

ИЗЧИСЛИТЕЛЕН МЕТОД ЗА ИЗБОР НА МАРКА СТОМАНА ЗА МАШИНИ ЕЛЕМЕНТИ ПО ЗАДАДЕНА КОМПЛЕКС ОТ ПОКАЗАТЕЛИ

COMPUTATIONAL METHOD FOR SELECTION OF STEEL FOR MACHINE ELEMENTS BY GIVEN SETS OF INDICATORS

доц. д-р. Рашев Г.¹, доц. д-р. Петров М.², доц. д-р. Ангелов И.³,
ас. инж. Тодоров В.⁴

катедра „Материалознание и технология на материалите“^{1,4}, катедра „Техническа механика“^{2,3} – ТУ–Габрово, България

Abstract: Calculation method is proposed for the selection of steel grade for machine elements in accordance with a group of indicators set by reference to the technological, mechanical and their economic indicators. Suitability is assessed by the summary of the utility function of desirability, as complex quantitative criteria for assessing the quality of the metal. Method is illustrated with the example of choosing a particular brand of steel for production of shaft material requiring specified group of indicators.

Keywords: Calculation method, selection of steel, function of desirability, group of indicators.

1. Въведение

При пресмятане и конструиране на всеки детайл, като задължителен етап се явява избора на материал. Обикновено това става по пътя на принципно логични разсъждения или натрупания опит на конструктора [1].

Пригодността на различните материали за детайли с конкретно предназначение трябва да се оценява по пътя на съпоставяне на количествените нива на притежаваните показатели от тези материали с изискуемите от конструктора технологични, физични и механични характеристики, и икономически показатели.

Такъв подход по проблема за избор на материал се явява аналогичен на задачата за оценка качеството на промишлената продукция, когато притежаваните показатели за качеството, на даден обект се съпоставят с аналогични нормативни заложи в стандарта. Следователно за избора на материал е необходимо да се използват научно обоснованите математични методи на квалиметрията. По известните математични методи за решаване на задачата са обобщената функция на полезност и обобщената функция на желателност [2, 3].

2. Математичен подход

Математическият подход предлаган в настоящата работа се изразява в определяне на комплексен критерий за количествена оценка, чрез прилагане на обобщената функция на желателност.

$$(1) K = \sqrt{\prod_{i=1}^n Z_i^{\alpha_i}}$$

където: K – обобщен критерий на цялата съвкупност от единични показатели за материала, който може да бъде наречен още като „комплексен критерий за пригодност“; n – брой на единичните показатели за материала; Z_i – стойности на частните функции на желателност за единичните показатели на материала.

Тегловните коефициенти α_i за всеки показател се определят от зависимостта:

$$(2) \alpha_i = \frac{\frac{1}{r_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i}}$$

където: r_i – ранг на i -тия показател т.е. място по важност в натуралния ред от единични показатели.

За показатели с едностранно ограничение Z_i се определя от зависимостта:

$$(3) Z_i = \exp\left[-\exp\left(-y_i'\right)\right]$$

За показатели с двустранно ограничение Z_i се определя от зависимостта:

$$(4) Z_i = \exp\left(-\left|y_i'\right|^b\right)$$

където степенния показател b се изчислява от отношението

$$(5) b = \frac{\left|\ln \frac{1}{Z_{i1}}\right|}{\left|\ln y_{i1}'\right|}$$

като се избере стойността y_{i1} на критерия y_i (съответно y_{i1}') за която на частната желателност Z_i съответства стойност Z_{i1} в интервала $0,6 < Z_{i1} < 0,9$.

Превода от натуралните стойности на показателите в безразмерна форма при едностранно ограничение се осъществява по апроксимационните линейни зависимости, съответно:

- за показател, увеличението на който е желателно

$$(6) y_i = \frac{1,53(y_i - y_{i \text{ зад}})}{(y_{i \text{ необх}} - y_{i \text{ зад}})}$$

- за показател, намалението на който е желателно

$$(7) y_i = \frac{1,53(y_{i \text{ зад}} - y_i)}{(y_{i \text{ зад}} - y_{i \text{ необх}})}$$

където: y_i – натурална стойност притежаваща i -тия показател; $y_{i \text{ зад}}$ – зададена натурална стойност на i -тия показател при $Z=0,37$; $y_{i \text{ необх}}$ – необходима стойност на i -тия показател при $Z \geq 0,8$.

Превода на натуралните стойности на показателите с двустранно ограничение в безразмерна форма се осъществява от зависимостта:

$$(8) y_i = \frac{2y_i - (y_{i, \text{ max}} + y_{i, \text{ min}})}{(y_{i, \text{ max}} - y_{i, \text{ min}})}$$

където: $y_{i, \text{ max}}$ и $y_{i, \text{ min}}$ са най-голямата (при $Z \geq 0,8$) и най-малката (при $Z = 0,37$) изискуема стойност от i -тия показател.

В групата материали, пригодността на които се анализира за конкретен елемент, като най-пригоден ще бъде материала,

който има най-висок комплексен критерий (K_{max}), но да не е по-малък от 0,5 с оглед гарантиране удовлетворително ниво на качеството на детайла.

3. Приложение на изчислителния метод за решаване на конкретна задача

Дадена фирма има в наличност шест марки конструкционни стомани за които показателите са дадени в таблица 1.

Таблица 1.

Показатели за стоманите пригодността на който се анализира

Марка стомана	Показатели					
	$R_{0,2}$, МПа	A_5 , %	Z , %	KCU , KJ/m^2	Π , mm	Π , евро/тон
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
41Cr4	800	10	45	600	25-30	1160-1340
38MnSi5	750	10	50	900	25-30	1440-1630
50CrV4	800	11	45	800	50-75	1220-1530
42CrMo4	850	10	45	450	50-75	1220-1530
36NiCr6	800	11	45	700	50-75	1680-1850
31NiCr14	800	10	50	800	75-100	2410-2660

Необходимо е да се избере марка стомана от която да се изработи вал, материала за който да притежава следните показатели:

y_1 – граница на провлачване $750 \leq R_{0,2} \leq 850$ МПа;

y_2 – относително удължение $10 \leq A_5 \leq 20$ %;

y_3 – относително свиване $40 \leq Z \leq 55$ %;

y_4 – ударна жилавост $600 \leq KCU \leq 800$ KJ/m^2 ;

y_5 – прокаляемост $30 \leq \Pi \leq 40$ mm;

y_6 – цена $2500 \leq \Pi \leq 1000$ евро/тон.

За справочните стойности, посочени в даден интервал на таблица 1 в изчисленията следва да се въвеждат долните гранични стойности за показатели, увеличението на които е желателно и горните гранични стойности за показателя, намаляването на които е желателно.

Дадените показатели в таблица 1 имат едностранно ограничение, като за показателите $R_{0,2}$, A_5 , Z , KCU , Π е желателно увеличаване на стойностите, а за показателя Π – намаляване. Приемаме, че важноста на показателите е еднаква и затова техните тегловни коефициенти в (1) не отчитаме.

Изчисленията са проведени последователно по формули (7,6,3 и 1). Резултатите от изчисленията са представени в таблица 2.

Таблица 2

Резултати от изчисленията за избор на материал

Марка стомана	Показатели						
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	K
	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	
41Cr4	0,628	0,37	0,548	0,37	0,146	0,736	0,398
38MnSi5	0,37	0,37	0,697	0,904	0,116	0,662	0,433
50CrV4	0,628	0,424	0,548	0,83	0,954	0,689	0,651
42CrMo4	0,8	0,37	0,548	0,042	0,954	0,689	0,406
36NiCr6	0,628	0,424	0,548	0,628	0,954	0,597	0,611
31NiCr14	0,628	0,37	0,697	0,8	0,998	0,308	0,574

От анализа на резултатите се вижда, че комплексния критерий за пригодност има най-голяма стойност ($K_{max} = 0,651$), отговарящ на стомана марка 50CrV4, тъй като има най-голямо съответствие с изискуемите показатели за материала от който трябва да бъде изработен вала.

4. Изводи

1). Съставен е изчислителен метод за избор на материал за конкретен детайл по стойността на комплексен критерий за пригодност определен от частните функции на желателност.

2). Метода позволява да се сравняват помежду си неограничено количество материали при различна номенклатура от показатели.

3). Метода позволява да се разработи справочна информация за еднотипни материали от гледна точка на тяхната взаимозаменяемост.

Литература

1. Harrington E. C. The dostrability function industrial quality control. 1985.

2. Новик Ф., Я. Арсов. Планиране на експеримента в технологията на металите. София, „Техника”, 1980.

3. Ангелов И., М. Петров „Теория на инженерния експеримент”, ТУ-Габрово, Габрово, 2002г.