

ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛИ ТА КОЕФІЦІЄНТА ЗЧЕПЛЕННЯ ОЛІЙНОГО НАСІННЯ З ПРОФІЛЬОВАНИМИ ПОВЕРХНЯМИ

Сукач О. М., к.т.н., ст. викл., Шевчук В. В., к.т.н., доц.

Львівський національний аграрний університет

Під час операцій злуцування та подрібнення насіння відбувається його переміщення крізь робочу зону технологічного обладнання. Даний процес супроводжується певним навантаженням створюваним робочими органами машин, а також потоком насіння. Збільшення сили та коефіцієнта зчеплення сприяє стабільному переміщенню насіння вздовж зони луцення за мінімальних значень тиску створюваного потоком насіння, внаслідок чого зменшується пошкодження ядер, або ж його спресовування.

Конструктивні параметри і діапазон технологічних регулювань обладнання для луцення визначається показниками фізичних, механічних і фрикційних властивостей насіння. Мета роботи полягає в тому, щоб розробити пристрій і спосіб дослідження, що дозволяє з високою точністю визначити силу та коефіцієнт зчеплення насіння з рифленими поверхнями за змінного нормального навантаження. Конструктивні особливості пристрою дозволяють змінювати нормальне навантаження шару насіння, а також тип рифленої поверхні. Висока точність результатів, досягається за рахунок використання в дослідженнях мікрометричного обладнання. Для визначення сили й коефіцієнта зчеплення досліджуване насіння встановлюється між двома рифленими поверхнями і піддається нормальному та тангенціальному навантаженню. Нижня рифлена поверхня встановлена на динамометричній балці, а верхня – на поворотній консолі, на тій же консолі змонтований навантажувальний механізм. Також у статті наведено методику та результати досліджень коефіцієнта та сили зчеплення олійного насіння з різними профільованими поверхнями.

Постановка проблеми. Фізико-механічні властивості насіння олійних культур визначають конструктивні, кінематичні параметри та режими роботи машин для його переробки [3, 4]. Вихідною умовою для обґрунтування параметрів технічних засобів для луцення насіння є такі властивості насіння: межа міцності оболонки і насіння, граничні нормальні й тангенціальні навантаження, деформація, а також сила та коефіцієнт зчеплення насіння з поверхнями робочих органів машин [1]. Достатнє значення сили й коефіцієнта зчеплення забезпечує стабільне переміщення насіння, яке знаходиться під певним навантаженням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові роботи [1, 3, 4, 5] свідчать, що дослідження фізико-механічних властивостей насіння спрямовані переважно на вивчення зернових культур, соняшнику та бур'янів, а відомості про технологічні властивості насіння конопель, розторопші плямистої та гарбуза

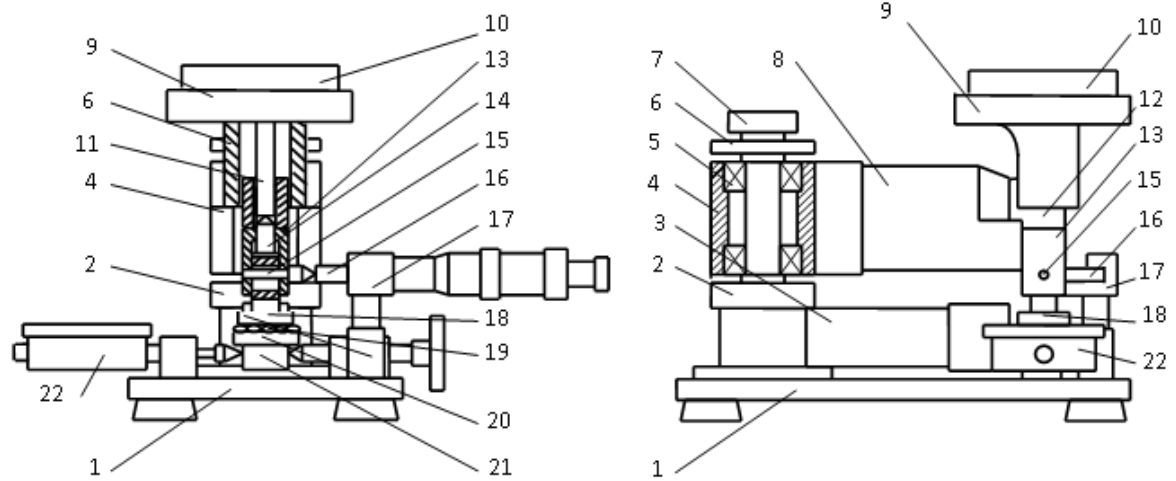
відсутні. Тому необхідно дослідити основні показники механіко-технологічних властивостей насіння і ядер, а саме силу і деформацію роздавлювання насіння і ядер, їх жорсткість, межу міцності, силу та коефіцієнт зчеплення насіння з профільованою поверхнею. Від даних показників залежать конструкційні параметри і діапазон технологічних регулювань луцильного обладнання [8, 9].

Постановка завдання. Основою поставленого завдання є створення пристрою для дослідження широкого спектру механіко-технологічних властивостей насіння олійних культур. Забезпечення широкого діапазону властивостей насіння досягається використанням змінних виконавчих модулів пристрою, завдяки чому знижується матеріаломісткість обладнання, а ступінь його уніфікації значно підвищується [2]. Оскільки, технологічні процеси злущування мають ряд обмежень щодо механічного навантаження насіння, які зумовлені межею міцності та граничною деформацією ядра, то визначення сили та коефіцієнта зчеплення насіння з поверхнею контакту повинні досліджуватися в межах допустимих значень. Метою роботи є встановлення значення сили й коефіцієнта зчеплення насіння конопель, розторопші плямистої та гарбуза.

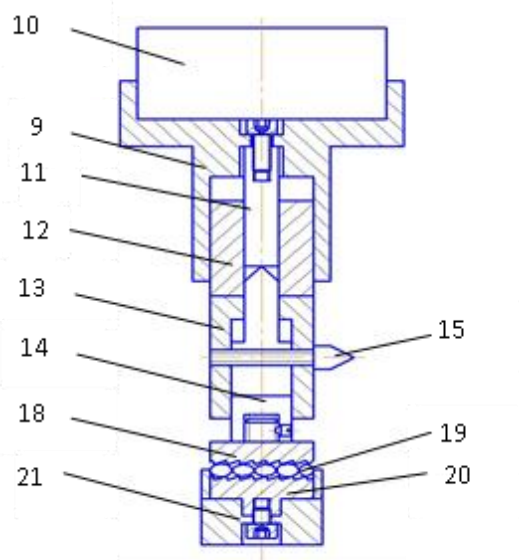
Виклад основного матеріалу. Пристрій для дослідження злущування насіння здійснює деформацію насіння у нормальному та тангенціальному напрямках, але не враховує величини створюваного нормального навантаження. В такому випадку, необхідне додаткове оснащення базового пристрою механізмом, який забезпечує навантаження досліджуваного насіння нормальною силою. Пристрій для дослідження сили та коефіцієнта містить базову плиту 1 (рис 1 а, б) зі змонтованою на ній вертикальною стійкою 2. У нижній частині стійки 2 жорстко закріплена горизонтально розташована консольна динамометрична балка 3. На вертикальній стійці 2 змонтована обойма 4, до якої прикріплена поворотна консоль 8, що може вільно повертатись у горизонтальній площині. На поворотній консолі 8, співвісно з напрямним корпусом 13, змонтований напрямний циліндр 12, вздовж поверхні якого переміщається втулка навантажувального механізму 9.

Верхня розширена частина навантажувального механізму 9 (рис. 1 б) виконана у вигляді чашки, в якій розміщується тягарець 10. У центрі дна чашки монтується стержень 11, який проходить через отвір напрямного циліндра 12 й контактує зі штоком 14, розташованим у корпусі 13. Повздовжнє ковзання й осьове повертання штока 14 обмежує штифт 15, що закріплений в корпусі 13. Наконечник штифта 15 контактує із штоком горизонтально встановленого мікрометра 16, який закріплений на базовій плиті 1 за допомогою кронштейна 17.

У нижній частині штока 14 змонтований притискач 18 з горизонтальною рифленою робочою поверхнею, яка контактує з шаром насіння 19, встановленого на профільованій робочій площадці 20 з обмежувальним кільцем. На консольній динамометричній балці 3 встановлена колодка 21, до якої і кріпиться робоча площадка 20 з обмежувальним кільцем.



а)



б)



в)

Рис. 1 – Пристрій для дослідження сили та коефіцієнта зчеплення насіння з профільованими поверхнями: а – принципова схема; б – схема та зовнішній вигляд навантажувального механізму; в – загальний вигляд

Перед дослідженням сили та коефіцієнта зчеплення насінин з профільованими поверхнями здійснюють тарування консольної динамометричної балки 3. Завершивши тарування, на робочу площадку 20 з обмежувальним кільцем вкладають шар насіння, на який встановлювався притискач 18 із заданим профілем робочої поверхні. Нормальне навантаження шару насіння відбувається під дією сили ваги притискача 18, штока 14 й навантажувального механізму 9 з тягарцем 10. Після цього шток горизонтально змонтованого мікрометра 16 підводиться до наконечника штифта 14. Повертанням барабана мікрометра 16 відхиляється у горизонтальному напрямі поворотна консоль 8 й здійснюється переміщення притискача 18 по шару насіння 19, навантаженого певною нормальною силою. Під дією штока мікрометра 16, деформується у горизонтальному напрямі консольна динамометрична балка 3 жорсткістю c_b , прогин якої Δ_{ind} реєструють за показом індикатора 22. Силу зчеплення $F_{зч}$ (Н) та коефіцієнт зчеплення $\varphi_{зч}$ досліджуваної поверхні з насінням визначають з виразів:

$$F_{зч} = \tilde{n} \Delta_{ind}; \quad (1)$$

$$\varphi_{зч} = \frac{F_{зч}}{N_{ш}}, \quad (2)$$

де $N_{ш}$ – сила нормального навантаження шару насінин, Н.

Під час експериментів на робочу площадку 20 встановлюється обмежувальне кільце, яке запобігає зміщенню насіння відносно профільованої поверхні. Виступ кільця над поверхнею робочої площадки не повинен перевищувати мінімальної висоти насінин завдяки чому, забезпечується вільне переміщення профільованої поверхні притискача 18 по шару досліджуваного насіння.

Поверхня притискача та робочого столика має рифлений профіль з певною висотою канавок та кроком між їх вершинами. Такі канавки виконані проходом пальцевої фрези на певній глибині та деяким кутом нахилу до горизонтальної площини, внаслідок чого поперечний перетин рифленої поверхні набуває вигляду зубової пили. Дослідження технологічних властивостей насіння проводилось для наступних умов: нормальна сила навантаження $N_{ш} = 9,5$ Н, жорсткість c_b тарованої балки – 5,34 Н/мм [6, 7]. Результати взаємодії олійного насіння з різними типами поверхонь представлені в таблиці 1.

Згідно результатів досліджень (табл. 1) встановлено, що сила $F_{зч}$ та коефіцієнт $\varphi_{зч}$ зчеплення насіння збільшуються пропорційно зростанню висоти канавок. У випадку взаємодії насіння конопель з рифленою поверхнею сила зчеплення знаходиться в межах 3,182 – 7,718 Н, а коефіцієнт зчеплення відповідно становить 0,35 та 0,863. Коефіцієнт зчеплення насіння розторопші з профільованими поверхнями є меншим ніж у насіння конопель й змінюється від 0,302 до 0,604. Найменша сила та коефіцієнт зчеплення спостерігається під час взаємодії насіння гарбуза з профільованими поверхнями, що свідчить про необхідність збільшення нормального навантаження для забезпечення достатнього зчеплення під час переміщення масиву насіння.

Таблиця 1 – Результати досліджень сили та коефіцієнта зчеплення насіння з профільованими поверхнями

Насіння конопель						
Сила зчеплення $F_{зч}$, Н					Значення	
<i>висота канавки 1 мм</i>						
1	2	3	4	5	Середнє значення $F_{зч}$, Н	Коеф. зчеплення $\varphi_{зч}$
3,20	3,26	3,04	3,2	3,2	3,182	0,35
<i>висота канавки 1,4 мм</i>						
1	2	3	4	5	Середнє значення $F_{зч}$, Н	Коеф. зчеплення $\varphi_{зч}$
6,14	5,87	6,408	5,87	6,42	6,141	0,68
<i>висота канавки 1,8 мм</i>						
1	2	3	4	5	Середнє значення $F_{зч}$, Н	Коеф. зчеплення $\varphi_{зч}$
7,59	8,22	7,74	7,22	8,06	7,718	0,863
Насіння розторопші плямистої						
<i>висота канавки 1 мм</i>						
1	2	3	4	5	Середнє значення $F_{зч}$, Н	Коеф. зчеплення $\varphi_{зч}$
2,09	2,51	2,98	2,93	3,09	0,272	0,302
<i>висота канавки 1,4 мм</i>						
1	2	3	4	5	Середнє значення $F_{зч}$, Н	Коеф. зчеплення $\varphi_{зч}$
5,23	5,13	4,76	4,55	4,66	4,874	0,54
<i>висота канавки 1,8 мм</i>						
1	2	3	4	5	Середнє значення $F_{зч}$, Н	Коеф. зчеплення $\varphi_{зч}$
5,76	6,23	5,65	5,55	5,81	5,80	0,644
Насіння гарбуза						
<i>висота канавки 1 мм</i>						
1	2	3	4	5	Середнє значення $F_{зч}$, Н	Коеф. зчеплення $\varphi_{зч}$
1,57	2,09	1,57	2,25	2,04	1,90	0,212
<i>висота канавки 1,4 мм</i>						
1	2	3	4	5	Середнє значення $F_{зч}$, Н	Коеф. зчеплення $\varphi_{зч}$
3,66	3,56	3,30	3,19	3,24	3,39	3,66
<i>висота канавки 1,8 мм</i>						
1	2	3	4	5	Середнє значення $F_{зч}$, Н	Коеф. зчеплення $\varphi_{зч}$
4,19	3,75	4,26	4,26	3,75	4,041	0,448

Додаткове встановлення навантажувального механізму значно розширює функціональні можливості пристрою й забезпечує визначення більш широкого діапазону показників механіко-технологічних властивостей насіння. Зокрема, сили та коефіцієнта зчеплення насіння з профільованою поверхнею, які визначаються в умовах, що відповідають динамічному навантаженню матеріалу під час переробки.

Висновки

Актуальністю відзначаються дослідження і поглиблене вивчення механіко-технологічних властивостей насіння малопоширених олійних культур: нормальна і тангенціальна деформація під час стиску і зсуву, жорсткість і межа міцності, податливість злущування. Фізико-механічні властивості насіння олійних культур є вихідною умовою для обґрунтування конструктивних, кінематичних параметрів обладнання для їх переробки.

Встановлення показників вказаних властивостей насіння можливе за наявності вимірювальної бази (пристрої, обладнання, методики проведення досліджень). З цією метою розроблено пристрій і методику дослідження сили та коефіцієнта зчеплення насіння з профільованими поверхнями.

Список використаних джерел

1. Бакум М. В. Дослідження фізико-механічних властивостей насіння, що мають пружний елемент / М.В.Бакум, О.А. Шептур // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства:– 2001. – № 21. – С. 223-227.
2. Зайцев А. Н. Разработка блочно-модульных конструкций – перспективное направление в создании измельчителей и дробилок кормов. / А. Н. Зайцев, Л. И. Туриянский – К., 1987. – 73 с.
3. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / [О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко та ін.]; За ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.
4. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Практикум / [М.В. Бакум, О.М. Горбатовський, Ю.О. Манчинський та ін.]; За ред. Ю.О. Манчинського. – Харків: ХНТУСГ, 2005. – 196 с.
5. Осейко М. І. Технологія рослинних олій: Підручник / М. І. Осейко. – К: Варта. – 2006. – 280 с.
6. Патент 51885, Україна, МПК В02В 3/02. Пристрій для дослідження насінин на стиск /Р.С. Шевчук, В.В. Шевчук; заявник та патентовласник Львів. нац. агр. ун-т. – № u200913755; заявл. 28.12.2009; опубл. 10.08.2010, Бюл.№15, 2010 р.
7. Шевчук Р.С. Пристрій для дослідження злущування насінин розторопші плямистої./ Р. С. Шевчук, О. М. Сукач // Техніка і технології в АПК. – № 11(38) 2012. –С. 29 – 31.
8. Burubai W, Amula E, Davies RM, Eteke GWW, Daworiye SP. Determination of Poisson's ratio and elastic modulus of African nutmeg *International Agrophysics*. 2008; 22(2):99 – 102.
9. Hicsasmaz Z, Rizvi SSH. Effect of size and shape on modulus of deformability. *Food Science and Technology*. 2005;38(4):431 – 435.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛЫ И КОЭФФИЦИЕНТА СЦЕПЛЕНИЯ МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН С ПРОФИЛИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Сукач О. М., Шевчук В. В.

Во время операций шелушения, или измельчения семян происходит его перемещение через рабочую зону технологического оборудования. Данный процесс сопровождается определенным нагрузкам, создаваемым рабочими органами машин, а также потоком семян. Увеличение силы и коэффициента сцепления способствует стабильному перемещению семян вдоль зоны шелушения при минимальных значениях давления создаваемого потоком семян, вследствие чего уменьшается повреждения ядер, или же его прессования.

Конструктивные параметры и диапазон технологических регулировок оборудования для шелушения определяется показателями физических, механических и фрикционных свойств семян. Цель состоит в том, чтобы разработать устройство и способ исследования, позволяющий с высокой точностью определить силу и коэффициент сцепления семян с рифлеными поверхностями за переменного нормальной нагрузки. Конструктивные особенности устройства позволяют изменять нормальную нагрузку слоя семян, а также тип рифленой поверхности. Высокая точность результатов достигается за счет использования в исследованиях микрометрического оборудования. Для определения силы коэффициента сцепления семена устанавливаются между двумя рифлеными поверхностями и подвергается нормальной и тангенциальной нагрузке. Нижняя рифленая поверхность установлена на динамометрической балке, а на поворотной консоли смонтирован нагрузочный механизм. В статье приведена методика и результаты исследований коэффициента и силы сцепления масличных семян с различными профилированными поверхностями.

Abstract

RESEARCH OF FORCE AND COEFFICIENT OF GRIP OIL SEED WITH PROFILED SURFACES

O. Sukach, V. Shevchuk

During crushing operations, or dehulling of seeds, it moves through the working zone of process equipment. This process is accompanied by a certain load, created by the working bodies of machines, as well as the flow of seeds. The increase in force and the coefficient of grip contributes to the stable movement of seeds along the hulling zone at the minimum values of pressure created by the flow of seeds, resulting in reduced damage to the kernel, or pressing.

The structural parameters and the range of technological adjustments of equipment for dehulling are determined of the physical, mechanical and frictional properties of the seeds. The purpose is to develop a device and a method of study that allows you to determine with high accuracy the strength and the coefficient of grip the

seeds with corrugated surfaces for an alternating normal load. Constructive features of the device allow to change the normal loading of the layer of seeds, as well as the type of profiled surface. The high correctness of the results is achieved through the use of micrometric equipment in research. In order to determine the strength of the coupling coefficient, the seed to be examined is between two corrugated surfaces and is subjected to normal and tangential loading. The lower corrugated surface is mounted on a torque gauge beam, and the top on the turntable, on the same console mounted load mechanism. The article presents the methodology and results of investigations of coefficients and forces of grip of oil seed with different profiled surfaces.

УДК 664.7.05;621.979

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ЦИКЛУ МАЛОГАБАРИТНОГО ШНЕКОВОГО ОЛІЙНОГО ПРЕСУ

Паславський В. Р., асп.

Львівський національний аграрний університет

Враховуючи конструктивні особливості малогабаритних шнекових пресів, запропоновано методика розрахунку тиску в зоні відокремлення олії та каналів запірної частини. Це дає змогу теоретично обґрунтувати геометричні параметри та режими роботи шнекового преса, які усувають можливість закупорювання макухи у запірній частині, або її виходу із значним вмістом олії.

Постановка проблеми. У сучасних шнекових олійних пресах застосовуються різні конструктивні рішення для забезпечення їх ефективної роботи. В методиках обґрунтування параметрів основну увагу приділено розрахунку робочого тиску пресування, що залежить від геометричних параметрів шнекового вала та запірної частини. Також значну увагу приділено визначенню енергетичних затрат на переробку одиниці маси насіння олійних культур або безпосередньо отримання олії.

Застосовуючи різні методи розрахунку параметрів шнекового пресу потрібно враховувати умови збереження якісних показників олії. Теоретичні дослідження робочого циклу шнекового олійного пресу не враховують можливості зменшення внутрішніх опорів завдяки застосування конструктивних змін. Тому доцільно продовжити удосконалення методів теоретичного обґрунтувати параметри малогабаритних шнекових олійних пресів для досягнення їх високої ефективності за малих затрат енергії та отримання високоякісного продукту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В теоретичних дослідженнях Ю.П. Кудріна, В.А. Маслікова, А.Ю. Толчинського, Т.А. Дідика вважається, що робочий тиск процесу пресування є основним технологічним чинником, який впливає на якісні та кількісні показники роботи шнекового преса. Величина