капиллярного эффекта и конденсации влаги в капиллярах и порах кирпича. Обычная конденсация влаги дополняется капиллярной конденсацией, связанной с тем, что над мениском воды, который образуется в капиллярах, формируется зона пониженного давления насыщенных паров. Верхняя зона увлажнения кирпичной кладки обуславливается температурой, которая превышает температуру точки росы при данных значениях влажности и температуры воздуха окружающей среды.

1. Солдаткин М.Т. Исследование тепловлажностных процессов, происходящих в наружных кирпичных стенах помещений с высокой температурой и высокой относительной влажностью воздуха (автореферат). М.: Изд-во Белорусского Политехнического института им. И.В.Сталина, 1953. 13с.
2. Вайцекаускас, В. С. Исследование влагопроводности сорбционно-влажных капиллярно-пористых строительных материалов [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук / В. С. Вайцекаускас. – Каунас, 1975.
3. Чураев Н.В. Механизм переноса влаги в капиллярно-пористых телах // Докл. АН СССР. 1963. Т. 148. № 6. С. 1361-1364.
4. Мачинский В.Д. О конденсации паров воздуха в строительных ограждениях // Строительная промышленность. 1927. № 1. С. 60-62.
5. Эпштейн А.С. Расчет конденсационного увлажнения конструкций // Проект и стандарт. 1936. № 11. С. 10-14.
6. Фокин К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей здания. М.: Изд-во Стройиздат, 1973. 287с.
7. Перехоженцев А.Г. Вопросы теории и расчета влажностного состояния неоднородных участков ограждающих конструкций зданий. ВГАСА, Волгоград. 1997. 217 с.
8. Гагарин В.Г. Математическое моделирование влагопереноса в капиллярно-пористом материале при изотермическом капиллярном всасывании жидкости // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. 2008. № 1. С. 98-108.
9. Франчук А.У. Экспериментальные исследования и разработка методов расчета массо-и тепло-обмена в пористых материалах ограждающих конструкций зданий (автореферат). М.: Изд-во Московского технологического института пищевой промышленности, 1956. 40с.
10. Лыков А. В. Явления переноса в капиллярно-пористых телах. М.: Государственное изд-во технико-теоретической литературы, 1954. 295 с.
11. Старцев С.А. Анализ причин неблагоприятного состояния подвалов в Санкт-Петербурге // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 2. С. 31-42.
12. Далинчук В.С., Старцев С.А. Механизмы увлажнения в кирпичной кладке цокольной части исторических зданий // Инновационное развитие. 2019. № 3. С. 11-17.

Дмитриевский Б.С., Лемкина М.В., Нестеров Н.А., Канавалов И.А.

Решение задачи составления производственного расписания

ФГБОУВО «Тамбовский государственный технический университет»

(Россия, Тамбов)

doi: 10.18411/lj-04-2019-226

idsp: ljjournal-04-2019-226

Аннотация

Рассмотрен один из способов решения задачи составления расписаний с заданными характеристиками и технологическими ограничениями, доставляющий экстремум критерия оптимальности, путем сведения ее к классу задач дискретной оптимизации методом ветвей и границ.

Ключевые слова: расписание, оптимизация, множество, элемент множества, граница.

Abstract

One of the ways to solve the scheduling problem with given characteristics and technological restrictions showing the extremum of the optimality criterion by reducing it to the class of discrete optimization problems using the branch-and-bound principle is considered.

Keywords: schedule, optimization, set, set element, restriction

Операции составления расписаний связаны с упорядочением во времени использования фиксированной системы машин (мест, процессоров, оборудования и т.д.) с известными характеристиками для обработки некоторого множества работ [1-3]. При этом должна быть удовлетворена определенная система технологических условий и обеспечено достижение оптимального значения некоторого показателя качества. Чаще других используются следующие показатели качества: а) суммарное время простоя оборудования; б) суммарные издержки на обработку серии изделий; в) число комплектов изделий, обработанных на заданное время. Технологические ограничения выделяют допустимые последовательности обработки каждой детали на различных машинах.

Сведем эту задачу к дискретной оптимизации в следующей форме:

найти $\max f(x)$ для $x \in \Omega_f$, где Ω_f - конечное множество допустимых решений. Введем конечное множество $\Omega \supseteq \Omega_f$, элементы которого называются решениями. При формировании Ω исключаются некоторые ограничения, задающие Ω_f .

При всем разнообразии методов ветвей и границ, общим для них являются следующие операции.

Ветвление. Предполагается, что существует правило ϕ , определенное на совокупности H всех подмножеств множества Ω и сопоставляющее всякому множеству, содержащему более одного элемента, $\Omega_i \in H$, конечное число множеств $\phi(\Omega_i) = \{\Omega_j\}$ таких, что $|\Omega_i| > |\Omega_j|$ для всех $\Omega_j \in \phi(\Omega_i)$, где $|\Omega_k|$ - число элементов множества Ω_k ; и $\Omega_i = \bigcup \Omega_j$, где $\Omega_j \in \phi(\Omega_i)$.

Разбиение множества Ω с помощью правила ϕ порождает разбиение множества Ω_f на подмножества $\Omega_{if} = \Omega_i \cap \Omega_f$.

Вычисление границ.

Используется два типа границ: верхняя граница (оценка) для значений $f(x)$ на каждом из подмножеств допустимых решений $\Omega_{if} = \Omega_i \cap \Omega_f$ и нижняя граница (рекорд) для оптимального значения $f(x)$ на Ω_f .

Оценка $\gamma(\Omega_i)$ задана на H и обладает следующими свойствами:

- а) $\gamma(\Omega_i) \geq f(x)$ для $x \in \Omega_{if}$;
- б) $\gamma(\Omega_i) = f(x)$, если $|\Omega_i| = 1$ и $\Omega_i = \Omega_{if} = \Omega = \{x\}$;
- в) $\gamma(\Omega_i) = -\infty$, если $|\Omega_i| = 1$ и $\Omega_i \cap \Omega_f = \emptyset$

Для вычисления оценки $\gamma(\Omega_i)$ решается некоторая оптимизационная задача простой структуры, которая служит оценочной для задачи: найти $\max f(x)$ для $x \in \Omega_{if}$.

Рекордом является функция $f^*(hk)$, определенная для любого списка hk подмножеств Ω_i ($h_0 = \{\Omega\}$), удовлетворяющая соотношениям:

- а) $f^*(hk) \leq f^*$, где f^* - значение оптимума в исходной задаче,
- б) $f^*(hk) \geq f(x)$, если $\Omega_{if} = \Omega_i = \{x\} \in hk$.

В процессе последовательного ветвления множества Ω исключаем подмножества, которые не содержат допустимых решений, лучших рекордного. Необходимо указать: способ вычисления оценок γ ; порядок выбора очередного подмножества для разбиения; правило ветвления ϕ .

Выбор подмножества. Широкое распространение получило правило выбора кандидата из списка hk на основе присвоения подмножествам Ω_i приоритетов. На k -ом шаге выбирается Ω_{k0} , имеющее максимальный приоритет $\lambda(\Omega_{k0}) = \max\{\lambda(\Omega_i), \Omega_i \in hk-1\}$.

Функция λ может быть векторной. Приоритеты $\lambda(\Omega_i)$ формируются в момент создания Ω_i . Правило ветвления, использующее приоритеты, называют одновременным. Схемы метода ветвей и границ с одновременным ветвлением требуют большого объема памяти для хранения информации о списке hk . От этого недостатка свободна схема одностороннего ветвления, в которой в качестве кандидата всегда выбирается последнее из подмножеств, добавленных к списку на предыдущем шаге.

После выбора подмножества Ω_{k0} осуществляется его разбиение согласно правила ϕ , и корректируется список $hk = (hk-1 \setminus \Omega_{k0}) \cup \phi(\Omega_{k0})$.

В задачах целочисленного линейного программирования (ЦЛП) для вычисления оценок γ решается задача линейного программирования (ЛП) с измененными границами $\alpha_i \leq x \leq \beta_i$, где векторы α_i и β_i составлены из целочисленных компонент. Пусть x_i - решение задачи, тогда положим $\gamma(\Omega_i) = f(x_i)$. Если задача несовместна, то считаем, что $\gamma(\Omega_i) = -\infty$ ($\Omega_i = \{0\}$).

Предположим, что у оптимального вектора x_i оценочной задачи существует нецелочисленная компонента x_{ij} . Определим правило ветвления $\phi(\Omega_i) = \{\Omega_i = \Omega_i \cap \{x: x_j \leq [x_{ij}]\}, \Omega_i = \Omega_i \cap \{x: x_j \geq [x_{ij}] + 1\}\}$, где $[x_{ij}]$ - целая часть x_{ij} .

Метод ветвей и границ для ЦЛП будет определен полностью, если зададим правило выбора переменной ветвления. Для поиска переменной ветвления можно воспользоваться штрафными оценками.

Выбор переменной ветвления основывается на анализе штрафов. Базисную переменную x_j для $j \in J$ в оптимальном базисе очередной оценочной задачи ЛП представим в виде $x_j = [x_j] + v_j$, где $[x_j]$ - целая часть x_j . Штраф за увеличения x_j на величину 1 – v_j обозначим через P^+_j , а за уменьшение x_j на величину v_j – через P^-_j .

На примере вычисления P^+_j покажем, как организовано вычисление штрафов при использовании мультипликативного представления В-1. Для небазисных переменных определим два списка номеров I-x и I+x следующим образом: I-x = $\{i: x_i = \alpha_i\}$ и I+x = $\{i: x_i = \beta_i\}$. Пусть переменная x_j занимает в базисе p-ю позицию, тогда определим вектор $z = e_p$ В-1, где e_p - p-й орт в R_m .

$P^+_j = \min \{s_1, s_2\}$ и $s_1 = \min(1 - v_j) \cdot (dk / -\alpha_{pk})$ для $k \in I-x$ и $\alpha_{pk} < 0$, а

$s_2 = \min(1 - v_j) \cdot (-dk / \alpha_{pk})$ для $k \in I+x$ и $\alpha_{pk} > 0$,

где $\alpha_{pk} = (z, A_k)$, A_k - k-й столбец матрицы A и переменная x_k небазисная; dk - приведенная оценка k-го столбца $dk = (y, A_k) - c_k$, y - вектор оптимальных двойственных переменных оценочной задачи ЛП и переменные dk уже вычислены при решении этой задачи. Если k-я небазисная переменная должна быть целочисленной, то величины $(1 - v_j) (dk / -\alpha_{pk})$ или $(1 - v_j)(-dk / \alpha_{pk})$, которые меньше $|dk|$ заменяются на $|dk|$. Начальные значения P^-_j и P^+_j полагаются равными $+\infty$ и некоторые из них таковыми и останутся, если соответствующая задача ЛП не имеет допустимого решения.

1. Матвейкин, В.Г. Однопроходный алгоритм составления расписаний для мелкосерийных и единичных производств / В.Г. Матвейкин, Б.С. Дмитриевский, С.Е. Хлебников // Системы управления и информационные технологии. - 2007. - № 4(30). - С. 69 - 73.
2. Матвейкин, В.Г. Использование генетического алгоритма при оперативном управлении поточным производством / В.Г. Матвейкин, Б.С. Дмитриевский, Н.В. Жданова // Приборы и Системы. Управление, Контроль, Диагностика. - 2007. - № 12. - С. 56 - 58.
3. Системы диспетчеризации и управления: учебное пособие / В.Г. Матвейкин, Б.С. Дмитриевский, И.С. Панченко, М.В. Кокорева - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. - 96 с.

Евдулов О.В., Магомедова С.Г., Магомедова К.А., Набиев Н.А.

Термоэлектрическая система для лечения воспалительных заболеваний пародонта методом умеренного криовоздействия

*ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»
(Россия, Махачкала)*

doi: 10.18411/lj-04-2019-227

idsp: ljjournal-04-2019-227

Аннотация

В работе рассмотрено применение методов криотерапии в стоматологической практике, в том числе для лечения воспалительных заболеваний пародонта. Изучены существующие аналоги, отражены их недостатки и ограничения использования на практике. Предложена конструкция термоэлектрической системы для лечения