

пропонованої моделі й можливість промислової реалізації процесу. Подальші дослідження будуть спрямовані на створення методики розрахунку промислової конструкції сушарки.

#### Список використаної літератури

1. Лыков А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – М. : Энергия, 1968. – 470 с.
2. Seyed-Yagoobi J. Heating/drying of uncoated paper with gas-fired infrared emitters – fundamental understanding / J. Seyed-Yagoobi, H. Noboa // Proc. of the 14th Int. Drying Symp. ; August 2004. – Vol. B. – P. 1217–1224.

Надійшла до редакції 22.03.2015

*Marchevskiy V. M., Novokhat O. A., Voronin L. G., Tatarchuk O. O.*

#### DRYING OF SANITARY PAPER USING INFRARED RADIATION

*The results of research of process of drying of sanitary-hygienic paper are resulted with the use of infrared. The mathematical model of process which describes dependence of change of dryness and temperature in time is offered.*

*At drying of sanitary-hygienic paper use big and energy expense equipment which burns the considerable volumes of natural gas on heating of air for the convection constituent of process. One of lacks of such equipment there is low intensity of heat exchange and considerable effervescences with smoke gases by comparison to more effective radiation method of drying, at which heating of paper takes place in all his volume. Therefore research of kinetic conformities to law of process of drying of sanitary-hygienic paper with the use of infrared and determination of basic technological parameters, necessary for development of industrial equipment is actual. Theoretical bases of process of the radiation, infrared, infrared drying are stopped up A. Lykov [1]. For description of mechanism of the radiation, infrared drying of A. Lykov differential equalization of thermal transfer is offered, that takes into account an infrared as internal source of heat ( $Q_v$ ) in the skims of material.*

*In the article mathematical description of processes of thermal and mass transfer is offered in the elementary layer of paper. On the base of equalizations of thermal transfer and kinetics of drying the mathematical model of drying of sanitary-hygienic paper is developed. Numerical equalizations of mathematical model are executed, that presentation graphically. Verification model is adequate to conducted experiments.*

*The mathematical model of process of drying of sanitary-hygienic paper is developed and its decision is got. Was determined the kinetic of drying process.*

**Keywords:** *drying, infrared, sanitary-hygienic paper, dryness, kinetics.*

#### References

1. Lykov, A.V. (1968), *Teoriya sushki* [Theory of Drying], Energiya, Moskov, Russia.
2. Seyed-Yagoobi, J. and Noboa, H. (2004), “Heating/drying of uncoated paper with gas-fired infrared emitters – fundamental under standing”, Proc. of the 14th Int. Drying Symp., vol. B, pp. 1217–1224.

УДК 676.017.3

**МЕЛЬНИК О. П., ас.; МАРЧЕВСЬКИЙ В. М., к.т.н., проф.;**  
**БИКОВЕЦЬ Д. П., асп.; ВАСИЛЕНКО М. М., магістрант**  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

#### ГАРЯЧЕ ПРЕСУВАННЯ ФЛЮТИНГУ

*Експериментально досліджено кінетику гарячого пресування паперу для гофрування (флютингу). Одержано залежності сухості флютингу від тривалості його перебування в зоні пресування, температури вала, лінійного тиску в захваті преса та маси квадратного метра флютингу.*

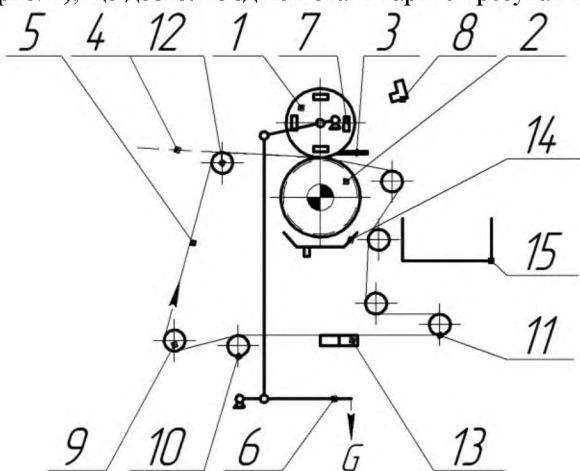
**Ключові слова:** *паперове полотно, гаряче пресування, кінетичні закономірності.*

© Мельник О. П., Марчевський В. М., Биковець Д. П., Василенко М. М., 2015.

**Постановка проблеми.** Суттєво знизити затрати теплоти на сушильній частині папероробної машини можна гарячим пресуванням паперу з досягненням його сухості 60...70 % [1]. Проте цей процес описано недостатньо, що не дозволяє створити алгоритм розрахунку промислових гарячих пресів.

Метою роботи є визначення кінетичних закономірностей і технологічних параметрів гарячого пресування, необхідних для розрахунку промислових гарячих пресів.

**Виклад основного матеріалу.** Для досягнення поставленої мети створено лабораторну установку (рис. 1), що дозволяє здійснювати гаряче пресування паперового полотна.



- 1 – верхній пресовий вал; 2 – жолобчатий вал;  
3 – шабер; 4 – паперове полотно; 5 – сукно пресове;  
6 – механізм притискання верхнього вала;  
7 – нагрівник; 8 – пірометр; 9 – розгінний вал;  
10 – сукнонаправляюча; 11 – сукнонатяжка; 12 – вал сукноведучий; 13 – сукнозмийка; 14 – піддон;  
15 – корзина для відпресованих зразків

Рис. 1 – Схема дослідної установки

зраховували як  $P = (iP_v + G_v) / B$ , де  $P_v$  – вага вантажу, встановленого на механізмі притискання, Н;  $G_v$  – вага верхнього вала, Н;  $B$  – ширина сукна, м;  $i$  – передатне число важільної системи.

Тривалість пресування  $\tau = a / V$ , де  $a$  – довжина зони пресування, м;  $V$  – швидкість паперу, м/с.

За результатами дослідження побудовані графічні залежності кінцевої сухості флотингу від тривалості перебування в зоні пресування за різного лінійного тиску й температури гарячого вала (рис. 2). Їхній аналіз свідчить, що з підвищенням температури гарячого вала швидкість зневоднення й кінцева сухість зразків збільшуються, але різними темпами внаслідок впливу інших параметрів процесу.

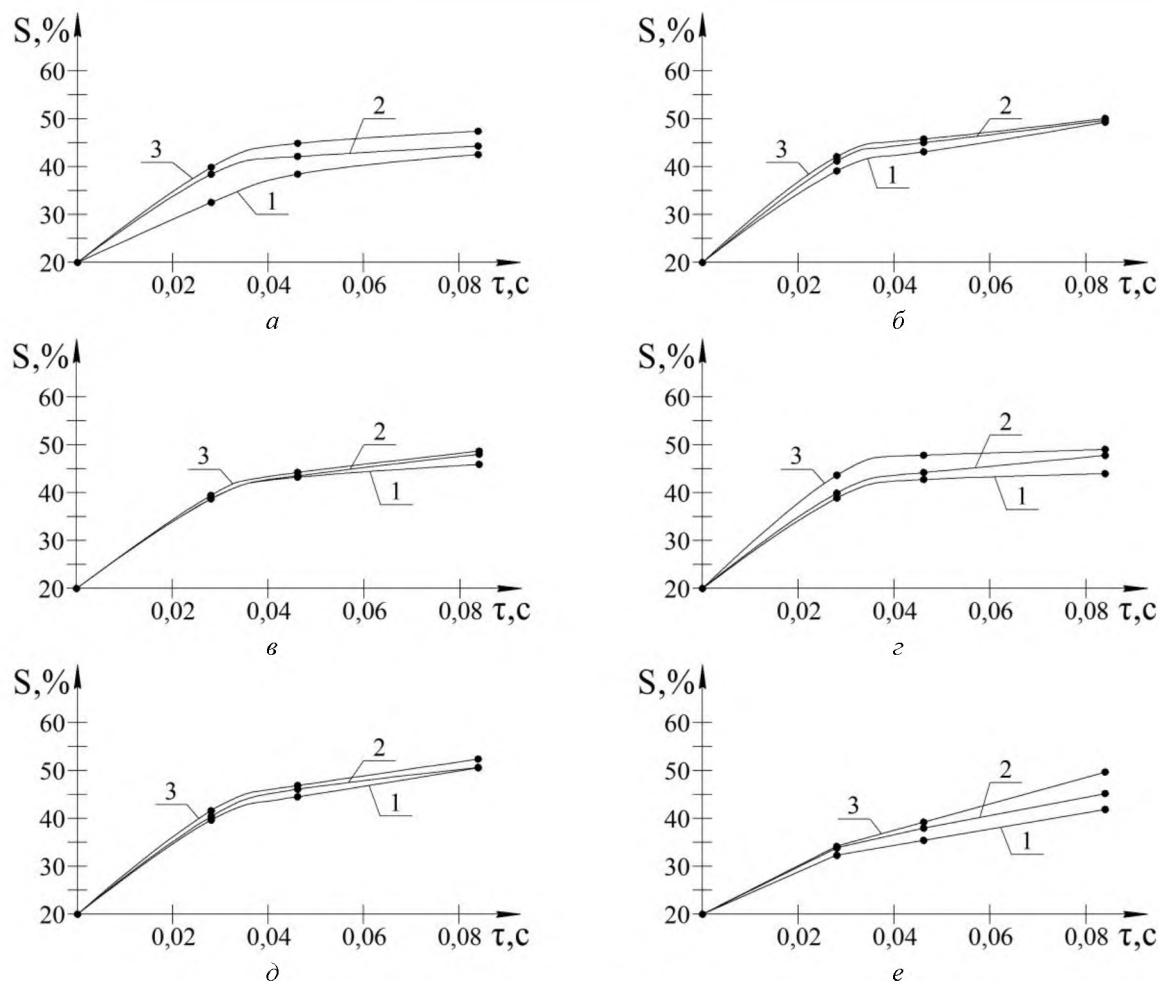
Після гарячого пресування кінцева сухість флотингу становить 43...53 % і збільшується з підвищення температури поверхні верхнього пресового вала. Це свідчить, що основним параметром пресування є температура поверхні верхнього пресового вала, оскільки саме від неї залежить тиск пари в пресовому захваті. При цьому кінцева сухість полотна майже пропорційно залежить від тривалості перебування полотна в зоні контакту валів преса та від лінійного тиску в пресовому захваті.

Криві зневоднення мають схожу форму – дві прямі, з'єднані криволінійним відрізком. Початкові ділянки кривих свідчать, що зневоднення відбувається зі сталою швидкістю до середини захвату, після чого на невеликому криволінійному відрізку швидкість процесу зменшується. Після цього процес знову відбувається зі сталою, проте значно меншою швидкістю. Таку форму кривих зневоднення можна пояснити закономірностями вологовіддачі деформованого полотна в захваті преса [2].

**Висновок.** Одержані кінетичні закономірності гарячого пресування можуть бути використані для проектування промислових гарячих пресів.

#### Список використаної літератури

1. *Примаков С. П.* Технологія паперу і картону / С. П. Примаков, В. А. Барбаш. – К. : ЕКМО, 2002. – 396 с.
2. *Марчевський В. М.* Обладнання лісового комплексу. Дослідження процесів і устаткування целюлозно-паперових виробництв / В. М. Марчевський, О. О. Семінський, В. В. Петров. – К. : НТУУ «КПІ», 2011. – 148 с.



1, 2, 3 – лінійний тиск між валами преса 10, 14 і 19 кН/м відповідно

Рис. 2 – Залежність кінцевої сухості флотингу від тривалості його перебування в зоні пресування за різних лінійних тисків і температур поверхні верхнього пресового вала для зразків: а-в – 120 г/м<sup>2</sup>; г-е – 160 г/м<sup>2</sup>; а, г – 100 °С; б, д – 150 °С; в, е – 200 °С

Надійшла до редакції 14.04.2015

Melnyk O. P., Marchevskiy V. M., Vasylenko M. M., Bykovets D. P.

### HOT PRESSING OF FLUTING PAPER

Much of the heat is spent by papermaking machine on drying paper which ultimate dryness is in range of 35–50 %. In this respect 60–45 % water is dried, resulting in paper industry is the second followed by as per steel industry cost of heat per unit of output. It is possible to essentially reduce cost of heat for drying section of papermaking machine by increasing paper dryness in fouth of drying section. This can be achieved when using hot pressing paper.

The aim of work is to experimentally determine the kinetic patterns and technological parameters of hot pressing.

The result of study is presented by graphics dependances of ultimate dryness fluting on time spent in the area at different linear extrusion pressure and temperature of hot shaft.

In this paper, the experimental kinetic studies of hot pressing paper corrugating (fluting) are conducted. Based on experimental data dryness fluting dependences on time spent in the area of extrusion temperature shaft, are obtained, linear pressure of the press and mass per square meter fluting.

Investigation of dehydration were conducted with samples fluting with 120 and 160 g/m<sup>2</sup> and 20 % of the initial dryness, at a papermaking machine speed 10, 20, 30 m/min, a linear pressure between the press rollers 10, 14, 19 kN/m, the surface temperature of the upper press shaft inlet footprint 100, 150, 200 °C.

The results of study show that hot press expend basic parameters of the basic design of existing presses and the latest design shoe presses. The kinetic patterns and technological process parameters can be used to design industrial hot press. Hot presses implementation in production will significantly reduce the cost of fuel and gas in papermaking.

**Keywords:** paper web, hot pressing, kinetic laws.

#### References

1. Prymakov, S.P. and Barbash, V.A. (2002), *Tekhnolohiia paperu i kartonu* [Technology of paper and paper-board], ЕКМО, Kyiv, Ukraine.
2. Marchevskiy, V.M., Seminskyi, O.O. and Petrov, V.V. (2011), *Obladnannia lisovoho kompleksu. Doslidzhennia protsesi viustatku vanniat seliulozno-paperovykh vyrobnytstv* [Equipment of paper industry. Researching of process in paper industry], NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine.

УДК 664.8.022.6

СИДОРЕНКО О. П., магістрант; ЗУБРІЙ О. Г., к.т.н., доц.; СЕМІНСЬКИЙ О. О., к.т.н., доц.  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

## ОСВІТЛЕННЯ СОКІВ У ПОЛІ ВІДЦЕНТРОВИХ СИЛ

Наведені результати експериментальних досліджень дисперсного складу соків, освітлених у надцентрифугі. Одержано криві розподілу частинок, оцінено коефіцієнт освітлення.

**Ключові слова:** освітлення, фруктовий сік, надцентрифуга.

© Сидоренко О. П., Зубрій О. Г., Семінський О. О., 2015.

**Постановка проблеми та аналіз попередніх досліджень.** Після пресування та попереднього розділення фруктові соки залишаються каламутними через наявність частинок м'якоти й колоїдів плодової тканини. Оскільки гравітаційне самоосвітлення займає багато часу, для освітлення соків доцільно застосовувати розділення в полі відцентрових сил [1].

У публікаціях однієї з провідних компаній-виробників центрифуг і сепараторів Westfalia наведені якісні оцінки різних ступенів розділення соків за різної продуктивності та розподіли частинок за розмірами, отримані на пресі і в центрифугі зі шнековим вивантаженням [2]. Проте даних, наведених компанією недостатньо для вибору режиму розділення. Отже визначення дисперсного складу соків для вибору режимів їхнього освітлення в полі відцентрових сил є актуальним.

**Метою** статті є дослідження дисперсного складу неосвітленого і освітленого соків та визначення ступеня їхнього освітлення.

**Викладення основного матеріалу.** Серед фруктової сировини, що переробляється консервними заводами України на сік, 80...90 % займають яблука, тоді як серед овочевої провідне місце займають томати. Ці соки освітлювали в трубчастій надцентрифугі з ротором діаметром 45 мм, довжиною 145 мм й максимальною частотою обертання до 30000 хв<sup>-1</sup>.

Структуру проб яблучного і томатного соків, взятих до і після освітлення, а також осаду зі стінки ротора, досліджували методом мікроскопії. На рис. 1, 3, 5 показано збільшені фотознімки крапель соків. На них помітні чорні вкраплення, ідентифіковані як тверда фаза, й темні згустки, ідентифіковані як м'якоть. Для аналізу гранулометричного складу частинок на мікрофотографіях виділяли рівні області, в яких визначали кількість частинок, що мали однаковий характерний розмір. Під ним розуміли максимальний лінійний розмір проекції частинок на площину фотознімка. У виділених областях підраховували всі частинки, виокремлюючи тверду фазу і м'якоть. Ширину гранулометричного складу вибирали, виходячи з характерного розміру найбільшої з частинок, розміри яких оцінювали. Ширину фракцій вибирали з огляду на їхню репрезентативність.

За результатами розрахунків проведено статистичний аналіз гранулометричного складу частинок.

На рис. 2, 4, 6 наведено диференціальні криві розподілу частинок за розмірами залежно від виду соку (до чи після освітлення) й типу частинок (тверда фаза чи м'якоть) у вигляді залежностей зведеного розміру частинок, представлених координатами середини ширини фракцій, від кількості частинок, що припадають на одиницю ширини гранулометричного складу.