

УДК 676.017.3

МАРЧЕВСЬКИЙ В. М. к.т.н., проф.; АКСЬОНОВ І. О., магістрант
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ПРЕСУВАННЯ ФЛЮТИНГУ

Запропоновано фізичну модель та математичний опис процесу пресування паперу для гофрування (флютингу). Одержано розв'язок математичного опису у вигляді графічних залежностей сухості паперового полотна від тривалості пресування та режимних параметрів процесу.

Ключові слова: флютинг, пресування, прес башмачний.

© Марчевський В. М., Аксьонов І. О., 2016.

Постановка проблеми. Одним із способів підвищення сухості паперового полотна після пресу є збільшення тривалості пресування шляхом подовження зони пресування. Сухість паперового полотна в цьому разі становить 45...55 %. Такий спосіб реалізують у башмачних пресах. На остаточне висушування паперового полотна витрачають 2...3 кг пари на 1 кг висушеної вологи [1].

У паперовій промисловості України працюють лише два імпортованих башмачних преси на Рубежанському картоно-гарному комбінаті. Широке впровадження вітчизняних башмачних пресів стримується недостатнім дослідженням кінетики процесу і, відповідно, відсутністю методів розрахунків. Тому визначення кінетичних закономірностей пресування паперу на башмачному пресі та основних параметрів процесу, необхідних для проектування, є актуальною.

Аналіз попередніх досліджень. Результати досліджень кінетики пресування паперового полотна на звичайних двовальних пресах наведено в працях [1-2]. Дослідження в них базуються на законі Дарсі-Герсеванова, що враховує фільтраційний і деформаційний потоки води, що видаляється з паперу під час стискання в захваті пресу.

До недоліків цих праць можна віднести усереднення коефіцієнтів фільтрації. Папір і сукно вважають суцільним тілом. Окрім цього, межові умови на поверхні паперу, що контактує з поверхнею вала, прийнято у вигляді параболического розподілу тиску в захваті пресу.

Наведені в працях [2, 3] розв'язки математичних моделей у вигляді залежностей сухості від швидкості є не зовсім коректними, оскільки тривалість пресування залежить не лише від швидкості, але й ширини захвату. Тому за однакової швидкості тривалість пресування може бути різною.

Кінетичні закономірності зневоднення паперу в захваті башмачного преса в літературних джерелах нами не знайдені.

Метою статті є розроблення фізичної моделі й математичного опису пресування флютингу для одержання параметрів, необхідних для розрахунку башмачного преса.

Виклад основного матеріалу. У пресах із поперечним фільтруванням вода під дією градієнта гідравлічного тиску фільтрується з паперового полотна в сукно, потім – крізь сукно в поперечному напрямі й виходить із сукна в жолобки вала преса.

Загальний потік відфільтрованої води складається з фільтраційного й деформаційного потоків, які описують рівнянням Дарсі – Герсеванова [1]:

$$\rho u - \rho \epsilon u_c = \rho k \frac{\partial H}{\partial z},$$

де u – загальна швидкість фільтрації, м/с; ϵ – відносна пористість; u_c – швидкість стискання паперового полотна, м/с; k – коефіцієнт фільтрації, м/с; H – напір, м; z – товщина паперу, м; ρ – густина води, кг/м³.

З урахуванням деформації паперового полотна, рівнянь Дарсі-Герсеванова, нерозривності та зміни пористості зміна фільтраційного напору з часом становитиме:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{(1 + \bar{\epsilon})k}{\bar{\rho}} \frac{\partial^2 H}{\partial z^2},$$

де $\bar{\epsilon}$ – коефіцієнт стискання паперу, м²/кг.

Розв'язання рівняння (2) з відповідними межовими умовами дозволяє отримати рівняння напірної функції. Оскільки тиск в захваті башмачного преса є сталим,

$$\frac{\partial^2 H_n}{\partial z^2} = 0; \quad \frac{\partial^2 H_c}{\partial z^2} = 0.$$

Якщо $H_n|_{z=z_2} = H_0$, $H_c|_{z=0} = 0$, то за межових умов четвертого роду $k_n \frac{\partial H_n}{\partial z}|_{z=z_1} = k_c \frac{\partial H_c}{\partial z}|_{z=z_1}$ можна одержати напір, що діє на поверхню паперового полотна

$$H_n = \frac{H_0 k_c z + H_0 (k_c - k_n) z_1}{(k_n - k_c) z_1 + k_c z_2}$$

де k_c – коефіцієнт фільтрації в сукні, м/с; k_n – коефіцієнт фільтрації в папері, м/с; z_1 – товщина сукна, м; z_2 – загальна товщина паперу й сукна, м; H_0 – напір, м.

Диференціюючи це рівняння за товщиною полотна флютингу, одержимо градієнт тиску

$$\frac{dH_n}{dz} = \frac{H_0 k_c}{(k_n - k_c) z_1 + k_c z_2}$$

Кількість вологи, що видаляється з флютингу, розраховують за рівнянням Дарсі:

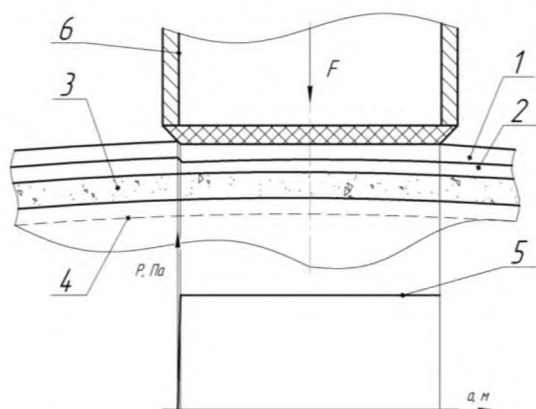
$$Q = - \left\{ \rho k_n \int_0^\tau \frac{\partial H_n}{\partial z} |_{z=\delta} dt \right\}, \quad (1)$$

де ρ – густина води, кг/м³; k_n – коефіцієнт фільтрації в папері, м/с; δ – товщина паперового полотна для гофрування, м; τ – тривалість пресування, с.

Інтегруючи це рівняння, можна визначити кількість води, що видаляється з 1 м² паперу.

Кінцеву сухість паперу при цьому можна визначити як $S_k = \frac{g_0 S_0}{g_0 - Q}$, де g_0 – маса 1 м² вологого паперу до преса, кг/м²; S_0 – початкова сухість.

Рівняння (1) розв'язували за таких параметрів: $\rho = 1000$ кг/м³; $\delta = 0,176$ мм; $\tau_1 = 0,6$ с; $\tau_2 = 0,3$ с; $\tau_3 = 0,2$ с; $\tau_4 = 0,15$ с; $\tau_5 = 0,12$ с; $\tau_6 = 0,1$ с; $H_1 = 6,53$ м; $H_2 = 19,59$ м; $H_3 = 26,22$ м; $k_{n1} = 4,3775 \cdot 10^{-9}$ м/с; $k_{n2} = 1,7882 \cdot 10^{-9}$ м/с; $k_{n3} = 1,401 \cdot 10^{-9}$ м/с [4]. Одержані результати наведено на рис. 2.



1 – сітка; 2 – паперове полотно; 3 – сукно;
4 – вал жолобчатий; 5 – розподіл тиску в захваті; 6 – башмак

Рис. 1 – Розподіл тисків у захваті башмачного преса

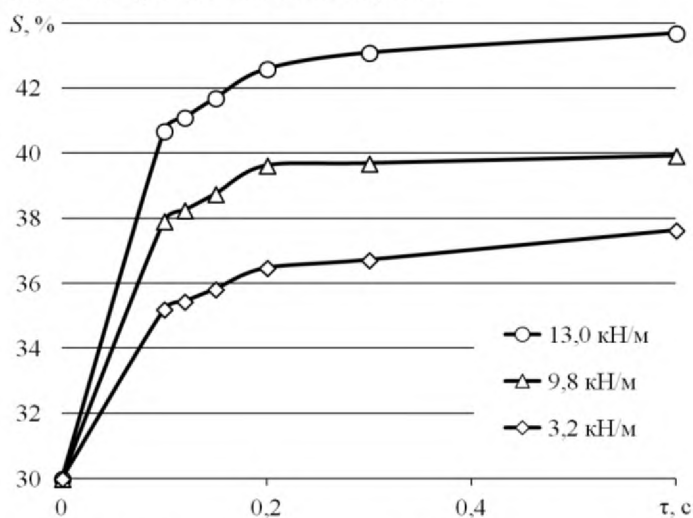


Рис. 2 – Залежності кінцевої сухості S від тривалості перебування паперу τ у захваті преса за різного тиску

Висновок. Установлено, що максимальна швидкість зневоднення флютингу під час пресування в башмачному пресі відбувається в першому періоді. У другому періоді швидкість зменшується, у третьому періоді швидкість є сталою і мінімальною за величиною. Підвищення тиску в захваті преса збільшує швидкість зневоднення в першому періоді, тоді як у другому й третьому періодах відповідні швидкості зростають несуттєво, що обумовлено остаточним стисненням полотна флютингу та збільшенням гідравлічного опору.

Список використаної літератури

- Новиков Н. Е. Прессование бумажного полотна / Н. Е. Новиков. – М. : Лесн. пром-ть, 1972. – 240 с.
- Коновалов А. Б. Математическая модель двухкомпонентной фильтрации применительно к механическому обезвоживанию осадков / А. Б. Коновалов // Техн.-технол. проблемы сервиса. – 2011. – № 3. – С. 81-87.

3. Коновалов А. Б. Имитационное моделирование рабочего процесса в прессах с продольной фильтрацией / А. Б. Коновалов // Технично-технологические проблемы сервиса. – 2012. – № 2. – С. 40-47.
4. Ageev M. A. Изучение пористой структуры бумажного полотна при прессовании / М. А. Агеев, А. С. Шаклеин // Химия растительного сырья. – 2014. – № 3. – С. 265-269.

Надійшла до редакції 23.08.2015

Marchevsky V. M., Aksonov I. O.

PRESSING OF FLUTING

The physical and mathematical model describing the process of pressing paper for corrugating. Powered decision mathematical description as graphic dependences dry paper web from the time of pressing and operating parameters of the process. The purpose of this article is to determine the patterns of kinetic process pressing fluting on shoe press needed to develop methods of calculating shoe press. Solving mathematical description pressing process found that the maximum speed of dewatering the paper is in the first period, the second period, the speed decreases in the third period and the minimum rate fixed in size. Increased pressure delighted leads to increased speed in the first period, the second and third periods of dehydration speed increases slightly, which is due to compression of the final canvas fluting and a corresponding increase in hydraulic resistance. Further experimental studies are planned kinetics pressing fluting on the shoe press.

Keywords: fluting, pressing, shoe press.

References

1. Novikov, N.E. (1972). Pressovanye bumazhnogo polotna [Pressing of paper web], Lesnaja promyshlennost Moscow, USSR.
2. Konovalov, A.B. (2011) "Mathematical model of the two-componential filtration with reference to mechanical dehydration of deposits", *Technico-Technologicheskyye problemy servisa*, vol. 3, pp. 81-87.
3. Konovalov, A.B. (2012), "To the question of simulation modeling of the working process in presses with longitudinal filtering", *Technico-Technologicheskyye problemy servisa*, vol. 2, pp. 40-47.
4. Ageev, M. A. and Shaklein, A. S. (2014), "Study of the porous structure of the paper web during pressing process", *Chimia rastitelnoho syria*, vol. 3, pp. 265-269.

УДК 669.713

ПАНОВ Є. М., д.т.н., проф.; БОЖЕНКО М. Ф., к.т.н., доц.;
ДАНИЛЕНКО С. В., к.т.н., с.н.с.; НАВОЗЕНКО А. П., магістр
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ТЕМПЕРАТУРНО-ТЕПЛОВІ ПОКАЗНИКИ ГАЗОПОЛУМЕНЕВОГО ОБПАЛЕННЯ АЛЮМІНІЄВИХ ЕЛЕКТРОЛІЗЕРІВ

Наведені результати узагальнення досліджень газополуменевого обпалення електродів з анодами, що самовипалюються, на силу струму 130 кА, стосовно середніх за об'ємом температур подини та швидкостей зміни цих температур. Запропоноване безрозмірне рівняння для розрахунку середньої температури подини для будь-якого проміжку часу від початку обпалення за відомої витрати природного газу та температури поверхні подини. Визначені показники енергетичної ефективності й розроблена технологічна інструкція для газополуменевого обпалення електродів.

Ключові слова: алюмінієвий електрод, подина, газополуменево обпалення, енергетична ефективність.

© Панов Є. М., Боженко М. Ф., Даниленко С. В., Навозенко А. П., 2016.

Постановка проблеми та аналіз попередніх досліджень. Одним з етапів підготовки алюмінієвих електродів до пуску після їх капітального ремонту або спорудженні нових є процес обпалення. Основне завдання обпалення полягає в коксуванні набивних вуглецевих міжблочних і периферійних швів подини для надання їй монолітності, прогріванні катодного та анодного пристроїв до температур, що наближені до експлуатаційних, а також формуванні нового анода, що самовипалюється (у разі відсутності готового). Наби-