

УДК 004.942+681.62

**Я. Ю. Коляно\***, канд. фіз.-мат. наук,

**Т. С. Сасс\***, канд. техн. наук,

**Є. Г. Іваник\*\***, канд. фіз.-мат. наук,

**О. В. Сікора\*\*\***, канд. техн. наук,

**М. В. Дорошенко\*\*\***, канд. фіз.-мат. наук

\*Українська Академія друкарства, м. Львів,

\*\*Національна академія сухопутних військ  
імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів,

\*\*\*Дрогобицький державний педагогічний університет  
імені Івана Франка, м. Дрогобич

## **ІТ-ЗАСОБИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ КОНДУКТИВНОГО СУШІННЯ ПОЛІГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Розглянуто основні проблеми оптимізації виробничих процесів в поліграфічній індустрії, пов'язаних з виробництвом поліграфічних матеріалів і напівфабрикатів, які базуються на математичному моделюванні процесів тепломасоперенесення. Виконано аналіз сучасних ІТ-засобів, що сприяють вирішенню поставлених проблем, розроблено структурну модель інформаційних технологій удосконалення процесу кондуктивного сушіння поліграфічних матеріалів, яка ґрунтується на формуванні структури програмних засобів, алгоритму роботи та теорії мереж Петрі, що дає змогу дослідити динаміку роботи системи кондуктивного сушіння. Подано схему розв'язання актуальної науково-прикладної задачі розроблення структурної моделі інформаційних технологій удосконалення процесу кондуктивного сушіння поліграфічних матеріалів на основі математичного моделювання тепломасоперенесення у капілярно-пористих колоїдних тілах, що має важливе значення для оптимального вибору режиму сушіння, енергозбереження та забезпечення необхідної якості продукції. Розроблена структура інформаційних технологій удосконалення процесів сушіння поліграфічних матеріалів, основними структурними частинами інформаційних технологій є програмні засоби, які розраховують значення температури та потенціалу вологоперенесення у будь-який момент часу та на будь-якій поверхні матеріалу, що кондуктивно висушується.

**Ключові слова:** *конвективне сушіння, кондуктивне сушіння, тепла обробка, математична модель, поліграфічні системи, нестационарна задача термовологопровідності, термодинамічні параметри, інформаційні технології.*

**Вступ.** Значна кількість поліграфічних матеріалів і напівфабрикатів піддаються сушінню та тепловій обробці на різних етапах поліграфічного виробництва. Сушіння в природних умовах значно збіль-

шує тривалість технологічного процесу, тому необхідно застосовувати штучне висушування.

Тісний зв'язок з практикою є запорукою вирішення будь-якої наукової проблеми. При цьому першочергове значення має сама технологія процесу, розроблена на підставі аналізу складних виробничих ситуацій. Завдання технології теплової обробки (нагрівання, сушіння) полягає в розробці методів керування процесами, які відбуваються у матеріалі, з метою отримання готового продукту або напівфабрикату високої якості, скорочення тривалості процесу, термінів випуску продукції, а також оптимізації витрат енергії. Розробка методів штучного висушування і нагрівання базується на теорії нагрівання, теорії сушіння і фізико-хімічній механіці матеріалів [2, 8, 10, 17, 36, 38].

Отже, розроблення нових інформаційних технологій для удосконалення процесів сушіння поліграфічних матеріалів є актуальним та відповідає сучасним тенденціям наукових досліджень у поліграфії.

**Постановка проблеми.** Процес сушіння — складний теплофізичний і технологічний процес. Основою теорії сушіння є закономірності переносу тепла і вологи у вологих матеріалах при взаємодії їх з нагрітими газами (конвективне сушіння), з гарячими поверхнями (контактне сушіння), а також в процесах опромінення тепловими і електромагнітними хвилями (терморадіаційне сушіння) при наявності фазових перетворень [1–6]. Теорія сушіння є важливим розділом теплофізичної науки про тепло- і масообмін. Проте процес сушіння вологих матеріалів є одночасно і технологічним процесом, в якому змінюються структурно-механічні, технологічні і біохімічні властивості матеріалів. Зміна цих властивостей обумовлена тим, що в процесі сушіння відбувається зміна форм зв'язку вологи з матеріалом і її часткове видалення шляхом випаровування. Тому теорія сушіння включає в себе не тільки розділи тепло- і масоперенесення в тілі, але і вчення про форми зв'язку вологи з вологими матеріалами, ряд основних розділів фізико-хімічної механіки і деякі розділи технології і біохімії [1–4].

Тісний зв'язок з практикою є запорукою вирішення будь-якої наукової проблеми. При цьому першочергове значення має сама технологія процесу, розроблена на підставі аналізу складних виробничих ситуацій. Завдання технології теплової обробки (нагрівання, сушіння) полягає в розробці методів керування процесами, які відбуваються у матеріалі, з метою отримання готового продукту або напівфабрикату високої якості, скорочення тривалості процесу, термінів випуску продукції, а також оптимізації витрат енергії. Розробка методів штучного висушування і нагрівання базується на теорії нагрівання, теорії сушіння та фізико-хімічній механіці матеріалів [7–9].

**Аналіз попередніх публікацій.** Розвиток дослідження процесів сушіння паперу, картону та целюлози, свідчить, що у їх виробництві переважно застосовується кондуктивний і комбінований (кондуктив-

но-конвективний) способи сушіння [1, 2]. Посилене споживання паперу на ринках в 20-х і особливо в 30-х роках ХХ ст. викликало появу багатьох робіт, які тією чи іншою мірою стосувалися процесу сушіння паперу. Аналіз досліджень показав, що виникла необхідність теоретично пояснити особливості процесу сушіння, виявити її механізм, дати деякі розрахункові параметри, інтенсифікувати процес за рахунок кращої його організації, вентиляції тощо. Низка численних публікацій показала [3–8], що як кондуктивне, так і комбіноване сушіння є дуже складними теплофізичними процесами, на які впливає одночасно безліч змінних факторів (понад тридцять), якими досить важко знехтувати і не брати їх до уваги при дослідженні [2]. В основному всі дослідження проводились з метою з'ясування впливу на процес сушіння окремих змінних факторів [9, 10], а також визначення співвідношення кількості вологи, яка випаровується на різних ділянках шляху паперового полотна [9, 11, 12]. Найбільш повним дослідженням є робота І. Л. Любошіца [11]. Ним досліджено вплив на процес сушіння паперу низки основних змінних факторів, запропоновані розрахункові рівняння та графіки для визначення швидкості сушіння, встановлена роль ділянок шляху полотна та сукон в процесі сушіння.

Важливим етапом розвитку теорії сушіння є встановлення О. В. Ликовим явища термодифузії вологи (термовологопровідності). Суть цього явища полягає у тому, що при виникненні у матеріалі градієнтів температури, волога всередині матеріалу буде переміщатися від ділянки з більшою температурою до ділянки з меншою температурою [1]. Це послужило основою для створення системи диференціальних рівнянь тепло- і волого(масо)переносу [13, 14]. Ця система диференціальних рівнянь знаходиться у повній відповідності з основними положеннями термодинаміки незворотніх процесів, де процеси переносу тепла і вологи (маси) розглядаються в їх нерозривному зв'язку. Ця система була розв'язана для різних умов взаємодії тіл з оточуючим середовищем і сьогодні представляє собою аналітичну теорію взаємозв'язаного тепло- і масопереносу [2, 15–20]. Відзначимо, що математичний апарат теорії тепло- і масообміну розвивався від застосування найпростіших рівнянь дифузії до поєднання їх із термодифузією (термовологопровідністю) [18–22].

**Мета статті:** розроблення структурної моделі інформаційних технологій удосконалення процесу кондуктивного сушіння поліграфічних матеріалів, яка ґрунтується на формуванні структури програмних засобів, алгоритму роботи та теорії мереж Петрі.

**Виклад основного матеріалу.** Штучне сушіння напівфабрикатів, порівняно з природнім, дозволяє:

- 1) багаторазово скоротити тривалість процесу обробки напівфабрикатів і терміни випуску продукції;

- 2) забезпечити високу та постійну якість (вологівміст та фізико-механічні властивості) напівфабрикатів і знизити відсоток браку на подальших операціях;
- 3) включити операцію сушіння в потік, не змінюючи його ритму та такту при зміні технологічних факторів;
- 4) поєднувати сушіння з транспортуванням, використовуючи спеціальні сушильні пристрої.

Скорочення терміну випуску виробів та зниження браку сприяють підвищенню ефективності виробництва — зниженню собівартості, зростанню продуктивності праці, збільшенню суми прибутку, зростання рентабельності і фондівіддачі [23].

Під кінетикою процесу сушіння розуміють закономірності зміни середньої температури та середнього вологовмісту тіла в часі [13]. Кінетика сушіння дає змогу вивчати швидкість протікання процесу сушіння. Під динамікою процесу сушіння розуміють розподіл полів температури і вологовмісту в будь-який момент часу в будь-якій точці тіла [13]. Розроблена схема інформаційної технології кондуктивного сушіння поліграфічних матеріалів базується на вивченні цих двох основних схем технології обробки поліграфічних матеріалів, що в кінцевому підсумку дозволяє встановити теоретично оптимальний режим сушіння.

Математична постановка задачі реалізується на моделі пластинчатих структур і здійснена згідно з теорією нестационарної термовологопровідності А. В. Ликова, розглядається у вигляді початково-крайової задачі для безрозмірних температури  $T(Z, Fo)$  і потенціалу вологопереносу  $\Theta(Z, Fo)$  з несиметричними граничними умовами [15, 16]. Задача термовологоперенесення, формулюється в розмірному виді, залежить від чотирнадцяти термодинамічних параметрів:  $a_q, a_m, \alpha_q, \alpha_m, \lambda_q, \dots$ , а безрозмірна від шести:  $\varepsilon, Lu, Ko, Pn, Vi_m, Vi_q$  [15, 16, 24, 25]. Вивчення поведінки цих шести основних безрозмірних параметрів, кожен з яких має свою фізичну суть, дозволяє зрозуміти у якій мірі кожен з них впливає на процес, тобто дозволяє більш глибоко, через меншу кількість параметрів, розкрити фізичну суть розглядуваного процесу сушіння [15, 26].

Виконані в ряді робіт дослідження і отримані при цьому результати кондуктивного сушіння поліграфічних матеріалів [27–29] служать підставою виокремлення компонент для побудови схеми основних елементів інформаційної технології удосконалення кондуктивного сушіння поліграфічних матеріалів. Підсумовуючи їх, виділимо основні етапи розробленої інформаційної технології.

1. Визначаються основні параметри впливу на процес кондуктивного сушіння. Як правило, для процесу кондуктивного сушіння, ними є тепловий потік, температура оточуючого середовища, початкова температура матеріалу, початковий та рівноважний (шуканий, потрібний) потенціал вологоперенесення матеріалу, швидкість сушіння.

2.1.1. Здійснюється математична постановка нестационарної задачі термовологопровідності щодо кондуктивного сушіння поліграфічних матеріалів з відповідними граничними і початковими умовами. Задача розв'язується аналітично, в результаті отримуються розрахункові залежності в розмірному та безрозмірному вигляді для розрахунку нестационарних температури і потенціалу вологоперенесення.

2.1.2. Уточнюються розмірні та обчислюються безрозмірні термодинамічні параметри конкретного матеріалу, який висушується.

2.1.3. Обчислюються нестационарні значення температури і потенціалу вологоперенесення з використанням розробленої імітаційної моделі, формується таблиця значень температури і потенціалу вологоперенесення в різні моменти часу і на різних поверхнях матеріалу, що висушується.

2.1.4. Будуються графіки розподілу температури і потенціалу вологоперенесення залежно від часу та по товщині матеріалу в різні моменти часу.

2.1.5. На основі отриманих числових даних, які представлені у вигляді графіків, визначається тривалість сушіння або нагрівання матеріалу, визначаються максимальні та мінімальні значення градієнтів температури та потенціалу вологоперенесення під час кондуктивного висушування поліграфічних матеріалів.

2.2.1. Здійснюється математична постановка стаціонарної задачі термовологопровідності щодо кондуктивного сушіння поліграфічних матеріалів з відповідними граничними і початковими умовами. Задача розв'язується, в результаті отримуються формули в розмірному та безрозмірному вигляді для розрахунку стаціонарних температури і потенціалу вологоперенесення.

2.2.2. Уточнюються розмірні та обчислюються безрозмірні термодинамічні параметри конкретного матеріалу, що висушується.

2.2.3. Обчислюються стаціонарні значення температури і потенціалу вологоперенесення з використанням розробленої імітаційної моделі, формується таблиця розподілу температури і потенціалу вологоперенесення по товщині матеріалу, що висушується.

2.2.4. Будуються графіки (схеми) розподілу стаціонарних температури і потенціалу вологоперенесення по товщині матеріалу.

2.2.5. На основі отриманих графіків (схем) визначаються стаціонарні значення градієнтів температури та потенціалу вологоперенесення під час кондуктивного висушування поліграфічних матеріалів і здійснюється перевірка правильності розв'язків нестационарної задачі.

3. На основі отриманих результатів даються рекомендації щодо покращення кондуктивного сушіння. Наприклад, щодо зменшення часу висушування, зміни значення теплового потоку, зменшення градієнтів температури і потенціалу вологоперенесення, зміни температури оточуючого середовища, економії теплової енергії.

Стосовно виконаного дослідження схема на рис. 1 відображає послідовність реалізації та суть етапів, а також взаємозв'язків між ними. Для більш повного сприйняття схеми слід вважати, що результати виконання основних процедур кожного з етапів логічно сприймати вхідними даними для наступних.

Розроблена структура інформаційних технологій удосконалення процесів сушіння поліграфічних матеріалів, зображена на рис. 2; основними структурними частинами інформаційних технологій є програмні засоби, які розраховують значення температури і потенціалу вологоперенесення у будь-який момент часу і на будь-якій поверхні матеріалу, що кондуктивно висушується. Розроблення цих засобів стало можливим завдяки постановці і розв'язанню задач нестационарної термовологопровідності що відображає процес кондуктивного сушіння [30–41].

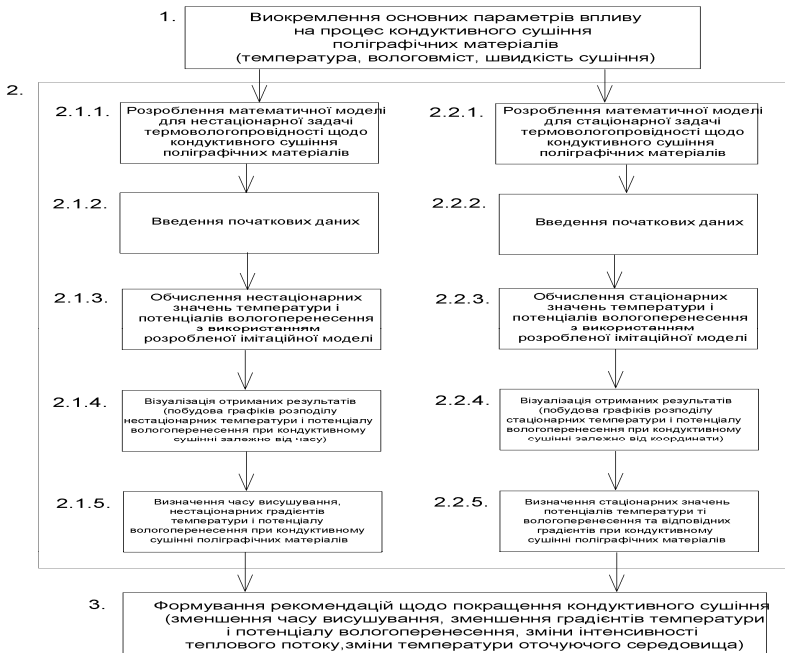
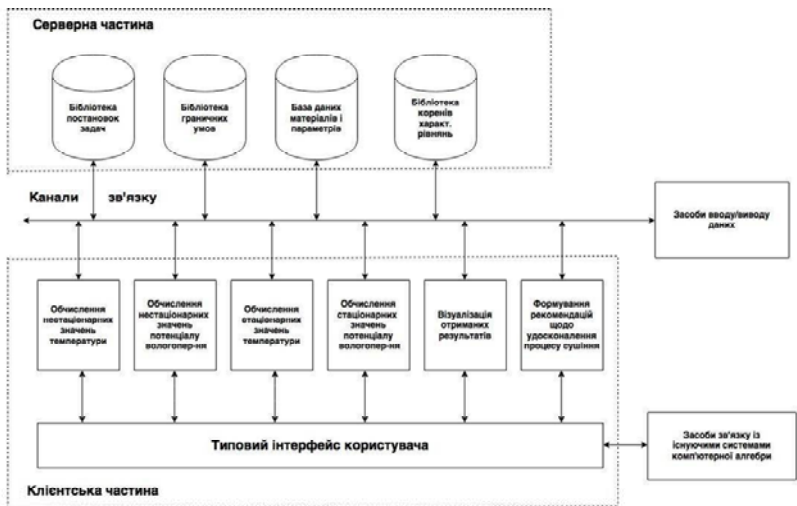
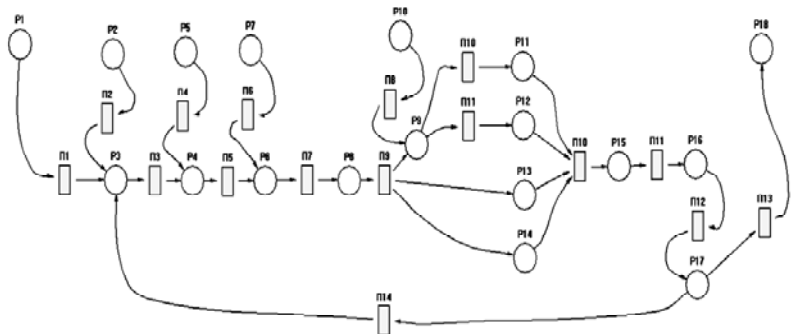


Рис. 1. Схема основних елементів інформаційної технології удосконалення кондуктивного сушіння поліграфічних матеріалів



*Рис. 2. Структура інформаційних технологій удосконалення процесів сушіння поліграфічних матеріалів*

Система ґрунтується на розробленні ієрархічної структури програмних засобів, алгоритму роботи та теорії мереж Петрі (рис. 3), що дає змогу дослідити динаміку роботи цієї спроектованої системи [35, 36, 42].



*Рис. 3. Структура мережі Петрі інформаційних технологій удосконалення процесів сушіння поліграфічних матеріалів*

Представлена модель показує, як відбувається взаємодія між компонентами системи. Математичне представлення моделі досліджуваного технологічного процесу сушіння на основі мережі Петрі має наступний вигляд [35, 36]:  $M_{\text{МП}} = (P, \Pi, V_{\text{вх}}, V_{\text{вих}})$ , де  $P = \{P1, P2, \dots, P18\}$  — множина позицій (станів);  $\Pi = \{\Pi1, \Pi2, \dots, \Pi14\}$  — множина переходів;  $V_{\text{вх}} = \{V_{\text{вх}1}, V_{\text{вх}2}, \dots, V_{\text{вх}21}\}$  — множина вхідних дуг;  $V_{\text{вих}} = \{V_{\text{вих}1}, V_{\text{вих}2}, \dots, V_{\text{вих}21}\}$  — множина вихідних дуг, що відображено в таблиці 1 позицій мережі Петрі.

Таблиця позицій мережі Петрі

Позиція	Призначення
P1	Початок
P2	Бібліотека постановок задач
P3	Вибір постановки задачі
P4	Вибір граничних умов
P5	Бібліотека граничних умов
P6	Вибір параметрів матеріалу
P7	База даних матеріалів і параметрів
P8	Введення початкових даних
P9	Обчислення коренів характеристичного рівняння
P10	Бібліотека коренів характеристичного рівняння
P11	Обчислення нестационарних значень температури
P12	Обчислення нестационарних значень потенціалу вологоперенесення
P13	Обчислення стаціонарних значень температури
P14	Обчислення стаціонарних значень потенціалу вологоперенесення
P15	Візуалізація отриманих результатів
P16	Формування рекомендацій щодо удосконалення процесу сушіння
P17	Проблема вирішена?
P18	Кінець

Розроблена структурна модель дозволяє дослідити динаміку роботи спроектованої системи [35, 42]. Отримані результати побудови інформаційних технологій оптимізації процесу сушіння певних видів поліграфічних матеріалів дають змогу стверджувати, що тупики відсутні, а мережа жива.

**Висновки.** Отже, подано схему розв'язання актуальної науково-прикладної задачі розроблення структурної моделі інформаційних технологій удосконалення процесу кондуктивного сушіння поліграфічних матеріалів на основі математичного моделювання тепломасоперенесення у капілярно-пористих колоїдних тілах, що має важливе значення для оптимального вибору режиму сушіння, енергозбереження та забезпечення необхідної якості продукції.

#### Список використаних джерел:

1. Загаринская Л. А. Полиграфические материалы : учебник / Л. А. Загаринская, Б. Н. Шахкельдян. — М. : Книга, 1975. — 351 с.
2. Красников В. В. Кондуктивная сушка / В. В. Красников. — М. : Энергия, 1973. — 288 с.
3. Воробьев Д. В. Технология брошюровочно-переплетных процессов : учеб. для вузов по спец. «Технология полигр. пр-ва» / Д. В. Воробьев, А. И. Дубасов, Ю. М. Лебедев — М. : Книга, 1989. — 392 с.
4. Воробьев Д. В. Технология послепечатных процессов / Д. В. Воробьев. — М. : МГУП, 2000. — 392 с.



5. Діагностика властивостей деревини в технологічних процесах деревообробки / І. М. Озарків, С. В. Басалига, Я. Ф. Кулешник та ін. — Львів : Вид. дім «Панорама», 2003. — 228 с.
6. Стрепко І. Синтез системи автоматичного регулювання температури в автоматичній сушарці книжкових блоків / І. Стрепко, А. Забрамний, Б. Федина // Комп'ютерні технології друкарства : зб. наук. праць. — Львів : УАД, 2002. — Вип. 9. — С. 40–49.
7. Чехман Я. І. Друкарське устаткування : підручник / Я. І. Чехман, В. Т. Сенкус та ін. — Львів : УАД, 2005. — 468 с.
8. Шот Р. І. Теплові процеси в поліграфії : навч. пос. / Р. І. Шот, І. Т. Стрепко. — Львів : УАД «Фенікс», 1998. — 202 с.
9. Шухман Ф. Г. Бумагоделательные машины / Ф. Г. Шухман. — М. ; Л. : Гослесбумиздат, 1967.
10. Красников В. В. Контактная и комбинированная сушка тонких капиллярнопористых материалов / В. В. Красиков. — М. : Изд-во. МТИПП, 1957.
11. Любошиц И. Л. Сушка бумаги / И. Л. Любошиц. — Минск : Изд-во АН БССР, 1952.
12. Шервуд Т. К. Обезвоживание целлюлозы и бумаги / Т. К. Шервуд, Г. Гарднер, Р. Уитни // Бумажная промышленность. — 1939. — № 1.
13. Алабовский А. Н. Теплотехника / А. Н. Алабовский, С. М. Константинов, И. А. Недужий — К. : Вища школа, 1986. — 255 с.
14. Лыков А. В. Теория сушки / А. В. Лыков — М. : Энергия, 1968. — 472 с.
15. Луцик П. П. Уравнения теории сушки деформируемых твердых тел / П. П. Луцик // Промышленная теплотехника. — 1985. — Т. 7, № 6. — С. 8–20.
16. Луцик П. П. Массотермическое деформирование капиллярно-пористых коллоидных тел в процессах сушки / П. П. Луцик // Тепломаассообмен VII. — Минск. — 1984. — С. 90–93.
17. Лыков А. В. Теория тепло- и массопереноса / А. В. Лыков, Ю. А. Михайлов. — М. : Госэнергоиздат, 1963. — 535 с.
18. Никитина Л. М. Таблицы равновесного удельного влагосодержания и энергии связи влаги с материалами : справ. пос. / Л. М. Никитина. — М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1963. — 176 с.
19. Никитина Л. М. Термодинамические параметры и коэффициенты массопереноса во влажных материалах / Л. М. Никитина. — М. : Энергия, 1968. — 500 с.
20. Павлюкевич Н. В. О кинетической теории процессов переноса в пористых средах / Н. В. Павлюкевич // Инженерно-физический журнал. — 1993. — Т. 4, № 6. — С. 763–766.
21. Куц П. С. Обобщенное уравнение кинетики конвективной сушки влажных материалов / П. С. Куц, В. Я. Шкляр, А. И. Ольшанский // Инженерно-физический журнал. — 1987. — Т. 53, № 1. — С. 90–96.
22. Діагностика властивостей деревини в технологічних процесах деревообробки / І. М. Озарків, С. В. Басалига, Я. Ф. Кулешник, І. А. Соколовський, М. С. Кобринович. — Львів : Вид. дім «Панорама», 2003. — 228 с.
23. Шот Р. І. Дослідження процесу інтенсифікації сушіння корінців книжкових блоків / Р. І. Шот, М. М. Луцків // Поліграфія і видавнича справа : респ. міжвід. наук.-техн. зб. — Львів : Вища школа, 1979. — Вип. 15. — С. 80–84.

24. Журавлева В. П. Массоперенос при термообработке и сушке капиллярно-пористых строительных материалов / В. П. Журавлева. — Минск, 1972. — 189 с.
25. Ефимов М. В. Автоматизация технологических процессов полиграфии / М. В. Ефимов, Г. Д. Толстой. — М. : Книга, 1989. — 512 с.
26. Запоточний В. Й. Аналіз способів висушування клейових з'єднань в брошурувально-палітурному виробництві / В. Й. Запоточний // Кваліологія книги : зб. наук. праць. — Львів : УАД, 2009. — Вип. 1. (15). — С. 46–50.
27. Коляно Я. Ю. Нестационарна задача теплопроводності для необмеженої плити щодо сушіння поліграфічної продукції / Я. Ю. Коляно, Т. С. Сасс, І. Г. Юнгер // Наукові записки УАД. — Львів : УАД, 2008. — Вип. 1 (13). — С. 139–146.
28. Коляно Я. Ю. Перехідні поля потенціалів тепловологопереносу в нескінченній пластині в процесі конвективного сушіння / Я. Ю. Коляно, Т. С. Сасс // Комп'ютерні технології друкарства : зб. наук. праць. — Львів : УАД, 2013. — № 29. — С. 206–213.
29. Коляно Я. Ю. Чисельний аналіз нестационарної задачі теплопроводності для необмеженої плити щодо сушіння поліграфічної продукції / Я. Ю. Коляно, Т. С. Сасс // Комп'ютерні технології друкарства : зб. наук. праць. — Львів : УАД, 2010. — № 23. — С. 183–193.
30. Коляно Я. Ю. Дослідження поведінки перехідного температурного поля в нескінченній пластині в процесі кондуктивного сушіння / Я. Ю. Коляно, Т. С. Сасс // Комп'ютерні технології друкарства : зб. наук. праць. — Львів : УАД, 2012. — № 28. — С. 267–274.
31. Коляно Я. Ю. Нестационарна задача термовологопроводності для нескінченної пластини (плити) / Я. Ю. Коляно, Т. С. Сасс // Звітна наук.-техн. конференція проф.-викл. складу, наукових працівників і аспірантів УАД за 2011 рік (лютий 2012 р.) : тези доп. — Львів : УАД, 2012. — С. 121.
32. Коляно Я. Ю. Перехідні поля температури та вологовмісту в нескінченній пластині в процесі конвективного сушіння / Я. Ю. Коляно, Т. С. Сасс // Звітна наук.-техн. конференція проф.-викл. складу, наукових працівників і аспірантів УАД за 2012 рік (лютий 2013 р.) : тези доп. — Львів : УАД, 2013. — С. 73.
33. Коляно Я. Ю. Чисельний аналіз нестационарної задачі теплопроводності для необмеженої плити щодо сушіння поліграфічної продукції / Я. Ю. Коляно, Т. С. Сасс // Звітна наук.-техн. конференція проф.-викл. складу, наукових працівників і аспірантів УАД за 2009 рік (лютий 2010 р.) : тези доп. — Львів : УАД, 2010. — С. 99.
34. Сасс Т. Дослідження поведінки перехідних потенціалів температури і вологоперенесення в процесі кондуктивного сушіння картону різної товщини [Електронний ресурс] / Т. Сасс, Я. Коляно // Конференція молодих учених «Підстригачівські читання–2015», 26–28 травня 2015 р., Львів, 2015. — Режим доступу : <http://iapmm.lviv.ua/chyt2015/theses/Kolyano.pdf>
35. Сасс Т. С. Структурна модель інформаційних технологій удосконалення сушіння поліграфічних матеріалів / Т. С. Сасс // Комп'ютерні технології друкарства : зб. наук. праць. — Львів : УАД, 2015. — № 33. — С. 102–107.
36. Кузьмук В. В. Класифікація мереж Петрі та приклади їх застосування для розв'язання прикладних задач / В. В. Кузьмук, А. М. Парнюк, О. О. Супруненко // ВЕЖПГ. — 2011. — №2/9 (50). — С. 40–43.

37. Теслюк В. М. Застосування мереж Петрі при проектуванні МЕМС на системному рівні / В. М. Теслюк // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика. — Львів. 2006. — № 564. — С. 45–53.
38. Лыков А. В. Теплообмен : справ. / А. В. Лыков — М. : Энергия, 1978. — С. 480.
39. Лыков А. В. Теория переноса энергии и вещества / А. В. Лыков, Ю. А. Михайлов. — Минск : Издательство АН БССР, 1959. — 332 с.
40. Ольшанский А. И. Регулярный тепловой режим нагревания влажных плоских капиллярно-пористых материалов в процессе их сушки / А. И. Ольшанский // Инженерно-физический журнал. — 2014. — Т. 87, № 6. — С. 1308–1318.
41. Ольшанский А. И. Исследование процесса конвективной сушки тонких и толстых влажных материалов / А. И. Ольшанский, В. И. Ольшанский // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. — 2012. — Т. 4, № 6. — С. 78–88.
42. Озарків І. М. Діагностика властивостей деревини в технологічних процесах деревообробки / І. М. Озарків, С. В. Басалига, Я. Ф. Кулешик [та інші]. — Львів : Вид. дім «Панорама», 2003. — 228 с.
43. Сасс Т. С. Інформаційні технології удосконалення процесів сушіння поліграфічних матеріалів : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / Т. С. Сасс. — Львів, 2015. — 212 с.

The main problem of optimization of production processes in the printing industry associated with the production of printing materials and semi-finished products, which are based on mathematical modeling processes heat transfer. The analysis of modern IT tools that contribute to solving the problems developed structural model of information technology improvement of conductive drying of printing materials, based on the structure of software algorithm and theory of Petri nets, allowing to explore the dynamics of the system conductive drying. Posted scheme for solving actual scientific and applied problem developing a structural model of information technology improvement of drying printing conductive materials based on mathematical modeling heat transfer in capillary-porous colloidal bodies, which is essential for the optimal choice of the drying, energy and ensure the required quality of products. The structure of information technology improving the drying process of printing materials, the main structural parts of information technology is software that calculated the temperature and potential moisturizing at any time and on any surface material that is dried conductive.

**Key words:** *convective drying, drying conductive, thermal processing, mathematical model, printing systems, non-stationary problem of thermal conductivity, thermodynamic parameters, information technology.*

Отримано: 29.10.2017