

Abstract

The article represents the effectiveness of the S-codes in the regional-analytical structures of thermal conductivity problems decision by giving the example of calculation of stationary thermal field of the magnetic conductor of a transformer.

The finite integral transformation, regional-structural and projection methods are applied for jointly decision. Decision structures exactly satisfy the thermal conductivity equation in the regions and the junction conditions of the contact boundaries, and include S-codes, accurately accounting the geometry of the studied area. Regional-analytical structures are universal regarding the model parameters. Thus, it is possible to use them for multivariate diagnosis and forecasting of thermal conditions in three-dimensional structures. Results of a decision can be represented in an approximate analytical form, so that a compact database of thermal behavior of structures can be created.

Regional-analytical decision structures in boundary-value problems have more natural approximation apparatus than analytical structures have in a single expression, which makes them a useful tool for modeling of compound objects

Keywords: mathematical modeling, thermal processes, regional-structural method, regional-analytical decision structure, S-codes

УДК 006.85:658.5

ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ОПТИМАЛЬНОГО РІВНЯ ЯКОСТІ ПРОЕКТНОЇ ПРОДУКЦІЇ

І. В. Лазько

Завідувач групою стандартизації та управління якістю ТОВ «Хімтехнологія»

Старший викладач, кандидат технічних наук

Севєродонецьке відділення

Інститут післядипломної освіти та дистанційного навчання

Східноукраїнський національний університет

ім. Володимира Даля

пр. Космонавтів, 18, м. Севєродонецьк, Україна,

93400

Контактний тел.: (0645) 705-095, (06452) 3-77-32

E-mail: standart_himtex@mail.ru

Запропоновано підхід до оцінки оптимального рівня якості проектної продукції за допомогою інтегрованих показників якості прийнятих проектних рішень з урахуванням проектної спеціалізації. Використання запропонованого спеціального математичного апарату дозволить скласти такий план розробки проектної документації (забезпечення проектними рішеннями), що має оптимальний рівень якості

Ключові слова: якість, проектна продукція, транспортна задача

Предложен подход к оценке оптимального уровня качества проектной продукции с помощью интегрированных показателей качества принимаемых проектных решений с учетом проектной специализации. Использование предложенного специального математического аппарата позволит сформировать такой план разработки проектной документации (обеспечения проектными решениями), которая имеет оптимальный уровень качества

Ключевые слова: качество, проектная продукция, транспортная задача

1. Вступ

Якість проектної продукції є складною категорією. При цьому, загальними вимогами щодо якості проектної продукції слід вважати: відповідність призначенню або сфері застосування; відповідність об'єктивним потребам і очікуванням замовника; відповідність вимогам НПА; відповідність вимогам суспільства; відповідність вимогам екологічної безпеки й охорони навколишнього середовища; ефективність технології проектування.

У відповідності із ДСТУ Б А.2.4-4:2009 [1] проектна продукція - це розроблені і затверджені у встановленому порядку текстові та графічні матеріали, якими визначаються технічні, містобудівні, об'ємно-планувальні, архітектурні, конструктивні, технологічні рішення, а також кошториси об'єктів будівництва.

Таким чином, проектна продукція являє собою опис проектних рішень у встановлених нормах та правилах формах проектної документації. Як правило, якість проектної продукції залежить від якості та оптимальності проектних рішень, що прийма-

ються кожним учасником проектування стосовно конкретного об'єкта, визначеності і адаптованості математичного апарату, що доведе таку оптимальність.

2. Постановка задачі

З урахуванням того, що проектні рішення різняться відповідно до проектної спеціалізації (технологічні, будівельні, архітектурні, електротехнічні, генеральний план і транспорт і ін.) постановимо задачу. Нехай m альтернативними проектними рішеннями A_i в кількості a_i ($i = \overline{1, m}$), що потенційно спроможні надати учасники проектування, необхідно забезпечити n розділів проектної документації B_j в кількості b_j ($j = \overline{1, n}$). Відомі інтегровані показники якості проектних рішень C_{ij} які враховують ресурсні витрати на розробку цих рішень (часові та грошові). Необхідно скласти такий план розробки проектної документації (забезпечення проектними рішеннями), що має максимальну якість.

Позначимо через X_{ij} альтернативну змінну, яка може набувати значення:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо є потреба у забезпеченні } i\text{-им} \\ & \text{проектним рішенням } j\text{-ий підрозділ} \\ 0, & \text{у протилежному випадку} \end{cases}$$

Формалізуємо задачу у вигляді матриці інтегрованих показників якості проектних рішень по кожному розділу проектної документації (табл. 1).

Таблиця 1

Матриця інтегрованих показників якості проектних рішень

Альтернативні проектні рішення	Розділи проектної документації						Типові проектні рішення (запаси)
	B_1	B_2	...	B_j	...	B_n	
A_1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	...	c_{1j} x_{1j}	...	c_{1n} x_{1n}	a_1
A_2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	...	c_{2j} x_{2j}	...	c_{2n} x_{2n}	a_2
...
A_i	c_{i1} x_{i1}	c_{i2} x_{i2}	...	c_{ij} x_{ij}	...	c_{in} x_{in}	a_i
...
A_m	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m2}	...	c_{mj} x_{mj}	...	c_{mn} x_{mn}	a_m
Загальні потреби у рішеннях	b_1	b_2	...	b_j	...	b_n	

Результати дослідження

Це транспортна задача [2-5], яка по сутності являється задачею лінійного програмування. Її можна вирішити різними методами, наприклад, методом північно-західного кута, симплекс-методом, методом потенціалів тощо.

Загальну математичну модель задачі лінійного програмування транспортного типу сформулюємо таким чином:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \max, \tag{1}$$

при умовах:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n X_{ij} \leq a_i, \dots, i = \overline{1, m}. \\ \sum_{i=1}^m X_{ij} \geq b_j, \dots, j = \overline{1, n} \end{cases} \tag{2}$$

$$x_{i,j} \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}, \tag{3}$$

Обмеження (2) показує, що підсумкова кількість i -их проектних рішень не може перевищувати кількість проектних рішень, які потенційно може надати учасник проектування у межах своєї компетенції. Також, обмеження (2) показує, що підсумкова кількість проектних рішень для забезпечення j -ого розділу проектної документації повинна повністю задовольняти його попит. Обмеження (3) виключає зворотне забезпечення проектними рішеннями. З наведеної моделі бачимо, що $\sum_{i=1}^m a_i \geq \sum_{j=1}^n b_j$.

Якщо $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$, то модель буде збалансованою транспортною моделлю. В збалансованій моделі обмеження (2)-(3) мають вид рівнянь. В реальних умовах, як правило, обсяг забезпечення проектними рішеннями не завжди дорівнює попиту, але транспортну модель завжди можна збалансувати.

У випадку перевищення наявної кількості проектних рішень над потрібною, тобто якщо $\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j$, вводиться фіктивний $(n+1)$ -й пункт постачання з попитом $b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$, а відповідні інтегровані показники якості прийняття проектних рішень за маршрутами руху $c_{i,n+1}$ ($i = \overline{1, m}$) дорівнюють нулю. Аналогічно, при $\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j$, вводиться фіктивний $(m+1)$ -й пункт споживання із запасом проектних рішень $a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i$, а відповідні інтегровані показники якості прийняття проектних рішень $c_{m+1,j}$ ($j = \overline{1, n}$) дорівнюють нулю. Ця задача зводиться до збалансованої транспортної задачі, з оптимального плану якої отримується оптимальний план вихідної задачі. Оптимальним рішенням задачі являється матриця $X_{\text{опт}} = (x_{ij})_{m \times n}$, що задовільняє системі обмежень (2)-(3) та забезпечує максимум цільової функції [3].

Для пошуку вихідного опорного рішення наведеної задачі скористаємося методом Фогеля [5] за наступним алгоритмом.

1. У кожному рядку й кожному стовпці матриці (табл.) необхідно обчислити різницю між всіма парами елементів (C_{ij}) та обрати мінімальну.

2. Серед всіх обраних мінімальних різниць C_{ij} необхідно вибрати максимальне значення й виділити відповідний стовпець (рядок).

3. В обраному стовпці (рядку) знайти мінімальне значення C_{ij} і призначити необхідне забезпечення проектним рішенням, орієнтуючись на наявність запасів (a_i) даного проектного рішення (A_{ij}) і потреб (b_j) даного розділу проектної документації (B_{ij}).

4. Викресливши відповідний рядок (стовпець), тобто видаливши з подальших розрахунків постачальника (споживача), запаси якого (потреби) вичерпані, необхідно повторити заново алгоритм (1-3) до повного складання плану розподілення.

Процес розподілу продовжують доти, поки усі проектні рішення від постачальників не будуть поставлені, а споживачі не будуть задоволені.

При розподілі проектних рішень може виявитися, що кількість зайнятих кліток менше, ніж $m+n-1$. У цьому випадку матриця вважається виродженою. У цьому випадку відсутнє число зайнятих кліток заповнюється нульовими поставками, які називаються умовно зайнятими.

Далі вбачається доцільним перевірити визначений отриманий опорний план на оптимальність. Знайдене вихідне опорне рішення перевіряється на оптимальність методом потенціалів за наступним критерієм: якщо опорне рішення транспортного завдання є оптимальним, то йому відповідає система $m+n$ дійсних чисел u_i й v_j , що задовольняють умовам $u_i + v_j = c_{ij}$ для зайнятих кліток і $u_i + v_j - c_{ij} \leq 0$ для вільних клітинок матриці. Числа u_i й v_j називають потенціалами.

У матрицю (табл. 1) додають рядок v_j і стовпець u_i . Потенціали u_i й v_j знаходять із рівняння $u_i + v_j = c_{ij}$, яке справедливого для зайнятих клітинок. Одному з потенціалів дається довільне значення, наприклад $u_1 = 0$, тоді інший потенціал визначається однозначно. Так, якщо відомий потенціал u_i , то $v_j = c_{ij} - u_i$; якщо відомий потенціал v_j , то $u_i = c_{ij} - v_j$. Позначимо $\Delta_{ij} = u_i + v_j - c_{ij}$. Таку оцінку називають оцінкою вільних клітинок. Якщо $\Delta_{ij} \leq 0$, то опорне рішення є оптимальним.

Якщо хоча б одна з оцінок $\Delta_{ij} > 0$, то опорне рішення не являється оптимальним та його можна поліпшити, шляхом переходу від одного опорного рішення до іншого.

З урахуванням вищевикладеного задача формулюється наступним чином: для усіх значень параметра $\delta \leq k \leq \phi$ де δ та ϕ — довільні дійсні числа, знайти такі значення x_{ij} ($i=1, m; j=1, n$) які обертають в максимум функцію:

$$F(x) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (c'_{ij} + kc''_{ij})x_{ij}, \quad (4)$$

при обмеженнях:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m x_{ij} = a_i, \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} = b_j, \end{cases} \quad (5)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}$$

Скориставшись методом потенціалів (Фогеля) вирішимо задачу при $k=\delta$ до отримання оптимального рішення.

Ознакою оптимальності являється умова:

$$u_i + v_j - (c'_{ij} + kc''_{ij}) \leq 0 \text{ для незайнятих клітинок та}$$

$$u_i + v_j = c'_{ij} + kc''_{ij} \text{ для зайнятих клітинок,}$$

де u_i, v_j — потенціали строк, стовпців розподільчої таблиці.

Умова сумісності транспортної задачі має вид

$$\alpha_{ij} + k\beta_{ij} \leq 0.$$

Значення a_{ij} та B_{ij} визначаються за умови:

$$\begin{cases} \alpha_{ij} = u'_i + v'_j - c'_{ij}, \\ \beta_{ij} = u''_i + v''_j - c''_{ij}, \end{cases} \quad (6)$$

де u'_i, v'_j, u''_i, v''_j визначаються із систем рівнянь:

$$\begin{cases} u'_i + v'_i + c'_{ij} \\ u''_i + v''_i + c''_{ij}. \end{cases} \quad (7)$$

Значення k знаходиться в межах $k_1 \leq k \leq k_2$:

$$k_1 = \begin{cases} \max(-\alpha_{ij} / \beta_{ij}), & \text{якщо існує хоча б одно } B_{ij} > 0; \\ -\infty, & \text{якщо все } B_{ij} \geq 0 \end{cases}$$

$$k_2 = \begin{cases} \min(-\alpha_{ij} / \beta_{ij}), & \text{якщо існує хоча б одно } B_{ij} > 0; \\ \infty, & \text{якщо все } B_{ij} \leq 0. \end{cases}$$

Алгоритм рішення задачі наступний.

1. Задачу вирішуємо при конкретному значенні параметра $k=\delta$ до отримання оптимального рішення.
2. Визначаємо a_{ij} та B_{ij} .
3. Обчислюємо значення параметра k .
4. Якщо $k > \delta$, розподілимо поставки проектного рішення та отримаємо нове оптимальне рішення. Якщо $k = \delta$, то рішення закінчене.

4. Висновки

Такий підхід до оцінки якості проектної продукції з урахуванням інтегрованих показників якості прийняття проектних рішень забезпечує реалізацію головної вимоги стандарту ДСТУ ISO 9001:2009 щодо постійного поліпшення якості проектної продукції та дозволяє враховувати специфіку й відмінності кожного проектного рішення за розділами проектної документації.

Відмінною характеристикою запропонованого підходу до оцінки якості проектної продукції являється використання спеціального математичного апарату, що дозволяє приймати рішення, пов'язані із визначенням оптимальності якості проектної документації.

Література

1. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації. Загальні положення: ДСТУ Б А.2.4-4:2009. - [Чинний від 2010-01-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. - IV, 57 с. - (Національний стандарт України).
2. Васильков, В.Г. Організація виробництва / В.Г.Васильков [навч. посібник]. – К.: КНЕУ, 2005. – 524 с.
3. Красс, М.С., Чупрынов Б.П. Основы математики и ее приложения в экономическом анализе: Учебник. – 3-е изд., исп. – М.: Дело, 2002. – 688 с.
4. Производственный менеджмент: [учеб. для вузов] / [Ильенкова С.Д., Бандурин А.В., Горбовцов Г.Я. и др.]; под ред. С.Д. Ильенковой. - М.: ЮНИТИ, 2002. - 580 с.
5. Чейз, Р.Б. Производственный и операционный менеджмент / Р.Б.Чейз, Н.Дж.Эквилайн, Р.Ф.Якобс, 8-е изд. - М.: Изд. дом "Вильямс", 2004. - 704 с.

Abstract

Obviously, the quality standard of designed product depends on quality and optimality standard of designing decisions, made by the participant of designing process concerning the specific object, specificity and adjustment of mathematical apparatus, which helps to evaluate such optimality. The article suggests an approach to the estimation of quality optimum level of designed product by means of integrated quality indices of the taken designing decisions, taking into account designing specialization. The application of the suggested mathematical apparatus helps to form the development plan of design documentation (design decisions plan). Its application allows achieving the optimum quality level of designed product. Such approach to the estimation of the quality of designed product, with a glance of integrated quality indices of designed decisions making, provides the realization of the main requirement of the State Standard ISO 9001:2009 concerning the permanent improvement of the quality of designed product. It also helps to take into consideration the specificity and differences of each designing decision according to the sections of design documentation

Keywords: quality, designed product, traffic problem

В обробці металів тиском має місце динамічні задачі теорії пружності та пластичності. Знайдено аналітичне рішення хвильового рівняння теорії пружності. Показано, що поміж аргументами тригонометричних функцій є співвідношення в диференційній формі. Це розширює можливості рішення, не обмежуючи аргумент функції лінійною залежністю

Ключові слова: обробка металів тиском, теорія пружності, динамічна задача, гармонійна функція

В обработке металлов давлением имеют место динамические задачи теории упругости и пластичности. Получено аналитическое решение волнового уравнения теории упругости. Показано, что между аргументами тригонометрических функций существует соответствие в дифференциальной форме. Это расширяет возможности решения, не ограничивая аргумент функции линейной зависимостью

Ключевые слова: обработка металлов давлением, теория упругости, динамическая задача, гармоническая функция

УДК 539.37

АНАЛІТИЧНЕ РІШЕННЯ ХВИЛЕВОГО РІВНЯННЯ ТЕОРІЇ ПРУЖНОСТІ В ОБРОБЦІ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

С. П. Шейко

Докторант, кандидат технічних наук, доцент
Кафедра обробки металів тиском
Запорізький національний технічний університет
вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, Україна,
69063

Контактний тел.: 093-029-22-23

E-mail: sheyko.s@mail.ru

1. Вступ

В процесах обробки металів тиском досить часто доводиться стикатися з динамічними задачами, які

впливають на параметри процесу та якість готової продукції. До них можна віднести висадку болтів на горизонтально-кувальних машинах, коли пластична деформація поширюється уздовж стержня не миттєво,