



Návrh postupov pri vyhodnocovaní experimentov špeciálnych druhov materiálov

Michal SVÁTEK^{1,}, Peter KRIŽAN¹*

¹ *Strojnícka fakulta STU v Bratislave, Ústav výrobných systémov, environmentálnej techniky a manažmentu kvalitu, Námestie Slobody 17, 81231 Bratislava, Slovensko*

* **Email:** svamichal@gmail.com

V uvedenom príspevku sme sa bližšie zamerali na postupy pri vyhodnocovaní experimentov špeciálnych druhov materiálov. Pre bližšie určenie v tomto prípade rozumieme pod pojmom špeciálny materiál taký materiál, ktorý je zmesou iných, prípadne materiál, ktorý je potrebné testovať počas plnej prevádzky, resp. bez prerušenia výrobného procesu. V jednotlivých kapitolách sa zameriame na návrhy experimentov pri takýchto druhoch materiálov a tiež na ich vyhodnotenie. Rovnako definujeme podmienky za akých je možné uvedené experimenty realizovať.

Kľúčová slova: experiment, návrh, postupy, materiál, analýza, špeciálne materiály

1 Úvod

V bežnej praxi sa často stretávame s požiadavkou na analýzu, a s tým spojený experiment procesu, špeciálnych druhov materiálov. Jedná sa často o špeciálne materiály nie svojim zložením alebo druhom, ale požiadavkami kladenými na proces v ktorom sa využívajú.

2 Experimenty špeciálnych druhov materiálov

Ako už bolo spomenuté v úvode tohto príspevku, budeme v ňom pojednávať o špeciálnych druhoch materiálov, ktoré vyžadujú, resp. sú používané v neštandardných procesoch. V prvej časti sa zameriame na zmesi materiálov a plány experimentov s nimi spojené. V druhej časti sa pozrieme bližšie na materiály, resp. opäť na procesy s nimi spojené, kedy nie je možné daný proces prerušiť a teda je potrebné vykonávať experiment za plnej prevádzky.

2.1 Plány experimentov a ich vyhodnotenie pre zmesi materiálov

Experimenty zamerané na optimalizáciu pomeru zložiek v zmesi sú založené na rovnakom princípe, ako štandardné faktorové experimenty. Existujú však viaceré odlišnosti, ktoré tento proces robia odlišným. Prvým je, že hodnota faktora je vyjadrená ako podiel z celku v tvare zlomku, alebo ako percentuálny podiel. Súčet hodnôt všetkých faktorov je 1



alebo 100%. Dôsledkom toho je, že jeden z faktorov sa dá vypočítať z ostatných, teda jeden z faktorov je lineárne závislý. Z toho vyplýva, že plány pre tieto experimenty nebudú ortogonálne. Nulový podiel niektorého faktora znamená, že v zmesi nie je príslušná zložka. Nula sa nepovažuje za úroveň nastavenia faktora, pretože zložka v zmesi neexistuje. 100% podiel niektorého faktora znamená, že v zmesi nie sú ostatné zložky. Všetky faktory musia byť spojité. [1,5]

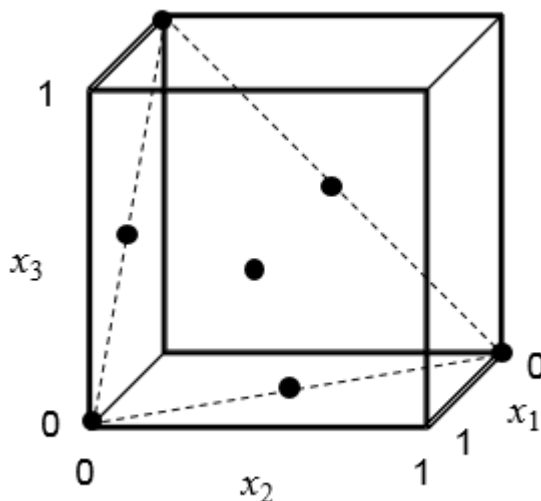
Experimenty pre zmesi môžu byť pre dve a viac zložiek. Pre dve zložky však experiment prejde na jednoduchý jednofaktorový experiment, pretože nastavenie druhej zložky je vždy dané nastavením prvej zložky. Špeciálne plány je potrebné použiť až pre tri alebo viac faktorov.

Z týchto odlišností vyplýva modifikovaný prístup k riešeniu modelu. Na riešenie budeme používať model bez konštanty (intercept).

Pri experimentoch pre podiely zložiek zmesí používame niekoľko typov plánov:

Simplex Centroid - Plán je použiteľný, ak každý z faktorov je možné nastaviť na hodnoty 0 až 1 (0 až 100%) a ak tieto nastavenia majú zmysel. Riadky plánu obsahujú iba 0, 1 alebo rovnaké úrovne nastavenia faktorov.

<u>Simplex Centroid, 3 úrovne</u>			
Test	x_1	x_2	x_3
1	1.00	0.00	0.00
2	0.00	1.00	0.00
3	0.00	0.00	1.00
4	0.50	0.50	0.00
5	0.50	0.00	0.50
6	0.00	0.50	0.50
7	0.33	0.33	0.33
8	0.33	0.33	0.33

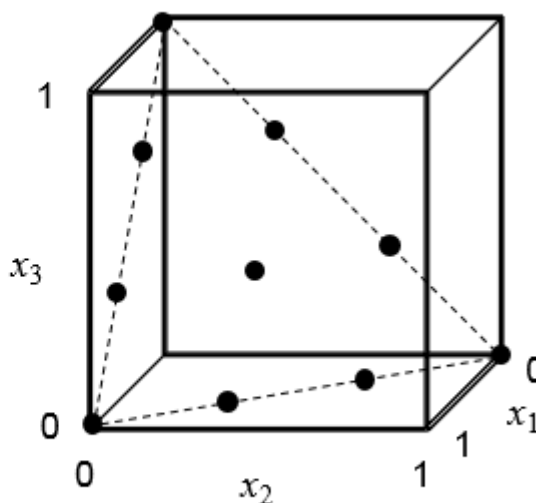


Obr. 1 Plán experimentu Simplex centroid [4]

Simplex Lattice - Plán je použiteľný, ak každý z faktorov je možné nastaviť na hodnoty 0 až 1 (0 až 100%) a ak tieto nastavenia majú zmysel. Riadky plánu obsahujú iba 0, 1 alebo rôzne iné úrovne faktorov.



Simplex Lattice, 3 úrovně			
Test	x_1	x_2	x_3
1	0.00	0.00	1.00
2	0.00	0.33	0.67
3	0.00	0.67	0.33
4	0.00	1.00	0.00
5	0.33	0.00	0.67
6	0.33	0.33	0.33
7	0.33	0.67	0.00
8	0.67	0.00	0.33
9	0.67	0.33	0.00
10	1.00	0.00	0.00



Obr. 2 Plán experimentu Simplex Lattice [4]

Plány Simplex Centroid alebo Simplex Lattice volíme podľa toho, čo je vhodnejšie z hľadiska nastavenia faktorov pri realizácii experimentu.

Extreme Vertices - Plány používame vtedy, keď jeden alebo viac faktorov nie je možné nastaviť na hodnoty 0 až 1 (0 až 100%), alebo nastavenie na hodnoty 0 až 1 (0 až 100%) nemá zmysel.

Návrhy extrémnych vrcholov sú návrhy zmiešavacích prvkov, ktoré pokrývajú len čiastočnú časť alebo menšie miesto v rámci simplexu. Tieto návrhy sa musia použiť, ak zvolený navrhovaný priestor nie je L-simplex. Prítomnosť oboch dolných a horných viazaných obmedzení na komponentoch často vytvára túto podmienku. Napríklad, ak je potrebné určiť pomery múky, mlieka, prášku do pečiva, vajec a oleja v zmesi palacinky, ktorá by vytvorila optimálny produkt na základe chuti. Pretože predchádzajúce experimenty naznačujú, že zmes, ktorá neobsahuje všetky zložky alebo má príliš veľa prášku na pečenie, nespĺňa požiadavky na chuť, rozhodneme sa obmedziť dizajn nastavením dolných hraníc a horných hraníc. [2,5,6]

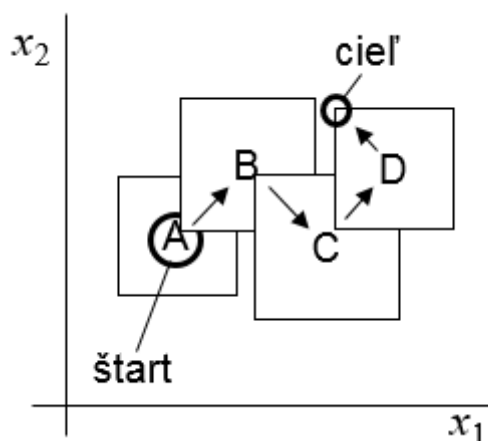
2.2 Experimenty s možnosťou neprerušenia výrobného procesu – použitie metódy EVOP

EVOP je metóda experimentov, ktorá umožňuje realizovať experiment bez prerušenia procesu a bez toho, aby boli v procese následkom nastavenia faktorov generované nezhodné produkty.

To môžeme dosiahnuť vtedy, keď sú zmeny nastavenia faktorov malé a ak používame málo faktorov. Pre EVOP sa používajú plány s dvomi faktormi na dvoch úrovniach (s centrálnym bodom). Vzhľadom k tomu, že zmeny faktorov sú malé, pre rozlíšenie zmien



výstupnej charakteristiky sú potrebné veľké vzorky. EVOP sa realizuje ako postupnosť experimentov. V prvej fáze sa realizuje experiment okolo aktuálneho nastavenia procesu a na základe analýzy optimálneho nastavenia sa nastaví a stabilizuje proces s novým nastavením. Okolo nového nastavenia sa realizuje ďalší experiment, a takto sa postupuje smerom k zlepšovaniu sledovanej výstupnej charakteristiky procesu (postup $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$).[1,4]



Obr.3. Ukážka plánu experimentu pomocou metódy EVOP[5,6]

Na obrázku 3 je schematicky zobrazený princíp funkcie metódy EVOP. Princíp je založený na postupnom prechode jednotlivými experimentmi – každý štvorec na obrázku predstavuje jeden plán experimentu. V praxi to znamená, že vďaka tejto „postupnej“ metóde je možné vykonávať experimenty, resp. pripravovať návrhy za plnej prevádzky. Táto situácia môže často vzniknúť v bežnej praxi najmä v prípade finančne drahších materiálov, kedy by prerušenie procesu znamenalo ďalšie náklady, alebo v prípade, kedy nie je možné z dôvodu ďalšieho spracovania proces prerušiť. Samozrejme aj táto metóda, ako všetky ostatné, má svoje obmedzenia, limity a nevýhody. Jednou z nich je, že pri tejto metóde pracujeme iba s dvomi faktormi na dvoch úrovniach, čo v praxi často nevyhovuje podmienkam reálneho procesu, nakoľko faktorov a ich úrovní býva viac ako len dve.

3 Záver

Záverom uvedeného príspevku je, že aj napriek tomu, že sú nami uvedené metodiky pre špeciálne druhy materiálov veľmi podobné klasickým faktoriálnym metódam, nakoľko z nich vychádzajú, tak sa v mnohom líšia. Ukázali sme, akým spôsobom je možné navrhnúť experiment pre zmesi materiálov a aké sú podmienky takýchto návrhov. V druhej časti sme sa zamerali na návrhy experimentov metódou EVOP, kedy v prípade špeciálneho materiálu nie je možné prerušiť výrobný proces. Často krát nie je prerušenie možné z dôvodu finančnej náročnosti, alebo udržania kontinuity výroby – nadväznosť ďalších krokov vo výrobe na nami analyzovaný proces.



Pod'akovanie

Tento príspevok vznikol za podpory projektu VEGA 1/0420/16 - Stanovenie a výskum vplyvu parametrov v procese zhutňovania odpadovej biomasy na výslednú kvalitu výliskov, financovaného Ministerstvom školstva SR a Slovenskou akadémiou vied.

Použitá literatúra

- [1] P. Križan, M. Svátek, Výskum zhutňovania rôznych druhov biomasy, 1. vydanie; Bratislava : FX s.r.o., 2014; ISBN 978-80-89313-60-0, pp. 182.
- [2] P. Križan, M. Svátek and M. Matúš: Analysis of the significance of technological parameters at briquetting of selected types of hardwood and softwood. In: Journal of Applied Mathematics – Aplimat. Bratislava: FX s.r.o., ISBN 978-80-89313-51-8, pp. 395-404. (2011)
- [3] P. Križan, Ľ. Šooš, M. Matúš, J. Beniak and M. Svátek: Research of significant densification parameters influence on final briquettes quality. In: Wood research, ISSN 1336-4561, Vol.60, No.2 (2015)
- [4] S.R. Schmidt, R.G. Launsby, Understanding Industrial Designed Experiments, AIR ACADEMY PRESS, Colorado Springs, 1994
- [5] T.H. Wonnacot, R.J. Wonnacot, Statistika pro obchod a hospodárství, VICTORIA PUBLISHING a.s., Praha, 1993
- [6] A.J. Duncan, Quality Control and Industrial Statistics, Richard D. Irwin, Inc., Fifth Edition, 1986