

УДК 686.1.05

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ НИТКОШВЕЙНОЇ МАШИНИ БНШ-6А

© В. В. Андрущенко, Б. О. Черня, к.т.н., доцент,
НТУУ «КПІ», Київ, Україна

Рассмотрено исследование надежности ниткошвейной машины, рассчитаны показатели надежности и выявлены самые ненадежные узлы машины.

The research of reliability of thread-sewing machine is considered, reliability measures are calculated and most unreliable parts of machine are revealed.

Постановка проблеми

Ниткошвейний спосіб скріплення являється найміцнішим і найякіснішим з усіх існуючих на даний час способів скріплення книжкових блоків. Однак цей спосіб має ряд проблем. Однією з них являється низька продуктивність порівняно з іншими способами скріплення. Це пов'язано з тим, що продуктивність ниткошвейних машин (НШМ) позошитна, а не поблочна. Оскільки сам принцип ниткошвейного способу скріплення не дозволяє перейти до поблочної продуктивності, то необхідно шукати інші шляхи підвищення ефективності роботи цих машин.

Одним з таких шляхів є підвищення швидкості роботи та надійності машини, оскільки саме по собі підвищення швидкості без підвищення надійності може призвести до того, що значно збільшиться кількість зупинок НШМ під час експлуатації через відмови і дійсна продуктивність не підвищиться, а може навіть знизитись.

Тому дослідження надійності є необхідним для вирішення

проблеми підвищення продуктивності ниткошвейних машин.

Аналіз попередніх досліджень

Аналіз літератури показує, що фундаментальне дослідження надійності ниткошвейних машин та машини БНШ-6А на даний момент відсутнє. Питанню надійності роботи поліграфічних машин в цілому і визначенню їх дійсної продуктивності присвячені роботи [1—3], а щодо ниткошвейних машин та їх самонакладів — [4—6].

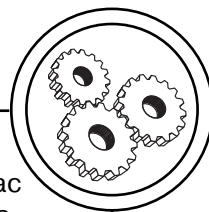
Мета роботи

Метою роботи є визначення показників надійності (ПН), виявлення найбільш ненадійних вузлів машини БНШ-6А та визначення можливих шляхів вдосконалення цих вузлів і підвищення їх надійності та надійності машини в цілому.

Результати проведених досліджень

Для оцінки втрат продуктивності через відмови при експлуатації ниткошвейних автоматів

МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ



(НША) за призначенням було проведено дослідження надійності роботи ниткошвейної машин моделі БНШ-6А, що випускається заводом «Київполіграфмаш».

В якості первинної інформації були використані карти підконтрольної експлуатації ниткошвейних автоматичних машин моделі БНШ-6А, БНШ-6БА виробництва ВАТ «Київполіграфмаш», які були проведені ВНДІ поліграфічного машинобудування в типографіях м. Москви: «Детская книга», «Молодая гвардия».

Зміст дослідження відповідає вимогам ДСТУ 2861-94 [7] і ГОСТ 27.003-90 [8], які регламентують склад програм забезпечення надійності технічних систем залежно від стадії їх життєвого циклу.

Відповідно до [8] машина БНШ-6А відноситься до групи виробів конкретного призначення виду I, і є виробом безперервного тривалого застосування, працездатність і технічний ресурс якого обслуговується і відновлюється. Тому ефективність і надійність роботи БНШ-6А характеризує наступна номенклатура ПН на безвідмовність і ремонтпридатність: T_0 — середнє напрацювання на відмову; T_B — середній час відновлення працездатності після відмови; K_r — коефіцієнт готовності.

Надійність машини обумовлюється позацикловими втратами часу пов'язаними з раптовими відмовами через недосконалість вузлів і механізмів машини або внаслідок низької якості напівфабрикатів та відмовами внаслідок зношування. Відмови

внаслідок зношування під час підконтрольної експлуатації зафіксовані не були.

В процесі роботи була проведена класифікація відмов (рис. 1).

Аналіз причин виникнення простоїв дозволив систематизувати відмови по складовим частинам машини.

Відмови механізмів самонакладу:

- не виведення зошита з магазину внаслідок порушення роботи присосів, вакуумної системи і регульовальних щіток;

- не виведення зошита на боковий транспортер машини в зв'язку з порушеннями в роботі клапанів корінця і шлейфу.

Відмови, пов'язані з транспортувальною системою:

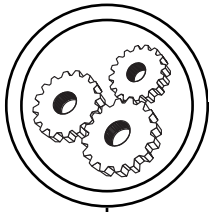
- зминання і розриви зошитів під клейовою головкою або вштовхувальними роликками;

- відсутнє бокове вирівнювання зошита по корінцю внаслідок збоїв у роботі вштовхувальних роликів або упора бокового вирівнювання.

Відмови швейного апарату:

- обриви нитки;
- скидання петлі.

Щоб отримати необхідну точність при визначенні показників надійності проводився вибір плану спостережень за ГОСТ 27.502-83 [9]. Для НША вибраний план [NMr], який передбачає, що під спостереження повинно бути поставлено N об'єктів, M — план, в якому виробу або їх складові частини, що відмовили, ремонтуються або замінюються новими, r — сумарна кількість відмов (з урахуванням всіх виробів) до виникнення яких ведеться спосте-



МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

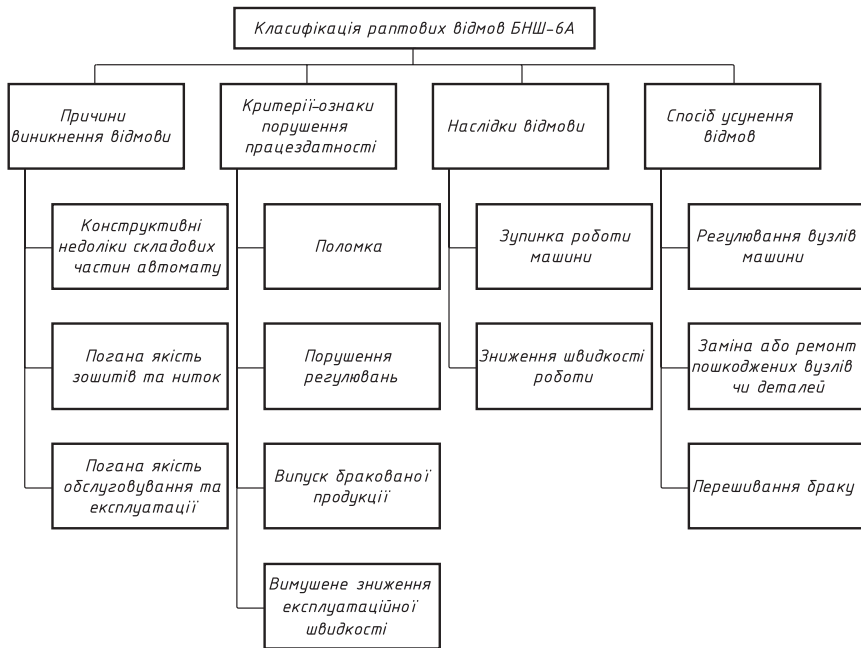


Рис. 1. Класифікація відмов машини БНШ-6А

реження. Визначена кількість об'єктів — 6 штук, сумарна кількість відмов — 200 шт.

В процесі роботи були обрховані середні значення ПН для наведених вище складових частин.

Середнє напрацювання на відмову визначається залежністю:

$$T_0 = \frac{t_0}{r(t_0)},$$

де t_0 — сумарне значення напрацювання машини; $r(t_0)$ — кількість відмов за час t_0 .

Середній час відновлення машини після відмови:

$$T_B = \frac{1}{r(t_0)} \sum_{i=1}^r t_{B_i},$$

де $\sum_{i=1}^r t_{B_i}$ — сумарна тривалість

відновлення $r(t_0)$ відмов.

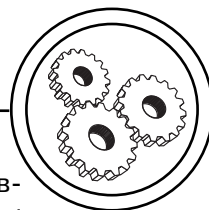
Середній коефіцієнт готовності з врахуванням втрат від зниження швидкості та на перешивання браку ($K_{ВТР} = 0,91$):

$$K_r = \frac{T_0}{T_0 + T_B} \cdot K_{ВТР},$$

Аналіз даних підконтрольної експлуатації дозволяє виявити складові частини БНШ-6А, які обмежують надійність і продуктивність машини. Формулу для K_r можна записати у вигляді:

$$K_r = \frac{1}{1 + \rho} \cdot K_{ВТР},$$

МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ



де $\rho = T_B/T_0$ — безрозмірний коефіцієнт питомих позациклових втрат часу. Показник ρ являється критерієм вагомості відмов в загальних втратах продуктивності.

У таблиці наведені результати аналізу карт підконтрольної експлуатації та розрахунків для друкарень «Детская книга» та «Молодая гвардия».

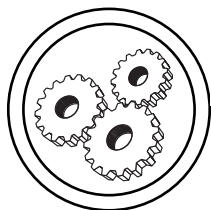
З діаграм (рис. 2), отриманих внаслідок аналізу результатів, наведених в таблиці, видно, що найбільш ненадійними системами в НША є самонаклад та система транспортування зошитів.

При ймовірності безвідмовної роботи $\gamma = 0,90$ при кількості відмов рівній 200 показники безвідмовності і ремонтпридатності для підконтрольних машин друкарень «Детская книга» та «Молодая гвардия» знаходяться в межах: $16,15 \leq T_0 \leq 18,21$, $0,251 \leq T_B \leq 0,283$. Відповідно довірча границя коефіцієнту готовності: $0,894 \leq K_T \leq 0,897$.

На рис. 3 представлені графіки втрат продуктивності по причини відмов виділених підсистем машини.

Таблиця відмов машини БНШ-6А

Відмови	Кількість відмов, шт.	Тривалість простоїв, хв.	Середнє напрацювання на відмову, хв.	Середній час відновлення, хв.	$\rho = T_B/T_0$
Самонаклад					
Відмова присосів	24	10,2	143,2	0,425	0,0030
Відмова клапанів корінця і шлейфа	44	12,1	78,11	0,275	0,0035
Відмова регулювальних щіток	10	5,69	343,69	0,569	0,0017
Транспортувальна система					
Недоштовхування зошиту до упору вштовхувальними роликками	89	16,43	38,62	0,185	0,0048
Зминання зошита на боковому транспортері	19	5,2	180,89	0,274	0,0015
Швейний апарат					
Обрив нитки	5	2,68	687,376	0,536	0,0008
Скидання петлі	9	1,03	381,876	0,114	0,0003
Разом	200	53,33	17,184	0,267	0,0155



МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

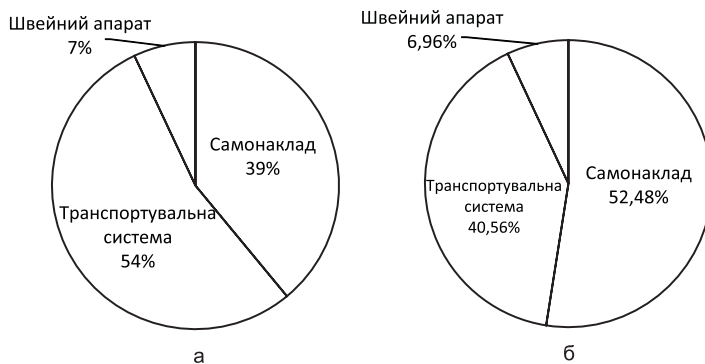


Рис. 2. Характеристика надійності складових частин ниткошвейної машини: а — кількість відмов систем; б — тривалість простоїв

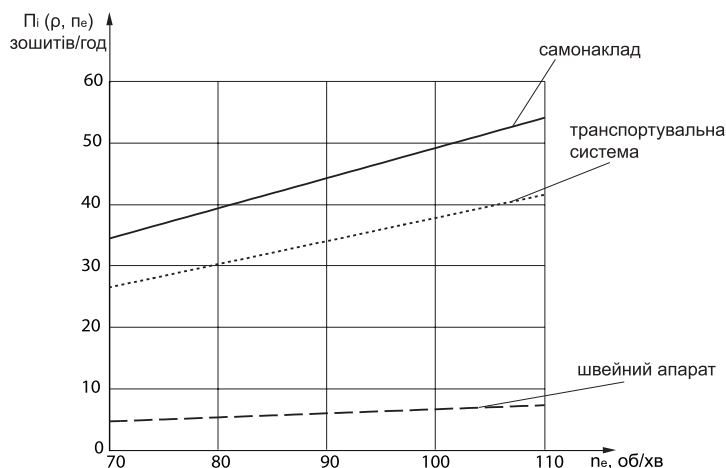


Рис. 3. Графік втрат продуктивності по причині відмов підсистем машини БНШ-6А залежно від швидкості роботи

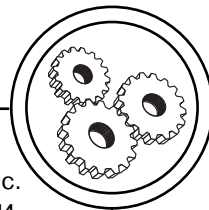
Висновки

Аналіз показників надійності, питомих втрат часу по причині відмов вузлів і механізмів машини дозволяє цілеспрямовано розробити рекомендації по зниженню позациклових втрат. Це можна

зробити для кожної з виділених підсистем (самонаклад, транспортувальна система, швейний апарат). Як видно з проведеного дослідження, найбільш ненадійною частиною машини БНШ-6А являється самонаклад.

1. Мородовин Б. М. Проектирование полиграфических машин / Б. М. Мородовин. — М. : Книга, 1964.
2. Бежанов Б. Т. Производственные машины-автоматы / Б. Т. Бежанов, В. Т. Бушунов. — Л. : Машиностроение, 1973.
3. Игнатьева И. А. Исследование коэффициента эксплуатации и его влия-

МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ



ния на экономику использования полиграфических машин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / И. А. Игнатъева. — М. : МПИ, 1970. 4. Гольдфарб А. О. Теоретическое и экспериментальное исследование тетрадных самонакладов для скоростного брошюровочно-переплетного оборудования : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / А. О. Гольдфарб. — М., 1978. 5. Гольдберг М. А. Исследование и методика поэлементного анализа и расчета некоторых параметров производительности и надежности ниткошвейных машин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / М. А. Гольдберг. — М., 1972. 6. Самсонов Ю. М. Исследование основных параметров раскрывающего устройства тетрадных самонакладов : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / Ю. М. Самсонов. — М., 1980. 7. Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення : ДСТУ 2861-94. 8. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности : ГОСТ 27.003-90. 9. Надежность в технике. Система сбора и обработки информации. Планирование наблюдений : ГОСТ 27.502-83.

Рецензент — Ю. О. Шостачук, к.т.н.,
доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 24.06.09