УДК 634.51: 631.358

Крупич Р.О.
магістр, асистент, кафедра машинобудування,
Факультет механіки та енергетики
Львівський національний аграрний університет
Дубляни, Україна
E-mail: *Krupych.robota@gmail.com*

ДОСЛІДЖЕННЯ ФРИКЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОРИ СКЕЛЕТНИХ ГІЛОК ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА

Анотація

Представлено методику і результати досліджень коефіцієнта та кута тертя між подушками захвата струшувача плодів і корою скелетних гілок волоського горіха. Дослідження проводились з метою визначення конструктивних параметрів вилчастого захвату ручного струшувача волоських горіхів. Під час експериментів використано прилад академіка В.О. Желіговського. Зі скелетних гілок волоського горіха першого та другого порядків відбирались зразки діаметром 30, 50, 60, 70, 80,90 і 120 мм Зразки плодових гілок кріпилися в каретці приладу. Коефіцієнт і кут тертя між гумовою накладкою і корою гілок визначалися як поперек так і вздовж волокон.

Вивчення фрикційних властивостей кори гілок підтверджує, що коефіцієнт та кут тертя визначально залежать від шорсткості поверхонь контакту гілок і подушок захвата, а також відносного зміщення цих поверхонь − поперек чи вздовж волокон. Для гілок діаметром 30 − 90 мм коефіцієнт та кут тертя поперек волокон змінюється в межах відповідно 0,476 − 0,484 та 25,45 − 25,83°, а з досяганням діаметра гілок 120 мм ці показники зростають і становлять: коефіцієнт тертя – 0,532, кут тертя – 28°. Показники тертя вздовж волокон кори гілок діаметром 30 − 90 мм дорівнюють: коефіцієнт тертя – 0,501 − 0,515; кут тертя – 26,61 − 27,25°, а для гілок діаметром 120 мм коефіцієнт тертя – 0,562 і кут тертя – 29,34°. Кут розхилу подушок вилчастого захвата повинен становити 40°.

Ключові слова: *подушки захвата, кора, струшувач плодів, скелетна гілка, коефіцієнт тертя, кут тертя, пошкодження кори*

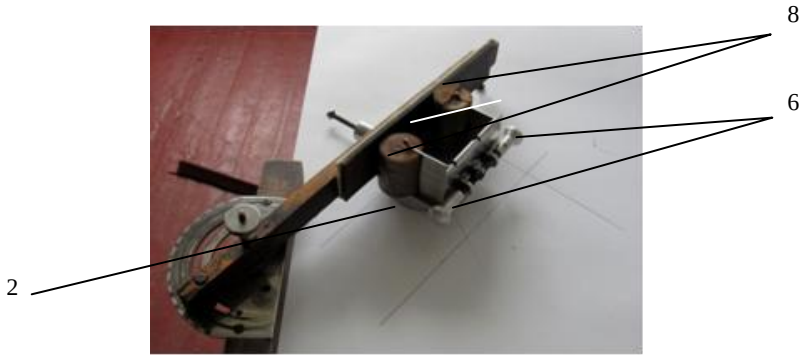
Вступ. Відчутний стримуючий фактор збільшення вирощування волоських горіхів – це недостатній рівень механізації технологічних процесів. Для часткового вирішення даної проблеми пропонується збирання здійснювати ручними віброударними струшувачами плодів. У процесі струшування плодів ручними струшувачами дуже важливим чинником є контакт захвата струшувача з корою гілки дерева. Якщо захват прилягає до гілки недостатньо щільно і ковзає по ній, то кора може пошкоджуватись. Перешкоджає ковзанню сила тертя, яка залежить від матеріалу подушки захвата, фрикційних властивостей кори, характеризованих кутом та коефіцієнтом тертя.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Експерементальні дослідження фрикційних властивостей кори дерев доволі обширні, й представлені у роботах таких вчених, як Варламов Г.П., Бросалін В.Г., Черніков В.Г., Басаєв А.Н., Шевчук Р.С., Драний О.В., Семен Я.В., проте цих досліджень недостатньо для встановлення параметрів механізованого знімання урожаю ручними віброударними струшувачами плодів. Вказані вчені займалися розробкою і дослідженням штамбових струшувачів, які діють безпосередньо на штамб дерева, і тому вивчались параметри кори штамба. Оскільки ручні віброударні струшувачі діють на скелетні гілки, то потрібно досліджувати фрикційні властивості саме цих елементів дерев [1, 2, 3].

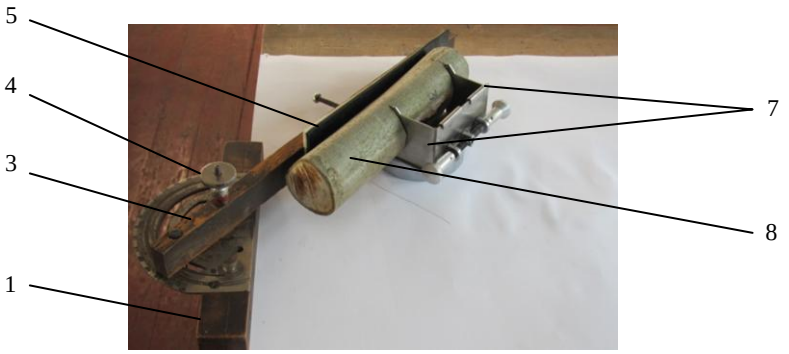
© Крупич Р.О., 2017

Мета: визначити фрикційні властивості кори скелетних гілок волоських горіхів, зокрема коефіцієнта та кута тертя між подушками захвата і корою для обґрунтування конструктивних параметрів вилчастого захвата ручного струшувача плодів.

Методологія досліджень. Для проведення досліджень використано прилад академіка В.О. Желіговського (рис. 1) [4].



а)



б)

Рис. 1. **Визначення коефіцієнтів та кута тертя на приладі академіка В.О. Желіговського (а – поперек волокон; б – вздовж волокон):**
1 – напрямна колодка; 2 – каретка із самописцем; 3 – напрямна лінійка; 4 – затискний гвинт; 5 – гумова накладка; 6 – регулювальні гвинти; 7 – затискні губки; 8 – досліджувані зразки плодових гілок

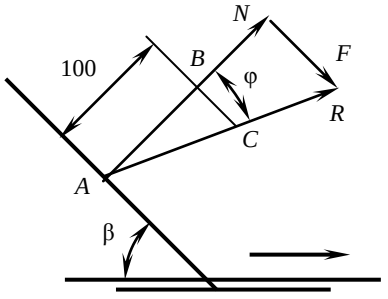


Рис. 2. **Схема побудови силового трикутника**

Прилад містить напрямну колодку 1 із встановленою під певним кутом напрямною лінійкою 3, на якій закріплена дерев'яна дощечка з гумовою накладкою 5. За властивостями ця накладка відповідає гумі, з якої виготовлені подушки захвата струшувача. Досліджувані зразки гілок 8 кріпились регулювальними гвинтами 6, що приводять в дію затискні губки 7 на каретці 2 із самописцем (рис. 2). Відбирались досліджувані зразки зі скелетних гілок волоського горіха діаметром 30, 50, 60, 70, 80, 90 і 120 мм.

Для визначення коефіцієнта й кута тертя між гумовою накладкою і корою гілок поперек волокон вибирались два зразки однакового діаметра довжиною 5 – 7 см й виконувались пази вздовж волокон, щоб вертикально кріпити ці зразки на затискних губках каретки із самописцем (рис. 2 *а*). Під час дослідження коефіцієнта і кута тертя вздовж волокон кори зразок гілки довжиною 100 – 150 мм горизонтально кріпився на каретці (рис. 2 *б*) за допомогою двох пазів, виконаних поперек волокон.

Принцип дії приладу академіка В.О Желіговського полягає у визначенні напряму рівнодійної сили R (рис. 2), що відповідає векторній сумі сили тертя F і нормальної реакції N [4, 5].

У процесі експериментів напрямна лінійка 3 (рис. 1) з дерев'яною дощечкою та гумовою накладкою 5 фіксується на напрямній колодці 1 під певним кутом нахилу β (рис. 2), що має бути меншим від $\pi/2 - \varphi$ (де φ – кут тертя) для забезпечення ковзання каретки 2 (рис. 1) вздовж напрямної лінійки 3. Напрямна колодка 2 приладу впирається в торець креслярської дошки на якій закріплено аркуш паперу. До напрямної лійки 3 підводиться каретка 2 із самописцем так, щоб досліджуваний зразок гілки 8 торкався до гумової накладки 5 (рис. 1). Прилад приводиться в дію плавним поперечним рухом напрямної колодки 1 вздовж торця креслярської дошки. Самописець каретки 2 на аркуші паперу викреслює лінію рівнодійної сили R (рис. 2) що відхиляється від нормальної реакції N на кут тертя φ. Вздовж напрямної лінійки проводиться лінія ковзання, що перетинає напрям рівнодійної сили R в точці А. З цієї точки проводиться нормаль, на якій відкладається відрізок АВ довжиною 100 мм, а до відрізка з точки В проводиться перпендикуляр ВС. Силовий трикутник ANR подібний до трикутника АВС, з якого визначається коефіцієнт тертя f:

$$f = BC/100 = \mathrm{tg}\varphi, \qquad (1)$$

а кут тертя

$$\varphi = \mathrm{arctg}\, f. \qquad (2)$$

Досліди проводились в п'ятиразовій повторюваності на зразках плодових гілок різних діаметрів, причому визначались фрикційні властивості кори поперек та вздовж волокон.

Результати. Вивчення фрикційних властивостей кори гілок підтверджує, що коефіцієнт та кут тертя визначально залежать від шорсткості поверхонь контакту гілок і подушок захвата, а також відносного зміщення цих поверхонь − поперек чи вздовж волокон.

Так, коефіцієнт та кут тертя гілок діаметром від 30 до 90 мм (див табл.) майже не змінюються, а для гілок діаметром 120 мм даний показник зростає, що зумовлено зростанням з віком шорсткості поверхні кори. Для гілок діаметром 30 − 90 мм коефіцієнт та кут тертя поперек волокон змінюється в межах відповідно 0,476 − 0,484 та 25,45 − 25,83°, а з досяганням діаметра гілок 120 мм ці показники зростають і становлять: коефіцієнт тертя – 0,532, кут тертя – 28°. Показники тертя вздовж волокон кори гілок

діаметром 30 − 90 мм дорівнюють: коефіцієнт тертя – 0,501 − 0,515; кут тертя – 26,61 − 27,25°, а для гілок діаметром 120 мм коефіцієнт тертя – 0,562 і кут тертя – 29,34°.

Таблиця 1

Коефіцієнт та кут тертя між подушками захвата і корою скелетних гілок волоського горіха

Показники	Діаметр зразків гілок, мм						
	30	50	60	70	80	90	120
Напрям зміщення поверхонь тертя	поперек волокон						
Коефіцієнт тертя	0,476	0,479	0,480	0,481	0,482	0,484	0,532
Кут тертя, °	25,45	25,59	25,67	25,69	25,73	25,83	28,01
Напрям зміщення поверхонь тертя	вздовж волокон						
Коефіцієнт тертя	0,501	0,503	0,504	0,507	0,511	0,515	0,562
Кут тертя, °	26,61	26,70	26,75	26,94	27,07	27,25	29,34

Висновки і перспективи. Кут тертя визначає нахил подушок вилчастого захвата у площині перерізу гілок, щоб під час роботи віброударного струшувача не проковзував захват по корі, адже це може зумовити її здирання. Постійний контакт захвата з гілкою під час роботи досягається, якщо відхилення подушок від нормалі до осі штанги струшувача не досягає мінімального значення кута тертя 25,47° між корою і подушками. Така умова гарантовано виконується за кута відхилення подушок 20°, тобто кут розхилу подушок вилчастого захвата повинен становити 40°.

Список використаних джерел

1. Варламов Г.П. Механико-технологические основы механизированной уборки фруктов: Дисс. … докт. техн. наук: 05.20.01. Москва, 1975. 281 с.

2. Шевчук Р.С., Драный А.В. Новые конструкции захватов плодоуборочных машин *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 1995. № 11. С. 34–35.

3. Бросалин В.Г. Анализ взаимодействия стряхивателя плодов непрерывного действия со штамбом дерева. *Сборник научных трудов ВНИИ садоводства*. 1980. Вып. 30. С. 158–163.

4. Рибарук В.Я., Ріпка І.І. Сільськогосподарські машини : практикум з розрахунку і досліджень робочих процесі. Львів : ЛДАУ. 1998. 264 с.

5. Сукач О.М. Фрикційні властивості насіння розторопші плямистої. *Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст*. 2011. Вип. 21. С. 113–118.

Дата надходження статті до редакції : 05.11.2017
1 рецензування 06.12.2017 Прийняття в друк: 14.12.2017

Krupych R.O.
Master's Degree, Assistant, Department of Mechanical Engineering
Faculty of Mechanics and Energy
Lviv National Agrarian University
Dubliany, Ukraine
E-mail: *Krupych.robota@gmail.com*

RESEARCH OF THE FRICTIONAL PROPERTIES OF WALNUT BOUGH BARK

Abstract

The method and results of research of the coefficient and angle of the friction between the trapping

pillows of the fruit shaker and the bark of the skeletal branches (boughs) of walnut are presented. The research was carried out with the aim of determining the constructive parameters of the fork capture of the hand shaker of nuts. During experiments the academician V.O. Zheligovsky device was used. The specimens with a diameter of 30, 50, 60, 70, 80.90 and 120 mm were taken from the skeletal branches of the walnut of the first and second orders. The samples of the fruit branches were fastened in the carriage of the device. The coefficient and angle of friction between the rubber lining and the bark of the branches were determined both transversely and along the fibers.

The study of the frictional properties of the bark of the branches confirms that the coefficient and angle of friction depend deeply on the roughness of the contact surfaces of the branches and pillows of capture, as well as the relative displacement of these surfaces - across or along the fibers. For branches with a diameter of 30-90 mm, the coefficient and angle of friction across the fibers varies within the limits of 0.476-0.484 and 25.45-25.83° accordingly. With the diameter of the 120 mm branches, these figures increase and make up: the coefficient of friction is 0.532, the angle of friction is 28 °. Friction indices along the fibers of the crust of branches with a diameter of 30 - 90 mm are: coefficient of friction - 0,501-0,515; Friction angle - 26,61-27,25 °, and for branches with a diameter of 120 mm, the coefficient of friction is 0,562 and the angle of friction is 29,34 °. The angle of the pillow slope of the fork capture should be 40°.

Keywords: *capture pillow, bark, fruit shaker, skeletal branch, friction coefficient, friction angle, bark damage.*

References

1. Varlamov, G. P. (1975). *Mekhaniko-tekhnologicheskiye osnovy mekhanizirovannoy uborki fruktov : diss. ... d-ra tekhn. nauk* [Mechanic-technological foundations of mechanized harvesting of fruits (Unpublished doctoral dissertation)]. Moskow. [in Russ.]

2. Shevchuk, G. S., & Dranyy, A. V. (1995). Novyye konstruktsii zakhvatov plodouborochnykh mashin [New designs clamp device of fruit-harvesting machines]. *Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny, 11*, 34-35. [in Russ.]

3. Brosalin, V. G. (1980). Analiz vzaimodeystviya stryakhivatelya plodov nepreryvnogo deystviya so shtambom dereva [Analysis interaction shaker of fruit of continuous action with trunk of tree]. *Sbornik nauchnykh trudov VNII sadovodstva*, *30*, 158–163. [in Russ.]

4. Rybaruk, V. YA., & Ripka, I. I. (1998). Sil' s' kohospodars' ki mashyny: praktykum z rozrakhunku i doslidzhen' robochykh protsesiv [Agricultural machines: workshop on calculation and research of work processes]. Lviv: LDAU. [in Ukr.].

5. Sukach, O. M. (2011). Fryktsiyni vlastyvosti nasinnya roztoropshi [Friction properties of seed thistle]. Sil' s' kohospodars' ki mashyny: *Zbirnyk nauk. statey Luts ′ koho natsional ′ noho tekhnichnoho un-tu. Luts ′ k* [Agricultural Machines: Collection of sciences articles of the Lutsk National Technical University], *21*, 113–118. [in Ukr.]

Received: November 05,2017
Revision: December 06,2017 Accepted: December 14,2017