

УДК 631.365.22

© Р.В. Кірчук, к.т.н., А.А. Ящук, В.В. Тарасюк, к.т.н.
Луцький національний технічний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ І ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ВИКОРИСТАННЯ СУШАРКИ НАСІННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

У статті проведено огляд існуючих методів сушіння насіння льону олійного. Запропоновано заходи для зменшення енергетичних витрат на процес сушіння, що полягають у встановленні спіралеподібних активаторів шару матеріалу у камері сушіння. Виконано техніко-економічне обґрунтування та визначено ефект від застосування сушарки запропонованої конструкції.

СУШАРКА, ПАРАМЕТР, ЛЬОН ОЛІЙНИЙ, ЕНЕРГІЯ, ВИТРАТИ.

Постановка проблеми. Як відомо, несприятливі погодні умови в період збирання сільськогосподарської продукції можуть стати причиною надмірної її вологості. У випадку, коли вологість насіння льону олійного перевищує кондиційну, що є причиною втрати якості під час зберігання, виникає необхідність його сушіння. Зважаючи на властивості насіння льону олійного, процес його сушіння пов'язаний з деякими складностями. Зокрема, сушіння в нерухомому шарі насіння льону є неефективним. Це пов'язано з формою насіння і його дрібними розмірами, що створе значний опір повітряному потоку.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблеми із застосуванням відомих конвективних зерносушарок барабанного і шахтного типу для сушіння насіння льону олійного зумовлені необхідністю його перемішування в процесі сушіння. Варто зазначити, що насіння льону олійного після збирання врожаю має високий ступінь забруднення, крупні домішки і, у випадку потрапляння в сушарку, негативно впливають на технологічний процес, сприяють утворенню застійних зон та перегрівання матеріалу, а невеликі розміри насіння роблять його дуже чутливим до високих температур.

Мета дослідження. Виконати аналіз методів і засобів сушіння насіння льону олійного, розглянути способи інтенсифікації процесу шляхом застосування спіралеподібних активаторів у камері сушіння та визначити економічний ефект від використання запропонованої сушарки.

Результати дослідження. З врахуванням особливостей насіння льону олійного, як об'єкта сушіння, а також зважаючи на

недоліки існуючих типів сушарок, що застосовуються для сушіння цього матеріалу, була запропонована конструкція сушарки [1], сушильна камера якої зображена на рис. 1.

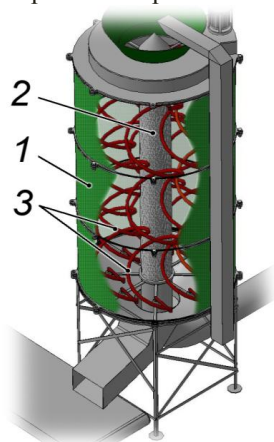


Рис.1 - Сушильна камера сушарки насіння льону олійного: 1 – зовнішня перфорована стінка сушильної камери; 2 – перфорована колона сушильної камери для подачі сушильного агента; 3 – спіральні активатори для розпушування і перемішування матеріалу

Сушарка працює наступним чином. Матеріал подається в сушильну камеру через завантажувальний пристрій у верхній частині сушарки. Вентилятором нагнітається атмосферне повітря і за допомогою теплогенератора нагрівається до потрібної температури. Після цього, сформований сушильний агент подається у перфоровану колону 2, розміщену в центрі циліндричної камери, звідки потрапляє в сушильну камеру і проходить крізь матеріал за всією його висотою, забирає надлишкову вологу і відводиться з сушильної камери через перфоровану стінку 1. В сушильній камері встановлені робочі органи 3, виконані у формі профіля, закрученого за циліндричною гвинтовою лінією. В результаті обертання робочих органів 3 в напрямку, що забезпечує переміщення їх витків догори, матеріал, який перебуває в сушильній камері перемішується. Під дією гравітації і в результаті постійного перемішування матеріал поступово переміщується донизу, одночасно досягаючи кондиційної вологості. Після цього, матеріал вивантажується за допомогою вивантажувального пристрою. Конструкція робочих органів для перемішування матеріалу забезпечує низький рівень пошкодження насіння, а їх розміщення в сушильній

камері – рівномірне перемішування матеріалу. Це призводить до інтенсифікації процесу виділення вологи, забезпечується висока енергоефективність і продуктивність сушіння. Необхідна тривалість перебування матеріалу в сушильній камері контролюється вивантажувальним пристроєм.

Конструкція даної сушарки передбачає можливість її роботи в двох режимах (рис.2):

- порційний – один цикл роботи сушарки передбачає завантаження об'єму сушильної камери вологим матеріалом, його доведення до кондиційної вологості і вивантаження сухого матеріалу. Даний режим ефективний при невеликій кількості матеріалу, вологість якого необхідно знизити;
- потоковий – матеріал подається в сушильну камеру і вивантажується з неї безперервно, переміщаючись сушильною камерою від зони завантаження до зони вивантаження, сушиться і досягає кондиційної вологості. Даний режим доцільно застосовувати при великих кількостях матеріалу, що піддається сушінню.

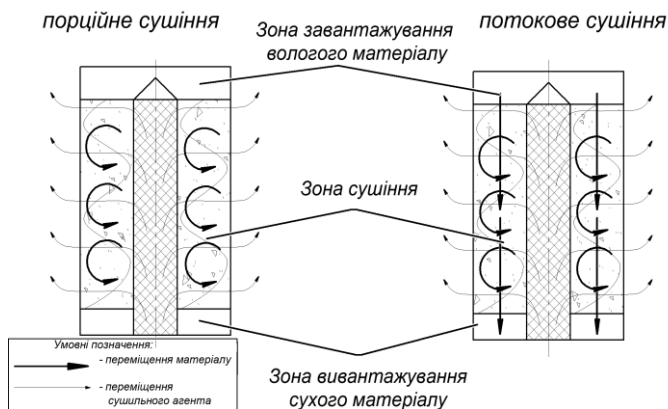


Рис. 2 - Режими роботи сушарки насіння льону олійного

Застосування запропонованої конструкції сушарки дозволяє збільшити коефіцієнт заповнення сушильної камери в порівнянні з існуючими сушарками. Застосування активних спіральних робочих органів забезпечує ефективне розпушування і перемішування матеріалу в процесі сушіння у всьому об'ємі сушильної камери, що сприяє ефективній вологовіддачі, рівномірності нагрівання матеріалу

від центру до периферії сушильної камери і високій рівномірності сушіння. Форма активних робочих органів мінімізує можливість механічного пошкодження в процесі перемішування насіння.

На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень та аналізу роботи сушарки [2,3,4] у табл.1. представлені значення раціональних параметрів сушарки насіння льону олійного і її технічні характеристики.

Таблиця 1 - Рекомендовані параметри та технічна характеристика сушарки насіння льону олійного

Параметри сушарки		Позн.	Величина
Зовнішній діаметр сушильної камери		D_1	1,2 м
Внутрішній діаметр сушильної камери		D_2	0,2 м
Висота сушильної камери		H	1,5 м.
Частота обертання активних робочих органів		n	6 хв. ⁻¹
Кількість активних робочих органів		$n_{p.o.}$	6
Крок спіралі активного робочого органа		k	0,4 м ²
Діаметр спіралі активного робочого органа		d_c	0,3 м
Продуктивність сушарки насіння льону олійного при зниженні відносної вологості від 14 до 9 %		P_c	0,89 т/год
Питома витрата	рідкого палива	b	2,77 кг/т с. м.
	електроенергії на нагрівання повітря	N_e	27,16 кВт/ т с. м.
Питома витрата електроенергії (на роботу електродвигунів)		b_e	0,62 кВт
Питома споживання електроенергії на привод вентилятора і активних робочих органів		$N_{п}$	0,7 кВт/т с. м.

Економічна ефективність сушарки насіння льону олійного визначалась у порівнянні з барабанною сушаркою СБ-0,5, яку прийнято за базову. Розрахунок економічної ефективності проводився згідно із методикою [5].

Згідно з прийнятою методикою, економічна ефективність застосування нової сушарки повинна бути відображена такими основними показниками:

- повна собівартість виконуваних базовою та новою сушарками робіт;
- експлуатаційні витрати на утримання базової і нової сушарок;
- питомі капіталовкладення в сфері експлуатації базової та нової сушарок;
- питома матеріаломісткість базової і нової конструкції сушарок;
- річна економія коштів на експлуатаційних витратах при використанні нової сушарки.

Виходячи з експлуатаційних показників роботи базового і нового варіанту сушарки, нормативно-довідкових даних, цін на сільськогосподарську техніку, паливно-мастильні матеріали та інше, сформовано таблицю вихідних даних (табл.2).

Таблиця 2 - Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показник	Один. виміру	Машина	
		Базова	Нова
1	2	3	4
Продуктивність сушарки для насіння льону олійного	кг/год.	500	880
Тривалість роботи сушарки протягом року	днів	45	45
Чисельність обслуговуючого персоналу	людей	2	2
Маса сушарки в зборі	кг	750	610
Чиста маса сушарки без покупних частин	кг	670	550
Відпускна ціна сушарки	грн.	23000	-
Собівартість сушарки	грн.	19170	-
Вартість матеріалів у собівартості сушарки	грн.	17300	-
Потужність на привод сушарки	кВт	-	0,62
Потужність на привод вентилятора	кВт	1	0,37
Потужність калорифера	кВт	22,5	27,2
Вартість електроенергії	грн./ (кВт-год.)	0,88	0,88

1	2	3	4
Коефіцієнт відрахувань на додаткову заробітну плату	%	20	20
Коефіцієнт відрахувань на соціальні потреби	%	37,84	37,84
Вартість покупних виробів нової сушарки	грн.	-	6300
Коефіцієнт конструктивної складності	-	-	1,2
Коефіцієнт зміни, залежно від обсягу випуску	-	-	1,1
Коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат	-	-	1,1
Кількість вентиляторів	шт.	1	1
Кількість калориферів	шт.	1	1
Норматив витрат праці на підготовку сушарки до зберігання	люд.-год.	5	5
Годинна тарифна ставка слюсаря	грн.-год.	3,21	3,21
Годинна тарифна ставка працівника	грн.-год.	2,92	2,92
Витрати на матеріали, що використовуються при експлуатації сушарки	грн.	13,02	12,3
Норматив галузевої рентабельності	%	25	25
Податок на додану вартість	%	20	20
Торгівельна націнка посередницької організації	%	20	20
Нормативний коефіцієнт відрахувань на реновацію	%	14,2	14,2
Норматив відрахувань на капітальний, поточний ремонт та техогляд сушарки	%	14	14

Отримані результати розрахунку (табл.3) вказують на доцільність використання нової сушарки, яка дає річну економію грошових засобів на експлуатаційних витратах 12289 грн.

Таблиця 3. Показники економічної ефективності

Показник	Один. виміру	Машина		Різниця (±)
		Базова	Нова	
Продуктивність сушарки	кг/год.	500	880	+380
Річний обсяг робіт	т/рік	360	663,6	+303,6
Чисельність обслуговуючого персоналу	чол.	2	2	-
Затрати праці на сушіння	люд.-год./кг	2×10^{-3}	$1,136 \times 10^{-3}$	$-0,86 \times 10^{-3}$
Річна економія затрат праці при застосуванні нової сушарки	люд.-год.	-	236,3	-
Собівартість сушіння	грн./кг	0,094	0,046	-0,048
Експлуатаційні витрати на сушарку	грн./кг	0,084	0,04	-0,044
Річна економія грошових засобів на експлуатаційних витратах при застосуванні нової сушарки	грн.	-	12289	-
Питомі капіталовкладення в сфері експлуатації сушарки	грн./кг	0,064	0,046	0,018
Питома металомісткість технологічного процесу сушіння	кг/кг	$2,1 \times 10^{-4}$	$9,6 \times 10^{-4}$	$-7,5 \times 10^{-4}$
Термін окупності	роки	-	2,388	-

Для перевірки якості роботи запропонованої сушарки проведено її випробування.

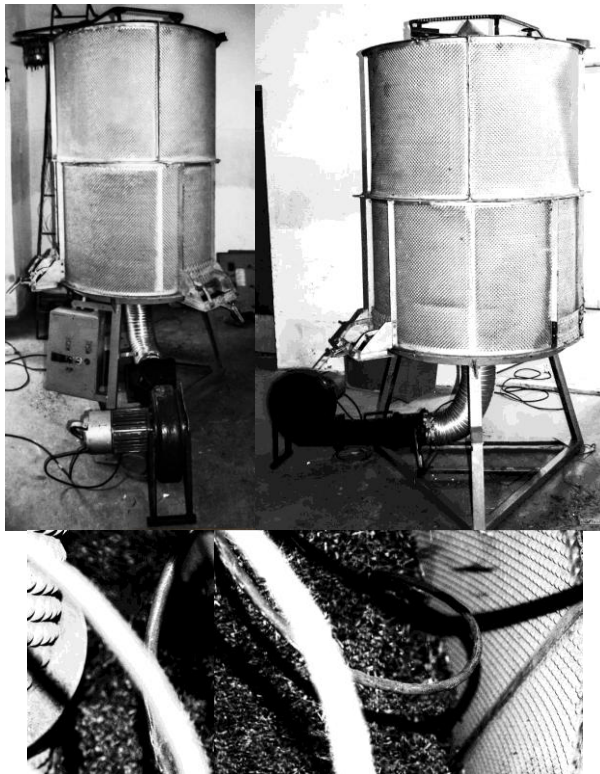


Рис. 3 - Сушарка насіння льону олійного

Дослідження проводилися на насінні льону олійного сорту «Південна ніч» одержаного при однофазному збиранні з вмістом домішок в насінні 35-40%. Початкова вологість вороху насіння льону олійного становила 14%, щільність матеріалу – 350 кг/м³. Встановлена початкова схожість насіння – 95%. Сушіння проводилось при температурі сушильного агента – 45°C, атмосферного повітря – 18±20°C. Швидкість сушильного агента на виході через зовнішню стінку сушильної камери становила 0,6 м/с. Тривалість сушіння – 15хв.

Висновки. В результаті перевірки роботи сушарки встановлено, що обґрунтовані теоретично і експериментально геометричні параметри сушарки, а також прийняті режимні параметри сушіння забезпечують ефективне перемішування і розпушування матеріалу в сушильній камері, переміщення матеріалу та його вивантаження без утворення застійних зон. Сушіння на сушарці даного

типу забезпечує рівномірне просушування матеріалу. При сушінні від початкової вологості матеріалу 14% і температурі сушильного агента на вході в сушильну камеру 45°C, частоті обертання активних робочих органів 6 хв⁻¹ з кроком спіралі 0,4 м, діаметром спіралі 0,3 м і міжосьовою відстанню між двома сусідніми робочими органами 0,5 м відбувалось зниження вологості до 9%.

Результати господарсько-лабораторних досліджень сушіння бороху насіння льону олійного в запропонованій сушарці (рис.3) підтверджують ефективність і доцільність використання даної сушарки.

Література

1. Пат. № 69227 Україна, МПК (2006) F26 B17/12, F26 B17/18. Сушарка для сипких матеріалів / Ящук А.А., Кірчук Р.В., Дідух В.Ф. заявник і власник патенту Луцький національний технічний університет.; заявл. 26.09.2011.; опубл. 25.04.2012, бюл. № 8

2. Ящук А.А. Дослідження процесу сушіння насіння льону олійного з розробкою конструкції сушарки / А.А. Ящук, Р.В. Кірчук, О.В. Голій // Вісник харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Технічні науки «Механізація сільськогосподарського виробництва». — 2011. — Т.І. № 107. — С. 250—258.

3. Ящук А.А. Розрахунок продуктивності та обґрунтування енергозатрат сушарки для сипких матеріалів зі спіралеподібними робочими органами / А.А. Ящук, Р.В. Кірчук, О.В. Голій // Сільськогосподарські машини. Зб. Наук. ст. – Т.ІІ, Вип. 21 – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2011 – С. 272 – 278.

4. Ящук А.А. Обґрунтування параметрів спіралеподібних робочих органів сушарки для насіння льону олійного / А.А. Ящук, Р.В. Кірчук // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету [Текст] : серія: Технічні науки. – Вінниця : Видавничий центр ВНАУ, 2012. – Вип. 10 Т.2. (59), – С. 96 – 101.

5. Шведик М. С., Методика розрахунку економічного ефекту конструкторської розробки дипломного проекту. Методичні вказівки до обґрунтування економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 7.090215 “Машини і обладнання сільськогосподарського виробництва” машинобудівного факультету денної і заочної форм навчання. / М. С. Шведик, В. І. Ткачик – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 2006. – 40с.

Рецензент д.т.н., проф. В.Ф. Дідух