УДК 631:358
О.О. Налобіна, Д.Е. Селезньов
Луцький національний технічний університет

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУЙНУВАННЯ В СИСТЕМІ СТЕБЛО-КОРОБОЧКИ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ

У статті висвітлено результати експериментальних досліджень процесів руйнування в системі стебло-коробочки льону-довгунця. Приведені висновки за результатами обробки дослідних даних.

Ключові слова: *система, льон-довгунець, насіннєві коробочки, сила, лабораторна установка, стиглість, полігон частот.*

Постановка проблеми. Процес відокремлення насіннєвих коробочок від стебел льону-довгунця містить декілька елементарних операцій, а саме: поділ стрічки на полоси, їхнє ущільнення, розчісування та відрив коробочок і частинок стебел зубцями очісувального барабану. До процесу ставляться наступні вимоги: чистота видалення насіння не повинна бути меншою за 99%; вихід стебел у плутанину не повинен перевищувати 3%, пошкодження стебел, які безпосередньо впливають на вихід і якість довгого волокна, не повинні перевищувати 5%. Очісувальні гребеневі апарати, які найчастіше використовуються у льонозбиральних комбайнах, не завжди задовольняють даним вимогам. Тому вирішення питань, спрямованих на розробку та удосконалення очісувальних апаратів є актуальним і має науково-прикладне значення для зростання виробництва довгого льняного волокна і насіннєвої частини врожаю льону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У галузі очісувальних апаратів конструюванням, розрахунками та їхнім експериментальним дослідженням займались В.П. Горячкін [1], А.С. Маят, А.С. Моісєєв [2], М.І. Шликов [3], Г.А. Хайліс [4], В.Г. Черніков [5], М.М. Ковальов [6] та інші.

Фізико-механічні властивості стебел льону-довгунця досліджували М.І. Шликов [7], Г.А. Хайліс [8, 9], П.Ф. Прибитков [10,], В.О. Шейченко [11] та багато інших вчених.

Аналіз відомих досліджень виявив, що не розкритими ще є низка питань, зокрема:

– не досліджено взаємодію стебел стрічки льону-довгунця із робочими органами плющильно-очісувального апарату;

– експериментально не досліджено закономірності зміни сил відриву насіннєвих коробочок від стебел різного ступеня стиглості та сил, які приводять до плющення коробочок, залежно від форми поверхонь, що тиснуть на них, і стану стеблостою льону.

Враховуючи важливість окремих напрямків досліджень для вирішення задачі підвищення ефективності процесу очісування, який безпосередньо впливає на вихід і якість лляного волокна, було сформовано мету наших досліджень.

Мета дослідження – дослідження окремих фізико-механічних властивостей коробочок і стебел льону-довгунця з метою подальшого обґрунтування параметрів плющильно-очісувального апарата.

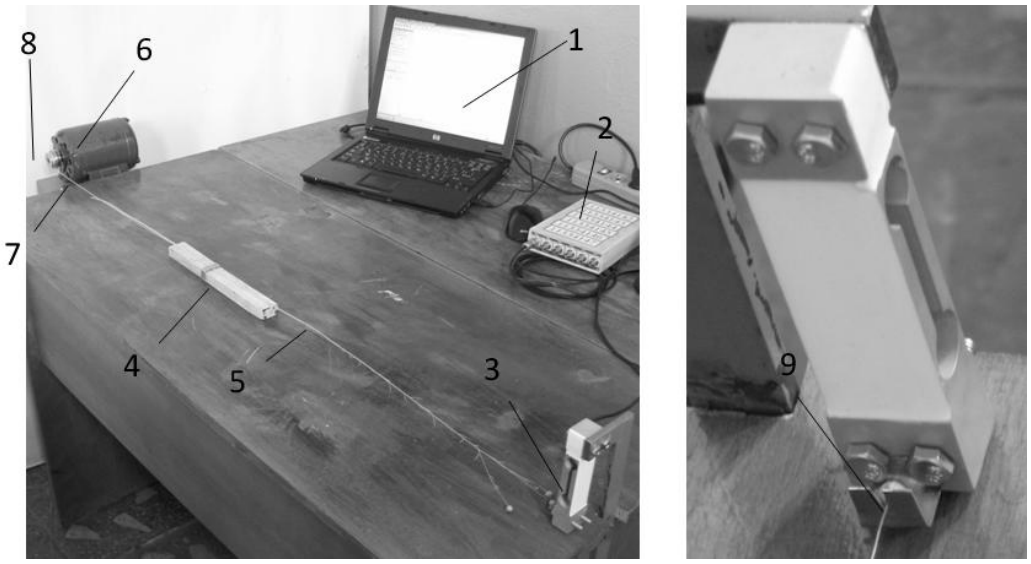
Результати дослідження. У гребеневому очісувальному апараті відбувається поетапний процес руйнації зв’язків і матеріалу. Зубці очісувальних гребінок розділяють шар стебел і проходячи крізь нього, у першу чергу, руйнують їхній взаємозв’язок із насіннєвими коробочками. Останні при цьому руйнуються теж, створюючи умови для вивільнення насіння.

Насінини вилітають із зруйнованих коробочок і потрапляють на рухому стрічку очісаних стебел; разом із ними виносяться за межі камери очісування, що є причиною значних втрат насіння. З метою зменшення втрат насіння у процесі очісування, нами передбачалось розділення впливів на насіннєву й стеблову частини рослини у очісувальному апараті. А саме: видалення насіння шляхом руйнування коробочок, а потім руйнування зв’язків у системі коробочки-стебла. Для відтворення такого поетапного процесу очісування нами було запропоновано конструкцію плющильно-очісувального апарату [13]. З метою обґрунтування параметрів роботи апарата було виконано низку дослідів, сутність і послідовність виконання яких розглянемо нижче.

Процес руйнування зв’язків системи стебло-коробочки залежить від багатьох факторів, зокрема: вологості стебел, фази стиглості льону, а також параметрів роботи очісувального барабану. З метою виявлення закономірностей впливу фізико-механічних властивостей льону на величину зу-

© О.О. Налобіна, Д.Е. Селезньов

силля відриву коробочок від стебел було виготовлено лабораторну установку, фото якої подано на рис. 1.



а б

Рис. 1. Лабораторна установка для визначення зусилля руйнування зв'язку системи стебло-насіннєва коробочка: а – загальний вигляд (1 – ПЕОМ; 2 – аналогово-цифровий перетворювач Autoscope III; 3 – тензометричний датчик; 4 – рухомий повзун; 5 – стебло льону-довгунця; 6 – мотор-редуктор; 7 – гнучка нитка; 8 – котушка); б – кріплення коробочки (9 – пластинка).

З метою проведення дослідів було відібрано стебла різного ступеня стиглості та вологості. Досліди виконувались у наступній послідовності.

Вибране з партії стебло льону-довгунця закріплювали на рухомому повзуні 4, який через гнучку нитку 7 зв'язаний з котушкою 8, що встановлена на осі мотор-редуктора 6. Насіннєва коробочка закладалась у паз пластинки 9 (рис. 1, б), що закріплювалась на датчику 3 (рис. 1, а), який через аналогово-цифровий перетворювач з'єднано з ПЕОМ.

Після закріплення стеблини та коробочки вмикали мотор-редуктор і нитка починала намотуватись на котушку приводячи в рух повзун із закріпленим стеблом. Закріплена в пазу пластинки коробочка відтягувала тензометричний датчик і сигнал передавався на ПЕОМ. У момент передачі сигналу можна було спостерігати "стрибок" показів (рис. 2). Максимальне значення фіксували на екрані і заносили у журнал досліджень.

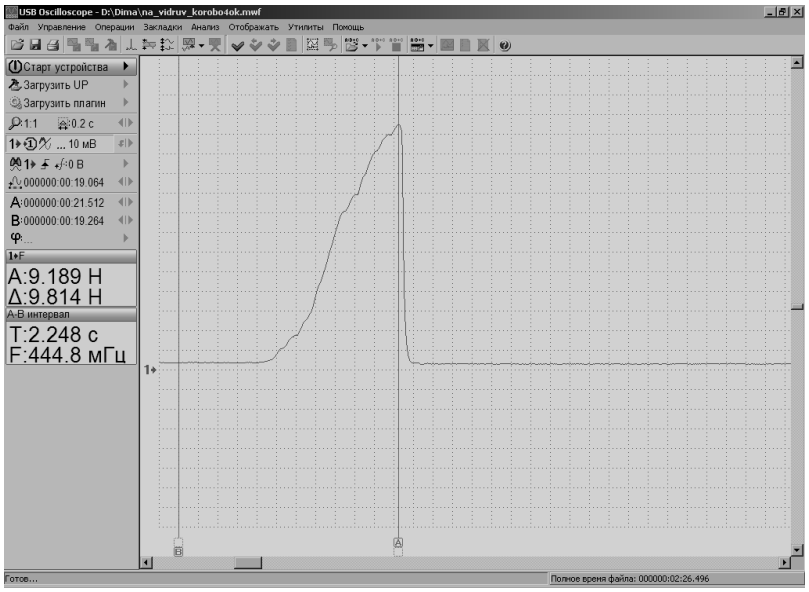


Рис. 2. Відображення показів у програмі USB Oscilloscope під час заміру сили відриву

Повторення дослідів було десятикратним для відповідних фаз стиглості льону-довгунця. Результати дослідів подано у таблиці 1. Лабораторна установка для дослідження руйнації насіннєвих коробочок представлена на рис. 3.

Таблиця 1

Результати дослідження відриву насіннєвих коробочок від стебел льону

Фаза брання льону-довгунця	Середня сила відриву, F, Н	Коефіцієнт варіацій, %	Дисперсія	Стандартне відхилення
Зелена стиглість	10,21	4,42	0,20	0,45
Перша половина ранньої жовтої стиглості	9,31	5,25	0,24	0,49
Друга половина ранньої жовтої стиглості	8,59	5,90	0,26	0,51
Жовта стиглість	7,78	6,46	0,25	0,50
Повна стиглість	5,21	6,80	0,13	0,35

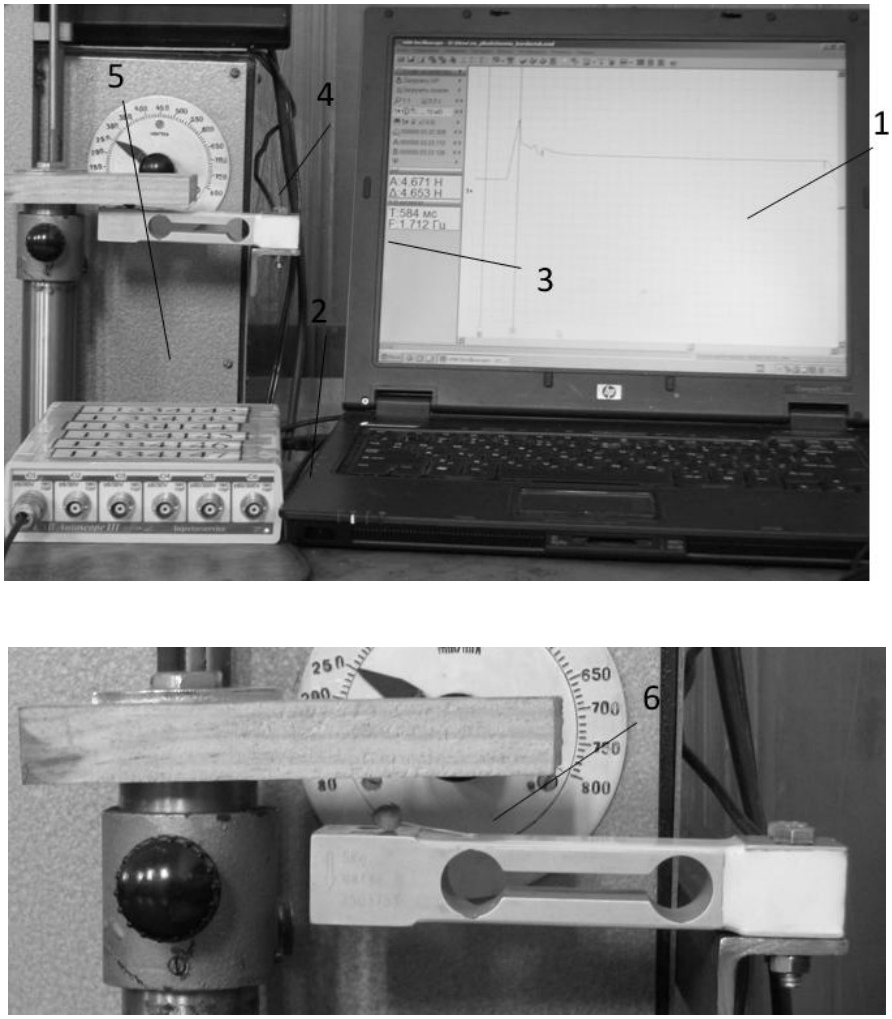


Рис. 3. Установка для визначення сили руйнування насіннєвих коробочок: 1 – ПЕОМ; 2 – аналогово-цифровий перетворювач Autoscope III; 3 – тензометричний датчик; 4 – притискна пластина; 5 – рухома стійка; 6 – насіннєва коробочка.

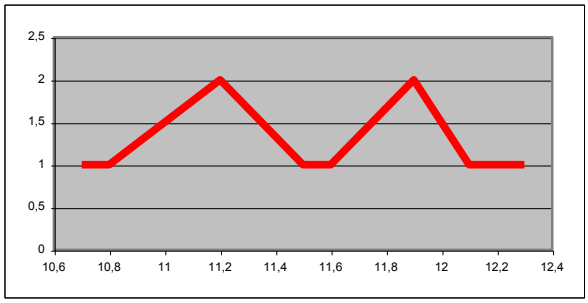
Досліди виконувались із використанням зелених, жовтих і бурих коробочок льону-довгунця. Сила їхнього руйнування фіксувалась на екрані ПЕОМ. Повторність дослідів була десятикратною з кожною партією коробочок певного ступеня стиглості. Середні значення серії дослідів наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Результати дослідження сили руйнування насіннєвих коробочок льону

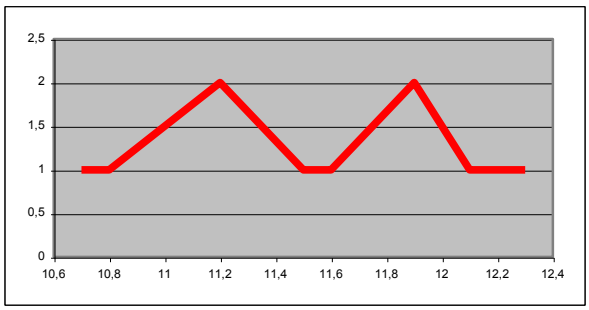
Стан коробочок	Середня вологість, %	Середня сила, Н	Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації	Дисперсія
Зелені	20,3	10,7	0,39	3,61	0,15
	30,2	11,52	0,54	4,70	0,29
	40,8	12,32	0,55	4,46	0,30
Жовті	18,2	8,6	0,44	5,11	0,19
	22,1	8,88	0,46	5,17	0,21
	40,2	9,23	0,49	5,36	0,24
Бурі	17,2	4,11	0,26	6,33	0,07
	20,2	5,1	0,30	5,92	0,09
	20,2	5,29	0,33	6,20	0,11

9,8	1
9,9	1
10,0	1
10,1	2
10,2	1
10,6	1
10,8	1
11,0	1



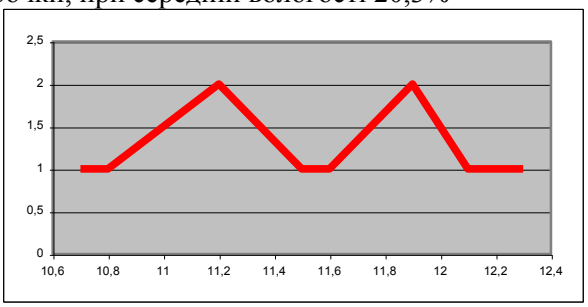
а – зелена стиглість

10,7	1
10,8	1
11,2	2
11,5	1
11,6	1
11,9	2
12,1	1
12,3	1



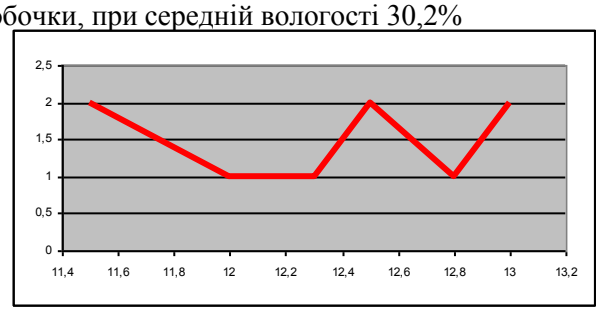
б – зелені коробочки, при середній вологості 20,3%

10,7	1
10,8	1
11,2	2
11,5	1
11,6	1
11,9	2
12,1	1
12,3	1



в – зелені коробочки, при середній вологості 30,2%

11,5	2
12	1
12,1	1
12,3	1
12,5	2
12,8	1
13	2



г – зелені коробочки, при середній вологості 40,8%

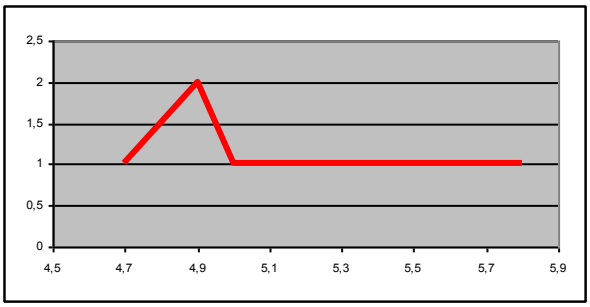
Рис. 4. Полігони розподілу величин: а – сили відриву, б, в, г – сили руйнування коробочок (зелена стиглість).

За результатами аналізу даних у таблицях 1 та 2 можна зробити наступні висновки:

1) середня сила відриву насіннєвих коробочок від стебел льону зменшується в ході його дозрівання. Так, для відриву насіннєвих коробочок льону жовтої стиглості потрібно прикласти силу у 1,31 рази меншу, ніж зеленої, а повної стиглості – у 1,96 рази. Враховуючи зазначене, можна стверджувати, що найбільші витрати потужності будуть при здійсненні процесу очісування зеленого льону та льону, який вибирається у фазі ранньої жовтої стиглості.

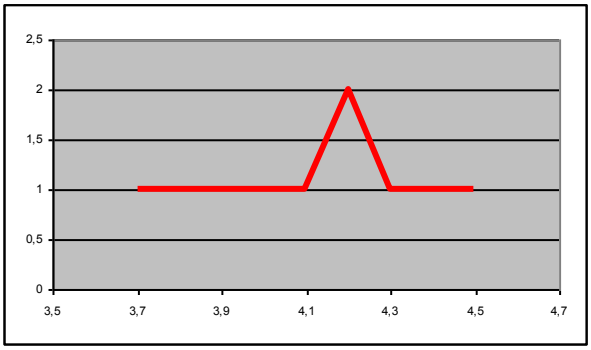
2) Сила руйнування коробочок льону-довгунця залежить від фази їхньої стиглості та вологості. Для руйнування коробочок у зеленій фазі стиглості необхідно, в середньому, зусилля 10,7 Н (при їхній середній вологості 20,3%) та 12,32 Н – при середній вологості 40,8%. Відповідно, для руйнування коробочок жовтої стиглості достатньо створити зусилля у 1,28 рази менше, а бурої – у 2,39 рази. На рис. 4 та рис. 5 наведено полігони розподілу дослідних даних.

4,7	1
4,9	2
5,0	1
5,1	1
5,2	1
5,4	1
5,5	1
5,6	1
5,8	1



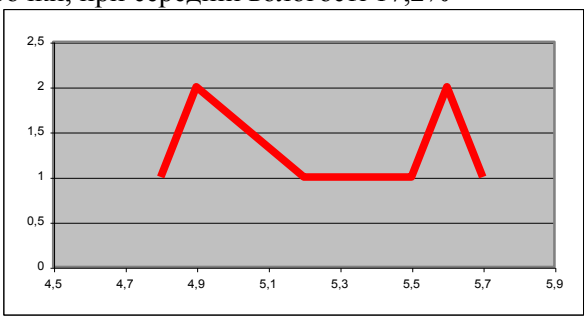
а – повна стиглість

3,7	1
3,8	1
3,9	1
4	1
4,1	1
4,2	2
4,3	1
4,4	1
4,5	1



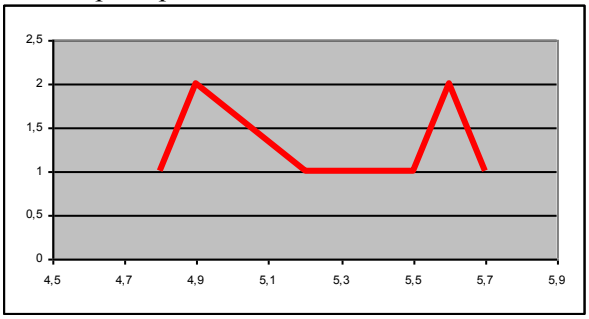
б – бурі коробочки, при середній вологості 17,2%

4,6	1
4,8	1
4,9	1
5	1
5,1	2
5,2	2
5,5	1
5,6	1



в – бурі коробочки, при середній вологості 20,2%

4,8	1
4,9	2
5,2	1
5,3	1
5,4	1
5,5	1
5,6	2
5,7	1



г – бурі коробочки, при середній вологості 38,1%

Рис. 5. Полігони розподілу величин: а – сили відриву; б, в, г – сили руйнування коробочок (повна стиглість).

Висновки

З аналізу рис. 4 та рис. 5 бачимо, що діапазон, у якому з найбільшою ймовірністю руйнується зв'язок системи стебло-коробочки, відповідає силі 10,0 – 10,2 Н. А для руйнування коробочок потрібно прикласти значно більші зусилля. Це приводить до втрат показників якості процесу очісування льону зеленої та жовтої стиглості (полігон не наведено у даній статті). Враховуючи, що саме у цих фазах стиглості збирають льон на волокно, виникає потреба в удосконаленні очісувального апарата з метою забезпечення руйнування коробочок.

Незруйновані коробочки падають на стебла нижнього шару стрічки льону, яка проходить вздовж зони очісування, відхиляють стебла, чим порушують якість їхнього очісування, а також сприяють перекосу та переплутуванню стебел. Як бачимо з рис. 5, ці негативні явища не проявляються у фазі повної стиглості.

1. Горячкин В.П. Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. М., 1937.
2. Шлыков М.И. Льноуборочные комбайны. – М.: Машгиз, 1949.
3. Маят А.С., Моисеев А.С. Вертикальное транспортирование льна в теребильных машинах. Теория, конструкция и производство сельхозмашин: Под общей ред. акад. В.П. Горячкина. – М.: Сельхозгиз, 1936. – Т. III.
4. Хайлис Г.А. Теория и расчет льноуборочных машин. Труды Великолукского сельхозинститута. Выпуск XXVI. – Елгава, 1973. – 334 с.
5. Черников В.Г. Машины для уборки льна (конструкция, теория и расчет) [текст] / В.Г. Черников. – М.: ИНФРА – М. – 1999. – 210 с.
6. Ковалев М.М., Козлов В.П. Плющильные аппараты льноуборочных машин (конструкция, теория и расчет): Монография // М.М. Ковалев, В.П. Козлов. – Тверское областное книжно-журн. из-во, 2002. – 208 с.
7. Шлыков М.И. Основные свойства льна // Теория, конструкция и производство сельхозмашин: II т.; Под ред. акад. В.П. Гарячкина. – М.– Л.: Сельхозгиз., 1936. – С. 123-125.
8. Хайлис Г.А. Механика растительных материалов. – Киев, 1994. – 332 с.
9. Хайлис Г.А. Механика растительных материалов. – К.: УААН, 2002. – 374 с.
10. Прибытков П.Ф. Исследование рабочего процесса очесывающего аппарата льнокомбайна ЛК-7. Записки Ленинградского сельскохозяйственного института, том. 85, 1961.
11. Шейченко В.О. Обґрунтування параметрів та режиму роботи льонобрального апарата з поперечними рівчаками: Автореф. дис. .... канд. техн. наук: 05.05.11 / В.О. Шейченко. – Львів, 2006. – 173 с.

© О.О. Налобіна, Д.Е. Селезньов