

## Přednáška

### ŘÍDÍCÍ SYSTÉMY V TECHNOLOGII SKLA

#### Část 1. Systémový přístup a systémové aplikace

STANISLAV KASA

*Vysoká škola chemicko-technologická, katedra technologie silikátů  
Suchbátarova 5, 166 28 Praha 6*

Došlo 28. 5. 1987

*Článek seznamuje čtenáře se systémovými přístupy a systémovými aplikacemi v technologických procesech, které je nezbytné respektovat při zavádění automatizovaných řídicích systémů do technologických procesů, a to jak v obecné poloze, tak i z pohledu jejich využití v technologii skla. V závěru je popsána tvorba modelů technologických procesů, které slouží jako podklady pro sestavování řídicích algoritmů.*

#### ÚVOD

Současný rozvoj naší společnosti je spojen s komplexní modernizací, jejíž součástí je také zavádění elektronizačních prvků, průmyslových robotů a mikro- a minipočítačové techniky do výrobních procesů, kde potom vznikají automatizovaná pracoviště nebo celé automatizované výrobní úseky. Koncipují se tak řídicí systémy, jejichž formy jsou závislé na počtu a rozloženosti parametrů řízených soustav. Využívání řídicích systémů vyšších forem umožňuje například rostoucí úroveň a výroba systémů hromadného sběru údajů technologického charakteru, automatické hlídání mezi veličin, signalizace technologicky nebezpečných hodnot veličin atd.

Základními hledisky přístupu k vyšším formám řídicích systémů jsou především: — systémy centralizovaného sběru a zpracování údajů technologického charakteru nezbytných k řízení procesu:

- řízení podle modelů;
- počítačové řídicí systémy, které v sobě zahrnují oba předchozí uvedené stupně vyšších forem řízení technologických procesů; obsahují systémy rozsáhlého sběru informací o stavových veličinách a tyto informace zavádí do modelů, z nichž vyvozují zásahy v procesu, nejlépe optimální.

Systémy centralizovaného sběru a zpracování údajů (informační systémy) poskytují rozsáhlé soubory hodnot sledovaných veličin. Z nich jsou potom získávány periodické bilance, pohyby veličin, atp.

Centrální sběr údajů je základem přechodu od systémů základního měření a stabilizace technologických veličin jednoduchými regulačními obvody k řízení technologických soustav podle modelů.

Každá koncepce řídicího modelu musí vycházet ze skutečnosti, že cílem řízení není fyzikální veličina, ale splnění určité vyšší funkce mnoha veličin. V případě sklářských pecí jde o cíle, které je možno rozdělit do dvou paralelních cílů [1]:

1. bezporuchový provoz tavicí pece,
2. docelení co nejnižší měrné spotřeby energie na utavení předepsaného množství a kvality skloviny.

Cíle řízení musí být ujasněny ještě před sestavováním matematického modelu soustavy, tedy musí být vytvořena představa o možnostech řízení zahrnující všechny známé vazby. Takový přístup k řešení řídicího systému se nazývá systémový přístup.

### SYSTÉMOVÝ PŘÍSTUP

V současné době je většina technologických zařízení charakterizována velkou složitostí. Z hlediska systémové analýzy mluvíme o takových technologických zařízeních jako o velkých a složitých soustavách. Tradiční přístup k takovým složitým soustavám spočíval v tom, že byly studovány a identifikovány jednotlivé části soustav bez vzájemných vztahů a vazeb. Tak tomu bylo například v chemickém inženýrství při studiu výrobních zařízení. Tento přístup však nemusí vést k úspěšné funkci celého zařízení, i když jeho jednotlivé části pracují spolehlivě, neboť nejsou respektovány vztahy mezi jednotlivými částmi zařízení. Chceme-li, aby celé technologické zařízení pracovalo v optimálním režimu nebo se mu alespoň přibližovalo, je nutno také studovat a sladit vazby mezi jednotlivými jeho částmi. Takový přístup k řešení problémů se kvalitativně odlišuje od dříve prováděných postupů a nazýváme ho systémový přístup. Habr [2] definuje systémový přístup jako způsob myšlení, způsob řešení problémů či způsob jednání, při němž jsou jevy chápány komplexně v jejich vnitřních i vnějších souvislostech.

Systémový a nesystémový přístup lze také demonstrovat na příkladu provozu výroby obalového skla [3]. Při klasickém nesystémovém přístupu je provoz výroby obalového skla chápán jako souhrn organizačních útvarů, které jsou mezi sebou spojeny vztahy podřízenosti a nadřízenosti. Tok informací je zcela podřízen těmto hierarchickým vztahům. Při systémovém přístupu je provoz výroby obalového skla chápán jako seskupení jednotlivých funkčních útvarů tvořících podsystém celého systému. Mezi jednotlivými podsystémy existují vazby. Celý systém disponuje datovou základnou, z níž jsou vybírána potřebná data pro řízení. Tok dat, tj. informační systém, je plně podřízen procesu rozhodování, nikoliv hierarchii řídicích orgánů. Tím není odstraněna hierarchie v řízení a v odpovědnosti, ale na základě systémového přístupu dostávají řídicí pracovníci takové informace, které umožňují lépe a efektivněji řídit provoz.

Nejprve je nutné uvést definici technologického procesu. Technologický proces jsou operace nebo děje s hmotou a energií, které se uskutečňují v technologickém zařízení nebo v souboru technologických zařízení a výsledkem je výrobek nebo polotovár. Při intenzifikaci a optimalizaci technologických zařízení a pochodů v nich probíhajících nevystačíme s klasickým pojetím (zařízení nebo proces jsou chápány jako soubor dílčích částí) a optimálního chodu zařízení je dosaženo teprve tehdy, jsou-li sladěny jeho jednotlivé části navzájem. Také při navrhování nových zařízení je nutno respektovat vztahy a vazby mezi jednotlivými částmi a také aplikace počítačů při řízení technologických procesů si vynucuje hlubší znalosti o struktuře, chování a vazbách mezi jednotlivými částmi technologického zařízení a procesů. Je tedy zřejmé, že technologové musí respektovat systémový přístup k řešení otázek technologie.

Při aplikaci systémových disciplín je vždy první otázkou definování systému na objektu, který představuje technologické zařízení nebo proces. Zde se dále budeme zabývat jen technologickým procesem. Protože většina výrobních linek má velmi složitou strukturu, je vhodné technologický proces rozdělit na jednotlivé dílčí procesy, které v systému řízení vystupují jako subsystémy. Po rozdělení na jednotlivé dílčí procesy další postup by měl být asi tento:

- a) Stanovení základních cílů a úkolů řízení systému (formulace úlohy);

b) Specifikace struktury jednotlivých částí procesu (analýza procesu, výčet působících vztahů);

c) Návrh systému řízení s uvedením, které algoritmy bude systém potřebovat a časový postup řešení těchto algoritmů;

d) Specifikace potřebných úprav a specifikace potřebného zařízení;

e) Postupná realizace, odzkoušení a vyhodnocení.

Je samozřejmé, že tento postup proběhne několikrát, vždy ve větší hloubce, protože každý bod znamená ne jednorázový návrh, ale určitý postup řešení, jehož výsledky postupně zpřesňují předběžné návrhy i v ostatních bodech.

ad a) První úlohou při řešení řízení nějakého technologického procesu je stanovení základních cílů a úkolů systému, neboli formulace úlohy se specifikací hlavních kritérií řízení. Řešení není snadné, neboť nejsme obvykle schopni definovat cíle řízení tak, aby mohly být podkladem k řešení jednotlivých základních řídicích algoritmů. Je to proto, že v praxi se zaměřujeme především na odstraňování jednotlivých dílčích poruch a jen málo se věnuje pozornost celkovému řízení, tj. odhalování příslušných vazeb mezi jevy nebo veličinami procesu.

Správná, výstižná a jednoznačná formulace úlohy je velmi důležitá a má většinou podobu žádané hodnoty výstupní veličiny, či podobu žádaného vztahu mezi výstupními veličinami.

Značné potíže činí často pochopit a vyjádřit optimum. Mluvíme-li o optimu, musí existovat hodnotící kritérium. I v technických úlohách má většinou podobu ekonomickou, protože hodnotové vyjádření zavádí do definice optima i řadu v technických jednotkách nesouměřitelných parametrů. Hodnotící kritérium musí být jednoznačné.

Důležitá a nutná je i vhodná kvantitativní charakteristika cíle včetně stanovení váhy jednotlivých prvků či vazeb ve formulovaném úkolu. Je jasné, že některé tyto údaje mohou být prohlášeny za závazné, bezpodmínečné a některé za směrné, některé za vedlejší, které mohou, ale nemusí být brány v úvahu. Praxe ukazuje, že opomenutí tohoto rozdělení je jednou z důležitých příčin neúspěšnosti řady řešení. Jako příklad stanovení cílů a kritérií je možno uvést ukazatele z výroby plochého skla:

a) zvýšení produkce zvýšením tavicího výkonu, snížením výpadků, vad a odpadu (prořezu);

b) snížení nákladů zejména na energii a prodloužením životnosti pece;

c) větší stabilita procesu, dokonalejší kontrola procesu i lidí, tj. upevnění technologické kázně, větším počtem a lépe zpracovanými informacemi o procesu, na jejichž základě je možno dále rozvíjet a zpřesňovat algoritmizaci celého technologického procesu.

Je samozřejmé, že veličiny uvedené v bodech a), b) musí být kvantifikovány, zatímco veličiny v bodě c) jsou nevyčíslitelná kritéria.

ad b) V další fázi je nutno se pokusit o výčet působících vztahů a sestavení kvalitativního (procedurálního) modelu procesu. Zde je nutné upozornit na to, že si musíme být vždy vědomi rozdílu mezi modelem procesu celkovým a modelem procesu pro potřeby řízení. Model procesu je tvořen souhrnem všech vztahů a model procesu pro potřeby řízení je vždy jen tak složitý, jak je nutné, tedy uvažuje jen vztahy, které pro řízení s ohledem na dosažení cíle potřebujeme, a ostatní zanedbává. Pracujeme tedy ne s úplným popisem procesu, ale jen částečným, nutným pro náš cíl.

ad c) Dalším krokem je návrh dílčích řídicích algoritmů a jejich hierarchické uspořádání. Každý z těchto řídicích algoritmů není sám o sobě, ale je členem určité soustavy, kde některé z algoritmů tvoří vyšší stupeň a některé jsou na nižší úrovni jako součást algoritmu vyššího. Jde o vytvoření tzv. komplexní soustavy algoritmů. Součástí této etapy je též stanovení jednotné formální struktury algoritmů, sjednocení

používaných výrazů a symboliky. Potom následuje sestavení schématu řízení procesu s návrhem procedurálního modelu řízení slovně a vývojovými diagramy, které obsahují i stanovení poruch, regulačních proměnných, výstupních proměnných, řídicích vazeb atd. Na základě vytvořeného grafického schématu se lépe podaří sestavení procedurálního modelu řízení.

Nyní následuje činnost, při které musíme ověřit, zda proces je ve skutečnosti takový, pro který byly řídicí algoritmy navrženy. K tomuto se používá identifikačních metod. Identifikace vztahů v procesu je velice obtížná, složitá a náročná práce a dnes je celou samostatnou vědou. Ve většině případů je proces tak složitý a identifikace tak obtížná, že je nutno volit určitá zjednodušení, abychom vůbec k nějakému řešení dospěli. Zde je nutno upozornit na jednu velmi častou chybu: snažíme se o maximalistické řešení, které se ukáže tak komplikované, že nedojdeme k řešení žádnému. V zájmu úspěšného postupu je nutno si klást postupné, třeba i skromné cíle. Volba postupných cílů vede k postupnému růstu našich znalostí, umožní ověřovat si dílčí výsledky a uplatňovat je v praxi. To přináší volbu tohoto postupu:

- a) pracovní hypotéza zjednodušeného procesu;
- b) teoretický model;
- c) ověření na fyzikálním modelu;
- d) ověření na díle.

Zde je možno uvést příklad z oblasti tavení skloviny. Z představy o proudění na vaně a o písku jako nejhůře tavitelné složce kmene, jehož roztavení je závislé na době a teplotě, je pro daný výsledek tavení limitujícím to, zda největší zrno písku má při pohybu na všech proudnicích dostatečnou dobu a teplotu, aby se roztavilo a zhomogenizovalo. To je možno vypočítat při znalosti matematického vyjádření teplotního a rychlostního pole v závislosti na množství tepla přiváděného do pece a odběru skloviny z pece za určitých okrajových podmínek. Protože jde o velmi složité výpočty, stačí pro naše účely znát tyto závislosti jen pro řez podélnou osou vany a kontrolovat symetrii pochodů ve vaně. Dále musí být známa rychlost rozpuštění písku jako funkce teploty a času. Tavení by mělo být ukončeno, než zrno písku dojde do teplotního maxima v peci. Pro různé odběry a tepelné příkony do pece je možno určovat místa ve vaně, kde zrno písku je již roztavené. Dalším pochodem je homogenizace, tedy pokles rozdílu koncentrací, který je možno také matematicky vyjádřit. Z této hypotézy je možno udělat obrázek o mezních odběrech a potřebě a rozdělení tepla pro správný chod vany. I když jde o představu velice komplikovanou, je však řešitelná za pomoci počítače.

Mohou existovat i jiné hypotézy, např. rozdělit tavicí proces na tavení a sejítí. Tavení potom řídit řízením rozdílu teplot mezi teplotním maximem a základacím prostorem. V prostoru sejítí řídit teplotu množstvím paliva na posledním hořáku nebo množstvím dochlazovacího vzduchu.

Tyto dva příklady ukazují dvojí přístup. První, spíše teoretický, druhý s postupnou identifikací jednotlivých dílčích vztahů a omezujících podmínek buď z provozních pozorování nebo ze zvlášť pro tyto účely provedenými měřeními.

Při navrhování modelu řízení se považují za velice užitečné metody, které se nazývají „Inventura dosavadních způsobů řízení“ a „Anketa dosavadního řízení“, které spočívají v tom, že zformulují dosavadní způsoby ručního řízení ve formě diagramů, že se takto shrnou a analyzují názory praktiků a jejich náhled na důležitost jednotlivých faktorů. Právě tyto znalosti, i když většinou teoreticky nezdůvodněné, jsou cennou pomůckou, protože ukazují znalosti z praktického chování procesu a mohou ukázat cestu při zlepšování způsobu řízení.

ad d) Dalším krokem při navrhování systémů řízení musí být posouzení možnosti měření a ovládání jednotlivých veličin, případně omezení některých vlivů. Ukáže se totiž, že:

- řada veličin není dostatečně technicky jasně definována, např. teplota maxima, teplota zdíva, teplota skloviny, poloha maxima, teplota vyložení, atd.;
- některá čidla nemají potřebnou přesnost a citlivost;
- pro měření některých veličin čidla vůbec chybějí;
- pro řadu veličin nemáme ovládací orgány;
- uplatnění některých měřících nebo ovládacích postupů brání konstrukční uspořádání technologického zařízení.

ad e) Posledním krokem návrhu je postupná realizace systému, jeho odzkoušení a nakonec vyhodnocení. Jde o velice důležitou etapu, která uzavírá celý cyklus a v níž se připravují podklady pro postupné zpřesňování a zlepšování řídicích systémů. Velice důležité v této etapě je zachování časových a logických postupů, které byly dříve již navrženy jak v celém systému, tak i ve všech subsystémech.

Při provádění systémové analýzy procesů silikátové technologie je třeba mít na zřeteli některé charakteristické rysy této technologie. Jsou to:

- procesy silikátové technologie jsou v převážné míře kontinuální s velkými výkony;
- velké výkony a rozměrná zařízení znamenají, že regulační zásahy se projevují až za delší dobu;
- většina procesů probíhá za vysokých teplot od 800 °C do 1600 °C;
- vlastní pochody jsou založeny na heterogenních reakcích, kdy reaguje několik fází a složek navzájem a kinetika těchto reakcí není ještě dostatečně známa;
- suroviny pro silikátovou technologii mají velmi často proměnné složení;
- kvalita produktu se objektivně špatně stanovuje;
- provozní veličiny jsou zatíženy velkým šumem.

Z toho plyne, že většina systémů a subsystémů je vlastně černými schránkami.

#### MODELY TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ [7, 8, 9]

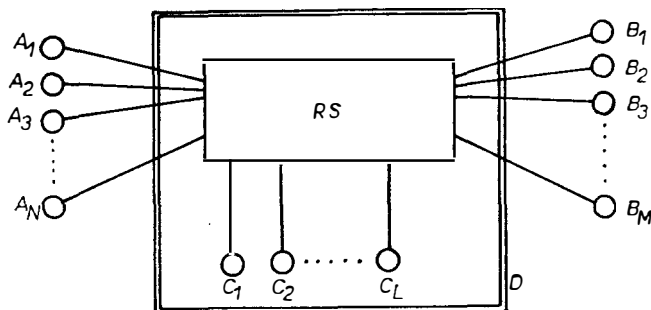
Jako podklady pro tvorbu řídicích algoritmů v řídicích počítačích se v současné době nejvíce využívají modely technologických procesů, zejména modely matematické. Při vytváření modelů technologických procesů se vychází z toho, že technologický proces je reálný systém. Reálný systém je chápán jako systém, který je zdrojem pozorovatelných dat. V reálném systému se vyskytují i nepozorovatelné veličiny, které mohou být v některých případech pozorovány zprostředkovatelně. Schéma reálného systému je na obr. 1. Pozorovatelné veličiny jsou vždy vstupní a výstupní, tedy tvoří určité dvojice.

Při vytváření modelu technologického procesu můžeme postupovat v zásadě dvěma způsoby. Jsou to:

- a) matematicko-fyzikální analýzou;
- b) experimentální identifikací.

Při matematicko-fyzikální analýze (MFA) rozložíme systém na jednoduché části (subsystémy), jejichž chování vyjádříme pomocí bilančních rovnic, které vycházejí ze základních fyzikálních zákonů, především ze zákona zachování hmoty a energie. Výhodu tohoto přístupu k modelování je možno spatřovat v tom, že model odpovídá povaze systému a jeho koeficienty přímo představují konkrétní parametry systému např. rozměry, a proto je možné na modelu přímo vyšetřovat vliv změn jednotlivých parametrů. Metodou MFA lze modelovat již existující reálné systémy, ale i takové,

které jsou ve stadiu projekce. Na druhé straně i relativně jednoduchý systém vyžaduje důkladný a zasvěcený rozbor vnitřního chování, který může provést pouze specialista v daném oboru, nejlépe technolog. U rozsáhlejších systémů je výsledný model mnohdy natolik složitý, že je nutno jej aproximovat modelem jednodušším, aby vyhovoval pro další využití. Potíže vznikají také s kvantitativním určováním některých koeficientů, které se v bilančních rovnicích vyskytují. Dynamický model získaný MFA bývá často ve tvaru obyčejných nebo parciálních diferencíálních rovnic, podle toho, zda jde o systém se soustředěnými nebo rozloženými parametry. Takové modely také dobře vystihují i nelineární chování systému.



Obr. 1. Schéma reálného systému; RS — reálný systém;  $A_1$  až  $A_N$  vstupní veličiny pozorovatelné,  $B_1$  až  $B_M$  výstupní veličiny pozorovatelné,  $C_1$  až  $C_L$  nepozorovatelné, D bariéra pozorování.

Experimentální identifikaci (EI) můžeme definovat jako postup, při kterém se na základě měření signálů vytváří matematický model, přičemž dochází jak k určování parametrů modelu, tak často i k určení jeho tvaru. Postupuje se přitom tak, že se podle zvoleného kritéria porovná chování vyšetřovaného procesu s chováním jeho modelu. Z této definice je zřejmé, že model může mít zcela jiný tvar než při MFA, a tedy i jiný tvar než odpovídá skutečnému procesu, a dále že parametry modelu nemusí souviset přímo s parametry procesu. EI tedy umožňuje modelovat procesy bez hlubších znalostí problematiky vnitřních dějů. Krajním případem je vyšetřování procesů metodou „černé schránky“, kde nejsou o procesu známy žádné apriorní informace.

Výhodnější je ovšem kombinovat při modelování oba uvedené způsoby, navzájem porovnávat výsledky, a tak modely zpřesňovat a doplňovat. Například u metody MFA můžeme pomocí experimentu určovat neznámé parametry modelu a naopak při EI mohou apriorní znalosti o procesu modelování značně urychlit a také zpřesnit.

## ZÁVĚR

Zavádění automatizovaných řídicích systémů do technologických procesů vyžaduje poněkud odlišné přístupy při vyšetřování vazeb mezi jednotlivými prvky a subsystémy, které tvoří technologický proces a který má být řízen výpočetní technikou. Článek je první částí souboru článků zahrnujících celou problematiku řízení technologických procesů v technologii skla. V první části jde o systémové přístupy a aplikace v technologických procesech a o tvorbu modelů technologických procesů, které je nezbytné sestavovat, neboť slouží jako podklady pro sestavování řídicích algoritmů. Další části budou zaměřeny na systémovou analýzu procesu výroby skla a na řízení

jeho jednotlivých technologických uzlů, kterými jsou kmenárna, tavicí agregát, tvarovací, chladicí a zušlechťovací postupy, s ohledem na využití mikroprocesorů a malé výpočetní techniky.

#### Literatura

- [1] Smrček A.: Parametry regulace sklářských pecí, Ústí nad Labem 1986 (Sborník s. 2).
- [2] Habr. J., Vepřek J.: *Systémová analýza a syntéza*. SNTL, Praha 1972.
- [3] Horák J.: *Technika řízení sklářské výroby*. SNTL, Praha 1985.
- [4] Mouly R. J.: 8. *Int. Congress on Glass*, London 1968 (Proceed., p. 141).
- [5] Edgington J. H.: *Ceramic Industry* 122, 36 (1984).
- [6] Edgington J. H.: *Glass Technology* 25, 265 (1984).
- [7] Škvára F.: *Systémy a systémové aplikace v technologii silikátů*, Skripta VŠCHT, Praha 1979.
- [8] Goodson R. E.: *IFAC Symposium, Lafayette 1973* (Proceed., p. 74).
- [9] Drábek O., Macháček J.: *Experimentální identifikace a řízení systémů*, Skripta VŠCHT, Pardubice 1983.

## СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ СТЕКЛА 1. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И СИСТЕМНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

Станислав Каса

*кафедра технологии силикатов Химико-технологического института,  
166 28 Прага 6*

Комплексная модернизация производственных технологий, в том числе и стекловаренных, связана также с внедрением управляющих систем. Для того, чтобы можно было такие системы разрабатывать, необходимы такие приемы, основными критериями которых являются: системы централизованного сбора и обработки данных, управление согласно моделям и вычислительным управляющим системам, которые включают в себя оба предыдущие вида более высоких форм управления технологическими процессами.

В первой части автором уделяется внимание так наз. системному подходу, который качественно отличается от до сих пор применяемых приемов тем, что требует исследование и согласование связей между отдельными частями технологического процесса, которые на основании того понимаются комплексно в их внутренних и внешних взаимосвязях.

Во второй части описываются системные приложения в технологических процессах, основывающиеся на системном подходе к решению вопросов технологии. Приводятся приемы, подбираемые в случае технологических процессов с весьма сложной структурой, как в случае стекловаренных технологий. Дело заключается в подразделении технологического процесса на частичные процессы, которые в системе управления выступают в качестве подсистем. После того следует прием построения управляющих систем, состоящий из пяти последовательных этапов.

В заключительной части уделяется особое внимание моделям технологических процессов, которые понимаются как реальные системы т. е. как источники наблюдаемых данных, так и ненаблюдаемых величин. Приводятся два способа разработки модели технологического процесса, а именно математико-физический анализ (МФА) и экспериментальная идентификация (ЭИ).

*Рис. 1. Схема реальной системы; RS — реальная система,  $A_1$ — $A_N$  — входные наблюдаемые величины,  $B_1$ — $B_N$  — выходные наблюдаемые величины,  $C_1$ — $C_L$  — ненаблюдаемые величины, D — барьер наблюдения.*

CONTROL SYSTEMS IN THE TECHNOLOGY OF GLASS  
PART 1. SYSTEM APPROACH AND SYSTEM APPLICATIONS

Stanislav Kasa

*Department of Silicate Technology, Institute of Chemical Technology,  
166 28 Prague 6*

Complex modernization of manufacturing technologies, above all glassmaking ones, also includes introduction of control systems. Construction of such systems requires new approaches which have the following basic aspects: systems of centralized data collection and processing, control according to models, and computer control systems which include the two former degrees of the higher forms used in the control of industrial processes. Part 1 is concerned with the so-called system approach which differs qualitatively from the earlier procedures in that it requires study and harmonization of bonds between the individual parts of the technological process. These are then considered in the complex manner including the inner as well as outer relationships. Part 2 presents description of system applications in technological processes, based on system approaches to the solving of technological problems. An account is given of procedures chosen in the case of technological processes with highly complex structures, such as arise in the technology of glass. The technological process as a whole is divided into partial processes which act as subsystems in the control system; then follows the procedure of creating the control systems, divided into five consequent stages. The concluding part pays attention to models of technological processes which are regarded as real systems, i.e. a source of both measurable and unmeasurable data. Two methods for the creation of models of technological processes are demonstrated, namely the mathematico-physical analysis (MPA) and the experimental identification (EI).

*Fig. 1. Schematic diagram of a real system. Symbols: RS — real system;  
A<sub>1</sub> to A<sub>N</sub> — measurable input quantities, B<sub>1</sub> to B<sub>M</sub> — measurable output quantities, C<sub>1</sub> to C<sub>L</sub> — unmeasurable quantities, D — measurement barrier.*

PROCAL je názov nového druhu vysoko vláknitých žiaruvzdorných materiálov s nízkou hustotou a vysokou odolnosťou v agresívnom prostredí vyvinutého firmou Foseco. Žiaromateriál sa vyrába vákuovým tvarovaním s typickou rozmerovou toleranciou  $\pm 1,6$  mm v tvare dosiek, resp. v iných zložitejších tvaroch v sortimente pre použitie pri teplotách od 700 do 1700 °C. Výrobca zaručuje vysoké stálosti ku kyslým i alkalickým prostrediam, ako aj k redukčnej pecnej atmosfére.

Glass Industry, apríl 1987 (*Liška*)

Napriek relatívne vysokej cene elektrickej energie vyrába firma E. W. Bowman približne polovicu svojej produkcie nového typu pásových chladiacích pecí s elektrickým ohrevom. Dôvodom je nízka energetická spotreba nového typu pecí a nižšie výrobné náklady pre pece s elektrickým ohrevom v porovnaní s pecami s klasickým plynovým ohrevom.

Glass Industry, apríl 1987 (*Liška*)

PÄŤ NAJVVÄČŠÍCH VÝROBCOV PLOCHÉHO SKLA v USA vytvorilo novú organizáciu — výbor primárnych výrobcov skla (Primary Glass Manufacturers Council). Úlohou výboru bude navrhovať a podporovať opatrenia, ktoré budú chrániť a rozširovať možnosti konštrukčného použitia skla.

Glass Industry, apríl 1987 (*Liška*)

ŠPECIÁLNE SKLO Solarban 565-20 pre architektonické použitie vyvinula firma PPG Industries. Sklo s tenkou povrchovou vrstvou spája dobré tepelnoizolačné vlastnosti s pomerne nízkou odrazivosťou. Vývoj takéhoto skla si v USA vyžiadali lokálne vládne predpisy obmedzujúce odrazivosť.

Glass Industry, apríl 1987 (*Liška*)