

## УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕКОРТИКАЦІЇ ЛУБ'ЯНОЇ СИРОВИНИ

*Клевцов К.М., доктор технічних наук*

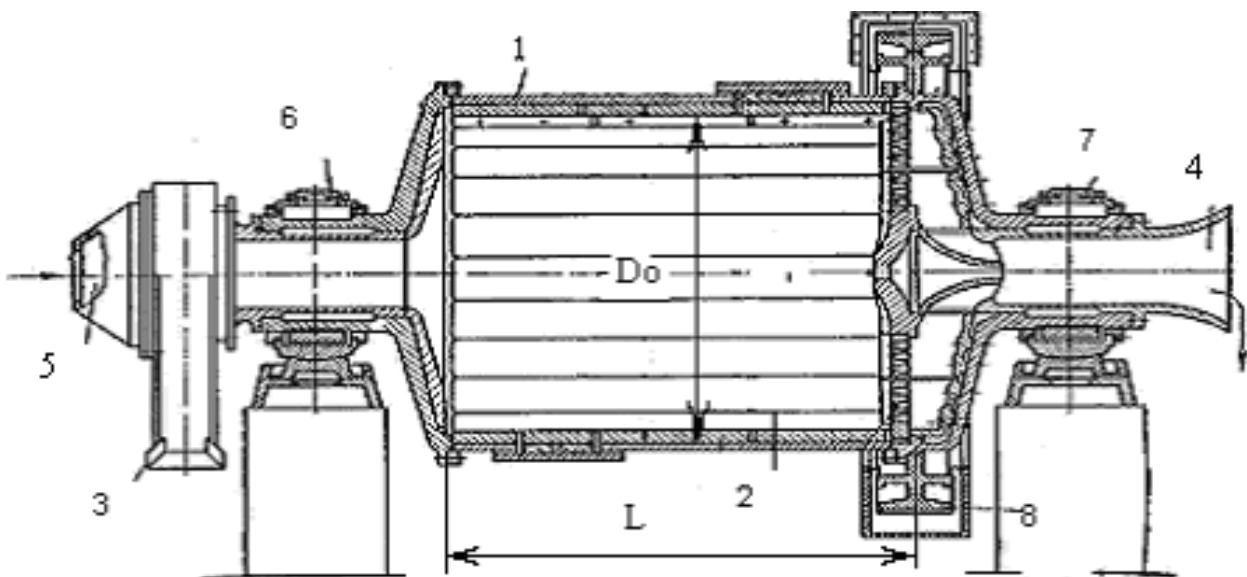
*ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ*

*Горбовий А.Ю., доктор технічних наук, професор*

*ПАТ «ВОЛИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ»*

*В представленной работе получили научное развитие технологические процессы разделения технических комплексов лубяных культур, теоретически обоснована концепция их механической переработки с использованием барабанных декортикаторов.*

На сьогоднішній день існує багато різних схем дробильного та розмельного устаткування, яке використовується в гірничопереробній і збагачувальній промисловості. Проте його використання в технологічних процесах виділення костриці та розділення комплексів елементарних волокон ускладнюється завдяки суттєвим відмінностям складу мінеральної та органічної сировини. У зв'язку з цим, враховуючи структурні особливості процесів первинної переробки та морфологічну будову луб'яних волокон, нами було вибрано три типи барабаних обертових млинів, що стали прототипом для створення дослідного барабанного декортикатора. Технологічну схему запропонованого декортикатора представлено на рисунку 1.



**Рис. 1** – Схема барабанного декортикатора:

де 1 - горизонтальний обертовий циліндричний барабан; 2 - рівнобіжні бильні лопаті; 3 - завитковий живильник; 4 - розвантажувальний пристрій; 5 - живильний транспортер; 6, 7 - підшипники кочення; 8 - зубчаста передача.

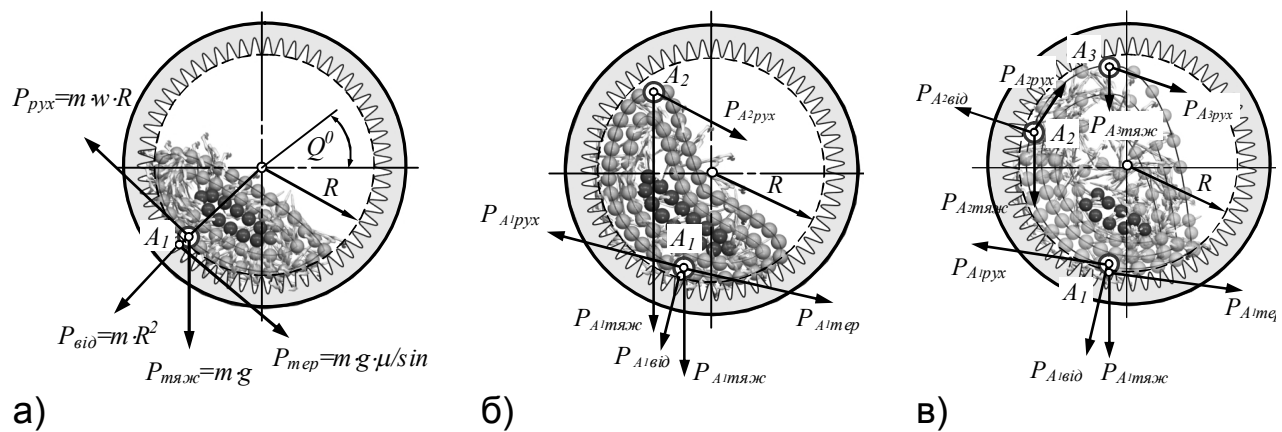
Вона містить у собі горизонтальний обертовий циліндричний барабан 1 на внутрішній поверхні якого встановлено рівнобіжні бильні лопаті 2. Він має завитковий живильник 3 для завантаження розмелювальних куль та діафрагмовий розвантажувальний пристрій 4, що має форму порожнистої цапфи. Декортикаційний барабан 1 встановлено на одному валу з живильним транспортером 5 на підшипниках кочення 6, 7 і за допомогою зубчастої передачі 8 з'єднаний з приводом. Технічна характеристика пропонованого барабанного декортикатора наведено у таблиці 1.

*Таблиця 1 – Технічна характеристика барабанного декортикатора*

№ з/п	Найменування параметра	Одиниці вимірювання	Величина параметра
1	Внутрішній діаметр барабану (без бильних лопатей), $D_0$	мм	1500
2	Довжина, $L$	мм	1800
3	Співвідношення, $D_0/L$	%	1.2
4	Розрахунковий (найменший) робочий об'єм (при новій футерівці), $V$	м <sup>3</sup>	3.18
5	Швидкість обертання барабану, $n$ , не менш	хв <sup>-1</sup>	96
6	Діаметр розмельних куль, $d$	мм	40-60
7	Радіус черпака живильника, $r$	мм	800
8	Потужність електродвигуна, $N_{ов.}$ , не більш	кВт	22
9	Вага секції (без електроустаткування та шарового завантаження), $m$ , не більш	тонн	8.0

Експериментальна установка працює наступним чином. Попередньо пром'ята луб'яна сировина за допомогою живильного транспортера 5 надходить до барабанного декортикатора 1, встановленого на опорах, виконаних у вигляді підшипників кочення 6, 7. Барабан отримує обертовий момент за допомогою зубчастої передачі 8 від стандартного приводу. У кожух барабану за допомогою завиткового живильника 3 завантажуються розмельні кулі.

Сили, що діють на волокно в декортикаційній установці (рис. 2), спрямовані таким чином, щоб не пошкодити волокна та забезпечити максимальну ефективність наступних процесів [1-3].



**Рис. 2** – Схеми взаємодії розмелювальних куль з пасмом волокна та футеруванням декортикатора:  
 а – силова модель процесу перекочування;  
 б – силова модель при змішаному процесі обробки;  
 в – силова модель при режимі з польотом.

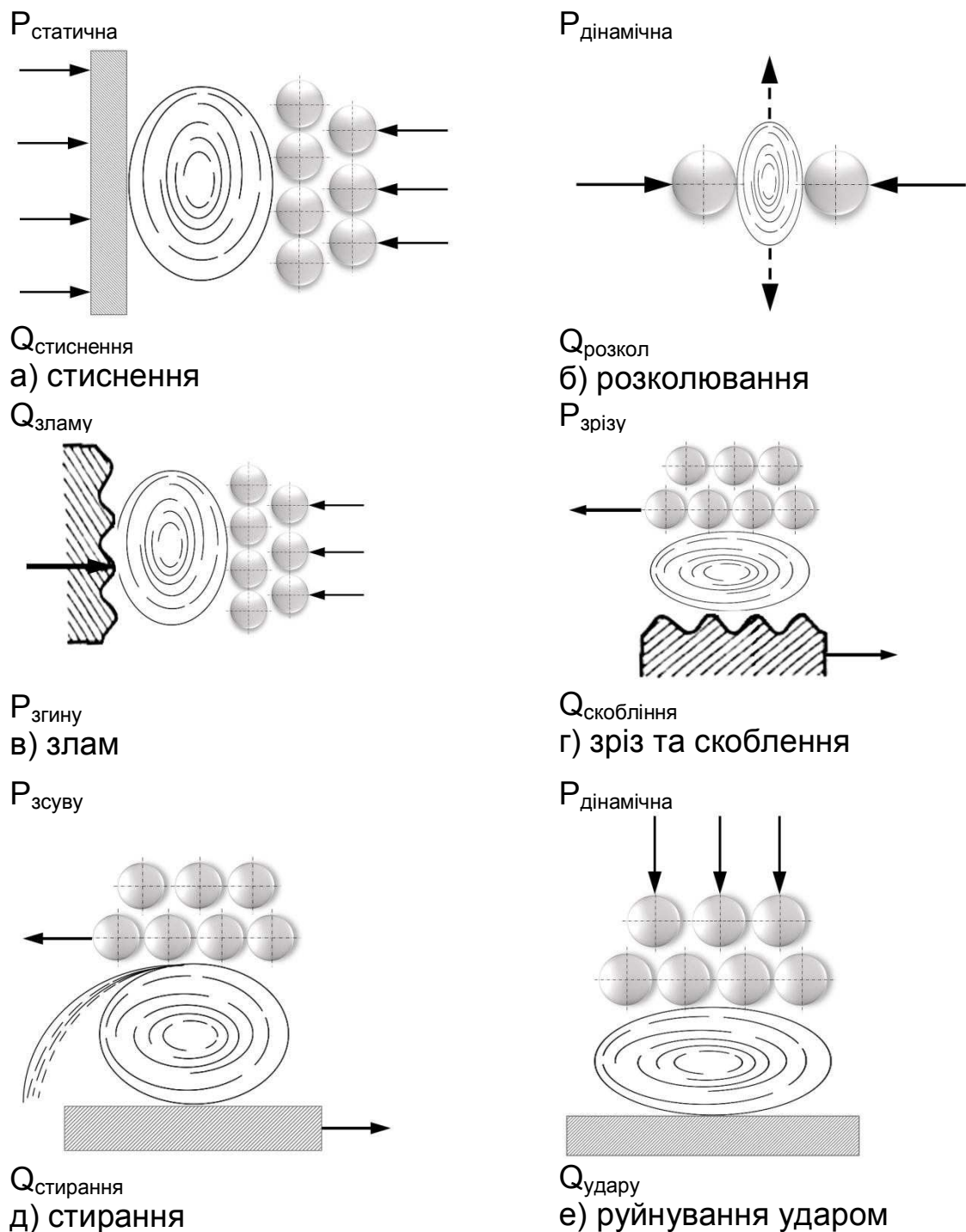
При обертанні барабану за допомогою рівнобіжних бильних лопатей 2 та розмелювальних куль відбуваються процеси, представлені на рисунку 3.

По-перше, це процес стиснення (рис. 3 а) стебла луб'яних культур, що відбувається після переходу напруження за межу міцності на стиснення, що відтворює усім відомий процес плющення. Після цього настає розколювання (рис. 3 б) з руйнуванням цілісності стебла в результаті чого утворюється зв'язана з волокном костриця. При цьому у стеблах з'являються напруження розтягування з наступним виділенням вільної костриці.

Злам (рис. 3 в) в результаті згину, що утворюється за рахунок зрізу та скоблінню (рис. 3 г) шару сирцю між розмельними кулями та внутрішньою футерівкою декортикатора забезпечує зсув між волокнистою та деревинної частинами стебла, за рахунок чого здійснюється процес м'яття. Тиск повітря, що створюється у барабані за рахунок додаткового вентилятора, сприяє інтенсифікації процесу сепарації костриці та непрядомих домішок.

Потоншення та штабелювання волокна здійснюється у другому декортикаторі за рахунок процесу стирання, що відбувається завдяки внутрішній футерованій робочій поверхні барабану (рис. 3д), за якого зовнішні елементарні волокна піддаються деформації зсуву з подальшим внаслідок переходу дотичних напружень за межу міцності.

Якщо на волокно діють не статистичні, а динамічні навантаження (рис. 3 е), то відбувається ударне дроблення і ударне подрібнення. Проте пружні деформації залишаються незмінними.



**Рис. 3** – Способи руйнування стебла луб'яних культур:  
 а – стиснення; б – розколювання; в – злам; г – зріз та скобління; д – стирання; е – руйнування ударом.

Отримане таким чином неорієнтоване луб'яне волокно вивантажують крізь діафрагмовий розвантажувальний пристрій 4.

Додаткове доочищення залишків костриці у разі потреби відбувається на двох трясильних машинах ТГ-135-Л, або ВОМ-2, в залежності від фракційного складу штабельованого волокна.

Вага кульового завантаження залежить від прийнятого заповнення барабану кулями  $\varphi, \%$  та від насипної ваги куль  $m_{cu}, \text{т/м}^3$ . Заповнення  $\varphi$  дорівнює відношенню об'єму, зайнятого кулями, до робочого об'єму барабану і становить приблизно 20 – 40%.

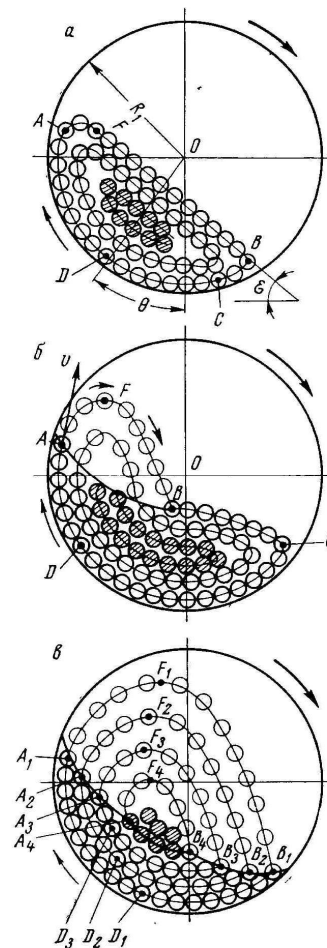
Традиційна схема механічної переробки натуральних волокон має суттєвий недолік – в процесі тіпання утворюється велика кількість відходів тіпання очищення яких вимагає додаткових витрат на їх подальшу переробку [4].

Конструктивні особливості пропонованого обладнання дозволяють легко в процесі переробки варіювати режими його роботи. Залежно від виду сировини: льняного чи конопляного лубу або їх трести передбачені три режими обробки, схеми яких представлені на рис. 4. Це режим, з перекочуванням куль *а*, змінний режим *б* та режим з польотом мелючи куль *в*. Чергування цих режимів, а також зміна маси додаткового завантаження дозволить суттєво варіювати інтенсивністю механічних дій на оброблюваний матеріал.

Якісні характеристики готової продукції, її доочищення та потоншування, забезпечуються за рахунок використання другої декортикаційної установки встановленої наприкінці обробки. Технологічна схема якої відрізняється від першої установки відсутністю бильних лопатей 2. Використання в даному випадку гладкого футерування барабану дозволяє одержати волокно з наперед заданими кінцевими геометричними характеристиками.

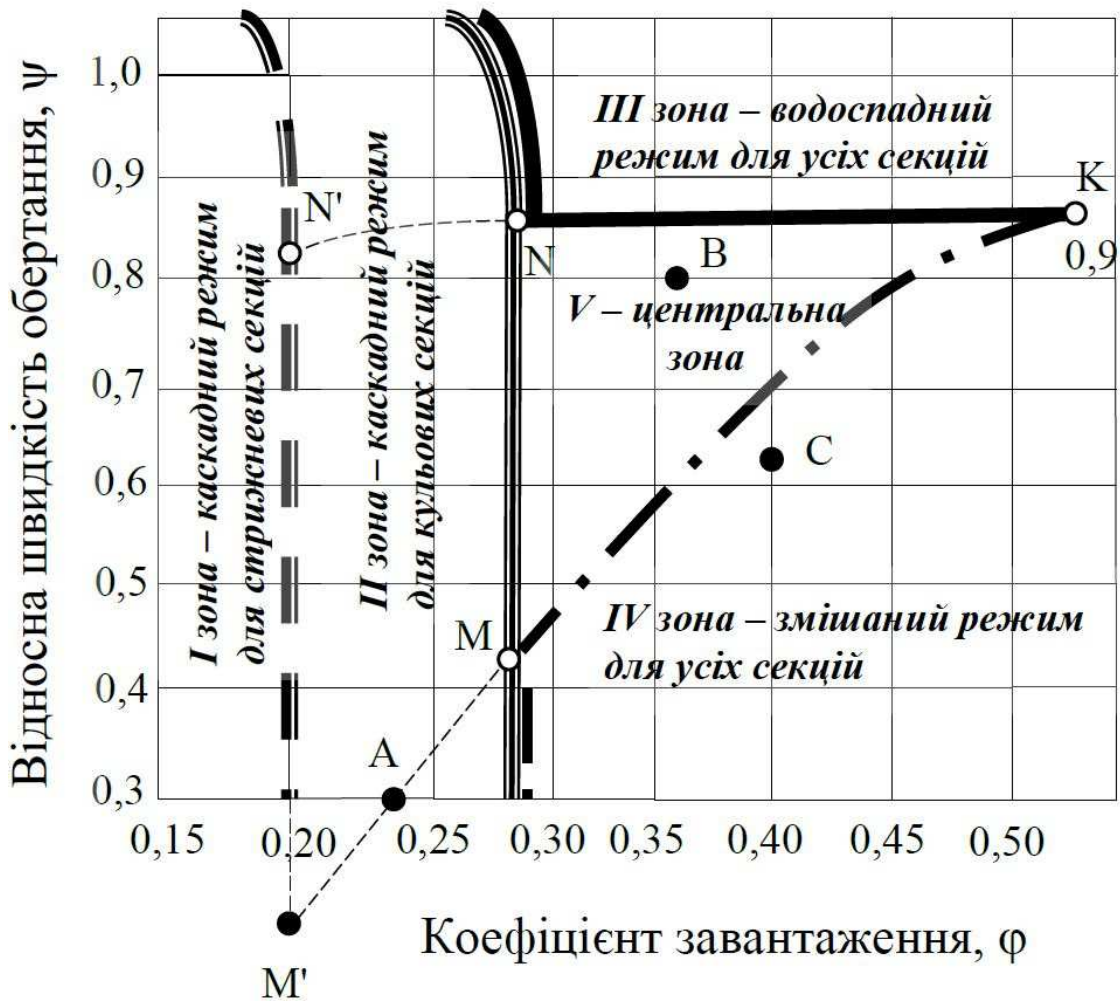
Можливість реалізації того або іншого швидкісного режиму визначається прийнятою комбінацією основних параметрів  $\psi$  та  $\varphi$ . На цій підставі в координатах  $\psi$  і  $\varphi$  може бути побудована «зональна діаграма», де вся область швидкісних режимів розділена на декілька зон.

Схематично ця діаграма зображена на рис. 5. При швидкості обертання, меншій за критичну, і за умови відсутності ковзання зона I приблизно відповідає каскадному



**Рис. 4** – Схема руху куль: де *а* - при режимі з перекочуванням; *б* - при змішаному режимі; *в* - при режимі з польотом.

режиму (без польоту) для стрижньових декортикаторів, а зона II – такому ж режиму для кульових декортикаторів. Зона III характеризує режим, водоспаду, для всіх кульових декортикаторів (ця зона, але розширена до вертикалі MN, відноситься до режиму з польотом стрижнів). Зона IV відповідає порівняно малим швидкостям обертання і характеризує змішаний режим (частково з польотом і частково з перекочуванням) для всіх барабанних декортикаторів.



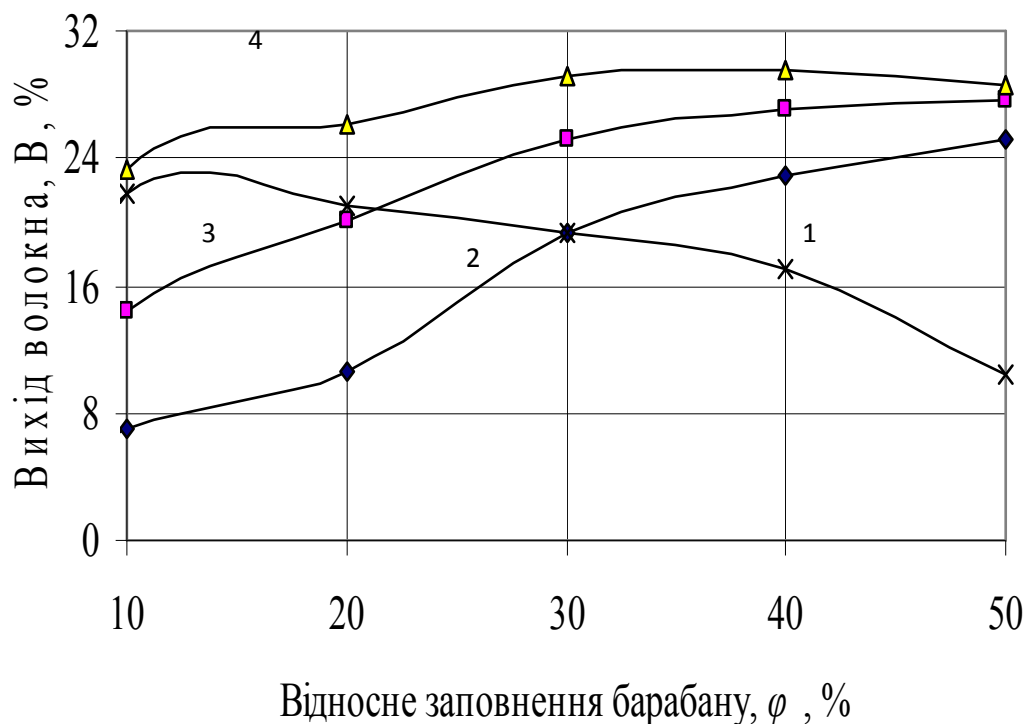
**Рис. 5** – «Зональна діаграма» швидкісних режимів роботи барабанних декортикаторів

Центральна зона V обмежена криволінійним трикутником MKN у разі кульових завантажень або трикутником M'KN' у разі стрижньових визначає параметри режиму з повним або частковим польотом для барабанів з бильними планками або, навпаки, режим без польоту – для всіх барабанів з гладким футеруванням, що допускають ковзання кульовим або стрижньовим завантаженням.

Наносячи в зональну діаграму точку A, B та C, координати яких

відповідають прийнятим для даного декортикатора параметрам  $\psi$  та  $\varphi$  і, беручи до уваги вид мелючі тіл, і форму футерування барабану, можна орієнтовно оцінити характер швидкісного режиму. Точне визначення режиму можливо лише в експериментальному порядку.

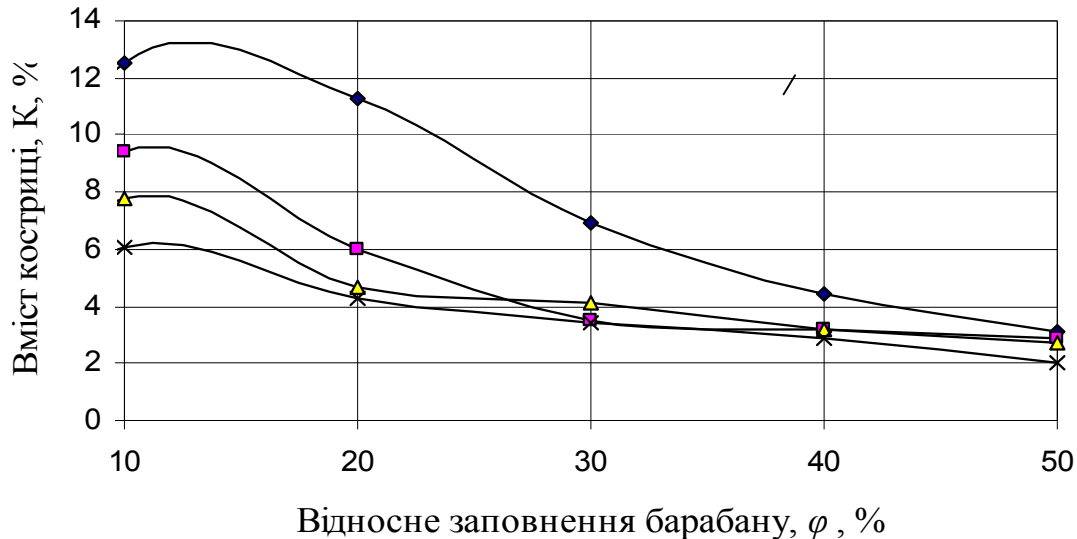
Експериментальні дослідження проводилися на макеті дослідної установки, виконаного в масштабі 1:20. Одержані за результатами експериментальних випробувань показники якості волокон коноплі представлено на рис. 6, 7. На рис. 6 відображено криві зміни виходу волокна залежно від відносного заповнення барабану розмелювальними кулями, де криві 1-4 відповідно при відносній швидкості обертання барабану 20, 40, 60, і 80% від критичної. На рис. 7 відображено криві зміни вмісту костриці залежно від відносного заповнення барабану розмелювальними кулями, де криві 1-4 відповідно при відносній швидкості обертання барабану  $\psi$  20, 40, 60, і 80% від критичної.



**Рис. 6** – Криві зміни виходу волокна за відносним заповненням барабану розмелювальними кулями:

де 1-4 - відповідно при відносній швидкості обертання барабану 20, 40, 60 і 80 % від критичної.





**Рис. 7** – Криві зміни вмісту костриці за відносним заповненням барабану розмелювальними кулями:

де 1-4 - відповідно при відносній швидкості обертання барабану 20, 40, 60 і 80 % від критичної.

В якості сировини використовувалася наважка заздалегідь пром'ятої конопляної трести першого сорту нормального ступеню вилеження масою  $m = 100$  г. та вологістю  $W = 13$  %. Відносна швидкість обертання барабану  $\psi$  визначалася експериментальним шляхом і становила 20, 40, 60 і 80 % від  $\omega_{кр.}$ , яка дорівнювала  $96 \text{ хв}^{-1}$ . Виходячи з наданих на рис. 10 кривих зміни виходу волокна, можна зробити висновок про те, що для розробленого пристрою максимально ефективними є наступні режими:  $\psi = 60$  % і  $\varphi = 30$  %;  $\psi = 60$  % і  $\varphi = 40$  %.

Зміна залишкового вмісту костриці в одержаному волокні надана на рис. 7, яка доводить, що при  $\psi = 60$  % і  $\varphi = 40$  %;  $\psi = 60$  % і  $\varphi = 30$  %;  $\psi = 80$  % та  $\varphi = 40$  %;  $\psi = 80$  % і  $\varphi = 50$  % волокно характеризується якнайменшою закостриченістю.

Зіставляючи обидві графічні залежності, можна зробити висновок, що максимальний вихід волокна  $B = 29,6$  % з мінімальним вмістом костриці  $K = 3,2$  % можна одержати при  $\psi = 60$  % та  $\varphi = 40$  %.

1. *Ипатов А. М.* Теоретические основы механической обработки лубяных культур / А. М. Ипатов. — М. : Легпромбытиздат, 1989. — 144 с.

2. *Крагельский И. В.* Физические свойства лубяного сырья / И. В. Крагельский. — М. : Легкая индустрия, 1983. — 470 с.

3. *Переработка льносоромы и стеблей конопли на луб.* — М.: ЦНИИТЭИ легпром, 1973.— 18 с.

4. *Сивцов А. Н.* Первичная обработка лубяных волокон / А. Н. Сивцов. — М. : Гизлегпром, 1949. — 434 с.



## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕКОРТИКАЦИИ ЛУБЯНОГО СЫРЬЯ

Клевцов К. Н., Горбовой А.Ю.

*В представленной работе получили научное развитие технологические процессы разделения технических комплексов лубяных культур, теоретически обоснована концепция их механической переработки с использованием барабанных декортикаторов.*

## DECORTICATION PROCESS IMPROVEMENT BAST RAW MATERIALS

Klevtsov K.N., Horbovii A.Yu.

*In the present study received scientific development processes of separation technical complexes of bast crops, theoretically grounded concept of mechanical processing using of drum decorticators.*