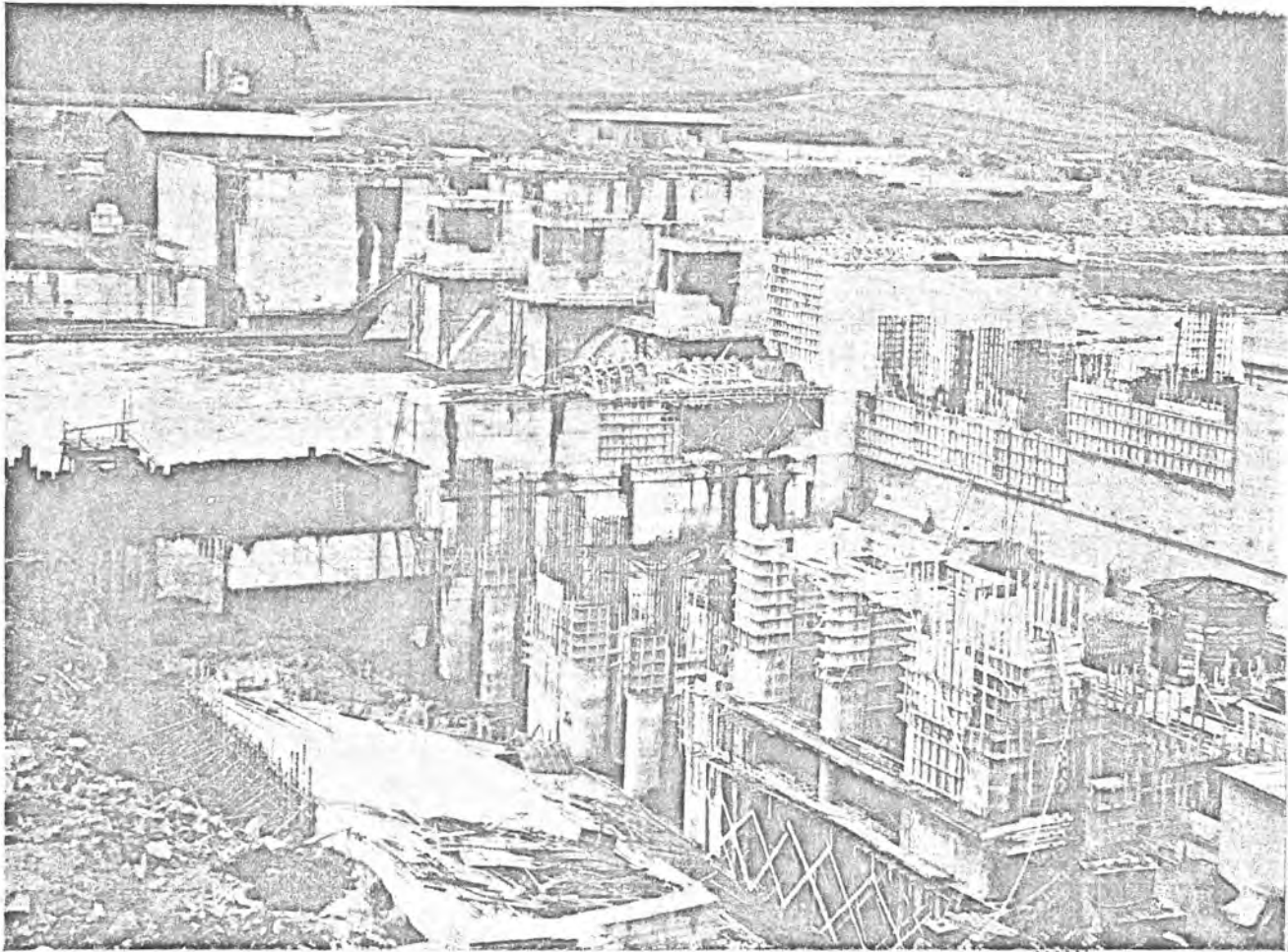


KNIHOVNA

*inženýrský*

STÁTNI NAKLADATELSTVÍ TECHNICKÉ LITERATURY

# inženýrské st a v b y



příloha mechanizace

3

1961

u nádrží a obdobných konstrukcí z předpjatého betonu, u kterých může výhodně doplnit dosavadní způsoby předpinání. Předpinání elektroohřevem se může pro speciální případy i u nás dobře uplatnit.

#### LITERATURA

[1] Klokner: Výroba a vlastnosti trub

ze železového betonu značky RT, Praha 1931.

[2] Voves: Současný stav a předpoklady dalšího rozvoje předpjatého betonu v bytové a občanské výstavbě, Bratislava 1959.

[3] Landa: Železobetonové stropní panely předpjaté elektroohřevem, Stavební výzkum č. 3/1960.

[4] Vondrášek: Předpinání tyčové vý-

zruže elektroohřevem, Stavební výzkum č. 2/1960.

[5] Levi-Komendat: Elektrotermičeskij metod natjaženija armaturnych steržnei, Stroitel'naja promyšlennost', č. 8, 1958.

[6] Ratac: Predvaritel'no naprijažennije železobetonnyje konstrukcii so steržnevoj armaturoj, naprijažajemoj elektrotermičeskim sposobom, Beton i železobeton, č. 11/1958.

Inž. RICHARD BAREŠ C. Sc a inž. JIŘÍ HOŠEK, ÚTAM - ČSAV

DT 679.5:69

## Nová konstrukční stavební hmota na bázi furalové pryskyřice

Stále se rozšiřující sortiment umělých pryskyřic a stoupající produkce jejich výroby ukazují cestu, jak vyřešit některé problémy speciálních stavebních konstrukcí. Vysoké chemické odolnosti vhodných druhů umělých hmot spojené s nepropustností pro vodu lze s výhodou využít při výrobě stavebních prvků nebo i celých konstrukcí, které mají být vystaveny vlivům agresivního prostředí.

Dnes se v zahraničí i u nás provádějí pokusy s příměsí umělých hmot do betonové směsi (např. polyvinylacetát podstatně zvyšuje pevnost v tahu, adhezivní vlastnosti a odolnost proti alifatickým uhlovodíkům a olejům), dále se plastických hmot používá pro povrchové úpravy a kombinace v prefabrikovaných dílcích a nejnověji se hledají možnosti pro přímé pojení kameniva termosetickými umělými pryskyřicemi.

V Ústavu teoretické a aplikované mechaniky ČSAV bylo započato koncem roku 1959 s výzkumem konstrukční stavební hmoty s furalovou pryskyřicí jako pojivem.

#### Furalová pryskyřice

Furalová pryskyřice je temně hnědý materiál, sirupovitě až tuhé konzistence. Výchozí surovinou pro její přípravu je kapalný furfurylalkohol vyráběný z dřevitých odpadů, jako např. pilin, kukuřičných hlavic apod., který působením kyselin kondenzuje a mění se přes viskózní látku v tvrdou hmotu. Vytvrzovací reakce je exotermická.

Vytvrzovaná furalová pryskyřice je svou chemickou odolností nadřazena prakticky všem umělým hmotám. Odolává vodě, roztokům solí, kyselině solné a alkalickým luhům všech koncentrací, kyselině mravenčí a octo-

vě, alkoholu, alifatickým a cyklickým uhlovodíkům. Neodolává chlorovým a aromatickým uhlovodíkům a ketonům.

V praxi se furalové pryskyřice nejvíce používá k ochranným nátěrům v silně agresivním prostředí. V malých tloušťkách je však nátěrový film velmi křehký a nebezpečí trhlin způsobených dilatací nebo mechanickým poškozením chráněné konstrukce je značné. Proto je nutno furalovou pryskyřicí modifikovat jinými typy plastických hmot, kaučuky, asfalty, popřípadě organickými změkčovadly. I když se vždy částečně sníží chemická odolnost, jsou tyto úpravy výhodné, protože zvyšují pevnost v tahu, houževnatost a pružnost materiálu.

Jako plnidel furalové pryskyřice lze použít jen látek, které jsou odolné kyselinám a nejsou alkalické. Přílišná alkalita plniva totiž zpomaluje, nebo dokonce znemožňuje proces tvrdnutí. Při zkouškách v ÚTAM se s úspěchem použilo praného písku a štěrku.

#### Technologie výroby

Technologie výroby je možná dvěma způsoby: smícháním plniva přímo s technickým furfurylalkoholem a katalyzátorem, nebo smícháním s částečně zkonzenzovanou nízkoviskózní furalovou pryskyřicí s příslušným množstvím katalyzátoru. Prvý způsob je ekonomicky výhodnější a jednodušší, druhý způsob je výhodnější pokud jde o zpracování.

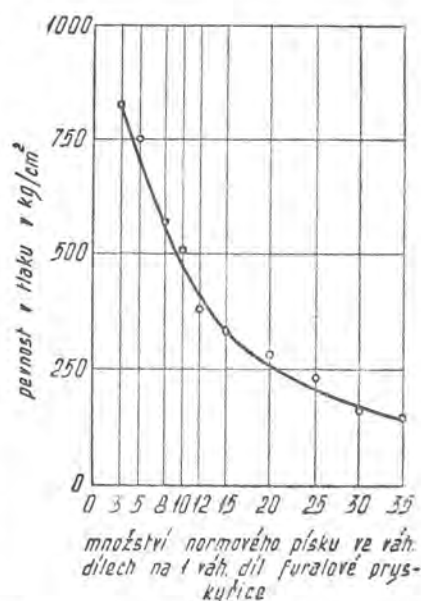
Tvrdnutí pryskyřice probíhá při normální teplotě, vytvrzovací reakce je silně exotermní a ve větším objemu se zvyšuje teplota následkem špatného odvodu reakčního tepla. To je příčinou, že se značně urychlí tvrdnutí. V praxi lze toto nebezpečí odstranit

postupným smícháváním pryskyřice nebo katalyzátoru s plnivem. Nejdůležitější je konečné dotvrzení furalové pryskyřice, pro které je třeba použít účinných katalyzátorů. Použije-li se katalyzátorů dodávaných pro vytvrzování běžných furalových nátěrů, musí konečná fáze dotvrzení proběhnout při zvýšené teplotě.

#### Mechanické vlastnosti

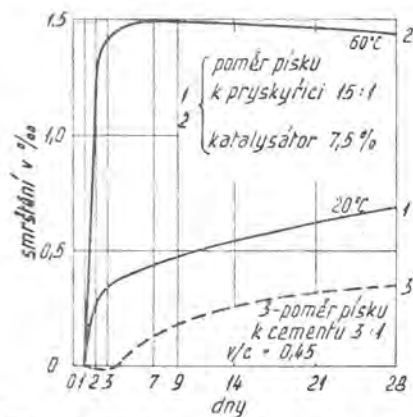
Základní mechanické a mechanicko-fyzikální vlastnosti popisované umělé stavební konstrukční hmoty jsou závislé na poměru furalové pryskyřice k plnivu, na množství katalyzátoru, druhu plniva, způsobu zpracování, ošetření a nikoli naposled i na velikosti nejmenšího rozměru tělesa.

Vliv množství pryskyřice na pevnost v tlaku se zjišťoval pro váhové



Obr. 1. Pevnost v tlaku konstrukční stavební hmoty na bázi furalové pryskyřice

oměry normového písku k furalové pryskyřici od 3 : 1 až do 35 : 1. Dosažené pevnosti v tlaku se pohybovaly od 830 kg/cm<sup>2</sup> do 150 kg/cm<sup>2</sup> (obr. 1). Pevnosti se zjišťovaly po 14 dnech; konečné dotvrzení proběhlo při teplotách 50 až 60 °C.



Obr. 2. Průběh smršťování ve srovnání s cementovou maltou

Se stoupajícím obsahem písku pevnost v tlaku rychle klesala až do poměru písku k furalové pryskyřici 15 : 1, kdy dosáhla 340 kg/cm<sup>2</sup>. Dalším zvyšováním obsahu plniva pevnost klesala pomaleji. Z ekonomického hlediska jsou proto nejvýhodnější směsi s poměrem písku k furalové pryskyřici od 15 : 1 do 30 : 1, které vykazují hodnoty plně postačující pro obvyklé konstrukce. Další zkoušky se prováděly ve směs s poměrem obou komponent 15 : 1.

Pevnost v prostém tahu při běžném zpracování byla 70 kg/cm<sup>2</sup> a pevnost v tahu za ohybu byla větší než 80 kg/cm<sup>2</sup>. Poměr pevnosti v tahu k pevnosti v tlaku je tedy velmi výhodný:

$$\frac{\text{prostý tah}}{\text{tlak}} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{\text{tah za ohybu}}{\text{tlak}} = \frac{1}{4}$$

Modul pružnosti je řádově stejný jako u betonu.

Při normální teplotě odpovídá stupeň vytvrzení po 14 dnech asi 70 % vytvrzení vzorků uložených při teplotě 50 až 60 °C. Dnes tento problém řešíme použitím účinnějších katalyzátorů.

Množství katalyzátoru je důležitý faktor, mající vliv na řadu vlastností hmoty.<sup>1)</sup>

Se zvětšováním množství katalyzátoru při uložení za normální teploty urychluje se tvrdnutí a částečně i konečná pevnost. Při teplotě 50 až 60 °C činí dostačující množství katalyzátoru pro dokonalé vytvrzení 5 váh. procent (vztaženo na pryskyřici). Uvedené poznatky byly zjištěny jak pro hodnoty pevnosti v tlaku, tak pro hodnoty pevnosti v tahu.

Ke zvětšení katalyzatického účinku lze použít urychlovačů. Přílišné urychlení tvrdnutí má však nepříznivý vliv na pevnosti.

Rychlost tvrdnutí, jak již bylo uvedeno, je závislá na množství katalyzátoru, urychlovače a na teplotě prostředí. Z počátku probíhá tvrdnutí při uložení za normální teploty velmi rychle. Konečných pevností se dosahuje asi po 28 dnech. Při teplotě prostředí 50 až 60 °C dosahuje se konečných pevností podstatně dříve, již po 7 dnech.

Smrštění směsi písku s furalovou pryskyřici (poměr 15:1) činí po 28 dnech vytvrzování při normální teplotě (20 °C) asi dvojnásobek smrštění běžné cementové malty (obr. 2). U tepleně vytvrzované směsi dosahuje smrštění po dvoudenním uložení v prostředí s teplotou 50–60 °C asi 1,5 promile a dále se již nemění.

## Možnosti použití nové hmoty

Na základě dosažených orientačních výsledků je použití nové stavební hmoty na bázi furalové pryskyřice výhodné pro řadu stavebních konstrukcí. Vynikající vlastnosti tohoto materiálu, především značná chemická odolnost a nepropustnost, spolu s vysokými pevnostmi a zvýšenou přilnavostí k výztuži, ukazují, že je vhodný jako konstrukční a zároveň izolační materiál pro prvky vystavené působení agresivního prostředí v chemických, papírenských, textilních a jiných výrobních, pro stavbu nádrží na agresivní kapaliny (všechny druhy kyselin, naftu, benzin, louhové vody apod.), tunelů, kanalizačních nebo naftových potrubí a jiných podzemních staveb.

## Závěr

Furalová pryskyřice je nejlevnější umělou hmotou na světovém trhu. Její světová cena se pohybuje kolem 2 Kčs za 1 kg. Surovinová základna je v ČSSR dostatečná, výrobní postup je jednoduchý. Zatím se však tento materiál u nás vyrábí jen v nepatrném množství.

V dnešní době se zjišťují další vlastnosti této umělé stavební konstrukční hmoty. Je zapotřebí, aby náš chemický průmysl v co nejkratší době dohnal zpoždění za ostatními průmyslově vyspělými státy ve výrobě furalové pryskyřice a dostal se na úroveň světové ceny. Tak bude možno v budoucnu reálně počítat s použitím tohoto materiálu ve stavebnictví.

<sup>1)</sup> Pro zkoušky se používalo jako katalyzátoru organických sulfonových kyselin v práškovém stavu, smíchaných s inertním plnivem.

## Nepřehlédněte knižní novinky SNTL:

### Příručka pro stavební inženýry II

808 str., 769 obr., 24 tab., vázaná 53,— Kčs, brožovaná 48,60 Kčs. Obsahuje kapitoly o ocelových konstrukcích, betonových konstrukcích, vybrané stati z mostního stavitelství, pojednává o stabilitě stavebních konstrukcí a o kmitání ve stavební technice.

Prof. Inž. Jaroslav Janatka

### Přímé tenkostěnné nosníky (Teorie výpočtu)

160 str., 81 obr., 4 tab., vázaná 18,70 Kčs

Monografie zabývající se problémem statického výpočtu tenkostěnných přímých nosníků otevřeného i skříňového průřezu. Aplikace podané teorie umožňuje použít v nejrůznějších kovových konstrukcích nosníků ohybaných z plechů, a to v některých případech i tam, kde se dosud používá tuhých válcovaných profilů. Tím se umožňuje zmenšovat vlastní váhu konstrukce a dosahovat tak materiálových a finančních úspor.