

МНОГОКРИТЕРИАЛЕН ИЗБОР НА РАБОТНО ТЯЛО ЗА БАРАБАННА МЕЛНИЦА В РАЗМИТИ УСЛОВИЯ - II ЧАСТ

Михаил Вълков, Любомир Кузев

Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София

РЕЗЮМЕ. В работата е представена серия нови работни тела за барабанна мелница, т.н. сфероидални тетраедри. Разгледан е метод за реализиране на оптимален избор на работно тяло. Сравнени са класическа топка и два сфероидални тетраедъра от разработената серия. В основата на метода са заложени многокритериален подход за вземане на решения и теорията на размитите множества. Тази теория позволява да се използват лингвистични променливи при вземането на "най-добро" решение. По този начин за оценка могат да се използват както обективни количествени критерии така и опитът и интуицията на експертите, вземащи решения.

Ключови думи: сфероидални тетраедри, вземане на решение по много критерии, размити множества.

MULTIPLE ATTRIBUTE FUZZY DECISION-MAKING OF GRINDING BODIES FOR DRUM MILL. PART I

Michail Vulkov, Lubomir Kuzev

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia

ABSTRACT. The paper is focused on the optimal selection of grinding medium for a drum mill. The decision-making is based on the fuzzy multiple attribute approach. One way to optimize the grinding process in a drum mill is associated with the development and testing of new grinding body types. A team of Bulgarian scientists proposed a family of new grinding bodies – spheroidal tetrahedrons (tetrahedrons). Two types of spheroidal tetrahedrons and a classical ball (sphere) with one and the same mass are compared. A fuzzy entropy method to calculate the weight of the attributes is suggested. A grinding body which is the best approximation to the fuzzy formulated technological conditions is selected.

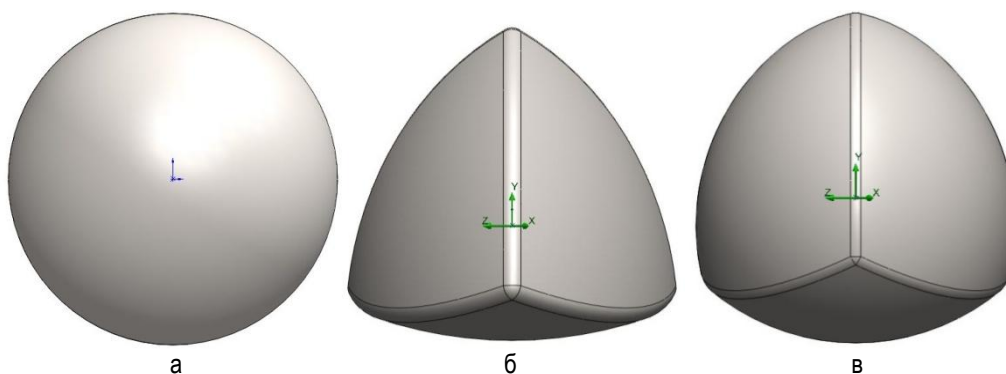
1. Въведение

В работата е представена серия нови работни тела за барабанна мелница, т.н. сфероидални тетраедри. Разгледан е метод за реализиране на оптимален избор на работно тяло. Сравнени са класическа топка и два сфероидални тетраедъра от разработената серия

Методът, представен в първата част на изследването, може да се реализира по следния алгоритъм:

- 1.1 Избират се алтернативните работни тела A ;
- 1.2 Създава се йерархична структура за критериите C_j ;
- 1.3 Определят се размитите рейтинги ;
- 1.4 Определят се теглата на критериите ;

- 1.5 Нормализират се рейтингите и теглата ;
- 1.6 Определя се функцията на размита принадлежност ;
- 1.7 Трансформират се лингвистичните променливи в размити триъгълни функции на принадлежност ;
- 1.8 Записва се размитата претеглена матрица ;
- 1.9 Дефинират се идеалните решения ;
- 1.10 Пресмята се разстоянието от всяка алтернатива A_i ($i = 1 \div 3$) до идеалните решения IS^+ и IS^- ;
- 1.11 Подреждат се алтернативите ;
- 1.12 Прави се избор на работно тяло .



Фиг. 1.

2. Реализиране на предложения алгоритъм

Стъпки 1.1 и 1.2 са реализирани в първата част (Вълков, Кузев, 2012) на изследването.

Поради ограничения обем в тази част на работата ще бъдат изпълнени стъпки от 1.3 до 1.5 включително на алгоритъма. Останалата част от решението ще бъде публикувана в третата част на разработката.

2.1. Избиране на алтернативните работни тела A_i ($i = 1 \div 3$), както това беше направено в първата част на материала.

2.2. Създаване на йерархична структура за критериите C_j ($j = 1 \div 12$), по които се сравняват алтернативите A_i , както това беше направено в първата част на материала.

2.3. Определяне на размитите рейтинги

Таблица 1.

№	C_j	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
1	A_1	0,327	0,318	0,306	0,294	0,250	0,348	0,309	0,354	0,412	0,406	0,292	0,336
2	A_2	0,331	0,340	0,348	0,352	0,373	0,322	0,345	0,313	0,284	0,291	0,341	0,331
3	A_3	0,342	0,342	0,346	0,354	0,377	0,330	0,346	0,333	0,304	0,303	0,367	0,333
4	\tilde{w}_j	0,124	0,128	0,103	0,067	0,043	0,062	0,080	0,070	0,061	0,170	0,037	0,055

За съставяне на матрицата на решенията, която заема редове 1, 2 и 3 на таблица 1 са използвани експертни оценки, компютърни симулации [9] и резултати от лабораторни и промишлени опити [11].

2.4. Определяне на теглата на критериите

Използван е субективен ентропийен метод. Чрез него се установява връзка между теглото (значимостта) на критерия и информацията, която той носи.

Ако в един вектор-стълб \tilde{x}_j ($x_{1j}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{mj}$) на матрицата на решението (1), който показва представянето на алтернативите A_i по критерий C_j , тези алтернативи имат близки стойности на \tilde{x}_{ij} , то критерият C_j има малка значимост при вземането на решение.

Критериите, носещи най-много информация, получават най-висока оценка.

Размитото тегло на критерия C_j ($j = 1 \div n$) по ентропийния метод се определя [3] по зависимостта:

$$\tilde{w}_j = \frac{\tilde{f}_j \cdot w_j}{\sum_{j=1}^n \tilde{f}_j \cdot w_j}, \quad (2)$$

\tilde{f}_j е размито число, отчитащо субективната оценка на експерта;

$w_j = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^n D_j}$ е ентропийното тегло;

$D_j = 1 - E_j$ е степента на диверсификация;

E_j е ентропията на критерия C_j .

Рейтингите \tilde{x}_{ij} ($i = 1 \div 3$; $j = 1 \div 12$) задават представянето на алтернативата A_i по критерий C_j .

Те формират размитата матрица на решението. Колоните на матрицата се формират от критериите, а редовете i – от конкуриращите се алтернативи.

Размитата матрица на решението има вида (1) и е представена в таблица 2.

$$\tilde{M} = \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} C_1 \dots & C_j \dots & C_n \\ \tilde{x}_{11} \dots & \tilde{x}_{1j} \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{i1} \dots & \tilde{x}_{ij} \dots & \tilde{x}_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} \dots & \tilde{x}_{mj} \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

Ентропията се определя от:

$$E_j = \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \cdot \ln p_{ij}, \quad (3)$$

където $p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}$ е представянето на A_i по C_j .

Стойностите на \tilde{w}_j са представени в ред 4 на таблица 2.

2.5. Нормализиране на рейтингите и теглата

Рейтингите от таблица 2 се нормализират по [4] зависимости:

— за критерий от вида „повече по-добре“:

$$\tilde{n}_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij} - \min\{\tilde{x}_{ij}\}}{|\max\{\tilde{x}_{ij}\} - \min\{\tilde{x}_{ij}\}|}, \quad (4)$$

— за критерий „по-малко по-добре“:

$$\tilde{n}_{ij} = \frac{\max\{\tilde{x}_{ij}\} - \tilde{x}_{ij}}{|\max\{\tilde{x}_{ij}\} - \min\{\tilde{x}_{ij}\}|}, \quad (5)$$

Нормализацията в граници [0, 1] се прави, за да се премине към лингвистични променливи.

Нормализираната размита матрица на решението е представена в редове 1, 2 и 3 на таблица 3, а нормализираните тегла – в ред 4.

Таблица 2.

№	C_j	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
1	A_1	0,475	0,420	0,346	0,272	0,000	0,395	0,636	0,358	0,000	0,037	0,741	0,469
2	A_2	0,528	0,629	0,719	0,764	1,000	0,573	0,685	0,326	0,000	0,079	0,640	0,528
3	A_3	0,527	0,527	0,581	0,689	1,000	0,635	0,419	0,594	0,986	1,000	0,135	0,594
4	\tilde{w}_j^n	0,729	0,753	0,606	0,394	0,253	0,365	0,470	0,412	0,359	1,000	0,218	0,323

2.6. Определяне на функцията на размита принадлежност

Вземаният решение експерт използва лингвистични променливи за оценяване на важността на критериите и рейтингите на алтернативите с отчитане на различните атрибути.

При прилагане на многокритериалния метод за вземане на решения в размита постановка е удобно да се ползват триъгълни размити числа, поради тяхната простота и лекота за интерпретация.

За тяхното въвеждане множеството на рейтинговите стойности [0, 1] се разделя на определен брой нива (в разглеждания случай на пет) на размитата лингвистична променлива []:

- много ниско (very low) – VL;
- ниско (low) – L;
- средно (medium) – M;
- високо (high) – H;
- много високо (very high) – VH.

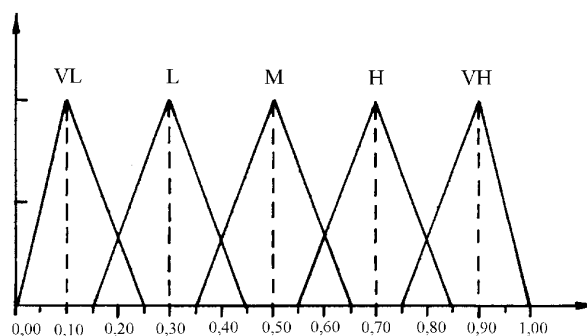
След това за образуване на всеки ранг се приписва разпределителна функция на принадлежност, която за всяко ниво се изменя в интервал с големина 0,25 или 0,30. На тази база се съставя трансформационна таблица 3 за размитата функция на принадлежност.

Таблица 3

Ниво	Степен на принадлежност
VL	(0,00; 0,10; 0,25)
L	(0,15; 0,30; 0,45)
M	(0,35; 0,50; 0,65)
H	(0,55; 0,70; 0,85)
VH	(0,75; 0,90; 1,00)

На фиг. 2 са изобразени размитите функции на принадлежност.

От фиг. 2 се вижда, че размитата лингвистична променлива „ниско“ има минимум 0,15, медиана – 0,30 и максимум – 0,45.



Фиг. 2.

Литература

1. Бърнев П., Станчев П., Размити множества, София, Народна просвета, 1987.
2. Вълков М., Кузев Л., Многокритериален избор на работна среда за барабанна мелница I, С., Научна конференция с международно участие, ВСУ 2012, т. I.
3. Нечетни множества и теория възможностей, Под ред., Р. Р. Ягера, Москва, Родино и връзка, 1986.
4. Bazzati, A. A., Osanloo M., Karimi B., Optimal Open Pit Mining Equipment Selection Using Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Approach, Arch. Min. Sci., Vol. 54, 2009, № 2, p. 301÷320.
5. Cheng C. H., Evaluating Weapon Systems Using Ranking Fuzzy Numbers, Fuzzy Set System, 1999, 107, p. 25÷35.
6. Fairchild D.H., Enging M., Cubes as a Grinding Medium, 1924, 117 (1), p 865÷866.
7. Hwang C. L., Yoon K., Multiple Attributes Decision-making Methods, a State-of-the-art Survey, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1981.
8. Kaufmann A., Gupta M., Introduction to Fuzzy Arithmetic Theory and Applications, New York, Van Nostrad Reinhold, 1985.
9. Kostadinov E., Kuzev L., Damyanov Tsv., Study of the Behaviour of Grinding Medium Composed of Tetraballpebs (TBP) in Drum Mill XIV BMPC, Tusla, Proceedings.
10. Norris G. C., Some Grinding Tests with Spheres and Other Shapes, Trans. Inst. Min. Metal, London, 1954, 63 (567), p. 193÷209.
11. Patent № 440198, Deutschland, 30 August 1936, Gebrüder Hofmann & Co.

12. Tzotzorkov L., Penchev T., Bodurov P., Kuzev L., Comparative Studies on Balls versus Spheroidal Tetrahedrons Working Media to Ore Grinding in an Industrial Drum Mill, Brisbane, Australia XXV IMPC – Procudings, p. 1299÷1307.
13. Zadeh L., Fuzzy Sets, Information and Control, 1965 (8), p. 338÷353.
14. Zadeh L., The Concept of a Linqistic Variable and its Application to Approximate Reasoning, New York, American Elsevier Publishing Company, 1973.
15. Vulkov M., Kuzev L., Behaviour of Tetraballpepsin Grending Medium in a Drim Mill, XIV BMPC, Tuzla, Proceedings, p. 104÷108.