

УДК 686.12.056

*В. Т. ІВАЩЕНКО, О. М. ПОЛЮДОВ,  
І. К. ГЕОРГІЄВСЬКИЙ*

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ НОЖА ПАПЕРОРІЗАЛЬНОЇ МАШИНИ БР-110**

Ми поставили собі за мету виявити дійсний характер навантаження ланок механізму ножа в процесі різання стопи при зміні найбільш характерних параметрів, що впливають на сили різання (довжина різання, гострота ножа, висота стопи, міцність розрізаного матеріалу і т. д.). Паралельно ставили завдання дослідити експериментальним шляхом енергетичний баланс машини. Тому оцінювали нерівномірність обертання головного вала, вимірювали потужність, споживану електродвигуном із мережі під час різання.

Необхідність реєстрації швидкоминаючих процесів визначила вибір електротензометричних методів вимірювання з застосуванням дротяних датчиків опору, а також відповідної підсилювальної апаратури.

Нерівномірність руху вимірювали за допомогою спеціального комплексного приладу для реєстрації динамічних похибок кінематичних ланцюгів машин ПДП-2 конструкції Ризького політехнічного інституту.

Для виявлення зміни потужності за цикл під час різання величина сили споживаного струму і напруга подавались на шлейф осцилографа, де записувались на папері у вигляді осцилограм. Споживана електродвигуном потужність пропорційна величині реєструючого струму  $P_e = \sqrt{3} U \cdot I \cdot \cos \varphi$ .

Для одержання потужності на валі електродвигуна знайдену в результаті дослідження потужність множили на ККД електродвигуна ( $P_{в.в} = \sqrt{3} U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot \eta$ ), де коефіцієнт потужності двигуна  $\cos \varphi$  і ККД  $\eta$  вибирали згідно з довідником [4] для електродвигуна типу АОС52-6.

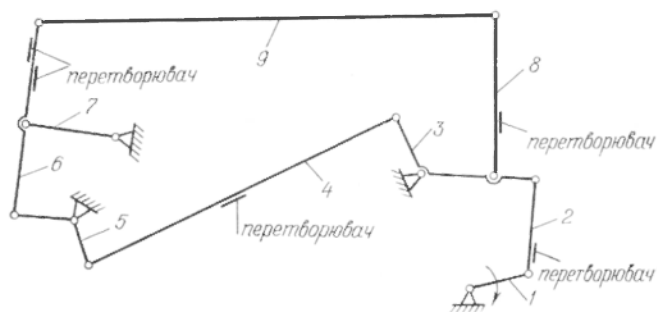


Рис. 1. Схема механізму ножа паперорізальних машин уніфікованого ряду.

Гострота ножа, що виражається в кг/см (зусилля, яке необхідне для розрізання смуги паперу шириною 1 см) оцінювалась приладом, запропонованим В. З. Гінзбургом [1]. При експериментальних дослідженнях гострота змінювалась в границях 5—20 кг/см.

Експериментальні дослідження проводили в основному на офсетному папері (120 г/м<sup>2</sup>), що мав вологість 6—7%.

Для розшифрування осцилограм записували фазові кути повороту головного вала, а також запис відмітчиком часу ( $f = 10$  Гц), наявним в осцилографі Н-004.

Зусилля у ланках механізму ножа залежать не тільки від технологічних зусиль, а й від особливостей прийнятої структурної схеми механізму (рис. 1).

Точка прикладання рівнодійної від технологічних сил під час різання стопи змінює своє положення на веденій ланці 9, в зв'язку з чим потужність, яка витрачається приводом на розрізання стопи, розподіляється нерівномірно між тягами 6 та 8 і змінюється не тільки в процесі різання, а й залежно від розміщення стопи на столі. Вага корпусу ножа, вибір зазорів у шарнірах, пружність ланок і демпфування також впливають на розподіл зусиль у лан-

ках механізму ножа. Це підтверджується результатами проведених експериментальних досліджень.

На рис. 2 показана осцилограма зміни зусиль у ланках при роботі механізму ножа, коли на столі немає стопи. Криві *a*, *б*, *в* і *д* відображають зміну зусиль відповідно в ланках 8, 2, 6 і 4, а крива *г* — деформації згину в ланці 6 (рис. 1).

Записи осцилограм засвідчують стабільний характер зміни навантаження на ланки механізму і включають декілька ділянок, які повторюються.

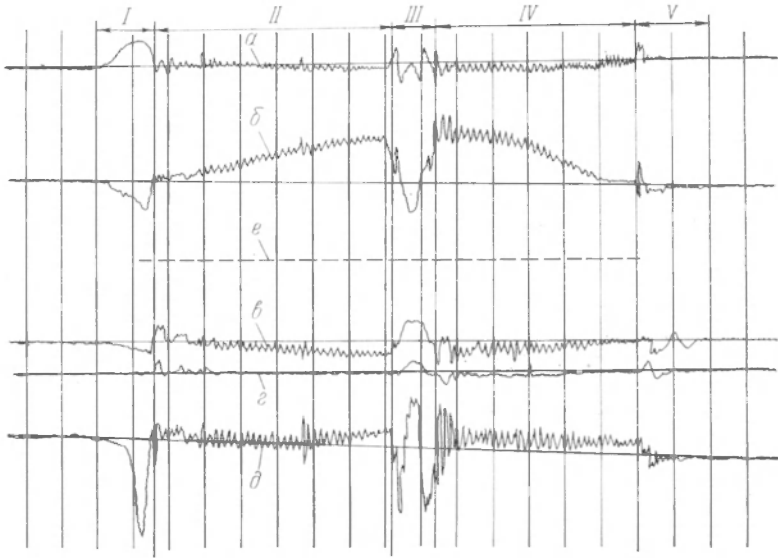


Рис. 2. Осцилограма запису досліджуваних параметрів.

Ділянка *I* відповідає навантаженню ланок на початку руху механізму, що характеризується сплеском зусиль. Це пояснюється неточністю зупинки у верхньому крайньому положенні веденої ланки 9 (ножетримача).

Ділянки *II*, *IV* характеризують навантаження ланок при переміщенні ножа вниз і вгору. Як бачимо, навантаження від ваги корпусу ножа та ланок збільшується на ланках 6, 4 і 2 (криві *б*, *в*, *д*), досягає максимуму в крайньому нижньому положенні, потім монотонно зменшується на ділянці *IV*. На криві ділянок *II* і *IV* накладаються власні коливання ланок і механізму.

На ділянці *V* осцилограми видно сплеск зусиль при зупинці механізму і швидке затухання коливань у системі, причому найбільша амплітуда і найменша частота коливань спостерігається на ланці 6 (крива *в*), що пояснюється меншою жорсткістю механізму, тому що ланка 6 найбільш віддалена від привода.

Цікавою є ділянка *III*, коли ніж входить і виходить із марзана. Навантаження зростає в першу чергу на лівому ричагу 6 і змен-

шується на правій тязі 8. Зусилля розтягу на тязі 4 при цьому зростають. У момент, коли ніж врізається в марзан, навантаження на тягу 8 зростає, вибираються зазори у шарнірах, зусилля тяги 4 змінює знак. Зусилля на ланці 2 різко збільшується. При виході ножа з марзана картина розподілу зусиль у ланках зворотна. За рахунок тертя та виборки зазорів ніж деякий час залишається в марзані, а потім різко від нього відділяється, що відображено сплеском зусиль на всіх ланках механізму в кінці ділянки III. Горизонтальна складова сил різання мінєє при цьому знак, що підтверджується зміною знаку згину ричага 6 (крива 2).

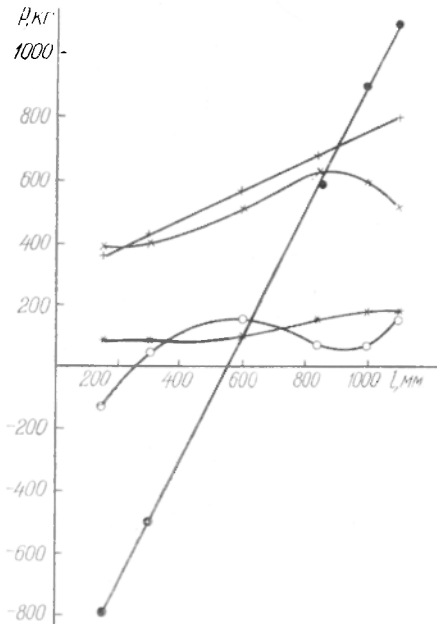


Рис. 3. Графіки зміни зусиль в ланках механізму залежно від довжини стопи (висота стопи — 120 мм, гострота ножа  $O_n = 4,5$  кг/см).

О — права тяга 8; + — шатуни 2; X — розтяг лівої тяги 6; \* — згин лівої тяги 6; • — нижня тяга 4.

Осцилограми, які записані в процесі різання стопи, вміщують у собі всі ділянки осцилограм, що розглянуті вище. Залежно від висоти стопи розширяється ділянка III, на якій записані криві зміни зусиль на ланках під час різання стопи.

Слід відзначити, що в процесі різання стопи занадто складно розподіляються зусилля між лівою 6 і правою 8 ланками механізму. Спочатку навантажується ліва ланка 6 за рахунок кута врізання, а ланка 8 при цьому менше навантажена. Після повного врізання ножа в стопу навантажується й ланка 8. Наявність зазорів у кінематичних парах і складний розподіл навантажень в ланках 6 і 8 значно впливають на динаміку механізму, що відповідно впливає на характер зміни зусиль у його ланках, тобто накладає нестійкий, коливний характер.

Згідно тарифовочним графікам, зусилля в ланках оцінювались кількісно. Для порівняння були прийняті середні величини навантажень, виміряні на осцилограмах.

На рис. 3 показані графіки зміни зусиль при різанні стопи паперу висотою 120 мм залежно від довжини розрізуваної стопи. Стопа різної довжини під час експерименту розміщувалась не по центру, тобто лівий край стопи залишався на одній лінії, тому залежності більш складні за рахунок перерозподілу зусиль між лівою 6 і правою 8 ланками. Але сумарне зусилля на шатуні 2 має майже лінійну залежність, тобто збільшується при збільшенні довжини стопи.

На рис. 4 показані графіки зусиль у ланках механізму при різанні максимальної довжини стопи (1100 мм) залежно від висоти стопи та гостроти ножа. Всі залежності близькі до лінійних і мало змінюються при зміні висоти стопи. Як видно з графіків,

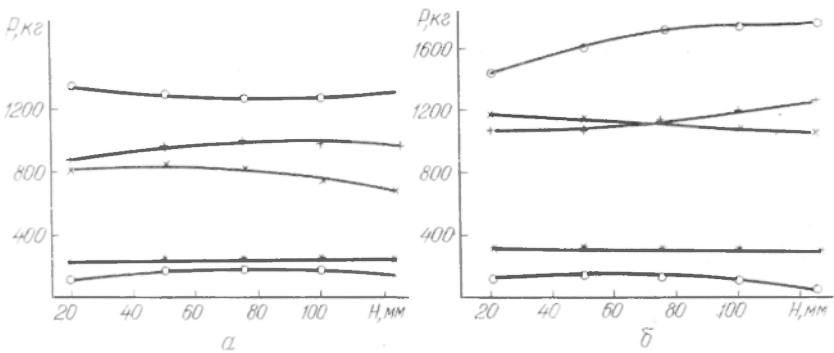


Рис. 4. Графіки зміни зусиль у ланках механізму залежно від висоти стопи і гостроти ножа:

а —  $l$  стопи 1100 мм.  $O_n=8$  кг/см; б —  $l$  стопи 1100 мм.  $O_n=15$  кг/см.

гострість ножа значно впливає на сили різання. При затупленні ножа  $O_n=8-15$  кг/см навантаження на всіх ланках значно зростає. Наприклад, на нижній тязі 4 збільшується на 400—500 кг; зростає зусилля згину ричага 6, що пояснюється збільшенням горизонтальної складової сили різання, яка виникає внаслідок тертя ножа об стопу.

При проектуванні нових машин може становити інтерес дослідження нерівномірності ходу та зміни швидкості вала електродвигуна, а також визначення споживаної потужності на валі електродвигуна за період циклу.

У нашому випадку реальну швидкість головного вала та вала електродвигуна досліджували при різанні максимальної стопи паперу ( $l=1100$  мм;  $h=125$  мм; міцність 120 г/м<sup>2</sup>). Швидкість вала електродвигуна в кінці різання зменшувалась в середньому на 8—10% порівняно з номінальною швидкістю. Величина потужності на валі електродвигуна в усіх випадках не виходить за межі номінальної потужності ( $P_n=4,5$  кВт) і змінюється залежно від конкретного навантаження в межах 2,3—3,7 кВт.

Аналіз даних експериментальних досліджень дає змогу не тільки оцінити особливості роботи паперорізальних машин уніфікованого ряду, а й брати за основу при розрахунках на міцність і жорсткість окремих вузлів і деталей механізмів машини.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гинзбург В. З. Исследование процесса резания на одноножевых бумагорезальных машинах.— «Сборник трудов НИИ Полиграфмаш», 1957, № 3.
2. Мордовин Б. М. Об усилиях резания и давлениях прижима стопы в бумагорезальных машинах.— «Научные труды МПИ», 1948, № 1.
3. Раевский Н. П. Методы экспериментального исследования механических параметров машин. М., Изд-во АН СССР, 1952.
4. Справочные данные по электрооборудованию. Т. 1. М.—Л., «Энергия», 1964.

*A. N. POLJUDOV, I. K. GEORGEVSKIY, V. T. IVASHENKO*

#### **EXPERIMENTAL STUDY OF THE BLADE MECHANISM OF THE PAPER-CUTTING MACHINE TYPE**

#### *S u m m a r y*

As a result of the study the real picture of loadings in the blade mechanism links is discovered, an unevenness of the machine run and the power on the main engine shaft while changing the most important parameters which influence the cutting forces, are considered.

---