

*Wich*

**3** | 1987



# TREND

---

PROGNOSTICKÉ INFORMACE

GE nebo MERKAL. Analyzuje více než 70 technologií a zahrnuje nezávisle bilance 20 druhů paliv a energie. Při vypracování řešení modelem DORSEK můžeme získat tabulku paliva a energie pro celý stát na úrovni primární energie a vypočítat investice, náklady cizí měny atd. Všechny tyto kvantitativní ukazatele se vypočítávají na pětiletá období. Potom nastává srovnávání kvalitativních významů s významy určenými při rozpracování scénáře. Takovýmto způsobem se poměřují existence zjevných nesouladů mezi výsledky a předpoklady.

Komplex SPSEK byl zaveden s využitím výpočetní techniky UNIVAC 1100 v Plánovací komisi rady ministrů ve Varšavě. Technicko-ekonomické údaje se vkládají do komplexu SPSEK z informační základny vypracované oddělením energetických problémů. V současné době je připravena statistická varianta modelu STRUK. Byl také publikován podrobnější popis jednotlivých modelů SPSEK.

### Využití

Komplex SPSEK se využívá při výzkumu možností rozvoje polského energetického systému do roku 2000. V následující tabulce se uvádějí nejdůležitější výsledky pro dva z několika zkoumaných scénářů (tab. 1). Vysoký scénář předpokládá průměrná roční tempa růstu národního důchodu v letech 1981–2000 přibližně 2,5 % s dostatečně rychlými strukturálními změnami po roce 1990; v nízkém scénáři tvoří tempo přibližně 1,4 % při zachování tradiční struktury ekonomiky. Scénáře ukazují, že celková spotřeba energie v roce 2000 dosáhne 169 a 148 mil. tmp a spotřeba primární energie 244 a 213 mil. tmp. Nutno poznamenat, že oba scénáře počítají s úsporami paliva a energie a s racionalizací je-

lich spotřeby. Energetická náročnost národního důchodu se v roce 2000 sníží o 18 % podle vysokého scénáře nebo o 10 % podle nízkého scénáře.

Zavedení těchto programů si vyžaduje růst podílu investic, které jsou zapotřebí pro rozvoj energetiky. V pětiletých obdobích se tyto podíly zvyšují přibližně na 6,5 % ve srovnání s 3,4 % v roce 1980. Tím je zřejmé, že rozvoj energetiky naráží na omezení investic a k překonání tohoto jevu je zapotřebí hlubokých strukturálních přeměn v celé ekonomice. Snížení investic do energetiky je přípustné, ale základním limitem se tu mohou stát devizové nároky. Např. snížení investic přibližně o 15 % v uvedeném období vyvolá zvýšení deficitu zahraničního obchodu v palivech o 3,7 mld. dol. (vysoký scénář) nebo o 2,1 mld. dol. (nízký scénář).

(Ing. Michal Kubík)

### Literatura

1. SCHARATTENHOLZER, L.: The energy supply model MESSAGE. RP — 81 — 31, Laxenburg, IIASA, 1981
2. RAHT-NAGEL, S.: Energy modelling for long RD and D planning — the systems analysis strategy project of the International Energy Agency. Laxenburg, IIASA, 1981
3. COFALA, J.: Methodology and models for analysis of medium-term development of a country's energy system. Warsaw, IFTR Reports, 1984–1985
4. COFALA, J.: Model energetičeskoj sistemy Poľši. Energetika i toplivo. Moskva, MCVTI, 1986, č. 8

Tabulka 1

Nejdůležitější výsledky dvou scénářů

	jednotka	r. 1980	r. 2000	
			vysoký scén.	nízký scén.
Obyvatelstvo (P)	10 <sup>9</sup> obyv.	35,7	41,0	39,3
Vytvořený národ. důchod (NIP)	1980=100	100	166	133
Užití národ. důchodu (NID)	1980=100	100	149	124
Spotřeba na jednoho obyvatele	1980=100	100	126	108
Konečná spotřeba energie	10 <sup>3</sup> tmp	127	169	148
Primární spotřeba energie (PE)	10 <sup>6</sup> tmp	178	244	213
Energetická náročnost národ. důch. (NIP/PE)	1980=100	100	82	90
Tempa růstu investic v EI <sup>1)</sup>	%	3,4	4,3–5,2 <sup>2)</sup>	4,3–6,4 <sup>2)</sup>
Obchodní bilance v EI <sup>3)</sup>	10 <sup>9</sup> dol./rok	–3,4	–0,8	–5,7

- Poznámky: 1) podíl NID na investicích do energetiky  
 2) minimální a maximální hodnota za 5 let v letech 1981–2000  
 3) různé hodnoty v cizí valutě pro dovoz a vývoz paliva

1922). Fural je látka velmi reaktivní za technicky dobře dostupných podmínek; tak se stal jako výchozí sloučenina bázi pro řadu technologií. Chemii furanu — jádra, jehož je fural aldehydickým derivátem — bylo v uplynulých sto padesáti letech věnováno řádově deset tisíc vědeckých publikací a počet patentů pravděpodobně přesahuje pět tisíc.

První průmyslově produkováný fural byl určen k využití jako složka fenolických pryskyřic. Roku 1934 byla (již jmenovanou firmou) zahájena výroba furfurylalkoholu (krátce furolu), na jehož základě jsou připravovány pryskyřice čistě furanové, se širokým oborem uplatnění ve funkci pojiv. V roce 1949 byla realizována technologie získávání polyamidu (nylonu) na bázi furalu (DuPont Co.); spotřeba furalu na toto zpracování za rok 1966 dosáhla 18000 tun. V té době však již přestala dosavadní kapacita výroby látky postačovat původním účelům v důsledku rychlého rozšíření jiných<sup>2)</sup> aplikací furalu. Nedostatek látky a její zvýšená cena na trhu vedly (uvedenou firmu) k přechodu na petrochemickou (ropnou) surovinu — tetrahydrofuran<sup>3)</sup> z butandiolu.

Po zvýšení cen ropy v letech 1973/74 a zvláště 1978/79 se ovšem do té doby „dražší“ výroby na bázi furalu staly rázem „ekonomičtějšími“, než petrochemické produkce výsledných látek. Návrat nebo příkon k těmto výrobám pak pro řadu zemí představoval odpoutání od surovinové závislosti směrem k využívání domácích zdrojů.

Furanové pryskyřice se ve srovnání s jinými termosetickými pryskyřicemi vyznačují vyšší stálostí v různých agresivních prostředích a v řadě případů jsou nenahraditelné při výrobě chemicky odolných konstrukčních dílců (obkladových desek, potrubních elementů, jímek atd.) pro chemická zařízení (v chemické technice). Poslední výzkumy ukázaly, že z nich lze připravit směsi s plnivý tuhnoucí a tvrdnoucí i ve vlhkém a mokřem prostředí; díky vysoké reaktivitě furfurylalkoholu lze vytvářet kopolymery s různými jinými monomery a programovat tak vlastnosti vznikajících termosetů. Pro slévárnictví jsou furanové pryskyřice vynikajícími pojivy forem a jader, dodávajících při vysoké produktivitě

<sup>2)</sup> V letech 1951 až 1957 se totiž ukázala možnost výroby vláknitelného polyesteru z 2,5-furan-dikarbonové kyseliny, nehledě k použitelnosti této kyseliny k modifikaci polytereftalátového vlákna. Furanické polyoly se osvědčily na místě polypropylenglykolů při snižování „drobivosti“ polyuretanových pěnovek; furolové předkondenzáty umožnily přípravu fenolických pěn s vysokou odolností proti vlhkosti, danou strukturou materiálů — uzavřenou pórovitostí.

<sup>3)</sup> Produkce tetrahydrofurolu hydrogenací furalu byla tehdy podstatně omezená; látka je účinným rozpouštědlem, reaktivním ředidlem (k trvalému změkčení epoxidových duroplástů, k lepení polyvinylchloridu) a výchozí sloučeninou produkce některých polyesterů.

výroby odlitkům dokonalý povrch. Furanová pojiva se uplatňují také při výrobě aglomerovaných materiálů z dřevních hmot; tyto materiály mají vysoké pevnosti a hlavně odolávají vlhkosti (— malá příměs furolu do běžně používaných pojiv dřevotřískových desek výrazně zlepšuje zejména hydrofobnost výrobků).

Při rafinaci ropy (odsiřování!) se fural uplatňuje přímo (některými dosud otevřenými aspekty jeho reaktivit). V raketové technice se podílí nejen na „kompozici“ materiálů (ochranných štítů), ale tvoří rovněž součást paliva. Léčiva (chemoterapeutika) založená na 5-nitrofurfuryldiacetátu vynikají antibakteriální účinností. Při výrobě selektivních herbicidů, např. na bázi kyseliny chloromukonové, je možno vyjít z furalu; jeho oxidací lze získat kyselinu maleinovou (a maleinhydrid).

Furanové deriváty jsou nepostradatelnou surovinou pro výrobu moderních vysokopevnostních kompozitů odolných simultánně vysokým teplotám a oxidaci („keramiky“ třetí generace); z práškového koksu smíšeného s furfurylalkoholovou pryskyřicí lze grafitizací získat tzv. vitrézní (skelný) uhlík. Po jeho impregnaci furolem vzniká další grafitizací materiál vysoké pevnosti s téměř nulovou porozitou a nízkou nukleární absorbcí (na obaly palivových článků jaderných reaktorů). Uhlíková vlákna spojená furolo-furalovým kopolykondenzátem poskytují po grafitizaci porézní kompozit, který se po impregnaci chloridem křemíku, případně titanu (dříve křemičitým nebo titaničitým — jde o infiltraci par) stává velmi pevným a houževnatým materiálem, odolávajícím oxidaci až do 1500° C (na lopatky turbín, na vnitřní pláště jaderných reaktorů).

#### ● Proč u nás a kolik?

Surovinovými zdroji pro výrobu furalu jako základní furanové sloučeniny jsou (jak už bylo naznačeno) zejména odpady dřevařského a papírenského průmyslu a v zemědělství nevyužívané zbytky hlavně jednoletých rostlinných kultur; plánovitě pěstování např. rychle rostoucích dřevin zatím nepřichází v úvahu.

Bylo odhadnuto, že USA mají suroviny na výrobu 6,25 mil. t furalu ročně, zatímco nynější produkce je kolem 150 000 t. Podobné surovinové možnosti má SSSR, kde se nyní vyrábí více než 80 000 t furalu ročně. V ČSSR jsou zásoby surovin odhadovány přibližně na roční produkci furalu 26 000 t ze zemědělských odpadů, 10 000 t z dřevařských a dalších 10 000 t z papírenských odpadů; bylo by zde tedy možno vyrábět ročně 46 000 t furalu celkem. Největšími producenty furalu jsou v současné době USA, SSSR, dále Dominikánská republika, Itálie, Francie, Španělsko, Belgie, Anglie a ovšem Čína. Menší množství jsou vyráběna také v Rumunsku, Maďarsku, Polsku a v řadě dalších zemí; vý-



E. A. B a r e š

Furanová chemie - a její význam

Furanové deriváty jsou jedním z cenových základních materiálů chemického, hutního, stavebního, spotřebního, farmaceutického průmyslu a domácních, trvale obnovitelných surovinových zdrojů.

Objev furalu se datuje již do počátku minulého století /1832 Döbereiner, Faun/. Podrobnější studium v dalším období ukázalo jeho mimořádně v hodné vlastnosti jako chemické sloučeniny a široké možnosti použití v chemickém průmyslu. Průmyslově se začal fural vyrábět téměř o 100 let později, v r. 1932 firmou Quaker Oats Company /USA/. Furanová chemie se těšila velké pozornosti dlouhá léta; počet publikací věnovaných furanovým sloučeninám se odhaduje nyní na více než 10 000, počet patentů na 4-5 tisíc. Důvodem je, že fural je velmi reaktivní a poskytuje možnosti k uskutečnění mnoha systémů technického vývozu.

První vyráběný fural byl určen pro výrobu fenolických pryskyřic. V roce 1934 zahájila firma Quaker Oats výrobu furanurylalkoholu, určeného převážně k výrobě pryskyřic a papíru. V roce 1949 byla vyvinuta nová technologie a zahájena v Sp. St. výroba polyamidu 66 /nylon/ na bázi furalu; v roce 1956 bylo touto firmou zpracovááno 18000t furalu. V té době dosavadní kapacita pro výrobu furalu přestaly stačit v důsledku jeho rychlého uplatňování v jiných odvětvích a nedostatek furalu a jeho zvýšená cena přiměl firmu přejít na výrobu tetrahydrofuranu a butindiolu, tedy na petrochemickou bázi. Výroba tetrahydrofurfurylalkoholu z furalu byla podstatně omezena, i když se používá jako jedno z nejdůležitějších rozpouštědel a je surovi-

nou pro výrobu esterů a dyhydroxyranu, pro výrobu polyuretanových vláken a elastomerů.

Tetrahydrofuranové deriváty skýtají také možnost trvalého změkčení epoxidových systémů.

Tetrahydrofuran je hlavní složkou lepidla PVC.

Intenzivní vývoj a výzkum chemického zpracování furanů se uskutečnil zejména v letech 1951-1957. Ukázala se např. možnost výroby vynoře kvalitního polyesterového vlákna z 2,5-furan dikarbové kyseliny, jednoho z derivátů furanu, případně použití této kyseliny na modifikaci polytereftalátového vlákna. Polyoly na furanové bázi se osvědčily jako nejlepší náhrada polypropylenglykolů, přidávaných k uretanovým pěnovkám ke snížení drabivosti, furfurylalkoholové prykylice se ukázaly vhodné pro přípravu hybridních fenolických prh nové generace /s usměrněnou strukturou/, umožňující úplnou odolnost vlhkosti a nezávislost na dostupnosti vody.

Byla vyvinuta celá řada různých furanových prykylic pro použití ve stavebnictví, slévárenství, levozpracování prh, vlnu, při výrobě nátěrů a laků atd.

Furanové prykylice mají ve srovnání s jinými termochemickými prykylicemi výhodu ve vyšší stabilitě v různých agresivních prostředí a v některých případech jsou neacházitelné pro výrobu chemicky odolných stavebních prvků /trouby, obklady, jímky atd./ i prvků chemických zařízení. Poslední výzkumy ukázaly, že lze připravit systémy tvrdnouce i ve vlhkém a mokřém prostředí s minimálním snížením vlastností proti vytvrsování v suchu a díky vysoké reaktivitě furfurylalkoholu a dalších derivátů lze připravit kopolymery s různými jinými termosty a vynikajícími vlastnostmi. Pro slévárenství poskytují jedinečné po-  
tíve pro přípravu form...

tivitu výroby odlitků a jejich dokonalý povrch. Furanové pojivo lze použít také pro výrobu částicových desek z dřevných hmot s výbornými pevnostmi a odolností vedle. Příměs furylalkoholu i v nepatrném množství do desávacích pojiv dřevotřískových desek výrazně zlepšuje vlastnosti, zejména hydrofobitu výrobků.

Velmi účinné využití poskytuje farmacie, kde léčiva na bázi 5-nitrofurfuryldiacetátu vynikají vysokou antibakteriální účinností a předčí většinu antibiotik. Významné je užití furalu pro výrobu selektivních herbicidů /např. na bázi kyseliny chloraukonové/ Oxidací furalu lze získat kyselinu maleinovou a maleinohydrát. Jiné důležitě využití furalu je při rafinaci ropy /zpracování ropy a syntetického kaučuku, výroba příměsí pryskyřic, rostlinných tuků/. Nezanedbatelné je i využití furanových derivátů v raketové technice /součást paliv, ochranné štíty/.

Furanové deriváty jsou též nepostradatelnou surovinou při výrobě moderních vysokopevnostních kompozitů odolných vysokým teplotám a oxidacím /tov. kasa dle třetí kapitoly/. Např.

z pryskyřičového kokosu zesíleného s furylalkoholovou pryskyřicí lze vyrobit grafitizací porézní, tov. vlněný /skelný/ oblík. Po jeho impregnaci furylalkoholem a po delší grafitizaci získá se materiál s téměř nulovou porositelou, vysokou pevností a nízkou nukleární absorpcí, vhodný např. pro obaly palivových článků v jaderných reaktorech.

Z uhlíkových vláken s ojetím furylalkoholovou pryskyřicí lze grafitizací připravit porézní kompozit, který po impregnaci SiC nebo TiC /chemickou infiltrací par/ dává výsoco pevné a houžev-

Po drastickém zvýšení cen ropy v roce 1973-74 a zejména na 1978-1979 došlo k významnému přehodnocení významu furanové chemie jak z hlediska ekonomického /do té doby dražší výroby na základě furalu se staly různou ekonomičtější než na bázi ropy/, i strategického /odpoutání na surovinové závislosti směrem k využití domácích zdrojů/ a světová výroba furalu prudce stoupá.

Zdroje /suroviny/ pro výrobu furalu jako základní furanové sloučeniny - fytonasa - jsou zejména odpady dřevařského a papírenského průmyslu a odpady z jednoročních rostlin v zemědělství /kukuřičné oklasky, kukuřičné stvoly, šepkové slámy, slunečnicové a tabákové lodyhy, konopné paslézi, makové stonky/, dále křída, rýkosi, rašelina, rychle rostoucí dřeviny /bříza/, atd.

Bylo odhadnuto, že např. jen USA má suroviny na výrobu 6,25 milionů t furalu ročně, zatímco nynější produkce je kolem 150 000 t. Podobné surovinové možnosti má SSSR, kde se nyní vyrábí více než 10 000 t furalu ročně. V ČSSR se odhadují zásoby surovin na cca 26 000 t furalu ročně ze zemědělských odpadů, cca 10 000 t furalu ročně z dřevitého odpadu a dalších cca 10 000 t ročně z odpadů papírenského průmyslu, celkem tedy cca 46 000 t furalu/rok. Suroviny pro výrobu furalu jsou prakticky nevyčerpatelné, neboť se v přírodě stále obnovují fotosyntézou, která předstírá nejlepší využití sluneční energie. Největší výrobci furalu v současné době jsou USA, SSSR, Dominikánská republika, Itálie, Francie, Španělsko, Belgie, GB, Čína, menší množství se vyrábí též v Rumunsku, Itálii, Polsku a řadě dalších zemí. Výroba v ČSSR je zanedbatelná /cca do 200 t/, méně než polovina množství vyráběného před 10 lety. Světová vý-

roba se nyní odhaduje na 300 000 - 400 000 t/rok proti 100 000 - 150 000 t/rok v roce 1969; do roku 1990 konservativní prognózy předpovídají zvýšení světové produkce na 1000 000 t/rok.

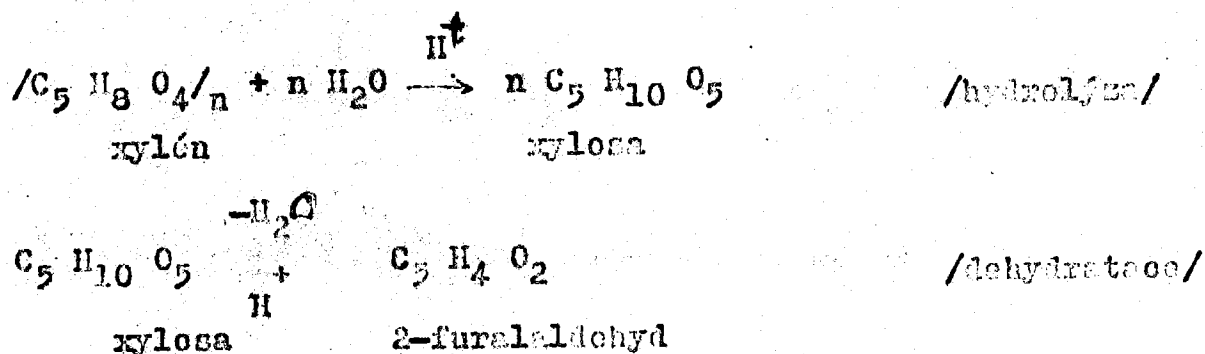
Lignocelulózové hmoty obsahují kromě celulózy a ligninu další polysacharidické látky /hemicelulózy/, které je možno poměrně snadno hydrolyzovat na tepla zředěnými kyselinami. Polysacharidy se dělí podle počtu uhlíkových atomů na pentosany a hexosany. Obsah pentosanů se značně liší podle druhu dřeviny a je uveden pro některé suroviny v tabulce.

Výroba furalu ze zemědělských odpadů je většinou výhodnější než z dřevitých odpadů /kromě bříšy/ pro větší obsah pentosanů. Na druhé straně zpracování zemědělských odpadů přináší některé nevýhody, jako obtížnost sběru, obtíže při dopravě atd., takže obvykle jen těžko lze vybudovat ekonomicky výhodné výrobní jednotky /s produkcí min. 1000 t furalu za rok/. Tím se cena i energetická náročnost počištění snov hodňuje proti např. dřevospracujícímu závodům, které mají surovinu ve velkých množstvích na jednom místě a často jinak těžko sušitelnou. Výhodná je těžba furalu při výrobě viskózní celulózy /z odpadních produktů/, organického hnojiva, buničiny a podobně.

Dřeviny	Obsah pentosanů hm. %	Zemědělské a ostatní suroviny	Obsah pentosanů hm. %
smrk	11,5	kukuřičné police	25-40
borovice	11	slunečnicové hlavy	26-27
jedle	12	bav lačné klupky	22-23
topol	22,5	ovesné klupky	32-36
olše	23	sláma žitná	21-27
osika	23	sláma pšeničná	19-27
dub	23	třtina cukrová	22-26
vrba	23,5	ržkos	22-26
buk	24,5	káma podle druhu/	10-20
bříšna	25-27		



Výrobní postup spočívá v hydrolyzování pentosanů sřednými kyselinami na pentozy a jejich dehydrataci na 2-furalaldehyd /fufural, fural/, zjednodušeně např. podle reakce:



Dalším rozkladem vzniká kyselina methenová /mravenčí/ a kumínové látky. Podobnému rozkladu podléhají i hexosany, přičemž vzniká 5-hydroxy-methyl-2-furylaldehyd a nakonec kyselina levulová a mravenčí.

Bez použití vyšších tlaků /cca 12atm/ a teplot /do 230°C/, příp. bez katalyzátoru /obvykle H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ je průběh popsané reakce pomalý a výtěžnost malá.

Výtěžnost furalu je pro většinu výrobních postupů cca poloviční, než odpovídá obsahu pentosanů ve zpracovávané surovině. Důvodem je jednak nedostatečné vytěžení pentosanů /závisí na ekonomické bilanci podle délky hydrolyzy, množství tepla nebo vody atd./, jednak současně s hydrolyzou a pyrolýzou probíhající destrukční /polykondenzační, polymerizační/ procesy. Z určitého množství pentosanů lze získat cca 2/3 furalu /teoreticky/, výtěžnost /ekonomická/ je cca 3/4 /u nejlepších způsobů/, množství vytěženého furalu tedy odpovídá cca 1/2 množství obsažených pentosanů.

Nejvhodnějším katalyzátorem se ukázala kyselina sírová /cca-la disociovaná, levná, snadno se skládá, přepravuje, je netěkavá a samo o sobě není příliš korozivní/. Vhodnější než v lázních

ceň roztokem katalyzátoru zůstává v klidu a pohybuje se reakční médium.

Nejvhodnějším extrakčním prostředkem se ukázala vodní pára. Dosazení téměř kvantitativního výtěžku 95-97% /tj. cca 2/3 obsahu pentosanů/ se dosáhne proplachováním kádlově 2000 kg páry na 1 kg vzniklého furfalu, což je prakticky zcela neúnosné. V obvyklých výrobních metodách se množství páry pohybuje v rozsahu 20-30 kg/1 kg furfalu, což dává výtěžek 50-55%.

Výrobní proces může být kontinuální nebo diskontinuální. Kontinuální proces je sřejmě vhodný, jestliže proces hydrolýzy probíhá v kapalně fázi, příp. ve fluidním prostředí inertního plynu, kontinuální procesy v tuhém prostředí se neosvědčily. Diskontinuální proces je vhodný pro procesy v tuhém prostředí, u většiny výrobních systémů však plnění a vyprazdňování reaktoru je obtížné.

Z nejnámějších výrobních postupů lze uvést: měoproetovskij, Skogh-Sövd, Agrifuman, Konl, Sebava, Quaker Oats, Hatta, Malkt /charakteristika jednotlivých postupů a jejich srovnání uvádí např. P.V. Krishna, K.J. Sethuraman, Comparative study of methods of production of furfural, Chemical Age of India, Vo. 17, No.8, 1966, nebo A.A. Ščerbakov, Furfural, Gosudarstvennoje izdatelstvo tekhn. Českoj literatury, USSR, Mijev 1962/. Za nejvhodnější postup /nejména pro mikrotónní výroby/ považujeme systém Ballet, který používá diskontinuální způsob v tuhém prostředí a odstraňuje do avadní nevýhody: z reaktoru je odstraněno obvyklé pomaloběžné míchadlo, čímaž je odstraněna i potíž s plněním a vyprazdňováním reaktoru. Zabránění tvorby kanálků ve vloženém materiálu /a tím neúčinného průchodu páry hmotou/ je sejištěno jeho postupným gravitačním sputňováním pohyblivou těškou míškou ležící na horním povrchu materiálu v reaktoru. Tím je sejištěno, že 70-100%

dodané páry je využito pro hydrolyzu. Výrazné snížení spotřeby páry při současném zvýšení výtěžnosti furalu bylo dosaženo proměnou dodávky páry ve shodě s průběhem hydratačního cyklu. Tato optimalizace zajistí při stejném množství páry výtěžek furalu o 12-20% vyšší, tj. 70-78% teoretického množství /nebo pro obvyklý výtěžek furalu lze snížit množství páry o 15-20%/. Jinými slovy lze získat např. z kukuřičné suroviny s obsahem 25% pentosanů až 12,5% furalu. Pro vysokokapacitní výroby /např. u velkého dřevospracujícího podniku/ jsou výhodnější kontinuální spůsoby, z nichž zvláštní pozornosti si заслужuje systém SVŠZ Bratislava. Vhodný způsob výroby lze v krátkých termínech nepochybně zajistit rovněž převzetím podkladů ze Sovětského svazu, kde furanovou chemii se zabývá řada pracovišť Akademie věd SSSR a resortních ústavů.

Kromě furalu se výrobou získá jisté množství dalších chemických surovin, jako metylacetát /a dále methylnalkohol, methylformát/, octát, kyselina octová atd.

Pro výrobu s kapacitou 200 kg/hod. furalu /4,8t furalu/den/, tj. 73 t kukuřičných hlavic na den, je podle systému Kallat zapotřebí 9 kg kyseliny sírové /66°Bé/ na 100 kg rozenletých kukuřičných hlavic, celkem 7,3 t/hod. páry /cca 6 bar 105° + nízkotlaká 120°C/, 11610 l/hod. ohřáté vody na 120°C /celková spotřeba vody 100 m<sup>3</sup>/hod. s průměrnou teplotou 50°C/. Každých 24 min. se vkládá 1,4 t suroviny. Celková spotřeba tepla činí 2.10<sup>6</sup> kcal/hod.

Obdobně nízkokapacitní výroba se spotřebou 10 t kukuřičných hlavic/den a výrobou 1200 kg furalu denně se spotřebuje cca 400 kWh/den, 50 000 l vody/hod., 700 kg kyseliny sírové a 500 kg křídly/den s dvoučlennou obsluhou.

Hydrolysační zbytky při tomto postupu výroby jsou poněkud

suché /s 50-60% vody/ a mohou sloužit přímo jako palivo s výhřevností 1000-1500 kcal/kg, zajišťující 75-110% potřeby proplachovací páry. Podle výzkumu Vysoké školy zemědělské v Brně lze však hydrolytické sbytky po každoroční úpravě použít jako součásti krmiva skotu a dosáhnout zvýšených váhových přírůstků, než při krmení tohoto materiálu před hydrolyzou.

Náklady na výrobu /včetně části dovozní ve výši cca 30% / v cenách kolen roku 1970 při kapacitě cca 1000 t furalu/rok /tj. cca 10 000 t suroviny/ byly vyčísleny v rozmezí 5-6 miliard, vlastní náklady na cca 4 mil. korun, tj. cca 4.- Kčs/l kg furalu. Přepočtená dovozní cena furalu je v současné době 22-25.- Kčs/l kg, takže reálnou prodejní cenu 1 kg furalu lze uvažovat v rozmezí 10. - 17.- Kčs/kg.

Potřeba furalu je trvale rostoucí. Spolek pro chemickou a hutní výrobu, výrobce furfurylalkohol, tetrahydrofurfurylalkohol a pravděpodobně máže /až do předpokládané spotřeby 1000 t/rok furalu v r. 1985 v ČSSR/ odebírat všechny vyrobený fural. Kromě toho lze fural přímo vyvážet za velmi výhodné ceny /% - 7.- desítkových korun za 1 kg furalu/.

Hlavními spotřebiteli furanových derivátů jsou:

- stavebnictví - výroba plastbetonu /betonu/
- zpracování odpadové pryže pro pollehování k ustájení dobytka a jiné účely /fural/
- výroba tmelů, laků, impregnačních systémů
- impregnace dřevových, asbestových a dřevitých výrobků
- součást pojiva částicových dřevitých hmot
- spevňování zemín
- silniční vozovky

- slévárnictví - výroba jader a forem pro vysoce kvalitní  
a složité odlitky

celkem až 2000 t/rok

- ostatní domácí spotřeba - výroba vláken a hmot zoxidovaných  
na petrochemické bazi, kosmetický prů-  
mysl, lékařský průmysl, petrochemický průmysl

celkem až 5000 t/rok

- vývoz - bez omezení

Rozvoj furanové chemie v ČSSR byl v posledních 2-3 desetile-  
tích zanedbáván, přestože primárních surovin, zejména nevyužíva-  
ných, je dostatek a nedostatek furanových derivátů se stal  
brzdou /nebo zvislou zátkou/ rozvoje řady pokrokových technolo-  
gií. - Furanové deriváty budou <sup>trvale</sup> nahrazeny na výstupu s vy-  
čerpáním ropných zdrojů /a rostoucí cenou ropných produktů/ a  
rozvojem nových technologií a materiálů na jejich bazi. Intenziv-  
ní rozvoj furanové chemie v ČSSR stává se tak imperativem jak  
z hlediska účelného využití domácích surovin, tak rostoucích po-  
třeb vysoce kvalitních materiálů, nezbytných k dosahování vyšší  
technologické úrovně v různých odvětvích národního hospodářství.  
Příležitostí v takovém pozitivním rozvoji by neměla být ani omeze-  
ná resortní hlediska vyplývající z příměsí vertikálního rozdělení  
hospodářství, ani nezbytnost potřebných investic.