

УДК 686.12.056

Р.В.Казьмірович, О.Р.Казьмірович

**АНАЛІЗ ПОХИБОК ПІДРІЗКИ НА ФОРМАТ
СТОСІВ ПАПЕРУ ДЛЯ ДРУКУ**

Перед друкуванням на аркушевих друкарських машинах стоси паперу підрізаються на формат з чотирьох боків на одноножових паперорізальних машинах (ОПРМ). Переважно цей процес здійснюється на ділянках порізки паперу на ОПРМ з ручним керуванням і повинен бути досить точним, оскільки його похибки в подальшому безпосе-

редньо впливатимуть на графічну точність розташування у просторі корінцевих міток, рисунків, таблиць, колонок, текстів і т.п., які друкують позачергово на різних сторінках аркуша.

Результуюча похибка підрізки стосів на формат є функцією незалежних величин

$$\Delta_n = f(\Delta_k, \Delta_p), \quad (1)$$

де Δ_k — похибка ручної установки подавача на задану координату стола (визначається лише точністю завершальних з кожного боку циклів позиціонування); Δ_p — похибка різання.

Ручне позиціонування подавача здійснюється за допомогою розмірної стрічки або цифрових індикаторів положення подавача.

Похибка ручної установки подавача на задану координату в першому випадку є функцією незалежних складових

$$\Delta_k = f(\Delta_{k_1}, \Delta_{k_2}, \Delta_{k_3}), \quad (2)$$

де Δ_{k_1} — похибка базування розмірної стрічки відносно лінії різання; Δ_{k_2} — похибка шкал відліку розмірної стрічки; Δ_{k_3} — похибка наведення різальником на розмір за шкалою стрічки (особисті похибки).

Похибка Δ_{k_1} — це адитивна, незалежна від координати, похибка нуля, що викликає паралельне зміщення характеристики вимірювального пристрою.

Основними факторами, які визначають похибку шкал відліку розмірної стрічки Δ_{k_2} , є: деформація від зусиль пружного розтягу пружинами та її повзучість; деформація від порушення температурного режиму; точність нанесення поділок.

Видовження шкали відносно її центра, яке породжене першими двома факторами,

$$\Delta_{k_2} = 0,5l(NIES + \alpha\Delta t), \quad (3)$$

де l — початкова довжина шкали; E — модуль поздовжньої пружності стрічки; S — площа поперечного перерізу стрічки; α — коефіцієнт лінійного розширення стрічки; ΔT — відхилення температури від нормальної (20°C).

Виникаюча похибка шкали Δ_k , на кожній її ділянці пропорційна відстані від її центра, тобто є мультиплікаційною похибкою.

Нанесення поділок лінійних шкал у виробничих умовах проходить з певною точністю. Дослідження, наведені в [4], показують, що похибки поділок шкал $\Delta_{\text{ш}}$ розподілені за нормальним законом, а розмах їх варіювання в основному залежить від прийнятого методу нанесення поділок, точності застосованих засобів виробництва і умов їх експлуатації.

Факторами особистих похибок Δ_k є фізико-психологічні особливості різальника, які пов'язані з недосить гострим зором, втомлюваністю або хворобливим станом, а також недостатні навички, вимоги високої оперативності в роботі і т.п. Розподіл похибок наведення на розмір підлягає нормальному закону з математичним сподіванням, рівним нулю. Для зменшення похибок Δ_k на ОПРМ встановлюють збільшувальні лінзи та використовують метод ноніуса.

Сумарна похибка позиціонування подавача за розмірною стрічкою

$$\Delta_k(x) = \Delta_{k_1} + \left|x - \frac{x_H}{2}\right| \gamma + \Delta_{x_{\text{нел}}} + \Delta_{\text{ш}} + \Delta_{k_2}, \quad (4)$$

де x_H — номінальний діапазон вимірювань за шкалою; γ — відносна мультиплікаційна похибка; Δ_x — похибка від нелінійності характеристики шкали, яка залежить від x .

Проведені дослідження точності показів розмірних стрічок за допомогою контрольної лінійки типу КЛ на ряді ОПРМ виявили значні відхилення. У деяких випадках різальники вимушені проводити контрольне градування шкали.

Більш зручними і точними є вимірювальні системи з цифровими індикаторами, в яких, зокрема, похибки Δ_k , взагалі зникають.

Результуюча похибка в цих системах, при точній настройці нуля, є функцією незалежних величин

$$\Delta_k = (\Delta_1, \Delta_2), \quad (5)$$

де Δ_1 — похибка квантування цифрового індикатора; Δ_2 — похибка подачі.

При використанні цифрових індикаторів значення координати X встановлюється одним з найближчих квантованих значень Nq_k або $(N \pm 1)q_k$. В результаті через кінцевість ступеня квантування в показах вимірювальної системи виникає адитивна, методична похибка від квантування Δ_{q_k} . При реверсивному позиціонуванні подавача закон розподілу похибки $p(\Delta_{q_k})$ є рівномірним і симетричним у межах $\pm q_k$ [6]. Максимальна похибка $\Delta_{1\max} = +q_k$. Математичне сподівання похибки $M(\Delta_1) = 0$. Середнє квадратичне відхилення похибки Δ_1 , яке змінюється від $-q_k$ до $+q_k$, $\sigma_1 = q_k / \sqrt{3}$.

При односторонньому позиціонуванні подавача розподіл похибки Δ_1 буде рівномірним і несиметричним в області додатних значень аргументу. Максимальна похибка $\Delta_{1\max} = q_k$. Математичне сподівання похибки $M(\Delta_1) = q_k / 2$. Середнє квадратичне відхилення похибки Δ_1 , яке змінюється в межах від 0 до q_k , $\sigma_1 = q_k / 2\sqrt{3}$.

Наявні дані [3,7] свідчать, що точність гвинтового механізму практично визначається точністю ходового гвинта. Похибка кроку уздовж гвинта являє собою випадкову функцію [3], а закон розподілу похибки Δ_2 за кроком близький до нормального.

Фундаментальні роботи з інформаційно-вимірювальної техніки [5] дозволяють одержати найбільш точний розрахунок похибок для статистично незалежних випадкових величин шляхом визначення ентропійного значення похибки

$$\Delta_{\Sigma} = k_{\Sigma} \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_i}, \quad (6)$$

де σ_i — середнє квадратичне відхилення складових похибок;
 k_{Σ} — ентропійний коефіцієнт результуючого закону
розподілу сумарної похибки.

Оскільки в композиції законів розподілу наявні закон
нормального розподілу густини та закон рівномірної густини,
то згідно з [5, с.94]

$$k_{\Sigma} = \sqrt{3(\pi e / 3)^{\sqrt{p_H}} / (1 + p_H)}, \quad (7)$$

де $p_H = \sigma_H^2 / (\sigma_H^2 + \sigma_p^2)$ — відносна вага нормальної скла-
дової закону розподілу похибок.

Результуюче ентропійне значення похибки складових

$$\Delta_{k_{\Sigma}} = k_{\Sigma} \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}. \quad (8)$$

Для ентропійного значення похибки може бути вка-
зане відповідне значення довірчої ймовірності [5, с.60]
згідно з формулою

$$P_D = 0,899 + 0,1818 / \varepsilon_{\Sigma}, \quad (9)$$

де ε_{Σ} — ексцес сумарного розподілу.

Ексцес сумарного розподілу похибки [5, с.97]

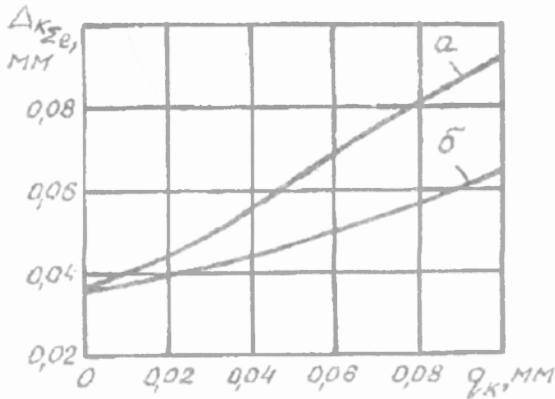
$$\varepsilon_{\Sigma} = \varepsilon_H p_H^2 + 6p_H(1 - p_H) + \varepsilon_p(1 - p_H)^2, \quad (10)$$

де ε_H , ε_p — значення ексцесів відповідно до нормального
 $\varepsilon_H = 3$ та рівномірного $\varepsilon_p = 1,8$ розподілів.

Довірче значення похибки при цьому буде

$$\Delta_{k_{p_D}} = k_{\Sigma} \sigma_{k_{\Sigma}}. \quad (11)$$

Розрахункові залежності результуючого ентропійного значення похибки від дискретності системи при реверсивному та односторонньому позиціонуванні наведені на рисунку.



Залежність результуючого значення похибки від дискретності системи при $\sigma_2=0,0183$ мм:

- а — при реверсивних позиціонуваннях подавача;
- б — при односторонніх позиціонуваннях подавача.

Розподіл похибок розмірів по висоті стосу, викликаних процесом різання, є випадковою функцією [2], яка складається з сум

$$X_k(n) = X(n) + y(n), \quad (12)$$

де $X(n) = Y_1(n) + Y_2(n) = 2Y(n)$ — складова функції розподілу похибок розмірів аркушів по висоті стосу, яка зумовлена сумарними похибками двох (з протилежних боків аркуша) циклів різання; $y(n)$ — не випадкова (детермінована) функція похибки, яка відображає вплив закономірності неперпендикулярності різання [1].

Закон розподілу похибки неперпендикулярності різання Δ_{pn} близький до рівномірного і несиметричний в області додатних значень аргументу. Максимальна її похибка $\Delta_{pn} = q_p$ при розрізуванні твердих і щільних сортів паперу

може досягти майже 2 мм. Внаслідок неперпендикулярності різання нерівності торців аркушів по висоті стосу набувають пилкоподібної форми. Математичне сподівання

$$M(\Delta_{pn}) = q_p / 2. \text{ Середнє квадратичне відхилення похибки}$$

$$\sigma_{pn} = q_p / 2\sqrt{3}.$$

Результуюче ентропійне значення похибки аркушів, викликане процесами різання,

$$\Delta_{pr} = k_{\Sigma} \sqrt{2\sigma_{p13}^2 + \sigma_{pn}^2}, \quad (13)$$

де σ_{p13} — середнє квадратичне відхилення похибки різання, розподіленої за нормальним законом [2].

Проведені дослідження показують, що підвищення точності підрізки на формат стосів паперу на ОПРМ досягається одностороннім позиціонуванням подавача, виключенням систематичної складової похибки $\bar{\Delta}_n = q_k / 2 + q_p / 2$ та зміною нахилу робочої площини подавача відносно стола під кутом

$$\beta = \arctg(H / q_p), \quad (14)$$

де H — висота стосу, що розрізається на ОПРМ.

1. Гинзбург Б.З. Исследование процесса резания на одноножесвых бумагорезальных машинах: Авторсф. дис. ... канд. техн. наук, 1958. 2. Казьмирович Р.В. Дослідження та деякі способи підвищення точності виготовлення етикетної продукції згідно з її розмірами // Поліграфія і видавнича справа. Львів, 1993. №24. С. 109—113. 3. Лурье З.Н. Анализ погрешности шага холодого винта // Измерительная техника. 1973. №9. С. 41—42. 4. Меклер М.И. Точность нанесения делений // Новое в технических измерениях и взаимозаменяемости. М., 1949. С.105—119. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. 2-е изд., перераб. и доп. Л., 1991. 5. Орнатский П.П. Теоретические основы информационной измерительной техники. К., 1983. 6. Сергеев В.И. Основы инструментальной точности электромеханических цепей М., 1963

Стаття надійшла до редколегії 24.01.97