

Z uvedených skutečností vyplývá, že požadavky na rozkladní proces je třeba definovat šířejí, a to nejen z hlediska kompletního převedení vzorku z pevného stavu do roztoku bez ztráty analytu, např. těkáním nebo tvorbou sraženin, ale současně i z hlediska převedení jeho složek (analytů) do definovaných a rozpustných forem s přihlédnutím k jejich následnému stanovení za použití předem zvolené finální metody.

Vhodnými kritérii pro posuzování „dokonalosti“ rozkladního procesu se v daném případě ukazují již zminěné zbytkové koncentrace iontů fluoridových a křemičitých v zásobním roztoku rozloženého vzorku, který je používán k následnému stanovení jeho jednotlivých složek.

Aplikací metod vicerozměrné statistické analýzy, především metody hlavních komponent, analýzy shluků a faktorové analýzy na zdrojovou matici experimentálních dat s následnou interpretací získaných výstupů byly vyvozeny obecnější závěry pro rozklady silikátových materiálů působením kyselinových směsi za atmosférického tlaku. Praktická aplikace těchto závěrů by měla předejít vzniku, případně omezit tvorbu nežádoucích reakčních produktů, které působi rušivě při zpracování rozloženého vzorku za účelem stanovení požadovaných složek vhodnou metodou.

## Regulační diagramy a vicerozměrná statistická analýza při kontrole jakosti výroby křišťálového skla

Prof. RNDr. Milan Meloun, DrSc., Univerzita Pardubice, Nám Čs. legií 565, 532 10 Pardubice, e-mail: milan.meloun@upce.cz

Ing. Vítězslav Křeščan, CSc., Sklářský ústav, s.p., Škroupova 957, P.O.Box 35, 500 10 Hradec Králové

Každý technologický proces je realizován v konkrétních ekonomických podmínkách, které často limitují jeho technickou úroveň i jakost vyráběné produkce, případně i jeho další aspekty (environmentální, personální atd.). V prezentované práci byla věnována pozornost proměnným vztahujícím se k vlastní technologii, tzv. „technologické“ proměnné, a k jakosti produkce, tzv. „jakostní“ proměnné. Obecné minimální požadavky na jakost výrobků, které musí být splněny, aby výrobek mohl být umístěn na trh bez ohrožení zdraví a bezpečnosti uživatele, případně vzniku materiálních či jiných škod, stanovují legislativní požadavky formou zákonů a vyhlášek. Dodržování těchto požadavků v praxi je kontrolováno za použití norem, které se odvíjejí od zákonného předpisu, tzv. harmonizované normy, případně normou a postupu k danému účelu vhodných a prakticky ověřených, či smluvních postupů.

Další požadavky na jakost, které jdou mimo legislativní rámec, jsou výsledkem uplatňování požadavků a představ ze strany zákazníků (trhu) a jsou praktickým naplněním působení konkurenčního prostředí.

Pokud chce výrobce se svou produkci uspět, musí ve své činnosti splnit požadavky jak ze strany legislativy, tak i ze strany trhu. Vhodným praktickým nástrojem pro splnění uvedených požadavků je zavedení vhodného systému jakosti pro daný technologický proces, např. podle normy řady ISO 9000. K tomuto účelu je třeba technologický proces systematicky monitorovat, kontrolovat, vyhodnocovat, poznávat a zdokonalovat s cílem udržovat jej na požadovaných parametrech, případně předvídat jeho další chování.

Předložená práce ukazuje na příkladu kontinuální výroby skla možný přístup k řešení problematiky jakosti produkce a vztahu „jakostních“ a „technologických“ proměnných. Technologický proces (agregát) se nacházel v období systematického monitorování v tzv. produkčním režimu, tj. produkoval sklo v „jakostních“ parametrech, které splňovaly legislativní požadavky, případně další specifické požadavky odběratelů na jakost. Vyhodnocení a zpracování experimentálních dat, z nichž 7 se vztahovalo k „jakostním“

proměnným a 6 k „technologickým“ proměnným odhalilo, že uvedený technologický proces je možno na základě získaných výstupů ze statistických šetření zlepšit z hlediska jakosti produkce na základě vhodného nastavení (optimalizace) a řízení „technologických“ proměnných.

Zásadní přínosy ze statistických šetření pro jednotlivé monitorované proměnné za období 1 měsice při použití regulačních diagramů (RD pro individuální hodnoty a rozpětí) a metod vícerozměrné statistické analýzy, jmenovitě metody hlavních komponent (PCA), analýzy shluků (CA) a faktorové analýzy (FA), lze formulovat následovně:

Z průběhu a výskytu maxim a minim na regulačních diagramech a trendů pro jednotlivé proměnné je možno usuzovat na jejich změny. Velmi cenným nástrojem se ukázalo vzájemné porovnání průběhu regulačních diagramů pro „jakostní“ a „technologické“ proměnné, které v řadě případů věrohodně naznačily jejich vzájemné souvislosti. Z hlediska registrování trendů v jednotlivých proměnných a jejich vzájemného srovnávání se osvědčily regulační diagramy s exponenciálně váženým klouzavým průměrem (EWMA).

Jakost produkce i nastavení „technologických“ veličin v praxi je charakterizováno obvykle více než jednou proměnnou. Velmi cennou informaci poskytují v takovýchto případech Hotellingovy diagramy pro společné vyjádření více proměnných. Maxima na těchto diagramech v daných případech zpravidla dobře korespondují s maximy na RD pro jednotlivé proměnné.

Závěry z aplikovaných vícerozměrných metod analýzy lze sumarizovat následovně:

- metoda hlavních komponent (PCA) naznačila možnost snížení původního počtu 13 proměnných na 5-6, bez významné ztráty informace. Pro praktické monitorování technologického provozu i jeho řízení představuje snížení počtu systematicky monitorovaných proměnných významné úspory časové i finanční.
- analýza shluků identifikovala 5-6 shluků. Z následných šetření vyplynulo, že příčinou rozdělení původních 65 objektů ve shluky byly simulované změny v „technologické“ proměnné (P12), vztahující se k produkčnímu výkonu agregátu.
- výstupem faktorové analýzy je definování 2 faktorů, které obsahově vystihují chování určitých původních (manifestních) proměnných a které lze pojmenovat následovně:
  - Faktor 1 svázel „technologickou“ proměnnou (P11), charakterizujici hmotnostní vstupy do agregátu, s „jakostními“ proměnnými, které jsou s ní spojeny a jí ovlivňovány P2 (měrný prostup), P6, P7 (obsahy korozních produktů).
  - Faktor 2 svázel „technologickou“ proměnnou P12 (produkce skloviny aggregátem), příp. proměnné P10, P13, vyjadřující energetickou náročnost technologického procesu s „jakostními“ proměnnými P3 (počet bublin) a P4 (šlirovitost).

Odhalení vzájemných souvislostí (vztahů) mezi „technologickými“ a „jakostními“ proměnnými patří mezi nejcennější výstupy statistických šetření, neboť dovolují cílené ovlivňování vybraných „jakostních“ proměnných vhodným nastavením „technologických“ proměnných. Uvedený experiment, realizovaný v podmírkách „běžného“ provozu sklářského agregátu, přinesl zajimavé, nové a v praxi využitelné poznatky, vedoucí k jeho dalšímu zdokonalení s cílem jeho převedení na technologický proces ve statisticky řízeném režimu.