí

- emulze začíná štěpit při kontaktu s kamenivem
- při štěpení dochází k flokulaci a koalescenci
- rychlost procesu závisí na více faktorech (přídavek promotoru)
- předčasná koalescence vede k špatné přilnavosti k povrchu

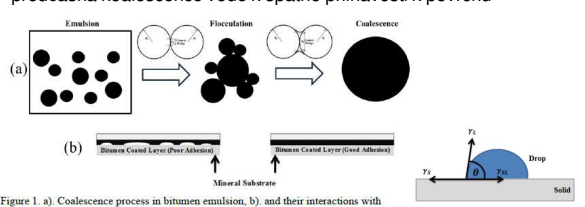



Figure 1. a). Coalescence process in bitumen emulsion, b). and their interactions with aggregates

19

Emulzní technologie (SENS 12)

Modifikace polymery

- Zlepšují viskozitně teplotní citlivost
- Rozšiřují oblast plasticity (KK-BL)
- Zvyšují kohezi a adhezi (přilnavost) pojiva
- Dodávají elasticitu a odolnost k dynamickému namáhání
- Zvyšují trvanlivost emulzní úpravy



20

Obsah pojiva

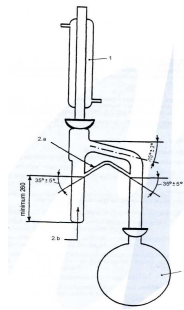
Metoda azeotropní destilace

(ČSN EN 1428)

- voda se oddestiluje s unášecí kapalinou
- po kondenzaci se nemísitelné kapaliny rozdělí
- lehčí unášedlo (xylen) se vrací do baňky

Obsah netěkavých látek

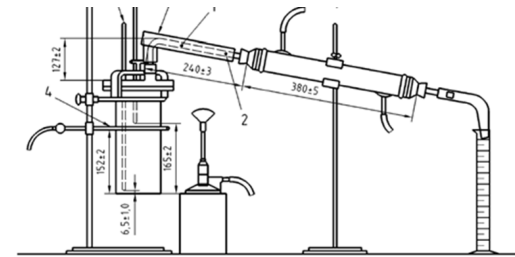
- zjednodušeně přímým odpařením vody z misky (ISO 3251, 120°C, 2 h)



25

Obsah pojiva – fluxované emulze

- destilací s oddělením olejové fáze (ČSN EN 1431)



26

Obsah pojiva – metoda sušících vah

(EN 16849)

- Navážka $4 \text{ g} \pm 0,5 \text{ g}$
- Zkouška končí, není-li změna $1 \text{ mg}/50 \text{ s}$
- Vliv filtračního papíru na odpařování
 - doporučeno skelné vlákno
- Optimální teplota:

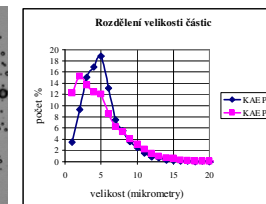
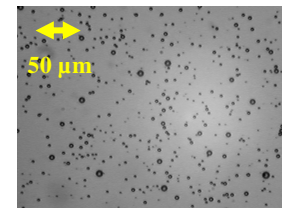
Nefluxované emulze:	150 °C
Rostlinný flux do 5 %:	130 °C
Rostlinný flux nad 5 %:	110 °C
Minerální flux do 1,5 %:	110 °C

Pro minerál. fluxované emulze nad 1,5 %:
metoda není vhodná – použít EN 1431



27

Velikost částic - mikroskopie



- Průměrná velikost částic 4,2 resp. 4,3 μm
- Specifický povrch 7500 resp. 7230 cm²/g

28

Stabilita – štěpitelnost

- k určení vhodnosti pro emulzní technologie
- refer.fillery: Forshammer, Sikaisol, Caolin Q92 (ŽKS.cz, Sika.cz)
- opakovatelnost 10 %, reprodukovatelnost 40 %

Štěpitelnost (ČSN EN 14075-1):

- množství referenčního fileru (g) k vyštěpení 100 g emulze (<195)
- poloautomat má tendenci dávat vyšší hodnoty než ruční test
- navrženy nové konverzní faktory mezi filery:

$BV_{Forst}/BV_{Sikaisol}$ 1,3 (místo pův.1,4)

BV_{Forst}/BV_{Caolin} 1,2 (místo pův.1,1)

Mísitelnost s filerem (ČSN EN 14075-2):

- mísitelnost s ref.filerem (100g E + 50g V + 150g F, 75 s) (<300 s)

Mísitelnost s cementem (ČSN EN 12848):

- mísitelnost s portlandským cementem (100g E + 50 g C) (≤ 2 g)

Třídy štěpitelnosti podle EN 13808:

	Třídy pro nátěry			Třídy pro kalové vrstvy			Třídy pro obalování		
	C65B2	C65B3	C65B4	C65B5	C65B6	C65B7	C65B8	C65B9	C65B10
štěpiteln.	<110	70-155	110-195	>170					
mísiteln.F					> 90	≥ 180	≥ 300		
mísiteln.C								> 2	≤ 2

Zbytek na sítu

- zpravidla max. 0,5 % vyštěpené emulze na sítu 0,5 mm
- pro hodnocení jemných emulzí lze použít sítu 0,16 mm
- skladovací stabilita = zbytek na sítu 0,5 mm po 7 dnech

Tendence k sedimentaci

- rozdíl v obsahu vody v horní a spodní desetíně válce po 7 dnech

Přílnavost k referenčnímu kamenivu (metoda B v EN 13614)

- prané a vysušené kamenivo (200g) se obalí 15g emulze
- obalená směs se suší 20 h při 60 °C, pak se zalije vodou 60°C na 20 h
- hodnotí se % obalení – požaduje se min. 75 % (viz c)



a)



b)



c)



d)

Zkoušení zbytkových pojiv z emulzí

Zpětné získání

- odpařováním na ploché desce v tenké vrstvě (EN 13074-1)
- destilací podle EN 1431 - po odstranění olejových podílů

Stabilizace

- v tenké vrstvě v sušárně 24 h při teplotě 85 °C (EN 13074-2)
- vytěkají VOC, aby pojivo mohlo jít na zkoušku stárnutí

Stárnutí

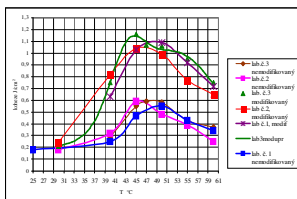
- v PAV při 85°C po dobu 65 h (EN 14769)

Požadavky na pojiva získaná z emulzí

- penetrace/25°C, bod měknutí (podle druhu)
- bod lámavosti, vratná duktilita

Koheze kyvadlem

- k odtržení nutno vydat energii >0,7 J/cm²



33

Asfaltové emulze Normy a předpisy

34

Normy a předpisy pro emulze

Specifikace:

- ČSN EN 13808 Systém specifikace kationaktivních asfalt.emulzí
 - Jednotný způsob značení (Tab 1)
 - Systém tříd vlastností emulzí, zbytkových pojiv včetně stárnutí
- Podle CPR (305/11) určeny harmonizované vlastnosti:
 - Viskozita, přilnavost, chování při štěpení (Tab 2)
 - Konzistence pojiva při střední a zvýšené teplotě, koheze (Tab 3)
 - Stálost konzistencí a koheze (Tab 4)
- Posuzování a ověřování stálosti vlastností (AVCP) podle 2+
 - Zkoušky typu, plán zkoušek a dodržení četnosti zkoušení
 - FPC, inspekce a dohled nad FPC
 - Osvědčení (certifikát), zpráva o dohledu
 - Prohlášení o vlastnostech (DoP), CE značení

35

Třídění asfaltových emulzí

Podle EN 13808:

C 65 BPF 3 – C 65 B 3

- C = cationic/kationaktivní emulze
- 65 = nominální obsah pojiva v % (skutečný: 65 ± 2)
- B = bitumen/asfalt – vyhovující EN 12591 (např. 70/100, 100/150)
- P = polymer – modifikovaná emulze
- F = flux – fluxovaná emulze (>2 % fluxovadla v emulzi)
- 3 = třída štěpitelnosti (2 až 10)

36

Normy a předpisy pro emulze

Specifikace:

- ČSN 73 6132 Kationaktivní asfaltové emulze
 - Proveden výběr druhů a vlastností 16 KAE plus modifikované
 - Rychle štěpné C65B2, C60B3, **C65B3**
 - Středně štěpné C40B4, C50B4, C60B4, C65B4, C69B4, C65B5
 - Pomalu štěpné C60B6, C50B7, **C60B7**, C65B7, C60B8
 - Stabilní C60B10, C65B10
 - Požadavky na pojiva přizpůsobena aplikacím:
 - Spojovací postřiky: Pen<270, Nátěry: Pen<220, Obalování aj.: Pen<100
 - Modifikovaná pojiva (BP): koheze>0,7 J/cm²
 - Účel použití druhů emulzí
 - Postřik spojovací, infiltrační, regenerační (C40B3 až C60BP6)
 - Nátěry, trysková výsrava (C60B2 až C65BP5)
 - Kalové vrstvy (C60B6 až C60BP8), Recyklace a obalování (C60B8 až C60B10)

41

Asfaltové emulze Použití

42

Použití asfaltových emulzí



- jako ekologická náhrada horkých asfaltových pojiv,
- při údržbě asfaltových vozovek,
- při stavebních postupech menšího rozsahu,
- rychlé odstranění poruch (trhlin, výtluků),
- v ČR se výhradně používají kationaktivní emulze,
- AAE jsou vhodné v teplých zemích s alkalickým kamenivem,
- vhodnost kameniva pro KAE je možno ověřit v laboratoři
 - - musí vyhovovat EN 13043 pro kamenivo

43

Použití asfaltových emulzí

Aplikační technologie:

- infiltrační postřiky,	R,S,P	- vyplňování trhlin	P
- regenerační postřiky,	R,S,P	- stabilizace zemin	P
- spojovací postřiky,	R,S,P	- recyklace směsí	P
- nátěry,	R	- penetrační makadam	R
- kalové zákryty,	P	- výsrava výtluků	R, S
- mikrokoberce a mikrokryty,	P	(tryskovou metodou)	

R= rychle štěpné, S = středně štěpné, P = pomalu štěpné (stabilní)

44



Děkuji za pozornost
jiri.plitz@paramo.cz