

УДК 686.1.056

Я. І. Чехман, А. І. Шустикевич

Українська академія друкарства

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ
УСТАНОВКИ НОЖІВ НА ТРИНОЖЕВІЙ МАШИНІ
ДЛЯ ОБРІЗУВАННЯ КНИЖКОВИХ БЛОКІВ**

Розглядаються причини зношення марзанів і розроблені рекомендації щодо усунення їх впливу шляхом застосування кінцевих обмежувачів та методика реалізації цих рекомендацій

Марзан, установка ножів, книжковий блок, обрізування

У більшості машин обрізування блоків з трьох боків відбувається в одній позиції послідовно, спочатку переднім, а відтак боковими ножами з шаблевидною траєкторією руху ножів. Внизу після обрізування блоків відбувається врізання ножів у так звані «марзани» — своєрідні компенсатори неточної нижньої позиції, яка є функцією об'єктивних і суб'єктивних чинників. У результаті суттєво збільшуються зусилля на ножі, а зношені (посічені) марзани не забезпечують чистоти обрізування блоків, зокрема — нижніх листочків. Це зумовлює потребу частой (2–3 рази за зміну) заміни ножів і марзанів. Збільшуються простої машини і матеріальні затрати, пов'язані з частим переточуванням ножів і заміною марзанів. Збільшенням точності і жорсткості механізмів досягають певного ефекту, але не усувають цього явища. Окремі способи розв'язання цієї задачі [1, 2] не набули практичного втілення. В опублікованих раніше наших статтях [5, 6] задача розв'язувалася частково, оскільки для конкретної машини теоретично оцінити величину фактичного сумарного зазору і деформації в такому багатоланковому механізмі є проблематично. Отже, обґрунтування можливості безмарзанного обрізування блоків або, можливо, нівелювання впливу основних причин є актуальною науково-практичною задачею.

Метою дослідження є аналіз причин зношення марзанів і усунення їх впливу шляхом застосування запропонованих засобів і методики установки ножів на триножевій машині. Задача розв'язувалася стосовно триножевої різальної машини БРТ–125/450, що виготовляється на Роменському заводі поліграфічних машин (Україна). Проте запропоновані нижче засоби і рекомендації щодо порядку та послідовності процесу установки ножів придатні для застосування на триножевих машинах з будь-якими системами приводу ножів.

На рис. 1 наведено механізми бокових (а) і переднього (б) ножів у момент підходу до марзанів (стола) у випадку відсутності книжкових блоків.

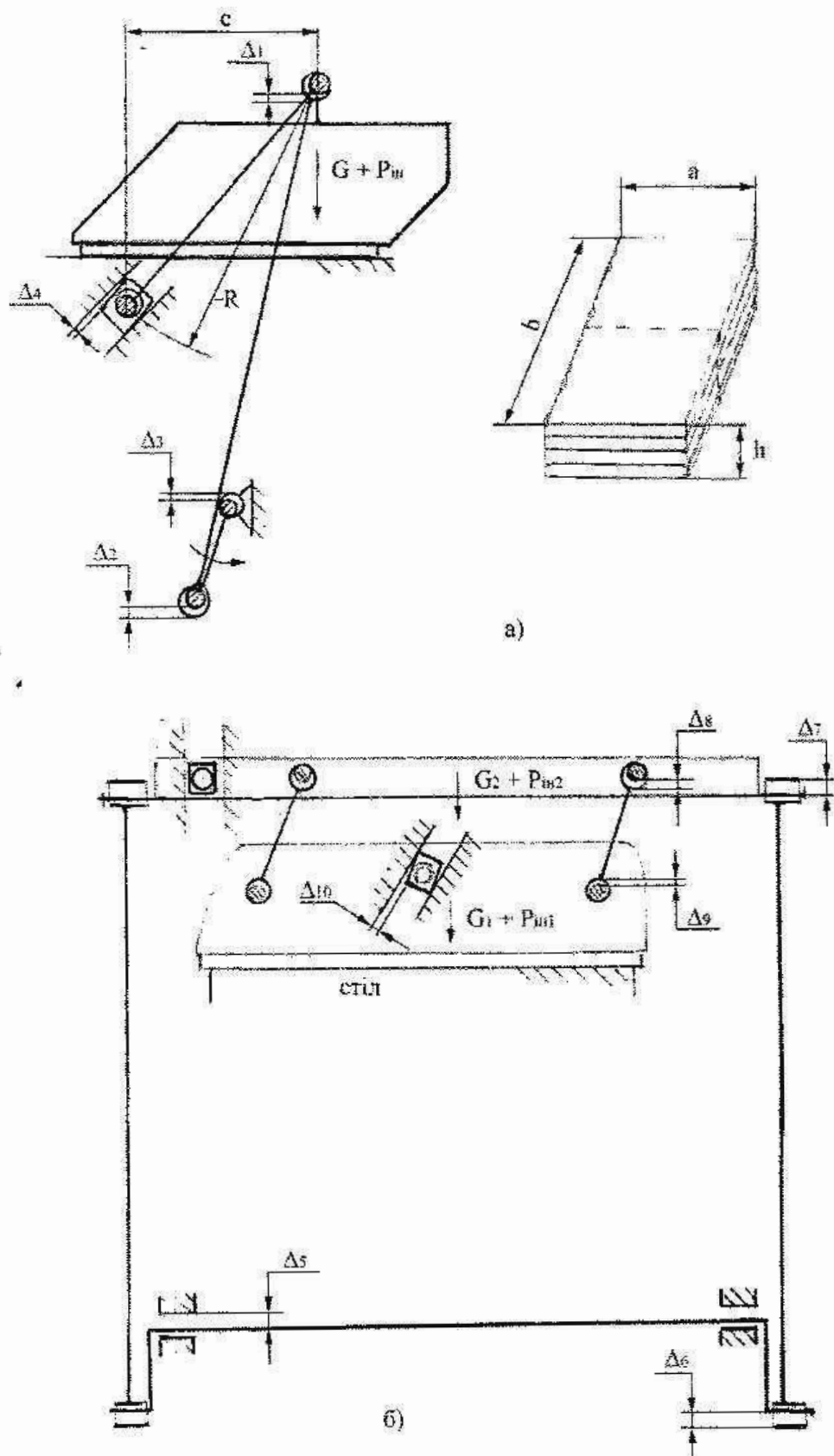


Рис. 1. Вплив зазорів на положення ножів у момент підходу до марзанів:
а — бокових, б — переднього

Зазори в шарнірних з'єднаннях механізму під дією ваги і максимальної сили інерції ножедержача (~ 1000 Н кожна) вибираються в один бік і ножі врізаються в марзан. Таке увімкнення машини на холостому ході, яке практикується при установці ножів, є однією з причин зношення марзанів.

На рис. 2, а подано динамічну модель механізму переднього ножа на цій фазі роботи механізму. На ній позначено: m_p , m_2 і G_p , G_2 — відповідно маси та вага ножедержача і траверси; C_1' — жорсткість пружного привідного контура до маси m_2 ; C_1'' — жорсткість ланок, що з'єднують маси m_1 і m_2 ; Δ_1 і Δ_2 — відповідно зазори в шарнірних з'єднаннях цих контурів; μ — коефіцієнт в'язкого опору. Нехтуючи впливом зазорів і ваги ножедержача пружні коливання внаслідок імпульсу сили при зіткненні ножедержача з марзаном можуть бути описані однорідним диференціальним рівнянням.

На рис. 2, б і в наведено динамічну модель механізму переднього ножа в період обрізування блоків і його пружну характеристику. Від попередньої вона відрізняється наявністю технологічного зусилля різання (P) і вибіркою зазорів з другого боку під дією цієї сили. $\Pi = f(\omega t)$ — функція положення, що визначається аксіальним кривошипно-повзунним механізмом привода.

Внаслідок переважаючої сили різання зберігатиметься постійна вибірка зазорів для цього періоду і їх можна не враховувати при складанні математичної моделі, яку можна подати так [3]:

$$m \cdot \ddot{X}_1 + \mu \cdot \dot{X}_1 + C_1 \cdot X_1 = m \cdot \ddot{s} - (P - G), \quad (1)$$

де $m = m_1 + m_2$; $X_1 = X_1' + X_1''$; $C_1 = \frac{C_1' \cdot C_1''}{C_1' + C_1''}$; $G = G_1 + G_2$;

$s = f(\omega \cdot t)$ — переміщення маси m_1 ; μ — коефіцієнт в'язкого тертя.

Розділивши кожний із членів рівняння (1) на приведену масу, подамо його у стандартному вигляді:

$$\ddot{X}_1 + 2n \cdot \dot{X}_1 + p_1^2 \cdot X_1 = W(\omega \cdot t), \quad (2)$$

де $\frac{\mu}{m} = 2n$; $\frac{C_1}{m} = p_1^2$ і $W(\omega \cdot t)$ — функція збурення ідеального механізму.

Розв'язок (2) в загальному вигляді буде

$$X_1 = e^{-nt} (C_1 \cos p_1 t + C_2 \sin p_1 t) + Y(t), \quad (3)$$

де $Y(t)$ — окремий розв'язок неоднорідного рівняння; C_1 і C_2 — сталі інтегрування, що визначаються з початкових умов $X_1(0) = X_0$ і $\dot{X}_1(0)$.

Частота вільних коливань

$$p_1 = \sqrt{p^2 - n^2} \approx p = \sqrt{\frac{C_1}{m}}.$$

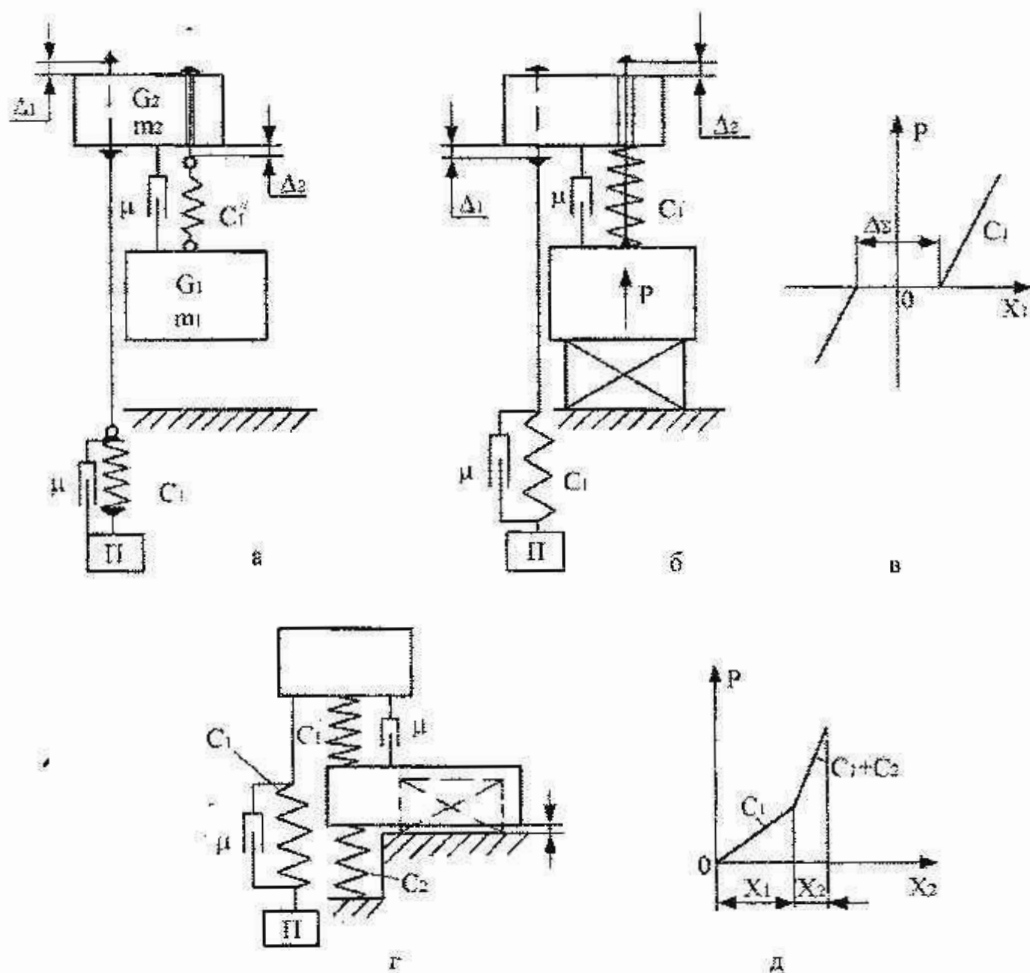


Рис. 2. Моделі механізму переднього ножа, що відповідають характерним періодам роботи машини:

- а — опускання у випадку відсутності блоків; б — період обрізування блоків;
- в — пружна характеристика механізму; г — період взаємодії ножетримача і пружних обмежувачів; д — пружна характеристика механізму для періоду за схемою г

Перший доданок (3) описує вільні коливання, а другий — вимушені коливання системи.

Для механізму переднього ножа машини БРТ-125/450 жорсткість системи оцінено експериментально

$$C_1 = \frac{P}{X_1} = \frac{10000}{0,8 \cdot 10^{-3}} = 12,5 \cdot 10^6 \text{ (Н/м);}$$

власна частота $p = \sqrt{\frac{C}{m}} = \sqrt{\frac{12,5 \cdot 10^6}{100}} = 353 \text{ (рад/с)}$

і період коливань $T = \frac{2\pi}{p} = 0,018$ (с), що добре узгоджується з експериментальними даними, наведеними в [4]. Амплітуда коливань, експериментально записана по розтягу на шатунах, становила до $(80-90)^\circ P$.

Таким чином, пружні деформації системи (шатунів, пальців, повідків тощо) є причиною зношення марзанів, яка проявляється тільки в процесі роботи машини і, яку не можна врахувати при закріпленні ножів. Іншою причиною, яку неможливо врахувати, є зазори в шарнірних з'єднаннях. Отож різальник-наладальник інтуїтивно опускає ножі на ножедержачах для дорізання нижніх листочків блока на більшу величину ніж потрібно. Отже, суб'єктивний чинник є ще однією причиною зношення марзанів.

Діє ще два чинники, які обумовлюють неминучість застосування марзанів: а) відхилення від прямолінійності різальної кромки ножа; і б) відхилення від площинності самого марзана та його товщини. Наприклад, відхилення від прямолінійності кромки переднього ножа (його довжина 512 мм) регламентується заводом величиною 0,1 мм. Очевидно таким же допуском можна обмежити висоту марзанів. Таким чином, якщо усунути всі попередні причини, то максимальне врізання ножів у марзани може бути обмежене величиною 0,2 мм. Ця задача розв'язується установкою спеціальних обмежувачів нижнього положення ножедержачів, відповідно відрегульованих за методикою, яка наведена далі.

На рис. 2, з подано динамічну модель механізму переднього ножа, що відповідає періоду взаємодії ножа і пружних обмежувачів, а на рис. 2, д — пружна характеристика. З початком контакту ножедержача з обмежувачами, деформація яких може бути обмежена величиною 0,2 мм, величина навантаження на механізм імпульсно зростає, а після досягнення максимальної її величини, що відповідає завершенню процесу різання, спаде до величини відрегульованого максимального зусилля на обмежувачі ($P_0 = P_{p \max}$). Динамічна модель у цей період описується диференціальним рівнянням (2), але власна частота збільшиться внаслідок збільшення приведеної жорсткості $C_{np} = C_1 + C_2$, що становитиме

$$p = \sqrt{\frac{C_1 + C_2}{m}},$$

де C_2 — жорсткість обмежувачів.

Ця обставина сприятиме зменшенню амплітуди пружних коливань. Отже, застосування пружних обмежувачів забезпечить незмінне нижнє положення ножів при завершенні обрізання блоків (незалежно від величини зусилля різання), виключивши вплив пружних деформацій ланок і зазорів у шарнірних з'єднаннях.

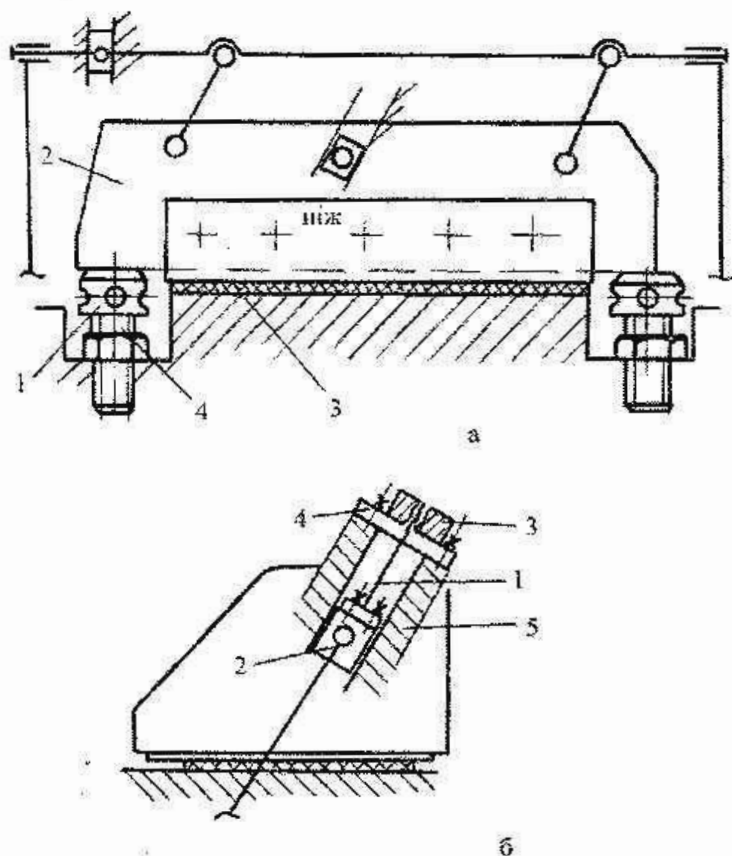


Рис. 3. Доцільне розміщення кінцевих обмежувачів на механізмах переднього (а) і бокових (б) ножів у машині ЗБРТ-125/450

Можливий варіант конструкції обмежувачів нижнього положення ножедержачів переднього і бокових ножів, які вписуються в конструкцію триножевої машини ЗБРТ-125/450 наведено на рис. 3. Для переднього ножа пружний обмежувач 1 (а) доцільно встановити між ножедержачем 2 і наявним заглибленням у стінці 3. Після створення попереднього натягу положення обмежувача потрібно зафіксувати, наприклад, контргайкою 4. Для механізму бокових ножів обмежувач 1 (б) доцільно зв'язати з повзуном 2, який у нижньому положенні через накручену на нього гайку 3 дійде до опори 4, що закріплена на напрямних 5.

Діаметри обмежувальних болтів (два — для переднього і по одному — для бокових) визначаємо, задавшись їх максимальною деформацією $X_{20} = 0,1 - 0,2$ мм з відомої залежності

$$d_{\delta} = \sqrt{\frac{1,8q_{max} \cdot l_p \cdot l_{\delta}}{2\pi \cdot E \cdot [X_{20}]}}$$

де q_{max} — максимальне лінійне зусилля різання; l_p — довжина різання (відповідно до максимальних розмірів блоків); l_{δ} — довжина робочої частини болта; E — модуль пружності для сталі; 1,8 — коефіцієнт перевищення максимального зусилля різання.

Практичні рекомендації з налагодження. Після установки на машину обмежувачів слід створити потрібний натяг, коли ножедержачі перебувають у крайньому нижньому положенні. Цього положення досягають прокручуванням маховика до такого стану, щоб шатуни збігалися з кривошипними. Далі різьбовим з'єднанням створюють зусилля на шатунах (з двох боків), яке має становити більше максимального зусилля ($1,8P_{p\ max}$). Оцінку цього зусилля можна визначити за допомогою спеціального пристосування, зображеного на рис. 4. На шатуні 1 на відстані l закріплюються гвинтами дві скоби 2 і 3 з призматичними опорами. На скобі 2 закріплюється індикатор 4 (з ціною відліку 0,001 мм), який своїм вимірним наконечником опирається на стрижень 5, що жорстко закріплений на скобі 3. При створенні зусилля $\left(P = \frac{1,8P_{p\ max}}{2}\right)$ розтягу шатун 1 на відрізок l деформується на величину Δl , яка прямопропорційна діючій силі

$$\Delta l = \frac{\sigma \cdot l}{E} = \frac{1,8P_{p\ max} \cdot l}{2a \cdot b \cdot E},$$

де a і b — січення шатуна; E — модуль пружності матеріала шатуна.

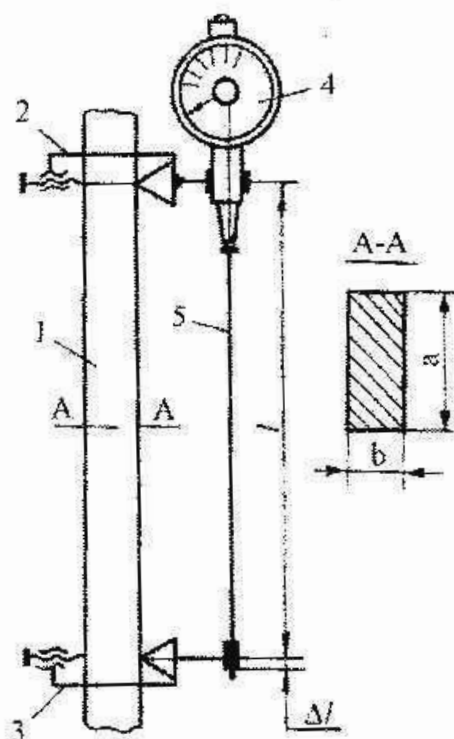


Рис. 4. Пристосування для оцінки зусилля за деформацією шатунів

Створивши таку деформацію регулюванням, що відповідає потрібному попередньому натягу, зафіксують контргайками.

Після створення зусилля натягу ножедержачі потрібно підняти у верхнє положення і встановити марзани за висотою нижчі на 0,2 мм від номінальних. Далі опустити ножедержачі в нижнє положення, встановити на них ножі, оперши їх під дією власної ваги на марзани, і закріпити на ножедержачах передбаченими засобами. Після цього повернути ножі у верхнє положення, звільнити марзани і підкласти під них металеві прокладки товщиною 0,2 мм. Таким чином, ножі в процесі різання можуть врізатися в марзани на величину не більше 0,2 мм.

Установка і регулювання обмежувачів виконується один раз у заводських або виробничих умовах, а закріплення ножів після переточування здійснюється відповідно з наведеною послідовністю.

Підсумовуючи вищесказане, дійдемо висновку, що причини зношення марзанів можна об'єднати у дві групи:

а) зумовлені пружними деформаціями ланок механізмів, зазорами в шарнірних з'єднаннях і суб'єктивними похибками установки ножів. Вплив цих причин можна виключити застосуванням обмежувачів нижнього положення ножів з дотриманням запропонованого порядку їх налагодження;

б) пов'язані з відхиленням від прямолінійності леза ножа і висоти марзана. Ці причини не можуть бути усунені, але їх вплив можна мінімізувати. Тільки вони обумовлюють потребу використання марзанів при застосуванні обмежувачів нижнього положення ножів.

1. Альтшуль Г. А. О затуплении ножа на бумагорезальных машинах / Г. А. Альтшуль // Труды ВНИИОПИТ. — 1973. — Вып. 45. 2. А. с. 1423377 МКІ В 26 D 1/20, В 31 В 1/14, Устройство для резки листового бумажного материала / О. М. Полудов, И. А. Когут, Г. Г. Петриашвили, В. Ц. Жидецкий. — Оpubл. 15.09.1988, бюл. №34. 3. Вульфсон И. И. Колебания машин с механизмами циклового действия / И. И. Вульфсон — Л.: Машиностроение, 1990. — 400 с. 4. Исследование основных механизмов трехножевых резальных машин: пром. отчет по теме 01-80 // рук. темы И. К. Георгиевский — Львов, 1982. 5. Чехман Я. І. Вимоги до встановлення переднього ножа триножевих різальних машин / Я. І. Чехман, А. І. Шустикевич // Упаковка. — 2009. — №1. — с. 40-41. 6. Чехман Я. І. Установка боковых ножів триножевих різальних машин з врахуванням жорсткості механізму / Я. І. Чехман, і. М. Кравчук, А. І. Шустикевич // Поліграфія і видавнича справа. — 2002. — № 38. — С. 37-42.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА УСТАНОВКИ НОЖЕЙ НА ТРИНОЖЕВОЙ МАШИНЕ ДЛЯ ОБРЕЗКИ КНИЖНЫХ БЛОКОВ

Рассматриваются причины износа марзана и разработаны рекомендации относительно устранения их влияния путем применения конечных ограничителей и методика реализации этих рекомендаций

IMPROVEMENT OF PROCESS OF SETTING OF KNIVES ON TRINO-ZHEVIY TO MACHINE FOR TRIMMING OF BOOK BLOCKS

Reasons of wear of clumps and developed recommendations in relation to the removal of their influence by application of eventual terminators and method of realization of these recommendations are examined

Стаття надійшла 26.04.10