

СЕКЦІЯ
«МЕХАНІКА, ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНІ ДИСЦИПЛІНИ ТА ОБЛАДНАННЯ
ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

УДК 631.363:633.8

Кінематичний і силовий аналіз механізмів пресування в процесі відокремлення олії

Олександр Вільчинський, Анна Олараш,

здобувач вищої освіти спеціальності 208 Агроінженерія

Миколаївський національний аграрний університет

м. Миколаїв, Україна

Роман Борсук,

здобувач фахової передвищої освіти 208 Агроінженерія

ВСП «Технологіко-економічний фаховий коледж МНАУ»

м. Миколаїв, Україна

***Анотація:** у роботі розглядається вдосконалення процесу відокремлення олії з насіння соняшнику та м'ятки за допомогою шнекового преса з попередньою вологотермічною обробкою сировини. Проведено кінематичний та силовий аналіз робочих органів преса, розраховано робочий тиск, осьове зусилля, крутний момент, потужність приводу та продуктивність установки. Порівняння з типовою конструкцією олієвідтискного преса показало зниження силових навантажень і енергоспоживання на 25–30%, з одночасним збереженням продуктивності. Отримані результати підтверджують ефективність попередньої обробки сировини для підвищення енергоефективності технологічного процесу.*

***Ключові слова:** кінематичний і силовий аналіз, механізми пресування, відокремлення олії*

На сучасному етапі розвитку промисловості, в умовах переходу економіки до інтенсивної моделі зростання, особливої ваги набуває ефективне використання виробничого потенціалу. Одним із ключових напрямів розвитку аграрного сектору є впровадження сучасних технологій переробки сільськогосподарської продукції в господарствах різних форм власності. Важливим завданням також є створення компактного та енергоощадного обладнання, придатного для використання у складі технологічних ліній переробки [1].

У Миколаївській області соняшник займає провідні позиції серед сільськогосподарських культур. Це пояснюється його високою економічною ефективністю та стабільним попитом як на насіння, так і на отриману з нього олію. На сьогодні для вилучення олії із насіння соняшнику застосовують два основні методи - пресування та пряму екстракцію. Водночас технологія пресування характеризується значно нижчими виробничими витратами

порівняно з екстракційним способом [5]. З огляду на це, актуальним напрямом є вдосконалення процесу пресування шляхом обґрунтування раціональних конструктивних і режимних параметрів шнекового преса для відокремлення олії [2].

У межах теорії механізмів і машин процес відокремлення олії пресуванням розглядається як результат взаємодії робочих органів преса з оброблюваним матеріалом під дією визначених кінематичних і силових параметрів [3]. Кінематичне дослідження передбачає: визначення типу механізму (шнековий, гвинтовий, важільний тощо); встановлення закону руху робочого органа (кутова швидкість шнека, поступальний рух гвинта); розрахунок передавального відношення приводу; визначення швидкості переміщення матеріалу вздовж зони пресування; аналіз кінематичних пар і ступенів вільності механізму. Для шнекового преса основними параметрами є кутова швидкість обертання вала, крок гвинтової нарізки та геометрія витків, що визначають швидкість транспортування та ущільнення насіння [4].

Силове дослідження включає: визначення сил тиску матеріалу на витки шнека та стінки корпусу; розрахунок осьового зусилля, необхідного для створення заданого тиску пресування; визначення крутного моменту на валу; оцінку потужності приводу; врахування сил тертя між матеріалом і робочими поверхнями. Тиск у зоні пресування формується внаслідок зменшення об'єму міжвиткового простору та опору виходу макухи. Саме величина тиску визначає ефективність виділення олії.

Проведемо порівняння роботи типового пресу та енергоефективного олійного пресу для вилучення олії [2]. Попередня вологотермічна обробка (зволоження + нагрівання до 90–110 °С) знижує міцність клітинних стінок, зменшує внутрішній опір матеріалу та підвищує вихід олії. Це дозволяє працювати при менших тисках і знижувати енерговитрати.

В таблиці 1 представлені вихідні характеристики енергоефективного шнекового преса, в якому здійснюється попередня обробка м'ятки.

Таблиця 1. Характеристики енергоефективного шнекового преса, в якому здійснюється попередня обробка м'ятки.

№	Параметр	Позначення	Кількість	Одиниця виміру
1	Діаметр шнека	D	0,10	м
2	Крок шнека	S	0,08	м
3	Частота обертання вала	n	100	об/хв
4	Коефіцієнт заповнення	φ	0,4	–
5	Насипна густина м'ятки	ρ	650	кг/м ³
6	Тиск пресування без обробки	p_0	6	МПа
7	Коефіцієнт зниження опору після обробки	k	0,7	–
8	Попередня температура матеріалу	t	95	°С
9	Продуктивність преса	Q	450	кг/год

Здійснимо короткий розрахунок енергоефективного олієвідтискного преса.
Розрахуємо робочий тиск з урахуванням обробки:

$$p = k \cdot p_0 = 0,7 \cdot 6 = 4,2 \text{ МПа} \quad (1)$$

Визначимо площу поперечного перерізу шнека:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 0,00785 \text{ м}^2 \quad (2)$$

Розрахуємо осьове зусилля на шнек.

$$F = p \cdot AF = 4,2 \cdot 106 \cdot 0,00785 \approx 32\,970 \text{ Н} \quad (3)$$

Крутний момент на валу рівний:

$$M = F \cdot \frac{D}{2} = 32\,970 \cdot 0,05 \approx 1\,648 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (4)$$

Потужність приводу дорівнює:

$$N = \frac{2\pi nM}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 1\,648}{60} \approx 17,3 \text{ кВт} \quad (5)$$

Теоретична продуктивність преса визначається як:

$$Qt = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot n \cdot \varphi \cdot \rho = 0,00785 \cdot 0,08 \cdot 100 \cdot 0,4 \cdot 650 \approx 450 \text{ кг/год} \quad (6)$$

В таблиці 2 представлено порівняння розрахунку вдосконаленої конструкції преса в порівнянні з типовою конструкцією.

Таблиця 2. Результати розрахунку та порівняння з типовою конструкцією

№	Параметр	Позначення	Розрахунок для енергоефективного преса	Прес FS-401 5	Аналіз ефективності
1	Робочий тиск	p	4,2 МПа	6 МПа	Попередня вологотермічна обробка знижує тиск
2	Осьове зусилля	F	32 970 Н	47 100 Н	Зменшення на ~30%
3	Крутний момент	M	1 648 Н·м	2 355 Н·м	Зменшення на ~30%
4	Потужність приводу	N	17,3 кВт	24–25 кВт	Зниження енергоспоживання
5	Теоретична продуктивність	Q _t	450 кг/год	400–450 кг/год	Завдяки попередній обробці продуктивність зростає
6	Окружна швидкість шнека	v	0,52 м/с	0,52 м/с	Частота обертання однакова

7	Коефіцієнт заповнення	φ	0,4	0,3–0,35	Попередня обробка дозволяє збільшити заповнення
---	-----------------------	-----------	-----	----------	---

Кінематичні параметри механізму безпосередньо впливають на силові навантаження та енерговитрати процесу. Раціональне поєднання швидкості обертання, геометричних параметрів шнека та величини зазору дозволяє підвищити продуктивність преса та ступінь вилучення олії при мінімальних енергетичних витратах.

Попередня вологотермічна обробка м'ятки дозволяє знизити робочий тиск та крутний момент на 25–30%, що прямо зменшує потужність приводу. Продуктивність не зменшується і навіть трохи зростає завдяки підвищеній пластичності матеріалу. Відбувається зниження силових навантажень дозволяє використовувати менш міцні елементи, економлячи матеріали та зменшуючи зношуваність. Типові олієвідтискні преса працюють при більш високих тисках і потужності, що збільшує енергоспоживання та знос деталей.

References:

1. Babenko, D., Gorbenko, O., Dotsenko, N., & Kim, N. (2018). Theoretical aspects of oil separation process by pressing. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 22(3), 94-98. DOI: 10.31521/2313-092X/2018-3(99)-16
2. Доценко Н.А., Горбенко О.А., Кім Н.І., Бацуровська І.В. Шнековий прес для відокремлення рослинної олії з пароутворюючим пристроєм для вологотермічної обробки м'ятки. Патент на корисну модель № 147470 (12.05.2021) <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/13469>
3. Бабенко, Д.В., Доценко Н.А., Горбенко, О.А. (2023). Механіка матеріалів і конструкцій. Частина 2: практикум для навчання на основі інтерактивного графічно-цифрового контенту: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2021. 176 с.
4. Оптимізація виробництва олійної сировини в Україні до 2025 року (методичні рекомендації). Видання четверте, доповнене). Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Інститут олійних культур НААН. СГІ-НЦНС, 2020. – 108 с.
5. Процеси і апарати. Механічні та гідромеханічні процеси: Підручник / В.С. Бойко, К.О. Самойчук, В.Г. Тарасенко, В.О. Верхованцева Н. О. Паляничка Є. В. Михайлов О.О. Червоткіна. Київ: ПрофКнига, 2021. 466 с.

Abstract: *the paper considers the improvement of the process of separating oil from sunflower seeds and pulp using a screw press with preliminary wet-thermal treatment of raw materials. A kinematic and force analysis of the working elements of the press was carried out, the working pressure, axial force, torque, drive power and plant productivity were calculated. Comparison with a typical design of an oil press showed*

a reduction in force loads and energy consumption by 25–30%, while maintaining productivity. The results obtained confirm the effectiveness of preliminary treatment of raw materials to increase the energy efficiency of the technological process.

Keywords: *kinematic and force analysis, pressing mechanisms, oil separation*

Науковий керівник:

Доценко Н.А.

*д-р пед.наук, професор,
професор кафедри загальнотехнічних дисциплін,
Миколаївський національний аграрний університет*

УДК 631.1: 635.1/.8: 634

Аналіз напружено-деформованого стану елементів обладнання для переробки томатів

Олександра Вознюк, Денис Капуста,

здобувач вищої освіти спеціальності 208 Агроінженерія
Миколаївський національний аграрний університет
м. Миколаїв, Україна

Артем Чубов,

здобувач фахової передвищої освіти 208 Агроінженерія
ВСП «Технологіко-економічний фаховий коледж МНАУ»
м. Миколаїв, Україна

Анотація: *у роботі проведено інженерне обґрунтування конструктивних параметрів обладнання для переробки томатів на основі аналізу напружено-деформованого стану його основних робочих елементів – протирального барабана та подрібнювальних ножів. Визначено колові, поздовжні, крутні та еквівалентні напруження в тонкостінному циліндрі барабана з урахуванням внутрішнього тиску сировини та крутного моменту. Проведено розрахунок згинальних напружень у подрібнювальних елементах і оцінено вплив відцентрових сил на їхній напружений стан.*

Ключові слова: *переробка томатів; напружено-деформований стан; протиральний барабан; подрібнювальний елемент; міцність конструкції; коефіцієнт запасу; металоємність; енергоефективність; інженерні розрахунки; модернізація обладнання.*

Для проектування та модернізації обладнання з переробки томатів необхідно враховувати комплекс чинників, зокрема властивості сировини, особливості технологічного процесу, необхідну продуктивність і економічну доцільність експлуатації. Системи сортування та миття повинні гарантувати ефективне очищення плодів і їх розподіл за розміром та якісними показниками.