

Технічні науки

УДК 676.026.4

**Мовчанюк Ольга Михайлівна**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри екології та технології рослинних полімерів  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Movchaniuk Olha**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
National Technical University of Ukraine  
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**Остапенко Аліна Анатоліївна**

*кандидат технічних наук,  
старший викладач кафедри екології та технології рослинних полімерів  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Ostapenko Alina**

*Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer  
National Technical University of Ukraine  
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**Дажук Оксана Олександрівна**

*магістрант  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Dazhuk Oksana**

*Master Student of the  
National Technical University of Ukraine  
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**Куниця Юрій Борисович**

*магістрант*

*Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Kunytsia Yurii**

*Master Student of the*

*National Technical University of Ukraine  
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”*

**Кривошеєв Антон Олегович**

*магістрант*

*Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Kryvosheiev Anton**

*Master Student of the*

*National Technical University of Ukraine  
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”*

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРЕСУВАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ  
ФЛЮТИНГУ  
IMPROVING THE EFFICIENCY OF PRESSING IN FLUTING  
PRODUCTION**

*Анотація.* Проаналізовано ефективність пресової частини компанії Parcel з використанням двох пресів з подовженою зоною пресування типу Jumbo і передавальним юні-пресом. Доведено доцільність і переваги використання такої пресової частини у виробництві флютингу.

*Ключові слова:* пресова частина, папероробна машина, папір для гофрування, універсальний прес, Jumbo-прес, подовжена зона пресування.

**Summary.** *The efficiency of the press part of Papcel company was analyzed using two presses with an extended pressing zone of the Jumbo type and a transfer uni-press. The expediency and advantages of using such a press part in the production of fluting are proved.*

**Key words:** *press section, paper machine, corrugated paper, universal press, JUMBO press, extended pressing zone.*

Сушіння є найбільш енергоємною операцією в процесі виробництва целюлози та паперу. За даними Асоціації з інновацій у целюлозно-паперовій промисловості (АРРТІ) лише паперова галузь у Сполучених Штатах Америки споживає 400 мільйонів ГДж/рік енергії на сушіння паперу, що складає 1,5 мільярда доларів [1; 2]. Враховуючи таку вартість і вплив на навколишнє середовище, скорочення витрат енергії на сушіння шляхом посиленого пресування є критичною метою промисловості. З цієї причини АРРТІ поставила амбітну мету досягти 65 % сухості полотна після пресової частини. Враховуючи, що у світі налічується понад 10 000 паперових фабрик, навіть невелике покращення сухості після пресування матиме значний вплив на світові викиди вуглецю.

Україна також не стоїть осторонь цієї глобальної проблеми. Уряд країни нещодавно оновив свій національно визначений внесок згідно Паризької угоди, поставивши за ціль скоротити викиди парникових газів на 65% до 2030 року порівняно з рівнем 1990 року [3].

З огляду на вищезазначене, підвищення ефективності роботи пресової частини папероробної машини є актуальним завданням не лише з економічної, а й з екологічної точки зору. Особливо це стосується технологічних потоків, що виробляють макулатурні види продукції, до яких відноситься папір для гофрування, адже процес видалення вологи в цьому випадку ускладнюється особливостями вторинного волокна.

При виробленні більшості видів паперової продукції єдиним шляхом

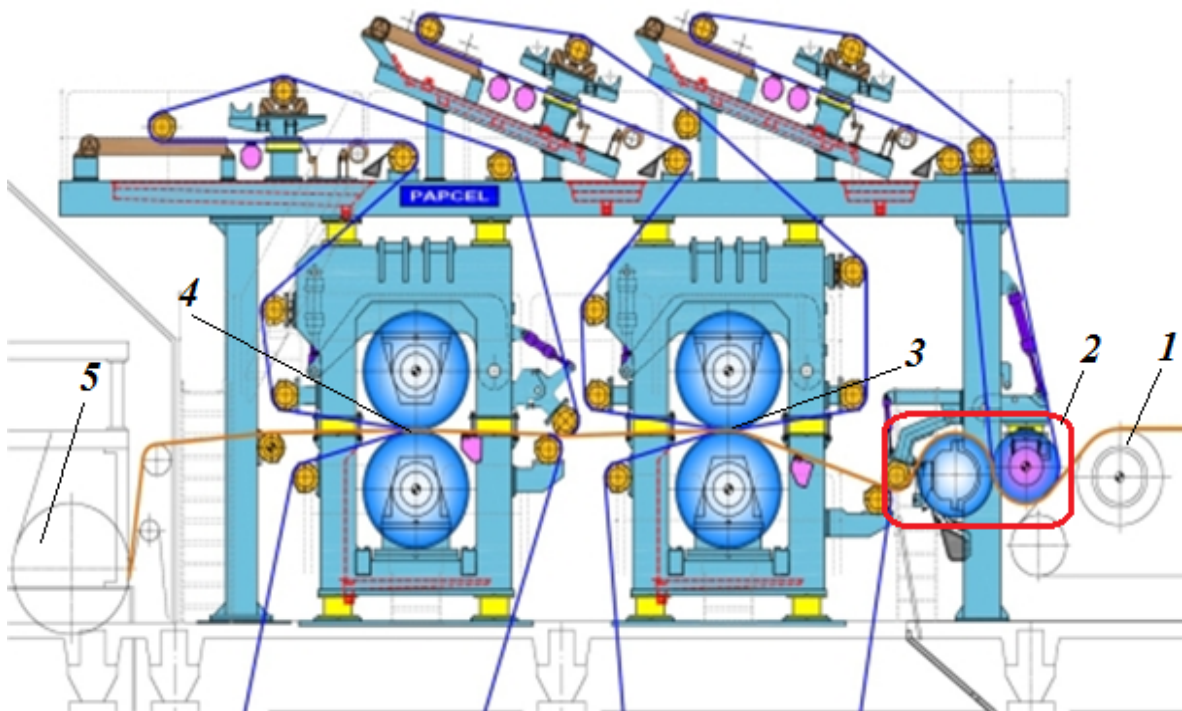
підвищення сухості після преса є збільшення тривалості пресування. Для цієї мети можна застосовувати преси з подовженою зоною пресування типу Jumbo, що пропонуються рядом виробників [4-6].

**Метою** роботи було оцінювання ефективності пресової частини компанії «Parcel» з використанням пресів Jumbo у технології виробництва флютингу.

Сучасна пресова частина машини має відповідати таким вимогам:

- забезпечувати максимально можливу сухість полотна за найменшої кількості зон пресування;
- не погіршувати якість паперу;
- бути компактною, простою і жорсткою конструкцією;
- давати можливість швидкої зміни сукон та пресових валів [7].

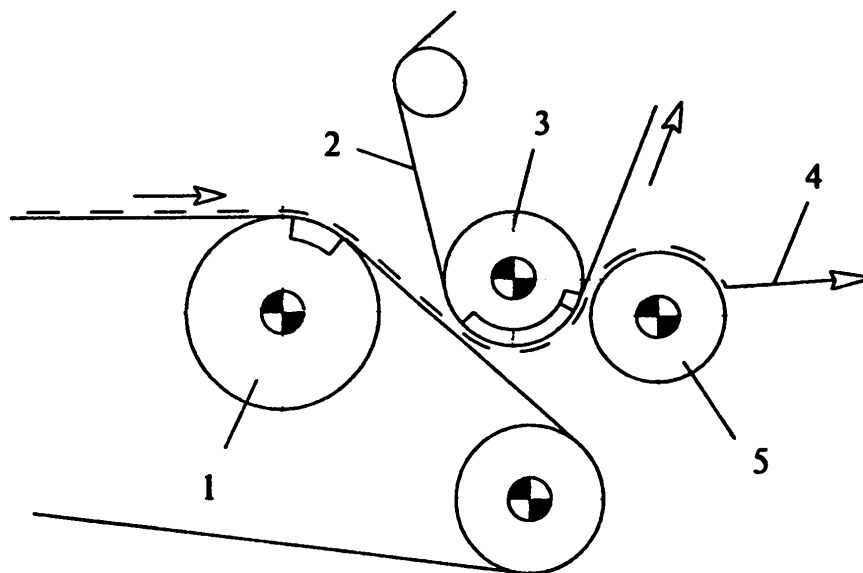
Пресова частина компанії «Parcel» (рис. 1) складається з трьох пресів: одного юні-пресу та двох основних пресів типу Jumbo з подовженою зоною пресування.



**Рис. 1. Пресова частина папероробної машини:**

1 – гауч-вал; 2 – універсальний прес; 3 і 4 – перший і другий Jumbo-прес відповідно;  
5 – перший сушильний циліндр [4]

У схемі передачі полотна з сіткової частини в пресову (рис. 2) вдало поєднуються функції вакуум-пересмоктувального пристрою і першого преса. Цей пристрій, що відомий під назвою юні-прес (універсальний прес), має пересмоктувальний вал, що є водночас валом першого преса. Сукно охоплює цей вал з дуже широкою вакуум-камерою, яка одним краєм контактує через сукно з сіткою, по якій рухається полотно, а іншим – з гладким пресовим валом [8]. В цьому разі після сіткової частини полотно проходить дуже короткий шлях до першої зони пресування, весь час знаходячись під розрідженням. У пропонованій пресовій частині (див. рис. 1) після юні-пресу полотно супроводжується нижнім сукном у зону пресування першого Jumbo-пресу. А вільна ділянка руху полотна передбачена лише після першого Jumbo-пресу. Саме тому ймовірність обриву полотна паперу зведена до мінімуму. Це є дуже важливою перевагою для виробництва флутингу із вторинних волокон.



**Рис. 2. Двовальний юні-прес:**

1 – гауч-вал; 2 – пресове сукно; 3 – відсмоктувальний вал; 4 – паперове полотно;  
5 – гранітний вал [9]

Широка відсмоктувальна камера, що супроводжує полотно паперу,

разом з сукном, при проходженні всієї ділянки від сітки до першої зони пресування, дає можливість підтримувати порівняно високу сухість сукна першого преса і вибирати це сукно лише за зневоднювальною здатністю, не враховуючи той факт, що полотно має утримуватися нижньою стороною сукна, як на звичайному пересмоктувальному пристрої. Для переходу полотна з сітки на сукно в цьому разі потрібен вакуум не більше 50 мм рт. ст. Робочий вакуум в камері відсмоктувального вала традиційного передавального пристрою становить 100 – 400 мм рт. ст. Для очищення і зневоднення сукна встановлюється зазвичай сукномийка по типу відсмоктувального преса. Сухість сукна перед пересмоктувальним валом може досягати 60 – 65%, що дозволяє піднімати тиск на пресі до 120 кгс/см. Практика показала, що сухість полотна після юні-преса значно вище, ніж після звичайного першого відсмоктувального преса. Встановлення такого юні-преса вимагає значно менше місця, ніж для звичайного пересмоктувального пристрою і одного або двох відсмоктувальних пресів, що забезпечують таку ж сухість паперового полотна як і після юні-преса. У виробничих умовах юні-прес працює на машинах, що виробляють продукцію масою від 25 до 1000 г/м<sup>2</sup> [8].

За формулою Бойд-Кемпбела підвищення сухості паперу  $\Delta C$  під час мокрого пресування прямо пропорційно питомому тиску і часу пресування і обернено пропорційно квадрату маси 1 м<sup>2</sup> паперу, квадрату питомої поверхні волокон і в'язкості води за певної температури:

$$\Delta C = \frac{Pt}{q^2 s^2 \eta},$$

де  $P$  – питомий тиск пресування;  $t$  – час пресування;  $q$  – маса 1 м<sup>2</sup> паперу;  $s$  – питома поверхня волокон;  $\eta$  – в'язкість води за температури пресування [8].

Отже вагомими чинниками процесу є збільшення тиску і часу пресування полотна. З огляду на це, подовження зони пресування є одним

з найважливіших напрямків підвищення сухості полотна.

Прес із подовженою зоною пресування типу Jumbo компанії «Parcel» (рис. 3) виконаний як двовальний прес із гідравлічним притиском верхнього пресового валу. Несуча конструкція виконана з урахуванням високої статичної та динамічної напруги і пристосована до швидкої заміни пресових сукон та валів. Пресові вали сучасної конструкції посаджені на дворянні бочкоподібні підшипники в корпусах, що дозволяє здійснювати змащування з урахуванням швидкості та навантаження. Через великий лінійний тиск між валами (250 – 350 кН/м) температура в зоні пресування підвищується, тому для стабілізації температури покриття валів передбачено внутрішню систему їх охолодження. Облицювання валів виконане з високоеластичної гуми, що характеризується підвищеною механічною та термічною стійкістю. Завдяки еластичності покриття, а також більшого розміру валів (діаметр валів перевищує 1000 мм) відбувається подовження зони пресування. Покриття виконане з бомбуванням, з урахуванням прогину валу за робочого лінійного тиску. У покритті знаходяться глухосвердлені отвори для кращого відведення води під час пресування. Великий діаметр пресових валів сприятливо позначається на довговічності гумового покриття, оскільки число навантажень покриття в одиницю часу є значно меншим, ніж для валів малого діаметра [8].

Технологія пресування між двома сукнами сприяє підвищенню сухості полотна та запобігає його роздавлюванню в умовах значного тиску. Проводка сукна обох валів підбирається індивідуально з урахуванням швидкості, лінійного навантаження і асортименту продукції, що виготовляється. Складовою частиною преса є система регулювання та натягу сукон, а також їх кондиціонування. Регульовані сукноведучі і папероведучі валики забезпечують швидке відокремлення паперового полотна від сукна на виході з преса для зменшення ймовірності повторного

зволоження полотна. Привод преса є двомоторним, тобто кожний пресовий вал має свою приводну одиницю. Складовою частиною машини є електрочастина приводу та система керування, що включає пульт керування, гідравлічну систему притиску верхнього пресового валу та заправлення паперу.

Технічні параметри Jumbo-преса [4]:

- максимальний лінійний тиск пресування – 350 кН/м;
- максимальна ширина полотна паперу – 5000 мм;
- ширина зони пресування – 60 –75 мм;
- Максимальна швидкість – 1000 м/хв;
- діаметр пресових валів – до 1500 мм.

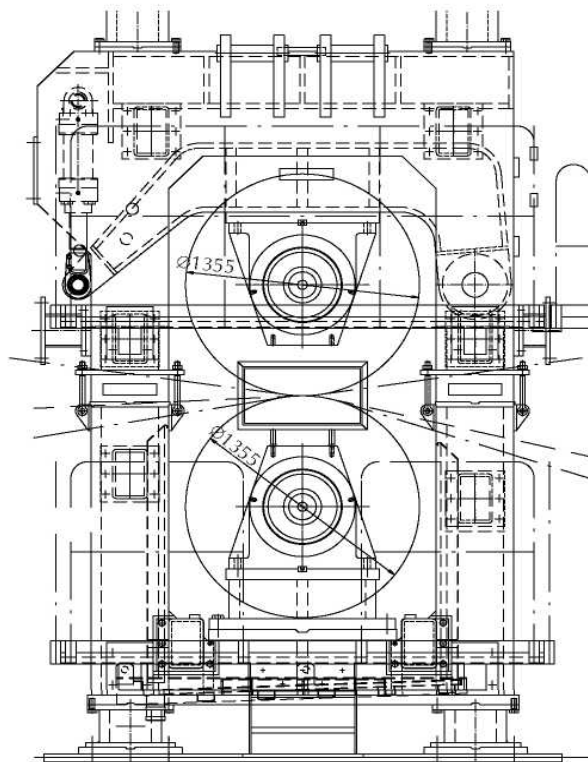


Рис. 3. Jumbo-прес [4]

**Висновки.** Таким чином, пресова частина машини компанії «Parcel», що включає передавальний універсальний прес та два основні Jumbo-преси з подовженою зоною пресування відповідає вимогам [7] і буде ефективною



для виробництва флютинга, що виробляється з вторинного волокна. Вона дозволить підвищити сухість паперового полотна після пресової частини, зменшуючи при цьому його обривність та знижуючи витрати енергії у сушильній частині, що позитивно позначиться на собівартості паперу, а також слугуватиме внеском у пом'якшення кліматичних змін.

### Література

1. McDonald J.D., Kerekes R. J. Estimating limits of wet pressing on paper machines. *Tappi Journal*. 2017. V.16. № 2. P. 81-87.
2. Pulp & Paper Canada. Pressing matters: Optimizing pressing operations in pulp and paper manufacturing. March 29, 2022 by J. David McDonald. URL: <https://www.pulpandpapercanada.com/pressing-matters-optimizing-pressing-operations-in-pulp-and-paper-manufacturing/>
3. Організація об'єднаних націй Україна. URL: <https://ukraine.un.org/uk/139917-rishuche-dotrymuuyuchys-paryzkoyi-uhody-ukrayina-obitsyaye-podalshe-skorochennya-vykydiv>
4. High-capacity pulping node. URL: <https://www.papcel.cz/ru/produkty/papir/packaging-materials/stock-preparation-line/machinery-and-equipment/raw-material-pulping/>
5. Вуглепром. Пресова частина з комбіпресом і розширеною зоною пресування. URL: <https://ugleprom.com.ua/uk/>
6. JMC PAPERTECH PVT LTD. URL: <https://www.jmcmachines.com/products/jumbo-press/>
7. Papermaking. Papermachine – Pressing. URL: <https://www.fibrelab.ubc.ca/files/2013/01/Topic-14-Papermaking-Pressing-text.pdf>.
8. Мовчанюк О.М., Гомеля М.Д. Пресування паперового полотна: навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 140 с.
9. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли // Бумаго- и

картоноделательные машины: Учеб пособие / Под ред. В.С. Курова,  
Н.Н. Кокушина. СПб. : Изд-во Политех. Ун-та, 2006. 588 с.