

**Expertizní posudek
vhodnosti aplikace furanového plastbetonů pro vý-
stavbu objektů v [REDACTED]**

Spoluautoři: Jaroslav Němec, Ivan Ruppeldt

11 stran

23. 8. 1984

23. 8. 1984

Posouzení

Vhodnosti aplikace furanového plastbetonu pro výstavbu objektů v [REDACTED]

Podklady:

- Kvalita a množství odpadních vod odváděných II. KCHOV (bez data a podpisu) jako příloha dopisu Hydrokonsul Bratislava na Priemstav Bratislava, čj. 266/2230/Ing.Na/Cs ze 3.5.84
- Chemické zkoušky sklolaminátů (červen 1984, podepsán Ing.J. Ruppeltdt, bez uvedení organizace)
- Zpráva čj. 208/63 ÚTAM-ČSAV o ověřovacích zkouškách odolnosti berolu agresivním prostředím v odpadním kanálu [REDACTED] z 12.8.1963
- Zprávy Technického a zkušebního ústavu stavebního v Bratislavě o provedení zkoušek berolu uloženého v odtoku kanálu CHZJD v Trnávke, po 3., 6. a 12 měsících
- Zprávy a zápisy o jednání o použití berolu pro odvod chemických vod z [REDACTED] z roku 1961 až 1963 za přítomnosti zástupců ČSAV, ministerstva výstavby, MCHP, Vranovského dřevopriemyslu, Spolku pro chemickou a hutní výrobu, Chemoprojektu Praha a Bratislava, VUIS, Doprastav, Priemstav, Hydroprojekt Bratislava, VUPS Praha, Stavební izolace Praha, VÚSH Brno, SVŠT Bratislava
- Celková látková bilance vod z [REDACTED] z 8.9.1961 (v roce 1959 a výhled pro rok 1965) a její doplněk z 21.11.1961.

Hodnocení:

Správně provedený berol (furanový plastbeton) z furolové pryskyřice Balit PD vyhoví dlouhodobě bez poruch danému chemickému namáhání. Oxidační stupeň je nízký, o málo vyšší než v přirozeném toku; navíc bude oxidační působení redukovat sirovodík. Obsah škodlivého sirouhlíku je nízký, rovněž tak obsah polárních uhlovodíků (jak chlorovaných, tak ketonů) je v přijatelných me-

zích. Kyselost vod v jakémkoli stupni nevadí, maximální alkalita je nízká a nemá rovněž na furanový plastbeton škodlivý vliv. Odolnost obrusu berolu je vysoká (srovnatelná se žulou) a tak ani vysoký obsah mechanických nečistot (písků) unášených odpadními vodami neohrožuje podstatně vysokou životnost díla.

Naše stanovisko o vhodnosti furanového plastbetonu pro dané aplikace podporuje i praktická zkušenost z více než dvacetiletého úspěšného použití této hmoty pro část stávajícího odpadního potrubí v CHZJD. Po ověřovacích zkouškách na vzorcích berolu uložených v odpadních vodách po dobu více než 1 roku (1962-1963), při kterých nebyla zjištěna žádná příčina možného neúspěchu, byl komisionálně konstatován neměnný stav berolu na experimentálním úseku po 1 roce, 5, 10 a 15 letech používání.

V případě většího výskytu polárních uhlovodíků lze dále zvýšit odolnost furanové pryskyřice příměsí paraformaldehydu (1,5 hm.d. na 10 hm.d. pryskyřice Balit FD).

Pokud jde o aplikaci skelných polyesterových laminátů pro stejný účel, doporučujeme značnou opatrnost zejména pro potrubí a části, kde může docházet k abrasi povrchové (pryskyřičné) vrstvy. Prováděné zkoušky mohou sice podat jistý obraz o vlivu vod na pryskyřici, méně však mohou svědčit o změnách vlastností kompozitu, ke kterým dochází v čase vlivem degradace vláken a zejména kontaktní spáry sklopryskyřice. Mnoha zkouškami bylo nezvratně prokázáno, že k průniku vody do laminátu dochází kromě difuze pryskyřicí zejména kapilárními silami na mezivrstvách a v různých vadách (pórech). Ke vniknutí vody do laminátu po mezivrstvách dochází i při použití vazebných přísad, i když pomaleji.

Obsahují-li odpadové vody (jako v daném případě) mechanické nečistoty (písky), dochází v krátké době k obroušení povrchové pryskyřičné vrstvy (která má poměrně malou odolnost obrusu) a tím se umožňuje snadný vstup vody do laminátu po odkrytých vlákních. Zhoršení kvality (změkčení) pryskyřice, snížení průřezu vláken degradací na povrchu a téměř úplná redukce soudržnosti pryskyřice s vlákny jsou příčinou postupného rozpadu laminátu, vedoucí až k destrukci celé laminátové konstrukce. Příklady takových destrukcí jsou často popsány v literatuře (např. úplná destrukce laminátového kanalizačního potrubí v Paříži po několika letech provozu).

Závěr:

Furanový plastbeton na bázi Balitu FD (případ FA) dlouhodobě odolává chemickému i mechanickému namáhání odpadních vod v odtoku II-KCHOV a je vyhovující pro výstavbu kanalizace chemických odpadních vod, pro ochranu nádrží, jámek a jiných objektů v [REDACTED]
[REDACTED]

Aplikaci polyesterových skelných laminátů pro daný účel nedoporučujeme.

Akademik Jaroslav Němec
ředitel ústavu

	PRECHODNÉ ZATAŽENIE, II. KCHOV PRI OBTOKOVANÍ MCH - ČOV			TRVALE ZATAŽENIE II. KCHOV			
	PRIEM.	MIN.	MAX.	PRIEM.	MIN.	MAX.	
MNOŽSTVO VOD V l/s	250	140	520	250	140	520	
TEPLOTA VODY V °C	20	17	23	25	20	35	
pH	4,5	4,7	2,8	7,8	7,0	8,2	
CHSK (K ₂ Cr ₂ O ₇) mg O ₂ /l 5min.	400	300	500	360	270	450	
BSK ₅ mg O ₂ /l	120	90	160	100	80	140	
AC. NA MO SP. 0,1E NaOH NA 100ml	8,5	17,0	3,6	0	0	0	
AC. NA FF SP. 0,1E NaOH NA 100ml	11,0	21,0	8,0	0	0	0	
CELKOVÝ OBSAH EXTR. LÁTKY mg/l	190	50	280	150	40	250	
ORGANICKE EXTR. LÁTKY NEPOLARNE mg/l	140	30	240	120	25	220	
ODPAROK mg/l	SUŠ. PRI 105°C	3500	2800	4300	3700	2900	4600
	ŽIH. PRI 2600°C	3000	2500	3700	3300	2600	4000
NEROZPUSTNÉ LÁTKY mg/l	SUŠ. PRI 105°C	140	80	200	20	15	25
	ŽIH. PRI 600°C	75	30	90	10	5	14
CHLORIDY Cl mg/l	900	500	1200	900	500	1200	
SÍRANY SO ₄ mg/l	1700	800	2100	1700	800	2100	
CELKOVÁ SÍRA mg/l	2000	900	2500	2000	900	2500	
OBSAH VOLNÝCH MINER. KYSELÍN VYJADRENÝCH AKO H ₂ SO ₄ mg/l	450	850	200	0	0	0	
H (J) Al mg/l	12	5	25	0	0	0	
ŽELEZO Fe mg/l	20	8	25	0	0	0	
ZINOK Zn mg/l	10	1	15	2	2	8	
VÁPNIK Ca mg/l	120	70	200	350	470	380	
HORČÍK Mg mg/l	70	30	100	75	60	120	
SIROUHLÍK CO ₂ mg/l	2	0	5	2	0	5	
SIROVODÍK H ₂ S mg/l	4,5	0,5	6	PREJDE NA SÍRNIK			
EXTRAHOVATĚ ORG. LÁTKY mg/l	160	80	200	150	70	180	
NEPOLARNE ORG. LÁTKY mg/l	140	80	170	140	50	170	
EXTRAHOVATĚ LÁTKY SA SKLADAJÚ Z	TOLUÉNU, KYSELINU, CHLORBENZÉNU, FENOLU, ACETÓNU, METYLALKOHOLU, ETYLALKOHOLU, BENZÉNU A ROP. OLEJE						



STAV n.p.
 s. P ř í h o d a
 Máhradnicka 46
824 93 BRATISLAVA

ADRESA
 HYDROCONSULT BRATISLAVA
 RADLINSKÉHO 37, BRATISLAVA
 TELEFON
 400 12' 485 81' 476 74'
 TELEGRAM
 HYDROCONSULT BRATISLAVA
 ĎALEKOPIS
 092258 BRATISLAVA
 PSČ. 815 43

z čísel značky

z čísel

Naše značka

Bratislava

266/2230/Ing.Na/Cs

3.5.1984

Vec : [REDACTED]

Zaslánie podkladov o kvalite a množstve odpadových
 vód. Zák.č.: V179 - 04 - 3184.

Na základe Vašej žiadosti zasielame Vám v prílohe
 podklady o kvalite a množstve odpadových vód, ktoré budú
 ukladované II. kanálom chemických odpadových vód.

Príloha : podľa textu
 CO listu + príloha

[Signature]
 dipl.techn. Nešo
 riaditeľ závodu

[Signature]
 Ing. Sokáč
 ved. stred.

010: 179 - 04

CHEMICKÉ SKÚŠKY SKLOLAMINÁTOV

1. Druh skúšok

Skúšky chemickej odolnosti sklolaminátov sa konajú na sklolaminátoch z 3-och typov živíc

ČSN 141

ČSN 221

Atlas 302 P /zahraničná/.

Skúšky sú konané v rámci štátnej úlohy P12-526-505-04. Ich pokračovanie prejde do ďalšej úlohy. Princíp skúšok pozostáva v trvalom ponorení teliesok z polyesterového sklolaminátu /PES/ do kanalizačného odpadu rôznych priemyselných závodov /6 miest/ a tiež v laboratóriu do udržovaných roztokov /10 druhov/, a ich vybratí po 1, 3 a 5 rokoch a zistení

- zmeny rozmerov
- zmeny hustnosti,
- zmeny pevnosti v tahu za ohybu
- zmeny modulu pružnosti v tahu za ohybu oproti východnému stavu.

Všetchní skúšky sú zvolené ako najnovybnutnejšie a dostatočne presvedčivé pre dimenzovanie konštrukcie - rúra v zemi. Preto - a tiež z technickoprevádzkových dôvodov - sa nerobili skúšky pevnosti a modulu ťahových ani tlakových /konštrukcia sa neporuší ťahom ani tlakom/ ani skúšky hodnôt dynamických, napr. na oví ťahovosť /konštrukcia v zemi nepodlieha nárazom/, ani skúšky narezania priamych teliesok tvaru I v počte niekoľko kusov v zmysle ČSN 64 0614 pre skúšku tahu, sa konala trojbodová skúška ohybom na obdĺžnikových telieskach o rozmeroch 200 x 50 x 4 mm, ktoré boli vysečené z rúry Ø 200 mm /najväčší výrobný priemer, najmenšia krivosť/ o hrúbke steny 4 mm. Každé v zmysle teórie pružnosti a pevnosti pri takej malej výške 4 mm možno predpokladať priamkový priebeh napätia v priereze, dá sa napätie v dolnej, najviac ťahanej vláknine pri skúške ohybom považovať za rovnaké a napätia všetkých vláknin pri skúške prostým ťahom, a teda z ohybovej skúš-

ky sa dajú nájsť medané pevnosti a moduly pružnosti v tahu. Je to možné si takto zvoliť skúšku a tvar telieska najmä preto, že ide o vzájomné porovnávacie skúšky medzi živými a mŕtvymi chemickými pôsobeniami.

V zmysle ČSN 64 0614 je modul pružnosti zo skúšky ohybom /sekundný/

$$E = \frac{l^3}{4 \cdot b \cdot h} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta y} \quad \text{/MPa/}$$

kde l - rozpätie uloženia segmentového telieska pri skúške /mm/

b - šírka segmentového telieska /mm/

h - hrúbka segmentového telieska /mm/

ΔP - prírastok sily od 0 po hodnotu, po ktorú sa málo mení lineárny vzťah: sila-príchyb /N/

Δy - príchyb segmentového telieska pri sile /N/

V zmysle ČSN 64 0123 je pevnosť v ohybe

$$\sigma = \frac{3}{2} \cdot \frac{P \cdot l}{b \cdot h^2} \quad \text{/MPa/}$$

kde P - sila pri ktorej sa teliesko poruší /N/
ostatné ako vyššie

Miesta ponorenia teliesok skúšaných in situ v priepustných kontajneroch sú:

1. TAD Trnava - kyslé prostredie
2. TAD Trnava - zásadité prostredie /oboje reprezentuje metalurgický priemysel
3. Umrovy závody Valašské Meziříčí /refinéria/
4. Slovlik Leopoldov /najagresívnejší odpad potravinárskeho priemyslu/
5. CHZNP Nováky /ťažká chémia/
6. [redacted] /umelé hnojivá/

Len pre informáciu uvádzame ešte 10 laboratórne pripravených chemických médií, v ktorých sú telieska ponorené

v držiakoch udržiavajúcich ich pod deformáciou rovnajúcou sa najväčšej deformácii ráry v nemi. Vzniká kombinované dlhodobé namáhanie: napätie + chemický atak. Média boli volené podľa noriem DIN 53 476, RS 5742-78 a GOST 12 020-72.

1. Kyselina chlorovodíková HCl
2. Kyselina sírová H₂SO₄
3. Kyselina fosforečná H₃PO₄
4. Kyselina dusičná
5. Zmes organických kyselín : octová CH₃COOH
mliečna CH₃CH(OH)COOH
mravčia HCOOH

body 1. až 4. roztoky 3 %, pH=2,7

6. Hydroxid sodný Na OH 10 %, pH= 11,5
7. Chlorid sodný NaCl 10 %
8. Kvapalné umelé hnojivo DAM - 390
9. Vodovodná voda
10. Destilovaná voda

B. Výsledky skúšok:

Zatiaľ sa vybrali a odskúšali telieska po 1-ročnom pôsobení média, ďalej sú uvedené výsledky z ponorenia v [REDACTED]

a/ Zmeny rozmerov 10-tich teliesok:

	CHS 141	CHS 221	Atlas
rozmery /mm/ l	-0,4 až +0,2	-0,3 až +0,3	-0,5 až 0
b	0 až +0,2	0, extr.-0,3 a +0,1	-0,2 až 0
h	0 až +0,1	0, extr.-0,1	-0,1 až 0

kde l - rozpätie telieska /dĺžka tetivy/, ostatné ako vyššie.

Vysvetlivka: extr. znamená, že len u jedného telieska z 10-tich zo živice CHS 221 bola nameraná zmena rozmeru b - 0,3 mm, u jedného +0,1 mm a pod.

b/ Zmeny hmotnosti 10-tich teliesok v %:

ChS 141	ChS 221	Atlas
+0,12 až +0,43	+0,01 až +0,49	+0,64 až +2,58

Pre porovnanie: Sú to jedny z najmenších absolútnych zmien zo všetkých sledovaných staníc /závodov/. Najväčšie prírastky vykazuje TAZ Trnava kyslé prostredie, najvyššie úbytky ChZVP Nováky.

c/ Zmeny medze pevnosti v ťahu za ohybu v MPa:

	ChS 141	ChS 221	Atlas
Krátkodobá pevnosť MPa	898	882	882
Pevnosť po 1 roku MPa	728	874	790
% poklesu	81	99	89,5

Pre porovnanie:

Pri živici ChS 221 je pokles pevnosti u ChZJD zo všetkých závodov najmenší, pri Atlac-a sa dostáva jedna stanička pred [redacted] a pri ChS 141 sa len dve staničky dostávajú pred [redacted] to znamená, že odpadové vody [redacted] relatívne málo atakujú sklolamináto voči iným závodom.

d/ Zmeny modulu pružnosti v ťahu za ohybu, spriemerované z 10-tich teliesok:

	ChS 141	ChS 221	Atlas
Krátkodobý modul MPa	32.600	32.230	32.380
Modul po 1 roku MPa	28.183	30.617	30.667
Pokles %	86,5	95	95

Pre porovnanie:

Pri živici ChS 221 sa dostávajú dve staničky pred ChZJD /menší pokles modulu/, pri ChS 141 dve staničky a pri Atlac štyri staničky majú vyššie moduly po 1 roku, to znamená, že odpadové vody (priemerne) pôsobia na zníženie pružnosti materiálu. V UZ Valaské Měziříčí dokonca moduly ChS 221 a Atlas vykázali po roku

Voči závodom

vyššie hodnoty modulov ako na počiatku /vystupujú na 35 až 37.000 MPa/.

c. Závěry:

a/ Zmeny rozmerov sú u všetkých troch živíc nepatrné v oboch smeroch $+ - /$. U dĺžky $l = 200$ mm to je max. 0,25 % pri Atlacu, ale max. 0,15 % pri ChS 221. Zo šírky $b = 50$ mm je to $\pm 0,4$ %, ale pri ChS 221 pokiaľ vylúčime extrémne hodnoty je to 0, podobne ako pri hrúbke k sú zmeny 0. Lokálne bobtnanie nebolo pozorované.

Dĺžkové zmeny rozmerov boli merané s presnosťou 0,1 mm, čo treba brať pri ich hodnotení do úvahy.

Tri predpoklade logaritmického priebehu krivky poklesu veličín prirodzeného pôsobenia sa dá veľmi hrubo predpokladať, že dlhodobé /50 rokov/ sa ročný údaj zvýši okolo 3 x, t.j. dôjde k 0,5 % dĺžkovej zmene voľnej konštrukcie, čo pri polovičnom obetónovaní potrubia /návrh Ilyčev/ a pripustení pnutí v sklolamináte neznamená žiadne nebezpečie.

b/ Zmeny hmotnosti: Najmenšie vykazuje živica ChS 221, ktorú doporučujeme. Zmena +, t.j. zvýšenie sa vyskytuje i na tých vzorkách, ktorých rozmery sa zmenšili, teda nejde o bobtnanie, ale buď o nedokonalé vysušenie, napríklad sušenie; alebo o zreagovanie malej časti materiálu na materiál o vyššej hmotnosti. Vyššia hmotnosť materiálu môže predstavovať vyššiu pevnosť, takže odpoveď je v bodoch c/ a d/. V každom prípade možno konštatovať, že

- zmena je malá
- prírastok hmotnosti je menej nebezpečný ako úbytok.


c/ Pokles pevnosti na 99 % pôvodnej pevnosti u ChS 221 je tak nepatrný, že dáva predpoklad neklesnutia po 50-tich rokoch pod 80 - 70 %, čo vzhľadom na predimenzovanie konštrukcie, by nemalo znamenať jej ohrozenie.

d/ Pokles modulu pružnosti u ChS 221 na 95 % pôvodnej pevnosti je taktiež natoľko nepatrný, že dáva predpoklad neklesnutia po 50-tich rokoch pod 80 - 80 %, čo i po superponovaní s dotvarovaním - creepom by nemalo klesnúť pod 65 % pôvodnej hodnoty.

Všeobecne:

Uvedené skúšky boli zamerané na vzájomné porovnanie dvoch živíc, ktorá je vhodnejšia do určitého odpadu, takže nemožno z nich určovať absolútnu životnosť. Životnosť potrubia tiež nie je nikde definovaná: či je to po preniknutí prvej kvapky /niekedy už pri kolaudácii/, alebo po preniknutí určitého plošného množstva, alebo po prárútenie konštrukcie. Preto ak aj nemožno potvrdiť presnú požadovanú životnosť, treba konštatovať, že sklolaminát s použitím ChS 221, aj keď by slúžil len 30 alebo 15 rokov, je to vždy 5 až 10 krát viac ako v tom istom prostredí betón a cca 2 až 3 x viac ako kovy.

Bratislava,
jún 1984


Ing. Ivan R u p p e l d t
riešiteľ