

ВДОСКОНАЛЕННЯ РОЗКРОЮ КАРТОНУ НА КНИЖКОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Палітурний картон розкрояють на частини потрібних розмірів в асортименті, визначеному виробничою програмою. Однак дослідження показали, що методи розкрою, які тепер застосовують, не забезпечують ефективного використання матеріалів. Відходи картону досягають подекуди більше 20%, що зумовлено такими факторами.

1. Невідповідністю форматів картону форматам книжкових видань. Аркуші палітурного картону виготовляють семи форматів, затверджених ГОСТ 7950—77. Однак згідно з ГОСТ 5773—76 для виготовлення книжкової продукції встановлено 19 основних форматів.

2. Недоліками в існуючій практиці планування матеріально-технічного постачання, внаслідок чого поліграфічним підприємствам не постачають картон необхідних форматів у достатній кількості. Це змушує використовувати неефективні схеми розкрою картонних аркушів.

3. Нераціональним використанням палітурного картону для виготовлення книжкової продукції, яке закладено в «Нормах расходовання материалов на полиграфических предприятиях». Наприклад, при виготовленні книжкового видання формату 60×90 см в 1/16 аркушів картону формату 79×93 см, 84×108 см, 80×100 см норми відходів відповідно становлять 9,4; 21; 22,1%

Ліквідувати відходи картону або звести їх до мінімуму можна, застосовуючи оптимальний план розкрою. Динаміка виробничих ситуацій книжкового виробництва, з одного боку, виключає

можливість застосування розроблених раніше планів розкрою картону, тому що його теперішні запаси і потреби в заготовках можуть бути найрізноманітніші; з другого — високі темпи виробництва не дають змоги своєчасно проводити належну технічну підготовку виробництва та розробляти оптимальний план розкрою стосовно конкретної ситуації внаслідок значної трудомісткості виконання розрахункових робіт. Неможливість перебору та порівняння у практично допустимі терміни численних варіантів призводить до нераціонального розкрою, що зумовлює втрати картону.

Важливий напрям підвищення ефективності використання матеріалів — розробка методів розкрою, побудованих на використанні економіко-математичних моделей, що забезпечують одержання необхідного асортименту (комплекту) заготовок і мінімальні відходи (за площею або масою) матеріалів.

Розробимо економіко-математичну модель задачі розрахунку оптимального плану розкрою картону в книжковому виробництві. Алгоритм її розв'язання складається з двох частин: розрахунку раціональних технологічних схем розкрою картону та розрахунку оптимального плану розкрою картону для конкретної виробничої програми.

Для опису алгоритму розрахунку раціональних технологічних схем розкрою картону прийемо такі позначення: A_l^p — один з лінійних розмірів l -го виду картону ($p=1, 2; l=1, 2, \dots, n$); a_i^R — один з лінійних розмірів основної сторони i -го формату ($R=1, 2; i=1, 2, \dots, m$); a_j^s — один з лінійних розмірів доповнюючої сторони j -го формату ($s=1, 2; j=1, 2, \dots, m$).

Для визначеності під час розрахунку схем розкрою прийемо, що $p=2$ відповідає лінійному розміру аркуша картону, вздовж якого розміщені волокна: $R=2$ та $s=2$ — висота основної та доповнюючої сторін.

Розрахунок основних параметрів раціональних технологічних схем розкрою виконують за такими формулами:

$$X_{ii}^{pR} = \frac{A_i^p - \Pi_i^p}{a_i^R}; \quad (1) \quad \bar{X}_{ii}^{pR} = \frac{A_i^{3-p} - \Pi_i^{3-p}}{a_i^{3-R}}; \quad (2)$$

$$Y_{ef}^{ps} = \frac{A_i^p - \Pi_i^p - [X_{ii}^{pR}] \cdot a_j^R}{a_j^s}; \quad (3) \quad \bar{Y}_{ij}^{ps} = \frac{A_i^{3-p} - \Pi_i^{3-p}}{a_j^{3-s}}; \quad (4)$$

$$Z_{ii} = [X_{ii}^{pR}] \cdot [\bar{X}_{ii}^{pR}]; \quad (5) \quad Z_{ij} = [Y_{ij}^{ps}] \cdot [\bar{Y}_{ij}^{ps}]; \quad (6)$$

$$E = A_i^p - [X_{ii}^{pR}] \cdot a_i^R - [Y_{ij}^{ps}] \cdot a_j^s; \quad (7)$$

$$C = \left(1 - \frac{Z_{ii} \cdot a_i^R \cdot a_i^{3-R} + Z_{ij} \cdot a_j^s \cdot a_j^{3-s}}{A_i^p A_i^{3-p}} \right) \cdot 100; \quad (8)$$

$$O = A_i^p A_i^{3-p} - Z_{ii} a_i^R a_i^{3-R} - Z_{ij} a_j^s a_j^{3-s}; \quad (9)$$

$$T = (A_i^p - \Pi_i^p) \cdot (A_i^{3-p} - \Pi_i^{3-p}) - Z_{ii} a_i^R a_i^{3-R} - Z_{ij} a_j^s a_j^{3-s}, \quad (10)$$

де X_{li}^{pR} — кількість смуг основного i -го формату, який одержують під час розрізування аркуша картону l -го формату за даною схемою розкрою; X_{li}^{pR} — кількість сторін i -го формату під час розрізування смуги; Y_{lj}^{ps} — кількість смуг доповнюючого j -го формату при розрізуванні аркуша картону l -го формату за даною схемою розкрою; $\bar{Y}_{lj}^{ps}$ — кількість сторін j -го формату при розрізуванні смуги; Pl — обов'язковий підріз аркуша картону l -го формату по p -му лінійному розміру; Z_{li}, Z_{lj} — кількість сторін i -го формату та j -го формату, що одержують за даною схемою розкрою; E — ширина смуги крайового відходу; C — площа відходів аркуша картону при розрізуванні, %; O — площа відходу аркуша картону при розрізуванні в абсолютному виразі; T — площа відходу аркуша картону при розрізуванні за даною схемою з врахуванням підрізу аркуша, в абсолютному виразі; $[]$ — ціла частина числа.

Надаючи індексам l, i, j, p, R, s допустимі значення, знаходимо потенційно можливі схеми розкрою аркушів картону для даного набору вихідних даних.

Для контролю параметрів схем розкрою картону введемо такі обмеження. При $X_{li}^{pR}=0$ формули (3) і (4) забезпечують некомбінований розкрій доповнюючої сторони. У зв'язку з тим, що таку

ж схему отримуємо при $X_{ij}^{ps} = \frac{A_i^p}{a_j^s}$, комбіновані схеми, в яких

$X_{li}^{pR} = 0$, виключають з розрахунку оптимального плану розкрою.

Якщо товщина l -го аркуша картону $\leq 1,25$ мм, то згідно з «Технологическими инструкциями по брошюровочно-переплетным процессам» індекси p, R, s повинні набувати тільки фіксованих значень, які відповідають напрямку волокна l -го аркуша картону, що визначає поздовжню схему розкрою аркуша картону. При даній товщині аркуша картону поперечний та змішаний розкрій аркуша технологічно недопустимі.

Розрахунки за формулами (1)–(10) виконують для схем розкрою, що задовольняють вимогу

$$\frac{a_i^R}{a_j^s} > 1, \quad (11)$$

тому що $\frac{a_i^R}{a_j^s} = 1$ не забезпечує підвищення ефективності використання площі аркуша картону, а при $\frac{a_i^R}{a_j^s} < 1$ одержуємо порівняно з формулою (11) меншу кількість варіантів схем розкрою.

У вихідних даних для розрахунку оптимального плану розкрою кожному i -му виду сторін включають одну схему розкрою, що задовольняє вимогу

$$T_{li} = \min, \quad (12)$$

і змішані схеми розкрою, які задовольняють вимогу

$$T_{ij} < \max T_{ii}, T_{ij}. \quad (13)$$

Схеми розкрою, що задовольняють вимоги (11)—(13), включають в розрахунок оптимального плану розкрою картону.

Для опису алгоритму розрахунку плану розкрою картону на конкретну виробничу програму приймаємо такі позначення: B_l — кількість аркушів картону l -го формату ($l=1, 2, \dots, n$); V_i — обсяг виробництва картонних сторінок i -го формату ($i=1, 2, \dots, m$); R — номер схеми розкрою аркуша картону ($R=1, 2, \dots, k$); G_{lR} — кількість аркушів картону l -го формату, що розкроюють за R -ю схемою; Z_{iRl} — кількість сторін i -го формату, яку одержують за R -ю схемою розкрою аркуша картону l -го формату.

Завдання полягає в тому, щоб визначити кількість аркушів картону l -го формату, яка буде розкроена за кожною схемою, розрахованою за допомогою формул (1)—(15), забезпечивши при цьому одержання мінімальних відходів і дотримання умови виготовлення картонних сторін в асортименті, необхідному для виконання конкретної виробничої програми. При цьому слід враховувати такі обмеження.

1. На виготовлення картонних сторін згідно з виробничою програмою

$$\sum_{R=1}^k Z_{iRl} G_{lR} \geq V_i / i = 1, 2, \dots, m; \quad R = 1, 2, \dots, k; \quad l = 1, 2, \dots, n. \quad (14)$$

2. На запаси картону

$$\sum_{R=1}^k G_{lR} \leq B_l / l = 1, 2, \dots, n; \quad R = 1, 2, \dots, k. \quad (15)$$

3. На значення змінних

$$G_{lR} \geq 0 / l = 1, 2, \dots, n; \quad R = 1, 2, \dots, k. \quad (16)$$

Під час розв'язування задачі за функцією мети приймають мінімум відходів картону.

$$\min C = \sum_{R=1}^k G_{lR}. \quad (17)$$

Ця задача належить до класу цілочисельного лінійного програмування і може бути розв'язана відповідними методами з використанням ЕОМ.

Список літератури: 1. Нормы расходования материалов на полиграфических предприятиях. — М.: Книга, 1976. — 264 с. 2. Технические инструкции по брошюровочно-переплетным процессам. — М.: Книга, 1970. — 296 с.

The problem of saving cardboard in book production is tackled. The economic mathematical model of making optimum cut out of cardboard in book production is suggested.