

Jan

SNTL—
NAKLADATELSTVÍ
TECHNICKÉ
LITERATURY

strojírenství

11

listopad 1986

Svazek 36

Strana 609 — 672

Technický měsíčník

**Konstrukce, technologie,
ekonomika, informace**

Cena Kčs 7,—

Redakční rada: doc. ing. J. Valchář, DrSc. (předseda), ing. L. Bělohávek, ing. Z. Havelka, CSc., akademik K. Juliš, ing. V. Landa, CSc., prof. ing. V. Libich, DrSc., ing. V. Linhart, CSc., ing. Z. Moravec, DrSc., doc. ing. dr. F. Neckář, CSc., akademik J. Němec, ing. J. Proškovec, CSc., prof. ing. J. Skákala, CSc., ing. M. Svoboda, CSc., prof. ing. J. Trnka

Vedoucí redakce: Herta Kodlová, Redakční kolektiv: ing. Petr Samek, Alena Růžičková

OBSAH

Nenáhlo, Č.:	Dvacet let Československého metrologického ústavu	609
Konstrukce strojů		
Rieger, F.:	Čerpací výkon šroubového míchadla v trubkovém výměníku	613
Štefaňák, P. — Molnár, V.:	Rovinné konchoidální mechanizmy	617
Technologie		
Malý, S. — Kabát, V. — Rajniak, I.:	Príspevok k izotermickému modelovaniu vírivých horákov	622
Bumbálek, B.:	Obrobitelnost jako systém	629
Materiál		
Bareš, R.:	Trendy a možnosti rozvoje polymerních kompozitů v ČSSR	633
Ševčík, A. — Štefan, B. — Sroka, F. — Šlesár, M.:	Tepelno-deformačné namábanie jazdnej plochy železničných kolies pri prevádzke	639
Ekonomika		
Novák, M.:	Optimalizace tolerance parametrů technických soustav a celků z hlediska výrobní a provozní ekonomie	646
Měřicí technika		
Kopáček, J.:	Vzduch v minerálním oleji	656
Technické informace		
Roček, V.:	Vliv řezných podmínek na otupování a trvanlivost šroubových vrtáků	
Šifner, O.:	Mezinárodní reprezentace tepelné vodivosti těžké vody — D ₂ O IAPS — 1982	
Zprávy		616, 621, 632, 645, 667, 671

Pro číslo 12/1986 připravujeme:

Pilous — Němec — Musil: Metody nanášení, analýza a použití tenkých vrstev na nástrojové materiály; Hanák — Fiala: Posouzení vlivu provozních stavů jaderně energetických zařízení na čerpání životnosti tlakové nádoby kompenzátoru objemu jaderné elektrárny typu VVER 440; Hrbáček — Kudrman — Hák — Pech: Příspěvek k problematice tepelného zpracování žárupevné slitiny Cr15Ni65W10Mo5AlTiB; Králík — Stiegler — Vostrý — Závorka: Projektování a řízení přepravy plynů potrubními systémy; Vyklický — Měřička — Kabický — Neumann — Jablonský: Žáruvzdornost ocelí s 12 % chromu; Vomeľa: Výzkumná měření výměny tepla na kondenzátoru bloku 500 MW — Mělník III; Jaroš — Machek: Mezní hodnoty provozních parametrů parního generátoru sodík—voda; Šifner: Mezinárodní reprezentace viskozity těžké vody — D₂O IAPS 1982; Élészts: Intenzita výměny tepla při súpřúdnom kontakte zrnitého materiálu a plynu, keď Bi > O; Kubiš: Vplyv kinetiky kalenia rýchlorezných ocelí na vybrané mechanické a štruktúrne charakteristiky.

Trendy a možnosti rozvoje polymerních kompozitů v ČSSR*)

Ing. Dr. R. A. BAREŠ, DrSc., ÚTAM, ČSAV, Praha

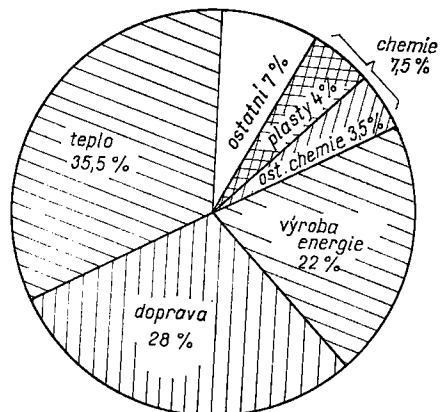
Úvahy o trendech vývoje polymerních kompozitů v současnosti i budoucnosti ve světě a v některých hospodářsky vyspělých zemích. Autor se zabývá situací u nás a jak by se měla v budoucnosti změnit. Materiálový vývoj směřuje ke kompozitním materiálům, které jsou schopny nejlépe využít do nich vloženou hmotu a energii a rozvoj všech ostatních průmyslových odvětví závisí kromě dostatku energie na úrovni materiálů, které budou k dispozici, a dále na ekonomických, ekologických a sociálních možnostech našeho státu.

V poslední době se při různých příležitostech setkáváme s úvahami o trendech vývoje polymerních kompozitů v současnosti i budoucnosti ve světě a některých hospodářsky vyspělých zemích. Podívejme se nyní, jak vypadá situace u nás, jak se bude v nejbližším období měnit a jak by se měla změnit. Obojí závisí na dvou hlavních faktorech: za prvé na všeobecném a širokém pochopení dnes již známé skutečnosti, že celý materiálový vývoj směřuje ke kompozitním materiálům, které jsou schopny nejlépe využít do nich vloženou hmotu a energii, a že rozvoj všech ostatních průmyslových odvětví závisí kromě dostatku energie na úrovni materiálů, které budou k dispozici, a na ekonomických, ekologických, sociálních i politických možnostech našeho státu, značně závislých na okolním světě.

Polymerní kompozity zatím téměř výhradně využívají pro matrici C-plasty, které z 90 % (stejně jako většina organických chemikálií) jsou vyráběny z ropy. Zásoby ropy ve světě dnes známé jsou 90–100 mld. tun, současná spotřeba je ca 3 mld., tedy zásoby při dnešní spotřebě by byly vyčerpány za ca 30 let. Naše hospodářství je zcela závislé na dovozu ropy ze SSSR, vlastní nebo jiné zdroje prakticky nemáme. Po zvýšení cen se stává ropa jednou z největších položek československého dovozu, činí ca jednu pětinu. Z obojího vyplývá jednak nutnost ropy využívat co nejučelněji, jednak potřeba vážně uvažovat o jiných zdrojích pro výrobu organických chemikálií.

V současné době se spotřebovává na chemické zpracování ve světě ca 7,5–11 % ropy, z toho asi polovina (tedy 3 až 6 %) na plasty. Pro výrobu primární ener-

gie se spotřebovává ca 22 % ropy, pro vytápění 35 %, pro dopravu (pro palivo spalovacích motorů) 28 % a ca 7 % pro ostatní účely (obr. 1). I když u nás je poněkud potlačena část na vytápění, je obraz podobný. Protože petrochemické zpracování ropy je nejučinnější (účinnost přes 90 % oproti 50 % účinnosti u spalovacích motorů a 30 % účinnosti pro výrobu energie a vytápění), je zřejmým trendem u nás, stejně jako jinde ve světě, zvyšování petrochemického využití ropy a potlačování až úplné omezení spotřebování ropy pro vytápění a výrobu energie. Pak lze předpokládat, že dosavadní známé zásoby ropy vystačí na ca dvojnásobnou dobu, tj. na 60 let. Nicméně ani tato doba není tak daleká, abychom již nyní nemuseli přemýšlet, co dál. Počítat s tím, že omezíme nebo zastavíme výrobu plastů, bychom nechtěli, byl by to nesporně krok vzad a jenom zdánlivé řešení, směřující proti logickému vývoji. Především je třeba se za-



Obr. 1. Rozdělení spotřeby ropy v hospodářsky vyspělých zemích

*) Podle plenární přednášky XIII. konference „Využití plastů“ v Karlových Varech 21. — 23. 5. 1985.

myslet nad co nejekonomičtějším využitím plastů, nad recyklizací plastů a s tím spojenými pyrolyzními a hydrolyzními procesy, a zejména je třeba hledat nové zdroje uhlíkových polymerů a cesty k vytváření nových anorganických polymerů. Tím je dána strategie a globální trendy dalšího vývoje.

Dosud vybudované kapacity v ČSSR, postavené zatím spíše na kvantitativní než kvalitativní bázi, nás staví na jedno z předních míst v produkci plastů na osobu ve světě; výroba převyšuje potenciální spotřebu o ca 32 %, přesto je třeba řadu plastů a složek dovážet.

Dnešní kapacity umožňují rozvoj výroby i zvyšování exportu výrobků, ale také poskytují předpoklad a základnu pro nezbytnou přeměnu našeho petrochemického průmyslu směrem k výrobě specialit, k malotonažním výrobám, k podstatnému rozšíření sortimentu. Jednou z nejvýznamnějších cest úspor je totiž právě současné využívání všech vlastností, které plasty poskytují, v každém jednotlivém výrobku, nebo naopak, pro daný výrobek použití jen těch materiálů a jen v takovém množství, které mohou být plně využity.

Tento trend, opět stejný v celém světě, zcela jednoznačně vede k využívání plastů v kompozitech namísto čistých plastů. Rozmanitost základních výrobků, tedy sortiment plastů a všech dalších složek kompozitů, je přitom základním a nezbytným předpokladem účinného využití hmoty, znamenající, že součástí návrhu výrobku je i návrh materiálu, z něhož je výrobek zhotoven.

Jednou z největších výhod plastů je snadná a rychlá výroba i nejsložitějších výrobků. Tuto výhodu je nezbytné plně uplatnit i při výrobě polymerních kompozitů. Navíc výroba polymerních kompozitů je přímo předurčena k maximálnímu využití mikroelektroniky, automatizace a robotizace. Takové výrobní procesy, jako např. RRIM (reakční injekční vstřikování vyztužených plastů), s rychlou a řízenou polymerací a usměrněním výtzuže ve výrobku v integrované operaci s elektronickou kontrolou, umožní např. rychlou adaptaci zařízení pro nové výrobky. Automatizace výroby dutých částí umožní větší stupeň přesnosti a výrobu bezdefektních výrobků, např. automobilových nádrží s minimem použitého materiálu. Na druhé straně stále přesnější a komplikovanější složení moderních kompozitů přímo automatizaci vyžaduje, bez ní nelze moderní kompozitní výrobky produkovat. Nové promyšlené výrobní procesy a jejich automatizace je proto dalším celosvětovým trendem podmiňujícím rozvoj polymerních kompozitů, bez které se ani u nás další vývoj nemůže obejít. S tím souvisí i naše zpracovatelská základna; zatím máme stovky zpracovatelů, prakticky u každého resortu, zaměřených na jeden nebo několik málo výrobků v relativně malé kapacitě. To brání ovšem modernizaci, elektronizaci a automatizaci, která je ekonomická pouze u velkých, koncentrovaných výrobních kapacit, ze jména v příští dekádě, by proto mělo postupně docházet ke slučování takových výrobních kapacit, k vytváření samostatného průmyslu pro zpracování plastů a polymerních kompozitů, postaveného na nových výrobních technologiích.

Tento přechod je podporován třemi silnými tlaky:

— rostoucím podílem těchto materiálů v konstrukčních částech a prvcích;

Tab. I

Energetický obsah	[MJ/kg]
<i>kovy</i>	
ocel (plechy)	29
hliník (plechy)	175
hliník (odlitky)	90
<i>skleněná vlákna</i>	
roving	43
rohož ze sekaných pramenců	52
sekané pramence	44
pramencová tkanina	46
příze	63
<i>pryskyřice</i>	
polyesterová	92
epoxidová	167
fenolická	82
polyamid	90
polykarbonát	146
furylalkoholová	90
<i>kompozity</i>	
BMC (18 % sklo/52 % plniva)	44
SMC (30 % sklo/35 % plniva)	54
polyamid, 30 % skla	153
polykarbonát, 30 % skla	126
polypropylen, 30 % skla	107
<i>výrobní procesy</i>	
kontaktní tvarování	1,8
vstřikování	1,4
horké lisování	4,4
SMC	5,8
pultruze	4,2
navíjení vláken	1,4
<i>kompozitní výrobky</i>	
kontaktně tvarované	82
vstřikované	80
lisované za horka	88
SMC	60
pultrudované	58
s navíjenými vlákny	80

— vstupem těchto materiálů do masových výrobních prvků, zejména v automobilovém a stavebním průmyslu;

— skutečností, že kompozitní prvky v téměř všech průmyslových aplikacích se stávají ekonomičtějším a energeticky úspornějším než prvky vyrobené z tradičních materiálů.

Právě poslední skutečnost způsobila, že tyto výrobky opouštějí kategorii speciálního průmyslu a stávají se součástí masového průmyslu. Tyto síly vedou k tomu, že roste důležitost speciálních zařízení (jako zařízení na navíjení vláken, výrobu prepregových pásek, programované kladení prepregových pásek, pultruzních strojů atd.) a vzniká nezbytnost investovat do automatických vysokoprodukčních zařízení pro výrobu konečných produktů z kompozitů přesně stejně, jako bylo investováno do výrobního zařízení pro velkoobjemovou výrobu konečných produktů z tradičních materiálů, např. oceli.

Důvodem, proč kompozitní výrobky jsou dnes srovnatelné nebo levnější než výrobky z tradičních materiálů, jsou sociálně ekonomické změny posledních 10—15 let v celém světě. Došlo k výraznému (až dvacetinásobnému) zvýšení cen ropy, energií a řady dalších surovin (např. bauxitu), což vedlo ke strmému zvýšení cen kovových materiálů a výrobků z nich. Naproti tomu ceny surovin pro kompozitní materiály rostly ve stejném období podle daleko plošší křivky v důsledku značně menšího obsahu energie, tab. I.

Tab. II

Poměrné ceny výchozích materiálů (1982)	cena/kg	cena/dm³
skleněný roving	0,62	0,20
polyesterová pryskyřice	0,56	0,08
kompozit UP/sklo	0,64	0,11
hliník	0,68	0,23
ocelový ingot	0,22	0,22
běžná hliníková slitina	0,96	0,33
nástrojová ocel	1,00	1,00

Přitom je třeba ještě vzít v úvahu, že měrná hmotnost polymerních kompozitů je přibližně pětina proti oceli, a tím energetické relace vztažené na objemové jednotky budou pro kompozity a výrobky z nich ještě značně příznivější než uvedené relace vztažené na hmotnost.

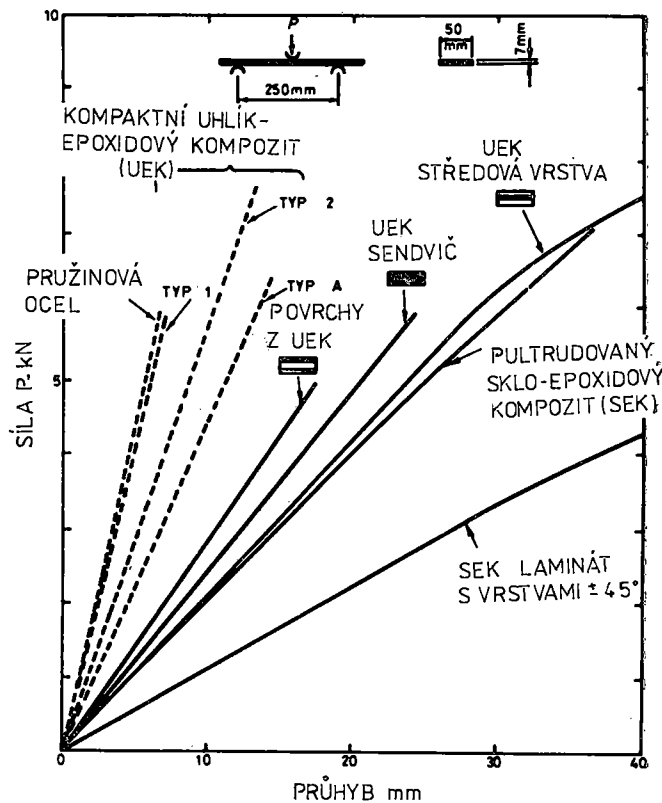
Jak vypadaly relace cen některých výchozích materiálů v roce 1982 na světových trzích, ukazuje tab. II. Z těchto hodnot je zřejmé, že jsou-li již ceny za objemovou jednotku polymerů a polymerních kompozitů stejné nebo nižší než ceny pro kovy, musí být konečný výrobek z kompozitů značně levnější.

Přestože jsme (a tím myslím nejen my v ČSSR) na počátku vývojové křivky ve využívání kompozitů, lze nalézt již dnes příklady vysokoobjemového využití kompozitů náhradou za kovy s překvapujícími cenovými relacemi. Při plně automatizované výrobě listových per pro auta, kolejová vozidla a ostatní průmysl (obr. 2) nevznikají pouze materiálové a pracovní úspory, ale soubor dalších výrobních úspor proti ocelovým perům, např. cena výroby při roční kapacitě 3 000 000 jednotek klesne z ca 6 000 000 \$ při potřebě ca 10 000 m² výrobní plochy pro ocel na 400 000 \$ při potřebné ploše 600 m² pro polymerní kompozit. Dále se sníží podstatně náklady na bezpečnost a příplatky za zhoršené pracovní prostředí (odpadá např. zcela práce při vysokých teplotách jako u všech kovů), náklady na kontrolu znečištění prostředí (které jsou např. při výrobě pružin z kompozitů téměř nulové). Navíc přibudou vyvolané úspory (tzv. kaskádový účinek), vyplývající z nižší hmotnosti, lepších tlumících vlastností a možnosti snadné realizace prvků s libovolnými charakteristikami (obr. 3), např. stačí menší tlumiče atd. (obr. 4). Konečně vzniknou úspory u uživatele buď zvýšením užitečného zatížení, nebo menší spotřebou pohonných hmot, dále redukcí udržovacích nákladů a časů odstávky.

typická kompozitní listová pera

typ auta	uspořádání pera	nosnost [t]	perová kapacita	ušetřená hmotnost [%]	počet listů
osobní		0,6	19	40	1-ocel. 1-komp.
		0,6	19	70	1-komp.
lehké nákl.		1,3	35/79	50	1-ocel. 4-komp.
těžké nákl.		7,2	245	70	5-komp.
		10,8	1225	70	5-komp.

Obr. 2. Různé druhy listových per z polymerních kompozitů (Graftek Industrial Products)

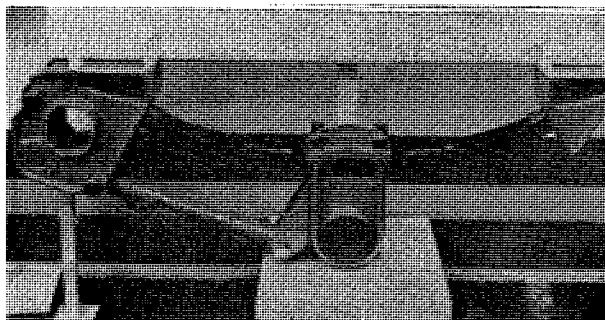


Obr. 3. Pracovní diagramy ohybaných prvků z různě uspořádaných kompozitních materiálů a soustav

Jiná automobilová aplikace polymerních kompozitů jsou hnací hřídele (obr. 5), jsou-li vyráběny na automatizovaném stroji, z hybridního kompozitu grafit—sklo—epoxy. Ačkoliv materiálová cena hybridu je poměrně vysoká, výrobní ekonomie, nadprůměrná spolehlivost, možnost, aby kompozitová hřídel pracovala na plné rozpětí bez mezilehlé podpory a univerzálního spoje, snižuje cenu konečného produktu.

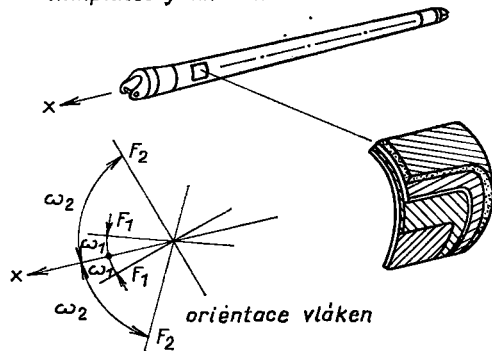
Příkladem, jak lze při automatizované výrobě produkovat na stejném zařízení, podle naprogramování, výrobky např. s různou krutovou i ohybovou tuhostí podle úhlu navíjení jednotlivých vrstev a tloušťky stěny a samozřejmě s různou délkou, jsou golfové hole. Již běžící výroby produkují ca 1 hůl/min. v celém sortimentu na jediném zařízení.

Takové způsoby výroby nepochybně najdou uplatnění i v daleko prozaičtějších sférách, než byl uvedený příklad golfových holí, např. při výrobě trub nebo hnacích hřídelů, pružin apod. (obr. 6) pro různá namáhání.



Obr. 4. Uspořádání hybridního listového pera pro osobní automobil (Rubery Owen Holdings Ltd.)

Kompozitový hnací hřídel

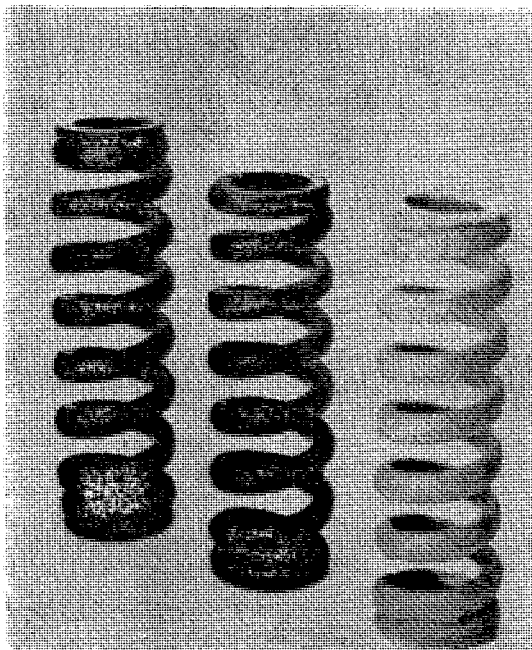


Obr. 5. Hnací hřídel z hybridního polymerního kompozitu

Kompozity lze však účelně využít i zcela jiným způsobem s vysokou energetickou úsporou, např. pro výrobky a díly dosud vyráběné z šedé litiny nebo z ocelolitiny (obr. 7). Srovnajme jen například, kolik operací je zapotřebí při výrobě litinového odlitku a odlitku z polymerního kompozitu. Litina vyžaduje odlití, odformování, transport, frézování, vrtání, broušení a povrchovou úpravu; kompozit odlití, které je možné ve vlastní výrobě, odformování a povrchovou úpravu. Zatím neúspěšnější aplikace v tomto směru jsou podstavce obráběcích strojů (obr. 8) a kryty různých druhů převodovek. Kromě energetických úspor (tab. III) přináší svými vlastnostmi, např. podstatně větším tlumením mechanických účinků (obr. 9), i nové konstrukční možnosti.

Stále významnější místo mezi kompozity zaujímají tuhé pěny, zejména strukturní, a kompozitní soustavy z nich, jako sendviče. Umožňují nejen další snížení hmotnosti konstrukčních prvků, ale současně využití různých vlastností, jako je pevnost, tuhost, tepelně izolační schopnost atd.

Skutečností je, že každý průmysl nebo každé odvětví průmyslu může pro řadu svých výrobků účelně upotřebit kompozity. Závisí to však



Obr. 6. Vinuté pružiny z hybridních kompozitů

Tab. III

Materiál výrobku

Celková potřeba energie ke zhotovení předvýrobku, tj. části vyrobené litím, kováním nebo lisováním. Není zde zahrnuto následné opracování řezáním, temperováním a transport

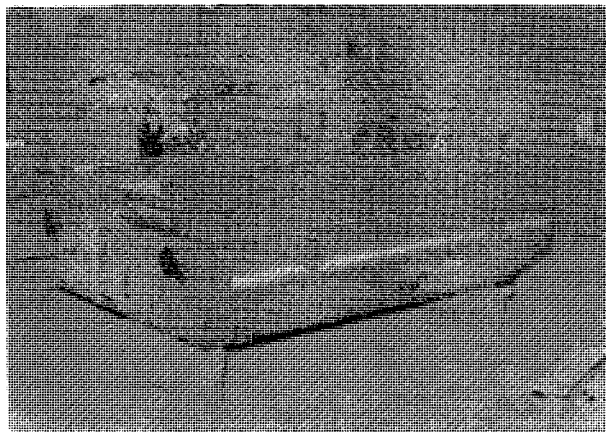
Materiál výrobku	115 [MJ/kg]
hliník	115
měď	65
ocel	54
litina	50
sklo	32
PE, PVC	18
polymerní kompozit (polymerbeton)	11
cem. beton (prostý)	11

- na informovanosti o potenciálních možnostech kompozitů a na umění tyto znalosti využít,
- na výrobním zařízení,
- na přístupu k řešení konkrétní úlohy.

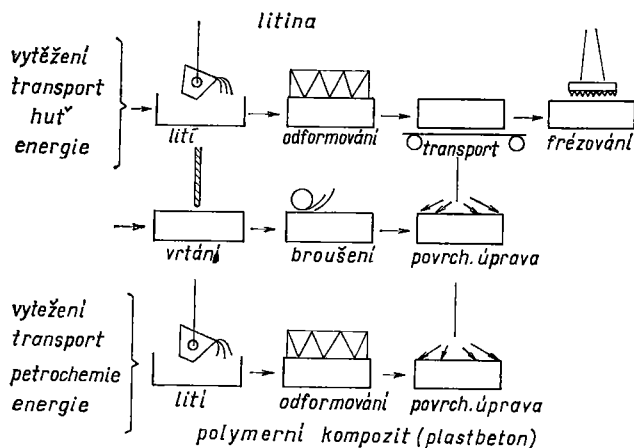
Každý kompozitní materiál anebo kompozitní soustava je neobyčejně složitý strukturní systém, jehož deformační změny, toky a koncentrace napětí, interakce přítomných fází, mikroporušovací procesy a vznik a rozvoj poruch, tedy vesměs mechanické procesy, určují jeho výsledné vlastnosti v reálných podmínkách vnějšího namáhání a prostředí. Mechanika, konkrétně fyzikálně chemická mechanika, se přirozeně těsně opírá o chemii, zejména pak o chemii makromolekulární, dále o fyziku, fyzikální chemii a chemickou fyziku.

Přes zřejmé výhody a možnosti kompozitů existuje však dosud řada bariér pro akceptování těchto materiálů do spotřebního trhu. I uvnitř průmyslu, který by měl tyto výroby zajišťovat, není realizace tohoto směru jednoznačná. Úroveň zbytku průmyslu zdá se v tomto směru zdrcující, když pravděpodobně ne víc než jeden z deseti nebo dvaceti zná alespoň význam slova kompozitní. Inženýrské vzdělání je v tomto oboru zcela nedostatečné, o nižších technických stupních ani nemluvě.

Jiné bariéry tvoří filozofická předpojatost a obecná nechuť a nedůvěra k novému, a dále existující tradiční výrobní zařízení, které ani vzdáleně nemůže ukázat potenciální výhody kompozitů. Situaci u nás komplikuje navíc již zmíněná naprosto nedostatečná výroba složek kompozitů a značně omezený sortiment polymerů.



Obr. 7. Podstavec obráběcího stroje z granulárního polymerního kompozitu (foto TOS Hostivař)



Obr. 8. Srovnání potřebných operací při výrobě podstavce obráběcího stroje z litiny a z polymerního kompozitu

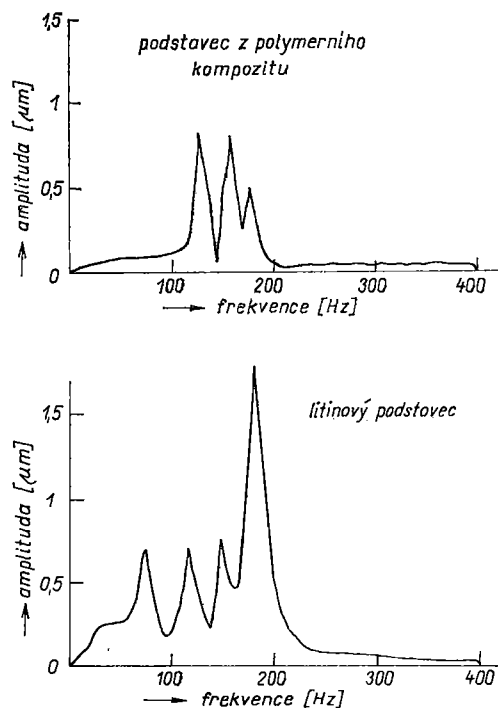
Ve světě je v současné době na trhu více než 1100 druhů konstrukčních plastů, např. více než 600 druhů polyamidů, přes 50 druhů polykarbonátů (PC), kolem 110 druhů ABS, polyetyléntereftalátu (PETP) a polybutyléntereftalátu (PBTP), desítky druhů polypropylénu, houževnatých PVC, polystyrénů (PS), polyfenylenoxidů (PPO), polyacetalů, polyetylénsulfidů, polysulfonů, fluorplastů, přičemž do tohoto počtu jsou zahrnuty i modifikované, plněné a vyztužené typy. V nejbližším období se očekává velký rozvoj polyesterů, zejména polyadičně polymerovaných, celé škály polymerů odvozených z různých furanových derivátů a různých polymerních slitin, jako PVC/ABS, PVC/EVA, PC/PBTP, PETP/PBTP, i PE/PIB a dalších.

V ČSSR je výběr konstrukčních plastů ze základního sortimentu 15 hlavních druhů velmi omezený; jsou to polyamid 6 (čistý a plněný 30 % skelných vláken), ABS, PPO, PETP a PS, kopolymer PVC/ABS (h PVC), a některé reaktoplasty, patřící však vesměs do skupiny s nejnižšími dovolenými provozními teplotami, tj. 50 až 100 °C. Ještě horší situace je v oblasti kaučuků; vyrábí se vlastně vedle silikonového jenom jediný druh (SBR). Dovážejí se polymery nejméně z 15 skupin různých termoplastů a reaktoplastů a více než 50 druhů kaučuků.

Tuto situaci dobře rozpoznal XVI. sjezd a uložil v dalším období rozvoj malotonažní nebo kvalifikované chemie. Tento vývoj sice u nás začal, ale naráží na značné bariéry u VHJ, plynoucí z nedostatku pochopení a porozumění nezbytným trendům vývoje. Odráží se to v tom, že VHJ nepočítají ve svých rozvojových plánech s přesunem na kvalitativně nové konstrukční plasty, ale spokojují se pouze s dosavadním stavem, se zachováním zaběhlého sortimentu a se změnami inovačními v rámci sortimentů. Nepočítají ve svých plánech s kvalitativní modernizací zpracovatelského zařízení, včetně nezbytné automatizace výrobních procesů a zavedení nových technologií. To se pak zpětně odráží v pomalém rozvoji surovinové a materiálové základny a útlumu nezbytných inovačních a rozvojových programů ve výrobě polymerů. I když se pak zavede některý nový druh, jeho převážná část směřuje na vývoz; tím situace v oblasti využití polymerů a tím ropy zůstává u nás prakticky beze změny. Např. z přírůstků výrob přísad do poly-

merů v 7. 5LP v rozsahu 2,950 mld. Kčs byly vyvezeny produkty v hodnotě 2,900 mld. Kčs, tedy téměř vše. Další rozvoj polymerních kompozitů v ČSSR se patrně neobejde ani bez přehodnocení gesčí na výrobu jednotlivých druhů plastů v rámci RVHP; např. se jednoznačně jeví nezbytným rozvinout v ČSSR i výrobu polyuretanů, které se stávají svými jedinečnými vlastnostmi a velkou rozmanitostí nepostradatelnou podmínkou modernizace řady úseků národního hospodářství.

Důvody zmíněných bariér v celospolečensky prospěšném vývoji, založeném na dlouhodobé strategii rozvoje národního hospodářství, lze spatřovat především v nedostatečné informovanosti a vzdělání řídicích pracovníků a techniků na všech úrovních o kompozitech. Ostatně to potvrdil i nedávný vývoj ve spotřebě plněného polypropylenu, který byl v souladu se současným celosvětovým trendem zaveden do výroby i v ČSSR v několika druzích. Technická nezalost, celkově nízká úroveň vzdělanosti techniků v tomto oboru a ovšem i nedokonalé ukazatele hospodářské úspěšnosti podniků a jejich neochota k investování do nové generace výrobních zařízení způsobily, že o materiál, který by mohl řešit řadu problémů v různých resortech, navíc s podstatně nižším energetickým vkladem, je malý zájem. Většina odběratelů zpracovávajících plasty očekává, že prostě vezme nový výrobek, k němu dostane všechny jeho parametry a bude s ním pracovat tradičními technikami jako s hotovým materiálem. To je však v oboru konstrukčních plastů, tj. převážně kompozitů, úplně chybné pojetí. Výrobce finálního předmětu se musí sám podílet na návrhu složení materiálu, musí optimalizovat pro svou aplikaci jak podíl základních složek, tak jejich uspořádání ve výrobku, zkrátka musí konstruovat materiál spolu s konstrukcí výrobku, včetně optimalizace výrobní technologie, musí volit správný



Obr. 9. Srovnání intenzity kmitání podstavce z litiny a z polymerního kompozitu

materiál pro správnou aplikaci ze správného důvodu, využít verzatility polymerů a přizpůsobivosti kompozitů. Teprve pak může očekávat vlastní ekonomický přínos a účinně přispět k cíli, který kompozity zabezpečují, ke globální úspoře hmot a energií, k získání žádané vlastnosti za nejnižší cenu. Globální úspora je úspora v celém výrobním a uživatelském procesu, nikoli pouze u výrobce předmětu. Jinými slovy, ruku v ruce s modernizací výroby, se zaváděním kompozitů, s využíváním složitějších typů polymerů a kompozitních soustav, musí jít vzdělání ve formě kursů, seminářů, postgraduálů, a to pro všechny, dělníky počínaje a řídícími pracovníky konče. Stejně tak je nezbytné věnovat v běžné výuce na odborných školách všech stupňů daleko větší prostor těmto novým materiálům a filozofii jejich využití.

Na výrobce polymerů bude v budoucnu kladen hlavní důraz na zajištění

- vysoké druhovosti základních materiálů, včetně kaučuků, modifikujících přísad, tvrdidel atd.;
- zlepšení odolnosti ohni, nízké toxicity plynů při hoření;
- zlepšení vlastností při vyšších teplotách;
- rychlejší výroby;
- užití anorganických materiálů v suspenzích a směsích s polymery;
- zvýšení odolnosti rázu, statické únavě, termooxidacímu stárnutí;
- výběru pěnových materiálů, zejména strukturních pěn.

Současné je nezbytné zajištění velkého sortimentu plniv a výtuzí, minerálních i organických. Výrobní proces se neobejde bez zásadní modernizace spojené s automatizací, vedoucí k redukci dosud neúměrně rozšířených výrobních kapacit a k budování zpracovatelských komplexů.

Mezi hlavními spotřebiteli konstrukčních polymerů a polymerních kompozitů se řadí v našich přehledech téměř všechny resorty, s výjimkou resortu stavebnictví, přestože v celém světě je stavebnictví jejich nejvýznamnějším spotřebitelem (25—35 %). Ať již jsou příčiny tohoto stavu jakékoli, faktem zůstává, že jakmile nároky stavebnictví budou uplatněny a konkretizovány, změní se výrazně požadavky a tlaky jak na sortiment výrobků průmyslu polymerů, tak na zpracovatelskou sféru. Jakmile např. stavebnictví nastoupí cestu orientace na části staveb, nevyžadující údržby, např. okna, žlaby, potrubí, sanitární zařízení, velkorozměrné roury z polymerních kompozitů, kompozitní (sendvičové) soustavy i v kombinaci organických a anorganických hmot, atd., vznikne např. ihned výrazná potřeba houževnatého PVC nebo akrylátových polymerů a kopolymerů. Že takový požadavek stavebnictví dříve či později přijde, je jednoznačné.

Průmysl polymerů by však měl již nyní takovou situaci předvídat a učinit potřebná výrobní opatření. Např. v poslední době se znovu ve světě osvědčilo PVC modifikované chlorovaným polyetylenem a stabilizované bezsírovými organickými sloučeninami cínu, zejména maleátu cínu, umožňující vysokou světelnou stabilitu v mnoha barvách, tepelnou stabilitu a úplné odstranění křídování. V daném případě se naskytá vynikající a dlouhodobá spolupráce v rámci RVHP — čs. PVC a maďarský chlorovaný PE.

Protože hlavní požadavek na konstrukční plasty je zvýšená houževnatost, které lze dosáhnout modifikací některých základních masových polymerů vhodnými syntetickými kaučuky (např. EPM, EPPM), nemělo by Československo otálet se zavedením jejich výroby. Stejně tak je nutno počítat s rozvojem tzv. špičkových kompozitů, vyráběných z prepegů nejen pro letecké, ale daleko masovější aplikace ve všeobecném strojírenství (např. v automobilovém průmyslu), ale i ve stavebnictví (mosty).

Jedním z největších problémů ocelových konstrukcí je jejich koroze. Přináší národnímu hospodářství ročně stamilionové ztráty. V mnoha případech lze k antikorozi ochranně ocelových částí použít polymerů, v nichž v poslední době ve světě rychle se rozvíjející ochrana reaktoplastovými povlaky nanášenými elektrostaticky ve formě pudru poskytuje kvalitativně novy, zatím zcela bezkonkurenční stupeň ochrany.

Pro obě poslední oblasti jsou zapotřebí špičkové epoxidové, polyesterové a epoxy-polyesterové pryskyřice a takové vytvrzující systémy, které umožní přechod do zesíťovaného stavu přes latentní lineární stav B. To jsou opět další impulsy pro účelný rozvoj našeho průmyslu polymerů.

Bylo by možno uvádět řadu dalších konkrétních příkladů; ty jsou však podrobně zpracovány v řadě studií a prognóz fundovaných výzkumných a vývojových pracovišt, které nehodnotí vývoj pouze podle požadavků spotřebitelského trhu, ale i podle strategie vývoje národního hospodářství a ve vztahu k současným světovým trendům.

Je třeba, aby další rozhodování v oblasti rozvoje průmyslu inženýrských polymerů a polymerních kompozitů se více přidržovalo zmíněných obecných kritérií, bralo do úvahy širší souvislosti než jen resortní a vytvářelo předpoklady optimálního rozvoje národního hospodářství nejen v současnosti, ale i v budoucnosti. Materiální možnosti a předpoklady máme k tomu nesporně vytvořeny. Odstraníme-li nedostatky intelektuálního a intuitivního vzdělání techniků a řídících kádrů v oblasti materiálů a zavedeme hodnocení všech činností energetickými kritérii, nelze pochybovat o tom že v rozsahu dvou nebo tří pětiletých dosáhneme vysoké úrovně v racionálním využití surovin, materiálů a energií, což je jistě přáním a snahou nás všech.

Lektor: ing. V. Landa, ČSc.