

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ УКРАИНЫ
АКАДЕМИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК
АКАДЕМИЯ НАУК ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ УКРАИНЫ
ТАВРИЧЕСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ

СБОРНИК ТРУДОВ

IV Международной научно-практической конференции
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ

Часть 1

4—6 сентября, 1997 г.
Мелитополь, Украина

Мелитополь, 1997

Т.П. Конечные элементы с полярной геометрией.	92
П.И. Разработка геометрических моделей и компьютерных программ для задач восстановления функций.	95
Е.И. Геометрия интерполяционных полиномов на триугольнике.	99
Петрик М.Р., Балабан С.М., Свистун І.А. Математичне моделювання процесів дифузійно-фільтраційного масопереносу в неоднорідних пористих середовищах.	103
Балабан С.М., Петрик М.Р., Басюк І.М. Дискретне моделювання ізотермічних поверхонь при нагріванні деревини.	107
Дорошенко Ю.О. Забезпечення топологічності політканинних перетворень.	110
Дорошенко Ю.О. Політканинні перетворення тривимірного простору: теоретичні основи.	118
Власюк Г.Г. Просторові криві скінченних сум та напрямки їхнього застосування.	122
Скидан І.А., Коломиец Е.А. Вычислительные формулы метода математического моделирования поверхностей в специальных координатах.	125
Борисенко В.Д., Бидниченко Е.Г. Геометрическое моделирование лопаточных диффузоров центробежных компрессоров.	133
Борисенко В.Д. Профилирование лопаток центробежных турбин.	137
Борисенко В.Д., Шулежко С.В. Исследование возможности применения кубических сплайнов при конструировании аэродинамических обводов.	141
Борисенко В.Д., Калинина И.А. К вопросу моделирования скелетной поверхности рабочих лопаток осерадиальных турбомашин.	145
Корабельский В.И., Иванов А.М. Геометрическое паркетирование поверхности рабочего органа по заданной объемной модели воздействия.	149
Ковалев Ю.Н. Геометрическое представление данных психологических исследований.	153
Молдавская Т.А. Результаты экспериментальных исследований конструкций сталебетонных арок.	157
Бадаева Н.И., Аушева Н.Н. Проектирование пространственных динамических обводов.	160
Аникеева Н.П., Иванов Г.С., Кострюков А.В. Характеристика алгебраических кривых, моделирующих сеть силовых и эквипотенциальных линий электрического поля.	162
Корчинский В.М. Геометрическая модель идентификации форм проекционных изображений в многомерном псевдоевклидовом пространстве.	166
Куценко Л.Н., Бобов С.В. Пожар как сложная динамическая система.	170
Куценко Л.Н., Сивак Е.М. Идентификация токарных изделий на ленте конвейера роботом-сортировщиком.	172

УДК 515.2. *Математика*

Дискретне моделювання ізотермічних поверхонь при нагріванні деревини.

Балабан С.М., Петрик М.Р., Басюк І.М.

Тернопільський державний технічний університет
ім. І.Пуллюя.

На деревообробних підприємствах деревина сушиться в лісосушильних камерах періодичної дії конвективним способом. При цьому сушіння являється найбільш тривалим, енергоємним і технологічно складним процесом. Тому, в наш час, особливо гостро стоїть питання розробки і впровадження у виробництво високоефективних і енергозберігаючих способів сушіння деревини.

При реконструкції сушильного відділення Тернопільського деревообробного комбінату запропоновано використати періодичну подачу сушильного агента в лісосушильні камери і вести сушіння у переривистому режимі. Такий спосіб сушіння дозволяє в значній мірі інтенсифікувати процеси тепло-масообміну, але одночасно вимагає дотримуватись рівномірного прогріву деревини по всьому її об'єму. Аналіз рівномірності нагрівання деревини можна проводити знаючи розподіл температурних полів об'єктів сушіння в будь-який момент їх нагріву.

Відомо [1], що процес нагрівання деревини в лісосушильних камерах ведуть за наступними схемами: 1) волога деревина нагрівається сушильним агентом, при цьому процес супроводиться висиханням деревини; 2) суха деревина нагрівається в середовищі сушильного агента, при цьому незначним її висиханням можна знехтувати. На початку сушіння процес нагрівання деревини проходить за першою схемою, а по мірі висихання наближається до другої схеми.

Для математичного опису і графічного моделювання розглядаємо температурне поле як формоутворюючий фактор поверхні, де ізотермічні лінії формують каркас поверхні рівних температур [2].

Зміну температури в довільній точці тіла визначаємо з допомогою диференціального рівняння Фур'є [1]

$$\frac{dT}{d\tau} = \frac{\lambda}{c\rho} \left(\frac{d^2T}{dx^2} + \frac{d^2T}{dy^2} + \frac{d^2T}{dz^2} \right), \quad (1)$$

де τ - час; T - температура; c - питома теплоємність тіла; ρ - густина тіла; x, y, z - просторові координати вибраної точки тіла. Залежність

(1) не дозволяє враховувати втрати тепла від випаровування вологи при нагріванні вологої деревини. Рішення даної задачі запропоноване Ликовим [3] як розрахунок температурного поля з неперервно діючим джерелом тепла. При цьому процес випаровування вологи розглядаємо як наявність в деревині негативного джерела тепла і для розрахунку температурного поля використовуємо запропоновану залежність:

$$\frac{dT}{d\tau} = \frac{\lambda}{c\rho} \left(\frac{d^2 T}{dx^2} + \frac{d^2 T}{dy^2} + \frac{d^2 T}{dz^2} \right) - \frac{\omega}{c\rho} \quad (2)$$

де ω - питома потужність діючого джерела тепла (випаровування).

До рівняння (2) долучимо початкову і крайову умови: початкові умови

$$T(\tau, x, y, z) |_{\tau=0} = T_0(x, y, z) \quad (3)$$

$$\left(-\xi_j \frac{dT}{dx_j} + \eta_j T \right)_{x_j=a_j} = \psi_j^1(\tau) \quad (4)$$

$$\left(\xi_j^2 \frac{dT}{dx_j} + \eta_j^2 T \right)_{x_j=b_j} = \psi_j^2(\tau) \quad ; j=1,2,3 \quad (5)$$

В результаті одержимо наступну крайову умову, побудувавши обмежений в області $D = \{(\tau, x_1=x; x_2=y; x_3=z); \tau > 0, x_j \in (a_j; b_j) j=1,2,3\}$ розв'язок рівняння (2), що задовольняє умови (3), (5).

Розв'язок крайової задачі (2) - (5) знаходимо з допомогою скінченного інтегрального перетворення Фур'є, інтегральні оператори (прямої і оберненої дії) та основна тотожність яких визначаємо за наступними правилами:

а) оператор прямої дії:

$$F_{n,j} [T(x_j)] = \int_{a_j}^{b_j} T(x_j) v_{n,j}(x_j) dx_j = T_{n,j} \quad (6)$$

б) оператор зворотної дії:

$$F_{n,j}^{-1} [T_{n,j}] = \sum_{n=1}^{\infty} T_{n,j} \frac{v_{n,j}(\beta_{n,j} x_j)}{\|v_{n,j}\|^2} \quad (7)$$

де $\beta_{n,j}, v_{n,j}(\beta_{n,j} x_j)$ - власні числа і власні функції інтегрального перетворення; $\|v_{n,j}(x_j, \beta_{n,j})\|^2$ - квадрат норми;

в) основна тотожність для диференціального оператора:

$$F_n \left[\frac{d^2}{dx_j^2} T(x_j) \right] = -\beta_{n_j}^2 \left(T_{n_j} + v_{n_j}(\beta_{n_j}, b_j) \right) \left(\xi_j^2 \frac{d}{dx_j} + \eta_j^2 \right) T|_{x_j=a} =$$

$$= b_j + v_{n_j}(\beta_{n_j}, a_j) \left(-\xi_j^2 \frac{d}{dx_j} + \eta_j^2 \right) T|_{x_j=a} \quad (8)$$

Застосувавши послідовно до задачі (2) - (5) оператори (6) - (8) одержимо задачу Коші:

$$\frac{dT_{n_1 n_2 n_3}(\tau)}{d\tau} + (\beta_{n_1}^2 + \beta_{n_2}^2 + \beta_{n_3}^2) T_{n_1 n_2 n_3}(\tau) = \Psi_{n_1 n_2 n_3}(\tau); \quad (9)$$

$$T_{n_1 n_2 n_3}(\tau)|_{\tau=0} = T_{0 n_1 n_2 n_3}; \quad (10)$$

Розв'язком якої буде функція

$$T_{n_1, n_2, n_3}(\tau) = \int_0^\tau e^{-\left(\sum_{j=1}^3 \beta_{n_j}^2\right)(\tau-s)} \Psi_{n_1, n_2, n_3}(s) ds \quad (11)$$

Застосувавши до (11) інтегральний оператор зворотньої дії (7), одержимо розв'язання вихідної крайової задачі (2), (5) у вигляді:

$$T(\tau, x, y, z) = \sum_{n_1=1}^{\infty} \sum_{n_2=1}^{\infty} \sum_{n_3=1}^{\infty} T_{n_1 n_2 n_3}(\tau) \frac{v_{n_1}(\beta_{n_1}, x)}{\|v_{n_1}(\beta_{n_1}, x)\|^2} \cdot \frac{v_{n_2}(\beta_{n_2}, y)}{\|v_{n_2}(\beta_{n_2}, y)\|^2} \cdot \frac{v_{n_3}(\beta_{n_3}, z)}{\|v_{n_3}(\beta_{n_3}, z)\|^2} \quad (12)$$

Одержанні результати дозволяють значно скоротити і спростити процес розрахунку і моделювання процесів зміни температурних полів з використанням комп'ютерної техніки.

Література.

1. Серговский П.С., Расев А.И., Гидротермическая обработка и консервирование древесины.-М.; Лесная промышленность, 1987.-360 с.
2. Боклаг Г.Г. Дискретное моделирование изотермических поверхностей. Тези доповідей всеукраїнської науково-методичної конференції "Геометричне моделювання, інженерна та комп'ютерна графіка".-Харків:1993.-с.175.
3. Лыков А.В. Теория сушки.- М.:Энергия, 1968.-472с.