

УДК 633.854.78

©Н.В. Васильчук, аспірант  
Луцький національний технічний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЕНТУ ТЕРТЯ ТА ЗУСИЛЛЯ ЗЛАМУ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ**

*В роботі викладено результати експериментальних досліджень з визначення коефіцієнтів тертя стебел соняшнику та зусилля зламу в залежності від вологості зразків та діаметру стебел. Визначені відповідні математичні залежності та проведено апроксимування результатів.*

### **СОНЯШНИК, КОЕФІЦІЄНТ ТЕРТЯ, ЗУСИЛЛЯ ЗЛАМУ, ЛАБОРАТОРНЕ УСТАТКУВАННЯ, ВЛАСТИВОСТІ.**

**Постановка проблеми.** Соняшник – головна олійна культура, яка вирощується в Україні. Стебло рослин соняшнику вкрите листям, в нижній частині одрев'яніле та міцне. Довжина стебла в період цвітіння становить 140-160 см. При достатній вологості максимальна висота рослини, в залежності від сорту, може досягати 220 см і більше. У силосних сортів вона перевищує 3 м. Товщина стебла біля основи 2-4 см [1, 2].

Для комплексного дослідження всіх процесів, які відбуваються під час проведення збиральних робіт, якість яких визначається взаємодією робочих органів соняшникових жаток із стеблами необхідно знати фізико-механічні властивості стебел. Тому дослідження фізико-механічних властивостей стебел соняшнику є актуальною науково-практичною задачею.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** На сьогоднішній день проблемі дослідження фізико-механічних властивостей стебел соняшнику присвячено досить небагато робіт. Так Sukanyadevi [3] у своїй роботі досліджувала властивості стебел на мікрорівні. Ревенко В.Ю [4] досліджував фізико-механічні властивості насіння соняшників. Попов М.Ю. [5] присвятив свою роботу динамічним властивостям стебел. Старцев О.С. [6] досліджував властивості стебел соняшнику в процесі росту (кут нахилу до землі, пониклість корзинок, кут нахилу корзинок і т.д.).

Як показав аналіз чинних досліджень авторами не приділялась увага питанням встановлення коефіцієнтів тертя стебел та не встановлені зусилля їхнього зламу в залежності від вологості зразків та діаметру стебел. З урахуванням цього сформулюємо мету досліджень.

**Мета дослідження:** експериментальне встановлення наступних показників стебел соняшнику:

1. Коефіцієнт тертя зовнішньої поверхні стебла по сталі.
2. Коефіцієнт тертя поверхні зрізу (торця стебла) по сталі.
3. Зусилля зламу при якому руйнується стебло.

**Результати дослідження.** Дослідження проводилися в лабораторних умовах. Стебла відбиралися на різних стадіях їхнього росту, що характеризується різною вологістю та різним діаметром.

Спочатку було досліджено коефіцієнт тертя зовнішньої поверхні стебла по сталі. Для цього відбирались зразки стебел з різною вологістю. Вологість становила 80%, 60%, 40%, 20%, 10%. Похибка становила  $\pm 2\%$ .

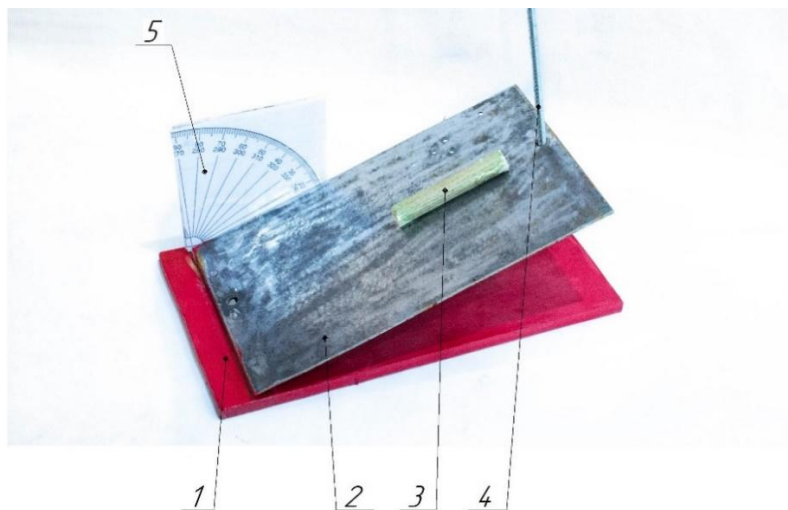


Рис.1 – Лабораторна установка для кута тертя: 1 – платформа; 2 – площина тертя; 3 – стебло; 4 – регулятор; 5 – транспортир

Дослідження проводилися на виготовленій лабораторній установці (рис.1). Вона складається із платформи 1, на якій розміщена площина тертя 2, на якій викладалось стебло. Кут нахилу площини до горизонталі змінювали за допомогою регулятора 4 до тих пір поки стебло 3 не починало рухатись. Показник кута тертя фіксували за допомогою транспортира 5. Повторюваність дослідів була п'ятикратною зі стеблами певної відносної вологості.

За результатами дослідів (рис. 2) встановлено що коефіцієнт тертя стебла соняшнику по сталевій поверхні коливається від 0,36 до 0,44 та практично не залежить від вологості стебла, а отже і від стадії росту.

Наступним кроком було визначення коефіцієнта тертя на торці стебла після зрізання. Такі дані необхідні для подальшого дослідження процесу різання стебел. Дослідження проводилися в тій же послідовності з використанням установки, фото якої подано на рис. 1. На поверхню тертя викладались свіжозрізані брубочки стебел таким чином, щоб вони ковзали по поверхні зрізаною торцевою поверхнею.

Результати досліджень представлені графічно на рис.3.

Аналіз отриманих результатів виявив, що коефіцієнт тертя площини зрізу стебла вищий за коефіцієнт тертя зовнішньої частини стебла і коливається в межах від 0,47 до 0,62 в залежності від вологості зразка. Великий діапазон отриманих значень можна пояснити значним впливом стадії росту на внутрішню структуру стебла, яке має трубчасту форму з порожниною.

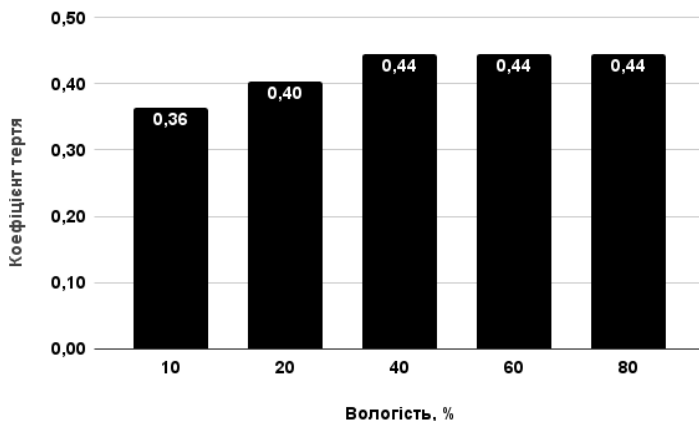


Рис.2 – Діаграми залежності коефіцієнта тертя зовнішньої поверхні стебла по сталі від вологості

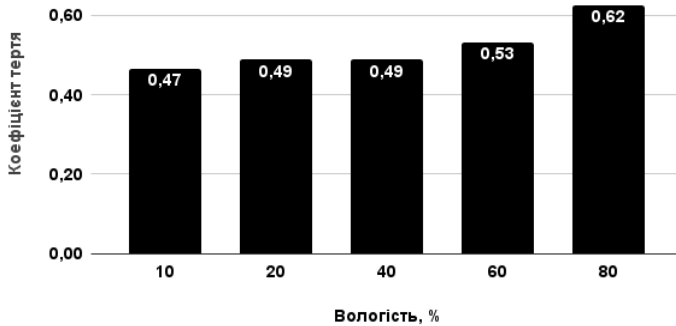


Рис.3 – Діаграми залежності коефіцієнта тертя поверхні зрізу стебла по сталі від вологості

Зусилля зламу, що відповідає моменту руйнування стебла соняшнику визначали з використанням виготовленого лабораторного устаткування (рис.4).

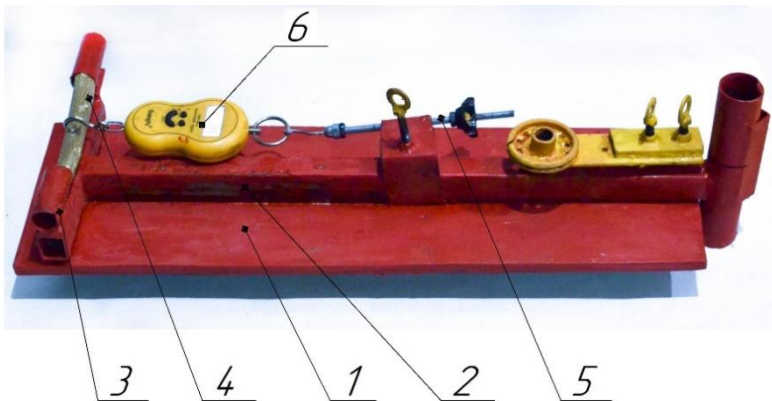


Рис.4 – Лабораторна установка для визначення зусилля зламу:  
1 – платформа; 2 – рама; 3 – стакани для установки стебла; 4 – стебло; 5 – передача гвинт-гайка

Устаткування містить платформу 1, на якій розміщено раму 2 до якої кріпляться стакани 3, які призначені для фіксування стебла 4. Зусилля на стебло передається через передачу гвинт-гайка 5 до кінця якої приєднується двигун із частотним перетворювачем. Зусилля зламу вимірюється динамометром 6.

Навантаження прикладалося до моменту прояву зламу стебла. Дослідження виконували з використанням сформованих партій з 10 стебел, які набирались за двома параметрами: діаметр та відносна вологість.

Встановлено, що при відносній вологості 10% стебло дуже крихке, злам відбувається практично без попереднього прояву деформації розтягу. Середня сила, потрібна для зламу стебла, становить 150 Н. За умови збільшення відносної вологості до 20% для зламу стебла потрібно прикласти силу 170 Н. За умови подальшого зростання вологості до 40% волокниста структура стебла розтягувалась до настання критичного стану, який характеризується їхнім руйнуванням із подальшим зломом у місці прикладання сили. При подальшому зростанні вологості стебел за умови прикладання зовнішнього поперечного навантаження небезпечний переріз стебла характеризується проявом комплексних деформацій, що приводять до його руйнування. Даний процес потребує подальшого дослідження.

Базуючись на отриманих експериментальних даних отримано математичну модель, яка із достовірністю апроксимації  $R^2=0,99$  описує залежність сили зламу стебла соняшнику від відносної вологості:

$$F_{\text{зламу}} = 1,6667W^3 - 20,071W^2 + 52,262W + 115,2, \quad (1)$$

де  $F_{\text{зламу}}$  – максимальне зусилля зламу, Н;  
 $W$  – вологість стебла, %.

Отримано також залежність зусилля зламу від діаметру стебла. Дослідження проводили зі стеблами відносна вологість яких не перевищувала 45%. Отримані дані, із достовірністю  $R^2=0,98$  можна апроксимувати формулою:

$$F_{\text{зламу}} = 3,172^2 - 5,1845d + 109,3, \quad (2)$$

де  $F_{\text{зламу}}$  – максимальне зусилля зламу Н;  
 $d$  – діаметр стебла, мм.

Бачимо, що зі збільшенням діаметру стебла зусилля зламу збільшується за квадратичним законом.

**Висновки.** Розроблено та виготовлено лабораторні установки для дослідження коефіцієнтів тертя зовнішньої поверхні та поверхні зрізу стебел соняшника, а також для визначення зусилля зламу стебел. Виконано експериментальні дослідження.

Встановлено:

1) коефіцієнт тертя зовнішньої поверхні стебла по сталевій поверхні становить 0,36; 0,4; 0,44; 0,44; 0,44 відповідно при вологості 10%, 20%, 40%, 60% та 80% відповідно;

2) коефіцієнт тертя поверхні зрізу стебла по сталевій поверхні становить 0,47; 0,49; 0,49; 0,53; 0,62 при вологості 10%, 20%, 40%, 60% та 80% відповідно.

Базуючись на отриманих експериментальних даних отримано математичні моделі, які описують взаємозв'язок зусилля зламу стебел соняшника від вологості зразків та їхнього діаметру.

Отримані результати досліджень в подальшому будуть використанні у ході математичного моделювання процесів взаємодії робочих органів жатки зі стеблами.

### Література

1. Никитчин Д. И. Подсолнечник / Д. И. Никитчин. – Киев: Урожай, 1993. – 192 с.

2. Jinguo H. Genetics, genomics and breeding of sunflower / H. Jinguo, S. Gerald, K.

3. Characterization of absorption behavior of sunflower stem / R.Sukanyadevi, M. Nithya, R. Vijaya prabhu, M. .Dhamugiridharan. // International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education. – 2017. – №3. – С. 3621 – 3626.

4. Ревенко В. Ю. Физико-механические свойства семян подсолнечника современной селекции / В. Ю. Ревенко, С. С. Фролов. // "Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук". – 2015. – №12. – С. 8–14.

5. Попов М. Ю. Совершенствование технологического процесса уборки подсолнечника обоснованием конструктивных и режимных параметров шнека-мотовила : дис. канд. техн. наук : 05.20.01 / Попов М. Ю. – Саратов, 2013. – 293 с.

6. Результаты исследований физико-механических свойств стеблестоя подсолнечника / А. С. Старцев, Е. Е. Демин, А. А. Куньшин, А. С. Данилова. // аграрный научный журнал. – 2017. – №3. – С. 59–64.

*Рецензент д.т.н. О.О. Налобіна*