

УДК 676.02

ПРОКОП'ЄВ М. В., магістрант; МАРЧЕВСЬКИЙ В. М., к.т.н., проф.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

КІНЕТИКА ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРОВОГО ПОЛОТНА НА БАШМАЧНОМУ ПРЕСІ

Проаналізовано конструкції башмачних пресів. Запропоновано принципово нову конструкцію. Розроблено математичну модель пресування паперового полотна на башмачному пресі з новими умовам однозначності, що дає можливість розрахувати кількість видаленої вологи та сухість полотна після пресування.

Ключові слова: папероробна машина, паперове полотно, зневоднення, пресова частина, башмачний прес.

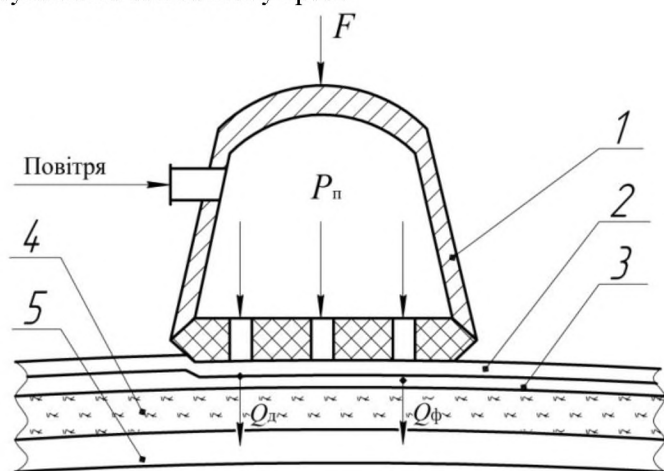
© Прокоп'єв М. В., Марчевський В. М., 2013.

Постановка проблеми. Преси вітчизняних папероробних машин забезпечують сухість полотна після пресової частини близько 35...40 %, чого недостатньо, оскільки на досушування паперу витрачається велика кількість теплової енергії у вигляді пари [1]. Тому розроблення преса, що зможе забезпечити суттєве збільшення сухості, є актуальним.

Одним із шляхів підвищення сухості паперу є застосування башмачного преса, в якому завдяки збільшенню довжини зони пресування зростає його тривалість, завдяки чому сухість полотна перед сушильною частиною збільшується до 50...55 %.

Конструкція преса фірми Voith, що містить башмак, вал і стрічковий транспортер, є надійною, проте має суттєвий недолік. Щоб подолати тертя, у замкнутий об'єм транспортера подають мастило, що забруднює полотно. Аналогічний недолік має конструкція башмачного преса фірми Beloit. Розроблена авторами конструкція позбавлена цього недоліку, оскільки тертя зменшує повітряна подушка.

Метою статті є встановлення кінетичних закономірностей та основних технологічних параметрів пресування на башмачному пресі.



1 – башмак; 2 – сітка; 3 – паперове полотно; 4 – сукно;
5 – вал жолобчатий; P_n – тиск, що створює повітря;
 Q_d – деформаційний потік; Q_f – фільтраційний потік

Рис. 1 – Тиски в захваті розробленого преса

вуючи зміну пористості, після ряду перетворень отримаємо:

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{(1 + \varepsilon_{cp})k_{cp}}{a_{сж,ср}\rho_v} \frac{\partial^2 P}{\partial z^2},$$

де ε_{cp} – середня пористість; $a_{сж,ср}$ – середній коефіцієнт стиску сукна і паперу посередині зони контакту; k_{cp} – середній коефіцієнт фільтрування; ρ_v – густина води, кг/м^3 ; P – тиск у захваті преса, Па.

Виклад основного матеріалу. На звичайних пресах створюється значний градієнт загального і значно менший градієнт гідравлічного тиску. У розробленій конструкції завдяки застосуванню стиснутого повітря градієнт гідравлічного тиску є більшим (рис. 1). Під дією сили F руйнується структура паперового полотна, з яких видаляється вода, що під дією гідравлічного тиску фільтрується в сукно, а з нього – в жолобки вала. Наслідком цього є два потоки відпресованої води – фільтраційний Q_f і деформаційний Q_d , які можна описати рівнянням Дарсі-Герсеванова [2]:

$$u - \varepsilon u_c = -k \frac{\partial P}{\partial z}$$

де u – швидкість фільтрування, м/с; ε – пористість; u_c – швидкість стискування паперового полотна, м/с; k – коефіцієнт фільтрування, м/с; P – тиск, м; z – товщина паперу, м.

Це рівняння разом з рівняннями нерозривності описує фізичні процеси, що відбуваються в папері та сукні в захваті преса. Врахо-

Умови однозначності: $\begin{cases} x = (0; a), & p_i = \Omega x \\ x = a, & p_i = \Omega a = \text{const} \end{cases}$, де Ω – кутовий коефіцієнт захоплення, Па/м; a –

довжина вхідної ділянки преса, м; x – змінна довжина вхідної ділянки преса, м.

Одержане рівняння з умовами однозначності дозволяє визначити градієнт тиску в захваті. Визначивши його, можна за рівнянням Дарсі розрахувати кількість вологи, що видаляється з паперу:

$$Q = - \left\{ B \rho_b k_{\perp} \int_0^t \frac{\partial P}{\partial z} \Big|_{z=\delta} dt - B \rho_b k_{c_{\perp}} \int_0^t \frac{\partial P}{\partial z} \Big|_{z=\delta_c} dt \right\}, \text{ де } k_{\perp} = \frac{k_6 k_{c_{\perp}} \delta}{k_{c_{\perp}} \delta_6 + k_6 \delta_c}.$$

Інтегруючи наведене вище рівняння, у розрахунку на 1 м ширини полотна, після перетворень і спрощень одержимо залежність для визначення кількості видаленої вологи:

$$Q = \frac{2,4 \gamma_b \rho H_{\max} a_0}{\delta t v} \left(\frac{k_{\perp}}{\omega_1} + \frac{k_{c_{\perp}} \cos \pi \varphi}{\omega_2} \right)$$

де v – швидкість машини, м/с; a_0 – довжина площадки контакту, м; t – тривалість зневоднення, с;

$\omega_1 = (a_1 \pi / \delta)^2$; $a_1 = \sqrt{\frac{(1 + \varepsilon_{cp}) k_{\perp}}{a_{сж.ср} \rho_b}}$; $\omega_2 = (a_2 \pi / \delta)^2$; $a_2 = \sqrt{\frac{(1 + \varepsilon_c) k_{c_{\perp}}}{a_{сж.с} \rho_b}}$; $\varepsilon_c, a_{сж.с}$ – фактичні пористість і коефіцієнт

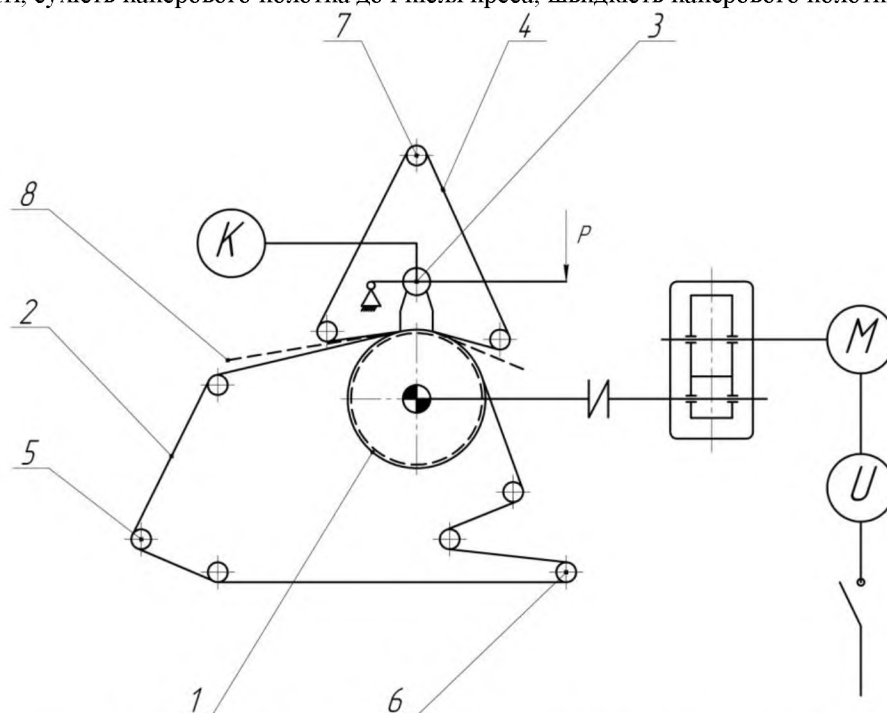
стиску сукна й паперу в захваті преса.

Сухість паперу після пресування:

$$C_k = \frac{g_6 C_H 100}{g_6 - 1000 \rho_b C_H Q}$$

де g_6 – маса квадратного метра паперу, г/м²; C_H – початкова сухість паперу, кг/кг.

Для перевірки адекватності математичної моделі розроблено установку (рис. 2), що дозволяє здійснювати пресування на розробленому пресі. Під час її роботи паперове полотно 8 проводиться сукном у захват преса, де під дією механічного тиску і тиску повітря, що подається компресором в башмак 3, з паперового полотна видаляється волога. Установка дозволяє вимірювати тривалість пресування, механічний тиск і тиск повітря в захваті, сухість паперового полотна до і після преса, швидкість паперового полотна в захваті.



1 – вал жолобчатий; 2 – сукно пресове; 3 – башмак; 4 – сітка; 5 – вал сукноведачий;
6 – вал сукнонатяжний; 7 – вал сітководачий; 8 – полотно паперове

Рис. 2 – Схема башмачного преса

Висновки. Проаналізовано конструкції башмачних пресів. Запропоновано принципово нову конструкцію. Розроблено математичну модель пресування паперового полотна на башмачному пресі з новими умовам однозначності, що дає можливість розрахувати кількість видаленої вологи та сухість паперового полотна після пресування.

Подальші дослідження слід спрямувати на перевірку адекватності розроблених моделей та розроблення алгоритму розрахунку преса.

Список використаної літератури

1. Чичаев В. А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства : в 2-х т. / В. А. Чичаев, М. Л. Глезин, В. А. Екимова – М. : Лесн. пром-ть, 1981. – Т. 2 : Бумагоделательные машины. – 264 с.
2. Новиков Н. Е. Прессование бумажного полотна / Н. Е. Новиков. – М. : Лесн. пром-ть, 1972. – 240 с.

Надійшла до редакції 12.03.2013.

Marchevsky V. M., Prokopiev M. V.

KINETICS OF PRESSING OF PAPER WEB IN SHOE-TYPE PRESS

Now forging parts papermaking machines uses many different designs presses. Regardless of the type of construction, the water is filtered through paper to canvas cloth in the transverse direction, filtering water from the cloth can occur in the longitudinal direction (simple presses) or in the transverse direction (shaft with blind holes, grooved shaft, suction shaft).

Presses of the native papermaking machines provide a dry cloth when pressed, about 35... 40 %. That is not enough, as for drying the paper spent a huge amount of thermal energy in the form of steam, so the development of the press, providing a significant increase in dry is relevant. One way of increasing dryness is usage of shoe press, which by increasing the length of the contact area increased while pressing, so dry cloth before drying section increasing to 50... 55 %.

Work of presses of papermaking machine is measured by the amount of water removed, and uniform moisture content across the width of fabric after the presses. Dehydration capacity of presses depends primarily on the length of the extrusion zone delighted shaft and on the number of these zones. When pressing simultaneously with dehydration of the paper web changing its structure, increases the contact area between the fibers and the coupling strength between them.

In the existing literature does not sufficiently covered shoe-type presses calculation that does not allow constructing them because kinetic regularities of the process is unknown.

The purpose of this article is to establish the kinetics of the compaction and main parameters shoe-type press needed to develop methods of calculation and design shoe presses.

In the conventional two-shaft presses created considerable common pressure gradient and significantly lower hydraulic pressure gradient. In the developed design will increase the hydraulic pressure gradient by summing the camera of the shoe-type heated compressed air. Under the influence of the total pressure break down the cell structure of the paper web from which water is removed that the action of hydraulic pressure filtered in cloth, from cloth in the grooves of the shaft.

This article consists of 5 items: problem, purpose of, the physical model of the process, the mathematical model of the process and conclusions. Each item clearly defines the essence of the article.

Keywords: *papermaking machine, paper web, dehydration, press part, shoe-type press.*

References

1. Chychaev V. A. Oborudovanie celljulozno-bumazhnogo proizvodstva [Equipment for cellulose and paper production] : v 2 t. / V. A. Chychaev, M. L. Hlezyn, V. A. Ekimova. – Moscow : Lesnaja promyshlennost', 1981. – Т. 2 : Bumagodelatel'nye mashiny. – 264 p.
2. Novikov N. E. Pressovanye bumazhno polotna [Pressing of paper web] / N. E. Novikov. – Moscow : Lesnaja promyshlennost', 1972. – 240 p.