

Міністерство аграрної політики України



ПРАЦІ
Таврійського державного
агротехнологічного університету

Випуск 10 Том 3

Наукове фахове видання

Мелітополь – 2010 р.

УДК 621.311:631

ПЗ.8

Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет –
Вип.10. Т. 3 – Мелітополь: ТДАТУ, 2010.– 234 с.

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,
Протокол № 7 від 02 лютого 2010 р.

У випуску наукових праць друкуються матеріали за результатами досліджень вчених України в галузі механізації сільського господарства, переробки сільськогосподарської продукції, енергетики та автоматизації процесів сільськогосподарського виробництва.

Редакційна колегія праць ТДАТУ:

Кюрчев В.М. – к.т.н., професор, ректор ТДАТУ (головний редактор);
Надикто В.Т. – д.т.н., професор (заст. головного редактора); Діордієв
В.Т. – к.т.н., професор, (відповідальний секретар); Дідур В.А. – д.т.н.,
професор; Кушнар'ов А.С. – чл.-кор. УААН, д.т.н., професор;
Найдиш А.В. – д.т.н., професор; Овчаров В.В. – д.т.н., професор;
Панченко А.І. – д.т.н., професор; Яковлев В.Ф. – к.т.н., професор;
Рогач Ю.П. - к.т.н., професор; Скляр О.Г. – к.т.н., доцент;
Тарасенко В.В. – д.т.н., професор; Ялпачик Ф.Ю. – к.т.н., доцент.

Відповідальний за випуск – к.т.н., доцент Ялпачик Ф.Ю.

Адреса редакції: ТДАТУ

Просп. Б. Хмельницького 18,
м. Мелітополь, Запорізька обл.,
72312 Україна

ISSN 2078-0877

© Таврійський державний
агротехнологічний університет, 2010.

УДК 641.512

СТРУКТУРА І ДИНАМІКА СТРУМЕНЯ ГІДРОМ'ЯСОРИЗКИ

Погребняк А.В., аспірант*,

Заплетніков І.М., д.т.н.

*Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського*

Тел/факс (062) 342973/304-83-16

Анотація - робота присвячена вивченню особливостей структури і динаміки струменя води, який є ріжучим інструментом. Показано яким чином характеристики гідроструменя пов'язані з ефективністю різання м'яса, яке має низьку температуру.

Ключові слова - гідрострумень, автомобельна течія, м'ясо глибокої заморозки, глибина щілини, сила впливу на перешкоду.

У сучасний час велика увага приділяється створенню ефективних засобів різання харчових продуктів глибокої заморозки. Одним з рішень зазначеної проблеми є використання устаткування для гідродинамічного різання харчових продуктів [1-4]. Технологія гідрорізання є перспективною для харчової промисловості, особливо для розрізання продуктів харчування, що мають температуру нижче 0°C і аж до мінус 195,8 °C - температури кипіння рідкого азоту, тому що традиційними методами при таких температурах це зробити неможливо.

Основна задача даної роботи, складала у встановленні особливостей структури і динаміки тонкого водяного струменя високого тиску, знання яких необхідно при розрахунках раціональних параметрів гідром'ясорізки.

У роботі [8] була отримана гіперболічна залежність для визначення граничної автомобельної швидкості витікання вільного водяного струменя у вигляді:

Аналіз результатів роботи [4], а також наших даних, отриманих при дослідженні процесу гідрорізання м'яса глибокої заморозки [4, 6, 7] показує, що при значеннях тисків робочої рідини вище деякого граничного значення $P > P_{\text{гран}}$, витікання гідроструменя відбувається в автомобельному режимі. Це свідчить про те, що структура гідроструменя, насамперед початкової ділянки, а також

закономірність зміни діаметра факелу гідроструменя по його довжині залишаються незмінними при подальшому збільшенні тиску рідини перед соплом ріжучої голівки.

$$V_{\text{гран}} = \frac{10^3}{0,3d_0 + 3,5}, \quad (1)$$

де $V_{\text{гран}}$ - граничне значення автомодельної швидкості витікання, м/с;
 d_0 - діаметр сопла, мм.

Якщо скористатися добре відомою формулою для швидкості витікання рідини з короткого капіляра-сопла [9] і, для зручності, прийняти щільність води (тому що в якості робочої рідини використовувалася вода) рівною 1000 кг/м^3 , то одержуємо більш зручну для виконання розрахунків залежність:

$$V_0 = 44\varphi \sqrt{\Delta P_0}. \quad (2)$$

Далі, підставивши вираз (2) у залежність (1), одержуємо наступну розрахункову формулу для визначення граничних значень тиску для автомодельного режиму витікання води із сопла:

$$P_{\text{доді}} = \frac{10^3}{44 \cdot \varphi (0,3 \cdot d_0 + 3,5)}, \quad (3)$$

де $P_{\text{гран}}$ - граничний тиск перед соплом голівки, яка формує струмінь води при автомодельному режимі витікання, МПа.

На рис. 1, використовуючи формулу (2) при значенні $\varphi=0,98$ наведена залежність граничного тиску $P_{\text{гран}}$, коли починає реалізовуватися автомодельний режим витікання залежно від діаметра сопла ріжучої голівки. Видно, що при швидкісному коефіцієнті $\varphi=0,98$ (висока якість), що залежить від якості виготовлення проточної частини ріжучої голівки, граничний тиск автомодельного режиму витікання води із сопла змінюється в межах від 38 МПа для діаметра отвору сопла 0,8 мм до 42,3 МПа для діаметра сопла 0,1 мм.

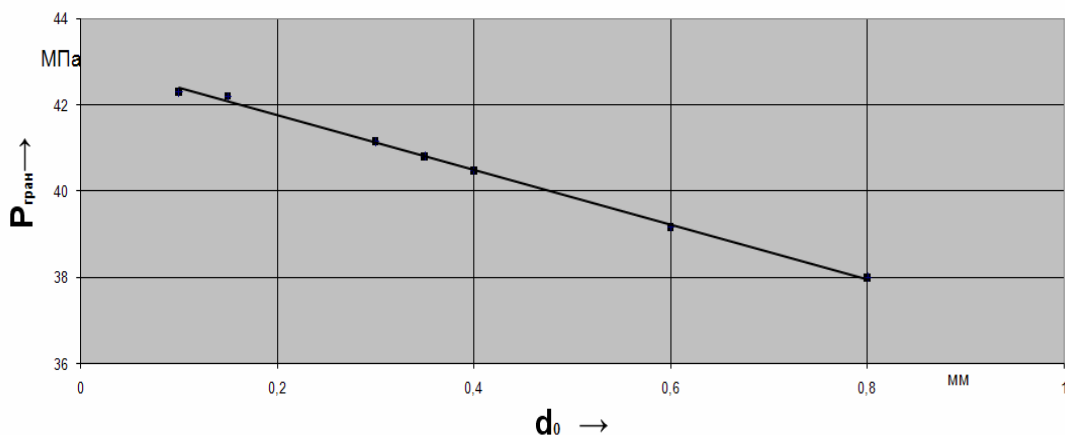


Рис. 1. Залежність граничного тиску автомодельного витікання водяного струменя від діаметру сопла

Раніше нами було встановлено [7, 10], що при тиску рідини нижче деякого значення, гідрострумінь нездатний нарізати щілини в м'ясі глибокої заморозки, тобто глибина різа м'яса практично дорівнювала нулю. Відстань між зрізом сопла ріжучої голівки і поверхнею м'яса, що розрізалось дорівнювала $5 \cdot 10^{-3}$ м. Ця відстань відповідала максимальній глибині нарізання щілини у м'ясі, яке мало температуру мінус 18°C при тиску води перед соплом більше 50 МПа. Якщо порівняти граничні значення тиску робочої рідини, при яких виникає автотельний режим і здатність гідроструменя нарізати щілини в замороженому м'ясі, то спостерігається досить стійка кореляція, практично до повного збігу граничних значень тисків. Це вказує на те, що режими і параметри гідрорізання, а також продуктивність гідром'ясорізки, у першу чергу, залежать від структури гідроструменя і зміни його гідродинамічних параметрів.

Варто зазначити, що фізичний зміст автотельності [9] полягає в тому, що зі збільшенням тиску води перед соплом ріжучої голівки збільшується значення числа Рейнольдса Re на виході із сопла, яке показує співвідношення сил в'язкості і інерції в рідині. При досягненні умови, коли Re перевищує $Re_{\text{гран}} \equiv Re_a$ в'язкістю можна вже зневажити, тому що подальше збільшення тиску практично не впливає на структурні характеристики гідроструменя.

Отримані результати дозволяють стверджувати, що значення $Re_{\text{гран}}$ є обмежуючим параметром з боку мінімального робочого тиску, починаючи з якого повинен відбуватися процес гідрорізання м'яса глибокої заморозки. Важливо також знати чим обумовлений обмежуючий параметр з боку максимального тиску. Максимально можливий тиск визначається, насамперед, тепловими ефектами в основних вузлах гідроструменевого устаткування. Якщо в якості робочої рідини використовується вода, то очевидно, що процес водорізання можливий тільки тоді, коли температура водяного струменя не буде перевищувати 100°C . Підвищення температури при дроселюванні стислої рідини виникає через ефект Джоуля-Томса [11]. Для рідин цей ефект мало вивчений і є негативний, що й спостерігається при витіканні рідин із сопла ріжучої голівки. Висновок про те, що підвищення температури гідроструменя обумовлено, головним чином, ефектом Джоуля-Томса, слідує з порівняння температури водяного струменя і струменів інших рідин. Порівняльний аналіз показує, що підвищення температури гідроструменя буде більше тоді, коли теплоємність робочої рідини менше. Температура струменя, наприклад, веретенного масла при певних умовах досягала понад 200°C . Діаметр сопла також впливає на температуру струменя і чим він менше, тим прояв ефекту підвищення температури гідроструменя є незначно слабкіший.

Дослідження ефекту Джоуля-Томса необхідно проводити окремо. Однак, навіть без детального експериментального вивчення цього ефекту, можна відповісти на важливе для конструктора питання, як далеко можна йти у бік підвищення тиску при розроблюванні устаткування для гідрорізання м'яса. Якщо не вживати ніяких спеціальних прийомів охолодження струменя [12, 13], то при тиску порядку 600-700 МПа для використовуваних нами сопел з діаметрами вихідних отворів 0,1-0,8 мм температура водяного струменя досягає значення 100 °С.

Експеримент показав [6, 7], що режим роботи і параметри гідрорізання, а також продуктивність м'ясорізки, ріжучим органом якої є тонкий струмінь води, безпосередньо залежать від структури (якості) струменя і зміни її гідродинамічних параметрів. Тому вивчення структурних змін, що відбуваються в струменях води від моменту їхнього вильоту із сопла в повітряне середовище до виродження в краплинний потік має велике значення для розуміння фізичних процесів гідродинамічного різання харчових продуктів. Одне з основних умов успішного застосування водяних струменів високого тиску для розрізання різних харчових продуктів - одержання при вильоті із сопла струменя з гарними гідродинамічними властивостями, що забезпечують достатню ефективність процесу гідрорізання.

Вивчення структури і динаміки тонкого струменя води, особливо надзвукового струменя, - одне з найбільш складних питань гідродинаміки. Через особливості руху водяного струменя в повітрі, а також відсутності необхідних вимірювальних апаратів характеристики цих струменів й їхня структура вивчені ще недостатньо. Однак, наявні результати досліджень струменів рідини [5, 8, 9] все ж таки дозволяють скласти загальне уявлення про ті процеси, які відбуваються при формуванні струменя води і її витіканні в атмосферу.

Високошвидкісний струмінь рідини на виході із сопла ріжучої голівки складається із суцільного струменя, що розширюється за певним законом і капілярного потоку із щільністю, яка в радіальному напрямку від осі струменя зменшується. Безпосередньо на виході з ріжучої голівки в струмені формується ядро постійних швидкостей конусоподібної форми, яке називають початковою ділянкою струменя (рис. 2). Протягом довжини початкової ділянки L_n у ньому має місце потенційна (безвихрова) течія рідини. При цьому значення швидкостей і динамічних тисків у всіх точках потенційного ядра струменя зберігають постійні значення: $P_m = P_0 = \text{const}$; $V_{L_n} = V_0 = \text{const}$ (тут P_0 - тиск рідини в соплі, тобто перед циліндричною ділянкою сопла; P_m - осьовий динамічний тиск; V_0 -

усереднене значення швидкості струменя на виході із сопла; $V_{Lп}$ - осьова швидкість струменя протягом довжини початкової ділянки).

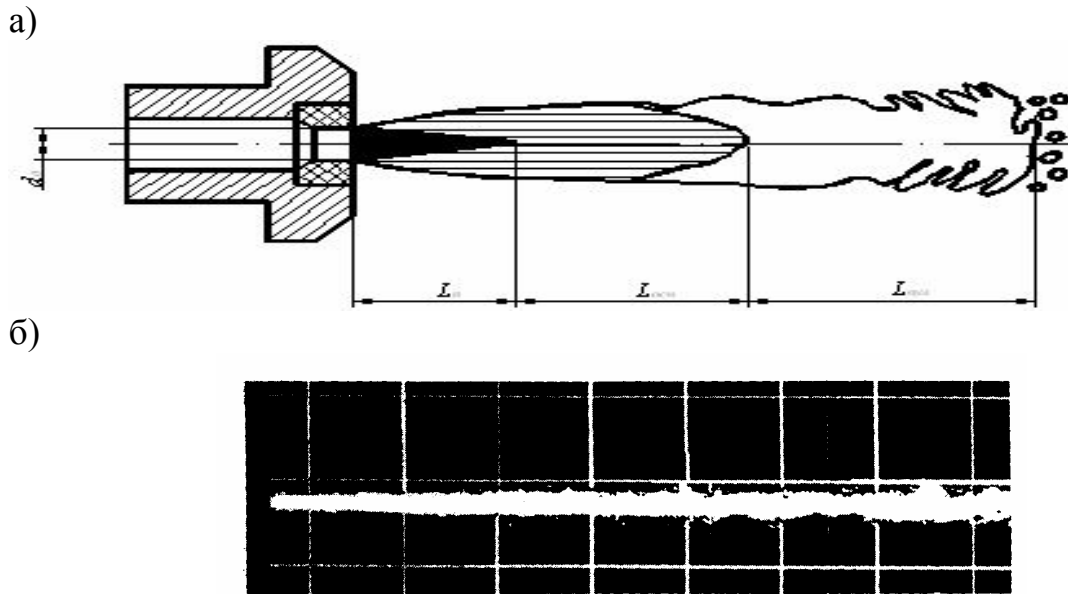


Рис. 2. Схема (а) структури гідроструменя і фотографія (б) водяного струменя, що витікає із сопла з діаметром 0,15мм при тиску 300 МПа

Під впливом надлишкового статичного тиску, турбулентних збурювань і виходу газоподібного компонента, що є присутнім у робочій рідині відбувається розширення струменя, яке викликає збільшення діаметру і зміну внутрішньої структури (рис. 2). Розширення струміння відбувається нерівномірно. На деякій частці початкової ділянки розширення струменя має більш інтенсивний характер. Далі кут розширення зовнішніх границь струменя приймає менше значення й стабілізується, а статичний тиск у струмені при цьому стає рівним атмосферному і подальше розширення струменя відбувається в основному за рахунок впровадження в струмінь все більшої маси повітря.

За межами початкової ділянки струменя в результаті її розширення і розпаду осьова подовжня швидкість і динамічний тиск поступово зменшуються по деякій гіперболічній залежності, а динамічний тиск і швидкість у перетині струменя різко знижуються по кривій Гауса від свого максимального значення до мінімального в граничній області. Ця ділянка струменя $L_{осн}$ (за межами початкової ділянки $L_{п}$), на якому струмінь зберігає високу щільність і компактність, називають основною ділянкою струменя; у її межах зберігається висока щільність струменя при низьких значеннях кута

розширення границь струменя. Початкова і основна ділянки в сумі становлять робочу ділянку струменя.

Технологічні можливості початкової і основної ділянок гідроструменя не однакові. Так, при різанні харчових продуктів глибокої заморозки, найбільш ефективна початкова ділянка струменя, розташована у безпосередній близькості від сопла, а для, наприклад, відділення м'яса від кістки і виконання деяких інших операцій - ефективність основної ділянки буде вище. Тому, розміри початкової ділянки високошвидкісного струменя рідини мають істотне значення при розробці технології гідрорізання м'яса. У першу чергу, від розмірів робочої ділянки гідроструменя буде залежати глибина щілини, що прорізається у замороженому м'ясі, природно, при тиску струменя рідини на одиницю поверхні різа, який перевищує межу міцності харчового продукту.

За межами робочої ділянки гідрострумінь втрачає стійкість і набуває хвилястої форми. На його поверхні утворюються нерівності у вигляді хвиль, форма й довжина яких змінюються зі зміною умов витікання, і починають спостерігатися все більш інтенсивні викиди рідини. Цю ділянку гідроструменя $L_{\text{пул}}$ називають пульсуючою. Надалі струмінь розділяється на окремі блоки, що піддаються все більш інтенсивному краплинному розпаду. Величини осьової швидкості і динамічного тиску на цій ділянці досить незначні і зі збільшенням відстані від сопла асимптотично наближаються до нуля. Ця ділянка гідроструменя в технології гідрорізання харчових продуктів є практично неробочою.

До тепер залишається, однак, повністю не з'ясованим характер зміни величини сили впливу гідроструменя залежно віддалення перешкоди від сопла. З цього приводу існують суперечливі точки зору. Одні дослідники вважають [14], що сила впливу струменя на перешкоду істотно зменшується зі збільшенням відстані від зрізу сопла. Інші вважають [14], що повна довжина гідроструменя може бути розбита на дві ділянки: початкову ділянку, де сила впливу струменя на перешкоду зростає й досягає (на деякій відстані від сопла) максимального значення, і наступну ділянку, на всій протязі якої ця сила зберігається незмінною.

Значний обсяг робіт з дослідження процесу різання матеріалів, в основному полімерних, струменями води високого тиску виконаний Тихомировим Р.А. [15]. Дослідження проводилися при тиску води перед соплом до 500 МПа, діаметрі отворів ріжучої голівки $(0,1 - 0,4) \cdot 10^{-3}$ м, відстані від зрізу сопла до поверхні матеріалу, що розрізається $5 \cdot 10^{-3}$ м і швидкості переміщення матеріалу відносно струменя води $1,6 \cdot 10^{-3}$ м/с. Було отримано, що зі збільшенням діаметру сопла від $0,1 \cdot 10^{-3}$ до $0,4 \cdot 10^{-3}$ м глибина прорізання щілини в

матеріалі зменшується: для вініпласту в 2.85 рази, для гетинаксу в п'ять разів і для стеклотекстоліту у вісім разів.

У роботі [16] отримано, що при постійній швидкості подачі матеріалу (оргскла, гуми, фторопласта та ін.) оптимальна відстань від його поверхні до зрізу сопла залежить від тиску при якому відбувається витікання струменя і діаметра сопла. Зменшення діаметра сопла від $0,3 \cdot 10^{-3}$ до $0,1 \cdot 10^{-3}$ м приводить до збільшення глибини щілини, яка прорізається в матеріалі. Цей результат автори пояснюють тим, що зменшення діаметру сопла при постійному тиску витікання струменя призводить до зменшення площі матеріалу, яка піддається руйнівному навантаженню, що приводить до збільшення питомого тиску різання.

У той же час, отримані нами [6, 7, 10] експериментальні результати свідчать, що глибина прорізання щілини в харчовому продукті зростає зі збільшенням гідродинамічних параметрів гідроструменя і збільшенням діаметру сопла ріжучої голівки від $0,15 \cdot 10^{-3}$ до $0,8 \cdot 10^{-3}$ м.

Тому, досліди, які описані нижче, були нами поставлені з метою встановлення особливостей динаміки тонкого водяного струменя високого тиску, з'ясувавши які можна було б розібратися в наявних протиріччях експериментальних даних. Без усунення наявних протиріч, неможливо, як обґрунтувати фізичні закономірності механізму мікроруйнування в процесі гідрорізання, так і установити взаємозв'язок окремих явищ, що відбуваються при цьому, що необхідно для визначення максимальної продуктивності і якості різання м'ясорізки при різних технологічних параметрах.

Оцінка енергетичних можливостей струменя робилась за допомогою виміру сили впливу струменя води на сталеву перешкоду, на якій були закріплені тензодатчики, а також на мішень, яка була закріплена на фізичному маятнику масою 400 кг. Перешкода мішень була виготовлена зі сталевих (Ст3) листів з розмірами $(220 \times 220 \times 3) \cdot 10^{-3}$ м, які мали отвори з діаметром $16 \cdot 10^{-3}$ м по кутах. Між площиною мішені і тілом фізичного маятника був зазор $5 \cdot 10^{-2}$ м. Силу впливу водяного струменя на перешкоду визначали по величині тензосигнала, а при роботі на імпульсному водометі по куту відхилення маятника.

Результати, що показують розвиток сили впливу гідроструменя на перешкоду по осі потоку в безрозмірних координатах представлені на рис. 3. Отримані експериментальні дані, описуються, принаймні, двома ділянками з лінійною зміною сили впливу гідроструменя на перешкоду. Із рис. 3 видно, що максимальне значення сили впливу гідроструменя на плоску перешкоду перебуває в інтервалі безрозмірних відстаней від сопла $50 < L/d_0 < 100$. Порівняння розподілу

сили впливу гідроструменя на перешкоду по осі потоку (рис. 3) з її структурними особливостями (рис. 2) показує, що область із $L/d_0 < 50$ відноситься до початкової ділянки струменя, а $50 < L/d_0 < 100$ - до основної ділянки.

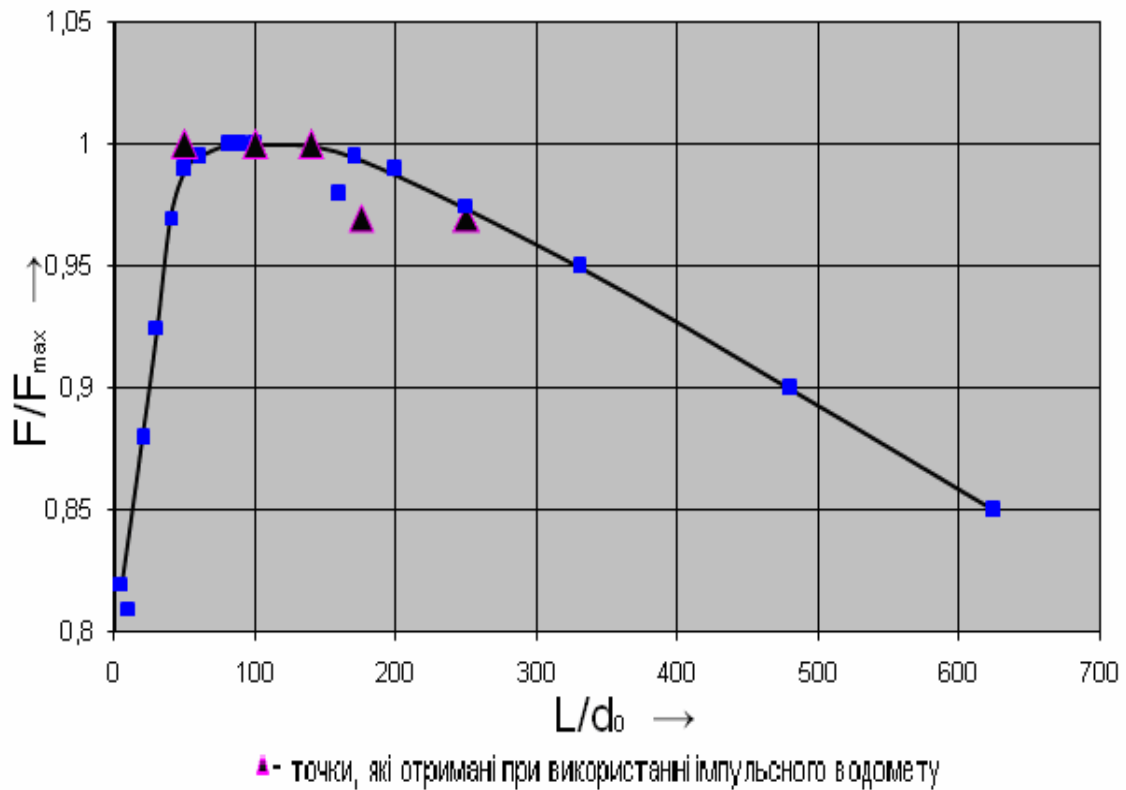


Рис. 3. Розподілення сили впливу гідроструменю на перешкоду по осі потоку

На рис. 3 наведені також точки, отримані з використанням імпульсного водомета. Опис імпульсного водомета можна знайти у роботі [17]. Водомет мав наступні характеристики: тиск води перед соплом – 450 МПа; середня швидкість струменя - до 350 м/с; діаметр струменя на зрізі сопла - 10^{-2} м; тривалість пострілу - $7,6 \cdot 10^{-2}$ с.

Дані дослідів представлені в таблиці 1 і на рис. 4, звідки видно, що максимальна відстань від водомета до мішені, коли ще спостерігається її пробій, становить 1,5 м, а при відстані 1,75 м спостерігається прогин без пробою.

Експериментальні дані з динаміки тонкого водяного струменя високого тиску цілком пояснюють характер зміни ріжучих властивостей гідроструменя залежно від відстані матеріалу, що розрізається до зрізу сопла. Стає зрозумілим чому в одних випадках глибина щілини, що прорізається зі збільшенням діаметру сопла збільшується, а в інших - зменшується. З огляду на дані рис. 3 приходимо до висновку, що якщо відстань від сопла до поверхні

харчового матеріалу, що розрізається менше розмірів початкової ділянки гідроструменя, то збільшення діаметру сопла буде приводити до зменшення глибини різку. Якщо ж відстань від сопла до поверхні харчового матеріалу, що розрізається наближається до розмірів основної ділянки гідроструменя, то тоді глибина різку буде зростати зі збільшенням діаметру сопла ріжучої голівки при незмінному перепаді тиску.

Таблиця 1 - Вплив відстані від зрізу сопла до мішені на характер взаємодії гідроструменя з мішенню

Номер дослідження (мішені)	Відстань до маятника (мішені), м	Середня швидкість струменя, м/с	Характер пробую мішені
1	0,5	255	Діаметр отвору $(18-20) \cdot 10^{-3}$ м, краї рвані
2	1,5	255	Діаметр отвору $(15-18) \cdot 10^{-3}$ м, краї рвані
3	1,75	250	Прогин без пробую
4	2,0	250	Нема пробую

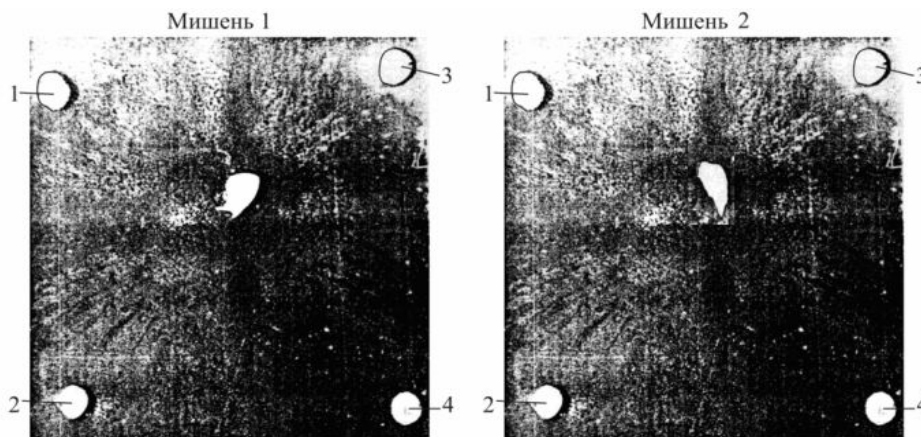


Рис. 4. Фотографії сталевих листів після взаємодії з високошвидкісним струменем води: 1, 2, 3, 4 - кріпильні отвори

Таким чином, отримані в даній роботі експериментальні дані підтверджують необхідність використання структурних і динамічних характеристик водяних струменів при встановленні раціональних параметрів гідром'ясорізки.

Перспективою подальших досліджень є встановлення залежностей для розрахунку структурних і динамічних характеристик гідроструменів від конструктивних параметрів головки, що формує ці струмені.

Література

1. Пат. 40388 Україна, МПК (2009) A22C18/00, A22C25/00, B26D3/00. Спосіб різання харчових продуктів і матеріалів / Погребняк А.В., Гордієнко О.В. - №и 2008 11663, Бюл. №7. – 2009.
2. Пат. 30071 Україна, МПК (2006) B24C3/00. Пристрій для гідрорізання харчових матеріалів / Гордієнко О.В., Погребняк А. В. - №и 2007 11443, Бюл. №3. – 2008.
3. *Погребняк А.В.* Высокоэффективное гидрорезание твердых пищевых продуктов и материалов / А.В. Погребняк // Управление реологическими свойствами пищевых продуктов: сб. науч. матер. / Москов. гос. ун-т пищев. произв. – М., 2008. – С.173-179.
4. *Гордієнко О.В.* Гідрорізання в харчовому виробництві / О.В. Гордієнко, А.В. Погребняк, С.О. Фоменко // Обладнання та технології харчових виробництв: темат: зб. наук. праць / Донец. держ. ун-т економіки і торгівлі ім. М.Туган-Барановського. – Донецьк, 2007. – Вип.16. –С.26-31.
5. *Шавловский С.С.* Основы динамики струй при разрушении горного мас сива / С.С. Шавловський. – М.: Наука, 1979 – 174с.
6. *Гордієнко О.В.* Дослідження процесу водорізання харчових матеріалів і продуктів / О.В. Гордієнко, А.В. Погребняк // Обладнання та технології харчових виробництв: темат: зб. наук. праць / Донец. держ. ун-т економіки і торгівлі ім. М.Туган-Барановського. – Донецьк, 2008. – Вип.18. – С.280-287.
7. *Гордиенко А.В.* Влияние гидравлических параметров высокоскоростной струи на эффективность водорезания пищевых продуктов / А.В. Гордиенко, А.В. Погребняк // Перспективы пищевых технологий: темат. зб. науч. трудов / Одесская нац. акад. пиц. технол. – Одесса, 2009. –Вып.20. – С.148-153.
8. *Бафталовский В.Е.* О пороговых значениях скорости истечения водяных струй в автотомельном режиме / В.Е. Бафталовский. – Науч. тр. / ИГД им. А.А. Скочинского, 1982. – Вып. 207. С.84-92.
9. *Повх И.Л.* Техническая гидромеханика / И.Л. Повх. - Л.: Машиностроение (Ленингр. отд-ние), 2-е изд. доп., 1976. – 504с.
10. *Гордієнко О.В.* Вплив твердості заморожених харчових продуктів на параметри процесу водорізання та водорізного обладнання / О.В. Гордієнко, А.В. Погребняк // Обладнання та технології харчових виробництв: темат: зб. наук. праць / Донец. держ. ун-т економіки і торгівлі ім. М.Туган-Барановського. – Донецьк, 2009. – Вип. 20. – С.148 - 153.
11. *Прохорович-Романов А.М.* Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохорович-Романов и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 928с.

12. Пат. 46161 Україна, МПК (2009) В03В4/00. Спосіб різання харчових продуктів охолодженим струменем води / Погребняк А.В., Гордієнко О.В. – № и 2009 06318, Бюл. №23. – 2009.
13. Пат. 46163 Україна, МПК (2009) В03В4/00. Спосіб різання харчових продуктів охолодженим струменем води, що переривається / Заплетніков І.М., Погребняк А.В. – №и 2009 06333, Бюл. № 23. – 2009.
14. Рабинович Е.З. Гидравлика / Е.З. Рабинович. – М.: Недра, 1974. – 296с.
15. Тихомиров Р.А. Гидрорезание неметаллических материалов / Р.А. Тихомиров, В.В. Гуенко. – К.: Техника, 1984. – 150с.
16. Ступін О.Б. Розробка технології застосування гідроструменевого руйнування конструкційних матеріалів у техногенно-небезпечних умовах / О.Б. Ступін, П.В. Асланов, О.М. Семко та інші. – Звіт з НДР №0106U010798 / Дон. нац. ун-т – Донецьк, 2007. – 96с.
17. Атанов Г.А. Гидроимпульсные установки для разрушения горных пород / Г.А. Атанов. – К.:Вища школа, 1987. – 152с.

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА СТРУИ ГИДРОМЪЯСОРИЗКИ

Погребняк А.В., Заплетников И.М.

Аннотация - работа посвящена изучению особенностей структуры и динамики струи воды, которая является режущим инструментом. Показано каким образом характеристики гидроструи связаны с эффективностью резания мяса, которое имеет низкую температуру.

STRUCTURE AND DYNAMICS OF THE JET OF HYDROMEAT-CUTTING MACHINE

A. Pogrebnyak, I. Zapletnikov

Summary

The features of structure and dynamics of the jet of hydro meat-cutting machine are established. It is shown how the features of the jet are connected with the meat-cutting efficiency in conditions of low temperatures. The necessity of using structural and dynamic features of water jets during the choice of rational parameters of hydromeat-cutting machines is proved.

УДК 631.354

СХЕМОТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ І ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ СТАЦІОНАРНОГО АГРЕГАТУ ДОРОбКИ ОЧОСАНОВО Вороху зернових для фермерських господарств

Леженкін О.М., д.т.н. (РФ)

Таврійський державний агротехнологічний університет

тел. (0619) 42-68-74

Анотація – в статті приводиться технологічна схема та опис робочого процесу стаціонарного агрегату доробки очосаного вороху зернових, а також розглядається методика його розрахунку.

Ключові слова – очесаний ворох, стаціонарний агрегат, горохоочисник, сепарація, кормові брикети.

Постановка проблеми. В результаті впливу очосуючих робочих органів на рослину отримується ворох, який представляє собою суміш зерна, обірваних колосків (мітелок) і грубих соломистих домішок. Для отримання кінцевого продукту – зерна і кормових брикетів встає проблема доопрацювання очосаного вороху.

Аналіз публікацій. Розробці стаціонарного агрегату доробки очосаного вороху зернових присвячені дослідження лабораторії збиральних машин МІМСГ (ТДАТУ) [1, 2, 3].

Подальшим розвитком досліджень [1, 2, 3] стосовно до умов фермерських господарств присвячені роботи [4, 5, 6]. Ідея отримання в результаті доробки очосаного вороху одночасно зерна і кормових брикетів описана в патенті [7].

Постановка завдання. З метою підвищення ефективності функціонування стаціонарного агрегату доробки очосаного вороху зернових за рахунок розширення його можливостей потрібно розробити технологічну схему і методику розрахунку агрегату, який дозволяє в процесі перетворення вихідного матеріалу мати в якості кінцевого продукту зерно і кормові брикети.

Основна частина. Як вказувалося вище, очесаний ворох зернових і зернобобових культур складається, головним чином, із трьох компонентів - вільного зерна, обірваних колосків (мітелок), для зернобобових - стручків, і соломистих домішок, причому, вільного зерна втримується більше 60%. Виходячи з вище наведених фактів,

найбільш доцільним на першому етапі доробки очосаного вороху, є виділення вільного зерна.

Оскільки зерно за своїми розмірами значно відрізняється від соломистої фракції й обірваних колосків (мітелок), то найбільш доцільно їх розділяти за розмірними ознаками.

Аналіз методів і засобів розподілу сильнозабрудненого зернового вороху дає підставу для використання циліндричних решіт із зовнішньою робочою поверхнею (скальператорів) [8, 9].

Циліндричні решета із зовнішньою робочою поверхнею дозволяють розділяти очосаний ворох за розмірними ознаками на дві фракції - вільне зерно й грубі соломисті домішки (солома) з обірваними колосками (мітелками). Подальший етап доробки другої фракції полягає в приготуванні кормових брикетів.

Технологічна схема доробки очосаного вороху наведена на рис. 1.

Стаціонарний агрегат доробки очосаного вороху (рис. 1) складається із двох технологічних ліній: лінії виділення вільного зерна й лінії готування кормових брикетів.

Лінія виділення вільного зерна з очосаного вороху містить у собі бункер 1, циліндричні решета 2 і 3 із зовнішньою робочою поверхнею, ротаційну 4 і пасивну 5 очисні щітки, живлючий 9 і дозуючий 10 транспортери, вібрлоток 6 з ексцентриковим приводом 7 і зерновий шнек 8.

На підставі аналізу джерел [10, 11, 12, 13, 14, 7], а також проведених польових експериментальних досліджень було розроблено технологічну схему лінії приготування кормових брикетів (рис. 1). Лінія приготування кормових брикетів складається з бункера-живильника 13 (для цього можна використовувати бункер, що випускається серійно, живильник БДК-Ф-70-20), подрібнювача грубих кормів 17 (ИГК-30Б), циклона 19 з шлюзовим затвором 20, стрічкового транспортера 21, змішувача 22, живильника 23, преса 24, транспортерів 25 і 26, охолоджувача 27 і вентиляторів 28 і 29.

Робочий процес агрегату протікає таким чином. Оchosаний ворох, що поступає з поля, із причепа вивантажується в бункер 1, за допомогою живильного транспортера 9 він переміщується до дозуючого транспортера 10 і рівномірним потоком надходить на вібрлоток 6.

Вібрлоток призначений для попередньої сепарації очосаного вороху. У міру переміщення по поверхні вібрлотка відбувається перерозподіл фракційного складу очосаного вороху. Внаслідок вібрації вільне зерно переміщується долілиць, а великі соломисті домішки й обірвані колоски (мітелки) виявляються вгорі. Вібрлоток

частково розвантажує циліндричне решето 2, тому що на ньому відбувається перерозподіл компонентів очосаного вороху.

Сегрегирований потік очосаного вороху надходить на робочу поверхню циліндричного решета 2. Вільне зерно, дрібні домішки й незначна частина соломистих домішок ідуть проходом через осередки барабана, а великі соломисті домішки, обірвані колоски (мітелки), що не пройшли через осередки решета 2 знімаються ротаційною очисною щіткою 4 і подаються в бункер-живильник 13. Проходова фракція по напрямних лотках 11 і 12 надходить на друге циліндричне решето 3. Циліндричні решета 2 і 3 розрізняються розмірами отворів. На решеті 2 отвори більшого розміру, вони дозволяють збільшити його пропускну здатність, однак разом із зерном у прохід іде частина соломистих домішок. Для виділення цих домішок встановлюється друге циліндричне решето 3, на якому отвори меншого розміру, ніж на першому. На другому решеті зерно із дрібними домішками йде проходом, а соломисті домішки - сходом. Для знімання соломистих домішок встановлюється пасивна очисна щітка 5.

Виділене вільне зерно виводиться шнеком 8. Надалі зерно надходить на попереднє очищення, для чого доцільніше всього використовувати ворохоочисник ОВС-25.

Другим етапом доробки очосаного вороху є приготування кормових брикетів зі сходової з решіт фракції. Технологічний процес приготування кормових брикетів полягає в наступному. Поступаюча у бункер 13 із циліндричних решіт друга фракція, що включає в себе грубі соломисті домішки й обірвані колоски (мітелки), за допомогою живильного транспортера 14 переміщаються до дозуючого транспортера 15 і дозованим рівномірним потоком подається на стрічковий транспортер 16, що транспортує її в подрібнювач 17. В подрібнювачі за рахунок впливу робочих органів, що надійшов матеріал подрібнюється на частки розмірами 10...30 мм із розщепленням стебел уздовж волокон. Подрібнений продукт відводиться по трубі 18 повітряним потоком у циклон 19. Через шлюзовий затвор 20 подрібнений матеріал надходить із циклона 19 на стрічковий транспортер 21, що завантажує змішувач 22. У змішувачі відбувається перемішування й зволоження подрібненого матеріалу. Для одержання якісних кормових брикетів їх збагачують карбамідом, мелясою або лугом. Підготовлений водяний розчин карбаміду, меляси або лугу вводиться в змішувач 22 форсунками системи подачі води. У змішувачі 22 компоненти ретельно перемішуються й живильником 23 подаються в прес 24. У пресі корм продавлюється вальцями через отвори кільцевої матриці. Прес дозволяє одержувати кормові брикети розмірами 35х35 мм.

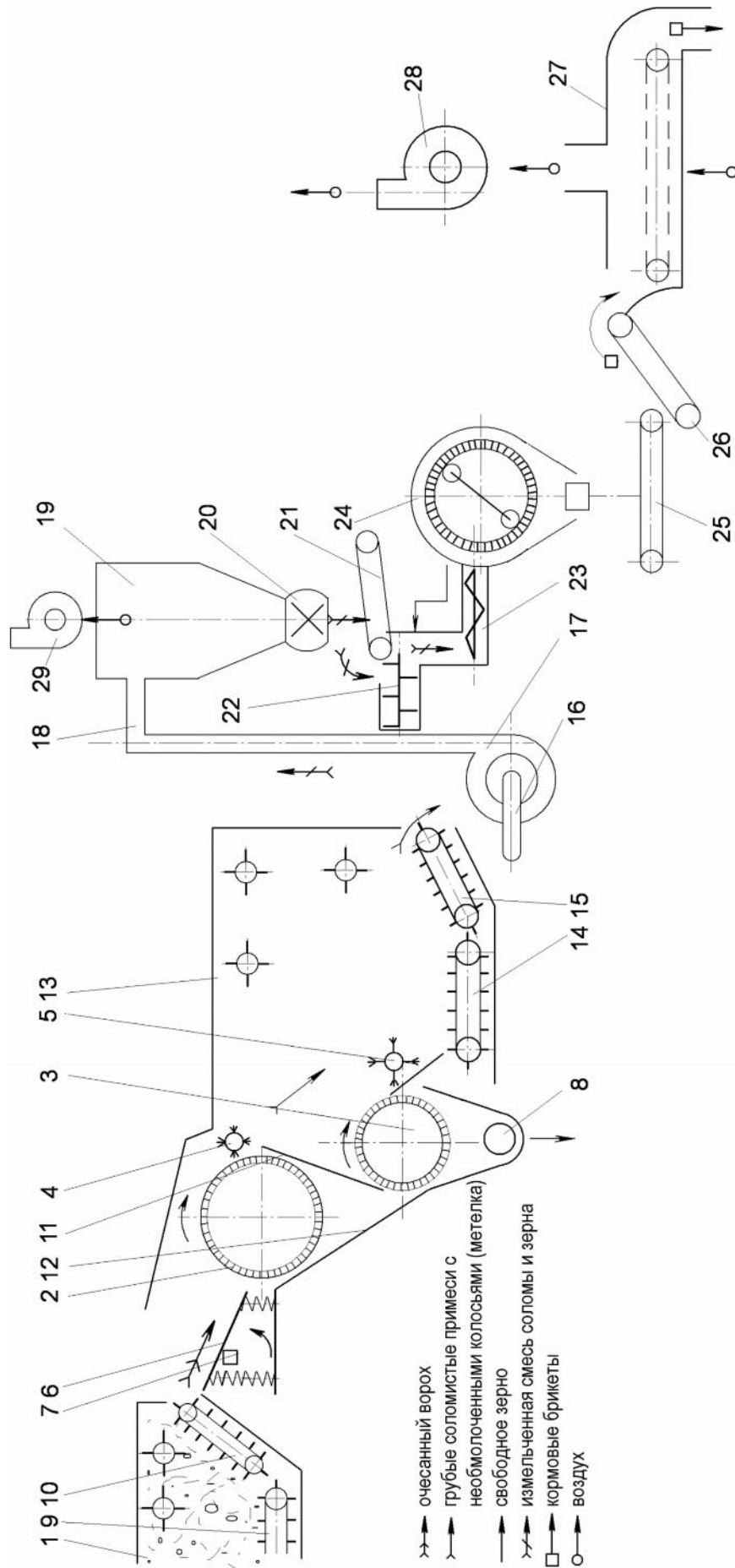


Рис. 1. Технологічна схема стаціонарного агрегату доробки очосаного вороха

Готові брикети із преса за допомогою стрічкових транспортерів 25 і 26 направляються в охолоджувач 27, звідки вони надходять на зберігання.

Розглянемо методику розрахунку продуктивності ворохоочисника. Сепарація є першою операцією в загальному технологічному ланцюзі доробки очосаного вороху, і тому від роботи ворохоочисника залежить функціонування всієї технологічної лінії стаціонарного агрегату.

Продуктивність сепараторів вороху визначиться з виразу:

$$q_c = \frac{G_{\max} - G_H}{T_M - T_H}, \quad (1)$$

де G_{\max} - кількість максимального добового постачання вороху, т;

G_H - кількість вороху, що поступило за час роботи з недовантаженням, т;

T_M - тривалість роботи ворохоочисника в годинах (в добу);

T_H - тривалість добової роботи машин з недовантаженням, год.

Для визначення G_H і T_H використовуються залежності [15]:

$$G_K = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{2} T \bar{g}_m \hat{O}(t) - T G_m \varphi(t) \right]_{t_m}^{t_1}, \quad (2)$$

$$T_K = \frac{1}{4} T [\hat{O}(t_1) - \hat{O}(t_m)]$$

де $\Phi(t)$ - табличний інтеграл ймовірностей;

$\varphi(t)$ - нормована функція щільності ймовірностей;

\bar{g}_m - середньогодинне постачання вороху в день максимального постачання, т/год;

σ_m - середньоквадратичне відхилення постачання очосаного вороху в день максимального постачання, т/год;

t_m - нормоване відхилення, що відповідає мінімальному годинному постачанню вороху;

t_1 - нормоване відхилення, що відповідає постачанню вороху, що дорівнює розрахованій продуктивності машини.

Нормовані відхилення визначаються за формулами [16]:

$$t_m = \frac{(g_m)_{\min} - \bar{g}_m}{\sigma_m}, \quad (3)$$

$$t = \frac{q_m - \bar{q}_m}{\sigma_m}.$$

Розрахунок продуктивності проводиться способом послідовних наближень, повторюючи процес розрахунку t_1 , T_K , G_K , причому при розрахунку величини t_1 підставляється наближене значення q_c^n :

$$q_c^n \approx \frac{G_M}{T_M}. \quad (4)$$

Даний метод визначення продуктивності дещо громіздкий. Можна використовувати інший метод, якщо прийняти, що в денні години постачання вороху на доробку змінюється незначно, в утрішні години постачання зростає від нуля рівномірно до денного максимуму. Такий процес добре описується β -розподілом, при визначених значеннях параметрів форми γ і η [16].

Щільність β -розподілу, визначена в інтервалі (0,1) має вигляд - [16]:

$$f(x, \gamma, \eta) = \begin{cases} \frac{\tilde{A}(\gamma + \eta)}{\tilde{A}(\gamma) \cdot \tilde{A}(\eta)} x^{\gamma-1} (1-x)^{\eta-1}, & (5) \\ 0 \leq x \leq 1; & 0 < \gamma; \quad 0 < \eta. \end{cases}$$

Інтегральна функція β -розподілу описується наступним рівнянням та умовами [16]:

$$F(x, \gamma, \eta) = \begin{cases} x < 0 \\ \frac{\tilde{A}(\gamma + \eta)}{\tilde{A}(\gamma) \cdot \tilde{A}(\eta)} \int_0^x t^{\gamma-1} (1-t)^{\eta-1} dt, & 0 \leq x \leq 1 \\ x > 1 \end{cases} \quad (6)$$

де 1 – оціночне значення.

На рис. 2 представлений графік щільності розподілу при параметрах форми в межах $2 > \eta > 1, 2 > \gamma > 1$.

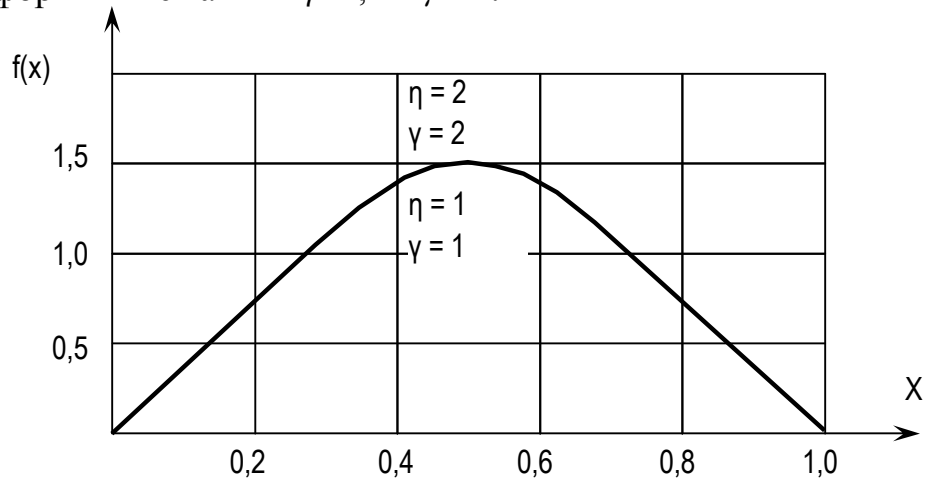


Рис. 2. Щільність розподілу денного постачання вороху на доробку

Якщо вважати, що площа під трапецією (рис. 3), у відповідному масштабі, дорівнює добовому надходженню вороху на стаціонарний пункт, а висота трапеції відповідає надходженню вороху в денний час, то одержимо вираз для визначення продуктивності сепаратора вороху:

$$q_c = \frac{q_n}{b} \left[T_p - \sqrt{T_p^2 - 2b(T_I - b)} \right], \quad (7)$$

де T_{II} – час постачання очосаного вороху на стаціонарний пункт в добу, год.;

T_p – час роботи сепаратора вороху, год.;

b – час, протягом якого постачання вороху на пункт зростає від 0 до величини постачання в денні години;

q_n - постачання вороху в денний час, т/год.

Вираз (7) дає можливість визначити необхідну продуктивність, що повинен мати сепаратор очосаного вороху.

Якщо розглядати технологічний процес сепаратора очосаного вороху, то подачу очосаної маси на робочу поверхню першого циліндричного решета можна представити як суму подач зерносолостої маси $q_{зс}$ й вільного зерна $q_{сз}$:

$$q_c = q_{зс} + q_{сз} \quad (8)$$

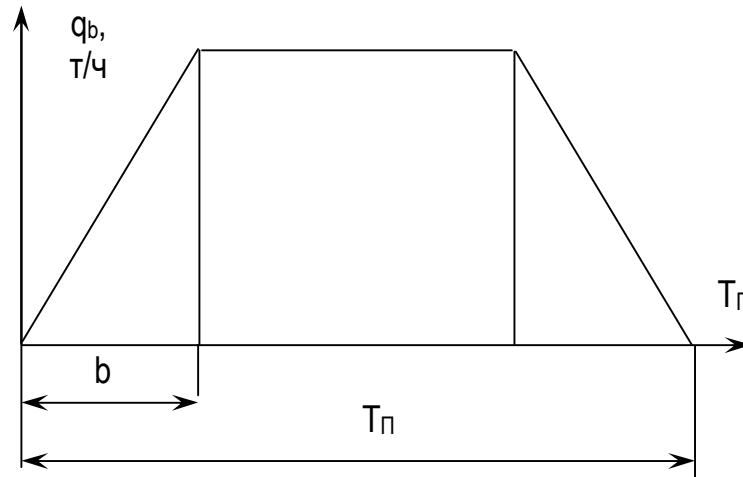


Рис. 3. Апроксимований β -розподіл, у якого щільність графічно представлена рівносторонньою трапецією

Так як основним фактором, що визначає роботу сепараторів, є ймовірність сепарації вороху $P_n(t)$, то продуктивність по вільному зерну $q'_{сз}$:

$$q'_{сз} = q_{\tilde{N}C} \cdot P_n(t) \quad (9)$$

а кількість залишевшогося вільного зерна в масі після першого решета:

$$q''_{сз} = q_{\tilde{N}C} [1 - P_n(t)] \quad (10)$$

На ґрунті проведених досліджень [9] ймовірність виділення вільного зерна з вороха на першому решеті складає 0,8...0,85. Використання вібрлотка вивільняє роботу решета, так як попередньо розділяє крупні домішки від вільного зерна, тому на 10...15% зменшується кількість вільного зерна в сходовій фракції. Таким чином, ймовірність виділення вільного зерна першим решетом складає 0,9...0,95, значить, для приготування кормових брикетів поступить маса, в якій міститься:

$$q''' = 0,1 \cdot q_{\tilde{N}C} + q_{\tilde{N}C} \quad (11)$$

Друге решето очищає проходову фракцію першого решета. Зерно, яке проходить крізь ячейки другого решета йде на подальшу очистку, а сходова фракція йде на приготування кормових брикетів.

Таким чином, на приготування брикетів поступає маса:

$$q_{\dot{a}} = q_{\dot{a}} - 0,9 \cdot q_{\tilde{N}C}, \quad (12)$$

де q_6 - подача матеріалу для приготування кормових брикетів;

q_v - подача очосаного вороха на ворохоочисник.

Продуктивність ворохоочисника можна визначити з співвідношення:

$$q_c = L \cdot q, \text{ кг/с} \quad (13)$$

де L – довжина решета, м;

q – питома продуктивність, кг/с·м.

Експериментальними дослідженнями [9] встановлено, що питома продуктивність скальператорних робочих органів при сепарації очосаного вороху складає 6,5...7 кг/с·м.

Висновки. В результаті проведених досліджень розроблена технологічна схема агрегату доробки очосаного вороху і отримані залежності для розрахунку його технологічного процесу.

Література

1. Разработать и внедрить перспективную технологию уборки зерновых культур в хозяйствах Приазовского района, обеспечивающую повышение производительности в 1,5...2,0 раза, снижение потерь зерна в 2...3 раза: Отчет по НИР/МИМСХ; Руководитель Цыбульников В.Н. - Тема 0270-Х. – Мелитополь, 1986. – 79 с.
2. Разработать и внедрить перспективную технологию уборки зерновых культур в хозяйствах Приазовского района, обеспечивающую повышение производительности в 1,5...2,0 раза, снижение потерь зерна в 2...3 раза: Отчет по НИР/МИМСХ; Руководитель Данченко Н.Н. - Тема 0270-Х. – Мелитополь, 1987. – 82 с.
3. Разработать и внедрить перспективную технологию уборки зерновых культур в хозяйствах Приазовского района, обеспечивающую повышение производительности в 1,5...2,0 раза, снижение потерь зерна в 2...3 раза: Отчет по НИР/МИМСХ; Руководитель Шабанов - Тема 0270-Х. – Мелитополь, 1988. – 44 с.
4. *Леженкин А.Н.* Перспективная технология уборки зерновых для фермерских и крестьянских хозяйств Юга Украины /А.Н.Леженкин /Актуальные проблемы инженерного обеспечения АПК: междунар.науч.конф. – Ярославль, 2003. – Ч.III. – С. 28-29.
5. *Леженкин А.Н.* Уборка зерновых методом очеса /А.Н.Леженкин //Сел.механизатор. – 2004. - №11. – С.27.
6. *Кушнарев А.С.* Энергосберегающая технология уборки зерновых для фермерских и крестьянских хозяйств /А.С.Кушнарев, А.Н.Леженкин //Перспективные технологии уборки зерновых культур, риса и семян трав /ТГАТА. – Мелитополь, 2003. – С. 17-21.
7. Пат.20841 Україна, МПК А01D41/08. Спосіб збирання зернових культур /О.М.Леженкін (Україна). - №U200609091: под..16.08.2006, надр.15.02.2007, бюл.№2.

8. *Леженкин А.Н.* Повышение эффективности работы ворохоочистителя за счет интенсификации его технологического процесса. Дисс...канд.техн.наук /А.Н.Леженкин. – Л., 1989. – 215 с.
9. *Аблогин Н.Н.* Обоснование технологической схемы и параметров устройства для сепарации очесанного вороха риса. Дис...канд.техн.наук / Н.Н.Аблогин. – Мелитополь, 19997. 215 с.
10. *Кулаковский И.В.* Машины и оборудование для приготовления кормов: Справочник / И.В.Кулаковский. – М.: Россельхозиздат, 1987-19688, Ч.1. – 285 с., Ч2 – 285 с.
11. *Ясенецкий В.А.* Индустриальная технология кормопроизводства / В.А. Ясенецкий, В.Я. Осыпак. – К.: Урожай, 1984. - 216 с.
12. *Кукта Г.М.* Машины и оборудование для приготовления кормов / Г.М.Кукта. – М.: Агропромиздат, 1987. – 302 с.
13. *Сеньков А.Н.* Технология приготовления, хранения и оценки качества кормов: Учебное пособие / А.Н.Сеньков, И.И.Сиряк. – К.: Вища школа, 1990. – 168 с.
14. *Кучикскас З.М.* Оборудование для сушки, гранулирования и брикетирования кормов / З.М.Кучикскас, В.И.Особов, Ю.Л.Фреггер. – М.: Агропромиздат, 1988. – 208 с.
15. *Хан Г.* Статистические модели в инженерных задачах / Г.Хан, С.Шапиро. – М.: Мир, 1969. – 397 с.
16. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1988. – 480 с.

СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ОСНОВЫ РАСЧЕТА СТАЦИОНАРНОГО АГРЕГАТА ДОРАБОТКИ ОЧЕСАННОГО ВОРОХА ЗЕРНОВЫХ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Леженкин О.М.

Аннотация - в статье приводится технологическая схема и описание рабочего процесса стационарного агрегата доработки очесанного вороха зерновых, а также рассматривается методика его расчета.

SHEMOTENICHESKY DECISIONS AND BASES OF CALCULATION OF THE STATIONARY UNIT OF COMPLETION OF LOTS GRAIN FOR FARMS

O. Legenkin

Summary

In article the technological scheme and the description of working process of the stationary unit of completion lots grain is resulted, and also the technique of its calculation is considered.

УДК 631.361.43: 664.788

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДРОБАРКИ ЗЕРНА ПРЯМОГО УДАРУ З ПОПЕРЕДНЬОЮ СЕПАРАЦІЄЮ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ

Шпиганович Т.О., інженер,

Ялпачик О.В., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-06

Анотація – робота присвячена аналізу останніх досягнень по створенню обладнання для подрібнення зерна та визначенню конструктивних параметрів дробарки зерна прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу.

Ключові слова – подрібнення зерна, аналіз стану, дробарка, прямий удар, попередня сепарація, обґрунтування, конструкція.

Постановка проблеми. У структурі собівартості виробництва м'яса, молока й інших продуктів тваринництва корма займають більше 60%. Значну частину кормів становить фуражне зерно, використовувати яке необхідно тільки в переробленому виді, а саме у виді комбікормів. Повноцінні комбікорми знижують витрату фуражу майже на третину. Подрібнення значною мірою впливає на ефективність використання кормів, а також є однією з важливих і самих енергоємних операцій у технології виготовлення комбікормів [1,2]. Однак при цьому необхідно уникати переподрібнення, оскільки при дрібному помелі зростають втрати від розпилення борошнистих пилоподібних фракцій, а питома витрата енергії на подрібнення збільшується в 2-3 рази в порівнянні із середнім і грубим помелом. При цьому дрібна частина корму погано засвоюється тваринами.

Так, згодовування свиням зерна грубого помелу приводить до зниження продуктивності тварин, збільшенню витрат корму на одиницю продукції. Для відгодівлі свині, що одержують ячмінь крупного помелу, затрачають на 1 кг приросту до 10 кг зерна, а при згодовуванні ячміню дрібного помелу лише 5 кг [3].

Для великої рогатої худоби рекомендується середня й більша крупність помелу зерна (величина часток - 1,5...4 мм). При дрібному

помелі в пшениці знижуються живильні властивості, а внаслідок високого вмісту клейковини корм із пшениці здобуває когезію, що погіршує його вживаємість [3].

Таким чином, подрібнення значною мірою визначає якість комбікормів, з погляду рівня перетравлення тваринами й птицями, впливає на ріст продуктивності, ритмічності роботи й витрат на виробництво готової продукції. Тому подрібнювачі зернових матеріалів повинні забезпечити відповідний модуль помолу (в залежності від виду тварин) з мінімальним вмістом пиловидної фракції.

Виходячи з потреб України на сучасному етапі розвитку виробничих відносин, необхідності збереження енергоресурсів, поліпшення якості та розширення асортименту продовольчих товарів, рішення проблеми децентралізації переробки зерна в автономних умовах фермерських господарств та малих переробних підприємств можливе шляхом їх забезпечення технічними засобами конкретного технологічного призначення та завершеного технічного рішення у вигляді агрегатного обладнання [4].

Вирішуючи ці завдання, машинобудівна промисловість повинна йти по шляху створення й організації серійного виробництва комплектних установок різного технологічного призначення з високим ступенем уніфікації, сучасним технологічним і транспортним обладнанням, що забезпечує компактність установок і високі техніко-економічні показники підприємств [5].

Аналіз останніх досліджень. Технологічні схеми подрібнення зерна сьогодні розвиваються в напрямку зниження енерговитрат, поліпшення якості, рівномірності подрібнення, розширення технологічних можливостей, повної механізації завантаження й вивантаження кормів, а також раціональної організації робочого процесу подрібнення [6, 7, 8, 9].

Процеси подрібнення зв'язані з витратою великої кількості енергії, яка в певній мірі залежить від раціональної організації робочого процесу подрібнення [6, 8, 9, 10].

Визначення енергії на подрібнення прийнято визначати, виходячи з існуючих теорій подрібнення: поверхневої і об'ємної [2, 6, 11, 12].

Поверхнева теорія виходить з того, що при подрібненні робота витрачається на подолання сил молекулярного притягання по поверхнях руйнування матеріалу. З цієї теорії випливає, що робота, необхідна для подрібнення, пропорційна знову утворенної поверхні матеріалу, що подрібнюється.

Об'ємна теорія виходить з того, що при подрібненні робота витрачається на деформації матеріалу до досягнення граничної

деформації, що руйнує. Звідси випливає, що робота, необхідна для подрібнення, пропорційна зменшенню об'єму шматків матеріалу перед їх руйнуванням.

Основи сучасної теорії руйнування були розроблені А.Гріффітсом, котрий у 1920 році вперше встановив енергобаланс процесу виникнення тріщин. У подальшому ця теорія була уточнена та доповнена Е.Орвіном, Г.Р.Ірвіном, Г.Р.Баренблаттом, П.А.Ребіндером, І.І. Ревенко та іншими дослідниками [11]. По дислокаційній теорії основними етапами процесу руйнування під впливом зовнішніх сил являються [2, 11]:

- 1) виникнення та накопичення осередків дислокації;
- 2) виникнення нових та збільшення існуючих мікро тріщин, у результаті чого виникають біля їх меж локальні концентрації напруги;
- 3) розвиток на базі мікротріщин основних магістральних тріщин; руйнування тіла по магістральним тріщинам, що призводить до з'явлення нових поверхонь у тих перетинах, в котрих напруження від зовнішніх сил досягають межі міцності.

На думку Г.Румпфа [13], для того, щоб почався й розвивався процес подрібнення, повинні бути виконані так звані силові й енергетичні умови. Сутність силової умови полягає в тому, що сили, прикладені до частки, повинні бути достатні, щоб перебороти молекулярні сили зчеплення. Виконання енергетичної умови вимагає, щоб при виникненні тріщини, енергії, що підводиться та споживається були рівні один одному. М.Румпф назвав цю фазу руйнування статичною або початковою. У другій фазі руйнування енергія, що підводиться вже значно перевищує енергію, сконцентровану по фронту тріщини, і надлишок енергії перетворюється в кінетичну енергію знову утворених часток. Цю фазу руйнування частки Г.Румпф назвав динамічною або кінцевою фазою. Виникнення й розвиток силової й енергетичної умов процесу подрібнення можна досягти за рахунок спрямованого потоку однорідних по розмірах зерен у зону подрібнення з використанням енергії прямого удару.

Аналіз наукових публікацій дозволив виявити наступні найбільш перспективні шляхи вдосконалення конструкцій дробарок прямого удару [8, 9, 14]:

- зниження питомої витрати енергії й питомої металоємності за рахунок застосування, як робочий орган, у дробарці надтонкого молотка у вигляді тонкого металевго стержня або металевго струни з високоміцного матеріалу;
- організації робочого процесу попереднього сепарування зерна за розміром;
- максимальне виділення подрібненого продукту заданої крупності за рахунок створення ефективних конструкцій сепараторів;

- зниження циркулюючого навантаження внаслідок прискореного відводу часток із камери подрібнення;
- збільшення інтенсивності сепарації решітної поверхні за рахунок застосування спеціальної форми поділяючої поверхні решета, наприклад, поверхні брахистохронної властивості;
- максимальне використання периферійної й торцевої поверхонь камери подрібнення;
- раціональна організація повітряного режиму дробарки.

Постановка завдання. Метою даної роботи є проведення аналізу останніх досягнень по створенню обладнання для подрібнення зерна та визначенню конструктивних параметрів дробарки зерна прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу.

Основна частина. Виходячи з основних напрямків розвитку технологічних схем подрібнення зерна та вимог, які пред'являються до дробарок, розглянемо основні шляхи підвищення ефективності подрібнення зерна та вдосконалювання конструкції дробарки.

Отже, усуненню недоліків роботи дробарок сприяє організація робочого процесу подрібнення по різних структурних схемах. Залежно від організації робочого процесу в робочій камері розрізняють дробарки відкритого або закритого типів, з одностадійною або багатостадійною рециркуляцією.

Нами в роботі [9] проаналізовано дані схеми технологічного процесу подрібнювачів зерна, та виявлено, що перспективною схемою технологічного процесу подрібнення зерна можна вважати багатоступеневу схему подрібнення з рециркуляцією недоподрібненого матеріалу й відводом готового продукту з кожної ступені подрібнення.

Проблемою багатоступеневої схеми подрібнення зерна є те, що схема, реалізована в багатоступінчастій дробарці, складається з послідовного руху й вибірного руйнування фракцій зерна по ступеням подрібнення. На кожній ступені можливе подрібнення фракції зерна, фізико-механічні властивості якої відповідають швидкості руйнування, що створюється робочим органом. Фракції зерна, для подрібнення яких необхідні більш високі швидкості руйнування на даній ступені не будуть зруйновані. Енергія, витрачена на їхній рух, пружній деформації удару буде підвищувати загальний рівень енерговитрат подрібнення (енергоємність процесу).

Для усунення зазначеного недоліку потокової технології багатоступінчастого подрібнення необхідно вихідний матеріал (зерно) розділити попередньо на фракції по фізико-механічних властивостях. Поділене на фракції зерно завантажувати ізольовано по кожній ступені при відповідності швидкостей руйнування робочих органів [15, 16].

З аналогії розглянутих схем технологічних процесів подрібнювачів зерна можливо виділити наступні схеми подрібнення зерна з попереднім сепаруванням вхідного продукту (зерна): з відкритим циклом; з рециркуляцією недоподрібненого матеріалу; із багатоступеневою рециркуляцією та подрібненням; із попереднім сепаруванням вхідного продукту та подрібненням кожної фракції на окремі ступені.

Розглянуті схеми технологічного процесу подрібнення з поділом зерна на фракції дозволяє зробити наступні висновки:

- мінімальна енергоємність процесу може бути досягнута сполученням подачі зерна в такому інтервалі фізико-механічних властивостей, який би забезпечив найбільш повне подрібнення зерна на даній ступені й оптимальному завантаженні ступенів подрібнення;

- при забезпеченні першої умови можливий частковий перехід недоподрібненого зерна на наступну ступень, що вимагає залишення конструктивних особливостей дробарки для багатоступінчастої технології подрібнення [15, 16].

При розгляді схеми двохступінчастого подрібнення [15, 16] з урахуванням коефіцієнта сепарації K і приймаючи, що сходового потоку другої ступені немає, $P_{c2} = 0$, одержимо наступні рівняння розподілу проходових P_n і сходових P_c потоків подрібненого матеріалу (рис. 1):

$$D_{i1} = \hat{E}_1 \cdot Q; \quad D_{i2} = (1 - \hat{E}_1) \cdot Q \quad \text{і} \quad D_{i2} = (1 - \hat{E}_1) \cdot \hat{E}_2 \cdot Q, \quad (1)$$

де Q – продуктивність дробарки;

D_{i1}, D_{i2} - масовий розхід проходових (відсепарованих) потоків першої та другої ступені подрібнення;

K_1, K_2 - коефіцієнти сепарації першої та другої ступені подрібнення;

P_{c1}, P_{c2} - масовий розхід сходових потоків першої та другої ступені подрібнення;

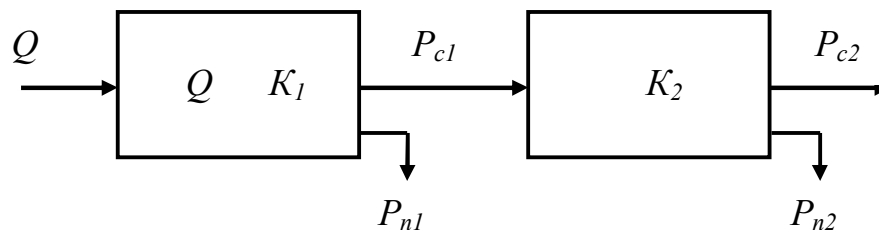


Рис. 1. Блок – схема процесу двохступінчастого подрібнення – сепарування зернового матеріалу з відводом проходових (відсепарованих) продуктів при $P_{c2} = 0$

Розглядаючи схеми технологічного процесу двохступінчастого подрібнення - сепарування зернового матеріалу з відводом

проходових (відсепарованих) продуктів, ми прийшли до висновку, що сепарування та багатоступінчасте подрібнення зерна можливо здійснювати в одному робочому просторі за рахунок прямого удару, збільшення інтенсивності сепарації решітної поверхні, використання периферійної й торцевої поверхонь камери подрібнення та організації робочого процесу постійного сепарування зерна за розміром до та під час подрібнення [8, 9, 14].

Експериментально встановлено [17], що при прямому ударі зернівки об робочі органи на руйнування її витрачається менше енергії та підвищується якість готового продукту. Так при одноразовому луценні гречки та проса прямим ударом зниження енергоємності процесу становитиме 43...47% [17].

Нами розроблено спосіб та пристрій для подрібнення зерна прямим ударом робочим органом у вигляді металевих струн [18].

Подальші експериментальні дослідження дозволили вдосконалити конструкцію пристрою для подрібнення зерна прямим ударом за рахунок встановлення струн, що натягнуті у рамках, які легко змінюються відповідно до сировини, що обробляється (встановлення струн або стрижнів різного діаметру згідно твердості зерна) [19].

Вдосконалення процесу подрібнення зерна можливо за рахунок організації робочого процесу попереднього сепарування у дробарках прямого удару в умовах гравітаційного поля з виконанням профілю поділяючої поверхні у формі кривої, що забезпечує максимально можливу швидкість продукту або, що теж саме, мінімальний час руху від початку до кінця робочого органа, що забезпечить зниження питомих витрат електроенергії, металомісткості та підвищить якість готового продукту [14].

Напрямок інтенсифікації процесу гравітаційного сепарування за допомогою клиноподібного отвору, що просіює, є виконання розділяючої поверхні з поздовжнім перетином у формі кривої брахистохронної властивості [20]. Брахистохронні криві дозволяють сепарувати частини по фізико-механічним властивостям (за розміром) й направляти кожну фракцію на свій участок робочого органу для здійснення максимального удару для подрібнення.

Вирішити ці питання вдосконалення технологічної схеми подрібнення зерна з попередньою сепарацією по кривим брахистохронної властивості можливо за допомогою розробленої дробарки прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу [8, 14, 21].

Гравітаційний сепаратор сипучих матеріалів, використовуваний у дробарці прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу, в основу роботи якого закладений принцип ідеального

сепаратора, розробленого Н.Е. Авдєєвим, дозволяє оперативно змінювати крупність готового продукту без зупинки технологічного процесу. У ньому реалізована оригінальна технологічна схема із зигзагоподібною схемою розташування поділяючих елементів, і руху оброблюваної суміші при переході її з кінця попередньої поверхні, що просіває, на початок наступної.

Таким чином, пошук реальних технічних рішень, що задовольняють «ідеальному» рішення, дозволив обґрунтувати новий принцип сепарування полідисперсних зернистих сумішей, що у корені відрізняється від звичного розуміння про необхідність використання решіт з фіксованими розмірами отворів як неодмінної умови поділу зернистих матеріалів по розмірах складових часток. Цей принцип полягає у тому, що підлягаючий поділу продукт пропускається в поле сил тяжіння над щілиною, ширина якої значно перевищує розмір самих великих часток.

Таке технічне рішення обумовлює компактність сепаратора, простоту виводу прохідової фракції з будь-якої довжини клиноподібних каналів.

Дробарка для луцення та подрібнення зерна (рис. 2, 3) містить корпус 1, розташований в його порожнині диск 2, радіально якому на валу 3 закріплена рамка 4 з натягнутими струнами (стрижнями) 5, над якими встановлено живильний бункер 6, виконаний у вигляді двох конусів – зовнішнього 7 та внутрішнього 8, обернених основами до диска з рамкою.

Внутрішній конус 8 виконано у вигляді набору конусних сит з отворами й поверхнею у вигляді кривих брахистохронної властивості.

Під внутрішнім конусом 8 встановлено розподільник фракцій 9, який виконано, згідно набору конусних сит у вигляді набору суцільних конусів 10, 11, 12, що ступінчасте розширюються основами до диску. Конус 10 служить для прийому та розподілу великої фракції зерна, яке проходить крізь отвори верхньої розподільчій поверхні внутрішнього конуса 8 (показано стрілкою I). Конус 11 – для середньої фракції (стрілка II), а конус 12 – для дрібної фракції (стрілка III).

Так як кожна фракція каліброваного зерна, починаючи з дрібних розмірів до великих подається на суцільні конуси розподільника фракцій нерівномірно й на різній висоті, то для забезпечення рівномірного одночасного сходу усіх фракцій з суцільних конусів розподільника фракцій на робочий орган пристрою, необхідно використовувати напрямні у вигляді таутохронних кривих [22]. Тому на зовнішній поверхні суцільних конусів розподільника фракцій виконані напрямні у вигляді таутохронних кривих 13, радіус кривизни яких в основі суцільних конусів дорівнює радіусу основ суцільних

конусів, т.б. радіус кривизни таутохронних кривих в основі конусу 10 дорівнює радіусу його основи $R_{T_{10}} = R_{O_{10}}$, відповідно $R_{T_{11}} = R_{O_{11}}$, $R_{T_{12}} = R_{O_{12}}$ (рис. 3).

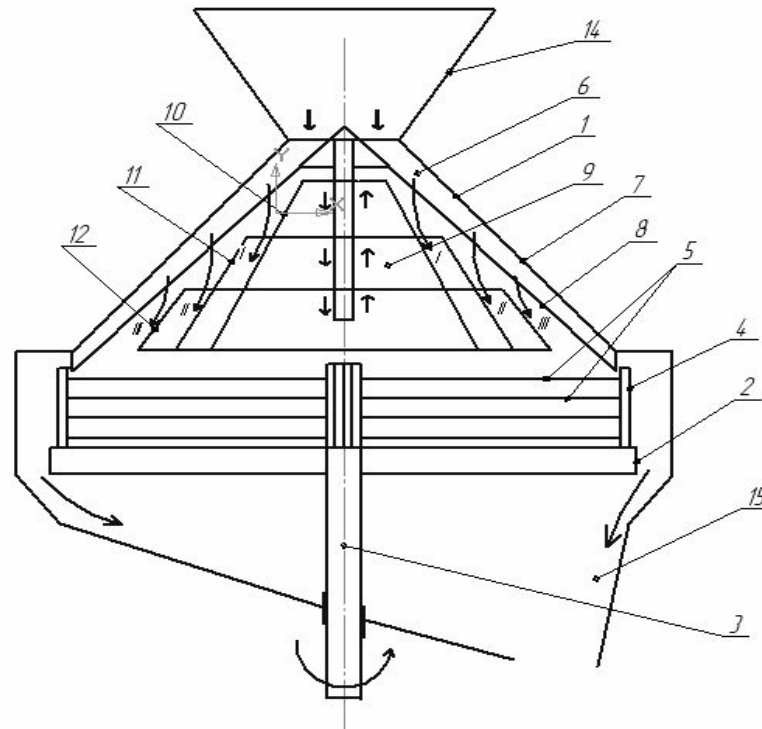


Рис. 2. Схема дробарки прямого удару з передньою сепарацією зернового матеріалу (позначення у тексті)

Така форма кривих напрямних необхідна для того, щоб виконувалася умова таутохронного руху. Тому що дрібні фракції зерна попадають на конус розподільника фракцій у найнижчій точці A_{12} (рис. 3), тому вони проходять самий короткий шлях S_{12} . Середні фракції проходять більший шлях ніж дрібні фракції, але менший ніж великі, тобто $S_{10} > S_{11} > S_{12}$. А нам необхідно, щоб всі три фракції сходили з конусів розподільника фракцій одночасно, створюючи рівномірність завантаження пристрою, тобто повинна дотримуватися умова $T_{10} = T_{11} = T_{12}$. Таку умову й забезпечують таутохронні криві.

Для збільшення енергії зіткнення (удару) зернівок різних розмірів зі струнами (стрижнями) необхідно, щоб вектор швидкості зернівок був направлений назустріч вектору швидкості кожної точки струн (органу, що подрібнює). Для цього радіус кривизни напрямних таутохронних кривих у основі суцільних конусів повинен дорівнювати радіусу основ суцільних конусів. Це забезпечує схід зерна зі швидкістю V_z назустріч швидкості струн (стрижнів) V_c , що підвищує кінетичну енергію подрібнення та лущення.

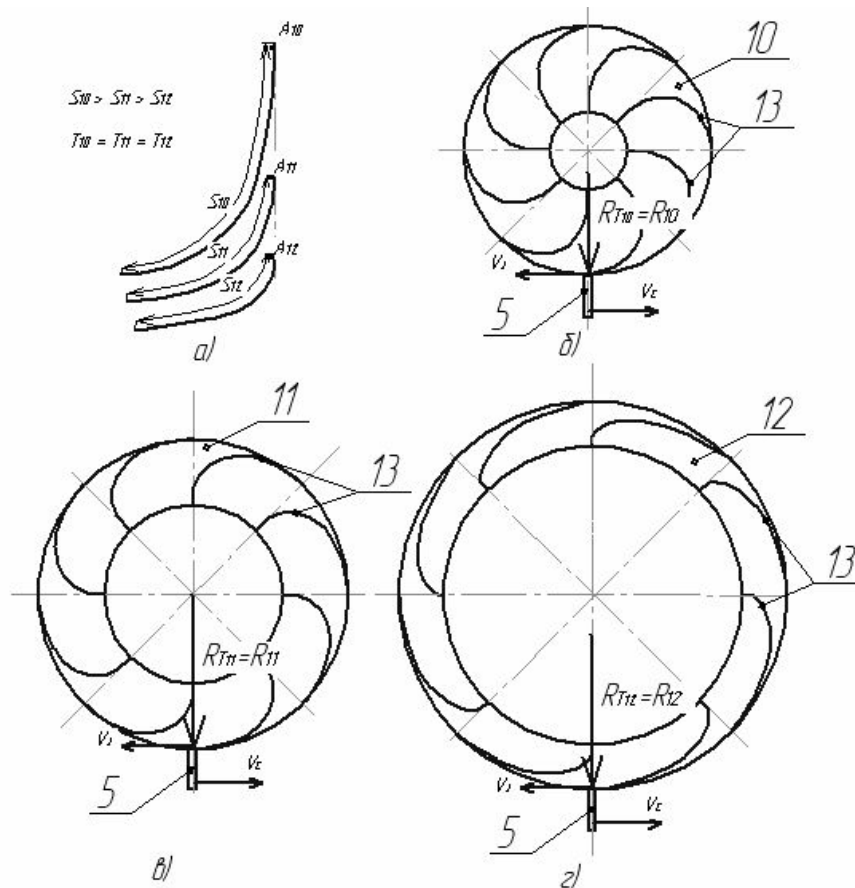


Рис. 3. Схеми таутохронних кривих (а) та конусів розподільника фракцій з напрямними у вигляді таутохронних кривих (позначення у тексті)

Зверху над живильним бункером розташовано бункер – дозатор 14. Знизу пристрій має вихідний патрубок 15. Розподільчі конуси 10, 11, 12 виконані з можливістю вертикального регулювання по висоті кожного конусу окремо.

Працює дробарка наступним чином. Попередньо очищене зерно без сортування на фракції за розміром надходить через бункер – дозатор 14 до живильного бункеру 6, де, проходячи по внутрішньому конусу 8 розподіляється на фракції згідно отворів між кривими брахистохронної властивості з яких набрано внутрішній конус 8, наприклад, на три фракції, як показано на кресленні стрілками I, II, III. Кожна фракція зерна окремо рівномірно розподіляється розподільником фракцій 9. Дрібна фракція поступає на поверхню суцільного конусу 12, середня – на конус 11, велика – на конус 10 і рухаються по напрямним 13, виконаним у вигляді таутохронних кривих, які і забезпечують рівномірний одночасний схід усіх фракцій з суцільних конусів розподільника фракцій на робочий орган пристрою (струна або стрижень). Так як радіус кривизни таутохронних кривих в основі суцільних конусів дорівнює радіусу

основ суцільних конусів, то зернинки сходять з конусів зі швидкість направленою назустріч робочому органу пристрою (струна або стрижень), де й реалізується однократний прямий лобовий удар зерна об струну, або стрижень 5, що розташовані в рамці 4 по всій їх довжині. Маємо збільшення кінетичної енергії для луцення та подрібнення зерна, що потребує меншої потужності на привід.

Для регулювання об'ємної кількості кожної фракції зерна, в залежності від початкового фракційного складу, суцільні розподільчі конуси 10, 11, 12 виконані з можливістю вертикального регулювання по висоті кожного конусу окремо.

Далі продукти луцення та подрібнення за рахунок відцентрового прискорення, яке виникає при обертанні диску 2, видаляють з зони луцення та подрібнення, попадають до вихідного патрубку 15 та направляються на подальшу переробку.

Для забезпечення безперервного сепарування та відводу подрібнених часток зерна на усіх стадіях подрібнення пропонується виконання у диску 2 (рис. 2) каналів клиноподібної форми, що сепарують, які розширюються від центра до периферії. Навколо диску встановити циліндричну перегородку, виконану у вигляді жалюзійного сепаратора з каналами клиноподібної форми, що сепарують та відбивачами, які б відбивали великі частки на повторне подрібнення й сепарацію.

Дана конструкція дробарки дозволяє підвищити вірогідність руйнування часток зерна одним ударом і видалення дрібних часток із дробильної камери в міру їхнього утворення, збільшити вірогідність та енергію зіткнення зернівок різних розмірів зі стрижнями, підвищити рівномірність фракційного складу подрібнених часток, рівномірність луцення та подрібнення за рахунок постійної сепарації та відводу часток з зони подрібнення, збільшити продуктивність та знизити енергоємність процесу.

Висновки. Для одержання максимальної однорідності подрібненого матеріалу необхідно застосовувати його подачу на подрібнення з попередньою сепарацією на фракції за фізико – механічними властивостями, здійснювати руйнування його прямим ударом і видалення дрібних часток із дробильної камери в міру їхнього утворення, а робочий процес багатоступінчастого подрібнення зерна здійснювати в одному робочому просторі.

На зовнішній поверхні суцільних конусів розподільника фракцій необхідно виконати напрямні у вигляді таутохронних кривих, що дозволяє забезпечити рівномірний одночасний схід усіх фракцій з суцільних конусів розподільника фракцій на робочий орган пристрою.

Радіус кривизни напрямних таутохронних кривих у основі суцільних конусів повинен дорівнювати радіусу основ суцільних

конусів. Це забезпечує схід зерна з максимальною швидкістю назустріч швидкості струн (стрижнів), що підвищує кінетичну енергію подрібнення та лушення.

Для забезпечення безперервного сепарування та відводу подрібнених часток зерна на усіх стадіях подрібнення пропонується виконання у диску дробарки каналів клиноподібної форми, що сепарують, які розширюються від центра до периферії. Навколо диску встановити циліндричну перегородку (деку), виконану у вигляді жалюзійного сепаратора з каналами клиноподібної форми, що сепарують та відбивачами, які б відбивали великі частки на повторне подрібнення й сепарацію.

Таке конструктивне виконання дробарки зерна прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу дозволить підвищити рівномірність фракційного складу подрібнених часток, рівномірність лушення та подрібнення по усій довжині робочого органу, а виконання радіусу кривизни напрямних таутохронних кривих у основі суцільних конусів рівним радіусу основ суцільних конусів дозволяє збільшити енергію зіткнення (удару) зернівок різних розмірів зі струнами (стрижнями), за рахунок чого збільшується продуктивність та знижується енергоємність процесу.

Література

1. *Ревенко И.И.* Эффективность одно- и двухстадийного измельчения кормов / И.И. Ревенко // Техника в сельском хозяйстве.– «Агропромиздат».– 1988.– №5. - С. 28-30.
2. *Олексієнко В.О.* Підвищення ефективності роботи молоткових кормодробарок. Дис. ... кандидата техн. наук : 05.05.11 / Олексієнко В.О. – Мелітополь, 2006. – 173 с.
3. *Щеглов В.В.* Корма. Приготовление, хранение, использование Справочник. / В.В. Щеглов, Л.Г. Боярский. - М.: Агропромиздат, 1990,- 255 с.
4. *Богданов Є.В.* Обґрунтування технологічного процесу та розробка конструкції вібраційного дозатора мобільного комбікормоприготувального агрегату / Є.В. Богданов. Автореф. дис. канд. техн. наук. Луганськ. – 2006. 20 с.
5. *Демский А.Б.* Комплектные зерноперерабатывающие установки малой мощности / А.Б. Демский. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 264с.
6. *Алешкин В.Р.* Повышение эффективности процесса и технических средств механизации измельчения кормов: Дис...д-ра техн. Наук / В.Р.Алешкин.- Киров, 1995.- 412 с.
7. *Поярко М.С.* Совершенствование рабочего процесса молотковых дробилок с жалюзийными сепараторами при одно- и двухступенчатом

измельчении зерна. Автореф. дис. канд. техн. наук / М.С. Поярков. - Киров – 2001. -22 с.

8. *Шпиганович Т.О.* Дробарка прямого удара з попередньою сепарацією зернового матеріалу / Т.О. Шпиганович // Вісник Харківського Національного техн.. універс. с.-г. «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв». Вип. 74. Харків. 2008. С. 105 -111.

9. *Шпиганович Т.О.* Шляхи підвищення ефективності подрібнення зерна / Т.О. Шпиганович // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь: ТДАТА. Вип. 7, том 5. – 2007. С.41 – 48.

10. *Сыроватка В.И.* Исследования основных закономерностей процесса измельчения зерна в молотковой дробилке кормов: Автореф. дис... канд.техн. наук / В.И. Сыроватка. - М., 1964. - 36 с.

11. *Ревенко И.И.* Физическая сущность разрушения кормовых материалов при их измельчении / И.И. Ревенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - К.: Урожай, 1980.- № 48.- С. 65 - 71.

12. *Чирков С.Е.* Совершенствование процесса измельчения зерна в молотковой дробилке. Дис. ... кандидата техн. наук : 05.18.12 / С.Е. Чирков. – Москва, 1983. – 202 с.

13. *Ревенко И.И.* Интенсификация процесса переработки кормов молотковыми измельчителями. - Автореферат дис. докт. техн. наук / И.И. Ревенко.- Київ.: Глеваха., 1991.-38 с.

14. *Ялпачик Ф.Ю.* Підвищення ефективності попередньої сепарації при подрібненні зерна прямим ударом / Ф.Ю. Ялпачик, Т.О. Шпиганович // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь: ТДАТУ. Вип. 8, том 7. – 2008. С.201 – 206.

15. *Денисов В.А.* Повышение эффективности процесса измельчения зерновых компонентов комбикормов: Автореф. дис. ...д-ра. техн. наук / В.А. Денисов. - Москва – 1992. -32 с.

16. *Денисов В.А.* Теоретические предпосылки измельчения зерна с предварительным разделением его по физико – механическим свойствам на фракции / В.А. Денисов, И.И. Вараксін //Сб. н. тр. Механизация процессов в животноводстве и кормопроизводстве. – Пермь. 1983. С. 112 – 120.

17. *Фучаджи Н.О.* Оптимізація технологічного процесу лущення власнокрупяних культур. Автореф. дис. канд. техн. наук / Н.О. Фучаджи. - Херсон – 2006. 20 с.

18. Пат. на корисну модель № 11099. Україна, А23N5/02/ Пристрій для лущення та подрібнення зерна./ Ялпачик Ф.Ю., Фучаджи Н.О., Чаусова Н.В., Гвоздева Т.О. Опубл. 15.12.2005; Бюл.№12 – 3 с.

19. Пат. на винахід № 76556. Україна, А23N5/00/ Пристрій для лущення та подрібнення зерна./ Ялпачик Ф.Ю., Фучаджи Н.О., Гвоздєва Т.О. Опубл. 15.08.2006; Бюл.№8 – 4 с.
20. *Некрасов А.В.* Совершенствование процесса гравитационной классификации зернистых смесей и расширение области применения гравитационных сепараторов. Дис. на соиск. уч. степ. к.т.н. / А.В. Некрасов. - Воронеж. – 2001. 241 с.
21. Пат. на винахід № 86897. Україна, А23N5/00/ Пристрій для лущення та подрібнення зерна./ Ялпачик Ф.Ю., Шпиганович Т.О., Гвоздєв О.В. Опубл. 25.05.2009; Бюл.№10 – 5 с.
22. *Василенко П.М.* Теория движения частиц по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П.М. Василенко: К. Изд-во Украинской академии сельскохозяйственных наук. – 1960. С. 179 – 187.

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДРОБИЛКИ ЗЕРНА ПРЯМОГО УДАРА С ПРЕДЫДУЩЕЙ СЕПАРАЦИЕЙ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

Шпиганович Т.А., Ялпачик Е.В.

Аннотация. Работа посвящена анализу последних достижений по созданию оборудования для измельчения зерна и определению конструктивных параметров дробилки зерна прямого удара с предварительной сепарацией зернового материала.

GROUND OF STRUCTURAL PARAMETERS OF CRUSHER OF CORN OF DIRECT BLOW WITH PREVIOUS SEPARATION OF CORN MATERIAL

T. Shpiganovich, E. Yalpachik

Summary

Work is devoted to the analysis of the last achievements on creation of equipment for growing shallow of corn and determination of structural parameters of crusher of corn direct to the blow with preliminary separation of corn material.

УДК 676.164 (075)

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ЦЕЛЮЛОЗОВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ЛУБ'ЯНИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Путінцева С. В., інженер,

Богданова О.Ф., к.т.н.,

Чурсіна Л.А., д.т.н.

Херсонський національний технічний університет

Тел. (0552)51-71-72

Анотація – У роботі розглянуто технології переробки целюлозовмісної сировини, а саме льону, з метою одержання різних продуктів для легкої промисловості.

Ключові слова – целюлозовмісна сировина, волокнисті напівфабрикати, лляне волокно, лляна целюлоза.

Постановка проблеми. Льон - одна з небагатьох технічних культур, яка дає одночасно два види продукції, важливі для народного господарства країни, — волокно і насіння. Проте отримувати високі врожаї продукції обох видів на одній рослині досить важко. Тому визначилися два напрями льонарства — довгунцове (льон-довгунець) з метою отримання високих врожаїв льоноволокна і маслянисте (льон-кучерявець) — для вирощування максимальної кількості насіння, яке дає рослину олію.

Можливість вирощування того або іншого виду льону в різних районах країни обумовлена природними чинниками. Льон-довгунець краще виростає в областях центральної нечорноземної смуги, північного Заходу, в Білорусії, в поліських областях України, тобто в районах з помірним і вологим кліматом, льон маслянистий — в південних районах з підвищеною температурою і посушливішою погодою в період вегетації.

Основна частина. Лляне волокно - основний продукт льону-довгунцю, що одержується з його стебел, - дуже широко використовується в багатьох галузях господарства. У сировинному балансі текстильної промисловості льоноволокно займає друге місце після бавовни. Воно є одним з найміцніших рослинних волокон. За міцністю на розрив лляне волокно значно перевершує найбільш поширену текстильну сировину - бавовну, вовну, джут, поступаючись лише рамі і кендірю, питома вага яких в світовому виробництві

текстильного волокна вкрай невелика. Міцність лляної пряжі на розрив при однаковій товщині майже в 2 рази вище бавовняної і в 3 рази вище вовняної. З підвищенням вологості лляного волокна (до відомої межі) збільшується його міцність, тоді як міцність вовни, натурального шовку і штучного волокна, навпаки, знижується.

Тканини, які використовують для технічних цілей, мають бути дуже міцними, тому їх виготовляють з волокна високої якості. Вони широко застосовуються в автомобільній, взуттєвій, оборонній і інших галузях промисловості.

По своєму призначенню лляні тканини можна розділити на три великі групи:

1. технічні (брезент, парусина, приводні паси і т. д.);
2. побутові (білизняне полотно, костюмні і порт'єрні тканини, скатерті і т. д.);
3. тарні (мішкові і пакувальні).

Вага 1 кв. м лляних тканин буває від 100 г (батист) до 1000 г і більше (брезент). В середньому з 1 кг лляного волокна виробляють 2,4 кв. м побутових тканин або 1,6 кв. м технічних.

Лляні побутові тканини — жакардові скатерті, покривала, білизняні полотна, полотна, рушники, костюмно - сукневі, порт'єрні тканини, тики, доріжки і так далі відрізняються великою міцністю і красою. Ці тканини йдуть на задоволення особистих потреб населення, а також на забезпечення лікарень, їдалень і інших суспільно-культурних установ.

З тарних і пакувальних тканин, що виготовляються з короткого волокна, роблять мішки для різних галузей харчової промисловості і сільського господарства.

Значну кількість льоноволокна застосовують для виготовлення ниток, використовуваних у взуттєвій, швацькій і інших галузях легкої промисловості, а також для плетіння риболовних сітей.

Лляні тканини відрізняються великою тривалістю використання, оскільки добре протистоять гниттю і легко перуться. Білизна, виготовлена з лляних тканин, найсприятливіше діє на організм людини як в умовах жаркого, так і холодного клімату. У лляному одязі люди значно менше потіють, чим в одязі з інших текстильних матеріалів. Лляні тканини вбирають вологу у декілька разів швидше, ніж шовк, віскоза і навіть бавовна. Влітку на поверхні лляних костюмів температура на 5°C, а усередині — навіть на 10°C нижче, ніж з решти тканин.

В умовах холодного клімату лляна білизна виявляється найтеплішою. Полярники в лляній білизні, поверх якої надіто фланелеву, відчувають себе анітрохи не гірше, ніж у ватяному костюмі.

Отримані при обробці льону відходи також широко використовуються. Коротке непрядоме волокно (пакля) йде на

виготовлення мотузок, використовується як обтиральний, пакувальний і конопаточний матеріали.

Ляна костриця (деревина стебел льону) має велику цінність як сировина для виробництва паперу, целюлози, технічного і пакувального картону, віскози, фурфуролу, целулоїду, ацетилцелюлози, а також жорстких і м'яких будівельних термоізоляційних плит.

В даний час розроблений асортимент і відпрацьована технологія виробництва аналогів, що не мають, за кордоном текстильних виробів медичного і санітарно-гігієнічного призначення, зокрема, лляній хімічній нитці підвищеної сумісності з тканинами організму, медичній гігроскопічній лляній і льонохлопковій ваті, перев'язувальним матеріалам, лікувальній білизні.

Відомо, що рослини мають велике психологічне значення для людини в замкнутих ноосферних системах. Дослідження показали, що на "екологічну ауру" замкнутого простору може робити вплив не лише жива рослина, але і продукти переробки рослин. Експериментально було встановлено, що лляній інтер'єр космічної кабіни надає сприятливішої дії на космонавтів в порівнянні з таким же інтер'єром, виконаним з віскозної тканини. Використання лляних тканин для екологічної гармонізації робочого місця і житлових приміщень дозволить значно поліпшити якість життя людини, сприяти розвитку естетичного сприйняття життя, підвищити стійкість організму до стресових дій навколишнього середовища.

Розроблена технологія отримання з костриці екологічно чистого утеплювача для будівництва споруд різного призначення (замість імпортного), яка дає можливість при її реалізації отримувати дохід в 10 разів вищий від використання костриці як палива, а головне скоротити тепловтрати житла, істотно заощадити теплові ресурси країни. Ця робота, а також ефективніше використання насіння і волокна льону з використанням нових технологій дозволять істотно підвищити конкурентоспроможність льону. Якщо раніше вирощений льон не перероблявся повністю, а значна частка його знищувалася (спалювалася), то з використанням нових технологій він може перероблятися практично без залишку.

Дешевою і стратегічно важливою вітчизняною сировиною є волокно льону-межеумку і конопель. З нього можна робити не лише конкурентоздатні шпагат, мішки, але і екологічно чисті теплозвукоізоляційні матеріали (об'ємом близько 200 тис. т. в рік). Подібні матеріали з склавати і інших екологічно брудних компонентів на Заході з 2003 р заборонені до застосування.

Аналіз хімічного складу лляного волокна і костриці різних видів льону (табл. 1) дозволив встановити, що перспективно переробляти в целюлозу коротке лляне волокно або коротке волокно олійних сортів льону. Коротке волокно, економічно придатне для переробки,

повинно містити не більше 2-3% костриці (краще - 1%), оскільки костриця містить основну кількість супутників целюлози і погано піддається хімічній переробці в рамках існуючих технологій.

Таблиця 1 - Хімічний склад лляного волокна різних видів льону

Волокно	Вміст, %		
	Целюлоза	Лігнін	Пектини
Льон-довгунець			
Довге	76-78	3-4	2-3
Коротке	63-68	4-5	2-3
Костриця	24-27	35-37	-
Льон-межеумок			
Коротке	63-64	4-5	2-3
Костриця	38-40	23-24	2-3

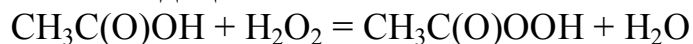
В ході отримання лляної целюлози відбувається руйнування структури волокна і його морфологічних складових, що супроводжується відповідними хімічними перетвореннями. У табл. 2 приведений опис основних технологічних стадій отримання лляної целюлози, а також нові технологічні прийоми, що дозволяють достатньо ефективно отримувати лляну целюлозу з льону-межеумку (табл. 3).

Таблиця 2 - Основні технологічні стадії отримання лляної целюлози за різними технологіями

Нові технології
Використання ПАР, що одночасно виконують роль стабілізатора пероксидних з'єднань, відмову від силікатних стабілізаторів. Вибілювання виключно стабілізованими розчинами пероксидних з'єднань. Поєднання стадій (3+5) за рахунок використання суміші надощтової кислоти і пероксиду водню.
Існуючі технології
Передкисловка (кислота +ПАР). Нейтралізація (слабкий розчин луку). Одно- або багатостадійне лужне вариво у присутності пероксиду, хлориту і ін. Промивання. Кисловка (розчин оцтової кислоти). Промивання.

Ознаками привабливості отримання целюлози з однорічних рослин є використання вітчизняної сировини і конкурентоспроможність в порівнянні з бавовняною целюлозою: витрати, пов'язані з одержанням целюлози з льоноволокна, що не

прялося, при виході целюлози 43-48% складає 200-250 USD/т; вартість продуктів, що одержують з лляної целюлози (перш за все ефіри целюлози) складає 640-700 USD/т. Якнайкращі результати по вибілюванню лляної целюлози були отримані із застосуванням у ролі вибілювача розчинів надощтової кислоти:



Таблиця 3 - Фізичні властивості лляної целюлози, одержаної з льону-межеумку

Вид обробки	Вміст, %		Білизна, %	Вихід, %
	Целюлоза	Лігнін		
Сульфатна целюлоза	91,5	2,7-3,2	89	-
Лужно-перекисна	84-86	2-3	87-90	70-75
Кисень + лужне середовище	>88	3-4	91-92	-

Ефіри целюлози - основні продукти, які можуть бути одержані з лляної целюлози. Ефіри целюлози використовуються для отримання порошу, клеїв, хімічних волокон, лаків і фарб, складів для здобичі нафти. Так наприклад, гідроксиетил-целюлоза використовується як інгібітор набухання водочутливих глин при бурінні свердловин; карбоксиметил-целюлоза (КМЦ) широко використовується в нафтогазовидобувній промисловості як в'язко-пружна система при вторинній обробці нафтових свердловин і проведенні гідравлічного розриву пласта.

При проведенні зіставлення властивостей Na-КМЦ, отриманої з льону-межеумку і з бавовняної целюлози по багатьом параметрам мають достатньо близькі значення. Поліпшення кольоровості і зниження значення рН для лляної целюлози може бути досягнуте застосуванням кислих пероксидних препаратів.

Висновок. Льон є єдиною вітчизняною рослинною сировиною, здатною повноцінно замінити бавовну і забезпечити стратегічну і фінансову незалежність країни. При цьому льон, на відміну від нафти і газу, щорік заповнюваний сировинний ресурс, що не робить ніякого негативного впливу на екосистему. Більш того, посадка льону може покращувати екологічну обстановку за рахунок акумуляції льоном важких металів (кадмію, свинцю, міді і ін.) з ґрунту. Цей прийом використовується зараз у ряді країн Західної Європи для очищення забруднених важкими металами земель. В Україні цей прийом може бути дуже ефективним в регіонах, пов'язаних з розробкою корисних копалини, де земля забруднена важкими металами.

Продукти переробки льону є хорошою сировиною для отримання нетканих матеріалів. Ці матеріали виробляються з малоцінних волокон або відходів. Діапазон із застосування - від меблів до геотекстилю для зміцнення насипів, схилів, берегів водоймищ шляхом створення трав'яних матів. Газонні мати з насінням трави можуть вироблятися з відходів переробки льону, які після дефібрації пресуються в повсть завтовшки 4-5 мм.

Природні волокнисті матеріали, особливо льон, прядиво, кенаф і ін. є початковою сировиною для отримання сучасних композитних матеріалів. Відомо, що полімери понизили застосування сталі і залізних сплавів з 80% до 60%. Згідно даних компанії Мерседес Бенц при виготовленні кожного автомобіля використовується близько 5 кг натуральних волокон. Вони вводяться в полімери і роблять їх міцнішими, еластичнішими, стійкішими до деформації і погодних умов. Знижується вага автомобіля. Бампери з композитів, що містять природні волокнисті матеріали, роблять на заводах Форда, Рено і Фіата. По своїх експлуатаційних властивостях біокомпозити перевершують матеріали, зроблені із застосуванням скловолокна або синтетичних ниток, і до того ж мають менш негативний вплив на навколишнє середовище (при вторинній переробці). Ці біокомпозити можуть знайти успішне застосування при будівництві шляхів, в іригаційних системах, в портах і так далі.

Роздроблена солома льону і костриці є відмінним матеріалом для випуску волокнистих плит середньої густини. Волокнисті панелі зайняли провідне положення в меблевій індустрії Європи і стають все більш популярними. З соломи льону одержують відмінні ізоляційні панелі. Ці панелі легкі, мають дуже низьку теплопровідність. У Індії на залізницях, у вагонобудуванні великого поширення набули джутові панелі, які виробляються за дуже простою технологією: просочення, сушка, пресування і формування під тиском в нагрітому стані.

Крім того, на відміну від бавовни, льон є поліфункціональною целюлозовмісною культурою. Це сировинний матеріал не лише для текстильної промисловості, але і стратегічно важлива сировина, використовувана в багатьох галузях економіки: для композитів, що відповідають сучасним екологічним вимогам і вживаних в різних областях; його деревина - сировина для меблевої промисловості; лігносульфонати льону - допоміжні матеріали для процесів шліхтування в текстильній промисловості і ізолюючий матеріал для могильників АЕС, лляне масло - сировина для косметики, фармацевтичної і харчової промисловості; відходи (пух, костриця) - сировина для композиційних матеріалів автомобілебудування і будівельного комплексу.

Висока здатність льону вбирати разом з ґрунтовою вологою з'єднання мікроелементів, у тому числі і важких металів, які поступають в ґрунт в ході різних біосферних процесів, з одного боку,

може бути використана для очищення літосфери від надлишкової кількості важких металів, а, з іншого боку, створює основу для розробки інтенсивної технології обробки льону за рахунок дозованого введення в Грунь необхідних мікроелементів. В порівнянні з існуючою традиційною системою обробки льону, інтенсивна технологія дозволить істотно збільшити вироблення лляного волокна і інших продуктів переробки льону, значно збільшити число робочих місць, реанімувати виробничі потужності по переробці льону, достатньо велика кількість яких в даний час не використовується.

Література

1. Євлінов В.М. Технічні культури / В.М. Євлінов. – К.: Урожай, 1982. – 176 с.
2. Карпець І.П. Виробництво льноволокна та його використання / І. П. Карпець, А. Ф. Скорчено, О. П. Чурсіна, З. Л. Литвин, В. І. Семченко, Н. М. Зацепкіна. – К.: Нора-прінт, 2002. – 128 с.
3. Ордина Н.А. Структура лубоволокнистых растений и её изменение в процессе переработки / Н.А. Ордина. – М.: Лёгкая индустрия, 1978. – 31 с.
4. Кислухина О. И. Биотехнологические основы переработки растительного сырья. / О. Кислухина, И. Кюдулас. - Каунас.: Технология, 1997. – 183 с.

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ЛУБОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Путинцева С.В., Богданова О.Ф., Чурсина Л.А.

Аннотация - В работе рассмотрены технологии переработки целлюлозосодержащего сырья, а именно льну, с целью получения разных продуктов для легкой промышленности.

SCIENTIFIC GROUND OF TECHNOLOGY OF RECEIPT OF CELLULOSE OF MATERIALS IS FROM BAST CULTURES FOR LIGHT INDUSTRY

S. Putintseva, O. Bogdanova, L. Chursina

Summary

In work the technologies of processing of cellulose raw material are in - process considered, namely to flax, with the purpose of receipt of different products for light industry.

УДК 631.363.25

ЗНАЧЕННЯ ПОДРІБНЕННЯ У ПРИГОТУВАННІ КОРМУ ДЛЯ ТВАРИН

Ялпачик Ф.Ю., к.т.н.,

Фучаджи Н.О., к.т.н.,

Мілаєва В.О., магістрант

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42–13–06

Анотація – робота присвячена визначенню ролі подрібнення у процесі приготування корму для годівлі тварин.

Ключові слова – насіння, фуражне зерно, подрібнення.

Постановка проблеми. У концепції розвитку тваринництва потреба у олійних культур та фуражного зерна значно збільшується. Для організації повноцінної годівлі тварин і птаха важливе значення має раціональне використання концентрованих кормів, що забезпечують (близько 33% протеїну – для олійних культур та 50% - для фуражного зерна). У цей час частка концентрованих кормів у загальному кормовому балансі становить 29...32%. Ефективність використання насіння без попередньої підготовки знижується на 10...20% [2].

В агропромисловому комплексі нашої країни останнім часом намітилася стійка тенденція на наближення виробництва комбікормів безпосередньо до споживачів комбікормової продукції і місцевих сировинних ресурсів. Це обумовлено в першу чергу значними темпами росту вартості комбікормової продукції. Приготування корму безпосередньо в господарствах дозволяє значно знизити витрати на транспортні операції, ширше використовувати дешеві місцеві сировинні ресурси й надійно забезпечувати господарство комбікормами. Все це дозволяє істотно скоротити собівартість вироблених кормів.

Незважаючи на розманітність рецептур, основою всіх кормів є зерно злакових, олійних культур, насіння бобових і продукти їхньої переробки, що становлять від 30 до 80 % всієї маси корму. Застосування комбікормів є найбільш раціональним способом використання концентратів.

По зоотехнічним нормам для відгодівлі великої рогатої худоби до здавальної маси 400...500 кг потрібно 16...18 місяців, а фактично цей строк розтягується до 30 місяців через невідповідну годівлю. У собівартості тваринницької продукції вартість кормів становить: у м'ясомолочном скотарстві 45...50%, свинарстві 60...65 %, птахівництві 70...80 %. Тому здешевлення кормів - резерв зниження собівартості молока, м'яса, яєць, вовни.

При приготуванні кормів потрібно враховувати не тільки різноманіття видів кормів і їхньої властивості, але й різні технології й способи їхньої обробки. Способи діляться по роду енергії, затрачуваної на технологічний процес:

- механічні;
- теплові;
- хімічні;
- біологічні;
- біохімічні.

Всі види обробки різних матеріалів шляхом механічного впливу на них за допомогою робочих органів машини ставляться до механічних способів.

Одним з основних способів підготовки кормів до годівлі є подрібнення. При плющенні і інших операціях руйнується тверда оболонка, підвищується доступність живильних речовин дії травних соків, прискорюється освоєння, виникає більш повне засвоєння енергії корму (за рахунок вживання подрібненого насіння та зерна, продуктивність тварин підвищується на 10...15%).

Подрібнювання є найбільш енергоємною й трудомісткою операцією, що займає більше 50 % від загальних трудомісткою у приготуванні комбікормів [1].

Показниками, що визначають якісну й кількісну характеристики процесу подрібнення, прийнято вважати :

- ступінь подрібнення зернового матеріалу й насіння;
- гранулометричний склад продуктів подрібнювання;
- питому енергоємність процесу.

Підвищити якісні показники процесу подрібнювання зерна та насіння із заданою регульованою величиною можливо при створенні багаторежимних подрібнювачів, у яких би були відсутні решета та була можливість "програмувати" (задавати) необхідний модуль млива.

На рисунку 1 представлені основні способи подрібнення, завдяки яким отримують заданий кінцевий продукт [5].

Вибір способу механічного подрібнення в різних типах машин обумовлений фізико-механічними властивостями матеріалу, що подрібнюється, і різними технологічними вимогами, пропонованими до продуктів млива. При руйнуванні матеріалу вільним ударом

(рис. 1 а) матеріал руйнується між двома робочими органами подрібнювача. Головна роль такого руйнування приділяється кінетичній енергії тіла, що вдаряє. При вільному ударі руйнування матеріалу настає в результаті зіткнення його з робочими органами або іншими тілами в польоті. Ефект такого руйнування визначається швидкістю зіткнення, при розколюванні (рис. 1 б) матеріал руйнується на частині в місцях концентрації найбільших навантажень, переданих робочими елементами подрібнювача. При роздавлюванні (плющенні) (рис. 1 д) матеріал під дією навантаження деформується в повному обсязі. Руйнування відбувається тоді, коли внутрішнє напруження в ньому перевищить межу міцності стиску.

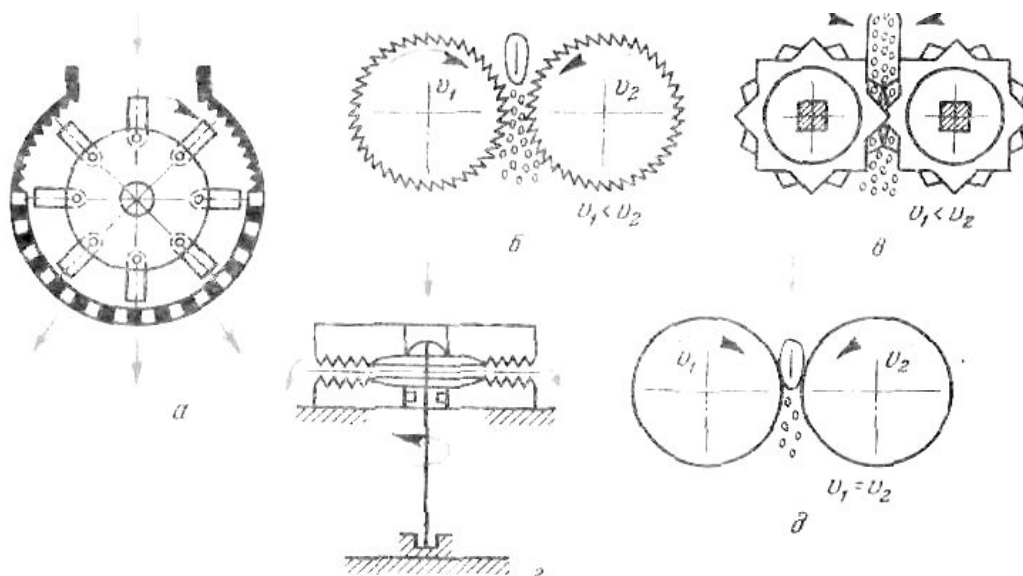


Рис. 1. Схеми способів подрібнення: а – вільний удар ; б – розколювання; в – крошення ; г – розтирання ; д – плющення

Теоретичні дослідження й традиційні конструктивні рішення по даній проблемі не можуть у повному обсязі забезпечити корінне вдосконалювання технологічного процесу. Тому дослідження й розробка конструктивних рішень, спрямованих на вдосконалювання робочих органів з метою підвищення якості готового продукту й зниження питомої енергоємності в 1,5...2,0 рази, пилоподібної фракції в 3...4 рази і мають важливе народногосподарське значення.

Приготування кормів полягає в керуванні механічними процесами утворення, деформації й руйнування дисперсних систем різного типу та одержанні на цій основі кормових засобів із заданими технологічними й живильними властивостями.

Формулювання цілей статті. Успішність розвитку АПК залежить у першу чергу від створення міцної кормової бази, що забезпечить потребу тварин у кормі, насамперед , у рослинному білку,

завжди було й залишається однієї з найважливіших завдань. Збалансований по білку раціон дозволяє істотно знизити потребу тваринництва й собівартість тваринницької продукції, підвищити рентабельність галузі.

Визначити від чого залежить подрібнення і які фактори впливають на якість готового продукту

Основна частина. Соняшник і фуражне зерно є одними з найбільш перспективних джерел харчового масла й кормового білка. У годівлі тварин можуть використовуватися як самі насіння і зерна, так і продукти їхньої переробки - макуха, шрот і рослинне масло. Посівна площа у світі постійно збільшується.

Дуже тонке мливно небажане, оскільки приводить до розпилення корму, зниженню його споживання та шлунково-кишковими захворюваннями. Подрібнення зерна й насіння до стану пилу знижує ефективністю використання внаслідок швидкого проходження через травний тракт. Для різних видів тваринних і виробничих груп є свої допустимі границі ступеня подрібнення, порушення яких приведе до перевитрати кормів.

На процес подрібнення істотний вплив роблять фізико-механічні властивості вихідного матеріалу. Вони залежать насамперед від виду культури, її вологості, плівчаності, крупності, насипної маси. Вивчення цих властивостей дозволяє знайти ефективні способи впливу робочих органів подрібнювачів на переробляему сировину. Отже, від фізико-механічних властивостей матеріалу залежать вибір параметрів робочих органів і режимів роботи машини, енерговитрати процесу подрібнювання і якість готового продукту [4].

Переробка сировини полягає в керуванні механічними процесами утворення, деформації й руйнування дисперсних систем різного типу й одержанні на цій основі продуктів із заданими властивостями. Очевидно, що без вивчення фізико-механічних і інших властивостей вихідної сировини здійснити це завдання не можна.

Аналіз досліджень по визначенню фізико-механічних властивостей зернової сировини та олійної дозволив зробити наступні висновки:

1. Зерна та насіння володіють пружно-грузько-пластичними властивостями. При більших швидкостях деформування зерну та насінню властиві більш тендітні властивості.

2. Деформація зерна та насіння добре підкоряється закону Гука тільки в межах середніх значень миттєвих навантажень.

3. Значною мірою фізико-механічні властивості зерна залежать від сортності, вологості, розміру, стану поверхні сировини, яку обробляємо.

Висновки. Розглянуто основний спосіб підготовки корма до годівлі тварин і визначено вплив фізико-механічних властивостей олійного насіння та фуражного зерна на виконання процесу подрібнення. Вочевидь, труднощі цього рішення питання полягають у створенні умов, у яких може бути реалізована можливість повного використання культур. Однак, з іншого боку, наявний цілий спектр невирішених питань, зокрема: зміна вмісту цінних речовин у продукті після лущення та подрібнення та види подальшої дообробки.

Література

1. *Белобородов В.В.* Подготовительные процессы переработки масличных семян /В.В. Белобородов. – М.: Пищепромиздат, 1974.
2. *Карасюк И.М.* Справочник по зерновым культурам / И.М. Карасюк. – К.: Урожай, 1991. – 319 с.
3. *Левченко Э. П.* Интенсификация технологического процесса измельчения зерна на комбикорм в центробежно-ударной мельнице Дис. канд. техн. наук: 05.05.11/Э.П. Левченко – Алчевск, 2001. – 189 с.
4. *Мельников С.В.* Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. – 2-е изд. перераб. и доп. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.
5. *Скалецька Л.В.* Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Практикум :Навчальний посібник / Л.В. Скалецька, Т.М. Духовська, А.М.Сеньков. – К.: Вища школа, 1994. – 303с.: ил.

ЗНАЧЕНИЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В ПРИГОТОВЛЕНИИ КОРМА ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

Ялпачик Ф.Е., Фучаджи Н.А., Милаева В.А.

Аннотация - работа посвящена определению роли измельчения в процессе приготовления корма для кормления животных.

IMPORTANCE OF CUTTING IN THE PREPARATION OF FOOD FOR ANIMALS

F.Yalpachik, N. Fuchadzhi, V. Milayeva.

Summary

The article is dedicated to determination of a role of cutting in the animals food preparation process.

УДК 637.134.001.57

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ГІПОТЕЗ РУЙНУВАННЯ ЖИРОВИХ КУЛЬОК

Паляничка Н.О., інженер,

Гвоздєв О.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42-13-06

Анотація – робота присвячена аналізу існуючих гіпотез руйнування жирових кульок в процесі гомогенізації молока.

Ключові слова - гомогенізація, гіпотеза, жирові кульки, дисперсійне середовище, молоко.

Постановка проблеми. Одним із важливих технологічних процесів в молочній промисловості є гомогенізація молока. Гомогенізація використовується при виробництві питного стерилізованого та пастеризованого молока, кисломолочних продуктів, морозива, молочних консервів, виготовленні сиру тощо. Проте сам процес гомогенізації виявився достатньо важким для експериментального вивчення, що призвело до народження безлічі гіпотез гомогенізації [1].

Постановка завдання. Метою даної роботи є проведення аналізу існуючих гіпотез руйнування жирових кульок в процесі гомогенізації молока.

Основна частина. Сутність процесу гомогенізації полягає в дробленні часток дисперсної фази рідини до розмірів, рівних декільком мікрометрам і їх рівномірному розподілі в її просторі [2]. Стосовно гомогенізації емульсій молока це означає, що жирові кульки молока дробляться, а частки, що утворилися, перемішуються з навколишнім середовищем в масштабах порядку їх розмірів. Це ілюструє зв'язок двоєдиного процесу дроблення часток і їх перемішування в дисперсійному середовищі.

Ступінь гомогенізації ξ може оцінюватися величиною середнього квадратичного відхилення концентрації жиру C ; в окремих пробах, що мають лінійні розміри (масштаби) та рівні 1,5...2 діаметрам вихідних жирових кульок, від середньої концентрації жиру C у молоці

$$\xi = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(C_i - C)^2}{(n-1)}}; \quad (1)$$

де n - число узятих для аналізу проб.

Ступінь гомогенізації молока залежить:

- від вибраного масштабу її оцінки;
- від відстаней, на які переміщуються частки жирових кульок після їх подрібнення;
- від співвідношення розмірів жирових кульок і масштабу оцінки гомогенізації.

Особливістю взаємодії часток дисперсної фази з збуреннями дисперсійного середовища є те, що частинки не тільки дробляться, але і переміщуються в просторі, забезпечуючи таким чином виконання всіх етапів процесу гомогенізації. Це дозволяє звести практично у всіх випадках оцінку гомогенізації продукту до оцінок дроблення часток.

Основними гіпотезами гомогенізації є:

- руйнування під впливом дії повздовжнього градієнта швидкості потоку при вході у клапанну щілину (М.В. Барановського);
- руйнування під впливом поперечного градієнту швидкості потоку у клапанній щілині (Ребіндера і Вітінга);
- руйнування за рахунок відцентрової сили при обертальному русі жирової кульки у градієнтному полі швидкостей (В.Д. Суркова);
- руйнування за рахунок кавітації;
- руйнування здуванням мікрочасток з поверхні жирової кульки (М.М. Орешіної);
- гіпотеза субкавітаційної гомогенізації (Є.А. Фіалкової).

Крім основних гіпотез було запропоновано безліч різноманітних версій фізичного механізму процесу гомогенізації при подрібненні жирових кульок в клапанних гомогенізаторах, котрі не знайшли широкого розповсюдження [3].

Зомер вважав, що диспергування жиру можливе в результаті удару струменя молока о бічні стінки гомогенізуючого клапана [4]. Вона призвела до того, що довгий час гомогенізуючі насадки конструювались для одержання найбільш виражених ударів. Однак, експерименти показали, що гомогенізація може проходити і без удару струменя. Разом з тим, як вказує Вайткус, не можна заперечувати позитивного впливу удару на руйнування скупчень жирових кульок, що утворилися, наприклад при гомогенізації вершків [5].

По другій гіпотезі диспергування жиру пояснюється розрізанням жирових кульок при проходженні їх через гомогенізуючу щілину, висота якої менше діаметра основної маси жирових кульок [4]. Однак і ця гіпотеза не витримала критики. В подальшому Барановський розрахував висоту клапанної щілини і вияснилося, що

вона в декілька десятків раз перевищує середній розмір жирової кульки. Розрізання жирових кульок при вході рідини в щілину клапана також не підтвердилось численними спробами гомогенізації холодного молока, коли жир знаходиться в твердому стані.

Також існували спроби пояснити диспергування жирових кульок вибухом [4], що відбувається в стиснутій рідині, яку раптово звільнили від тиску. Однак, відомо, що стискальність жиру і рідини дуже мала, тому дія вибуху при раптовому припиненні тиску недостатня, щоб подолати сили поверхневого натягу оболонки жирової кульки.

Згідно теорії Барановського жирова кулька молока деформується (витягується) в місці входу молока в зазор між клапаном і сідлом, а потім розпадається під дією сил поверхневого натягу [6].

Швидкість жирової кульки при гомогенізації змінюється від досить малої початкової швидкості V_0 (кілька метрів за секунду) у каналі сідла діаметром d до досить великої V_1 (кілька сотень метрів за секунду) в клапанній щілині висотою h (рис. 1.). Жирова кулька спрямовується спочатку по каналу сідла зі середньою швидкістю V_0 , змінює напрямок і рухається до граничного перетину зі швидкістю V_0 , яка значно менше V_1 . При переході від малих швидкостей до високих в жировій кульці відбуваються внутрішні деформації; його передня частина включається в потік у гомогенізуючої щілині з великою швидкістю V_1 витягується в нитку і роздрібнюється в вигляді дрібних крапельок в результаті дії сил поверхневого натягу.

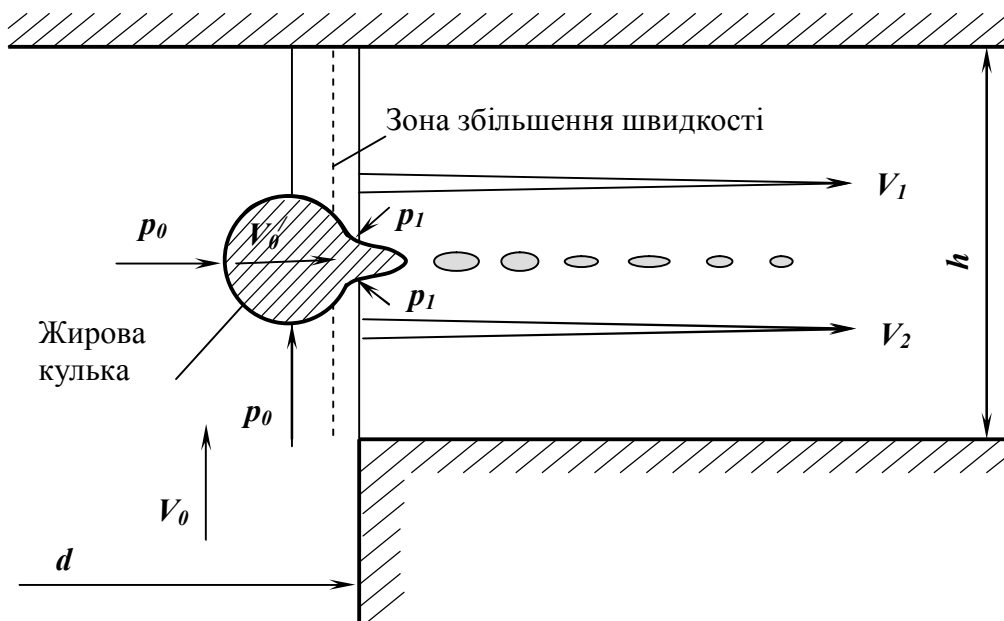


Рис. 1. Схема гомогенізації по Барановському

Швидкому витягуванню жирової краплі і відриву від неї дрібних часточок сприяє гідродинамічний тиск на кульку P_0 , що з боків і за краплею значно більше тиску P_1 в зоні високих швидкостей. Здавлювання краплі, що відбувається при цьому сприяє видавлюванню рідкого молочного жиру вперед. Таким чином, ефективність гомогенізації залежить, насамперед, від швидкості потоку V_1 при вході рідини в клапанну щілину, а, отже, і від тиску гомогенізації, величина якого завжди визначає швидкість. При підвищенні тиску швидкість V_1 збільшується пропорційно квадратному кореню з перепаду тиску ΔP . На думку Барановського, такі фактори, як середній градієнт швидкості по перетині потоку в гомогенізуючому клапані, довжина гомогенізуючої щілини, швидкість потоку на виході із щілини і удар струменя, не роблять помітного впливу на ефективність процесу.

По гіпотезі Ребіндера (а згодом і Віттінга) [3] причиною деформації і подрібнення жирових кульок молока вважається великий градієнт швидкості руху молока в гомогенізуючій головці. Під дією сил, які діють зі сторони потоку, жирові кульки розтягуються в циліндри, або, нитки, переборюючи сили поверхневого натягу і переходячи в нестійкий стан, а потім, під дією тих же сил поверхневого натягу, розпадаються на більш дрібні жирові кульки. Ребіндер встановив, що розпад крапель відбувається при відношенні довжини циліндра до діаметра рівному, чи більшому π .

Професор Сурков [7] висунув свої припущення з приводу подрібнення жирових кульок. Він припустив, що в щілинному каналі жирові кульки повинні обертатися і розпадатися за рахунок доцентрової сили. Його гіпотеза побудована на дії поперечного градієнту швидкості, в потоці, який має різні швидкості в поперечному перерізі. На думку автора, до поверхні кульки, яка опинилася на границі шарів, прикладений крутний момент, який викликаний різницею швидкостей. Під дією цього моменту кожна кулька, яка здійснює обертовий рух, втрачає свою початкову форму, далі доцентрові сили зростають, стають більшими за сили поверхневого натягу, після чого кулька розпадається на більш дрібні. Сурков припускав, що існуючі швидкості потоку в гомогенізаторах (близько 100 м/сек.) можуть зумовлювати як ламінарний, так і турбулентний потік рідини в гомогенізуючій насадці. Він встановив, що ламінарний режим потоку кращий, так як розрахований ним діаметр жирової кульки після гомогенізації при ламінарному потоці майже в 3 рази менше ніж при турбулентному.

В подальшому Фроловим, Арсентьевим і Куцаковим [8] був проведений детальний аналіз існуючих гіпотез природи механізму гомогенізації, що дозволило виділити 3 основних гіпотези. Згідно

першої гіпотези руйнування жирових кульок відбувається в момент розгону суміші перед входом в клапанну щілину за рахунок великого градієнту швидкості. По другій гіпотезі Архімедова сила, яка виникає за рахунок різниці густини жиру та плазми, є фактором, який руйнує кульки перед входом в мікрощілину. По третій гіпотезі подрібнення кульок відбувається в самій щілині за істотного впливу в'язкості.

На основі експериментальних даних був зроблений висновок, що в'язкість суміші і різниця густини жиру та плазми не впливають на гомогенізацію. Таким чином підтверджується справедливність тільки першої теорії (Барановського).

Незважаючи на те, що в свій час висловлювалися заперечення проти кавітаційної теорії гомогенізації, останні теоретичні і експериментальні дослідження інституту Технічної Теплофізики НАН України переконливо показали, що кавітація може бути рухомою силою процесу на основі чого вони сконструювали свою гомогенізуючу установку адіабатного скипання молока в вакуумі.

Фізико-математична модель кавітаційного диспергування (теорія Ткаченко) [9] полягає в захваті пульсуючим кавітаційним пухирцем жирової краплі, яка в свою чергу швидко рухається до пухирця (рис.2, а). В момент зіткнення жирової краплі з пухирцем він деформується, а потім захоплюється з утворенням кумулятивного струменя, який утворюється зі сторони жирової краплі. Струмінь втягує краплю до пухирця, розтягуючи в нитку і подрібнює її. Утворення кумулятивного струменя в пухирці з протилежної сторони від жирової краплі (рис. 2, б) руйнує краплю на дві чи більше частин.

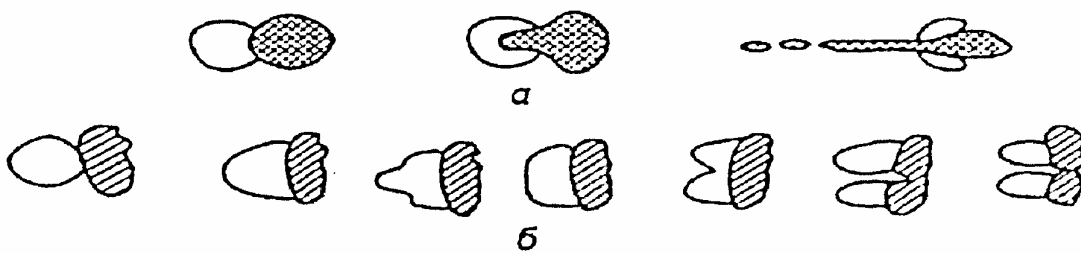


Рис. 2. Схема процесу кавітаційного диспергування:

а – втягування жирової краплі в пухирець; *б* – руйнування жирової краплі дисперсної фази

Діаметр утворених крапель залежить від міжфазового поверхневого натягу, діаметру кумулятивного струменя і його швидкості, яка в свою чергу залежить від радіусу кавітаційного пухирця.

Завдяки теорії Ткаченко легко пояснюється той факт, що при

появі кавітації істотно змінюється залежність між ступенем гомогенізації та енерговитратами. При тій самій енергії, що підводиться, гомогенізація стає більш ефективною [9].

Орешиною [10] була висунута гіпотеза дроблення краплі здуванням мікрочасток. Згідно неї жирова кулька розглядається як крапля, що рухається і подрібнюється по аналогії з тим, як крапля води подрібнюється в інтенсивному потоці повітря. Дійшли висновку, що стадії руйнування під дією ударних імпульсів виглядають таким чином. Спочатку крапля деформується у дископодібне тіло, потім її центральна частина витягується у купол, поверхня куполу проривається, а тор, що залишився, розпадається на ланцюжок крапель. Величина імпульсів, достатня для руйнування крапель, дорівнює 0,5 – 0,7 МПа. На експериментальному пристрої, що поєднує принципи ударних та ультразвукових коливань, середній розмір жирових кульок при гомогенізації молока досягає 0,5 мкм.

Фіалковою висунута нова гіпотеза скловання жирових кульок молока в процесі субкавітаційного диспергування, згідно якої у зонах високих швидкостей гомогенізаторів (наприклад, клапанного), тиск рідини знижується до значень, при яких відбувається сублімація жирових кульок – перехід їх у твердий стан і розкрошування на більш дрібні частки [3]. У підтвердження своєї теорії приводиться поле швидкостей у зазорі клапанного гомогенізатора, де відмічені зони зниженого тиску.

Висновки. Отже проведений аналіз показує, що існуючі теорії механізмів гомогенізації, як правило, не розкривають дійсного механізму дроблення та зв'язків між параметрами, що характеризують процес дроблення. Більшість гіпотез носить теоретичний характер, а іноді просто є умоглядними, тобто не можуть претендувати на вірогідність без експериментального підтвердження.

Література

1. *Гвоздєв О.В.* Проектування імпульсного гомогенізатора молока / О.В. Гвоздєв, Н.О. Паляничка, І.В. Ляшок // Праці Таврійської державної агротехнічної академії.- Мелітополь: ТДАТА.- 2007. – Вип. 7., Т.5. – С.85-92.
2. *Малахов Н.Н.* Процессы и аппараты пищевых производств.- Орловский государственный технический университет / Н.Н. Малахов.- Орел, 2001.-687с.
3. *Фиалкова Е.А.* Гомогенизация. Новый взгляд: Монография-справочник / Е.А. Фиалкова. – СПб.:ГИОРД, 2006-392с.
4. *Барановский Н.В.* Влияние гидравлических факторов на степень дисперсности жира при гомогенизации молока: дис.канд. техн. наук/ Н.В. Барановский.- М., 1965

5. *Вайткус В.В.* Гомогенизация молока / В.В. Вайткус.-М.:Пищевая промыш-шленность,1967.-215с.
6. *Барановский Н.В.* Гомогенизация молока в клапанном гомогенизаторе / Н.В. Барановский // Молочная промышленность. – 1957. - № 18 (2). – С. 92-33.
7. *Сурков В.Д.* Закономерности гомогенизации в сфере равновесия центробежных и поверхностных сил / В.Д. Сурков //Труды МТИММПа. – 1954. – С. 85 – 92.
8. *Фролов С.В.* Механизм гомогенизации применительно к молочнорастительным смесям/ С.В. Фролов, Т.П. Арсентьева, В.Е. Куцакова// Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. - №8 – С. 11-14.
9. *Лонцин М.* Основные процессы пищевых производств / Под ред. д-ра техн. наук, проф. Рогова И.А.: Пер. с англ. Евтеевой Ф.Н. – М.: Лёгкая и пищевая пром-сть, 1983. – 279с.
10. *Малахов Н.Н.* Механизмы дробления жира при гомогенизации молока / Н.Н. Малахов, М.Н. Орешина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. - №7. – С. 33 – 34.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ГИПОТЕЗ РАЗРУШЕНИЯ ЖИРОВЫХ ШАРИКОВ

А.В. Гвоздев, Н.А. Паляничка

Аннотация - работа посвящена анализу существующих гипотез разрушения жировых шариков в процессе гомогенизации молока.

THE ANALYSIS OF EXISTING HYPOTHESES OF DESTRUCTION OF FAT BALLS

O.Gvozdev, N. Palyanichka

Summary

Work is devoted the analysis of existing hypotheses of destruction of fat balls in the course of milk homogenization.

УДК631.363.001.5

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДОЗАТОРА БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ ІЗ ЦИЛІНДРИЧНИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ

Гвоздєв О.В., к.т.н.,

Котенко В.І., к.т.н.,

Гвоздєв В.О., к.т.н.,

Харченко М.Р., студент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42-13-06

Анотація – Робота присвячена експериментальному обґрунтуванню параметрів об’ємного дозатора безперервної дії із циліндричним робочим органом та виявлення суттєвих факторів, які впливають на його конструктивно – технологічні параметри.

Ключові слова – обґрунтування, параметр, дозатора безперервної дії із циліндричним робочим органом, продуктивність, фактор.

Постановка проблеми. Дозування сипучих продуктів широко поширено у сільському господарстві; переробної промисловості: у кондитерському, хлібопекарському, комбікормовому й ін. виробництвах.

На думку [1,2] сучасні типи дозаторів сипучих продуктів сформувалися в результаті емпіричного добору. Ряд галузей харчової промисловості (хлібопекарна, кондитерська, елеваторна, комбікормова та інші) для дозування та змішування сипучих продуктів використовують свої традиційні конструкції дозаторів, які не завжди економічні й ефективні. Тому перед інженерами ставиться задача удосконалення конструкцій дозаторів і розробки методик розрахунків їхніх конструкцій, що підвищують якість дозування при максимальній продуктивності з мінімальними енерговитратами і металоємності, що в остаточному підсумку приводить до зниження вартості дозаторів.

Проблемою будь-якого з названих вище виробництв є правильний вибір типу дозатора, який був би простий по конструкції, мав мінімальну енергоємність, а головне забезпечував би дозування

компонентів суміші з заданим ступенем точності при різній продуктивності [1, 2].

Таким чином, вчені вживають спроби вдосконалення технологічного процесу дозування сипучих компонентів у напрямку створення машин, що використовують нові принципи й фактори, які суттєво впливають на процес дозування. При цьому висока точність та якість дозування повинна супроводжуватися скороченням енерговитрат на процес.

Аналіз останніх досліджень. Вибір схеми дозування залежить від умов і розмірів виробництва. За структурою робочого циклу дозування буває безупинним і порційним (дискретним), а по способу дозування – об'ємним і ваговим.

Збільшення масштабів виробництва визвало необхідність застосування безперервних способів виконання технологічних процесів і поставило нові вимоги до дозаторів [1, 3, 4, 5].

При обробці сипучого матеріалу (дозування, змішування) широко використовуються безперервно - діючі машини, робочим органом у яких є обертовий барабан [6].

На підставі аналізу літературних даних, теоретичних і експериментальних досліджень ряду авторів нами у якості об'єкту подальшого дослідження обрано технологічний процес об'ємного дозування з розробкою дозатора безперервної дії із циліндричним робочим органом [5].

Постановка задачі. Метою даної роботи є експериментальне обґрунтування основних параметрів об'ємного дозатора безперервної дії із циліндричним робочим органом та виявлення суттєвих факторів, які впливають на його конструктивно – технологічні параметри.

Основна частина. Виходячи з проведеного аналізу літературних і патентних джерел і результатів теоретичних досліджень була розроблена методика проектування об'ємного дозатора безперервної дії із циліндричним робочим органом без внутрішніх пристроїв та виготовлена експериментальна установка (рис.1) [5].

Робочим органом дозатора є сталевий обертовий циліндр (труба) 1, установлений на валу із приводом від мотор – редуктора 2. На вхідній ділянці вала усередині бункера - дозатора встановлене шнек для запобігання склепутворення у бункері 3. Передня стінка 4 бункера - дозатора виконана гнучкою для забезпечення зміни кута нахилу циліндра 1. Зміна кута нахилу циліндра здійснюють поворотом кронштейна 5.

При визначенні оптимальних параметрів і режимів роботи дозатора використовувалася методика оптимального планування екстремального експерименту [7, 8].

Виходячи з проведених теоретичних досліджень і конкретних можливостей експериментальної установки, як критерій оптимізації була обрано максимальна продуктивність дозування сипучих компонентів з мінімальними енерговитратами.

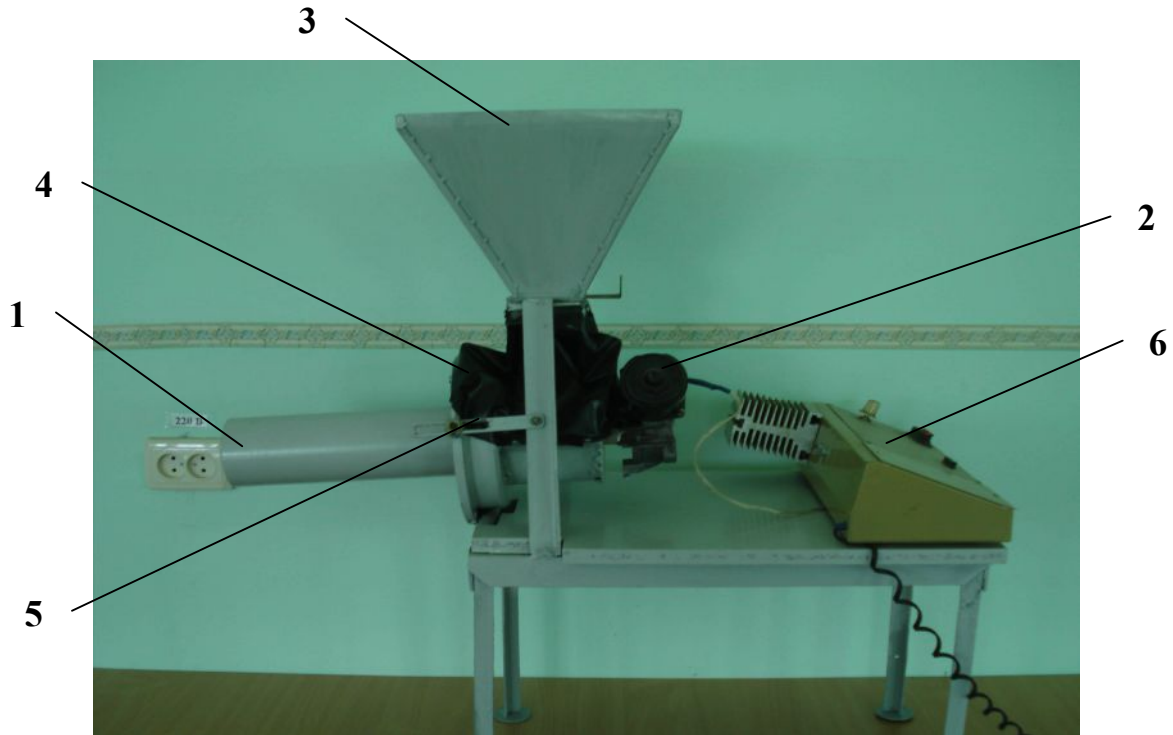


Рис. 1. Фото експериментальної установки дозатора безперервної дії із циліндричним робочим органом без внутрішніх пристроїв: 1 - обертовий циліндр; 2 - мотор – редуктор; 3 – бункер; 4 – гнучка передня стінка; 5 – кронштейн; 6 – пульт керування

На підставі аналізу апріорної інформації, проведених теоретичних досліджень рядові вчених і інститутів, власних теоретичних досліджень, попередніх пошукових експериментів, а також вимог, пропонованих до факторів [7], були обрані варіюємі фактори: кут нахилу робочого циліндра дозатора, α та частота обертання робочого циліндра дозатора, n при постійному діаметрі робочого циліндра дозатора $D = 0,08$ м.

Інші фактори, що визначають процес, приймалися постійними.

При проведенні експериментальних досліджень було застосовано центральне композиційне ортогональне планування іншого порядку [7, 8]. Це дозволило апроксимувати досліджувану поверхню відгуку поліномом другого ступеня

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i + \sum_{i < j}^k b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} \cdot x_i^2, \quad (1)$$

де Y - вибіркова оцінка для критерію оптимізації;

b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} - коефіцієнти регресії;

x_1, x_2, \dots, x_k - незалежні перемінні (фактори).

Фактори встановлюються на двох рівнях варіювання i , як прийнято в теорії планування експерименту, умовно позначаються: нижня границя або нижній рівень фактора знаком -1, а верхня +1.

Частоту обертання робочого циліндра дозатора, n змінювали в межах 30...70 хв⁻¹. Кут нахилу робочого циліндра дозатора, α змінювали у межах 10...20° (таблиця 1).

На лабораторній установці при постійних параметрах дозуючого сипучого матеріалу (цукор пісок) вивчали залежність

$$Q = f(n, \alpha), \quad (2)$$

де n - частота обертання робочого циліндра дозатора, хв⁻¹;
 α - кут нахилу робочого циліндра дозатора, град.

Таблиця 1 - Кодування факторів

Інтервал варіювання i рівень факторів	Перший фактор n - частота обертання робочого циліндра, хв ⁻¹	Другий фактор α - кут нахилу робочого циліндра, град
Нульовий рівень $X_i = 0$	50	15
Інтервал варіювання ε	20	5
Нижній рівень $X_i = -1$	30	10
Верхній рівень $X_i = +1$	70	20
Кодове позначення	X_1	X_2

У результаті реалізації повного двохфакторного експерименту отримана аналітична модель продуктивності дозатора, описувана рівнянням регресії

$$y = 0,098 + 0,008x_1 + 0,006x_2 - 0,009x_1x_2 + 0,011x_1^2 - 0,012x_2^2 \quad (3)$$

У натуральних значеннях факторів рівняння (3) можна представити в наступному виді

$$Q = 0,061 + 0,002n + 0,0009\alpha - 0,00008n\alpha + 0,00003n^2 - 0,00046\alpha^2. \quad (4)$$

У формулах (3) і (4)

$$x_1 = \frac{n-50}{20}; \quad x_2 = \frac{\alpha-15}{5}.$$

На підставі рівняння регресії (4) отримана поверхня відгуку продуктивності дозатора за допомогою програмного забезпечення Maple 7 (рис. 2).

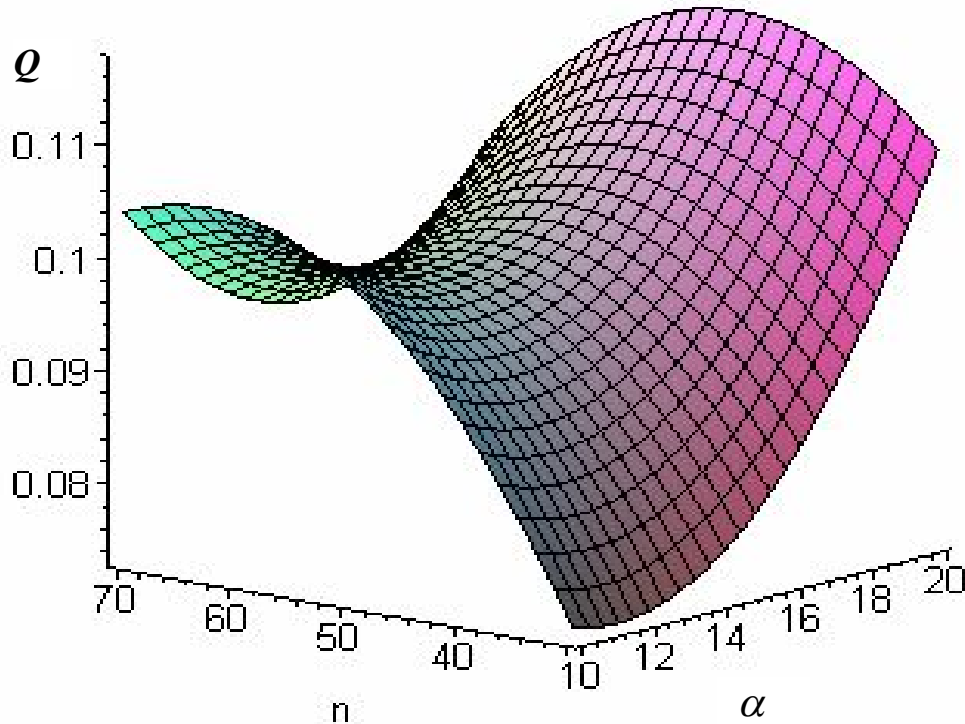


Рис. 2. Поверхня залежності продуктивності дозатора Q від частоти обертання робочого циліндра n , та кута його нахилу α

З поверхні залежності продуктивності дозатора від частоти обертання робочого циліндра дозатора n , та кута його нахилу α видно, що найбільша продуктивність дозатора (0,095...0,1 кг/с, або 350...400 кг/год.) досягається при частоті обертання робочого циліндра дозатора 60...65 об/хв. та куті його нахилу 20° .

Графічне розв'язання рівняння регресії представлено на рис. 3.

Як видно з графіків (рис. 3), теоретична формула продуктивності дозатора (5) при коефіцієнті кінематичного режиму $K < 0,3$ цілком прийнятна для практичних розрахунків, тому що продуктивність постійно зростає.

$$Q = \frac{30\pi D^3 n \rho}{\operatorname{tg}(\beta - \alpha)(A + B\sqrt{K})}, \quad (5)$$

де D – діаметр циліндра, м;

n – частота обертання циліндра, хв^{-1} ;

ρ – насипна щільність матеріалу кг/м^3 ;

β - динамічний кут природного укосу, град;

A, B - коефіцієнти, які визначаються дослідним шляхом і дорівнюють відповідно 13,75 і 7,33;

$K = \frac{\pi^2 n^2 D}{1800g}$ - коефіцієнт кінематичного режиму.

$Q, \text{кг/год}$

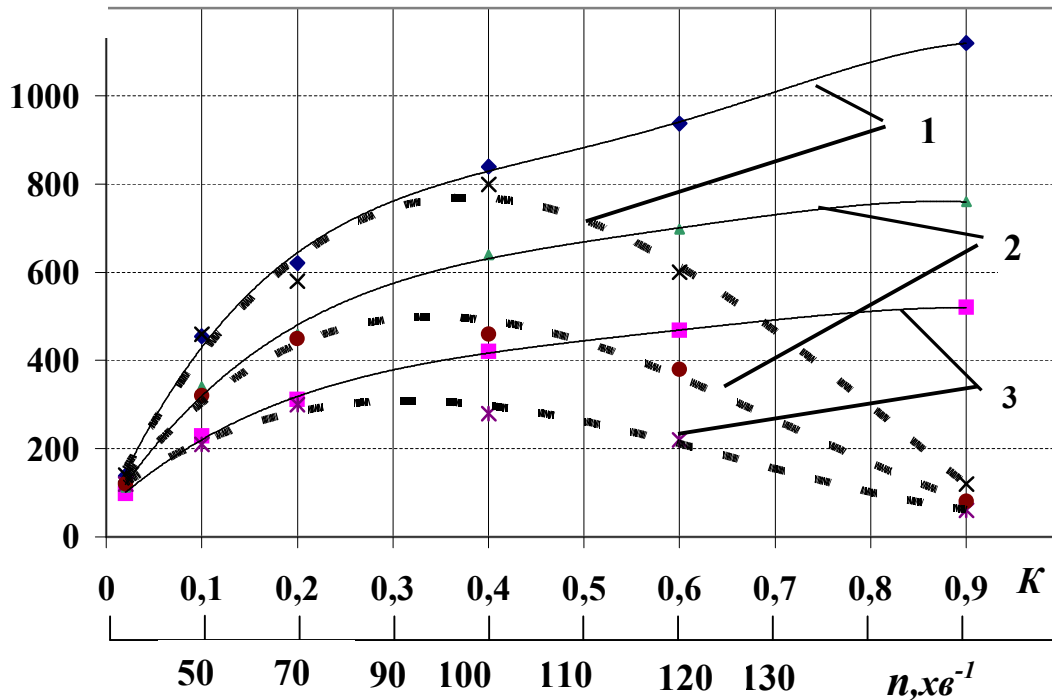


Рис. 3. Залежність продуктивності Q дозатора від коефіцієнта кінематичного режиму K ($D = 0,08$ м) та частоти обертання робочого циліндру n при α : 1 - 20°; 2 - 15°; 3 - 10°; ———— - теоретична; - - - - - експериментальна.

При $K > 0,3$ змінюється фізична сутність руху матеріалу в робочому циліндрі, особливо при зростанні кута його нахилу, оскільки частки після участі у вільному польоті вдаряються об стінку циліндра, а потім починають рухатися майже по кругових траєкторіях. У результаті продуктивність дозатора різко падає, наближаючись до нуля.

Тому для практичних розрахунків продуктивності дозатора безперервної дії із циліндричним робочим органом необхідно обирати коефіцієнт кінематичного режиму K в межах $0 < K < 0,3$, причому чим більше насипна щільність матеріалу тем менше треба обирати значення K та більше кут нахилу α .

Продуктивність дозатора можна регулювати зміною частоти обертання, діаметра й кута нахилу циліндра. У першому випадку

необхідний громіздкий привод, а при використанні електричного способу регулювання різко зростає вартість дозатора. У другому - виникають складності конструктивного порядку й, крім того, можливо лише ступенева зміна витрати. При регулюванні продуктивності зміною кута нахилу робочого органа зазначені недоліки усуваються.

Тому для визначених значень частоти обертання і діаметра циліндричного робочого органа дозатора його продуктивність пропонується регулювати зміною кута нахилу робочого циліндра.

Висновки. Проведені експериментальні дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

Аналіз поверхні відгуку (рис. 2) показав, що найбільша продуктивність дозатора (0,095...0,1 кг/с, або 350...400 кг/год.) досягається при частоті обертання робочого циліндра дозатора 60...65 об/хв. та куті його нахилу 20° .

Для практичних розрахунків продуктивності дозатора безперервної дії із циліндричним робочим органом необхідно обирати коефіцієнт кінематичного режиму K в межах $0 < K < 0,3$, причому чим більше насипна щільність матеріалу тем менше треба обирати значення K та більше кут нахилу α .

Для визначених значень частоти обертання і діаметра циліндричного робочого органа дозатора його продуктивність пропонується регулювати зміною кута нахилу робочого циліндра.

Література

1. Семенов В.И. Сокращение энергозатрат при приготовлении комбикормов для птицы с прогнозируемой точностью дозирования компонентов. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. / В.И. Семенов. - Оренбург, 1998 – 20с.
2. Макаров Ю.И. Аппараты для смешения сыпучих материалов. / Ю.И. Макаров М.: Машиностроение. 1973 – 216с.
3. Бутковский В.А. Технология зерноперерабатывающих производств / В.А. Бутковский, А.И. Мерко, Е.М. Мельников. – М.: Интерграф. сервис, – 1999 – 472с.
4. Гвоздєв О.В. Теоретичне обґрунтування параметрів швидкохідних гвинтових дозаторів сипучих матеріалів. / О.В. Гвоздєв, Д.О. Мамонов, Т.О. Гвоздєва. -Праці ТДАТА. Вип. 25. Мелітополь: 2005. С. 87 – 91.
5. Гвоздєв О.В. Проектування об'ємного дозатора безперервної дії із циліндричним робочим органом./ О.В. Гвоздєв, Е.В. Ялпачик, С.С.

Барсуков. - Праці ТДАТУ. Вип. 8., том. 7. Мелітополь: 2008. С. 33 – 39.

6. Трофимов А.В. Исследование движения сыпучих материалов в машинах барабанного типа без внутренних устройств. Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. / А.В. Трофимов - Москва, 1973 – 16с.

7. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Программированное введение в планирование эксперимента./ Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский - М.: Наука, 1971. - 283 с.

8.Налимов В.В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов./ В.В. Налимов, Н.А. Чернова. - М.: Наука, 1965. - 340 с

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДОЗАТОРА БЕСПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

Гвоздєв А.В., Котенко В.И., Гвоздєв В.А, Харченко М.Р.

Аннотация – Работа посвящена экспериментальному обоснованию параметров объемного дозатора непрерывного действия с цилиндрическим рабочим органом и определению существенных факторов, которые влияют на него конструктивно – технологические параметры.

EKSPERIMENTAL MOTIVATION OF PARAMETERS SPEED SCREW INSTRUMENTS FOR DOSAGE LOOSE MATERIAL

O. Gvozdev, V. Kotenko, V. Gvozdev, M. Harchenko

Summary

Work is devoted to the experimental ground of parameters of by volume metering device of continuous action with a cylindrical working organ and determination of substantial factors which influence on him structurally are technological parameters.

УДК 677.11.021

СЕНСОРНИЙ АНАЛІЗ У ВИЗНАЧЕННІ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЛЛЯНОЇ СИРОВИНИ

Толмачов В.С., інженер,

Кузьміна Т.О., д.т.н.

Херсонський національний технічний університет

Тел. (0552) 51 71 72

Анотація – у роботі наведено аналіз шляхів застосування методів сенсорного аналізу для визначення показників якості лляної сировини, а також сучасний підхід у вирішенні цих питань.

Ключові слова – сенсорний аналіз, лляна сировина, ступень вилежаності, лінійна щільність, акустичний випромінювач, акустичний приймач.

Постановка проблеми. Якість лляної сировини і готової продукції, виробленої з неї, залежить, як від фізико-механічних властивостей, так і від зовнішнього сприйняття, що формується органами чуття, та багато в чому визначають купівельну здатність або сферу подальшого застосування. Органолептичний або, як його ще називають, сенсорний аналіз є найбільш швидкий, але його точність залежить від багатьох факторів, це і кваліфікація експертів і їх зацікавленість й ін.

На сьогодні пошук шляхів застосування у сенсорному аналізі нових підходів становить актуальне завдання під час визначення показників якості лляної сировини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз результатів наукових досліджень та патентних джерел [1, 2] свідчить про можливість застосування елементів сенсорного аналізу у визначенні таких показників як колір, ступінь вилежаності луб'яної сировини [3], довжина, лінійна щільність волокна [4, 5, 6] та ін.

Мета дослідження. Мета дослідження полягає у визначенні більш ефективного методу непрямого вимірювання показників якості лляної сировини, а також визначені електронних елементів, які можуть замінити деякі органи відчуття людини у сенсорному аналізі лляної сировини для більш об'єктивного оцінювання

Основна частина. За результатами теоретичного дослідження було визначено, як використовуються електронні сенсори при

визначенні показників якості. Так, наприклад, показник вилежаності лляної трести визначається за допомогою приладу ОВЛ-1, де в якості сенсора використовується фотоелемент, параметри якого наближаються до параметрів ока людини (рис. 1, рис. 2).

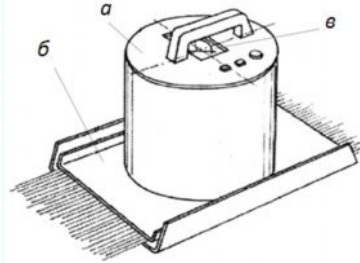


Рис.1. Прилад для визначення вилежаності лляної трести:

а – корпус; б – підставка; в – люксметр

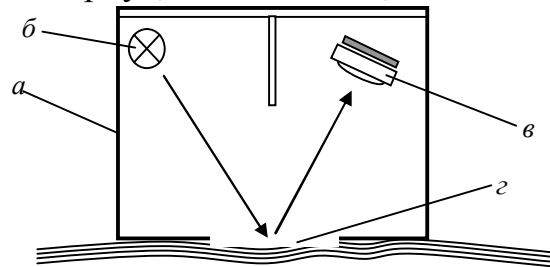


Рис. 2. Схема приладу для визначення показнику вилежаності трести льону:

а - корпус; б – джерело світла; в – фотосенсор; г – досліджуваний матеріал

Показник кольору визначається за допомогою спектрофотометра «Радуга-1» або компаратора ЕКК і КК. Вони однаково оцінюють характер зміни колірних характеристик стандартних зразків льоноволокна, що входять до різних груп за кольором, але з різною відтворюваністю, в цих приладах в якості сенсора також використовуються фотоелементи (фотосенсори).

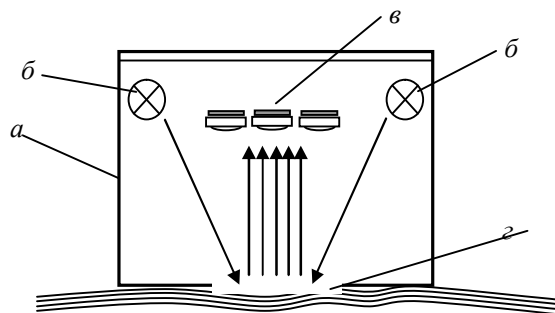


Рис. 3. Схема приладу для визначення показників кольору:

а - корпус; б – джерело світла; в – RGB - фотосенсори; г – досліджуваний матеріал

Прилад, структурна схема якого зображена на рис. 3, дозволяє порівняти колір досліджуваного матеріалу з контрольним або визначити координати кольору, для цього застосовують матричний або табличний методи. Табличний метод підходить для визначення одночасно кількох кольорів. Але потрібно знати чи потрібна інформація про яскравість досліджуваного об'єкта. Якщо потрібна то спочатку використовується інформація про яскравість для кожного кольору з еталонного датчика а потім знаходиться відношення між еталонним кольором та кольором досліджуваного матеріалу (1), У якості еталонного кольору у багатьох випадках використовується зелений колір.

$$\left(\frac{R_n}{G_n}, 1, \frac{B_n}{G_n} \right), n = 1, 2, 3, \dots, N; \quad (1)$$

$$D = \sqrt{(R_u - R_r)^2 \cdot (G_u - G_r)^2 \cdot (B_u - B_r)^2};$$

Матричний метод можна застосовувати також для визначення декількох кольорів. Цей метод заснований на матричному рівнянні: $CIE X, Y, Z$ (3.12) і являє собою координати кольору у форматі RGB. Де $C_{00}, C_{01}, C_{02}, C_{10}, C_{11}, C_{12}, C_{20}, C_{21}, C_{22}$ являють собою матричні коефіцієнти які визначаються на основі вихідних сигналів з еталонного датчика кольору. Після визначення матричних коефіцієнтів, за значеннями RGB визначаються значення X, Y, Z за формулою (2).

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{00} & C_{01} & C_{02} \\ C_{10} & C_{11} & C_{12} \\ C_{20} & C_{21} & C_{22} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}; \quad (2)$$

Таким чином, за рахунок використання фотосенсорів у вимірювальних приладах можна визначати як прямі так і непрямі фізичні величини. Використовуючи фотосенсори можна визначати не тільки колір та світлопроникність волокна, а й визначати його довжину та інші фізико-механічні показники. Подібні методи застосовували науковці Коробов Н.А., Матрохін О.Ю., Шаломін О.А., Гусев Б.М. роботах [7, 8, 9], використовуючи комп'ютерний сканер в якості оптичного сенсора та спеціальну комп'ютерну програму або математичні пакети MathCad та MathLab для обробки результатів в залежності від їх складності.

При визначенні лінійної щільності, як показала практика, можна використовувати ефект звукопоглинання [10] матеріалу, тоді в якості сенсора буде використовуватись звуковий мікрофон, що відіграє роль подібну до акустичного сенсору відчуття людини.

В дослідженнях використовувалася рошенцева треста льону сорту Чарівний різного ступеня вилежаності. Основні характеристики досліджуваних партій визначались відповідно до стандартів [11], результати наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика різних партій льонотрести

Партія трести	Відокремлюваність, од	Діаметр стебел, мм	Вміст волокна, % (ПК-2М)	Розривне навантаження, даН	Вміст довгого волокна, % (СМТ-200М)
1	1,4	1,7	40,5	41	40,1
2	3,8	2	34,5	30	34,7
3	4,6	2,3	36,3	31	35,6
4	6,2	2	33,7	25	33,9
5	7,1	2,1	30,5	18	23,7

Для проведення дослідження волокно отримували з трести за допомогою верстату СМТ-200М. З кожної партії лляного волокна, була виділена наважка масою 100 г.

Лінійна щільність визначалася базовим та сенсорним методами.

Відповідно до базового, методу беруть волоконця льону та визначають їх лінійну щільність за формулою (3), попередньо підрахувавши кількість волоконець, за отриманими результатами розраховується середня лінійна щільність всього зразка.

$$T = \frac{m_c \cdot 10^6}{1000 \cdot l_c \cdot n} = \frac{10^3 \cdot m_c}{l_c \cdot n} \quad (3)$$

де T – лінійна щільність текст,

n – кількість волокон у жмені;

l_c - довжина вирізки з середньої частини жмені, мм;

m_c – маса вирізаної частини проби, мг.

Отримані результати середньої лінійної щільності для кожній партії волокна представлено у табл. 2.

Попередні досліді показали, що для реалізації запропонованого способу спеціально підготовлений зразок лляного волокна розташовують між джерелом звукового сигналу та акустичним приймачем (рис. 4).

Звуковий сигнал, що проходить крізь волокнистий матеріал попадає на акустичний приймач, який вловлює ці коливання. За допомогою лінійного перетворювача величина амплітуди цього звукового сигналу перетворюється в постійний струм, який фіксується цифровим вольтметром.

Таблиця 2 – Показники приладу при різних значеннях лінійної щільності та частотах генератора

Партія трести	Лінійна щільність, текс	Показник приладу(значення величини напруги на виході лінійного перетворювача) при різних частотах звукових коливань випромінювача, В	
		1600 Гц	1750 Гц
1	19,76	2,81	2,57
2	16,18	2,54	2,45
3	15,19	1,63	1,58
4	9,50	1,56	1,42
5	8,83	0,52	0,63
Коеф. кореляції		0,8	0,8

Величина амплітуди звукового сигналу, що проходить крізь лляне волокно залежить від величини його звукопоглинання, яке, в свою чергу, корелюють з показником лінійної щільності.

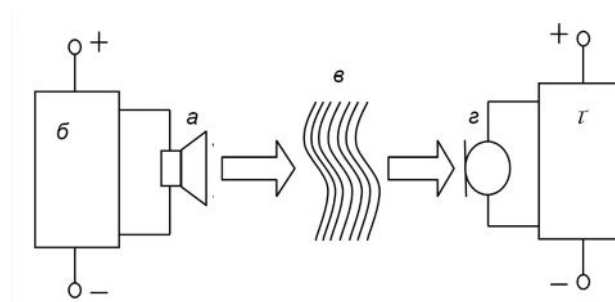


Рис. 4. Структурна схема експериментального пристрою: (а - акустичний випромінювач; б - генератор; в - волокнистий матеріал; г - акустичний приймач; г - лінійний перетворювач)

Перед випробуванням на експериментальному пристрої беруть лляні волоконця і роблять з них штапель довжиною 50 мм та масою 10 г. Випробування проводяться з використанням частоти випромінювача 1600 та 1750 Гц. Частоти були вибрані з попередніх досліджень, як найбільш розпізнані, а показники якості на цих частотах мають широкі діапазони визначень та вищий коефіцієнт кореляції з показниками лінійної щільності.

Аналіз отриманих даних табл. 2 показує, що показник лінійної щільності обернено залежить від показника звукопоглинання, який описується величиною напруги, визначеної з виходу лінійного перетворювача за допомогою вольтметра. Це також підтверджується теоретично, виходячи з того, що звукові коливання мають певну енергію, яка при проходженні звуку крізь волокно частково

втрачається і чим тонше волокна, тим більше втрачається енергії і тим менше значення напруги ми отримуємо на виході лінійного перетворювача.

Отримане рівняння регресії для обох випадків має вигляд (4) і дає можливість перетворення значення напруги в значення лінійної щільності.

$$\begin{aligned}y &= -0.177951 + 0.150 \cdot x \\y &= -0.121244 + 0.139628 \cdot x\end{aligned}\tag{4}$$

Висновки. В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що значення показників лінійної щільності, отримані базовими способами та за допомогою сенсорного аналізу, можна вважати подібними, про це свідчить коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,8.

Застосування розроблених елементів сенсорного аналізу дозволить підвищити точність процесу визначення показників якості лляної сировини та зменшить трудовитрати експертів, що, в свою чергу, збільшить ефект від економії часу на проведення випробувань.

Література

1. *Соловьев А.Н.* Оценка качества и стандартизация текстильных материалов / А.Н. Соловьев, С.М. Кирюхин // Москва, Легкая индустрия, 1974, – 245 с.
2. *Городов В.В.* Испытание лубоволокнистых материалов / В.В. Городов, С.Е. Лазарева, И.Я. Лунев и др. М.: Легкая индустрия, 1960.– 208 с.
3. *Патент 27248.* Способ определения качества материалов, а именно льнотресты / Пашин Е.Л., Жуплатова Л.М., Прима Л.И., Шамин В.Б.. Оpubл. 15.08.2000. Бюл. – №3.
4. *Патент 38082 А Україна, МПК G 01 N 33/36.* Спосіб визначення якості волокнистого матеріалу, а саме лінійної щільності довгого волокна льону /Головій О.В., Жуплатова Л.М.,(Україна); ІЛК УААН.- №2000053004; Заявл. 26.05.2000; Оpubл. 15.05.2001. Бюл.№4.
5. *Патент 83772 Україна, МПК G 01 N 33/36.* Пристрій для визначення лінійної щільності волокнистого матеріалу /Головій О.В., Жуплатова Л.М., Мохер Ю.В., Толмачов В.С., (Україна); ІЛК УААН.- № 2007 05413; Заявл. 17.05.2007; Оpubл. 11.08.2008. Бюл.№15.
6. *Патент 634093.* Способ измерения линейной плотности волокнистых материалов / Мухитдинов М.М., Мусаев Е.С., Назаров У.У., Рожков В.М., опубл. 25.11.1978 Бюл. №43.
7. *Коробов Н.А.* Развитие теории и практики построения методов измерения характеристик строения текстильных материалов и с использованием современных информационных технологий: Автореф. дис_ д-ра тех. наук: 05.19.01 / Н.А. Коробов // Моск. гос. текстиль. ун-

т. – М., 2007.– 36 с.

8. Матрохин А.Ю. Компьютерное измерение показателей протяженности группы волокон / А.Ю. Матрохин, Н.А. Коробов, Б.Н. Гусев // Технология текстильной промышленности, Херсон №1(259) 2001, С.106.

9. Матрохин А.Ю. Разработка универсального компьютерного метода измерения показателей протяженности хлопкового волокон / А.Ю. Матрохин, О.А. Шаломин, Н.А. Коробов, Б.Н. Гусев, Т. Лониди // Технология текстильной промышленности, Херсон №6(275) 2003, С.115.

10. Патент 43165 Україна, МПК G 01B 11/00. Спосіб визначення лінійної щільності та ступеню вимочування волокна / Толмачов В.С., Кузьміна Т.О., Гілязетдінов Р.Н., Коропченко С.П., Москаленко Б.І., (Україна); ХНТУ – № 2009 00730; Заявл. 02.02.2009; опубл. 10.08.2009 Бюл. №15.

11. ДСТУ 4149:2003. Треста лляна. Технічні умови. – На заміну ГОСТ 24383-89; Введ. 01.01.2004. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 14 с.

СЕНСОРНЫЙ АНАЛИЗ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЛЬНЯНОГО СЫРЬЯ

Толмачов В.С., Кузьміна Т.О.

Аннотация - в работе приведен анализ путей применения методов сенсорного анализа для определения показателей качества льняного сырья, а также современный подход в решении этих вопросов.

SENSOR ANALYSES USE FOR INDEXES OF FLAX RAW MATERIAL QUALITY DETERMINATION

Tolmachov V., Kuzmina T.

Summary

Ways of the method of sensor analyses use for flax raw material quality determinations are given.

УДК 641.512

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВИСОКОШВИДКІСНОГО СТРУМЕНЯ ВОДИ НА ГЛИБИНУ РІЗА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Погребняк В.Г., д.т.н.,

Гордієнко О.В., аспірант*

*Донецький національний університет економіки та торгівлі імені
Михайла Туган-Барановського*

Тел. (062) 304-5046

Анотація – у статті подано результати експериментальних досліджень залежності глибини різа твердих харчових продуктів від швидкості переміщення високошвидкісного струменя води відносно них з метою визначення оптимальних параметрів процесу водорізання.

Ключові слова – глибина різа, харчові продукти, швидкість переміщення струменя води, водорізання.

Постановка проблеми. В ході проведення попередніх експериментальних досліджень з водорізання харчових продуктів [1] було встановлено, що глибина їх різа h суттєво залежить від швидкості переміщення високошвидкісного струменя води відносно них \mathcal{Q}_n . Тому з'являється необхідність проведення дослідів з встановлення основних закономірностей залежності глибини різа харчових продуктів від цього показника процесу водорізання.

Метою даної статті є встановлення впливу швидкості переміщення високошвидкісного струменя води відносно харчових продуктів на глибину їх різа.

Основна частина. Експериментальні дослідження з встановлення впливу швидкості переміщення високошвидкісного струменя води щодо зразка харчового продукту \mathcal{Q}_n на глибину різа харчового продукту проводилися на зразках філе хека зі значенням граничної напруги зрушення $\tau_0 = 1,54$ кПа [2], на зразках кістки зі значенням граничної напруги зрушення $\tau_0 = 4,3 \cdot 10^3$ кПа й фаршу з хека зі значенням граничної напруги зрушення $\tau_0 = 3,11$ кПа й $\tau_0 = 3,92$ кПа, при тиску води $P_0 = 150, 200, 250$ і 300 МПа, діаметрі

отвору струменеформуєчої насадки $d_0 = 0,4 \cdot 10^{-3}$ м і відстані між зрізом струменеформуєчої насадки й поверхнею зразка харчового продукту, що ріжеться $l_0 = 5 \cdot 10^{-3}$ м. Швидкість переміщення високошвидкісного струменя води щодо зразка харчового продукту \mathcal{Q}_n становила 1, 5, 10, 25 і $50 \cdot 10^{-3}$ м/с.

Результати виконаних експериментальних досліджень представлені в таблиці 1. На підставі проведених дослідів були побудовані графіки залежності h від \mathcal{Q}_n , представлені на рисунках 1-4. Аналіз рисунків 1-4 показує, що характер зміни цієї залежності якісно однаковий для зразків продуктів з різними значеннями граничної напруги зрушення.

Таблиця 1 – Залежність глибини різа харчових продуктів від швидкості переміщення високошвидкісного струменя води відносно них

№ серії дослідів	τ_0 , кПа	P_0 , МПа	Глибина різа h , 10^{-3} м					
			\mathcal{Q}_n , 10^{-3} м/с					
			1	5	10	25	40	50
1	1,54	150	76,4	47,1	36,1	9,2	6,25	2,3
		200	98,6	72,3	47,2	27,4	17,25	11,8
		250	127,2	105,7	84,1	64,1	40	21,7
		300	145,1	128,6	102,4	84,2	55	28,4
2	3,11	150	46,2	27,2	16,5	4,9	3,25	1,1
		200	78,5	52,6	32,6	14,3	10,1	6,5
		250	108,0	83,2	64,2	38,0	20,9	13,2
		300	126,3	98,0	81,3	62,2	39,8	22,4
3	3,92	150	33	20,9	12,1	6,1	3	1,5
		200	56,2	41,3	22,3	11,8	7,5	4,9
		250	80,3	60,0	41,5	17,8	12	8,1
		300	98	78,1	61,8	43,7	28,8	19,4
4	$4,3 \cdot 10^3$	150	24	13,8	9,7	1,2	1,3	0,5
		200	36,5	22,1	13,4	3,9	2,5	1,6
		250	53,1	36,3	25,2	7,1	5	2,8
		300	93,2	63,4	40,3	23,6	13,3	9,6

З аналізу експериментальних даних, представлених у таблиці 1 і рисунках 1-4 видно, що для всіх зразків харчових продуктів і при всіх тисках води зі збільшенням швидкості переміщення високошвидкісного струменя води \mathcal{Q}_n в досліджених межах глибина різа продукту h інтенсивно зменшується. Так, наприклад, при тиску

води $P_0 = 300$ МПа з ростом швидкості переміщення \mathcal{Q}_n від 1 до $50 \cdot 10^{-3}$ м/с глибина різа продукту знижується для фаршу з хека зі значенням граничної напруги зрушення τ_0 3,11 і 3,92 кПа й для кістки в 5,6 – 9,7 рази.

Це пояснюється тим, що при малих швидкостях переміщення високошвидкісного струменя води щільність розподілу енергії струменя води, що доводиться на одиницю довжини різа продукту, велика. У результаті цього виходить різ більшої глибини, і навпаки, - при більших швидкостях переміщення щільність розподілу енергії струменя води зменшується, а отже, зменшується й глибина різа.

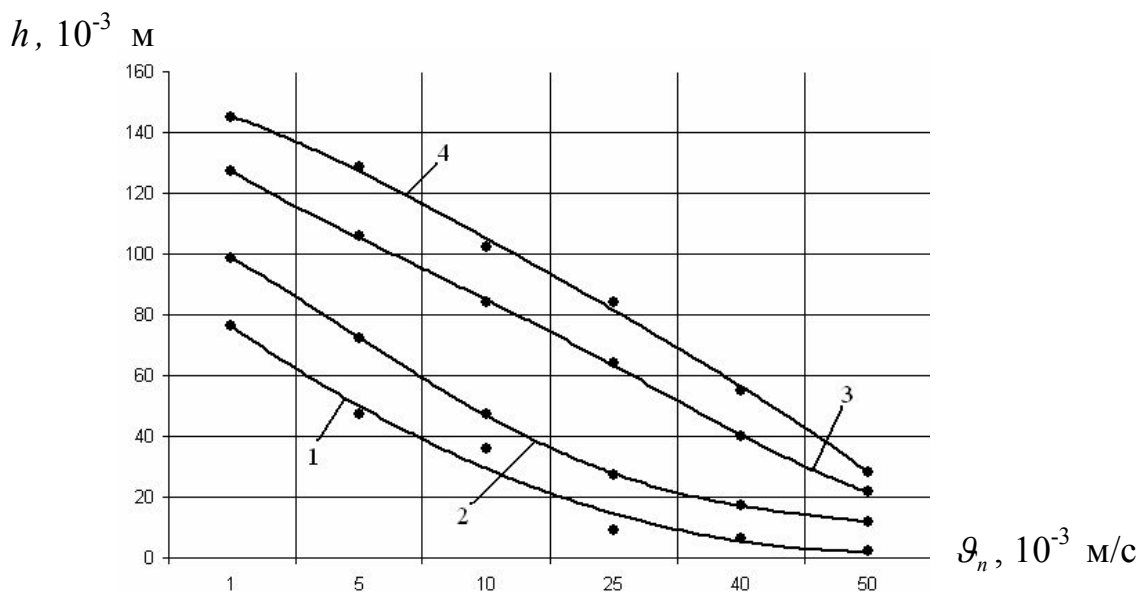


Рис. 1. Залежність глибини різа h філе хека з $\tau_0 = 1,54$ кПа h від швидкості переміщення високошвидкісного струменя води \mathcal{Q}_n щодо нього: 1 – при $P_0 = 150$ МПа; 2 – при $P_0 = 200$ МПа; 3 – при $P_0 = 250$ МПа; 4 – при $P_0 = 300$ МПа

Апроксимуючі залежності (Рис. 1.):

$$1 - h = 2,8384\mathcal{Q}_n^2 - 34,724\mathcal{Q}_n + 108,05;$$

$$2 - h = -0,1885\mathcal{Q}_n^4 + 2,9225\mathcal{Q}_n^3 - 12,619\mathcal{Q}_n^2 - 5,8444\mathcal{Q}_n + 114,29;$$

$$3 - h = 0,1708\mathcal{Q}_n^4 - 2,2769\mathcal{Q}_n^3 + 10,299\mathcal{Q}_n^2 - 39,568\mathcal{Q}_n + 158,67;$$

$$4 - h = -0,0854\mathcal{Q}_n^4 + 1,2375\mathcal{Q}_n^3 - 7,2521\mathcal{Q}_n^2 - 3,775\mathcal{Q}_n + 155,25.$$

Апроксимуючі залежності (Рис. 2.):

$$1 - h = -0,106\mathcal{Q}_n^3 + 3,2641\mathcal{Q}_n^2 - 27,244\mathcal{Q}_n + 70,167;$$

$$2 - h = -0,1937\mathcal{Q}_n^4 + 2,8118\mathcal{Q}_n^3 - 10,847\mathcal{Q}_n^2 - 9,1233\mathcal{Q}_n + 95,683;$$

$$3 - h = 1,66259_n^2 - 31,2699_n + 138,81;$$

$$4 - h = -0,33069_n^3 + 4,03699_n^2 - 34,8189_n + 156,6.$$

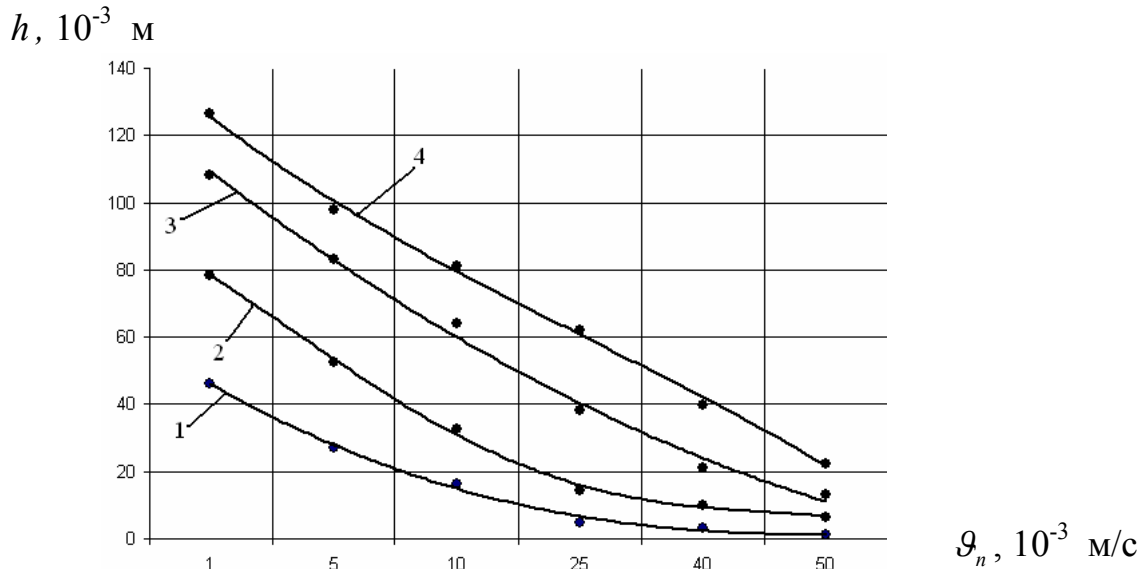


Рис. 2. Залежність глибини різання h фаршу з хека з $\tau_0 = 3,11 \text{ кПа}$ від швидкості переміщення високошвидкісного струменя води G_n щодо нього: 1 – при $P_0 = 150 \text{ МПа}$; 2 – при $P_0 = 200 \text{ МПа}$; 3 – при $P_0 = 250 \text{ МПа}$; 4 – при $P_0 = 300 \text{ МПа}$

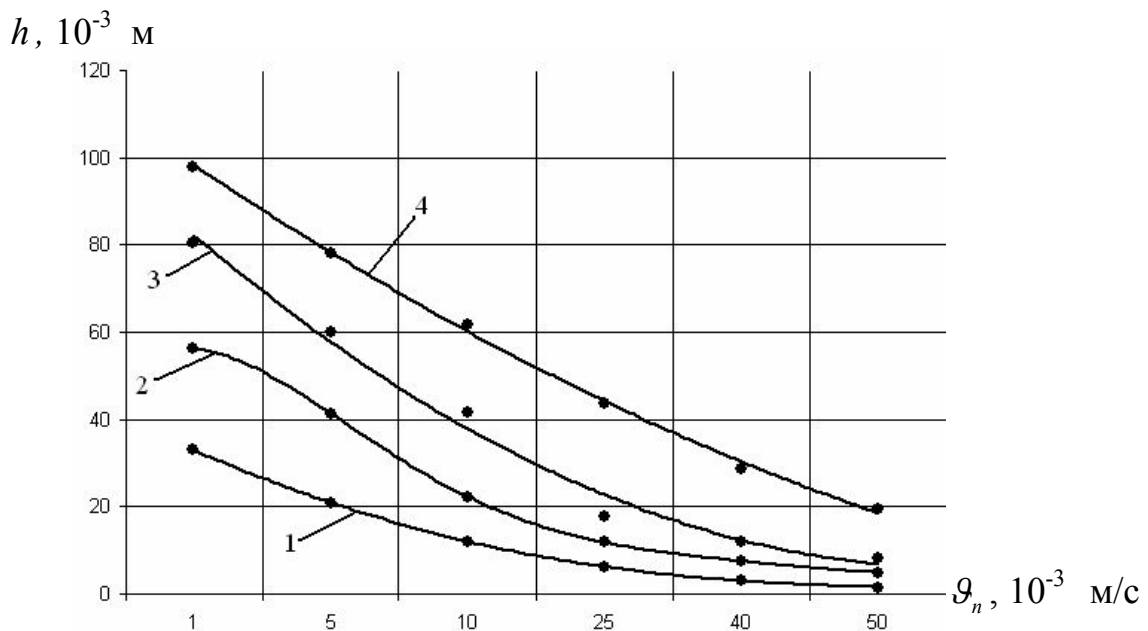


Рис. 3. Залежність глибини різання h фаршу з хека з $\tau_0 = 3,92 \text{ кПа}$ від швидкості переміщення високошвидкісного струменя води G_n щодо нього: 1 – при $P_0 = 150 \text{ МПа}$; 2 – при $P_0 = 200 \text{ МПа}$; 3 – при $P_0 = 250 \text{ МПа}$; 4 – при $P_0 = 300 \text{ МПа}$

Апроксимуючі залежності (Рис. 3.):

$$1 - h = -0,01679v_n^4 + 0,15749v_n^3 + 1,03899v_n^2 - 16,0219v_n + 47,833;$$

$$2 - h = 0,10589v_n^5 - 2,20839v_n^4 + 17,3049v_n^3 - 60,1929v_n^2 + 74,399v_n + 26,8;$$

$$3 - h = 2,37149v_n^2 - 31,7069v_n + 111,62;$$

$$4 - h = 1,03759v_n^2 - 23,2349v_n + 120,55.$$

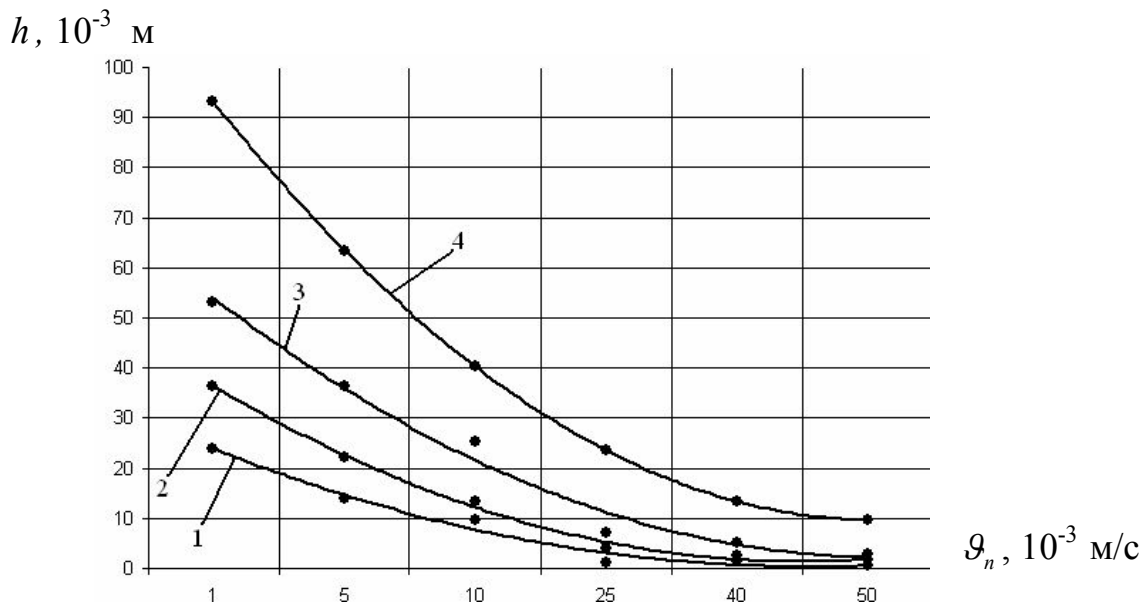


Рис. 4. Залежність глибини різання h кістки з $\tau_0 = 4,3 \cdot 10^3$ кПа від швидкості переміщення високошвидкісного струменя води v_n щодо неї: 1 – при $P_0 = 150$ МПа; 2 – при $P_0 = 200$ МПа; 3 – при $P_0 = 250$ МПа; 4 – при $P_0 = 300$ МПа

Апроксимуючі залежності (Рис. 4.):

$$1 - h = 1,13939v_n^2 - 12,6469v_n + 35,4;$$

$$2 - h = 0,00659v_n^3 + 1,65879v_n^2 - 18,8199v_n + 53,567;$$

$$3 - h = 1,94649v_n^2 - 24,0119v_n + 76,1;$$

$$4 - h = 3,24469v_n^2 - 39,427v_n + 129,35.$$

З аналізу отриманих експериментальних даних також видно, що при збільшенні граничної напруги зрушення харчових продуктів при інших однакових режимних умовах має місце відповідне зменшення глибини різання h . Це пояснюється тим, що різання більш твердих харчових продуктів вимагає більш високих питомих витрат енергії.

Висновки: Таким чином, можна констатувати, що для всіх зразків харчових продуктів і при всіх значеннях тиску води зі збільшенням швидкості переміщення високошвидкісного струменя

води в досліджених межах глибина різа харчових продуктів інтенсивно зменшується.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є визначення оптимальних параметрів водорізного обладнання, що дозволить підвищити якість водорізання та його продуктивність.

Література

1. Гордієнко О. В. Дослідження процесу водорізання харчових матеріалів і продуктів / О. В. Гордієнко, А. В. Погребняк // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. – Донецьк, ДонНУЕТ, 2008. – Вип. 18. – С. 280-287.
2. Заплетніков І. М. Експериментальне визначення впливу фізико-механічних властивостей харчових продуктів на процес їх водорізання / І. М. Заплетніков, О. В. Гордієнко, А. В. Погребняк // Науковий Вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. – Львів, 2009. – Т. 11. – №2 (41), частина 5 – С. 38-42.

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СТРУИ ВОДЫ НА ГЛУБИНУ РИЗЫ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Погребняк В.Г., Гордиенко О.В.

Аннотация – в статье поданы результаты экспериментальных исследований зависимости глубины ризы твердых пищевых продуктов от скорости перемещения высокоскоростной струи воды относительно них с целью определения оптимальных параметров процесса водорезания.

INFLUENCE TO VELOCITIES OF THE DISPLACEMENT SPEEDIEST STREAM WATER ON DEPTH SHARP PAIN FOOD- STUFF

V. Pogrebnyak, O. Gordienko

Summary

In article are presented results of the experimental studies to dependencies of the depth sharp pain hard food-stuffs from velocity of the displacement speediest stream water comparatively them for the reason determinations optimum parameter process of waterjet cutting.

УДК 631.521

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВІДОКРЕМЛЕННЯ НАСІННЄВИХ КОРОБОЧОК ВІД СТЕБЕЛ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ

Макаєв В.І., к.т.н.

Інститут луб'яних культур НААНУ

Тел.(05444)2-40-89

Анотація - представлені дослідження відокремлення насіннєвих коробочок від стебел льону-довгунця, розстелених у стрічки, льонопідбирачем-молотаркою ПМЛ-1 шляхом обчісування обчісувальним апаратом гребеневого типу.

Ключові слова – насінні коробочки, льон-довгунец гребеневий обчісувальний апарат.

Постановка проблеми. У всіх технологіях збирання льону-довгунця (снопова, комбайнова, роздільна) передбачена операція відокремлення насіннєвих коробочок від стебел. Для здійснення цієї операції у льонозбиральних машинах, таких як льонозбиральні комбайни, підбирачі-обчісувачі, льонопідбирачі-молотарки застосовуються обчісувальні апарати. Найбільш ефективними вважаються обчісувальні апарати гребеневого типу, вони використовуються на всіх типах льонокомбайнів ЛК-4 та льонопідбирачі-молотарці ПМЛ-1 [1-3]. Основне завдання цих апаратів повністю відокремити насінні коробочки від стебел. Ті коробочки, що залишаються на стеблах після їх обчісування несуть в собі незворотні втрати насіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Гребеневі обчісувальні апарати мають обмежену зону обчісу стебел, затиснутих між двома прогумованими пасами затискного транспортера.

Досвід експлуатації гребневих апаратів показав, що завдяки прониканню робочих органів, зубців або голок, у товщину шару стеблової стрічки, здійснюється прочісування стебел та відокремлення насіннєвих коробочок за рахунок розриву плодоніжки, яка з'єднує коробочку із стеблом. Разом з коробочками обривається верхівкова частина стебла і утворюється велика кількість плутанини, особливо це явище спостерігається під час перекосів стебел у шару стрічки та збільшенню товщини стеблової стрічки.

Під час брання стеблостою льону-довгунця утворюється розтягнутість стебел у стебловій стрічці за комлем, яка призводить до

неповного прочісування зони насінневих коробочок стрічки, у наслідок обмеженої зони дії гребенів.

Якість обчісування гребневим апаратом довгих стебел (довжина більше 1000 мм) та коротких стебел (довжина менше 500 мм) незадовільна, довгі стебла мають зону насінневих коробочок більшу зони дії гребенів і тому не в повній мірі прочісуються гребенями. У той час як короткі стебла завдяки недостатній довжині не потрапляють у зону дії гребенів, а ті що потрапляють не надійно утримуються затискним транспортером та висмикуються з нього, утворюють плутанину, яка заважає виділенню з вороха насіння.

Згідно агротехнічних вимог до роботи льонозбиральної техніки, чистота обчісування коробочок від стебел льону-довгунця не повинна бути нижчою 98 %, кількість стебел які відходять у плутанину не більше 3%, відкритий злам стебел з розривом волокна не більше 5 % [4].

Мета досліджень. Встановлення залежностей якості обчісування стебел льону-довгунця у гребневих обчісувальних апаратах від зони насінневих коробочок у стебловій стрічці та геометричних параметрів гребеневого обчісувального апарату.

Результати досліджень. За комбайною технологією збирання льону-довгунця обчісування свіже вибраних стебел у льонозбиральному комбайні ЛК-4А здійснюється гребневим обчісувальним апаратом.

За роздільною технологією збирання льону-довгунця обчісування стебел після природного їх сушіння у стрічках розстилу здійснюється у льонопідбирачі-молотарці ПМЛ-1 також обчісувальним апаратом. У цій машині використовується обчісувальний апарат гребеневого типу рис. 1.

Обчісувальний барабан має вал з надітими на нього дисками. У отворах розташованих на краях дисків, встановлені підшипники, у яких обертаються осі чотирьох гребенів барабану через кривошипи. Праві кінці кожного гребеня кривошипу з'єднані з направляючим диском, який вільно обертається на ексцентрику. Ексцентричне розташування осі обертання направляючого диска дозволяє зберегти постійний напрямок зубців обчісувальних гребенів під час обертання барабану. Кут нахилу гребеня може змінюватись під впливом зміни положення ексцентрика (поворотом його на валу барабана), що досягається шляхом зміни довжини спеціальної тяги рис. 1. При цьому зона обчісу зміщується відносно затискного транспортера.

На гребнях зубці розташовані з перемінним кроком, який зменшується у напрямку просування стебел льону. Привід вала барабана здійснюється через обгінну муфту.

Стеблова стрічка під час відокремлення насінневих коробочок, шляхом обчісування, гузиревою частиною міцно утримується у затискному транспортері. Ті коробочки, що знаходяться у зоні дії

гребенів обчисувального апарату відокремлюються від стебел, Зона дії гребенів обчисувального апарату відповідає деякій ширині. Для запобігання обриву стебел, переплутаних один з одним, зубці у гребнях на початку заходження у стрічку розташовуються з проміжками 12 мм. Поступове зменшення проміжків між зубцями у наступних групах зубців встановлюється, з 9 мм, а на виході стрічки з зони дії обчисувальних гребенів становить 5 мм, що менше діаметра коробочки (7 мм) рис. 1. Проміжки між зубцями встановлюються за допомогою шайб.

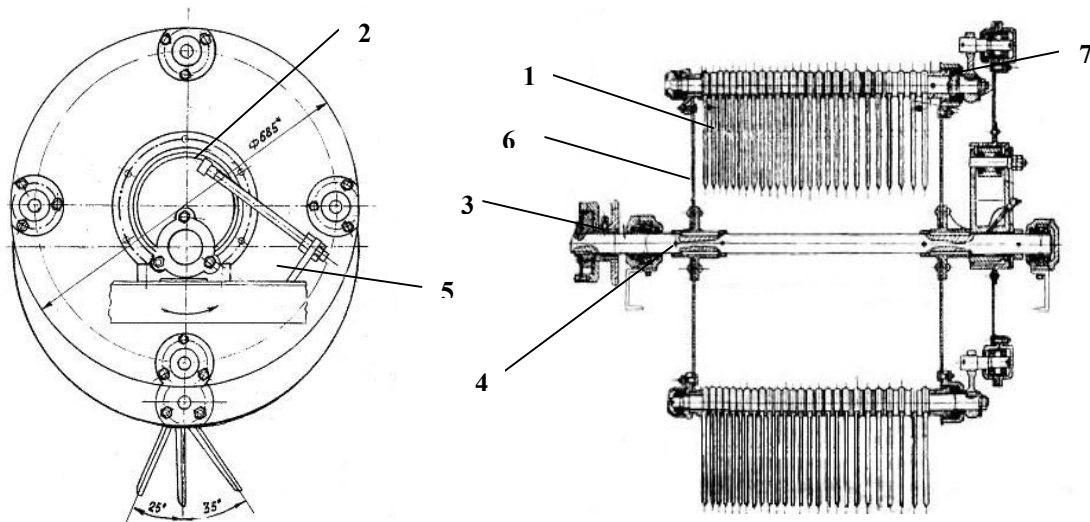


Рис. 1. Обчисувальний барабан гребеневого типу:
1 – гребінь; 2 – ексцентрик; 3 – обгінна муфта; 4 – вал барабана;
5 – диск направляючий; 6 – диск барабана; 7 - поводок

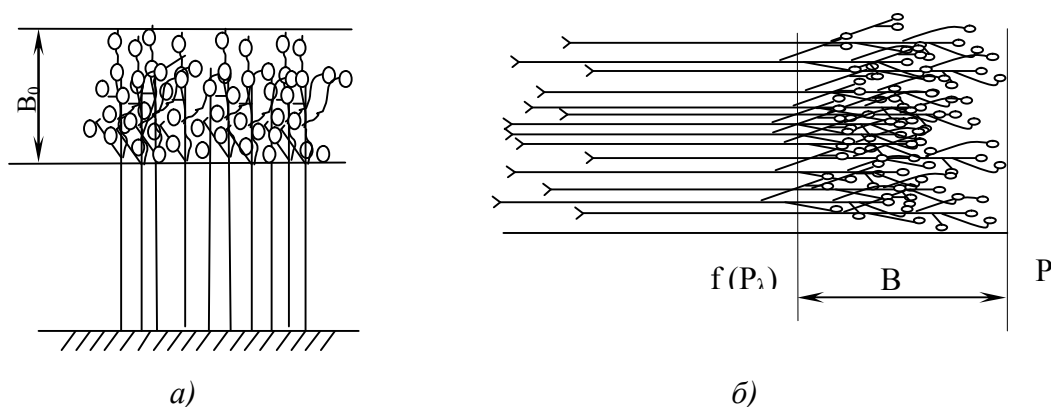


Рис. 2. Зона розташування насінневих коробочок:
а) – у стеблостой; б) – у стрічках розстилу

На ширину зони коробочок B у стебловій стрічці рис. 2 б впливає ширина зони розташування коробочок у стеблостой B_0 рис. 2 а, та розтягнутість стебел за комлем, яка утворюється під час брання

їх бральними та розстилання у стрічки розстилу апаратами льонозбиральних машин

Зона розташування насінневих коробочок у стеблостій утворюється у кінці вегетації рослин та залежить від біологічних особливостей сорту льону-довгунця. У високорослих стеблах з висотою 85-110 см цей показник становить не менше 25 см, середньорослих з висотою 75-90 см не менше 15 см, а у низькорослих з висотою стебел 30-40 см не менше 10 см. [5]. На висоту рослин також впливає агротехніка вирощування льону-довгунцю. У першу чергу це підготовка ґрунту до посіву, його вирівняності та глибина заробки насіння у ґрунт під час посіву.

Насіння потрібно висівати на однакову глибину 4 мм. Те насіння, яке висівається глибше встановленої норми сходять пізніше, тому довжина рослини з них буде менша ніж у інших рослин.

Із зростанням розтягнутості стебел за комлем у стрічках розстилу відповідно зростає ширина зони насінневих коробочок у стрічках.

$$B = B_0 + \Delta l$$

де $\Delta l = \lambda l$ – розтягнутість вибраних стебел у стрічках

У результаті багаторічних досліджень характеристики стеблостою льону встановлено, що ширина B_0 залежить від висоти стебел і варіює у межах 20-35 см. [6] Відмічаємо, що відносно розтягнутості Δl залежить від висоти брання (таблиця 1).

Таблиця 1 – Вплив висоти брання стебел льону на ступінь розтягнутості

h (см)	12	15	17	20	22	25	30
λ	0,87	0,61	0,50	0,38	0,32	0,26	0,18

Як бачимо на зону розташування коробочок у стрічках розстилу окрім біологічних нерегульованих факторів та регульованих агротехнічних також впливає і розтягнутість стебел за комлем. Розтягнутість залежить від висоти вибирання стебел, а саме висоти захвату їх бральними пасами. При збільшенні висоти вибирання розтягнутість зменшується.

Повертаючись до робочого процесу обчисувального апарату відзначаємо, що гребні повинні прочісувати всю зону стеблової стрічки де знаходяться коробочки. Ширина активної зони обчисуючого апарату дорівнює відстані a між точками заходу і виходу зубців із шару стебел рис. 3. Ця відстань повинна бути більшою або дорівнювати зоні розташування коробочок в стебловій стрічці.

$$a = D \sin 45^\circ,$$

де D – діаметр барабана.

У гребеневого обчісувального апарату встановленого на льонопідбирачі молотарці ПМЛ-1 діаметр барабана $D=60$ см. Відповідно ширина активної зони обчісуючого апарату a становитиме 42,4 см

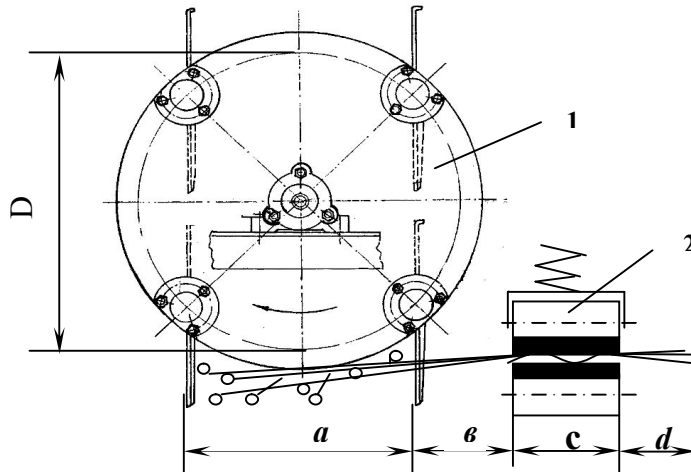


Рис. 3. Схема розташування обчісувального барабану відносно затискного транспортера: 1 – обчісувальний барабан, 2 – затискний транспортер

Для якісної роботи обчісувального апарату повинна виконуватись умова, ширина зони насінневих коробочок B повинна бути меншою за ширину активної зони a . Ширина стрічки L з урахуванням всіх конструктивних параметрів установки обчісувального апарату відносно затискного транспортера та з урахуванням розтягнутості стебел за комлем визначаємо за формулою

$$L = a + b + c + d,$$

де, a - ширина активної зони гребенів обчісувального апарату, b – ширина мертвої зони, c – ширина затискного паса, d – довжина гузиревої частини стебел у стрічках.

Ширина мертвої зони b у апаратів гребеневого типу приймається такою, щоб зубці не зачіпали за затискний транспортер. Ширину мертвої зони b у льонопідбирачі-молотарці ПМЛ-1 прийнято 6 см. У затискному транспортері використовуються паси ЛКВ-08003 ширина яких складає 14,0 см. Довжина гузиревої частини стебел у стрічці, яка забезпечить утримання стебел між пасами повинна становити мінімум 10-12 см.

Висновки. Стебла у стрічках розстилу сформованих льонобральними машинами розташовуються нерівномірно, мають певну розтягнутість за комлем яка впливає на формування ширини зони насінневих коробочок. Ширина активної зони у обчісувальних апаратів гребеневого типу становить 42,5 см. Конструктивне розташування обчісувального апарату гребеневого типу відносно затискного транспортера дозволяє відокремлювати насіннєві

коробочки у стебловій стрічці, коли відстань від комлів до початку коробочок не менше 32 см.

Література

1. Хайлис Г.А.. Льноуборочные машины / Г.А. Хайлис, Н.Н. Быков, В.М. В.Н. Бухаркин, Г.К. Васильев, Б.П. Можаров./– М.: Машиностроение, 1985. – 232
2. Болотов И.Н. Комплексная механизация возделывания и уборки льна-долгунца / И.Н. Болотов, А.А. Козырева, П.К. Кондрашук, А.А. Крылов, В.А. Толковский, Г.А. Хайлис / – М.: Сельхозиздат. 1962. – 355 с.
3. Макаев В.І. Результати робіт зі створення льнопідбирача-молотарки / В.І. Макаев // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. статей.– Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 2006 – Вип. 14. – С. 137-144.
4. ОСТ 70.8.9-80 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для уборки льна. Программа и методы испытаний – Взамен ОСТ 70.8.9–74.–М.: Производственно-издательский отдел ЦНИИТЭИ, 1986 – 47 с.
5. Багнюк Н.В., Визначення висоти зони розташування насінневих коробочок стеблостою льону / Н.В. Багнюк, Л.В. Сичук, С.В. Ягелю / Сільськогосподарські машини. – Луцьк: ЛНТУ. – 2009. – № 15 – С. 9-13.
6. Макаев В.І. Результати розробки вальцьового молотильного апарата для льнопідбирача-молотарки / В.І. Макаев / Вісник Сумського НАУ – Суми: Вид-во СНАУ, 2001. – Вип. 7 – С. 43-48.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТДЕЛЕНИЯ СЕМЕННЫХ КОРОБОЧЕК ОТ СТЕБЛЕЙ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Макаев В.И.

Аннотация - представлены исследования отделения семенных коробочек от стеблей льна-долгунца, разостланных у ленты, льноподбирателем-молотилкой ПМЛ-1 путем обчесывания обчесувальним аппаратом гребенного типа.

THE RESEARCH OF HROCESS OF SEPARATION OF SEED-CASES FROM LONG-FIBRED FLAX STALKS

V. Makayev

Summary

Researches of separation of seed-cases from long-fibred flax stalks which are spread in ribbons with the help of the threshing machine of PML-1 by means of separation are presented here.

УДК 631.333

УМОВИ РОБОТИ ФРЕЗЕРНО-ЛОПАТЕВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КОМПСТОГОТУВАЛЬНОЇ МАШИНИ У ФАЗІ РОЗВАНТАЖЕННЯ

Ковязин О.С., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-24-36

Ляшенко О.О., інженер

Інститут механізації тваринництва УААН

Тел. (061) 286-53-23

Анотація – отримано теоретичні рівняння, що розкривають характер силових навантажень, які виникають у процесі взаємодії матеріалу з фрезерно-лопатевими робочими органами компостоготувальної машини у фазі розвантаження.

Ключові слова – фрезерно-лопатевий робочий орган, фаза розвантаження, максимальна швидкість руху компостоготувальної машини.

Постановка проблеми. Обґрунтування та вибір раціональних параметрів фрезерно-лопатевих робочих органів компостоготувальної машини потребує дослідження умов їх роботи у фазі розвантаження для визначення кінематичних обмежень та енергетичних затрат.

Аналіз останніх досліджень. Основні конструкційні особливості робочих органів компостоготувальної машини та результати теоретичних досліджень впливу конструктивних і режимних параметрів викладені в роботах [1-3]. Але цими працями не розкрита динаміка взаємодії з матеріалом фрезерно-лопатевих робочих органів компостоготувальної машини. У роботі [4] отримані теоретичні залежності, що описують взаємодію з матеріалом робочих органів компостоготувальної машини у фазі завантаження. Ця стаття є логічним продовженням роботи [4].

Формулювання цілей статті. Метою роботи є теоретичне описання взаємодії з матеріалом робочих органів у фазі розвантаження для визначення конструктивно-технологічних параметрів компостоготувальної машини.

Основна частина. Процес взаємодії лопаті компостоготувальної машини з матеріалом можна умовно розділити

k_3 – коефіцієнт заповнення міжлопатевого простору.

Тоді тривалість фази розвантаження

$$t_3 = \frac{\alpha_3 + \alpha_4}{\omega}. \quad (4)$$

Визначимо максимальну швидкість руху машини, при якій буде можливе розвантаження матеріалу на скребковий транспортер. Розглянемо найбільш несприятливий випадок: частинка матеріалу знаходиться зверху лопаті (рис. 2). Ця частинка під дією сили тяжіння за час дії фази розвантаження повинна встигнути покинути лопать.

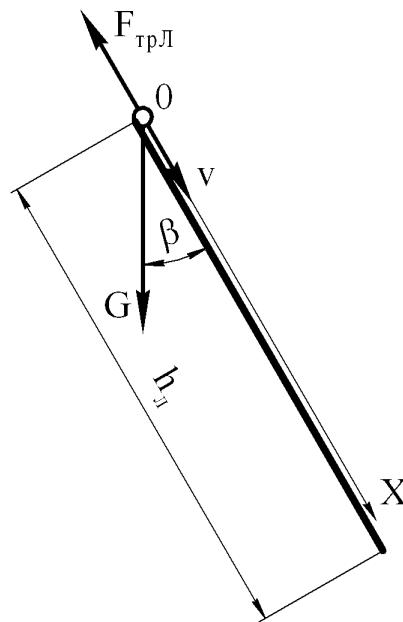


Рис. 2. Розрахункова схема для фази розвантаження

На частинку діятимуть наступні сили:

- 1) сила тяжіння $G = mg$;
- 2) сила тертя частинки об лопать

$$F_{трЛ} = fmg \sin \beta,$$

де f – коефіцієнт тертя матеріалу по робочих органах машини;

β – кут нахилу приймальної плити до горизонту.

Введемо систему координат OX , початок якій знаходиться зверху лопаті, і складемо диференціальне рівняння руху частинки

$$x'' = g(\cos \beta - f \sin \beta).$$

Вирішивши це рівняння, використовуючи початкові умови (при $t = 0$ $x_0 = 0$, $v_0 = 0$), одержимо

$$x = \frac{gt^2}{2} (\cos \beta - f \sin \beta). \quad (5)$$

Для того, щоб частинка зійшла з лопаті, повинна виконуватись умова

$$x = h_l, \quad (6)$$

де h_l – довжина лопаті.

Підставивши вирази (1), (2) і (3) в (4), а одержаний вираз і (6) в (5), матимемо

$$v_{max3} = \left(\arccos \frac{r}{R} + \arcsin \frac{c}{R} \right) n (R^2 - r^2) k_3 \frac{\sqrt{g(\cos \beta - f \sin \beta)}}{\sqrt{8h_l B k_h}}. \quad (7)$$

Для прийнятих параметрів ($n = 2$, $r = 0,27$ м, $R = 0,63$ м, $c = 0,15$ м, $f = 0,8$, $h_l = 0,12$ м, $\beta = 30$ град., $k_3 = 0,7$, $k_h = 4$, $B = 2,35$ м) максимальна швидкість руху машини для фази завантаження $v_{max3} = 0,144$ м/с.

Для забезпечення мінімальної енергоємності процесу весь захоплений лопатями матеріал повинен поступити на транспортер, тобто частина матеріалу, що зійшла з лопаті, буде дорівнювати нулю. При цьому механічна енергія не витратиться на захоплення і переміщення тієї частини матеріалу по приймальній плиті, яка, так чи інакше, все одно не потрапить на транспортер, а зійде з лопаті. Ця частина матеріалу буде підхоплена наступною лопаттю.

Тому необхідно забезпечити такі режими роботи машини, при яких у фазах завантаження і переміщення не буде руху матеріалу від центру ротора, тобто не перевищувати критичні швидкості руху машини для цих фаз, менша з яких і лімітуватиме максимальну швидкість руху машини.

Крім того, зважаючи на необхідність забезпечення розвантаження матеріалу на транспортер, існує обмеження за швидкістю (7).

Таким чином, максимальна швидкість руху машини буде рівна меншій з критичних фазових швидкостей або максимальній швидкості фази розвантаження.

Висновки. Визначено вплив на максимальну допустиму швидкість руху компостоготувальної машини для фази розвантаження геометричних і кінематичних параметрів машини, а також фізико-механічних властивостей матеріалу.

Встановлено, що для прийнятих параметрів ($n = 2$, $r = 0,27$ м, $R = 0,63$ м, $c = 0,15$ м, $f = 0,8$, $h_l = 0,12$ м, $\beta = 30$ град., $k_3 = 0,7$, $k_h = 4$, $B = 2,35$ м) максимальна швидкість руху машини для фази завантаження $v_{max3} = 0,144$ м/с.

Література

1. Змішувально-завантажувальний орган компостоприготувальної машини: Декл. пат. на корисну модель № 8399. Україна. МКІ В65G 65/20 / О.О.Ляшенко. - № 2004097291; Заявлено 06.09.2004; Опубл. 15.08.2005, Бюл. № 8. – 3 с. іл.

2. *Ляшенко А.А.* Об особенностях кинематики рабочих органов фрез для погрузки навоза / А.А. Ляшенко, А.И. Сорокин // Науч.-техн. бюлл. ЦНИПТИМЭЖ. – Запорожье: Тип. изд-ва «Коммунар», 1984. Вып. 20. – С. 55-67.
3. *Шевченко І.А.* Теоретичний аналіз впливу конструктивних і режимних параметрів робочих органів на продуктивність компостоготувальної машини / І.А. Шевченко, О.О. Ляшенко // Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві: Зб. наук. праць Інституту механізації тваринництва Української академії аграрних наук. – Запоріжжя: ІМТ УААН, 2008. – Вип. 1. – С. 3-11.
4. *Ляшенко О.О.* Теоретичне дослідження процесу змішування компонентів за допомогою компостоготувальної машини / О.О. Ляшенко, О.С. Ковязин // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип. 8. – Т. 6. – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – С. 127-134.

УСЛОВИЯ РАБОТЫ ФРЕЗЕРНО-ЛОПАСТНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КОМПОСТОПРИГОТОВИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ В ФАЗЕ РАЗГРУЗКИ

Ковязин А.С., Ляшенко А.А.

Аннотация - получены теоретические уравнения, которые раскрывают характер силовых нагрузок, возникающих в процессе взаимодействия материала с фрезерно-лопастными рабочими органами компостоприготовительной машины в фазе разгрузки.

TERMS OF WORK OF MILLING-BLADES WORKERS ORGANS OF COMPOST PREPARATION MACHINES IN THE UNLOADING PHASE

O. Kovyazin, O. Lyashenko

Summary

Theoretical equalizations, which expose character of the power loadings which arise up in the process of material co-operation with the milling-blades working organs of compost preparation machine in the unloading phase, are got.

УДК 637.134

АНАЛІЗ СИЛ, ЩО ДІЮТЬ НА ЖИРОВУ КУЛЬКУ ПІД ЧАС ГОМОГЕНІЗАЦІЇ

Самойчук К.О., к.т.н.,

Паляничка Н.О., аспірант*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(06192) 42-13-06

Анотація – проаналізовані сили, що діють на жирову кульку під час гомогенізації в протитечійно-струменевому гомогенізаторі і винайдене рівняння руху жирової кульки.

Ключові слова – гомогенізація, жирова кулька, сили, молоко.

Постановка проблеми. Одним з найбільш енергоємних операцій в лініях виробництва молочних продуктів є гомогенізація. З 60-х р.р. минулого століття конструкція типового клапанного – найбільш ефективного гомогенізатора майже не змінилася. Основною причиною відсутності високоефективного обладнання для гомогенізації з низькими енерговитратами є відсутність єдиної теорії гомогенізації, що пояснюється труднощами безпосереднього спостереження процесу дроблення жирових кульок внаслідок мікроскопічних розмірів жирових часток та високих швидкостей їх руху.

Аналіз останніх досліджень. Узагальнення результатів досліджень гомогенізаторів з найвищим ступенем подрібнення жирової фази – клапанних і пульсаційних, дало підстави стверджувати, що визначальна роль в цьому процесі належить різниці швидкості між жировою кулькою та оточуючою плазмою [1]. З точки зору потенціалу збільшення цих швидкостей проаналізовано існуючі конструктивні рішення апаратів для гомогенізації і найбільш перспективними визнано пристрої для протитечійно-струменевої гомогенізації. Теоретичне і експериментальне обґрунтування параметрів таких пристроїв практично відсутнє. Тому необхідно проаналізувати сили, що діють на жирову кульку під час гомогенізації в протитечійно-струменевому гомогенізаторі для розробки моделі процесу.

Основна частина. При русі молока, яке являє собою дисперсійну фазу (плазма) та дисперсну фазу (жирові кульки), виникають умови, коли швидкість жирової кульки v_k відрізняється від швидкості оточуючої її дисперсійної фази v_l . Між ними виникає різниця швидкостей $\vec{u} = \vec{v}_l - \vec{v}_k$. Розглянемо рух потоку плазми молока і визначимо сили, що діють на жирову кульку, яка знаходиться у цьому потоці для випадку коли швидкість жирової частки v_k більше швидкості потоку v (рис. 1) [2, 3]. Радіус кривизни лінії току несучої фази, на якій розташований центр ваги частки позначимо R . Рівняння руху жирової кульки представимо таким чином [2, 3]

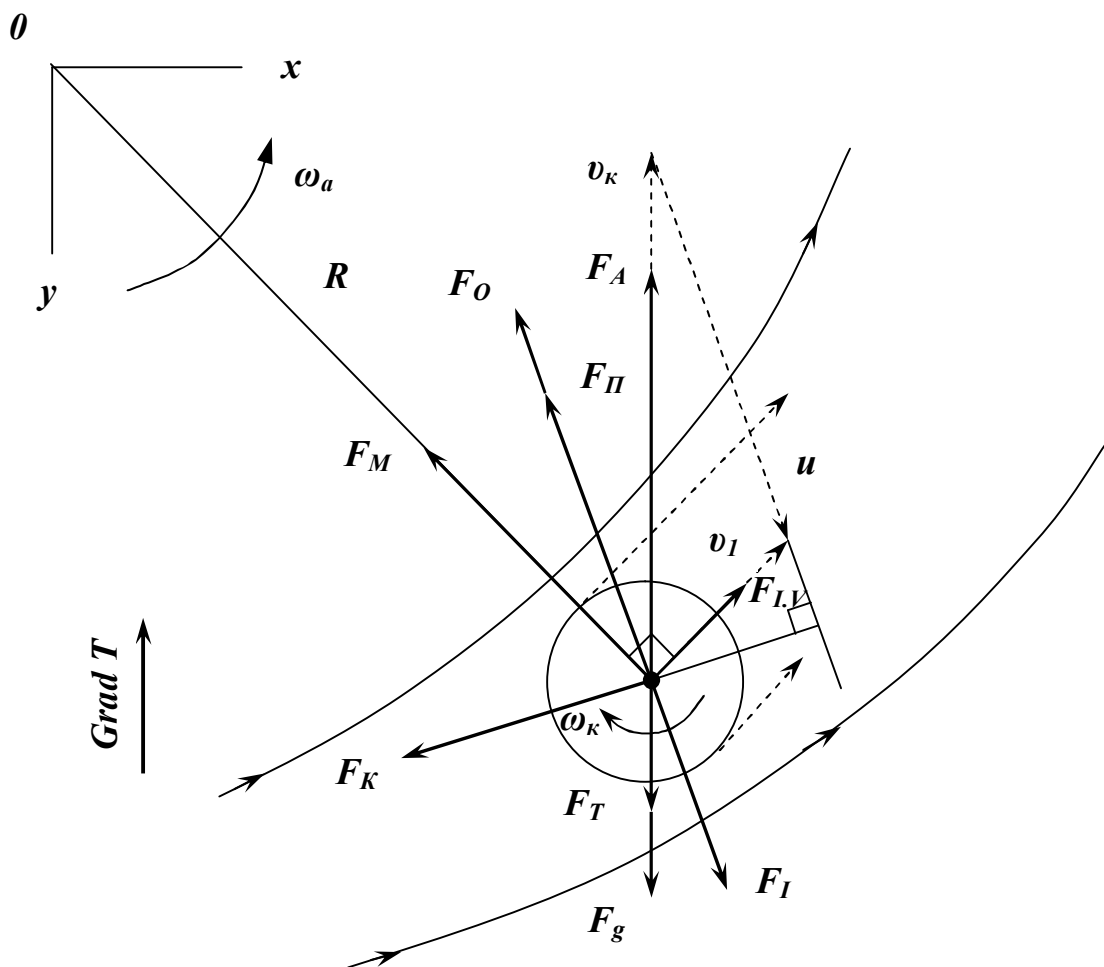


Рис. 1. Схема сил, що діють на жирову кульку

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}_O + \vec{F}_M + \vec{F}_K + \vec{F}_I + \vec{F}_g + \vec{F}_A + \vec{F}_П + \vec{F}_T, \quad (1)$$

де m – маса жирової кульки, кг;

\vec{v} – вектор швидкості руху частки, м/с;

\vec{F}_O – сила опору жирової частки, Н;

\vec{F}_M – сила Магнуса, Н;

\vec{F}_K – сила Коріоліса, Н;

\vec{F}_I – сила інерції, Н;

\vec{F}_g – сила ваги жирової частки, Н;

\vec{F}_A – сила Архімеда, Н;

\vec{F}_Π – сила, потрібна для розгону приєднаної маси частки, Н;

\vec{F}_T – сила термофореза, Н.

Сила опору руху \vec{F}_O завжди спрямована в сторону, протилежну вектору швидкості відносного руху жирової частки [3]

$$\vec{F}_O = -\frac{1}{2} \rho_{nl} S_m C_x (v - v_K) |v - v_K|, \quad (2)$$

де ρ_{nl} – густина плазми, кг/м³;

S_m – площа міделієвого перерізу частки, м²;

C_x – коефіцієнт опору.

Коефіцієнт опору – величина змінна, що залежить від числа Рейнольдса, Re для частки

$$Re = \frac{\rho_{nl} |v - v_K| d_K}{\mu_{nl}}, \quad (3)$$

де d_K – діаметр частки жиру, м;

μ_{nl} – коефіцієнт динамічної в'язкості плазми, Па·с.

$$C_x = C_x^* C_{x0}, \quad (4)$$

де C_x^* – коефіцієнт, що враховує внутрішньокапельний циркуляційний рух;

C_{x0} – коефіцієнт опору частки – твердого аналога.

Зазвичай використовується емпірична формула

$$C_{x0} = \frac{c_f}{\sqrt{Re}}. \quad (5)$$

де c_f – емпіричний коефіцієнт, що залежить від числа Рейнольдса.

Вплив внутрішньокапельного циркуляційного руху на опір частки характеризується постійною Чао [3]

$$Ch = (2 + 3 \frac{\mu_{жс}}{\mu_{nl}}) / (1 + \sqrt{\frac{\mu_{жс} \rho_{жс}}{\mu_{nl} \rho_{nl}}}), \quad (6)$$

де $\mu_{ж}$ – коефіцієнт динамічної в'язкості жиру, Па·с;

$\rho_{ж}$ – густина молочного жиру, кг/м³.

В реальному потоці (з нерівномірним розподілом полів швидкості плинину) частка може здійснювати обертальний рух відносно власного центра мас. В цьому випадку на частку діє сила Магнуса, що спрямована під прямим кутом до напрямку руху частки

$$F_M = \frac{1}{8} \pi^2 d_k^3 \rho_{ж} (v - v_k) \omega_k, \quad (7)$$

де ω_k – кутова швидкість обертання жирової кульки, рад/с.

$$\omega_k = \omega_a \left[1 - \exp\left(\frac{-60 \mu_{ж} t}{d_k^2 \rho_{ж}}\right) \right], \quad (8)$$

де ω_a – кутова швидкість обертання потоку плазми відносно центру кривизни лінії плинину, рад/с.

З аналізу останнього рівняння можна зробити висновок про те, що кутова швидкість обертання частки мало відрізняється від кутової швидкості потоку в тому ж місці при відсутності частки [3].

Сила Коріоліса діє перпендикулярно вектору відносної швидкості потоку і її напрямок залежить від співвідношення швидкостей частки та плазми

$$F_K = -2m\omega_a(v - v_k). \quad (9)$$

Сила інерції \vec{F}_I складається з сил інерції, що обумовлені реакцією частки на зміну швидкості плазми: $\vec{F}_{I,V}$ і тангенціальної сили інерції $\vec{F}_{I,T}$

$$F_{I,V} = m \frac{d(v - v_k)}{dt}. \quad (10)$$

$$F_{I,T} = -2m\omega_a v. \quad (11)$$

$$F_I = m \frac{d(v - v_k)}{dt} - 2m\omega_a v. \quad (12)$$

$$F_g = -mg. \quad (13)$$

Викривлення течії при обтіканні частки приводить до появи сили, необхідної для прискорення приєднаної маси

$$F_{II} = \zeta m \frac{d(v - v_k)}{dt}, \quad (14)$$

де ζ – коефіцієнт приєднаної маси.

Для часток, розмірами менше 2...10 мкм помітного впливу набувають сили термофорезу, що переміщують частку в бік менших

значень температури в нерівномірно нагрітому потоці

$$F_T = -\frac{4,5\pi\mu_{nl}^2 d_k}{\rho_{nl} T} \left(\frac{\lambda}{2\lambda + \lambda_T} \right) grad T, \quad (15)$$

де T – температура частки;

λ – довжина вільного пробігу часток плазми, м;

λ_T – відношення вільного пробігу часток плазми до радіусу жирової частки.

Внутрішньокапельний циркуляційний рух істотно впливає на краплю малов'язкої рідини [3] і для жирової кульки є малою величиною внаслідок великого значення в'язкості молочного жиру.

Для випадку зіткнення струменів отримані поля швидкостей потоків у зоні їх співударяння [4]. Визначено, що безпосередньо перед лінією розділу потоків величина швидкості знижується в центрі струменя і на краях, причому величина зниження становить до 15%. Тому окружна швидкість потоку і жирової кульки є малою величиною. Відповідно до цього нехтуємо силами Коріоліса, Магнуса і тангенціальною силою інерції.

Сила ваги повністю скомпенсована Архімедовою силою.

Сила термофорезу внаслідок невеликого градієнту температур по перерізу потоку струменів [4, 3] також є малою величиною.

Таким чином істотний впливу на жирову кульку мають сили опору, інерції, ваги і приєднаної маси

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{1}{2} \rho_{nl} S_m C_x (v - v_K) |v - v_K| + m \frac{d(v - v_K)}{dt} + \zeta m \frac{d(v - v_K)}{dt}. \quad (16)$$

Висновки. Основна відмінність отриманого рівняння від відомих раніше полягає в істотному впливі сили прискорення приєднаної маси. Коефіцієнт ζ набуває значення від 0,5 для недеформованої частки до 10 для диску, що рухається перпендикулярно до своєї площини. Отже загальна сила, що діє на частку жиру, буде істотно більше за ті, що розраховані базуючись лише на силі опору.

Література

1. *Самойчук К.О.* Обґрунтування параметрів та режимів роботи протитечійно-струменевого гомогенізатора молока: автореф. дис. на получ. науч. звання канд. техн. наук : спец. 05.18.12 "Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних і фармацевтичних

- виробництв " / К.О. Самойчук. – Донецьк, 2008. – 20 с.
2. *Дейч М.Е.* Газодинамика двухфазных сред/ М.Е. Дейч, Г.А. Филиппов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 472 с.
3. Теверовский Е.Н. Перенос аэрозольных частиц турбулентными потоками/ Е.Н. Теверовский. Е.С. Дмитриев – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 160 с.
4. Процессы переноса во встречных струях / Эльперин И.Т., Мельцер В.Л., Павловский Л.Л., Енякин Ю.П. – Минск: Наука и техника, 1972. – 216 с.

АНАЛІЗ СИЛ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЖИРОВОЙ ШАРИК ПРИ ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА

Самойчук К.О.

Аннотация – проанализированы силы, которые действуют на жировой шарик в процессе гомогенизации молока в противоточно-струйном гомогенизаторе и выведено уравнение движения жирового шарика.

ANALYSIS OF FORCES THAT INFLUENCE FAT GLOBULE DURING THE OPPOSITE-FLOW STREAM HOMOGENIZATION OF MILK

K. Samoichuk

Summary

The forces that influence fat globule during homogenization of milk in the opposite-flow stream homogenizator are analyzed and the equation of motion of the fat globule is grounded

УДК 677. 11. 021

МАТЕМАТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ СЛАНКОГО ЛЛЯНОГО ВОЛОКНА

Євтушенко В.В., к.т.н.

Херсонський національний технічний університет

Тел/факс +38(0552)517172

Анотація – робота присвячена дослідженню факторів, які найбільше впливають на міцність лляного волокна, одержаного шляхом росяного мочіння. Використання математичного апарату регресійного аналізу дозволяє прогнозувати властивості вихідного продукту.

Ключові слова – плющення, хімічні композиційні препарати, розривне навантаження.

Постановка проблеми. Для одержання лляного волокна з високими показниками якості необхідно всебічно вдосконалити його первинну переробку. Первинна переробка льону включає сукупність процесів і операцій, спрямованих на видалення волокна або лубу з його стебел. Щоб видалити волокно із стебел льону, спочатку необхідно одержати тресту. Останнім часом в Україні застосовують досить простий механізований спосіб одержання трести шляхом росяного мочіння.

Але відомо, що цей процес має ряд недоліків. Основним недоліком є велика залежність тривалості процесу і якості волокна від погодних умов. У результаті одержується неоднорідне за фізико-механічними властивостями волокно, що має низьку якість.

Залишаються не розглянутими багато питань щодо вирівнювання фізико-механічних властивостей лляного волокна в процесі розстилу. Зазвичай волокно з досить високою гнучкістю і відокремлюваністю під час обробки за існуючими технологіями втрачає свою природну міцність. Недосконалість існуючих технологій післязбиральної обробки льону призводить до значних втрат уже виробленої продукції і зниження її якості.

Все це свідчить про доцільність проведення досліджень, спрямованих на ефективне вирішення проблем одержання лляного волокна з високими показниками якості, які б забезпечували його подальше використання в різних галузях народного господарства України.

Аналіз останніх досліджень. Проблема одержання якісного лляного волокна шляхом росяного мочіння займає значне місце у

наукових працях вчених України та інших країн [1-4]. Існують різні підходи до вирішення питань підвищення якості лляного волокна, тому вивчення найбільш ефективних прийомів удосконалення процесу розстилу залишається досить актуальним. Для обробки соломи застосовують різноманітні хімічні препарати, активовану воду, грибкові закваски тощо.

Для того, щоб отримати якісне лляне волокно, необхідно під час росяного мочіння застосувати комплексну хімічну і механічну обробку, яка збільшувала б однорідність морфологічних параметрів за всією довжиною стебел лляної соломи. Попередніми дослідженнями встановлено позитивний вплив плющення стебел лляної соломи та її обробки розчинами хімічних композиційних препаратів на якість лляного волокна [5]. Математичний опис даного процесу дозволить одержати модель, що об'єднує вхідні характеристики процесу та характеристики готового волокна.

Формулювання цілей статті. Використовуючи математичну модель процесу або об'єкта, можна прогнозувати властивості вихідного продукту, оцінити ступінь впливу вхідних факторів з метою розробки схеми контролю і стабілізації факторів, що мають найбільший вплив, а також здійснити оптимізацію процесу. Отже, завданням даної роботи є дослідження факторів, які мають найбільший вплив на міцність сланкого волокна за допомогою математичних розрахунків.

Основна частина. Якість лляного волокна значною мірою залежить від його міцності, яка характеризується розривним навантаженням. Від значення цього показника залежить стабільність процесів подальшої переробки лляного волокна. Міцне волокно краще перероблюється, з нього можна отримати якісну пряжу і тканину. Тіпаний льон із сланкої трести відрізняється від льону, отриманого іншими способами, більш темним кольором, кращою подільністю, однак має меншу міцність і більшу неоднорідність за міцністю і кольором [3].

Тому під час планування експерименту вихідною характеристикою якості лляного волокна вибрано його розривне навантаження. Недоліком однофакторних методів дослідження є та обставина, що залишаються невиявленими ефекти взаємодії факторів, які характеризують їх спільний вплив. Проведення досліджень із застосуванням рототабельного планування і аналізу експерименту дозволяє уникнути більшості труднощів, що притаманні однофакторним методам дослідження [7].

Найбільш коректним є проведення експерименту за допомогою апріорного ранжування факторів, що ґрунтується на ранговій кореляції, для вивчення зміни властивостей волокна в динаміці перетворення лляної соломи в тресту.

Визначення і обґрунтування основних факторів, що впливають на міцність волокна, необхідно для розробки технології його первинної переробки.

Під час вивчення властивостей волокна було проаналізовано накопичені на цей час результати досліджень та статистичну інформацію за даною проблемою [1-6]. Досліджувались 8 вхідних факторів ($k = 8$), які підлягали ранжуванню з урахуванням ступеня їх впливу на міцність волокна, одержаного шляхом розстилу лляної соломи, а саме: X_1 – концентрація зволожуючого агента; X_2 – вологість сировини; X_3 – відокремлюваність лляного волокна від деревини; X_4 – гнучкість лляного волокна; X_5 – температура; X_6 – вміст костриці; X_7 – довжина волокна; X_8 – розщеплюваність лляного волокна.

Матрицю рангів наведено в табл. 1.

Таблиця 1 - Матриця апріорного ранжування

m	Фактори ($k = 8$)								$T = \sum(t_i^3 - t_j)$
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	
1	1,0	5,0	3,5	2,0	6,0	7,0	3,5	8,0	6,0
2	1,0	7,0	5,0	2,5	4,0	2,5	6,0	8,0	6,0
3	4,5	3,0	1,5	4,5	6,5	6,5	1,5	8,0	2,0
4	1,0	5,0	3,5	2,0	6,5	8,0	3,5	6,5	4,0
$\sum_1^m a_{ij}$	7,5	209,0	13,5	11,0	23,0	24,0	14,5	30,5	$\sum T_j = 18$
Δi	-10,5	2,0	-4,5	-7,0	5,0	6,0	-3,5	12,5	-
$(\Delta i)^2$	110,3	4,0	20,3	49,0	25,0	36,0	12,3	156,3	$S = 413$

Згідно з наведеними даними обчислено коефіцієнт конкордації:

$$\omega = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (k^3 + k) - m \sum_1^m T_j} = \frac{12 \cdot 413}{16 \cdot (512 - 8) - 4 \cdot 8} = 0,62 \quad (1)$$

Оскільки величина коефіцієнта конкордації відмінна від нуля, можна вважати, що між окремими факторами існує істотний зв'язок. Крім того, різними дослідниками фактори ранжуються неоднаково (ω істотно відрізняється від одиниці). Значимість коефіцієнта конкордації перевіряли за χ^2 -критерієм:

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot S}{m \cdot k \cdot (k + 1) - \frac{1}{k-1} \sum_1^m T_j} = \frac{12 \cdot 413}{4 \cdot 8 \cdot (8 + 1) - \frac{1}{8-1} \cdot 18} = 17,36 \quad (2)$$

За табличними даними знаходимо, що для 5%-го рівня значимості при числі ступенів свободи $f = 8 - 1 = 7$ $\chi^2_{\text{табл.}} = 14,067$ [7].

У зв'язку з тим, що табличне значення χ^2 -критерію менше, ніж розрахункове, можна з 92%-ою довірчою ймовірністю стверджувати,

що думки дослідників стосовно ступеня впливу факторів узгоджуються у відповідності з коефіцієнтом конкордації $\omega = 0,62$. Це дозволяє побудувати середню апріорну діаграму рангів для факторів, що розглядаються (рис. 1).

За результатами проведеного повного факторного експерименту було відібрано п'ять найбільш значимих факторів, що займають на діаграмі п'ять перших місць: концентрація зволожуючого агента; вологість сировини; відокремлюваність лляного волокна від деревини; гнучкість лляного волокна; температура.



Рис. 1. Апріорна діаграма рангів

Визначення факторів і ступеня їх впливу на міцність волокна дозволило розробити стратегію теоретичного й експериментального дослідження з пошуку оптимальних умов процесу первинної переробки лляного волокна.

Проведений теоретичний аналіз дозволив визначити домінуючі змінні фактори – концентрацію зволожуючого агента і вологість сировини, що займають на діаграмі два перших місця і найбільше впливають на міцність.

Визначення залежності зміни розривного навантаження від цих двох факторів здійснено за допомогою повного факторного експерименту.

Умови проведення повного факторного експерименту (ПФЕ) типу 2^2 наведено в табл. 2.

У табл. 3 представлено матрицю планування ПФЕ 2^2 . З метою уникнення похибки від неврахованих факторів порядок проведення дослідів було рандомізовано.

Кожний дослід проводився 3 рази, що дає можливість одержання оцінки дисперсії відтворення дослідів, яка обчислюється за формулою:

$$S_u^2 y = \frac{1}{m-1} \sum_{v=1}^m (y_{uv} - \bar{y}_u)^2, \quad (3)$$

де m – повторюваність дослідів, $m = 3$;

v – номер стовпця для y .

Таблиця 2 - Умови проведення експерименту

Фактори	Рівні варіювання			Інтервал варіювання
	- 1	0	+1	
C – концентрація зволожуючого агента, X_1 , г/л	0,4	0,5	0,6	0,1
W – вологість сировини, X_2 , %	60	70	80	10

Для перевірки однорідності дисперсії застосовуємо критерій Кохрена, розрахункове значення якого визначаємо за формулою:

$$G_R = \frac{S_{u \max}^2 y}{\sum_{u=1}^N S_u^2 y} \quad (4)$$

Розрахункове значення $G_R = 0,42$ порівнюємо з табличним значенням G_T [7], яке визначаємо в залежності від числа дослідів у матриці N , числа ступенів свободи дисперсії $f \{S_u^2\} = m - 1$ і для прийнятої довірчої ймовірності P_d . У даному випадку $N = 1$; $f = 3 - 1 = 2$; $P_d = 0,95$. Табличне значення критерію Кохрена $G_T = 0,680$ [98]. Оскільки $G_R < G_T$, то дисперсія має нормальний закон розподілення.

Розрахунок коефіцієнтів регресії повного факторного експерименту проводився згідно з співвідношенням:

$$b_o = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N Y_u; \quad b_i = \sum_{u=1}^N X_{iu} Y_u / N; \quad b_{ij} = \sum_{\substack{u=1 \\ i \neq j}}^N X_{iu} X_{ju} Y_u / N \quad (5)$$

У результаті ПФЕ одержано рівняння регресії, яке в кодованому вигляді можна записати таким чином:

$$Y = 14,68 - 0,93X_1 + 0,43X_2 + 0,13X_1X_2 \quad (6)$$

Для визначення статистичної значимості використаємо співвідношення:

$$S_{bi}^2 = S_y^2 / N \cdot m, \quad (7)$$

де m – число дослідів, що повторюються.

$$S_y^2 = \frac{k \sum_{i=1}^4 R_i}{4} = \frac{0,52(0,5 + 0,4 + 0,2 + 0,6)}{4} = 0,22, \quad S_y^2 = 0,05$$

де k – коефіцієнт, що визначається з урахуванням числа спостережень;

R_i – різниця між мінімальним і максимальним значенням результатів у i -ому досліді.

Виходячи з цього $S_{bi}^2 = 0,05 / 4 \cdot 3 = 0,004$.

Довірчий інтервал для коефіцієнтів рівняння регресії визначаємо за допомогою співвідношення:

$$\Delta b_i = \pm t^c \cdot \sqrt{S_{bi}^2}, \quad (8)$$

де t^c – критерій Стьюдента.

Для дослідів першого порядку довірчий інтервал коефіцієнтів регресії Δb_i однаковий для всіх коефіцієнтів. Відповідно для рівня значимості 0,05 значення критерію Стьюдента $t^c = 4,30$, а $\Delta b_i = 0,27$.

Абсолютна величина коефіцієнта X_1X_2 рівняння регресії менша від довірчого інтервалу. Отже, цей коефіцієнт є незначимим, тому його можна не враховувати. Тоді рівняння регресії буде мати вигляд:

$$Y = 14,68 - 0,93X_1 + 0,43X_2 \quad (9)$$

Для перевірки адекватності рівняння використовуємо критерій Фішера і визначаємо значення вихідного розрахункового показника u_p по моделі.

Дисперсію неадекватності $S_{ад}^2$, яка є кількісним показником адекватності рівняння, визначаємо із залежності:

$$S_{ад}^2 = \sum_{u=1}^N (y_p - y_u)^2 / (N - k - 1), \quad (10)$$

де y_p – розрахункове значення;

y_u – значення по матриці планування;

k – число значимих коефіцієнтів регресії, які включено до скорегованої математичної моделі.

Розрахункове значення критерію Фішера

становить: $F_{роз} = \frac{S_{ад}^2}{S_y^2} = \frac{0,062}{0,048} = 1,31$.

При довірчій ймовірності 0,95 – $F_{табл} = 9,28$.

Розрахункове значення критерію менше, ніж табличне, тому гіпотеза про адекватність одержаного рівняння не відхиляється.

Зв'язок іменованих і кодованих величин виражається формулою:

$$X_i = \frac{c_i - c_{oi}}{\varepsilon}, \quad (11)$$

де X_i – кодоване значення фактору;

c_i і c_{oi} – натуральні значення фактору (поточне значення і значення на нульовому рівні);

ε – натуральне значення інтервалу варіювання фактору (Δc).

Для полегшення практичних розрахунків виконаємо перетворення рівняння регресії, враховуючи формули переходу до іменованих величин:

$$X_1 = \frac{c - 0,5}{0,1} ; \quad X_2 = \frac{w - 70}{10} \quad (12)$$

В іменованих величинах рівняння буде мати вигляд:

$$P_p = 16,32 - 9,30c + 0,04w \quad (13)$$

Розрахункові значення збігаються з експериментальними. Так, наприклад, при вологості $w = 80\%$ і концентрації зволожуючого агента $c = 0,6$ г/л, згідно з рівнянням 13 розривне навантаження $P_p = 14,18$ даН, а під час експерименту одержана величина 14,30 даН.

Графічно вплив концентрації зволожуючого агента і вологості сировини на розривне навантаження лляного волокна представлено на рис. 4.

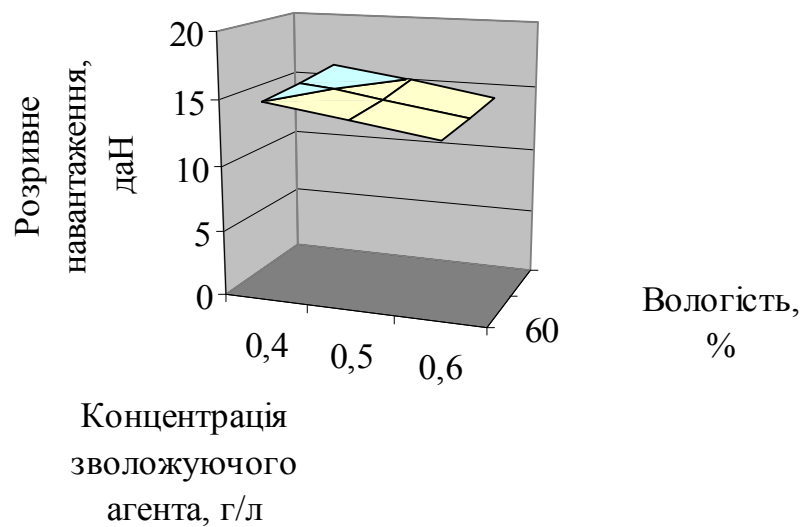


Рис. 4. Залежність розривного навантаження лляного волокна від концентрації зволожуючого агента і вологості сировини

Аналізуючи одержану діаграму, можна зробити висновок, що при концентрації зволожуючого агента 0,5 – 0,6 г/л і вологості сировини 60 – 70 % показник розривного навантаження лляного волокна має оптимальне значення.

Висновки. Використовуючи методи статистичного аналізу, визначено основні фактори – концентрацію зволожуючого агента, вологість сировини, відокремлюваність лляного волокна від деревини, гнучкість лляного волокна, температуру повітря, які мають суттєвий вплив на якість лляного волокна, одержаного шляхом розстилу стебел лляної соломи. Для практичного використання побудовано залежності, які дозволяють визначити вплив концентрації зволожуючого агента і вологості сировини на розривне навантаження лляного волокна та оптимізувати процес росяного мочіння.

Література

1. *Круглий Д.Г.* Прогнозування якісних змін льняної сировини під час розстилання / Д.Г. Круглий, Ф.Б. Рогальський, Г.А. Тіхосова // Легка промисловість. – 2000. – №3. – С. 53.

2. Семченко В.І. Встановлення залежності між фізико-механічними властивостями льняної трести та катоніном / В.І. Семченко, Л.А. Чурсіна, О.В. Павленко // Легка промисловість. – 2000. – №2. – С. 58.
3. Зубов Ф.Б. Неодолежка снижает качество тресты / Ф.Б. Зубов // Лен и конопля. – 1964. – №10. – С. 16.
4. Сеньков А.М. Вихід і якість волокна залежно від різних строків, способів збирання льону-довгунця та внесення вуглеамонійних солей (ВАС) / А.М. Сеньков, П.І. Нинько, В.І. Рожко // Науковий вісник НАУ. – 1999. – №13. – С. 211 – 214.
5. Марков В.В. Первичная обработка льна и других лубяных культур: Учебник для сред. спец. учеб. Заведений / В.В. Марков. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 376 с.
6. Євтушенко В.В. Вплив плющення стебел льняної соломи на інтенсифікацію процесу розстилу / В.В. Євтушенко // Проблеми легкої і текстильної промисловості: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції (4 – 5 жовтня 2005 р.). – Херсон, Херсонський нац. тех. ун-т, 2005. – С. 264.
7. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследований механико-технологических процессов текстильной промышленности / А.Г. Севостьянов. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 392 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФАКТОРОВ, КОТОРЫЕ ВЛИЯЮТ НА КАЧЕСТВО СЛАНКОГО ЛЛЯНОГО ВОЛОКНА

Євтушенко В.В.

Аннотация – работа посвящена исследованию факторов, которые больше всего влияют на прочность лляного волокна, полученного путем того, что росистого мочит. Использование математического аппарата регрессионного анализа позволяет прогнозировать свойства исходного продукта.

MATHEMATICAL GROUND OF FACTORS WHICH INFLUENCE ON DURABILITY OF SLANKOGO FIBREMA

V. Evtushenko

Summary

Work is devoted research of factors, which most influence on durability of лляного fibre, got by dewy wet. The use of mathematical vehicle of regressive analysis allows to fo.

УДК 634.2.004.12-035.27

ВПЛИВ ІНТЕНСИВНОСТІ ЗАМІСУ ТІСТА ДЛЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ НА ЙОГО ЯКІСТЬ

Фалько О.Л., к.т.н.,

Миронова Н.О.

*Донецький національний університет економіки та торгівлі імені
Михайла Туган-Барановського*

Тел. (062) 304-50-46

Анотація – у статті подано результати експериментальних досліджень по визначенню впливу інтенсивності замісу тіста на його якість з метою визначення оптимальних параметрів процесу.

Ключові слова – заміс тіста, макаронні вироби, властивості тіста.

Постановка проблеми. В ході проведення попередніх експериментальних досліджень на макаронному пресі були виявлені зміни, які відбувалися у тісті для макаронних виробів при його замісі. Тому з'являється необхідність проведення дослідження з встановленням основних закономірностей впливу вологості тіста, тривалості замісу, частоти оберту місильної лопаті.

Метою даної статті є встановлення впливу інтенсивності замісу тіста для макаронних виробів на його якість.

Основна частина. Для виявлення змін, що відбуваються у тісті для макаронів при замісі провели попередні дослідження, у яких перевіряли вплив на структурно-механічні властивості різних взаємозалежних факторів режиму замісу: вологості тіста (від 30 до 32,5 через кожні 0,5%); тривалості замісу (від 20 до 25 хв.); частоти оберту місильної лопаті (90, 115, 180 об/хв).

Тісто замішували на експериментальній установці, що забезпечує зазначену інтенсивність замісу.

Тістозмішувач і прес мають водяні рубашки, по яких циркулює вода температурою близько 45°C, що надходить із термостата ТС-16.

Для замісу тіста використовували воду температурою 60° С. Для кожного замісу в тістозмішувач завантажували 3 кг борошна, вологість якої попередньо визначали на приладі ВНИИХП- ВЧ.

У дослідженнях застосовували борошно - крупку із твердої пшениці з наступними показниками, %: зольність - 0,74; вміст сирови

клейковини- 30,2; вологоємність -174. Стискальність клейковини на ПЭК- 3А встановила 92 од. приладу.

При змішуванні борошна й води утворювалася маса, яка потім проходила під тиском через відповідні матриці із щілинним профілем при надлишковому тиску близько 70 кгс/см^2 , яке сприяло додатковій обробці, що утворюється після замісу тіста й доданню йому пружно-в'язко-пластичних властивостей. Міцність та пластичність сирих виробів визначали на спеціальному приладі. Пластинки тіста, які випресовувалися із матриці необхідної форми й розмірів захоплювалися спеціальними затисками та розтягувалися. За показаннями мілівольтметра визначали руйнівне навантаження P і розраховувалася межа міцності σ .

Крім того, за відносним подовженням зразка визначали зміну пластичності тіста.

Заміси здійснювали при різних частотах оберту, вологості тіста (W) і тривалості замісу (τ): при $n = 90 \text{ об/хв}$ τ замісу - 5, 10, 15, 20 і 25 хв.; при 115 об/хв - 3, 5, 10, 12,5, 15 і 20 хв.; при 180 об/хв - 2, 3, 6, 10 і 15 хв.

Встановлено, що при збільшенні вологості тіста при будь-якій частоті оберту вала зменшується міцність сирих виробів і збільшується їх пластичність.

Залежність міцності та пластичності макаронних виробів від вологості тіста прямолінійна.

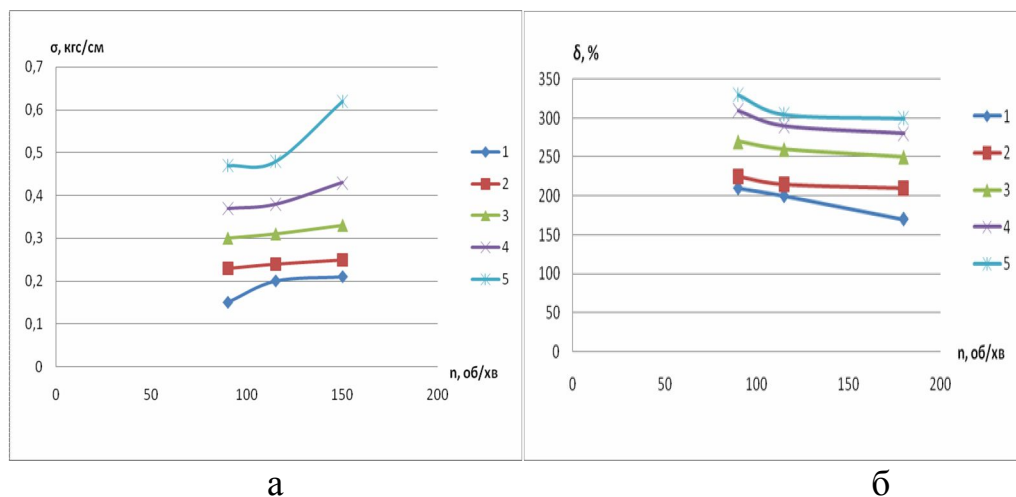


Рис. 1 Графік впливу вологості тіста на реологічні властивості сирих макаронних виробів:

а – на міцність; б – на пластичність; 1,2,3,4,5 вологість тіста відповідно: 30;30,5; 31; 31,5; 32%

Із графіків (рис. 1) видно, що зі збільшенням вологості тіста при будь-якому числі оберту вала тістозмішувача пластичність сирих виробів зростає. Зі збільшенням тривалості замісу їх міцність спочатку зростає, досягаючи максимуму, потім починає падати (рис 2).

Найбільша міцність спостерігається при вологості тіста 30%, найменша - при 32%. Відповідно, чим більше вологість тіста, тим більше зростають його пластичні властивості. Однак вести заміс при низькій вологості небажано, тому що це викликає збільшенню шорсткості виробів при їх пресуванні. При високій вологості виробів виходить занадто пластичне тісто, яке деформується в процесі сушіння виробів при розташуванні їх на бастунах.

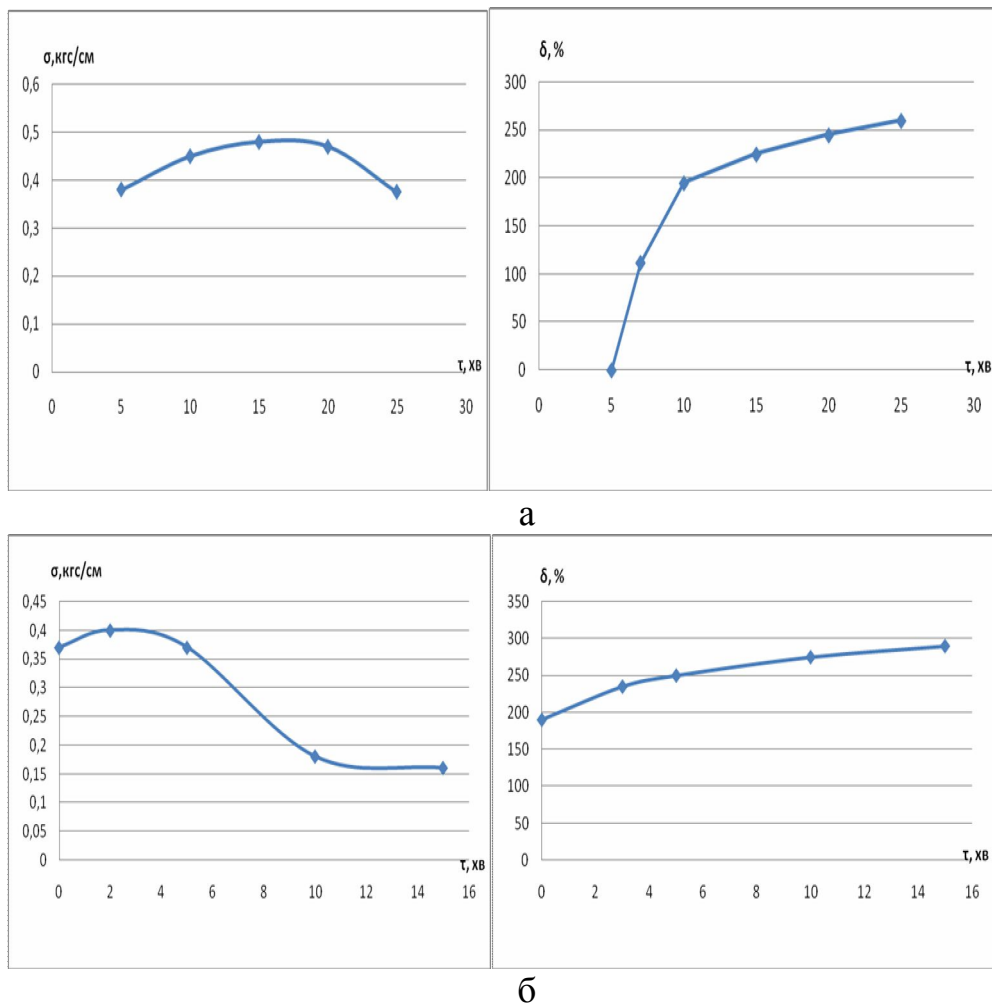


Рис. 2 Графік впливу тривалості замісу тіста на міцність та пластичність сирих макаронних виробів:

а і б – частота обертів місильної лопаті 90 та 180 об/хв;
вологість тіста 30,0 і 31%

Дослідним шляхом виявлена певна залежність міцності сирих макаронних виробів від інтенсивності замісу при різній вологості тіста.

Тривалість замісу зменшується зі збільшенням вологості тіста. Порівнюючи залежність тривалості замісу тіста від його вологості при різних числах обертів, видно, що чим більше n , тим тривалість замісу менше, тобто збільшення частоти оберту вала сприяє прискоренню процесу тістоутворення (рис 3). Так, при $W = 30\%$ тривалість замісу тіста при 90 об/хв становить приблизно 17, при 115 об/хв -15, при 180 об/хв - 4 хв. При вологості 32% оптимальна тривалість замісу при 90 об/хв близько 6, при 115 об/хв - 3, при 180 об/хв - 2 хв.

Зі збільшенням вологості властивості міцності погіршуються. Чим менше інтенсивний заміс, тим міцність отриманих сирих виробів менше. Пластичні властивості при цьому збільшуються; - для менш тривалого замісу при більших числах обертів пластичність виробів менше. Це пов'язано зі змінами в білках тіста. Значну роль відіграє дисульфідний обмін, що сприяє, цілком ймовірно, її зміцненню.

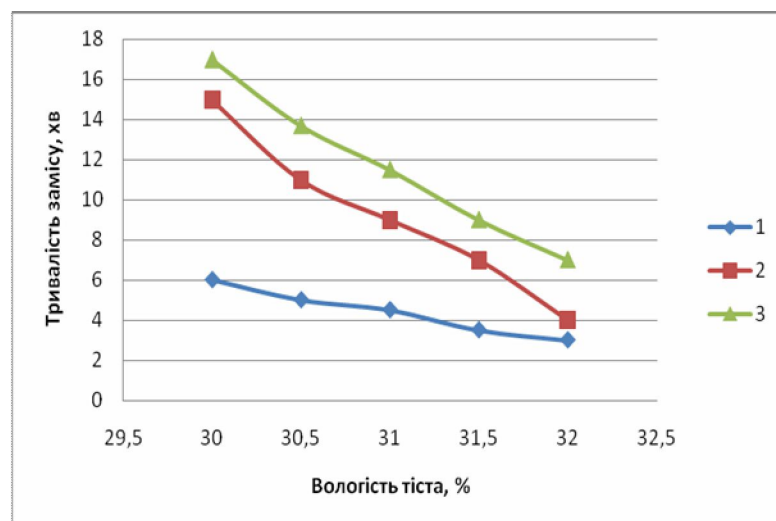


Рис. 3 Графік залежності тривалості замісу тіста від його вологості при різній частоті оберту місильного органу:1;2;3 – частота місильного органу відповідно 90,115,180 об/хв.

Зі збільшенням числа обертів збільшується міцність і зменшується пластичність виробів, причому, чим більше вологість, тим менше ці зміни.

Висновки. Таким чином, можна констатувати, що вплив інтенсивності замісу тіста макаронних виробів на його якість має важливе значення у харчовій промисловості для отримання якісного продукту.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є визначення оптимальних параметрів процесу пресування макаронних виробів, що дозволить підвищити якість отриманої продукції.

Література

1. Хромеевков В.М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик / В.М. Хромеевков. – СПб.: ГИОРД, 2003 – 496 с.
2. Драгилев А.И. Технологические машины и аппараты пищевых производств / А.И. Драгилев, В.С. Дроздов. – М.: Колос, 1999. – 376.
3. Медведев Г.М. Технология макаронного производства / Г.М. Медведев. – М.: Пищевая промышленность, 2003. – 399 с.
4. Чернов М.Е. Справочник по макаронному производству / М.Е. Чернов, Г.М. Медведев, В.П. Негруб. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 304
5. Стадник І.Я. Пристрій для визначення реологічних властивостей тіста / І.Я. Стадник, В.Я. Федів, І.О. Лісовенко // Хранение и переработка зерна.-2008,№10.-с 77-78.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ЗАМЕСА ТЕСТА ДЛЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ЕГО КАЧЕСТВО

Фалько О.Л., Миронова Н.О.

Аннотация – у статті подані результати експериментальних досліджень по визначенню впливу інтенсивності замеса теста на його якість з метою визначення оптимальних параметрів процесу.

INFLUENCE OF INTENSITY OF PREMIX OF DOUGH IS FOR PASTAS ON HIS QUALITY

A. Falko, N. Mironova

Summary

In the article the results of experimental researches are given on determination of influence of intensity of premix of dough on his quality with the purpose of determination of optimum parameters of process.

УДК 664.8.375:635

ЗМІНЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛОДІВ КАБАЧКІВ У ПРОЦЕСІ ЗАМОРОЖУВАННЯ І ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ

Тарасенко В.Г., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42-13-06

Анотація – у роботі приводяться результати досліджень зміни фізико-механічних та біохімічних властивостей плодів кабачків у процесі їх заморожування та подальшого зберігання

Ключові слова - заморожування, деформація, сухі речовини, вологовіддача, цукор, аскорбінова кислота, титрована кислотність

Постановка проблеми. Плоди кабачків традиційно використовують у якості сировини для вітчизняної кулінарії та консервної промисловості, їх вживають в смаженому, тушкованому, маринованому та засоленому виді, з них виготовляють кабачкову ікру. Їх споживають проти ожиріння і накопичення холестерину.

При розробці та обґрунтуванні раціонального способу тривалого зберігання кабачків у замороженому вигляді суттєва частина питань виникає при дослідженнях ступеню збереження найбільш характерних для даного виду овочів показників та властивостей, як фізико-механічних так і біохімічних.

Аналіз останніх досліджень. Доведено, що низькотемпературне заморожування викликає значні зміни фізико-механічних властивостей та вмісту компонентів біохімічного складу плодів [1, 2]. При цьому основна частина змінень відбувається безпосередньо при заморожуванні. Саме при цьому різко сповільнюється швидкість хімічних реакцій, максимально придушується життєдіяльність, інгибується діяльність мікрофлори. У динаміці тривалого зберігання також спостерігаються подібні зміни.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися на сорті кабачків „Грибовський“ – районаному сорті Півдня України. Проби і досліди проводилися у такі терміни: перед заморожуванням (свіжі плоди), зразу ж після заморожування (0 місяців зберігання) і через 3 та 6 місяців зберігання.

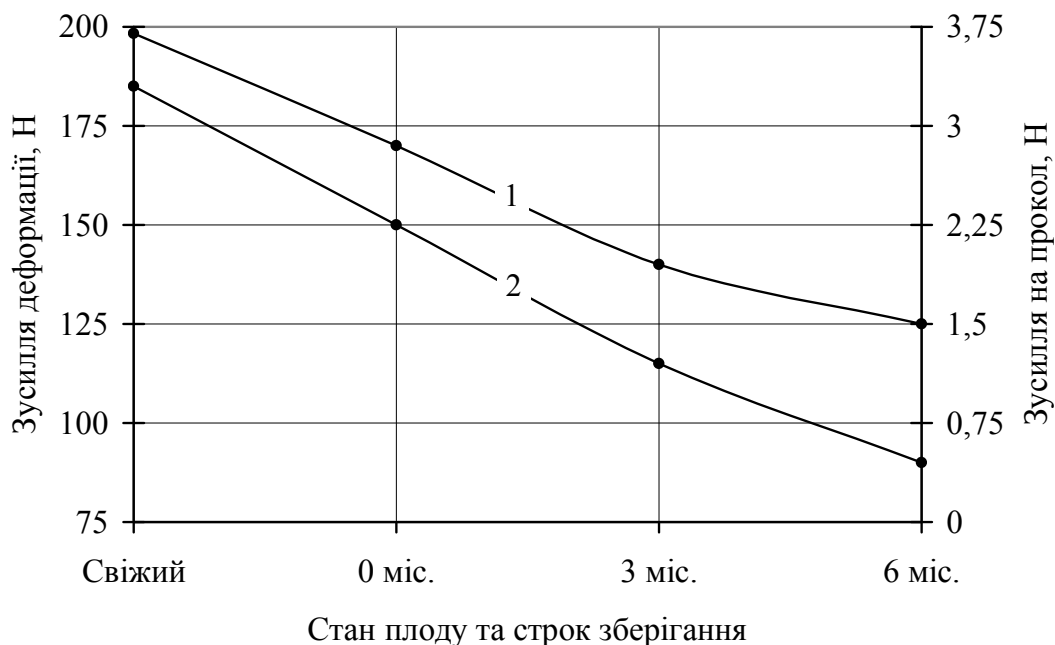
Визначення зусилля деформації та зусилля на прокол проводилося за методиками та на приладах приведених у [3].

Біохімічний склад плодів кабачків визначався по загальноприйнятих методиках: титрована кислотність по ГОСТ 28561 – 90, загальний вміст цукру ГОСТ 27198 – 87, вміст аскорбінової кислоти – йодометричним методом.

Фіксовані гістологічні зрізи рослинної тканини товщиною 100...120мкм одержані на мікротомі досліджувались на мікроскопі МИКМЕД-1 з Web камерою Mustek Weam 300 за методикою [5].

Результати досліджень. Різкі зміни температури, тривале перебування у замороженому стані впливають на твердість продукту, його пружні властивості. Взаємозв'язок фізико-механічних характеристик, об'єднаних у загальне поняття „консистенція“ характеризується показником „зусилля на прокол“. Звичайно для більшості плодів овочів і фруктів в міру дозрівання і підвищення ступеня зрілості від незрілих плодів до плодів споживчого ступеня зрілості твердість (або зусилля на прокол) знижується. Для кабачків по мірі визрівання цей показник збільшується, але слід зазначити, що плоди кабачків вживають на стадії зав'язі (віком від 7 до 12 днів) коли вони ще практично не мають шкірочки тому цей показник знаходиться на невисокому рівні.

Вплив заморожування та послідууючої дефростації на опір плоду стисканню та зусилля на прокол представлені на рисунку 1.



1 – зусилля допустимої деформації; 2 – зусилля на прокол

Рис. 1. Зміни фізико-механічних показників плодів кабачків при заморожуванні та у динаміці зберігання

Як видно з графіків, і зусилля деформації і зусилля на прокол при заморожуванні та зберіганні до 3-х місяців зменшуються у практично лінійній залежності до значень, що складають 62 і 52% від відповідних показників свіжого продукту.

При зберіганні від 3-х до 6-ти місяців темп зменшення показників дещо уповільнюється і в кінці шостого місяця зберігання їх значення складають відповідно 49 і 41% від зусилля деформації та зусилля на прокол свіжого плода.

Важливим показником продукції є аскорбінова кислота. Саме вона активно реагує на дію низьких температур, окислюючись до дегідроаскорбінової кислоти, а потім і дикетогулонової кислоти.

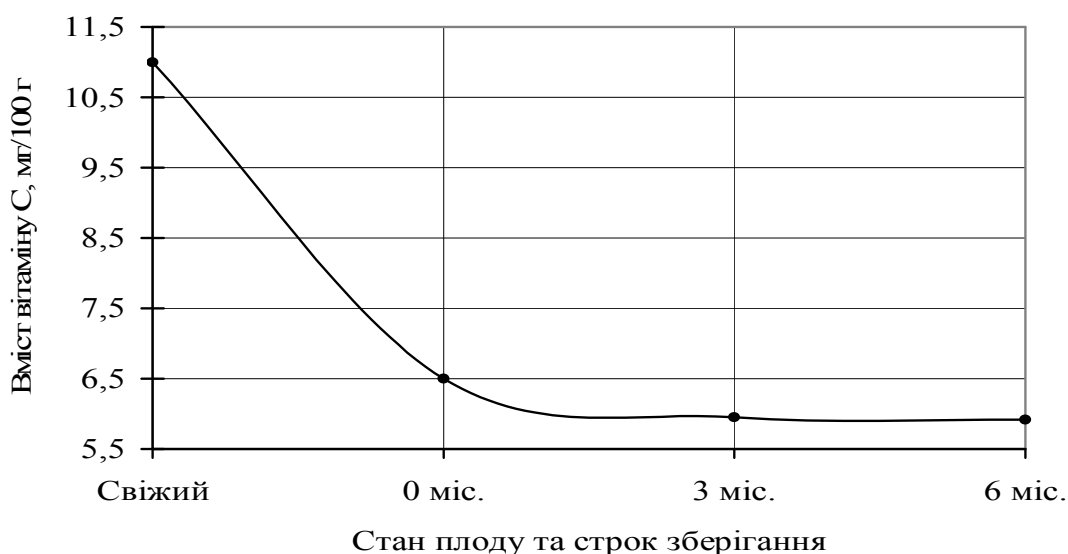


Рис. 2 – Аскорбінова кислота при заморожуванні та зберіганні

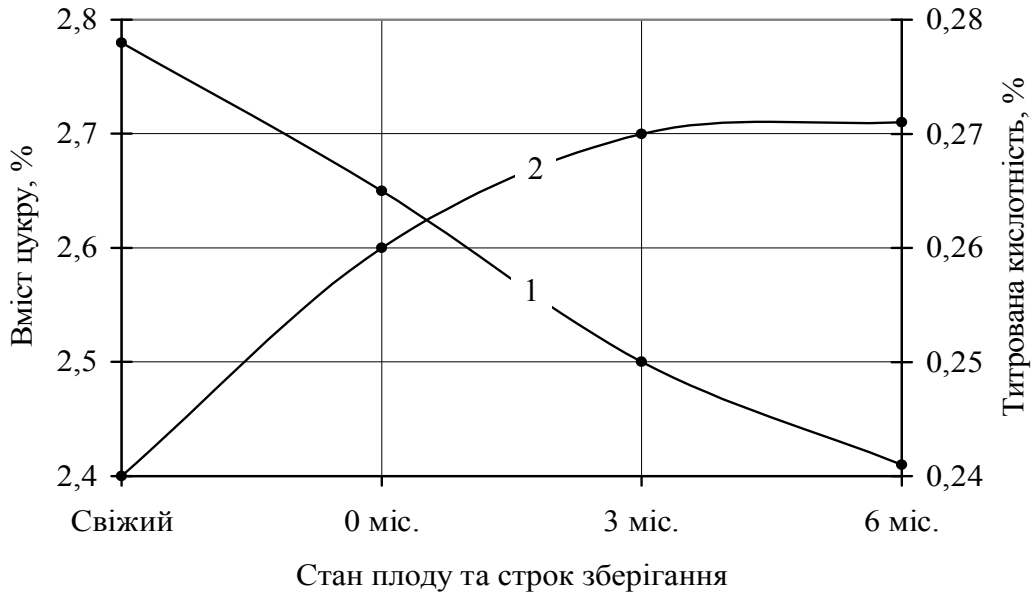
У процесі заморожування втрати її були значними і склали близько 40%. У динаміці збереження вміст цього вітаміну знижувався менш інтенсивно, за три місяці вміст аскорбінової кислоти знизився ще на 6% і до кінця 6-го місяця зберігання практично не змінювався.

Встановлено, що смакові якості овочів у значній мірі визначають співвідношення вмісту цукру і титрованих кислот.

На даний час не існує єдиної думки про вплив низькотемпературного заморожування на вміст цих компонентів. Результати дослідження зміни цих показників для кабачків представлені на рисунку 3 і повністю підтверджують матеріали наведені в роботі [2].

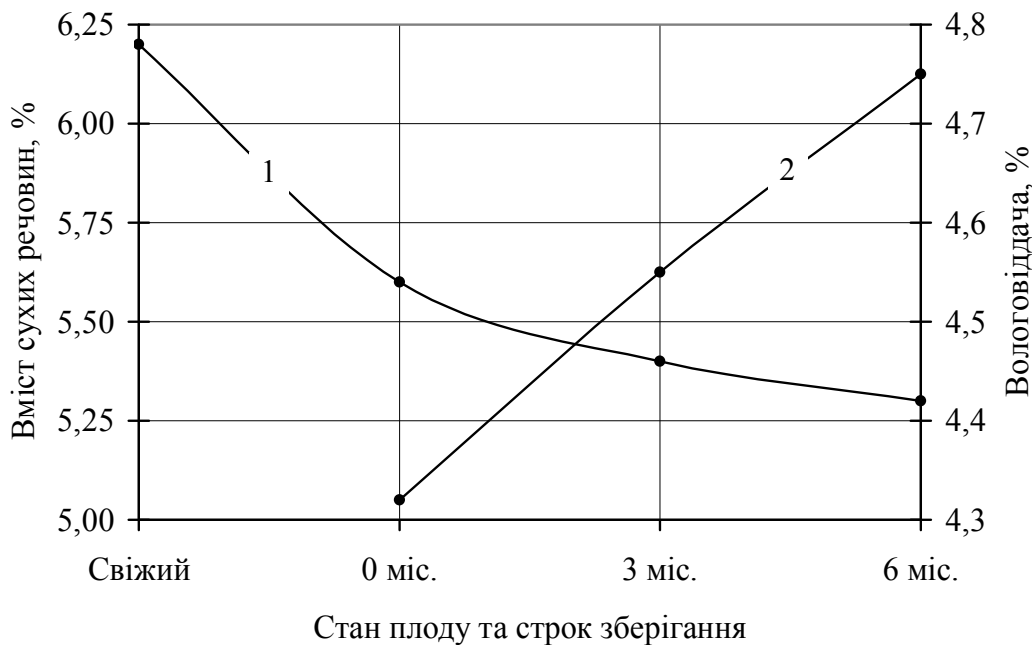
Згідно з нашими дослідженнями у свіжих плодах кабачків вміст загального цукру був на рівні 2,8%; титрована кислотність – у межах 0,24 мг/100 г. Відразу ж після заморожування відзначалося зниження вмісту загального цукру – до 2,65% ; на кінець 3-го місяця зберігання – до 2,5% і після 6 місяців вміст цього компонента досягав 2,4%

(тобто близько 85% відносно свіжого продукту). Ці зміни можна пов'язати з окисними процесами, що відбуваються в замороженій продукції.



1 – вміст цукру; 2 – вміст титрованих кислот

Рис. 3. Цукор і титровані кислоти у динаміці зберігання



1 – вміст сухих речовин; 2 – вологовіддача

Рис. 4. Зміни вмісту сухих речовин і показника вологовіддачі у динаміці зберігання

Титрована кислотність підвищилася відразу ж після заморожування на 8,3%. У динаміці збереження тенденція до підвищення зберігалася і до кінця 3-го місяця збереження вона склала до 12,5% відносно свіжих кабачків. Між третім і шостим місяцем зберігання вміст титрованих кислот залишився незмінним.

Великий інтерес викликає дослідження зміни у процесі заморожування та подальшого зберігання вмісту сухих речовин і показника вологовіддачі, представлені на рисунку 4.

Як видно з графіків, у процесі заморожування плоди кабачків втрачають 0,6% сухих речовин (тобто у відносному вимірі близько 10% їх масової частки у свіжому продукті).

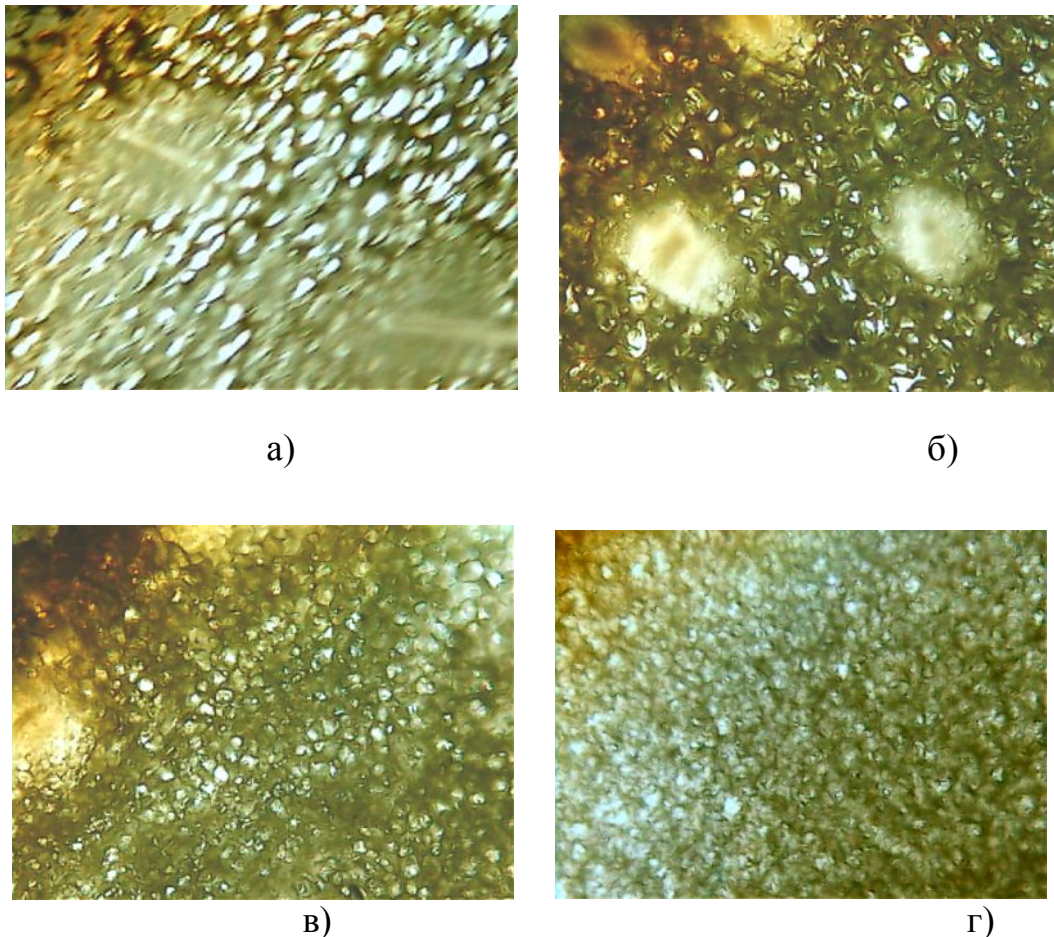


Рис. 5. Структура клітин кабачка: а) свіжого; б) свіжозамороженого; в) після 3-х місяців зберігання; г) після 6-ти місяців зберігання

Протягом перших трьох місяців зберігання втрати склали ще 0,2% (тобто ще на 3,2%) і на кінець шостого місяця вміст сухих

речовин знизився до 5,3%, тобто плід кабачка втратив близько 15% від їх вмісту у свіжому вигляді.

Показник вологовіддачі для свіжозамороженого продукту склав 4,32%, після трьох місяців зберігання він підвищився до 4,55% і на кінець шостого місяця досяг значення 4,75%. Спостерігається пряма лінійна залежність росту даного показника.

На рисунку 5 представлені мікрофотографії тканин свіжого, замороженого та дефростованого після 3-х і 6-ти місяців зберігання кабачка

Як видно з рисунка, тканина свіжих кабачків складається з клітин продовгуватої форми, форма клітин не деформована. Мікроструктура тканин свіжозаморожених кабачків незначно відрізняється від свіжих, але одні клітини більш розширені, інші здавлені, що пояснюється, на наш погляд, тим, що кристали льоду, які утворилися в міжклітинниках, здавили клітини. Найбільші зміни відбулися в тканині кабачків після 3-х місяців зберігання, форма клітин змінилася, їх розміри стали більш дрібними. Клітини тканин кабачків після 6-ти місяців зберігання практично не змінилися відносно клітин після 3-х місяців зберігання. Встановлено, що найбільш значні зміни в тканині кабачків відбулися після 3-х місяців зберігання, надалі тканини кабачків залишаються без змін.

Висновки. Таким чином, проведені дослідження дозволили встановити, що заморожування, як і всякий інший спосіб тривалого збереження, викликає зниження показників якості продукції, але, і харчова і дієтична цінність заморожених плодів кабачків залишається на досить високому рівні. Слід також відмітити, що і після 6 місяців зберігання є можливість одержання якісної продукції.

Література

1. Буденко С.Ф. Фізико-механічні властивості баклажанів, перцю, кукурудзи молочно-воскової стиглості і сливи до і після заморожування. / С.Ф. Буденко, В.Ф. Ялпачик, Н.П. Загорко та інші Праці / Таврійська державна агротехнічна акад. 2001. - вип. 2, Т. 18.- С. 101-109.
2. Буденко С.Ф. Біохімічний склад плодів баклажанів у процесі заморожування і тривалого зберігання / С.Ф. Буденко, В.Ф. Ялпачик // Вісник львівського державного аграрного університету. Агроінженерні дослідження №8 – Львів, 2004. С. 259-265.
3. Буденко С.Ф., Прилади для визначення фізико-механічних властивостей плодів при заморожуванні і тривалому збереженні / С.Ф. Буденко, В.Ф. Ялпачик, Н.П. Загорко, Л.М. Кюрчева //Праці Таврійська державна агротехнічна академія. Вип. 18. – Мелітополь: ТДАТА, 2004. С.78-81.

4. *Кюрчева Л.Н.* Изменение свойств винограда при длительном хранении в замороженном виде / Л.М. Кюрчева, В.Ф. Ялпачик, С.Ф. Буденко// Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції "Науку і освіта '2005" Т. 53. Сільське господарство. Дніпропетровськ, 2005. С. 51-54.
5. *Ялпачик В.Ф.* Влияние времени хранения некоторых сельскохозяйственных продуктов в замороженном виде на микроструктуру ткани / В.Ф. Ялпачик, К.Н. Стручаев, Н.П. Загорко / Праці Таврійська державна агротехнічна акад. 2005. - вип. 25, - С. 92-96.

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПЛОДОВ КАБАЧКОВ В ПРОЦЕССЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ И ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

Тарасенко В.Г.

Аннотация – в работе приводятся результаты исследований изменения физико-механических и биохимических свойств плодов кабачков в процессе их замораживания и последующего хранения.

CHANGE OF PROPERTIES OF GARDEN-STUFFS OF CHEAP RESTAURANTS IN CARBROFREEZING AND PROTRACTED STORAGE

V. Tarasenko

Summary

The results of researches of changes of physic and mechanical and biochemical properties of squash in the process of freezing and further saving are resulted in this article.

УДК 371.132

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ БАВОВНИКА

Бекіров Л.Р., інженер,

Коб'яков С.М., к.с.-г.н.

Херсонський національний технічний університет

Тел /факс (0552) 51-71-72

Анотація – у статті показана можливість оптимізації процесу зберігання насіння бавовнику з метою створення умов дозрівання і можливості застосування їх як насіннєвий фонд. Розроблена математична модель процесу, обґрунтовані оптимальні параметри.

Ключові слова – математичне моделювання, насіння бавовнику, джініровання, варіювання факторів.

Постановка проблеми. Відродження бавовництва в Україні є актуальним завданням. Виробництво і первинна переробка сирця бавовни буде стимулювати розвиток багатьох галузей: машинобудування, текстильного виробництва, фармацевтичного, хімічного та ін. Ще на початку 50 - х років минулого століття посівна площа під бавовник становила понад 400 тис. га, що дозволяло одержувати до 130 тис. тонн бавовняного волокна. У всьому світі ціняться натуральні волокна: бавовняне, лляне, шовкова та інші. Але відродження даної галузі слід починати з виробництва насіння цієї важливої культури, отже, дослідження в даному напрямку є актуальними.

Аналіз останніх досліджень. Проблемою у сільськогосподарському виробництві є створення насіннєвого фонду. Нами зроблено спробу дослідження дозрівання бавовняних насіння при їх зберіганні, що є важливим показником їх якості [1-2]. Про це йдеться і в дослідженнях Г. Я. Попової [4] та М. Ю. Ташланова [5]. Так як підготовка посівного насіння є багатофакторним експериментом, де чинники, що діють на якісні показники насіння [6] і технологічні властивості волокна [4, 7] знаходяться у взаємному зв'язку, що в кінцевому рахунку впливає і на сортність бавовнику [8].

При проведенні багатофакторного експерименту привабливим є застосування методу математичного моделювання - процесу, який

дозволяє провести експеримент з найменшим числом дослідів і вийти на оптимальні значення при пошуку рішень [9-11]. Питання відродження бавовництва в Україні є важливим стратегічним завданням [12], тому дослідження, що проводяться у цьому напрямку, є актуальними.

Постановка завдання. Метою даної наукової роботи є визначення максимальної якості для забезпечення дозрівання насіння бавовни, що дозволить по допустимим якісним показникам насінневого фонду включити додаткову партію посівного матеріалу до насінневого фонду, створеного від першого збору бавовни-сирцю 2009 року.

Основна частина. Дослідження проводимо з використанням математичного методу планування експерименту [10]. Параметрами, що характеризують процес дозрівання насіння, були схожість насіння, що зберігалися в оптимальних умовах (y_1),%, термін зберігання бавовни-сирцю, утримання в оптимальних умовах (y_2), дні.

Завданням оптимізації було створення умов зберігання якісного посівного матеріалу відповідно до вимог стандартів. Тому (y_1) є параметром оптимізації, а (y_2) - служить параметром обмеження.

Факторами, що визначають процес дозрівання є:

- x 1 - температура зберігання, ° C;
- x 2 - відносна вологість повітря в приміщенні,%;
- x 3 - пошкодження насіння;
- x 4 - енергія проростання насіння;
- x 5 - засміченість насіння;
- x 6 - однорідність насіння;
- x 7 - маса 1000 насіння;
- x 8 - залишкова волокнистість і опушеною насіння бавовнику;
- x 9 - зрілість насіння;
- x 10 - горіло насіння;
- x 11 - рухливість (швидкість руху) повітря в приміщенні;
- x 12 - теплове випромінювання.

Планування екстремальних експериментів при вирішенні задач оптимізації умов зберігання бавовняних насіння дозволить значно скоротити обсяг досліджень і при мінімальному числі дослідів отримати достовірні результати [1, 8].

З наведених вище основних факторів, що діють на параметр оптимізації необхідно вибрати найбільш значущі варійовані чинники.

Враховуючи, що на першому етапі відродження бавовництва посівний фонд бавовни буде поповнюватися за рахунок насіння ручного збирання бавовни-сирцю, де механічні пошкодження насіння відсутні, і механічні пошкодження насіння можуть бути тільки на останньому етапі - при джінірованні бавовни-сирцю і виробництві бавовняного волокна і посівних насіння. Ступінь пошкодження насіння тут обмежена стандартними та інструктивними вимогами. Отже, фактором x_3 можна знехтувати.

Енергія проростання насіння (фактор x_4) - важливий показник енергоспроможності. Тільки з здорового, цілком зрілого, нормально зберігався насіння може розвинути високопродуктивне рослина. Фактор x_4 доповнює схожість насіння.

Фактор засміченості бавовняних насіння (x_4) знаходиться в прямій залежності від засміченості бавовни-сирцю. При підготовці насіння посівних після ручного збору бавовни-сирцю засміченість бавовни мінімальна, значного впливу на параметр y_1 не має.

Фактор x_6 - однорідність насіння - при якісній калібрування посівних насіння також значного впливу мати не може.

Фактор x_7 - маса 1000 насіння - впливає на посівну норму, менший вплив робить на фактор y_1 при своєчасно проведеної калібрування насіння, її сертифікації.

Залишкова волокнистість і опушеною насіння (фактор x_8) впливає найбільше на рівномірність висіву і збереження заданої агровимогами норми висіву насіння, має непрямий вплив на схожість насіння (y_1).

Зрілість насіння (фактор x_9) - це результат кінцевий правильного зберігання та заставу дружних сходів, але вплинути на параметр зберігання не може.

Горілість насіння (фактор x_{10}) - це втрати посівних якостей насіння бавовнику в результаті самозігрівання в процесі зберігання. Горілі насіння мають низьку енергію проростання і схожість. Цей фактор слід мінімізувати за рахунок факторів x_2 - оптимальної відносної вологості повітря в приміщенні і фактора x_{11} - рухливості (швидкість руху) повітря в приміщенні.

Фактор теплового випромінювання від самозігрівання насіння (x_{12}) також залежить від факторів x_2 і y_{11} . Отже, варійований факторами в експерименті залишилися:

x_1 - температура зберігання, °C;

x_2 - відносна вологість повітря в приміщенні,%;

x_{11} - рухливість (швидкість руху) повітря в приміщенні, м / с.

Щоб вибрати інтервал варіювання кожного фактора було проведено аналіз виробничих і літературних даних, тобто аналіз існуючої апріорної інформації.

Проведені нами дослідження зі зберігання бавовни-сирцю в не опалювальному критому приміщенні з температурою повітря в холодну пору року $t = 0... +50$ °С, вологістю повітря в приміщенні, в холодну пору року = 75...80%, рухливістю повітря - 0,4...0,5 м/с показали мінімальну схожість бавовняних насіння - 33...66% лабораторної схожості, тоді як у приміщенні з умовами зберігання $t = 20$ °С, вологість до 40% схожість отримано 90%.

Отже, верхній рівень варіювання фактора $x_1 = 20$ °С, нижній рівень $g_1 = 0$ °С, основний рівень (нульова точка) - 10 °С, інтервал варіювання - 10 °С.

Фактор x_2 - вологість повітря,%; верхній рівень фактора $x_2 = 80\%$, нижній рівень $x_2 = 40\%$, основний рівень (нульова точка) - +60%, інтервал варіювання - 20%.

Фактор x_{11} - швидкість руху повітря в приміщенні зберігання по апріорної інформації, верхній рівень $x_{11} = 0,5$ м / с, основний рівень $x_{11} = 0,3$ м / с, нижній рівень $x_{11} = 0,1$ м / с, інтервал варіювання - 0,2 м/с.

Звідси маємо повний факторний експеримент ПФЕ²³ (8 повних дослідів).

На першій стадії роботи при плануванні експерименту нами розглядалися лінійна модель і невідома функція відгуку апроксимірується поліномом першого ступеня [2]:

$$y = v_0 + y_1 x_1 + y_2 x_2 + y_3 x_3 + v_{12} x_1 x_2 + v_{13} x_1 x_3 + v_{23} x_2 x_3 + v_{123} x_1 x_2 x_3 \quad (1)$$

де y - функція відгуку (критерій оптимізації);

v_0, v_1, v_2, v_3 - лінійні коефіцієнти;

v_{12}, v_{13}, v_{23} - коефіцієнти подвійного взаємодії факторів;

x_1, x_2, x_3 - варійований фактори.

Примітка: варійований фактор x_3 (по тексту) - це чинник x_{12} - рухливість повітря, м / с.

Для побудови матриці планування проводимо кодування факторів за такою формулою:

$$X_i = \frac{C_i - C_{oi}}{\varepsilon} \quad (2)$$

де X_i – кодоване значення i -го фактора;

C_i – натуральне значення i -го фактора;

C_{oi} – натуральне значення фактора на основному (нульовому) рівні;

ε – натуральне значення інтервалу - варіювання i -го фактора.

Рівні та інтервали варіювання факторів наведено в табл. 1, а матриці планування в табл. 2.

Таблиця 1 - Рівні та інтервали варіювання факторів

Фактори	Рівні варіювання			Інтервал варіювання
	-1	0	+1	
1. Температура зберігання, (x 1), °C	0	10	20	10° C
2. Відносна вологість повітря становить в приміщенні, (x2), %	40	60	80	20 %
3. Швидкість (рухливість) повітря в приміщенні, (x3), м/с	0,1	0,3	0,5	0,2 м /с

Таблиця 2 - Матриця планування і робоча матриця ПФЕ 2³

№ дослідів в матриці	Випадковий порядок реалізації дослідів (рандомізація)	x_0	x_1		x_2		x_3		y_1	y_2
			код	°C	код	%	код	м/с	%	дні
1	3	+	+	20	+	80	+	0,5	78,0	155
2	7	+	+	20	+	80	-	0,1	66,0	170
3	1	+	+	20	-	40	+	0,5	90,0	180
4	5	+	+	20	-	40	-	0,1	87,0	175
5	4	+	-	0	+	80	+	0,5	33,0	780
6	6	+	-	0	+	80	-	0,1	40,0	165
7	2	+	-	0	-	40	+	0,5	47,0	90
8	8	+	-	0	-	40	-	0,1	52,0	105

З метою виключення впливу систематичних помилок, спричинених зовнішніми умовами (змінною температурою зовнішнього повітря, погожими і непогожих днями, зміною періодів року - холодного, перехідного, теплого - зміною вологості зовнішнього повітря та ін.), послідовність постановки восьми дослідів була рандомізована за часом з використанням таблиць випадкових чисел [9]. У своєму оптимальному значенні польова схожість насіння наближається до 95%, з можливістю допуску помилки 5%.

Планування повного факторного експерименту вимагала необхідності визначення цільової функції - відсотка польової схожості при різних рівнях варіювання факторів: температури повітря приміщення (t , °C), відносної вологості повітря в приміщенні (%) і швидкості руху повітря (м/с). Результати обліку наведені в табл. 3. Отримані результати (y_i , %) для кожного дослідів введені в матрицю планування.

Розрахунок коефіцієнтів лінійної моделі проводимо за наступними формулами:

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N}, \quad (3)$$

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i X_{ij}}{N}, \quad (4)$$

$$b_{ui} = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i \tilde{O}_{ij} \tilde{O}_j}{N}. \quad (5)$$

де N - номер факторів.

Отримані розрахункові значення коефіцієнтів за формулами (3, 4, 5) представлені в табл. 3.

Таблиця 3 - Значення коефіцієнтів

b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{123}
66,6	79,5	3470	12,5	4650	248	758,1	2232

Після розрахунку коефіцієнтів модель прийняла такий вигляд:

$$y_1 = 61,6 + 79,5 x_1 + 3470 x_2 + 12,5 x_3 + 4650 x_1 x_2 + 248 x_1 x_2 + 758 x_2 x_3 + 2232 x_1 x_2 x_3 \quad (6)$$

Щоб отриману математичну модель використовувати для пошуку оптимуму методом «крутого сходження» [9, 11], нами після обробки дослідних даних, перевірки однорідності дисперсій окремих дослідів і дисперсії відтворюваності була проведена оцінка значимості коефіцієнтів і перевірка моделі на адекватність. Всі коефіцієнти математичної моделі значущі, а перевірка показала адекватність моделі.

Висновки. Ранжування, аналіз і визначення факторів показало, що цими факторами є фактори мікроклімату виробничого приміщення, де зберігаються насіння: температура зберігання, ° С; відносна вологість повітря приміщення,%; швидкість руху (рухливість) повітря в приміщенні, м / с.

Отримана математична модель процесу зберігання насіння дозволяє визначити ступінь впливу кожного варійованого чинника на якість насіння.

Плануванням повного факторного експерименту ставиться завдання визначення цільової функції - відсотка польової схожості насіння при різних рівнях факторів (t, °С; θ,%; v, м/с).

Література

1. Справочник по первичной обработке хлопка / Под общ. ред. И. Т. Максудова.– Ташкент : Мехнат, 1994.
2. *Усманходжаев Х.Х.* Достижения Узбекистана в производстве и первичной переработке хлопка-сырца / Х.Х. Усманходжаев, Д. Якубов, Т.С. Муратов. – Ташкент : УзНИИНТИ, 1987.
3. Энциклопедия хлопководства: В 2 т.– Ташкент, 1985.
4. *Попова Г.Я.* Биология развития хлопкового волокна и его технологические свойства / Г.Я. Попова. – Ташкент: Мехнат, 1975. – 432 с.
5. *Ташланов Н.Ю.* Совершенствование технологи подготовки посевных семян / Н.Ю. Ташланов. – Ташкент : Мехнат, 1984.– 379 с.
6. Рекомендации по севу и выращиванию семян хлопчатника под плёнкой. – Министерство сельского хозяйства Республики Узбекистан. – Ташкент, 1997.
7. *Кукин Г. Н.* Текстильное материаловедение Т. 1, 2 / Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев.– М. : Легкая промышленность, 1967. – 289 с.

8. Сорты хлопчатника Узбекистана.– Ташкент : УзИНКомцентр, 2001. – 108 с.
9. Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента / Ю.П. Адлер. – М. : Металлургия, 1969. – 267 с.
10. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер.– М. : Наука, 1971.– 311 с.
11. Тихомиров В.Е. Планирование и анализ эксперимента / В.Е. Тихомиров. – М. : Лёгкая индустрия, 1974.– 315 с.
12. Сніговий В.С. Відродження бавовництва в Україні / В.С. Сніговий. – Херсон : Айпант, 2003. – 173 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССУ ХРАНЕНИЕ СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА

Бекиров Л.Р., Коб'яков С.М.

Аннотація – у статті показана можливість оптимізації процесу зберігання насіння хлопчатнику з метою створення умов дозрівання і можливості застосування їх як насінної фонду. Розроблена математична модель процесу, обґрунтовані оптимальні параметри.

MATHEMATICAL MODELLING OF PROCESS OF STORAGE OF SEEDS OF THE COTTON

L.Bekirov, S.Kobjakov

Summary

In article is shown an opportunity of optimization of process of storage of seeds of a cotton with the purpose of creation of conditions of maturing and an opportunity of their application as seed fund. The mathematical model of process is developed, optimum parameters are proved.

УДК 677.11

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ЛУБ'ЯНИХ КУЛЬТУР

Коб'яков С.М., к.с.-г.н.,
Домбровська О.П., к.т.н.,
Березовський Ю.В., к.т.н.,
Херсонський національний технічний університет
Тел/факс (0552) 517-172

Анотація – робота присвячена сучасним технологіям переробки конопляної та лляної сировини. Розглянуті новітні схеми переробки соломи конопель, лляної трести і відходів тіпання та нове технологічне обладнання, яке застосовується в цьому процесі.

Ключові слова – солома конопель, виділення лубу конопель, відходи тіпання, коротке льоноволокно.

Постановка проблеми. В ринкових умовах перед легкою промисловістю поставлені нові завдання – виробництво продукції високої якості на рівні світових зразків. Успіх окремих її підгалузей на зовнішньому і внутрішньому ринках повністю залежить від того, наскільки їх продукція або вироби відповідають міжнародним стандартам якості. Рівень якості продукції легкої промисловості не може бути постійною величиною. Вироби повинні бути зручними, красивими, служити споживачам до тих пір, доки їм на зміну не прийдуть нові, ще більш досконалі, що обумовлено науково-технічним прогресом. Тому питання вдосконалення існуючих технологій переробки луб'яної сировини в якісний кінцевий продукт, а також розробка нових технологічних ланцюжків на кожному часовому етапі є актуальним питанням сьогодення.

На даному етапі розвитку науки і техніки луб зі стебел конопель виділяють із використанням технологій первинної переробки, які вже не в повній мірі задовольняють потреби виробництва і потребують подальшого удосконалення, що пов'язано зі значними труднощами, обумовленими структурою та властивостями самої сировини, багатоетапністю й різноманітністю технологій переробки конопель [1].

В умовах різкого зростання вартості енергоносіїв та інших матеріальних ресурсів підвищення якості короткого волокна повинно здійснюватися не за рахунок додаткових енергетичних і матеріальних затрат, а шляхом розробки нової ресурсозберігаючої технології переробки низькосортної сировини на сучасному устаткуванні льонопереробних підприємств [2].

Останнім часом виникла гостра потреба в забезпеченні бавовнопереробних підприємств текстильної промисловості України власною сировиною. У зв'язку з необхідністю зменшити залежність від постачання імпортової бавовни питання одержання бавовноподібного лляного волокна – кotonіну, а також удосконалення і розробки нових способів та технологічного обладнання для його виробництва є дуже важливим [3].

Аналіз останніх досліджень. Останнім часом з'явилися нові технології переробки лляного та конопляного волокон, що дозволяють поєднувати волокно цих рослин з іншими натуральними та хімічними волокнами.

В цьому напрямку успішно працюють вчені Санкт-Петербурзького університету технологій та дизайну, ЦНДІЛКА (Москва) [4]. Для вибору більш ефективного технологічного обладнання концерном „Ростекстиль” разом з ЦНДІБП (Росія), фірмами Laroche (Франція) та Rieter (Швейцарія) було проведено порівняльний аналіз російської та іноземних технологій одержання пряжі при переробці короткоштапельного лляного волокна.

Більшість досліджень з удосконалення процесу переробки луб'яних культур, а також використання волокна льону та конопель для виготовлення якісних товарів широкого вжитку, в Україні проводять, зокрема, Київський національний університет технологій і дизайну, Інститут землеробства УААН (м. Київ), Херсонський національний технічний університет, Інститут луб'яних культур УААН (м. Глухів), Луцький національний технічний університет. Основні положення теорії кotonізації, викладені в наукових працях Бухтанова, Рудакова, Робакова, набули подальшого розвитку в роботах Живетіна, Гінзбурга, Чурсіної, Валька, Кузьміної та інших.

Постановка завдання. Більшість існуючих технологій виділення лубу розроблені в основному в 30-60-і роки і потребують удосконалення, а у виробництві немає чітких рекомендацій щодо вибору механічних дій виділення лубу та режимів роботи технологічного обладнання.

Тому розробка технологічного процесу та обладнання для виділення лубу конопель, оптимізації робочих параметрів і режимів переробки, які сприяють одержанню продукту із заданими властивостями, є актуальним завданням.

Аналіз науково-технічної літератури з проблем удосконалення механічної обробки льону свідчить, що розроблена технологія одержання високоякісного короткого волокна з відходів тіпання і низькосортної трести повинна забезпечувати максимальне видалення костриці, збереження міцності та досягнення високого ступеня паралелізації волокон, оскільки саме такі вихідні характеристики короткого волокна обумовлюють його придатність до подальшої переробки в прядінні, целюлозно-паперовій і медичній промисловості.

У зв'язку з вищевикладеним, теоретичні та практичні дослідження процесу механічної обробки лляної сировини, спрямовані на одержання короткого волокна підвищеної якості, є також актуальними для галузі первинної обробки волокнистих матеріалів.

Відомо, що процес ктонізації короткого лляного волокна в основному полягає в штапелюванні волокна, очищенні його від костриці та розщепленні на елементарні волокна. В цілому, якщо говорити про особливості всіх відомих схем переробки льоноволокна в ктонін, слід зазначити, що їх відмінність полягає в способі штапелювання (вкорочення волокон), а інші операції здійснюються за допомогою чесальних і стрічкових машин різних марок та модифікацій при різному їх розміщенні по ходу технологічного процесу. Однак існуючі лінії забезпечують вихід найбільш придатного для переробки по бавовняній системі прядіння волокна, у якого довжина волокон прядильної групи знаходиться в досить широкому діапазоні, що не сприяє раціональному налагодженню прядильного обладнання та отриманню якісної пряжі.

Основна частина. Розроблена технологія виділення лубу конопель включає основні дії, які широко використовуються у первинній переробці грубоволокнистих культур (рис.1.): шароформуєчі, м'яльно-скоблячі, трясильно-вібраційні, тіпально-чесальні дії.

Поєднання тіпально-чесальних та трясильно-вібраційних дій у декілька переходів дозволяє отримати луб (Луб1, Луб2, Луб3) із заданими параметрами за довжиною та вмістом в ньому костриці, залежно від напрямку подальшого використання.

Згідно із технологічним ланцюгом виділення лубу конопель (рис. 2) живильний вузол подає стебла у м'яльно-скоблячий вузол, де м'яльні вальці планчастого типу захоплюють стебла, зминають їх і протягують через весь вузол. Потім одержаний сирець збагачується у трясильно-вібраційному вузлі й поступає у тіпально-чесальний, де відбувається інтенсивне виділення костриці й наприкінці у трясильно-вібраційному вузлі виділяється вільна костриця. На цьому закінчується перший перехід виділення лубу конопель. Другий і

третьої переходи складаються із чергування тіпально-чесального та трясильно-вібраційного вузлів, які надають більшу кількість дій на оброблювальний матеріал.



Рис. 1. Схема технологічного процесу виділення лубу конопель

Запропонована технологія дозволяє одержувати конопляний луб без розподілу на довгий і короткий, забезпечуючи більш жорсткі режими обробки.

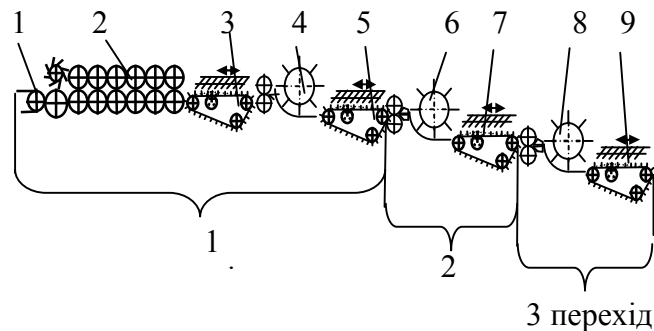


Рис. 2. Принципова технологічна схема виділення лубу конопель:
1-живильний вузол; 2 - м'яльно-скоблячий вузол; 3, 5, 7, 9 –
трясильно-вібраційний вузол; 4, 6, 8 - тіпально-чесальний вузол

У трясильний вузол для підвищення знекостріченості лубу введено вузол вібрації (рис. 3), який примушує коливатись у вертикальній площині планки верхньої гілки голчастого транспортера.

Отриманий луб у процесі досліджень оцінювали згідно з ОСТом 17-РСФСР-10-01-91 “Луб конопляний южных районов” ТУ.

Оптимальні параметри процесу виділення лубу конопель визначені за допомогою однофакторних та багатфакторних

експериментів. Критеріями оцінювання ефективності застосованих дій були вміст костриці та довжина лубу. За параметр оптимізації при проведенні ПФЕ взято комплексний показник оптимізації, який враховує як кількість одержуваного лубу, так і його якість[1].

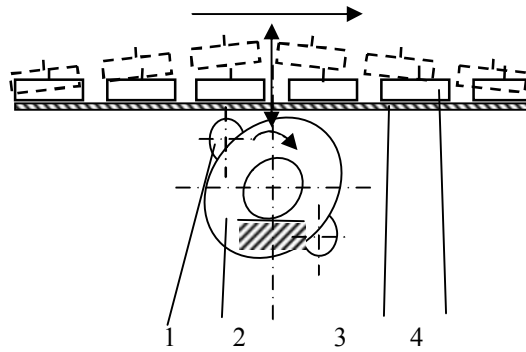


Рис. 3. Технологічна схема вузла вібрації:

1 - ролик; 2- щока; 3- прогумований пас; 4- планка голчастого транспортера

Принципову схему одержання короткого лляного волокна з відходів тіпання на експериментальній технологічній лінії наведено на рис 4.

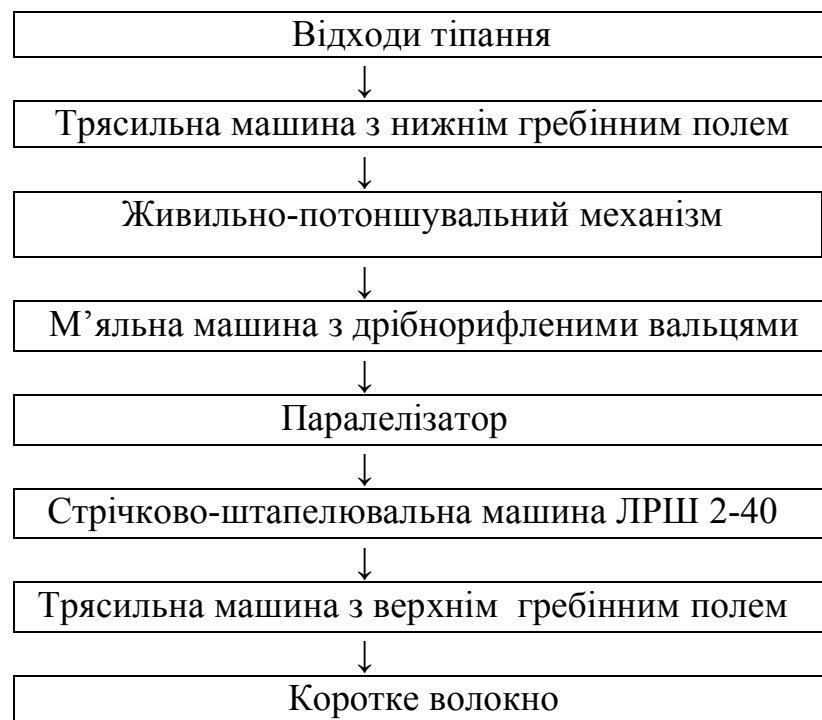


Рис. 4. Принципова схема переробки відходів тіпання на експериментальній установці

Дана схема має ряд переваг перед існуючими лініями й новітніми розробками в напрямку паралелізації короткого лляного волокна [5]. Ці переваги стосуються розробленої технології одержання короткого волокна, згідно з якою процес обробки неорієнтованої маси сировини проводиться шляхом поступового потоншення шару з детальною паралелізацією на переходах кілковими барабанами та в м'яльній машині, у якій волокна орієнтовані відносно робочих органів та одне одного.

Усі відомі науково-дослідні роботи не дають конкретних рекомендацій з вибору діаметрів кілкових барабанів і витяжних вальців. Виходячи з цього, діаметри кілкових барабанів було прийнято конструктивно, а діаметри витяжних вальців – з розрахунку умов втягування матеріалу, а також на основі вивчення конструкцій нових агрегатів для обробки кудельної сировини льону й конопель.

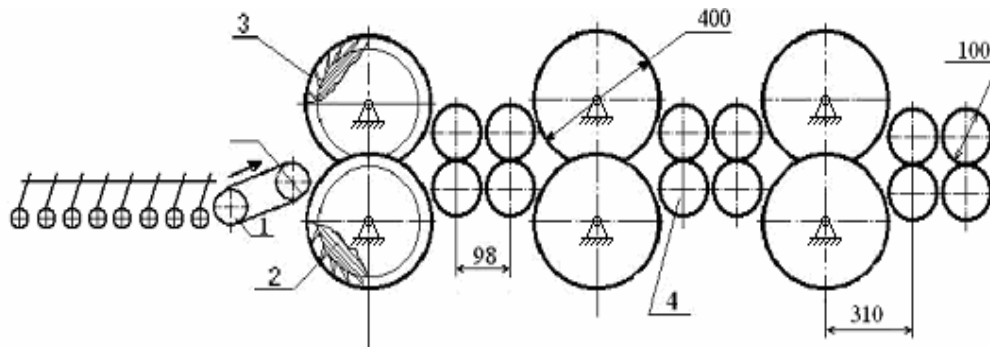


Рис. 5. Технологічна схема живильно-потоншувального механізму:

1 – трясильна машина з нижнім гребінним полем; 2 – нижні кілкові барабани; 3 – верхні кілкові барабани; 4 – витяжні, потоншувальні пари

При обертанні кілкових барабанів з розрахунковою частотою, що в міру проходження матеріалу збільшується, кілки по черзі діють на шар матеріалу, пронизують його і переміщують волокно уздовж шару сировини. За рахунок зміни напрямку відносної швидкості змінюється абсолютна швидкість елементів шару при ковзанні їх у пронизаному стані. Сили інерції, викликані цими прискореннями, досягають значної величини і обумовлюють величину інших сил (тертя, тиску, натягу), які виникають разом з ними.

У реальному продукті наявні волокна різної довжини. Для того, щоб при витягуванні не було волокон, які не потрапили у витяжну і живильну пару, розведення між витяжними парами повинно дорівнювати довжині самого короткого волокна (не менше 10 мм). Однак установити таке розведення неможливо, тому що:

- мінімальна відстань між осями суміжних вальців не може бути менше половини суми їх діаметрів;
- при малому розведенні всі інші волокна, що мають велику довжину,
- виявляться одночасно затиснутими живильною і витяжними парами.

Виходячи з останнього витяжного комплекту, розпрямлений, частково звільнений від костриці й потоншений до $h = 5$ мм шар волокна подається в м'яльну машину, до складу якої входять п'ять пар пустотілих дрібнорифлених вальців.

Діаметри м'яльних вальців приймалися з конструктивних міркувань, виходячи з товщини і швидкості подачі шару, а також збереження пропускної здатності устаткування, в якому відбувається проминання відходів тіпання з руйнуванням зв'язку між волокном і невідокремленою деревиною та видалення вільної костриці. Технологічну схему дослідної м'яльної машини наведено на рис. 6.

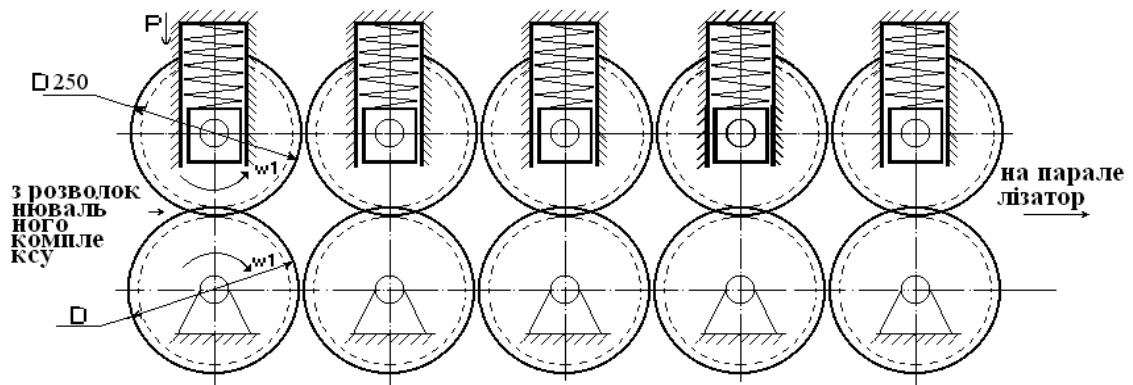


Рис. 6. Технологічна схема експериментальної м'яльної машини

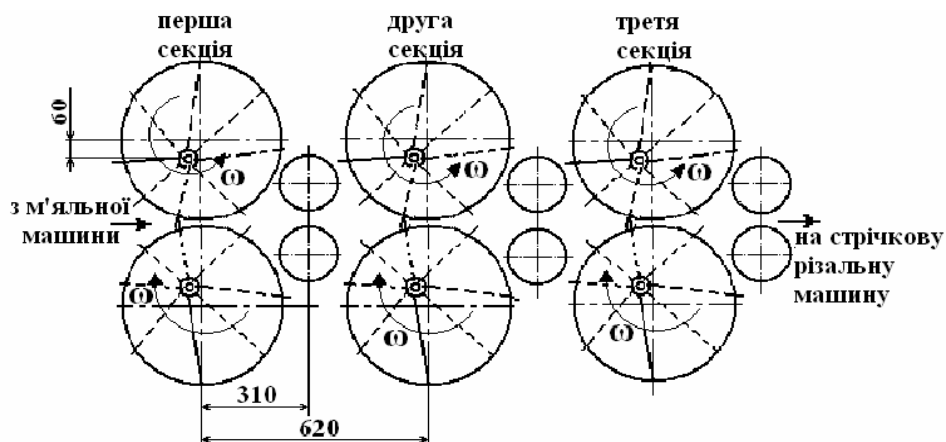


Рис. 7. Технологічна схема кілкового паралелізатора

На завершальній стадії обробки було використано паралелізатор з комплектом кілкових барабанів з різним кроком кілків, встановлених у паралельному порядку. Технологічну схему кілкового паралелізатора наведено на рис. 7.

Зважаючи на те, що швидкість руху кілків пропорційна діаметру барабана, паралелізація волокон відбувається за рахунок зменшення кроку кілків і їх кількості на барабанах [6].

Розроблена нова технологія переробки низькосортної лляної трести в котонін, згідно з якою штапелювання волокна до довжини тонковолокнистої бавовни відбувається на стадії первинної обробки сировини [3].

Технологічний процес обробки низькосортної лляної сировини та отримання з неї котоніну здійснюється на стандартному обладнанні заводів ПОЛВ і бавовнопереробних підприємств, але технологічний ланцюжок було доповнено дослідними м'яльною та різальною машинами (рис. 8).

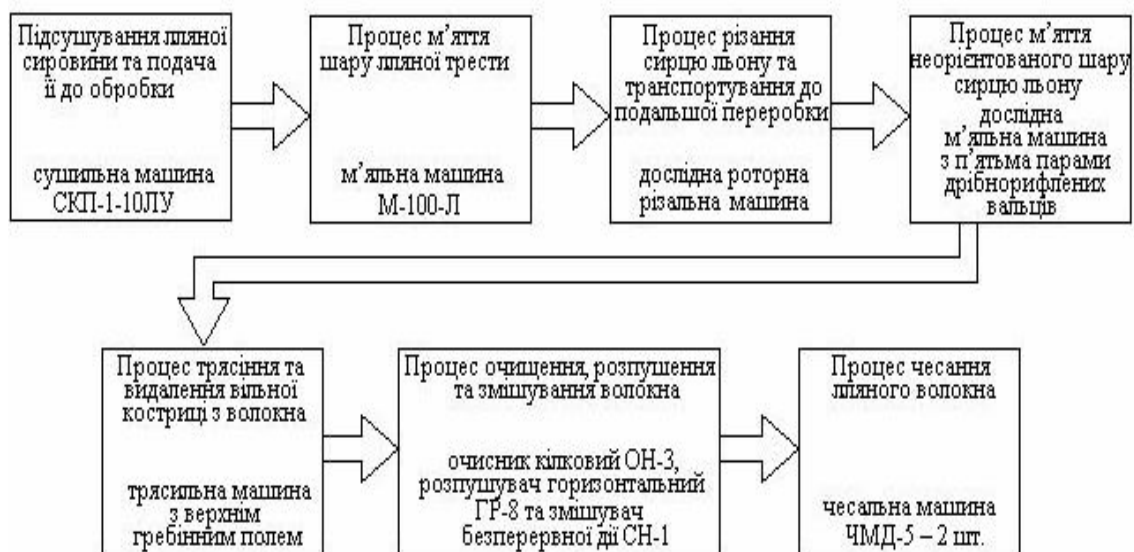


Рис.8. Схема технологічного процесу отримання котоніну з низькосортної лляної сировини

Встановлено, що для отримання котоніну, придатного для переробки в пряжу за кардною системою прядіння на бавовнопереробних підприємствах, згідно з розробленою технологією необхідно використовувати волокно, одержане з сланкої трести льону, показник відокремлюваності якої вище 5,0, при довжині різання сирцю 45 мм.

Котонін, отриманий з низькосортної лляної трести за наведеною схемою, має наступні показники: вміст волокон прядильної групи завдовжки 36-40 мм – 55,11%; штапельна довжина – 41,8 мм; середній

діаметр – 16,4 мкм; лінійна щільність – 0,33 текс; розривне навантаження – 7,37 сН; засміченість – 0,77%.

Висновки.

1. В результаті теоретичних і експериментальних досліджень розроблено технологічний процес виділення лубу конопель на основі використання дій м'яття, трясіння, тіпання та вібрації. Технологічний ланцюжок складається із м'яльно-скоблячого, тіпально-чесального та трясильно-вібраційного вузлів, які використовуються у декілька переходів. Запропоновані конструкторські та технологічні рішення дозволяють отримувати неорієнтований луб, у залежності від призначення, довжиною 500-900 мм і вмістом костриці 0,8-13,8 %.

2. У разі застосування технології одержання короткого лляного волокна підвищеної якості, обрано схему механічної обробки відходів тіпання, яка забезпечує більш ефективне видалення костриці, розпрямлення і паралелізацію короткого лляного волокна, а також зниження енерго- та матеріалоемності устаткування і покращення вихідних характеристик короткого волокна, порівняно з традиційною схемою обробки на куделеприготувальних агрегатах. При обробці відходів тіпання за запропонованою технологією зберігається висока міцність волокна і водночас підвищується ступінь руйнування зв'язку між волокном і деревиною й за рахунок цього значно знижується вміст костриці в короткому лляному волокні.

3. Результати виробничих випробувань технології отримання котоніну з низькосортної лляної сировини, підтвердили її ефективність. У разі застосування даної технології, згідно з якою штапельовання волокна до довжини тонковолокнистої бавовни відбувається на стадії первинної обробки сировини, стає можливим одержувати якісний котонін з перележалої трести, відокремлюваність якої перевищує 7,5 од. Надто короткі волокна, що утворюються в процесі очищення і штапельовання, є цінною сировиною для виготовлення нетканих матеріалів, медичної вати, а також можуть використовуватися і в автомобілебудуванні. Застосування очищених штапельованих лляних волокон завдовжки 36-40 мм дає можливість формувати сировинні суміші для виготовлення доброякісної льонобавовняної пражі середньої лінійної щільності.

Література

1. *Коропченко С.П.* Розробка технологічного процесу виділення лубу конопель: Дис... канд. техн. наук: 05.18.01./ С.П. Коропченко. – Херсон, 2007. – 134 с.
2. *Мешков Ю.Є.* Розробка технологічного процесу одержання короткого лляного волокна підвищеної якості: Дис... канд. техн. наук: 05.18.03 / Ю.Є. Мешков. – Херсон, 2007. – 162 с.

3. Домбровська О.П. Удосконалення первинної обробки низькосортної лляної сировини для одержання котоніну: Дис... канд. техн. наук: 05.18.03 / О.П. Домбровська. – Херсон, 2005. – 160 с.
4. Живетин В.В. Лен и его комплексное использование / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург, С.М. Ольшанская. – М.: Информ-Знание, 2002. – 400 с.
5. Мешков Ю.Є. Процесс паралелізації короткого волокна в куделеприготуванні і його удосконалення / Ю.Є. Мешков, С.М. Коб'яков // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні наукові дослідження – 2006”. Том 19. Сільське господарство. – Дніпропетровськ.: Наука і освіта, 2006. – С. 39-41.
6. Пат. 14379 Україна, МПК D01D1/00. Спосіб одержання короткого волокна з відходів тіпання і низькосортної лляної трести / С.М. Коб'яков, Ю.Є. Мешков; Заявл. 14.11.05; Опубл. 15.05.06, Бюл. № 5. – 3 с.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛУБОВЫХ КУЛЬТУР

Кобяков С.М., Домбровська О.П., Березовский Ю.В.

Аннотация - работа посвящена современным технологиям переработки конопляной и льняного сырья. Рассмотрены новейшие схемы переработки соломы конопли, льняной тресты и отходов трепания и новое технологическое оборудование, которое применяется в этом процессе.

ANALYSIS OF MODERN TECHNOLOGIES OF PROCESSING OF BAST CULTURES

S. Kobjakov, O. Dombrovskaja, Y. Berezovsky

Summary

Work is devoted to modern technologies of processing hemp and linen raw material. The newest technological circuits of processing of straw of a hemp, linen trusts and wastes of shaking and a new technological equipment which is used in this process.

УДК 621.928.8

ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ МАГНІТНОЇ СЕПАРАЦІЇ

Катанаєва Ю.О., інженер

Донецький національний університет економіки та торгівлі імені
Михайла Туган-Барановського

Тел. (062)304-50-46

Анотація – у статті запропоновано варіант фізичного опису моделі процесу магнітної сепарації. Досліджено фізичний бік процесу видалення феромагнітних часток з в'язкої харчової сировини.

Ключові слова - процес, магнітна сепарація, магнітна система, феромагнітна частка.

Постановка проблеми. Фізична суть магнітної сепарації полягає в тому, що магнітне поле спотворює гравітаційну траєкторію часток, що володіють відповідними магнітними властивостями, чим викликає їх витягання з потоку харчової сировини, яка таких властивостей не має.[1]

Основне практичне вживання магнітної сепарації — витягання небажаних включень з сировинних компонентів різних виробництв (кінцевих продуктів, що негативно позначаються на якості, або що викликають поломки технологічного устаткування). Обладнання для магнітної сепарації (магнітні сепаратори) широко використовується в таких галузях промисловості як скляна, гірничо-рудна, металургійна, вторинна переробка, харчова, хімічна і багато інших.

Аналіз останніх досліджень. У харчовій промисловості процес магнітної сепарації застосовується для очищення сировини й контролю готової продукції. Застосування магнітної сепарації на харчових підприємствах має специфічні особливості: широкий діапазон розмірів магнітних часток – від пилоподібних до окремих домішок розміром до десятка міліметрів; високі вимоги до об'єктивності вилучення магнітних домішок, зумовлені стандартами на харчову продукцію; необхідність ведення процесу з високою продуктивністю[2].

Теоретичний опис процесу витягання феромагнітних часток представляє досить складне, практично не вирішуване завдання для

випадку обліку всіх варіантів можливих домішок, які можуть відрізнятися за: формою, розмірами, коефіцієнтом динамічної в'язкості, магнітними параметрами (намагніченість, коерцитивна сила, фактор, що розмагнічує, форма петлі гістерезису, магнітна в'язкість). Знаходження траєкторії руху конкретної феромагнітної частки в полі магнітного сепаратора з врахуванням деяких припущень, що спрощують, принципово можливо, проте такий підхід не дозволяє зробити висновок про ефективність роботи сепаратора. Лише статистичний опис процесу витягання феромагнітних часток з врахуванням їх всіх істотних варіацій параметрів дозволить визначити ефективні режими роботи магнітного сепаратора[3, 4].

Метою даної статті є аналіз методів фізичного моделювання для визначення ефективної моделі опису процесу магнітної сепарації в'язкої харчової сировини.

Основна частина. У даній статті розглядається завдання руху магнітної частки в градієнтному магнітному полі реального магнітного сепаратора. Магнітне поле, що створюється сепаратором, експериментально вимірювалося в певних перетинах дослідного зразка сепаратора.

Використовуючи відоме вираження для апроксимації магнітного поля в робочому зазорі сепаратора (1), знаходилися параметри апроксимуючого вираження, що забезпечують найбільш точну відповідність реальному магнітному полю сепаратора.

Проекція поля на вісь Y описується вираженням:

$$H_{y(x,y)} = \left(\frac{\pi}{s}\right)H_0 \cdot e^{-\frac{\pi}{s}y} \cos\left(\frac{\pi}{s}x\right) \quad (1)$$

Проекція магнітного поля сепаратора на вісь X описується вираженням:

$$H_{x(x,y)} = \left(\frac{\pi}{s}\right)H_0 \cdot e^{-\frac{\pi}{s}y} \sin\left(\frac{\pi}{s}x\right) \quad (2)$$

де: s – період магнітної системи,

H – амплітуда напруженості поля.

На рис. 1 представлений графік зміни магнітного поля на одному періоді в робочій області магнітної системи. Можна, передбачити, що ефективність сепарації магнітних домішок сильно залежатиме від фази входження домішки в магнітну систему. При входженні частки домішки у фазі відповідної просторової координати уздовж осі $X = s(n+1/2)$, де n – цілі числа, поле звертатиметься в нуль.

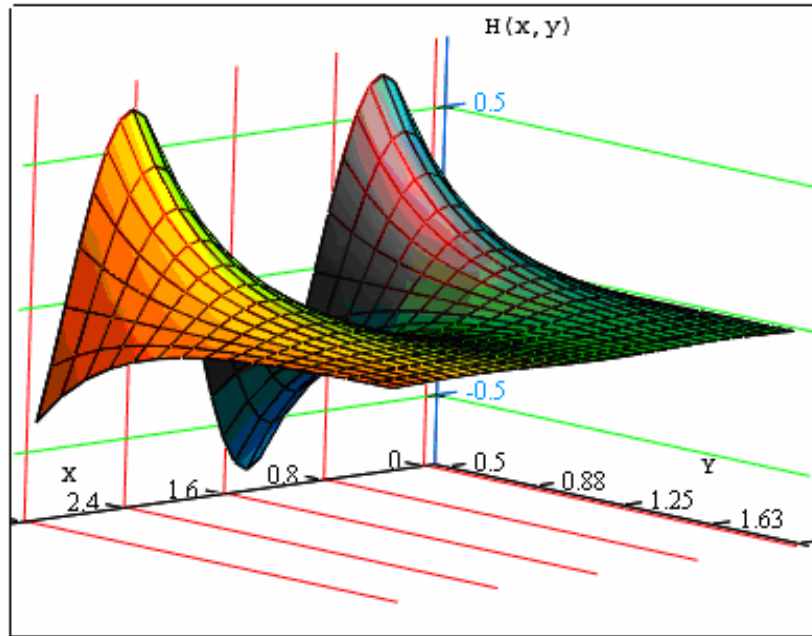
 H_x

Рис. 1. Проекція напруженості магнітного поля на вісь X

На рис. 2 представлена залежність проекції магнітного поля на вісь Y , яка також має періодичність уздовж осі X і сильно зменшуючу залежність у міру видалення від площини відповідної положенню транспортерної стрічки.

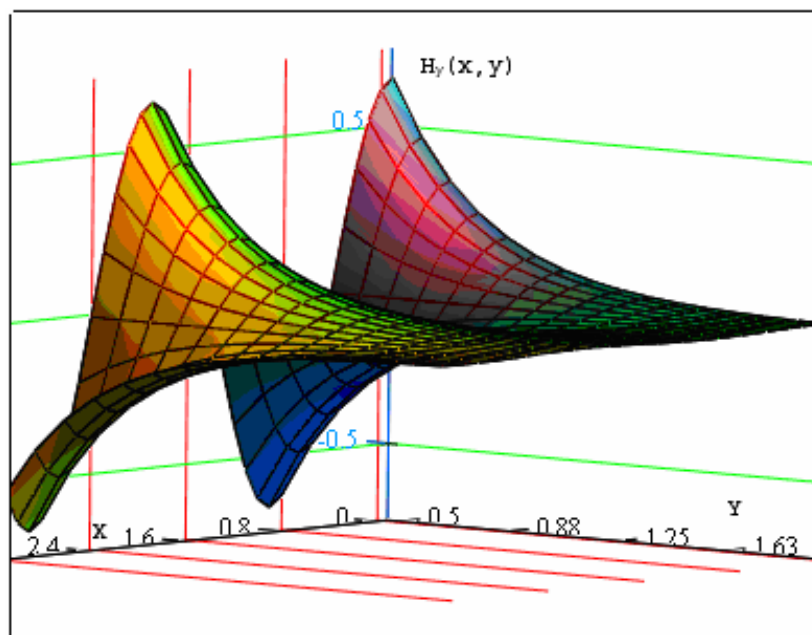
 H_y

Рис. 2. Проекція напруженості магнітного поля на вісь Y

Сила, що діє з боку магнітного поля на феромагнітну частку, визначається твором намагніченості частки I на градієнт напруженості поля H . Намагніченість феромагнітної частки визначається, в припущенні не залежності магнітної сприйнятливості від напруженості поля, твором магнітної сприйнятливості на напруженість магнітного поля:

$$F_m = I \cdot \text{grad}H, \quad (3)$$

де $I = \chi \cdot H$

Сприйнятливість магнітної частки з врахуванням чинника форми частки

$$\chi_T = \frac{\chi_V}{1 + N \cdot \chi_V} \quad (4)$$

де χ_V – магнітна сприйнятливість суцільного середовища з матеріалу домішок,

N – чинник форми в припущенні, що магнітна частка є еліпсоїдом обертання, можливі значення від $1/3$ для кулястої частки до 1 для частки, в якій довжина набагато більше поперечних розмірів.

Надалі варіювався чинник форми діапазону від $1/3$ до 1 , рахуючи рівномірний розподіл N у вищезгаданому діапазоні, розраховувалися траєкторії часток поле сепаратора.

Розміри часток магнітних домішок варіюються по нормальному закону розподілу з математичним чеканням 200 мкм і дисперсією 150 мкм, що характерний для типових домішок при виробництві рибних консервів.

Вважаємо, що фаза входження домішок в робочу зону магнітного барабана, що обертається, розподілена рівномірно для всіх домішок і підкоряється рівномірному закону розподілу[5, 6].

Враховуючи (1), (2), (3) і (4) проекція пондеромоторної сили, що діє з боку магнітного поля на магнітну частку у напрямі осі X , має вигляд:

$$F_{mx}(x,y) = \chi_0 \cdot \chi_T \cdot V \left(\frac{\pi}{s} \right)^3 \cdot H_0 \cdot e^{-\frac{2\pi}{s}y} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{s}x \right) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{s}x \right) \quad (5)$$

Проекція пондеромоторної сили, що діє з боку магнітного поля на магнітну частку у напрямі осі Y , має вигляд:

$$F_{my}(x,y) = \chi_0 \cdot \chi_T \cdot V \left(\frac{\pi}{s} \right)^3 \cdot H_0^2 \cdot e^{-\frac{2\pi}{s}y} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{s}x \right)^2 \quad (6)$$

Залежність проекції пондеромоторної сили, що діє на магнітну домішку, на вісь Y направленої уповдовж нормалі до поверхні транспортерної стрічки представлена на рис. 3. Як видно з графіка проекція сили, що діє на домішку і визначальна ефективність роботи сепаратора, має сильно зменшуючи залежність від відстані до

транспортної стрічки. Також видно періодичність уздовж осі X і на плоскості тих, що пересікають вісь X в крапках з координатами $x = sn$, де n – цілі числа s – період магнітної системи пондеромоторна сила, що діє на магнітні домішки звертається в нуль. Частки домішок що потрапляє в магнітне поле сепаратора в області близьких до плоскості, в якій пондеромоторна сила звертається в нуль не будуть від сепаровані.

У роботі [5] розраховувався час руху частки в полі магнітного сепаратора. При цьому не враховувалося, що величина сили, яка діє на частку залежить від фази входження частки в магнітну систему сепаратора (5) і (6). Також не розглядався рух магнітних домішок уздовж осі X , що є важливим при аналізі ефективності сепарації з нерухомою магнітною системою. У цій статті проведений облік руху часток уздовж осей X і Y , уздовж осі Z градієнт магнітного поля не змінюється, тому не моделювався рух уздовж цієї осі. Облік руху магнітних домішок уздовж осі Z не вироблявся так, як уздовж цієї осі був відсутній градієнт магнітного поля, що визначає проекцію сили на цю вісь.

Розглянемо сили, що діють на магнітну частку, в системі відліку пов'язаною з середовищем на магнітному барабані, що обертається.

$$F_i + F_c + F_m + F_g + F_e = 0 \quad (7)$$

де: F_i – сила інерції домішки;

F_c – сила в'язкого тертя;

F_m – пондеромоторна сила з боку магнітного поля сепаратора;

F_g – сила тяжіння домішки;

F_e – відцентрова сила.

Розглянемо сили, що діють на магнітну частку, в нерухомій системі відліку зв'язаною нерухомою уловлюючою магнітною системою.

Виштовхуючою силою, що діє на магнітну домішку в рідкому середовищі, нехтуємо. Рівність (7) і (8) є векторними. Проекції цих сил на осі X і Y дозволяють отримати систему рівнянь для знаходження траєкторії магнітних домішок у сепараторі.

Вирішення системи нелінійних диференціальних рівнянь дозволяє визначити траєкторію магнітної домішки і час переміщення уздовж траєкторії. Вирішуємо систему нелінійних диференціальних рівнянь методом кінцевих різниць.

Таким чином, отримана система рівнянь, що описує траєкторію руху магнітних часток в полі магнітного сепаратора з врахуванням всіх впливаючих сил тих, що діють на домішки. Вирішення системи рівнянь дозволило отримати траєкторії часток домішок при різних їх початкових положеннях. Виявлено, що траєкторія домішок є

складною кривій, яка лежить в площині перпендикулярної поверхні транспортерної стрічки орієнтованої уздовж напрямку руху стрічки.

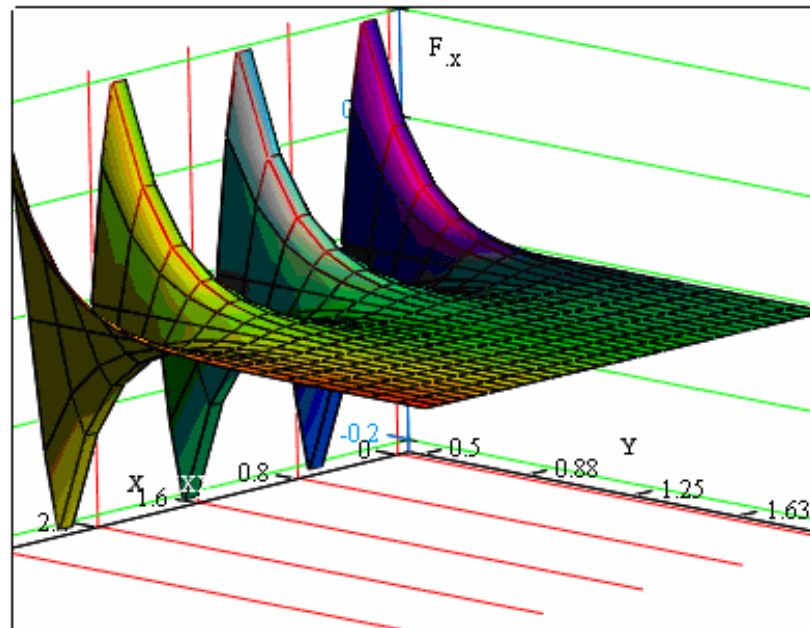
 F_x

Рис. 3. Графік залежності проекції на вісь X пондеромоторної сили від координат x і y

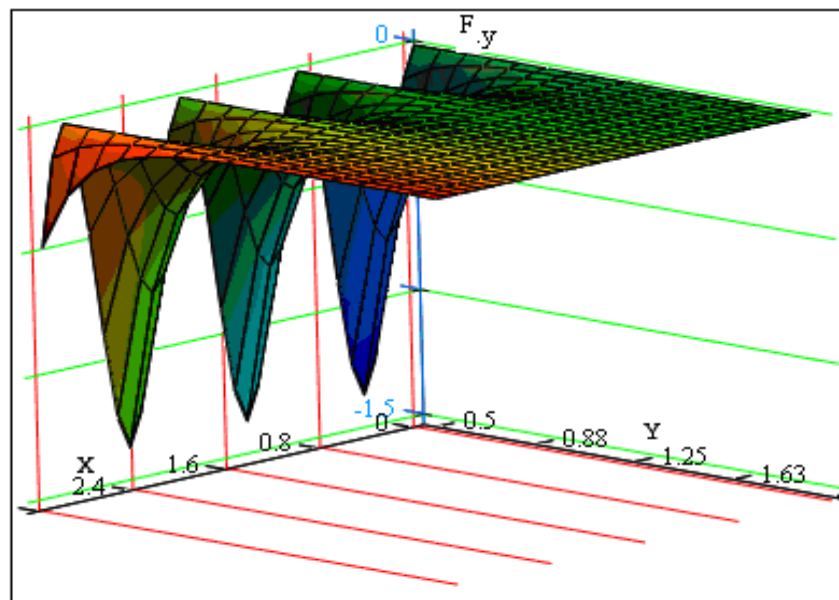
 F_y

Рис. 4. Графік залежності проекції на вісь Y пондеромоторної сили від координат x і y

Перспективою подальших досліджень є вивчення кореляції результатів експериментальних досліджень процесу виділення ферромагнітних часток з в'язкої харчової сировини.

Література

1. Катанаєва, Ю.О. Фізичні основи процесу магнітної сепарації [Текст] / Ю.О. Катанаєва Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. ДонНУЕТ – 2009. – Вип.20. – С.113-118.
2. Равдин А. Магнитные сепараторы на службе безопасности [Текст] / А. Равдин, М. Термиров, А.Г. Дормидонтов //Хлебопродукты. – 2002. - №9. – С. 26-27.
3. Черемных, П. А. Магнитная сепарация [Текст] / П. А. Черемных. – М.: Изд-во Ин-та атомной энергии им. Курчатова, 1977. – 71 с.
4. Мещеряков, И. Б. К вопросу повышения качества очистки сырья и готовой продукции от металломагнитных примесей [Текст] / И. Б. Мещеряков // Труды ВНИИКП – 1984. – вып. 25.- С. 47-51.
5. Венецкий И. Г. Теория вероятностей и математическая статистика/ И. Венецкий, Г. Кильдищев – М.: Статистика, 1975. – 264 с.
6. Львовский Е. Н. Статистические методы построения эмпирических формул: учеб. [для студ. высш. учеб. завед.] / Е. Н. Львовский– М.: Высш. шк., 1988. –239 с.

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ

Катанаева Ю.О.

Аннотация - у статьи предложен вариант физического описания модели процесса магнитной сепарации. Исследовано физическая сторона процесса удаления ферромагнитных частиц из вязкого пищевого сырья.

PHYSICAL MODEL OF PROCESS OF MAGNETIC SEPARATION

U. Katanaeva

Summary

The variant of physical description of model process of magnetic is offered in the article. Investigational physical side of process of delete of ferromagnetic parts from viscid food raw material.

УДК 531.3

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ МЕТОДОМ НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ

Сербий Е. К. к.т.н.,

Гапоненко О. А. ст. преп.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел/факс (0619) 42-13-06

Аннотация – в статье рассмотрена установка для определения коэффициента трения, выделены основные недостатки и предложен способ ее усовершенствования.

Ключевые слова – трение, установка, наклонная плоскость, фотоэлемент, светодиод, секундомер, точность, абсолютная, относительная погрешность.

Постановка проблемы. При движении одного тела по поверхности другого в плоскости соприкосновения возникает сила сопротивления их относительному перемещению, называемая силой трения [1].

Несмотря на ту большую роль, которую играет трение в нашей жизни, до сих пор не создана достаточно полная картина возникновения трения. Это связано даже не с тем, что трение имеет сложную природу, а скорее с тем, что опыты с трением очень чувствительны к обработке поверхности и поэтому трудно воспроизводимы [2].

Изучение всех особенностей трения представляет собой довольно сложную физико-механическую проблему, изучением которой занимается трибология. В инженерных расчетах обычно исходят из ряда установленных опытным путем общих закономерностей, которые с достаточной для практики точностью отражают основные особенности явления трения [3].

Анализ сделанных исследований. Исследованием явления трения впервые занимался Леонардо да Винчи. Он измерял силу трения, действующую на деревянные параллелепипеды, скользящие по доске, причём, ставя бруски на разные грани, определял зависимость силы трения от площади опоры. В конце 17 века французский физик Амонтон (1663-1705) установил независимость

силы трения от площади поверхности соприкасающихся тел. Законы трения были сформулированы французским физиком Кулоном (1736-1806).

При скольжении тела по шероховатой поверхности в точке их соприкосновения возникает сила трения скольжения. Эта сила противодействует скольжению и направлена противоположно вектору скорости. Модуль силы трения пропорционален нормальному давлению N [4]:

$$F_{mp} = fN. \quad (1)$$

Коэффициент пропорциональности f называется коэффициентом трения скольжения и определяется опытным путем. Он зависит от материала и состояния трущихся поверхностей, а также от скорости движения и удельного давления. Однако в элементарных расчетах зависимость коэффициента трения скольжения от скорости и удельного давления часто не учитываются

Экспериментально коэффициент трения можно определить с помощью установки ТМ-21А (рис. 1). Она представляет собой наклонную плоскость, угол α наклона которой можно менять в пределах от 0 до 45° . С наклонной плоскостью связаны два механических датчика – переключателя, которые включают и выключают секундомер. Двигаясь между датчиками, тело за время t , которое фиксируется секундомером, проходит расстояние S .

По данной методике [5] коэффициент трения определяется по формуле:

$$f = \operatorname{tg} \alpha - \frac{2S}{gt^2 \cos \alpha}. \quad (2)$$

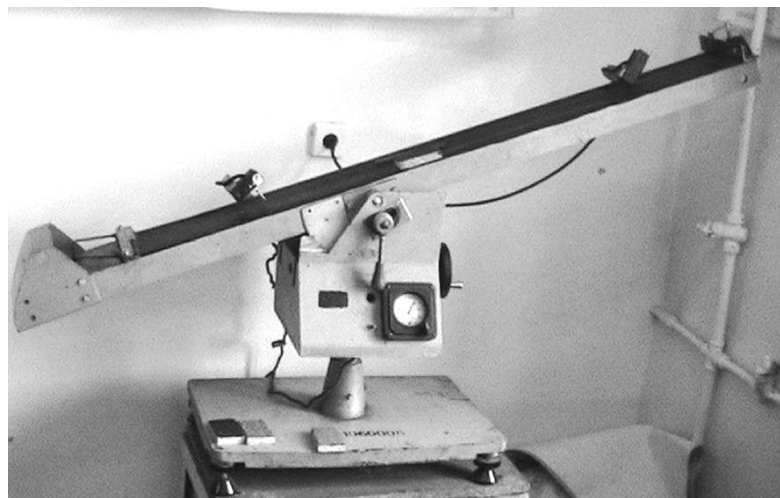


Рис. 1. Установка для определения коэффициента трения ТМ-21А

При использовании установки ТМ-21А неизбежно возникают погрешности связанные с несовершенством конструкции. Основным недостатком, влияющим на точность измерения, является то, что включение и выключение секундомера осуществляется с помощью механического контакта тела с датчиком. Погрешности возникают по нескольким причинам. Во-первых: для срабатывания выключателя необходимо приложить некоторую силу, что отразится на движении по наклонной поверхности и изменит истинное время движения тела. Особенно сильно это отразится при использовании образцов с малой массой. В этом случае они в конце движения имеют малый запас кинетической энергии, значительная часть которой передается для срабатывания выключателя и тем самым изменяется характер движения тела по поверхности. Во-вторых: сам принцип работы механических выключателей вносит неизбежную погрешность в полученный результат.

Формулирование целей статьи. Для уменьшения погрешности при определении коэффициента трения на установке ТМ-21А предложена схема срабатывания секундомера, которая построена на фотоэлементах (рис. 2).

Основная часть. Принцип работы схемы следующий. В начальный момент времени тело находится между первой парой светодиода LED1 и фотоэлемента VD1. Свет на фотоэлемент VD1 не падает, в цепи отсутствует ток и сигнал на секундомер не поступает.

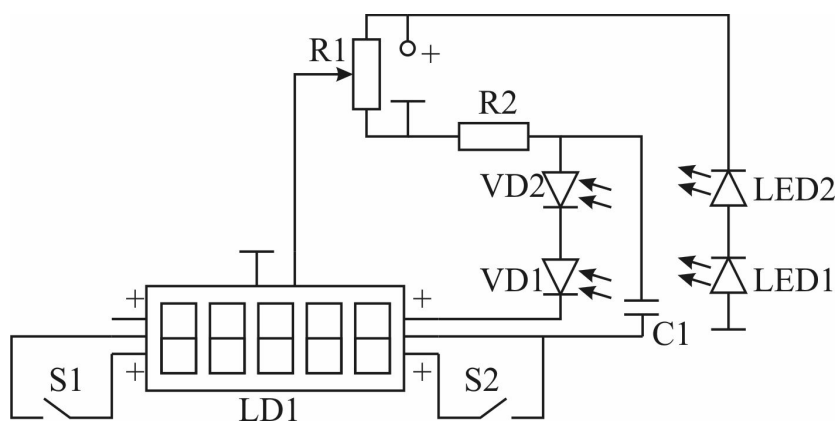


Рис. 2. Схема включения секундомера

В начале движения тела свет светодиода LED1 падает на фотоэлемент VD1, в цепи появляется ток, который подается на первую пластину конденсатора C1 вследствие чего на второй его пластине возникает разность потенциалов, и секундомер включается. В конце движения образец перекрывает световой поток светодиода LED2 и сопротивление фотоэлемента VD2 увеличивается, ток в цепи отсутствует и заряд из первой пластины конденсатора C1 уходит

через сопротивление R2. В конечный момент времени образец открывает световой поток светодиода LED2, который падает на фотозлемент VD2. В цепи возникает ток, который доходит до первой пластины конденсатора C1 и на второй его пластине возникает разность потенциалов, секундомер останавливается. Контакты S1 и S2 предназначены для включения устройства в режим секундомера и его обнуления соответственно.

При использовании данной схемы возникает вопрос оценки погрешности, вносимой средствами измерения на конечное значение коэффициента трения.

Для определения погрешности полученного значения коэффициента трения заметим, что если абсолютные погрешности величин, входящих в расчетную формулу (1), малы, то справедливо следующее равенство [6]:

$$f = \bar{f} + \Delta f \approx \bar{f} + df; \quad (2)$$

где df - полный дифференциал функции (1).

Учитывая, что полный дифференциал функции по определению равен сумме всех ее частных дифференциалов, то получим [7]:

$$df = \partial_s f + \partial_t f + \partial_\alpha f = \frac{\partial f}{\partial S} \Delta S + \frac{\partial f}{\partial t} \Delta t + \frac{\partial f}{\partial \alpha} \Delta \alpha.$$

или

$$df = \left| 1 + tg^2 \alpha - \frac{2S \sin \alpha}{gt^2 \cos \alpha} \right| \Delta \alpha + \left| \frac{2}{gt^2 \cos \alpha} \right| \Delta S + \left| \frac{2S}{g^2 t^2 \cos \alpha} \right| \Delta g + \left| \frac{4S}{gt^3 \cos \alpha} \right| \Delta t.$$

Соответствующая предельная относительная погрешность определяется по следующей формуле:

$$\sigma_f = \frac{\Delta f}{\bar{f}} \approx \frac{df}{\bar{f}}, \quad (3)$$

тогда:

$$\sigma_f = \frac{gt^2 \cos \alpha - 2S \sin \alpha}{(gt^2 \sin \alpha - 2S)gt^2 (\cos 2\alpha + 1)} \Delta \alpha + \frac{2}{gt^2 \sin \alpha - 2S} \Delta S + \frac{2S}{g^2 t^2 \sin \alpha - 2Sg} \Delta g + \frac{4S}{gt^3 \sin \alpha - 2St} \Delta t. \quad (4)$$

При вычислении коэффициента трения погрешности возникают при непосредственном измерении или подстановке известных следующих величин:

- угол наклона плоскости; существующая установка обеспечивает: $\Delta \alpha = \frac{\pi}{180}$ рад, при $\alpha = \frac{\pi}{6}$ рад имеем $\sigma_\alpha = 3,33\%$;

- расстояние, проходимое образцом, между датчиками: $\Delta S = 10^{-3}$ м, при $S = 1$ м имеем $\sigma_s = 0,1\%$;

- время движения образца: $\Delta t = 0,01$ с, при $t = 1$ с имеем $\sigma_t = 1\%$;

- а также при подстановке ускорения свободного падения $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, $\Delta g = 0,01 \text{ м/с}^2$ имеем $\sigma_g = 0,1\%$.

При анализе полученных относительных погрешностей и формулы (1) видно, что наибольшее влияние на значение коэффициента трения оказывают точность измерения угла наклона плоскости и время движения образца.

Пусть секундомер обеспечивает систематическую погрешность $\Delta t = 0,01 \text{ с}$, длина плоскости $S = 1 \text{ м}$ и угол ее наклона $\alpha = \arctg(f) + \alpha_0$, где α_0 обеспечивает дополнительный наклон и более свободное скольжение тела. На рис. 3 показана зависимость относительной погрешности от коэффициента трения и α_0 при $\Delta t = 0,01 \text{ с}$.

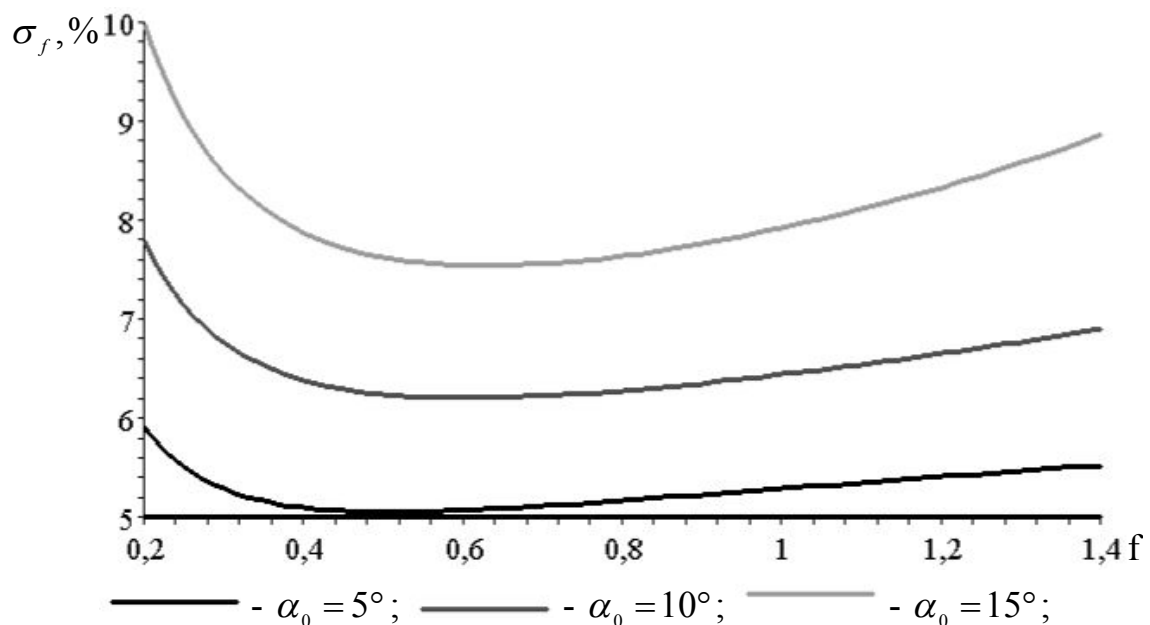


Рис. 3. Зависимость относительной погрешности от коэффициента трения и угла наклона плоскости

Из графика видно, что погрешность $\sigma_f < 5\%$ обеспечивается только при $\alpha_0 = 5^\circ$ в узком диапазоне для $0,45 < f < 0,55$.

Значительным резервом снижения погрешности может быть увеличение точности измерения времени движения образца (рис.4).

Увеличение точности измерения времени до $0,001 \text{ с}$ при $\alpha_0 = 10^\circ$ обеспечивает определение коэффициентов трения в широком диапазоне с точностью до 5% . Дальнейшее увеличение точности измерения времени до $0,0001 \text{ с}$ незначительно влияет на погрешность коэффициента трения.

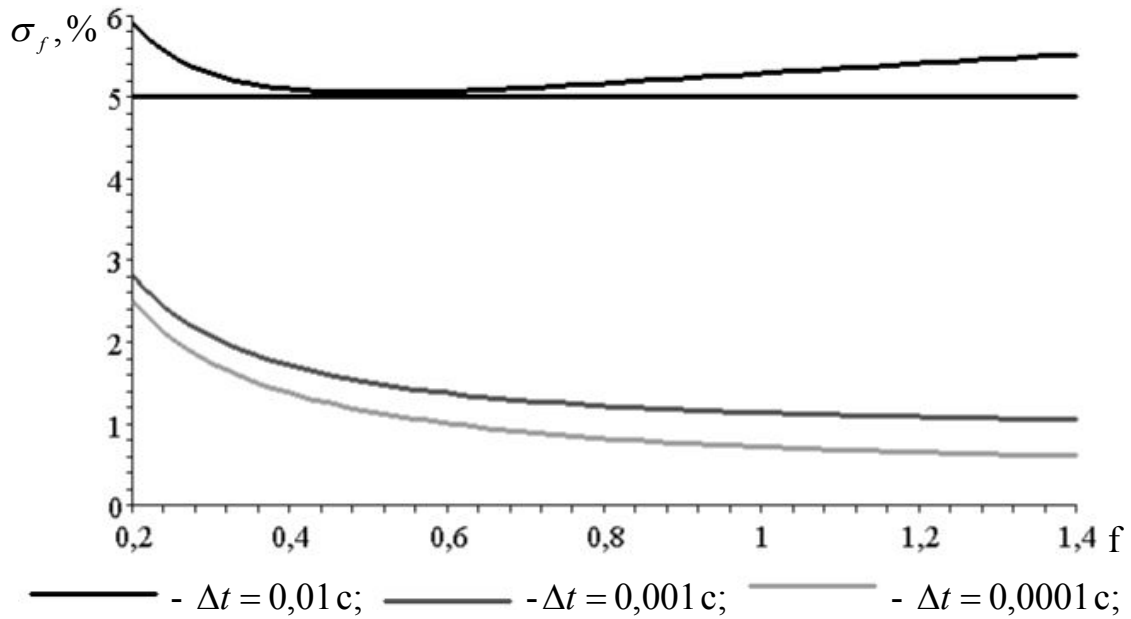


Рис. 4. Зависимость относительной погрешности от коэффициента трения и абсолютной погрешности измерения времени

В связи с этим время движения образца достаточно измерять с точностью до 0,001с. Тогда погрешность будет $\sigma_f < 5\%$ для всех значений коэффициентов трения и в широких пределах установки угла наклона плоскости (рис. 5).

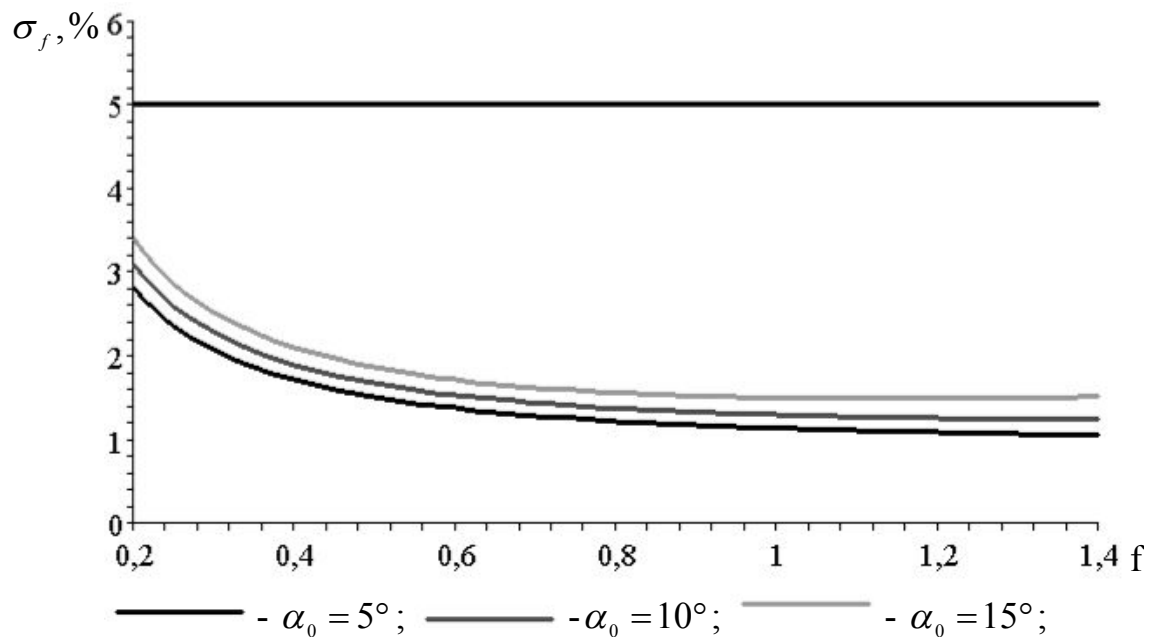


Рис. 5. Зависимость относительной погрешности от коэффициента трения и угла наклона плоскости

Увеличение точности измерения угла наклона плоскости также существенно влияет на точность коэффициентов трения (рис. 6). Так при $\Delta t = 0,001$ с и $\Delta \alpha = 0,5^\circ$ погрешность коэффициентов трения до $\sigma_f < 5\%$.

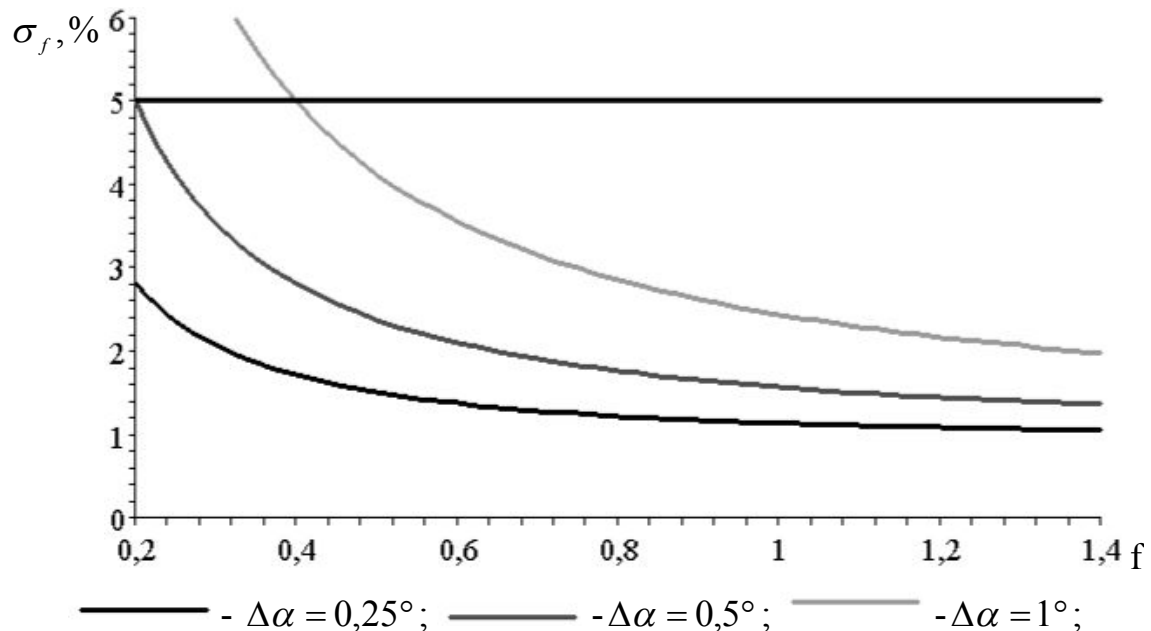


Рис. 6. Зависимость относительной погрешности от коэффициента трения и абсолютной погрешности угла наклона плоскости

Выводы:

1. Установлены недостатки существующей установки для измерения коэффициентов трения и предложен способ ее усовершенствования.

2. Предложена схема включения секундомера, основанная на фотоэлементах.

3. Проанализировано влияние точности измерения входных величин на погрешность коэффициента трения. Установлено, что наибольшее влияние оказывают точности измерения времени движения образца и угла установки плоскости. При $\Delta t = 0,001$ с и $\Delta \alpha = 0,5^\circ$ погрешность $\sigma_f < 5\%$.

Литература

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики / С.М. Тарг. – М.: Наука, 1970 г. – 478 стр

2. Трибология: Исследования и приложения: опыт США и стран СНГ // Под ред. А. В. Белого, К. Лудемы, Н. К. Мышкина. – М.: Машиностроение; Нью-Йорк; Аллертон Пресс, 1993.
3. *П. Пэнлеве*. Лекции о трении /пер. с фр. И. Н. Веселовского, М.: гос. изд-во тех.-теор. лит-ры, 1954 г., 313 стр.
4. *Чичинадзе А.В.* Основы трибологии (трение, износ, смазка) // А.В. Чичинадзе, Браун Э. Д. и др.; под ред. А. В. Чичинадзе: Уч. для тех. ВУЗов. – 2-изд. – М.: Машиностроение, 2001
5. *Кушнарков А.С.* Визначення коефіцієнта тертя ковзання методом похилої площини // ТДАТА, Методичні вказівки, за ред. Кушнаркова А. С, 2001. – 19 с.
6. *Мышкис А.Д.* Лекции по высшей математике / А.Д. Мышкис. – М.: Наука, 1969 г. – 640 стр.
7. *Пискунов Н. С.* Дифференциальное и интегральное исчисления, т. 1, т. 2./ Н.С. Пискунов. – М.: Наука, 1976 г. – 456 стр.

УДОСКОНАЛЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ МЕТОДОМ ПОХИЛОЇ ПЛОЩИНИ

Сербій Е.К., Гапоненко О.А.

Анотація - в статті розглянута установка для визначення коефіцієнта тертя, висвітлено основні недоліки і запропонований спосіб її удосконалення.

SETTING IMPROVEMENT FOR FRICTION COEFFICIENT DEFINITION BY INCLINING FLAT METHOD

E. Serbiy, O. Gaponenko

Summary

Setting for friction coefficient definition is described in this article, main her scarcity are described and means for her improvement is offered in this article

УДК 664.74.001

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА КОНСТРУКЦІЯ МЕХАНІЗМУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СХІДЧАСТОЇ ДЕКИ

Коваленко А.В., інженер

*Донецький національний університет економіки та торгівлі імені
Михайла Туган-Барановського*

Тел. (062) 304-50-46

Анотація – робота присвячується розробці механізму та, за його допомогою, визначенню оптимальних геометричних параметрів сходинок робочого органу, який здійснює коливання у горизонтальній площині, вібраційного транспортера для транспортування сипких харчових продуктів.

Ключові слова – вібротранспортування, вібротранспортери, вібропереміщення, геометричні параметри, робочий орган, східчаста дека.

Постановка проблеми. Для сучасних виробництв завжди стає проблема транспортування предметів виробництва у межах своєї території і усередині цехів. Вибір обладнання проводиться за підрахунками економістів виходячи з собівартості, продуктивності, габаритних розмірів. Для вібротранспортування сипких вантажів безперечно перевагу мають штучні режими гармонічних коливань робочого органу [1]. Особливу увагу слід приділити штучним режимам вібропереміщення при прямолінійних синусоїдних коливаннях робочого органу. Застосовуючи багаторічний теоретичний і практичний досвід, можна створювати такі умови, при яких сипкий продукт за рахунок генерації штучних режимів вібропереміщення з легкістю транспортується у заданому напрямку [2].

Багаторічні експериментальні дослідження [1] довели, що сипкі продукти певних умов легко транспортуються нагору по нахиленій до горизонту вертикально коливній площині за рахунок генерації штучних режимів вібропереміщення. Таке положення пояснюється інтенсивною розробкою теоретичних основ штучних режимів переміщення сипких матеріалів на робочих поверхнях, які коливаються.

Метою статті є розробка механізму та, за його допомогою, експериментальне визначення оптимальних геометричних параметрів сходинок робочого органу, який здійснює коливання у горизонтальній площині, вібраційного транспортера для транспортування сипких харчових продуктів.

Виклад основного матеріалу досліджень. У першу чергу, необхідно експериментально підтвердити адекватність методики для визначення геометричних параметрів шаблі, викладеної в роботі [3]. Використовуючи розрахункові формули для визначення оптимальних геометричних параметрів східчастої деки складемо таблицю 1, і довільно виберемо з неї для перевірки кілька значень L_{CX} і відповідні їм V_{CX} , які відзначимо в цій же таблиці.

Таблиця 1 – Довжина L_{CX} (м) і висота V_{CX} (м) похилої поверхні сходинок при підібраних кінематичних параметрів

L_{CX} , м.	при $\alpha=24$ град.	при $\alpha=26$ град.	при $\alpha=28$ град.
	$A=0,007$ м	$A=0,007$ м	$A=0,007$ м
$v=22,5$ Гц	0,0075	0,0025	0,0127
$v=25$ Гц	0,0287	0,0164	0,0042
$v=27,5$ Гц	0,0234	0,0111	0,0035
V_{CX} , м.			
$v=22,5$ Гц	0,003	0,0011	0,006
$v=25$ Гц	0,0117	0,0072	0,002
$v=27,5$ Гц	0,0095	0,0049	0,0016

Довжина похилої поверхні сходинок L_{CX} і її висота V_{CX} – гіпотенуза й катет прямокутного трикутника, тому їх значення будуть відповідати один одному при певному куті α , а виходить, експериментальну перевірку на оптимальність можна проводити по одному із цих параметрів.

На рисунку 1 а, показаний устрій деки, яка сконструйована таким чином, щоб кут нахилу сходинок міг змінюватися. У цій конструкції, прямокутна пластина – 2 має на всіх чотирьох кінцях прямокутні виступи. Усі виступи пластини, з натягом вставлено в отвори чотирьох бічних тримачів - 1. Нижні бічні тримачі закріплені між собою жорстко й нерухомо, як і верхні. Але верхні бічні тримачі, можуть зміщатися щодо нижніх і жорстко фіксуватися в будь-якій зміщеній положенні. Отвори в бічних тримачах, зроблені через однакові проміжки рівні H_{CX} , при такій конструкції H_{CX} завжди залишається постійною. Із схеми зміни кута α (рисунок 1 б) бачимо, що якщо значення L_{CX} буде менше значення H_{CX} то між сходами

деки утворюються вільні інтервали, якщо значення L_{CX} буде більше чим H_{CX} , те пластини при встановленні заданого α , будуть накладатися один на одного але при цьому витримувати задане значення L_{CX} . Виходить, значення H_{CX} (катет) повинне відповідати розміру L_{CX} (гіпотенуза) при куті, що максимально виставляється, нахилу пластини.

Щоб довести оптимальність обраних у таблиці 1 значень L_{CX} , було виготовлено 9 комплектів пластин. Перші 3 комплекти пластин виготовлені відповідно до розмірів, відзначених у таблиці 1. Наступні 6 комплектів виготовлені з відхиленням від перших по розміру L_{CX} . Три комплекти з них мають розмір L_{CX} на 3 мм більше, і три комплекти, що залишилися мають L_{CX} на 3 мм менше. Таке відхилення у довжині похилої поверхні, дозволить експериментально підтвердити або спростувати оптимальність обраних значень. Для кожного комплекту пластин, був виготовлений комплект бічних тримачів, з відповідним розміром H_{CX} .

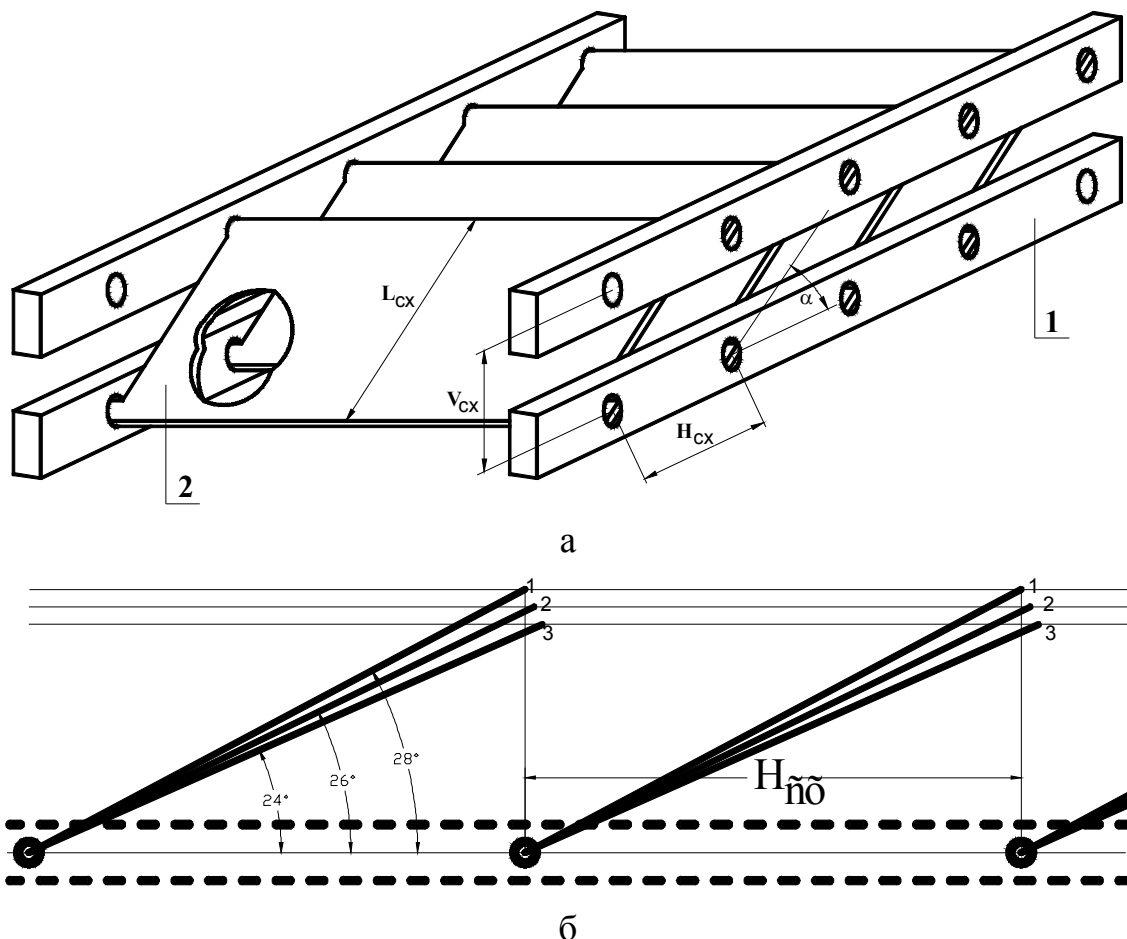


Рис. 1. Конструкційний устрій (а) і схема зміни кута нахилу пластини (б) у деки

Експериментальна швидкість вібропереміщення продукту повинна визначатися за допомогою часу, що засікається, і відомої

відстані L_n – повний шлях продукту по деці. Довжина шляху продукту визначається залежно від числа похилих пластин n , значення L_{cx} і кута α , по наступному виразу:

$$L_n = n \cdot L_{cx} \cos \alpha \quad (1)$$

Визначимо довжину шляху вібропереміщення продукту, використовуючи формулу (1). Результати обчислень для 9-ти комплектів пластин, виходячи з $n=30$ сходинок, занесемо в таблицю 2.

Таблиця 2 – Значення L_n , (м) для обраних L_{cx} при різних кутах α

L_{cx} , м.	$\alpha=22$ гради.	$\alpha=24$ гради.	$\alpha=26$ гради.	$\alpha=28$ гради.	$\alpha=30$ гради.
0,0097	-	-	0,2615	0,2569	0,252
0,0127	-	-	0,3424	0,3364	0,33
0,0157	-	-	0,4233	0,4159	0,4079
0,0134	-	0,3672	0,3613	0,3549	-
0,0164	-	0,4495	0,4442	0,4344	-
0,0194	-	0,5317	0,5231	0,5139	-
0,0204	0,5674	0,5591	0,5501	-	-
0,0234	0,6509	0,6413	0,631	-	-
0,0264	0,7343	0,7235	0,7118	-	-

Проаналізувавши таблицю 2, можна зробити наступний висновок: для досить точного визначення часу переміщення продукту, кількість відбивних пластин у декі при $L_{cx} = 0,0097 \dots 0,0157$ м, повинне бути в 2 рази більше 30, а при $L_{cx} = 0,0157 \dots 0,0164$ м, повинне бути більш 30 шт. Це пояснюється тим, що на коротких відрізках шляху, наприклад 0,2569 м, складно засікти час вібропереміщення продукту. Кількість пластин у таблиці 3 підібране таким чином, щоб значення $L_n > 0,5$ м.

Таблиця 3 – Кількість похилих пластин для обраних L_{cx}

	L_{cx} , м.				
	0,0097	0,0127	0,0134	0,0157	0,0164
пласт., шт.	60	50	45	40	40
	L_{cx} , м.				
	0,0194	0,0204	0,0234	0,0264	
пласт., шт.	30	30	30	30	

Висновки. За допомогою розробленого механізму було експериментально визначено оптимальні геометричні параметри сходинок робочого органу, який здійснює коливання у горизонтальній площині, вібраційного транспортера для транспортування сипких харчових продуктів.

Література

1. *Блехман И.И.* Вибрационное перемещение / И.И.Блехман, Г.Ю.Джанелидзе. – М.: Наука, 1964. – 412с.
2. *Фалько Л.Г.* Генерація штучних режимів вібропереміщення /Л.Г.Фалько, О.Л. Фалько // Перспективи розвитку масового харчування в торгівлі в умовах переходу до ринкової економіки. Тез. допов. міжнарод. конфер. Харківський інститут громадського харчування. –Х., 1994, -С.269-270.
3. *Фалько О.Л.* Дослідження нового способу вібротранспортування сипких харчових мас / О.Л. Фалько, А.В. Коваленко //Рыбное хозяйство Украины/Специальный выпуск. Морские технологии: проблемы и решения 2009. -Керч: КГМТУ, – 2009. - С.42-45.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ МЕХАНИЗМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТУПЕНЧАТОЙ ДЕКИ

Коваленко А.В.

Аннотация - работа посвящается разработке механизма и, за его помощью, определению оптимальных геометрических параметров ступенек рабочего органа, который осуществляет колебание в горизонтальной плоскости, вибрационного транспортера для транспортировки сыпучих пищевых продуктов.

THE EXPERIMENTAL CONSTRUCTION OF MECHANISM FOR DETERMINING OF OPTIMAL GEOMETRIC PARAMETERS STEPS OF WORKING ORGAN

A. Kovalenko

Summary

Work is devoted to the development of mechanism to and determining with it help of the optimal geometric parameters of working organ which carries out hesitation in horizontal plane, the vibrating machine for the transportation of loose food cargoes.

УДК 636.08:535.65

ВИКОРИСТАННЯ ОПТИЧНОГО МЕТОДУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ СУМІШІ

Аблогін А.М., аспірант*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-06

Анотація – В промисловості часто необхідно визначити склад суміші. Зазвичай для цього використовується фізичне розділення на компоненти. Для прискорення аналізу пропонується аналізувати RGB-складові кольору фотографії суміші замість сортування.

Ключові слова – аналіз суміші, аналіз кольору, RGB-модель кольорів.

Постановка проблеми. В сучасній науці і промисловості часто виникає необхідність визначення складу суміші. У більшості випадків для визначення частки окремого компонента у суміші використовується метод, за яким суміш розділюється на складові за допомогою сит або інших методів фізичного розділення, після чого проводиться зважування кожного окремого компонента. Відсоток кожної складової визначається за формулою:

$$\varepsilon_i = \frac{m_i}{\sum m_i} \cdot 100\% \quad (1)$$

де m_i – маса i -го компонента.

Цей метод використовується зокрема при визначенні якості роботи змішувача, шляхом аналізу суміші, що виходить із змішуючого пристрою, і порівнянням її складу із заданим. Подібний спосіб також використовується для виявлення домішок у зерні [1].

Даний метод є одним із найрозповсюджених та зазвичай не стикається із труднощами при використанні на практиці. Проте, нажаль, не у випадку із сумішами, компоненти яких близькі одне одному за фізико-механічними показниками. Даним сумішам притаманна низька здатність до сегрегації, через це розділити її на складові шляхом фізичного впливу – складно, а інколи неможливо. У даному випадку використовують ручне сортування, що звісно ж є трудомістким та дорогим процесом.

Для прискорення та зниження вартості аналізу пропонується використовувати статистичний аналіз фотографії суміші замість сортування на складові. У якості аналізованого параметру обираємо колір кожної з точок фотографії.

Постановка завдання. Метою досліджень є обґрунтування можливості визначення складу суміші за кольором.

Через значну різноманітність форм, розмірів гранул та можливих комбінацій їх у сумішах в даному дослідженні ми розглянемо лише суміші із сферичних зерен однакового діаметра та відмінних кольорів.

Методи досліджень. Оптичні якості ми визначаємо шляхом фотографування матеріалу у пристрої зображеному на рис. 1. Даний пристрій складається з фотокамери 1, джерела випромінювання 2 та закритої ємності 3 в яку поміщається зразок матеріалу 4.

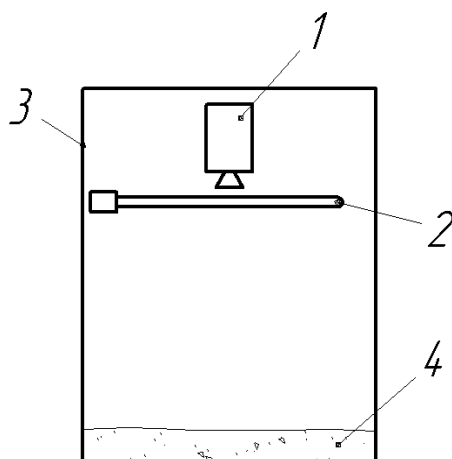


Рис. 1. Пристрій для визначення складу суміші (позначення в тексті)

В наших експериментах використовувалась фотокамера 1, яка забезпечувала отримання фотографій розміром 640×480 точок. У якості джерела випромінювання 2 була встановлена люмінесцентна лампа денного світла у формі кола. Дана форма була обрана для забезпечення рівномірного освітлення зерен з усіх сторін. Джерело випромінювання встановлюється безпосередньо під фотокамерою, але так, щоб виключити можливість її потрапляння у кадр. Ємність 3 являє собою закритий контейнер, що виключає проникнення стороннього світла всередину, із білими внутрішніми стінками, на дно якого рівномірним шаром у 3 – 5 діаметрів часток розсипається аналізований матеріал. Суміш розподіляється таким чином, щоб якомога більша частина її площі потрапила у поле зору фотокамери 1.

У якості досліджуваного матеріалу було обране пшоно, через його близькість до сферичної форми, яке було розділено на дві партії

різних кольорів (використовувалось жовте, без фарбування, та червоне, фарбоване водорозчинним барвником, пшоно). Із даних партій формувались суміші із відомим співвідношенням компонентів. Вага кожної суміші складала 50 г і формувалась шляхом зважування складових із точністю до 0,001 г. Експерименти проводились на сумішах із масовою часткою червоного компонента 0%, 5%, 10%, 20%, 40%, 50% та 100%. Суміші із вмістом одного із компонентів 100% в подальшому називатимемо "чистими".

Для кожної з сумішей отримувалось по 3 фотографії із попереднім перемішуванням суміші та рівномірним розподіленням її по дну контейнера 3 (рис. 1). Після чого проводився аналіз кожної з фотографій.

Основна частина. Для визначення відсотка червоного матеріалу в суміші ми користувалися наступними аргументами:

- в обох партіях використовувалось пшоно однакової крупності (одного діаметра), незначні відхилення від середніх геометричних розмірів компенсуються великою кількістю зерен у кожній суміші. Таким чином співвідношення між кількістю зерен N із різних партій у суміші таке ж саме як і співвідношення між їх масами m :

$$\varepsilon = \frac{m_{\text{ч}}}{m_{\text{ч}} + m_{\text{ж}}} = \frac{N_{\text{ч}}}{N_{\text{ч}} + N_{\text{ж}}}, \quad (2)$$

де $m_{\text{ч}}$ і $m_{\text{ж}}$ – маса червоного і жовтого пшона, відповідно, кг;

$N_{\text{ч}}$ і $N_{\text{ж}}$ – відповідно, кількість червоних та жовтих зерен, шт.;

- згідно рівності діаметрів зерен, вони займають на фотографії однакову площу, або, іншими словами, будь-яке зерно зафарбовує у свій колір однакову кількість точок k :

$$n_{\text{ч}} = k \cdot N_{\text{ч}}, \text{ та } n_{\text{ж}} = k \cdot N_{\text{ж}}, \quad (3)$$

де $n_{\text{ч}}$ і $n_{\text{ж}}$ – загальна кількість точок червоного та жовтого кольору, відповідно.

Підставивши (3) в (2) отримуємо формулу

$$\varepsilon = \frac{n_{\text{ч}}}{n_{\text{ч}} + n_{\text{ж}}} \cdot 100\%. \quad (4)$$

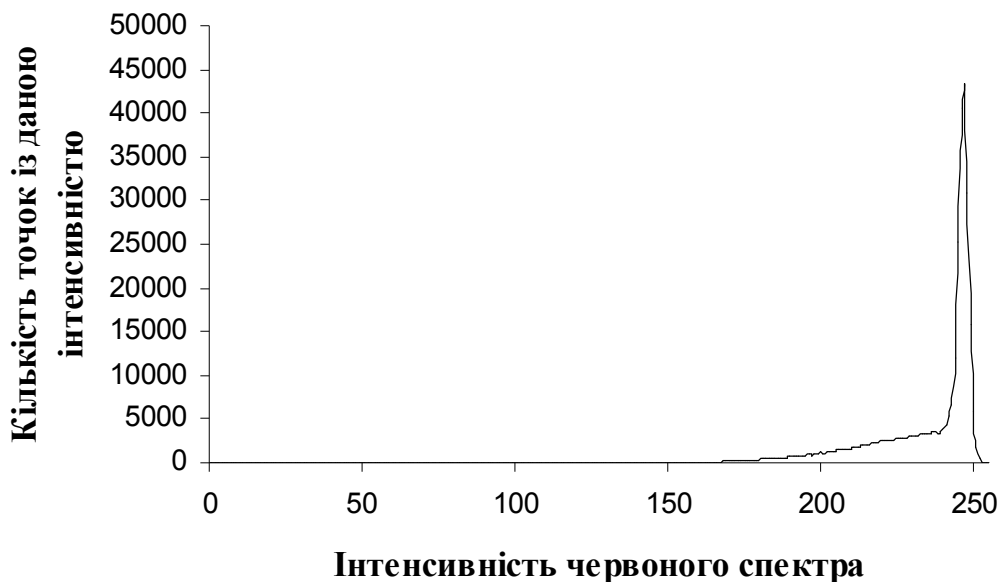
Як відомо, для визначення кольору в комп'ютерній техніці зазвичай використовується RGB-модель, згідно якій кожна точка зображення містить у собі інформацію про інтенсивність червоного, зеленого та синього спектра у її кольорі. Інтенсивність спектра визначається цілим числом від 0 до 255 (значення 0 відповідає повній відсутності даного спектра, а 255 його максимальній кількості) [2, 3]. Саме цьому другим кольором був обраний червоний, як один із основних кольорів, тому при його аналізі у більшості точок очікувалось отримати дуже високу інтенсивність червоного спектра та низьку синього і зеленого.

Визначення складу суміші відбувалось наступним чином:

- спочатку отримувались еталонні фотографії жовтого (не фарбованого) пшона. Після чого шляхом аналізу кольору кожної з точок, визначалась кількість точок із однаковою інтенсивністю червоного спектра та за допомогою статистичного аналізу визначалось середнє значення $s_{ж}$ і дисперсія $\sigma_{ж}^2$ [4]. За допомогою цих даних визначався діапазон інтенсивності червоного спектра, що відповідає жовтому пшону $D_{ж} \in [s_{ж} - 3 \cdot \sigma_{ж}^2; s_{ж} + 3 \cdot \sigma_{ж}^2]$. Типовий розподіл та інші дані для "чистого" жовтого пшона приведені на рис. 2;

- аналогічним чином аналізувалось пшоно червоного кольору із отриманням середнього значення s_{\pm} , дисперсії σ_{\pm}^2 та визначався діапазон відповідний другому матеріалу $D_{\pm} \in [s_{\pm} - 3 \cdot \sigma_{\pm}^2; s_{\pm} + 3 \cdot \sigma_{\pm}^2]$. Типові дані для "чистого" червоного пшона приведені на рис. 3;

- далі отримувались фотографії сумішей, які аналізувались так само як і еталонні, із отриманням гістограми розподілу. Після цього з гістограми отримувалась кількість точок $n_{ж}$ та n_{\pm} , що знаходяться у кожному із діапазонів D_{\pm} та D_{\pm} . Відсоток ключового компонента (червоного пшона) у суміші розраховувався за формулою (4). Розподіл кількості точок за інтенсивністю червоного спектра для суміші із 30% червоного матеріалу зображена на рис. 4.

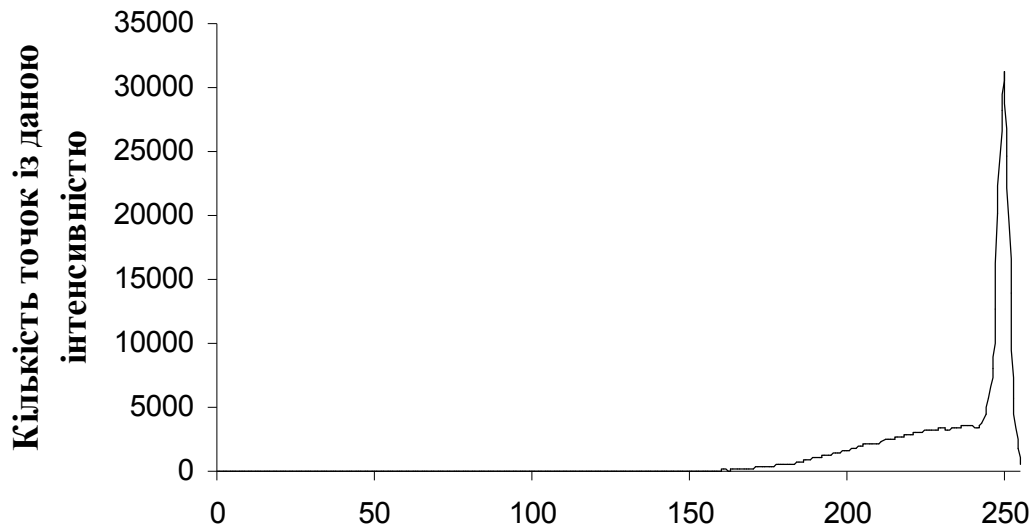


$$s_{\pm} = 235,9; \sigma_{\pm}^2 = 17,3; D_{\pm} \in [184; 255]$$

Рис. 3. Розподіл кількості точок за інтенсивністю червоного спектра для "чистого" червоного пшона

Як бачимо, розподіли кількості точок за інтенсивністю червоного спектра у "чистих" матеріалах (рис. 2 і 3) є дуже схожими, що також підтверджується статистичними даними (значення s_{\pm} та s_{\pm}

є досить близькими; для "чистого" червоного матеріалу характерне досить велике значення дисперсії, тому D_{α} повністю перекривається D_{β}). Розподіл точок за інтенсивністю для суміші (рис. 4) принципово не відрізняється від двох попередніх, що не дозволяє зробити будь-якого однозначного висновку щодо її кількісного складу.

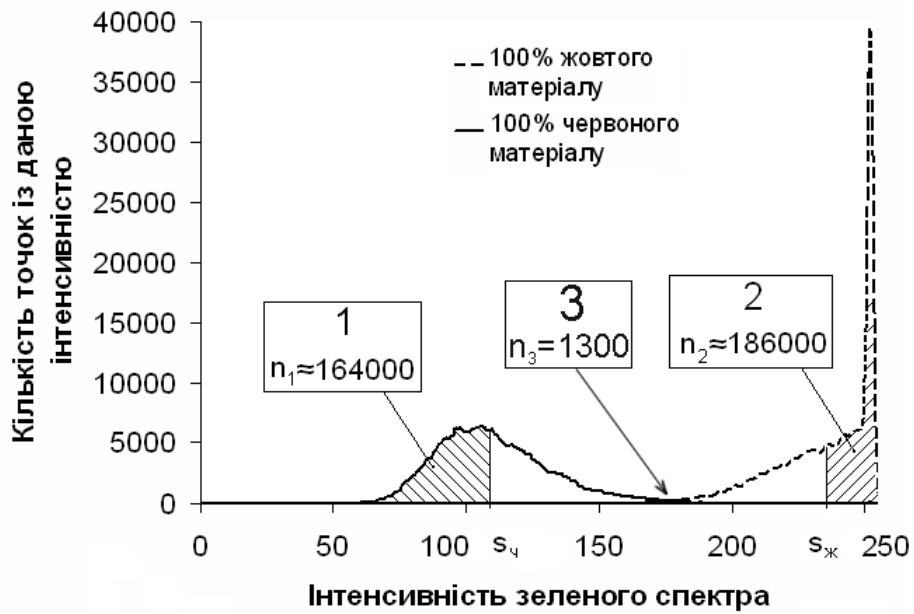


Інтенсивність червоного спектра

$$s = 233,8; \sigma^2 = 20,5$$

Рис. 4. Розподіл кількості точок за інтенсивністю червоного спектра для фотографії суміші із 30% червоного і 70% жовтого пшона

Аналогічна ситуація виникає при аналізі тих самих фотографій за синім спектром. Проте, при порівнянні фотографій "чистих" матеріалів за інтенсивністю зеленого спектра ситуація виглядає значно краще: середні значення інтенсивності суттєво відрізняються один від одного, і хоча дисперсія є досить значною діапазони не перекриваються (рис. 5). Однак навіть при використанні даного підходу не вдається зробити однозначний висновок щодо складу суміші. Причиною цього, найвірогідніше, є неочікуване збільшення кількості точок із інтенсивністю зеленого спектра у діапазоні $[s_{\alpha}; s_{\beta}]$ (рис. 6), особливо в області 3. Також спостерігалось одночасне зменшення кількостей точок у зонах 1 і 2. Загальна кількість точок, що потрапила у діапазон "червоного" матеріалу в даному випадку дорівнює $n_{\alpha} \approx 149300$, а у "жовтому" діапазоні – $n_{\beta} \approx 142800$. Розрахунок за формулою (4) із цими даними дає відсоток червоного матеріалу у суміші $\varepsilon = 51,1\%$, що зовсім не відповідає дійсному співвідношенню (30%). Подібна ситуація спостерігалась і в решті експериментальних сумішей (рис. 7).



$$s_{ae} = 236,3; \sigma_{ae}^2 = 17,7; D_{ae} \in [183; 255]$$

$$s_{\pm} = 109,3; \sigma_{\pm}^2 = 21,7; D_{\pm} \in [44; 174]$$

n_1, n_2 та n_3 – сумарні кількості точок у діапазонах $[44; 109]$, $[236; 255]$ та $[175; 182]$ відповідно

Рис.5. Розподіл кількості точок за інтенсивністю зеленого спектра для фотографій «чистих» матеріалів

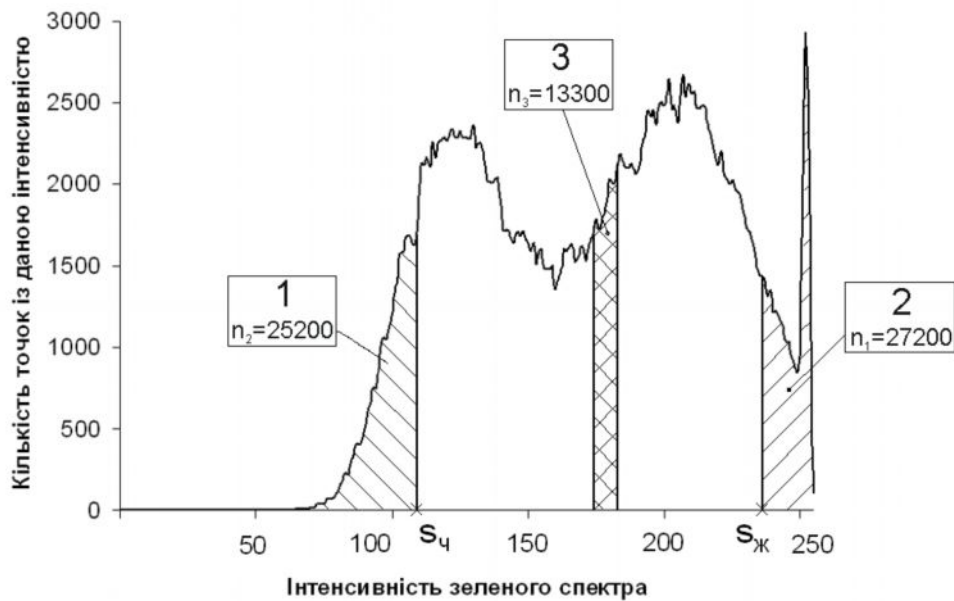


Рис.6. Розподіл кількості точок за інтенсивністю зеленого спектра для фотографії суміші із 30% червоного та 70% жовтого пшона

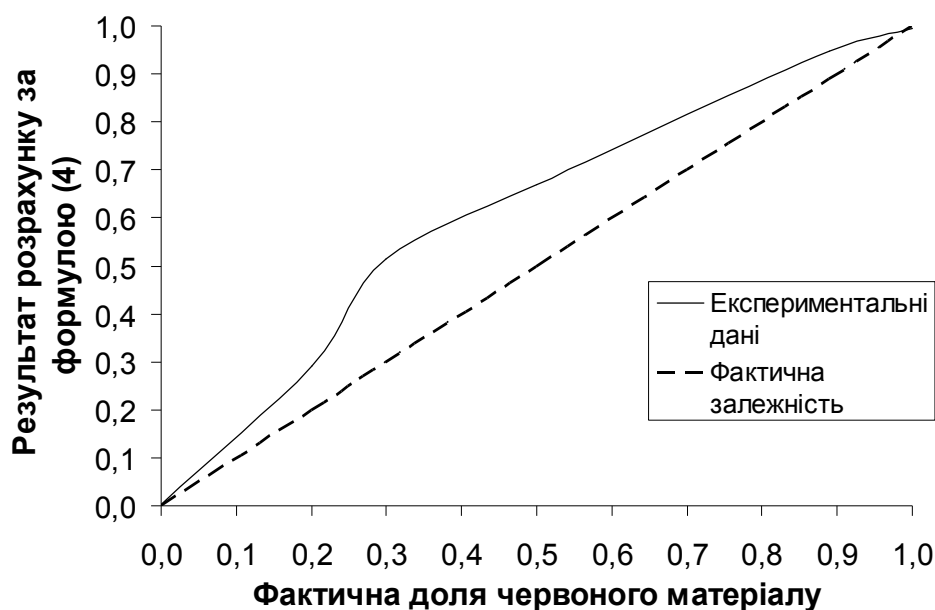


Рис.7. Порівняння аналітичних даних, що отримані в результаті досліджень, із фактичними

Як видно з рис. 7, існує чітка залежність між реальним співвідношенням компонентів та співвідношенням кількостей точок, що потрапили у діапазони D_{ae} і D_{\pm} . Однак, характер цієї залежності значно ускладнює отримання будь-яких однозначних висновків. Крім того, використання даного методу ускладнилось деякими неочікуваними труднощами.

Відмінність інтенсивності червоного спектра для двох "чистих" (червоного і жовтого) матеріалів виявилась мінімальною, на відміну від інтуїтивних очікувань. Внаслідок цього ми були змушені проводити дослідження і двох інших спектрів. Різниця, достатня для однозначного визначення кольору матеріалу, була виявлена лише у зеленому спектрі, що наводить на думку, про необхідність попередніх досліджень для будь-якої іншої пари кольорів.

Аналіз сумішей за зеленим спектром виявив зменшення кількості точок у областях 1 і 2 (рис. 5 та 6) та значне збільшення їх кількості у зоні 3. У порівнянні із "чистими" матеріалами, у суміші з 30% червоного кількість точок в області 3 (рис. 5 та 6) збільшилась із 0,4% до 4,3% від їх загальної кількості. Причому, чим ближче було співвідношення компонентів до 50%, тим більшою була кількість точок у зоні 3. Імовірно із цим пов'язана неадекватність отриманих результатів фактичному співвідношенню.

Висновки. Визначення складу суміші за допомогою фотографування виглядає принципово можливою, хоча, нажаль, використання описаного вище методу поки що не дозволяє

отримувати результати із достатньою точністю. Тому даний метод вимагає подальших досліджень і вдосконалення.

Література

1 ГОСТ 12037-81. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян. – Введ. 01.07.1982. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 26 с.

2 RGB color model [Електронний ресурс] / Матеріали сайту <http://wikipedia.org/>. – Режим доступу до документу: <http://en.wikipedia.org/wiki/Rgb>.

3 RGB color model [Електронний ресурс] / Матеріали сайту <http://msdn.microsoft.com/en-us/dynamics/default.aspx>. - Режим доступу до документу: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd355244.aspx>

4 Румшицкий Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента / Л.З Румшицкий. – Москва; Наука, 1971. – 192 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА СМЕСИ

А.Н. Аблогин

Аннотация - В промышленности часто необходимо определить состав смеси. Обычно для этого используется физическое разделение на компоненты. Для ускорения анализа предлагается анализировать RGB-составляющие цвета фотографии смеси вместо сортировки.

USING OF OPTICAL METHOD FOR DETERMINING OF MIXTURE COMPOSITION

A. Ablogin

Summary

Industry often needs to determine mixture composition. Usually it is realized by physical separation on components. Mostly using this method does not meet any difficulties, however, not with low-segregating mixtures. In these cases, labor-valuable manual separation is used. As express method, analysis of RGB colors of photograph of mixture is proposed. Results of our research has shown a principle possibility of using this method, however, it is unable to give precise results yet. Following researches and improving are needed.

УДК: 631.362.3

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНА З ВИКОРИСТАННЯМ СИЛ ГРАВІТАЦІЇ

Петриченко С.В., к.т.н.,
Соболевська Л.В., магістрант
Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – обґрунтування основних параметрів енергозберігаючого сепаратора для очищення зерна з використанням сил гравітації.

Ключові слова – сепарація, гравітація, зерно.

Післязбиральна обробка є однією з трудомістких і енергоємних операцій при обробці зернових культур. Сучасне обладнання для сепарації насінневого матеріалу за своїми якісними показниками не задовольняє чинним вимогам до насінневого матеріалу. Сепаратор для очистки зерна є невід'ємною частиною в переробній галузі, тому треба приділити цій машині достатньо уваги для її вдосконалення: понизити енерговитрати, підвищити її продуктивність, знизити металоємність.

На базі нових технологій був розроблений енергозберігаючий сепаратор (рис.1), який забезпечує високопродуктивну очистку зерна та розділення його на фракції з використанням сил гравітації.

Сепаратор дозволяє одночасно виділяти дрібну та крупну домішки із зернового матеріалу, що потрапляє на сита, без збільшення висоти пристрою. Це веде до зменшення металоємності сепаратора та скорочення часу обробки зернового матеріалу, тим самим до збільшення продуктивності сепаратора.

Для визначення оптимальних параметрів енергозберігаючого сепаратора для очистки зерна з використанням сил гравітації необхідно представити процес просіювання математичною моделлю.

Повнота просіювання основного зерна на n -ні гребінки центрального каналу визначається за формулою

$$\varepsilon_n^0 = \left\{ \left[\left(P^0 - P^0 e^{-\mu_0 x_1} \right) \left(1 - e^{-\mu_0 x_2} \right) \right] \cdot \left(1 - e^{-\mu_0 x_3} \right) \right\} \cdot \dots \cdot \left(1 - e^{-\mu_0 x_n} \right), \quad (1)$$

де μ - інтенсивність просіювання прохідних частинок, m^{-1} ;

x_1, x_2, x_3 – довжина першої, другої, третьої гребінок центрального каналу відповідно, м;

P^0 – вихідна кількість основного зерна.

Загальна повнота просіювання дрібної домішки через n – ні гребінки двох бічних каналів енергозберігаючого сепаратора

$$\sum \varepsilon_n^M = \sum \varepsilon_n^{I,M} + \sum \varepsilon_n^{II,M}. \quad (2)$$

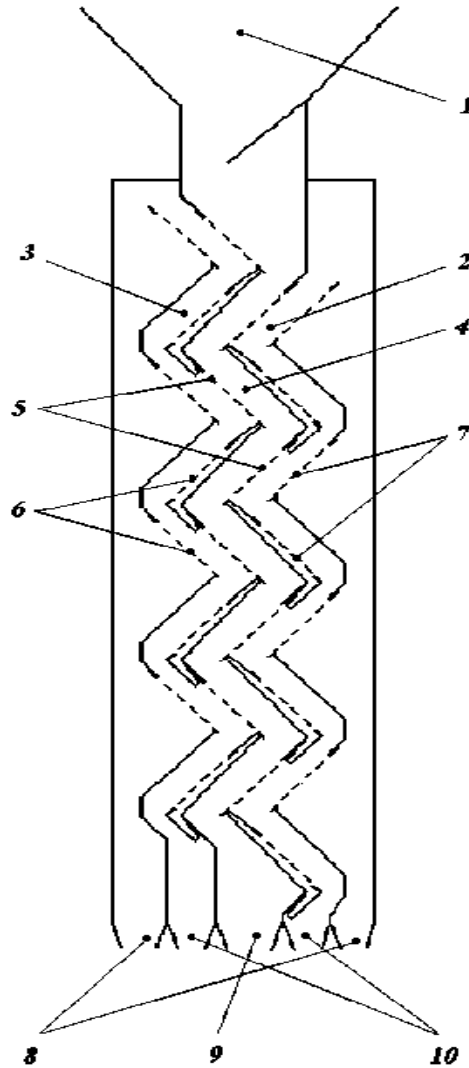


Рис. 1. Конструктивна схема енергозберігаючого сепаратора для очистки зерна:

1 – загрузочний бункер; 2,3 – другий та перший бічні канали відповідно; 4 – центральний канал; 5 – сепарируючі гребінки центрального каналу, які видаляють крупні домішки; 6,7- сепариуючі гребінки першого та другого бічних каналів для видалення мілких домішок; 8 – патрубки для виводу мілких домішок; 9 – патрубков для виводу крупних домішок; 10 – патрубков для виводу очищеного зерна.

Повнота просіювання частинок крупних домішок на n – й гребінці центрального каналу

$$\varepsilon_n^k = \left\{ \left[\left(P^k - P^k e^{-\mu_k x_1} \right) \left(1 - e^{-\mu_k x_2} \right) \right] \cdot \left(1 - e^{-\mu_k x_3} \right) \right\} \cdot \dots \cdot \left(1 - e^{-\mu_k x_n} \right), \quad (3)$$

де μ_k - інтенсивність просіювання частинок крупних домішок в отворах гребінок центрального каналу, дм^{-1} ;

P^k - вихідна кількість крупних домішок.

Визначимо ефективність очищення зерна від дрібних домішок енергозберігаючим сепаратором

$$E = \sum \varepsilon_n^M - \sum \varepsilon_n^0. \quad (4)$$

Таким чином, формули описують процес сепарації зернової суміші енергозберігаючим сепаратором з використанням сил гравітації та дозволяють обчислити повноту просіювання кожного компонента зернового матеріалу в залежності від кількості сепаруючих гребінок, довжини кожної гребінки, а також вирішити задачу оптимізації параметрів енергозберігаючого сепаратора для очистки зерна з використанням сил гравітації.

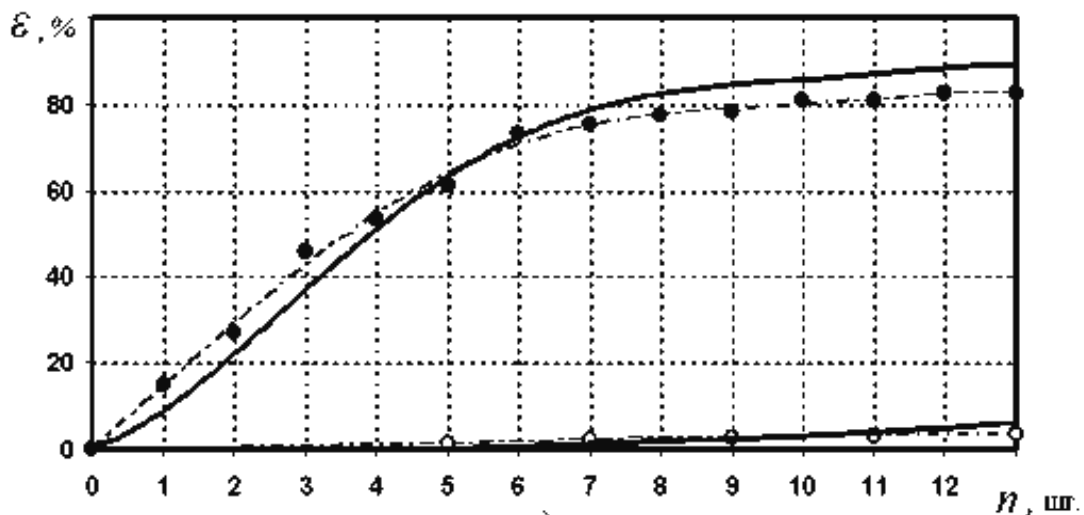


Рис. 2. Повнота просіювання зернового матеріалу в залежності від кількості сепаруючих гребінок

— розрахункові дані,

- - - експериментальні дані,

● - дрібна домішка, ○ - основне зерно (пшениця);

$b = 4$ мм зазор між гребінками.

Для експериментальної перевірки математичної моделі процесу сепарації зернового матеріалу в залежності від кількості сепаруючих гребінок проведені експерименти при наступних умовах, прийнятих на основі попередніх дослідів: кількість сепаруючих гребінок до 14 штук, зазор між прутками сепаруючих гребінок – 4 мм, довжина сепаруючих гребінок – 155 мм, довжина скатних дощок,

розташованих перед сепаруючими гребінками – 50 мм, кут нахилу сепаруючих гребінок до горизонту - 50^0 , подача зернового матеріалу – 12 т/г *м.

Розрахунок повноти просіювання ε зерна пшениці дрібної, крупної домішок енергозберігаючим сепаратором з використанням сил гравітації виконаний виходячи з інтенсивності просіювання компонентів μ , яка визначається по раніше розробленій методиці.

Таким чином розроблена математична модель с достатнім ступенем імовірності описує процес просіювання зерна на гравітаційному сепараторі і дозволяє визначити його оптимальні параметри при проектуванні нових машин та модернізації використовуваних.

Література

- 1 Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 3: Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / П.В. Сисолін, М.М. Петренко, М.О. Свірень / За ред. Черновола М.І. - К.: Фенікс, 2007. - 432 с., іл.
- 2 Авдеев А. В. Механизация послеуборочной обработки семян и увеличение производства зерна / А.В. Авдеев, Ю.А. Кремнев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2000. - № 5. -С. 17-21.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СЕПАРАЦИИ ЗЕРНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИЛ ГРАВИТАЦИИ

Петриченко С.В., Соболевская Л.В.

***Аннотация* - обоснование основных параметров энергохранящего сепаратора для очистки зерна с использованием сил гравитации.**

ANALYSIS OF CARBRO OF SEPARASHION OF CORN WITH THE USE FORCES OF GRAVITATION

S. Petrichenko, L. Sobolevska

Summary

Is the ground of osnovnykh parameters of energo keeping separator for cleaning of corn with the use of forces of gravitation.

УДК 631.347.3

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДОЩУВАЛЬНОГО АПАРАТУ

Пархоменко А.П. к.т.н.,

Пархоменко В.Д. к.т.н.

Таврійський Державний Агротехнологічний Університет

Тел (0619) 42-06-18

Анотація – в роботі представлено аналіз конструкцій дощувальних апаратів, виявлені їх недоліків та запропоновано спосіб вдосконалення з метою покращення якісних показників.

Ключові слова – лопатка реактивна, гвинт - розсікач, пружина крутіння, інтенсивність дощу.

Постанова проблеми. Для забезпечення рівномірного поливу зрошувальної ділянки з певною інтенсивністю і якістю дощу призначені дощувальні апарати, які виключають утворення стоків та ерозію ґрунту при поливі. Поливальна машина здійснює полив в русі по колу. Апарати, які встановлені ближче до консольної частини машини, повинні здійснювати полив більшої площі, ніж ті, що встановлені ближче до нерухомої опори. Тому на поливальній машині використовують чотири типи середньоструменевих дощувальних апаратів з різними видами насадок, що мають різні витрати води та дальність подачі струменя [1].

Апарати встановлюються в середині кожного прольоту водопровідного трубопроводу. Згідно певного розміщення апаратів по довжині машини і відповідного їх налаштування по тиску води в струмені на виході з насадок, забезпечується рівномірний полив зрошувальної ділянки. На кінці водопровідного трубопроводу встановлюється кінцевий далекоструменевий дощувальний апарат секторної дії, що забезпечує полив додаткової площі радіусом 25...30 м від кінця трубопроводу.

Аналіз основних досліджень. При виборі дощувальних апаратів особисте значення має інтенсивність дощу, котра не повинна перевищувати допуску для конкретних умов.

Недоліком діючих дощувальних апаратів є перевитрата води. Це пояснюється тим, що дощувальні апарати при поливі обертаються навколо своєї вісі, тому полив відбувається по колу. В більшості випадків, поливні ділянки (в парках, скверах, на футбольних полях та ін.) мають прямокутну, квадратну або трикутну форми. Щоб якісно полити всю ділянку необхідно, дотримуватися умови, при якій довжина водного струменю дорівнює половині діагоналі ділянки. Але, дощувальний апарат обертається навколо своєї вісі, то струмінь води з чотирьох сторін поливатиме також і за межами ділянки, що призводить до перевитрати води та неякісного поливу.

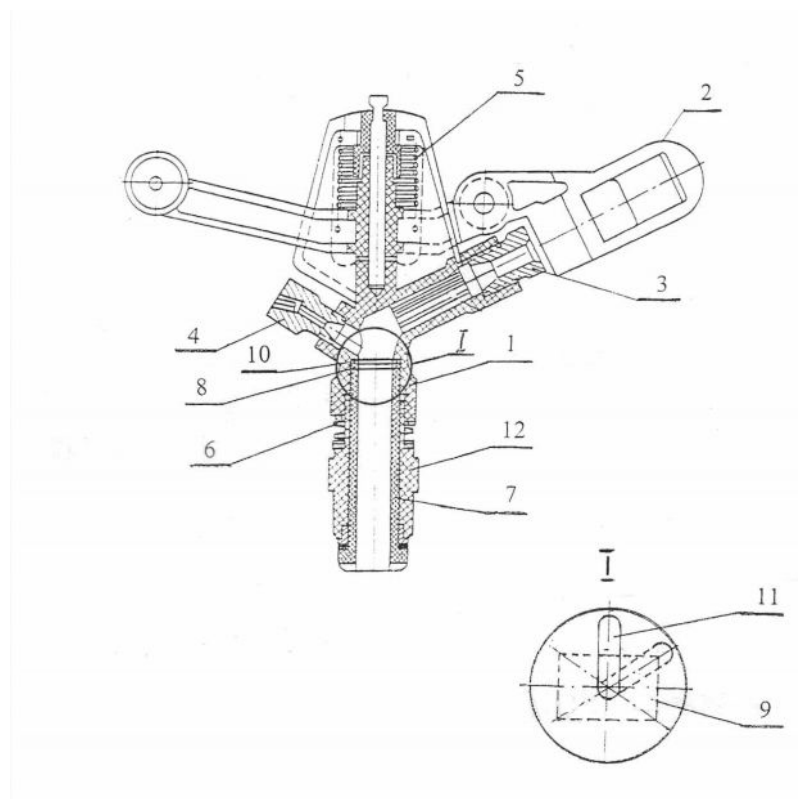


Рис. 1. Вдосконалена конструкція дощувального апарату

Формування цілей статті та постановка задач. Для усунення цих недоліків пропонується вдосконалена конструкція дощувального апарату (Рис.1).

Основна частина. Після приєднання дощувального апарату до стояка водопровідного трубопроводу втулкою 7, запропонована конструкція працює наступним чином: відкривається кран, вода під тиском поступає в дощувальний апарат, проходить крізь втулку 7, отвір 9 пластини 8, та отвір 11 пластини 10, корпус 1, насадку задню 5

і насадку передню 3. Струмінь води, що виходить із передньої насадки 3 ударяє в профільну поверхню реактивної лопатки 2. Реактивна лопатка 2 при цьому відхиляється на деякий кут проти годинникової стрілки зводячи крутильну пружину 5. Пружина крутильна 5 повертає реактивну лопатку 2 в початкове положення, при цьому відбувається удар по корпусу 1 і дощувальний апарат повертається на деякий кут за годинниковою стрілкою. Потім під дією струменя води реактивна лопатка 2 знову відхиляється і робочий цикл дощувального апарату повторюється. Вода протікає крізь пластину 8, в якій отвір 9 виконаний у формі поливної ділянки, яка закріплена нерухомо до втулки 7. Далі струмінь води протікає крізь паз 11, який зроблено у пластині 10, яка нерухомо закріплена до корпусу 1. При роботі дощувального апарату корпус 1 обертається разом з пластиною 10 і пазом 11, при цьому, залежно від форми отвору 9 і положення паза 11, відносно отвору 9, площа «живого» перетину змінюється, тобто відбувається ефект запорного крану.

Якщо, наприклад, площа поливної ділянки прямокутна, то форма отвору 9 в пластині 8 теж повинна бути прямокутною. Тому, при положенні паза 11 перпендикулярно до більшої сторони отвору 9, площа «живого» перетину буде найменшою. Так як, корпус 1 при роботі дощувального апарату обертається, то з ним обертається і пластина 10 з пазом 11. При цьому площа «живого» перетину буде збільшуватися і стане найбільшою коли вісь паза 11 співпаде з діагоналлю паза 9. При подальшому обертанні корпусу 1, паз 11, переміщується, площа «живого» перетину зменшується і буде найменшою, коли вісь паза 11 буде розташована перпендикулярно до сторони отвору 9 (ефект запорного крану). При зменшенні площі «живого» перетину витрати води зменшуються, а також зменшується і довжина водного струменя. При збільшенні площі «живого» перетину довжина водного струменя збільшується і покращує якість поливу, тобто витрати води використовуються цілеспрямовано.

Висновки. Аналіз існуючих струйних дощувальних апаратів показав, що вони відрізняються конструктивними розмірами, кількістю насадок та перетином прохідних отворів при однаковому принципі роботи, тому інтенсивність дощу на поливній ділянці не однакова. Наявність в дощувальному апараті двох пластин з різною

формою отворів покращує якісні показники дощування та зменшує витрати води.

Література

1. *Винникова Н.В.* Механизация и техника полива сельскохозяйственных культур / Н.В. Винникова, А.М. Полонский, Н.В. Данильченко.- М.: Россельхозиздат, 1976. -215с.
2. *Корженко Н.А.* Сельскохозяйственные машины / Н.А.Корженко, В.М.Холанский.-М.: ВО «Агропромиздат», 1989.-310с.
3. *Войтюк Д.Г.* Сільськогосподарські та меліоративні машини / Д.Г. Войтюк. -К.: «Вища школа», 2004. -289с.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДОЖДЕВАЛЬНОГО АППАРАТА

Пархоменко А.П., Пархоменко В.Д.

Аннотация - в работе представлен анализ конструкций дождевальных аппаратов, обнаруженные их недостатков и предложен способ совершенствования с целью улучшения качественных показателей.

PERFECTION OF CONSTRUCTION OF MACHINE FOR WATERING VEHICLE

V. Parhomenko, A. Parhomenko

Summary

The different constructions of machine for watering vehicles are in-process considered, found out their failings and the method of perfection of them is offered with the purpose of improvement of high-quality indexes.

УДК 664. 3. 032

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА МАЙОНЕЗУ НА ДИСПЕРГАТОРІ УДАРНОЇ ДІЇ

Пархоменко В.Д., к.т.н.,
Шевченко Л.В., магістрант
Таврійський Державний Агротехнологічний Університет
Тел/факс (0619)42-13-06

Анотація – Робота присвячена шляху інтенсифікації процесу гомогенізації майонезної емульсії на диспергаторі ударної дії.

Ключові слова – диспергатор ударної дії, майонезна емульсія, нерозкладена майонезна емульсія.

Постанова проблеми. Майонез – це сметаноподібна складна високодисперсна емульсія типу “масло у воді”, що виготовляється з рафінованої дезодорованої олії з додаванням білкових, смакових компонентів і прянощів. Диспергованість жиру в майонезі зумовлює його високе засвоєння, а значний вміст жиру – енергетичну цінність.

Для виготовлення майонезу використовують: олій-соняшникову, бавовняну, соєву, кукурудзяну, арахісову, маслинову, яєчний порошок, сухий яєчний жовток, сухе коров'яче молоко, гірчичний порошок, цукор, кухонну сіль, харчові кислоти – оцтову, лимонну, оцет харчовий, каротин, харчові есенції, екстракти, пряноароматичні речовини, воду та інші добавки. У практиці вітчизняного виробництва використовують в основному соняшникову олію.

Аналіз основних досліджень. Майонез виробляється періодичним і безперервним способами.

Періодичний спосіб виробництва майонезів передбачає такі операції: підготовку рецептурних компонентів, приготування майонезної пасти, приготування майонезної емульсії, її гомогенізацію, фасування, упакування

У виготовленні майонезу головним етапом є етап приготування майонезної емульсії в змішувач подаються вода з температурою 30-40 °С, сухе молоко і сода. Продукти перемішують і нагрівають до температури 80-85 °С. Після повного розчинення сухого молока в змішувач вводять цукор. Уся маса перемішується і охолоджується до 50-55 °С, потім додають яєчний порошок і запарену гірчицю. Після

набухання яєчного порошку паста охолоджується до температури 30 °С.

Приготування майонезної емульсії починається з перемішування компонентів, які далі насосом подаються у великий змішувач через фільтр, куди невеликою цівкою додається олія. Вся маса перемішується до одержання однорідної стійкої емульсії і після цього в суміш додають оцтово-сольовий розчин, отримана емульсія далі перемішується.

Основна частина. Найбільш важливий останній етап при виробництві майонезу – гомогенізація емульсії в гомогенізаторах клапанного типу.

При безперервному способі виготовлення майонезу використовують колоїдні млини, системи типу “ротор-статор”, модифіковані насоси-гомогенізатори, високоефективні змішувачі. У технологічному процесі також передбачається деаерація емульсії.

Згідно аналізу технологій встановлено, що основний етап виробництва майонезу – процес гомогенізації емульсії. Цей процес дуже енергоємний і складний.

Для зниження енергетичних витрат процесу, пропонується диспергатор ударної дії, основним робочим органом якого є поршень-ударник з отворами.

Дослідну рідину- суміш додають в технологічну ємкість. При підключенні до електромережі суміш, насосом подається до надпоршньової частини диспергатора, де під впливом тиску збурювання, який створюється рухом поршня – ударника, при проходженні суміші крізь отвори відбувається подрібнення жирових кульок в майонезній емульсії та відбувається гомогенізація суміші, яка здійснюється за рахунок подвійної дії кавітації та імпульсного руху поршня – ударника.

На відміну від традиційної технології попередня підготовка суміші (змішування компонентів) виключається. Всі компоненти подаються в технологічну ємність у цілостному вигляді і на перших циклах пропускання їх крізь отвори поршня-ударника здійснюється процес змішування компонентів (3-4 цикла кратності обробки). Подальша обробка сировини на диспергаторі збурюючого типу дає змогу отримати майонез.

Одним з основних фізичних показників майонезу є стійкість не розкладеної емульсії. Вона покладена в основу графіків проведених експериментів.

Залежність стійкості нерозкладеної емульсії від діаметру отворів в поршні-ударнику, згідно якої виявлено, що найкращий показник стійкості із досліджених зразків отримано при діаметрі

отворів в поршні-ударнику 3 мм (рис. 1). Подальші показники експерименту отримані при даному діаметрі отвору.

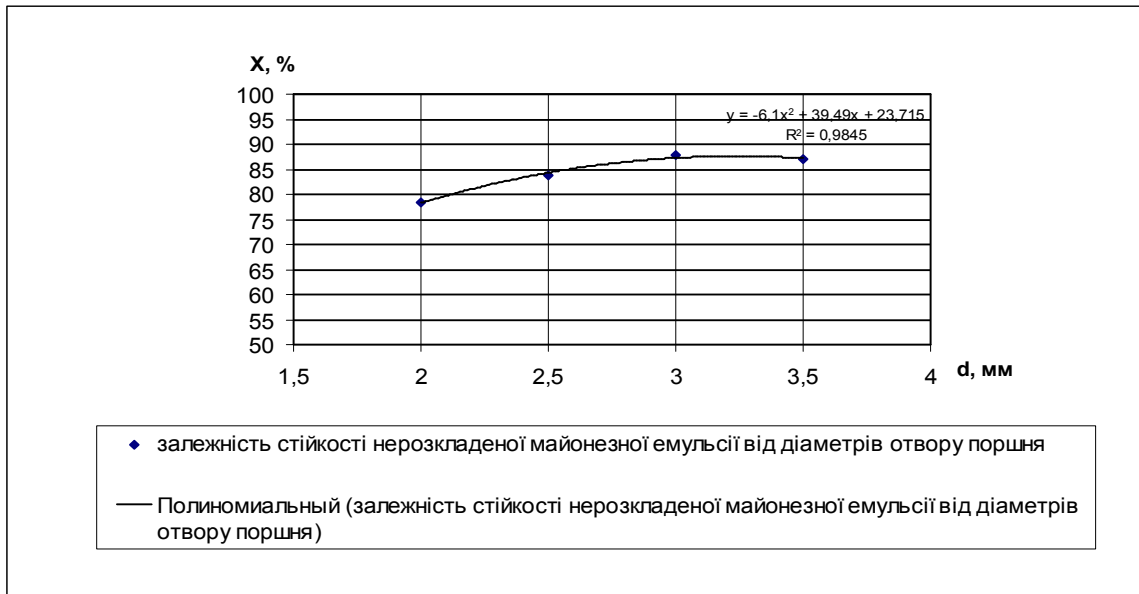


Рис. 1. Залежність стійкості нерозкладеної майонезної емульсії від діаметрів отвору поршня

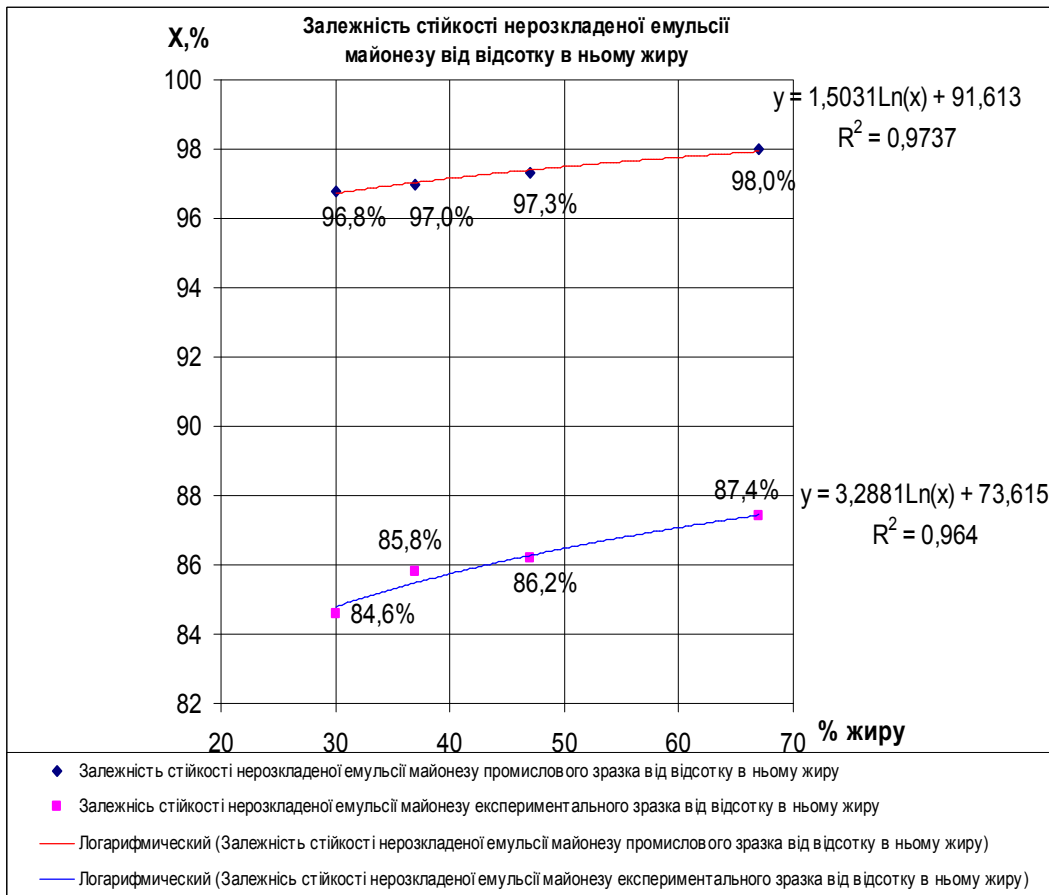


Рис. 2. Залежність нерозкладеної майонезної емульсії від відсотку в ньому жиру

Про якість майонезу отриманого на експериментальній установці можна судити з рисунка 2, де надані залежності нерозкладеної майонезної емульсії для промислових зразків майонезу різної місткості жиру та експериментальних.

Представлені результати дослідження свідчать про схожість експериментальних зразків до результатів промислових зразків.

Висновок. При використанні диспергатора збурюючого типу можна отримати виробництво майонезу необхідної якості: по-перше, виключивши з технології виробництва операцію попередньої підготовки суміші на змішувачах, а по-друге, отримати майонез на мало енергоємному диспергаторі ударної дії замінивши енергоємну та металоемну операцію гомогенізації на гомогенізаторах клапанного типу.

Література

- 1, *Тищенко Є.В.* “Товарознавство харчових жирів”: Навчальний посібник/ Є.В. Тищенко // Мін-во освіти України. - К. : КНТУ, 1999 р.
- 2, *Лук'янов Н.Я.* Обладнання підприємств молочної промисловості/ Н.Я. Лук'янов, Н.В. Барановський. – М.: Харчова промисловість, 1994, - 406 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА МАЙОНЕЗА НА ДИСПЕРГАТОРЕ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

Пархоменко В.Д., Шевченко Л.В.

Аннотация - Работа посвящена пути интенсификации процесса гомогенизации майонезной эмульсии на диспергаторе ударного действия.

RESEARCH OF TECHNOLOGICAL CARBRO OF PRODUCTION OF MAYONNAISE ON DYSPERGATORE OF SHOCK ACTION

V. Parhomenko, L. Shevchenko

Summary

Work is devoted the way of intensification of process of gomogenizacii of mayonnaise emulsion on dispergatori of shock action.

УДК665.2/3.067.7

ОБГРУНТУВАННЯ ЧАСТОТИ БІЖУЧОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ В ПРИСТРОЯХ ОЧИСТКИ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ РІДИН

Назаренко І.П. к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. 42-25-85

Анотація - в роботі надані результати теоретичних та експериментальних досліджень щодо параметрів електричної очистки діелектричних рідин. Представлена методика експериментального визначення оптимальної частоти електричного поля.

Ключові слова – електрична очистка, частота, електрод, діелектрична рідина, біжуче електричне поле.

Постановка проблеми. В існуючих електротехнологічних комплексах електричної очистки діелектричних рідин застосовують електричне поле великої напруженості промислової частоти або постійне. В таких апаратах використовують силову дію електричного поля на заряджені дисперсні частинки, дію неоднорідного поля на незаряджені частинки та коагуляцію частинок під дією поля. На процес очистки істотно впливає частота електричного поля, особливо це стосується очистки в біжучому електричному полі. Тому обґрунтування оптимальної частоти електричного поля є важливою умовою розробки ефективних пристроїв такого типу.

Аналіз останніх досліджень. Електричне поле великої напруженості використовується для очистки рослинних олій, біопалив, технічних масел та інших діелектричних рідин. В основу роботи апаратів електроочистки діелектричних рідин покладено принцип розділення зважених частинок домішок під дією неоднорідного електричного поля високої напруги [1]. У роботі [2] показано, що ефективна очистка рідин може бути отримана завдяки організації в робочій зоні електросепаратора біжучого електричного поля. Таке поле створюється завдяки подачі на електроди електросепаратора змінної багатofазної напруги оптимальної частоти. Потрібна частота однозначно зумовлюється електричними властивостями як самої рідини, так і зважених частинок. Таким чином, показано, що використання джерела живлення з регульованою

високою багатофазною вихідною напругою та з регульованою частотою дозволить підвищити ефективність електричної очистки. Авторами розроблене та випробуване високовольтне багатофазне широкосмугове джерело живлення, яке дозволяє подавати на електроди технологічного блоку напруги декілька частот одночасно, що значно поширює можливості пристроїв очистки в біжучому електричному полі.

Формулювання цілей статті. Робота направлена на обґрунтування, розробку та перевірку методики експериментального визначення оптимальної частоти біжучого електричного поля для забезпечення ефективної очистки діелектричних рідин.

Основна частина. В пристроях електричної очистки діелектричних рідин, де використовується біжуче електричне поле дуже важливо визначити частоту поля, яка буде оптимальною для рідини з даними електрофізичними властивостями. Теоретично це обумовлюється силою, що діє на незаряджену частинку з боку неоднорідного електричного поля:

$$Im(\vec{F}_D) = 2 \pi R^3 \varepsilon_0 \frac{\left(\frac{\sigma_1}{2f} - \frac{\sigma_2}{2f}\right) \cdot (\varepsilon_1 + 2\varepsilon_2) - \left(\frac{\sigma_1}{2f} + 2\frac{\sigma_2}{2f}\right) \cdot (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{(\varepsilon_1 + 2\varepsilon_2)^2 + \left(\frac{\sigma_1}{2f} + 2\frac{\sigma_2}{2f}\right)^2} grad \vec{E}^2 \quad (1)$$

де R – радіус частинки, м;

ε_0 - діелектрична проникність вакууму, Ф/м;

ε_1 - діелектрична проникність частинки, Ф/м;

ε_2 - діелектрична проникність середовища, Ф/м;

σ_1 – питома електропровідність частинки, Ом·м;

σ_2 – питома електропровідність середовища, Ом·м;

E – напруженість електричного поля, В/м.

На рис. 1 показана графічна залежність, що була побудована за формулою 1. Приймались наступні значення параметрів формули: $\varepsilon_1 = 2,8 \cdot 10^{-11}$ Ф/м; $\varepsilon_2 = 2,5 \cdot 10^{-11}$ Ф/м; $\sigma_1 = 10^{-7}$ Ом·м; $\sigma_2 = 10^{-9}$ Ом·м. Діелектрична проникність та питома електропровідність рідини відповідає рафінованій соняшниковій олії [3]. Добуток коефіцієнтів та параметрів, що стоять перед та після дробу прийнятий дорівнює 1. З графіка очевидно, що функція збудована по формулі 1 має максимум, який і відповідає оптимальній частоті. Визначення електрофізичних характеристик середовища не є складною задачею на відміну від визначення характеристик зважених частинок. Тому знаходження оптимальної частоти доцільно проводити експериментально. При такому визначенні виникають труднощі з визначенням швидкості руху частинок в області оптимальної частоти. Тому нами запропонована методика

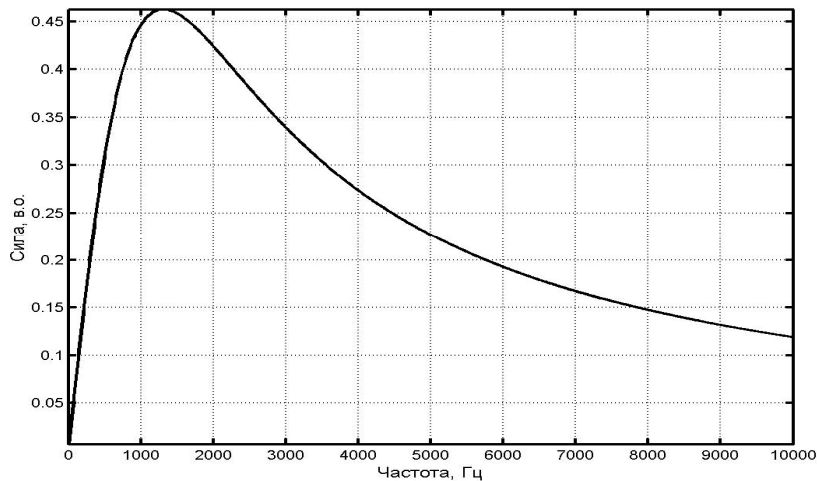


Рис. 1. Теоретична залежність сили від частоти біжучого електричного поля

визначення оптимальної частоти за допомогою подачі на електродну систему напруги двох близьких частот. При цьому виникає два біжучих назустріч електричних поля. Тому за напрямком руху зважених частинок можна судити про переважний вплив тієї чи іншої частоти. Таким чином, змінюючи частоти поступово, потрібно вийти на такі дві близькі частоти, що мають однаковий вплив на частинки, які при цьому будуть нерухомі. Оптимальною частотою можна вважати середнє арифметичне цих частот.

Для практичного використання цієї методики нами спроектовано і виготовлено генератор, функціональна схема якого показана на рис.2.

Схема складається з генератора синусоїдальних коливань із регульованою частотою А1, фазообертача А2, двох підсилювачів А3, А4 та високовольтних підвищувальних трансформаторів TV1...TV4.

Схема працює наступним чином. Генератор синусоїдальних коливань А1 генерує електричний струм двох регульованих частот та напруг. З нього сигнал подається на підсилювач А3 та на фазообертач А2. Фазообертач дозволяє отримати на виході синусоїдальні сигнали з будь-яким зсувом фаз. Підсилені сигнали зі зсувом фаз 90° та -90° подаються на підвищувальні трансформатори TV1...TV4. Вторинні обмотки трансформаторів зібрані у зірку. Таким чином, маємо регульовану чотирифазну напругу двох частот, яка подається на електродну систему технологічного блоку.

Реалізація розглянутої схеми здійснювалась за допомогою програми до ПК, що реалізовує низькочастотний генератор функцій у діапазоні частот від 0 до 20 кГц, вихідні сигнали якого поступають на два канали виходу звукової карти комп'ютера. Сигнал одного з каналів може бути довільно зсунутий по фазі відносно іншого.

Амплітуда сигналу регулюється і не залежить від частоти [4]. Таким чином, за допомогою ПК реалізовувались функції генератора та фазообертача. Підсилювачі були виконані на базі мікросхем TDA7294, а для підвищення напруги використовувались трансформатори ТСВЗ.

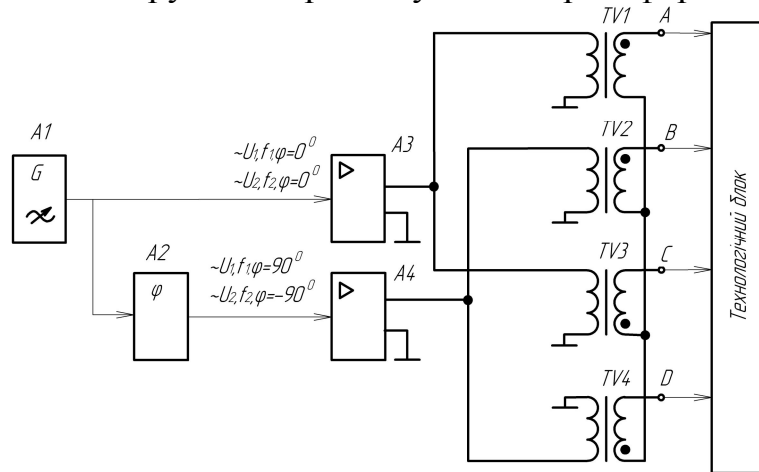


Рис. 2. Функціональна схема високовольтного джерела живлення

Експериментальні дослідження проводились з соняшниковою олією з домішками соняшникового шроту відомої вологості. Середній розмір частинок шроту складав 37 мкм.

Вологість шроту визначалась відповідно до ДСТУ ISO 771:2006.

На рис.3 надана отримана експериментально графічна залежність оптимальної частоти електричного поля від вологості шроту.

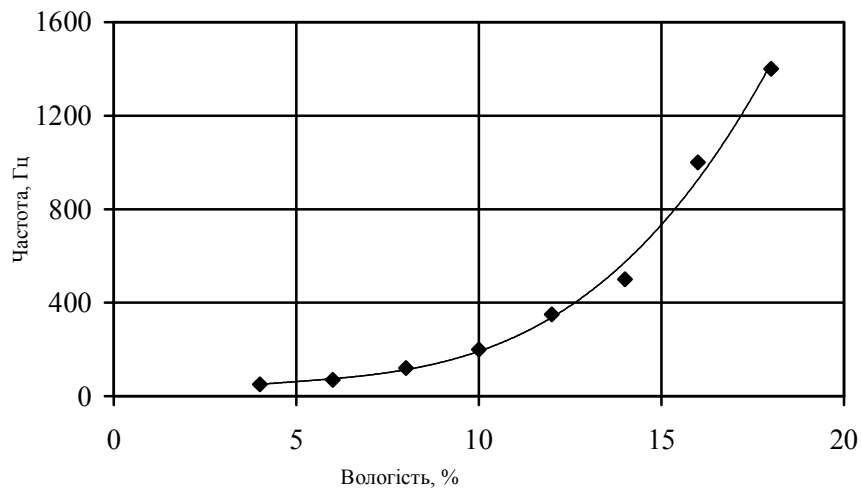


Рис. 3. Залежність частоти електричного поля від вологості

По результатах роботи можна зробити наступні **висновки:**

1) розроблена методика дозволяє експериментально визначити оптимальну частоту для забезпечення ефективної очистки діелектричних рідин в електричних фільтрах з біжучим полем;

2) вплив вологості на оптимальну частоту електричного поля обумовлюється зміною питомої електропровідності шроту.

Література

1. *Эфендиев О.Ф.* Электроочистка жидкости в пищевой промышленности / О.Ф. Эфендиев. – М.: Пищевая промышленность, 1977. –149с.
2. *Назаренко І.П.* Очистка діелектричних рідин в електричному полі / І.П. Назаренко, Л.С. Червінський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України / Редкол.: Д.О. Мельничук (відп. ред.) та ін. – К., 2009.- Вип.139.- С. 97-103.
3. *Болога М.К.* Рафинация подсолнечного масла в электрическом поле / М.К. Болога, И.И. Берилл.-Ch.: I.E.P.Stiinta, 2004.- 216 с.

ОБОСНОВАНИЕ ЧАСТОТЫ БЕГУЩЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В УСТРОЙСТВАХ ОЧИСТКИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

Назаренко И.П.

Аннотация - в работе предоставлены результаты теоретических и экспериментальных исследований относительно параметров электрической очистки диэлектрических жидкостей. Представлена методика экспериментального определения оптимальной частоты электрического поля.

GROUND OF FREQUENCY OF THE HURRYING ELECTRIC FIELD IS IN DEVICES OF CLEANING OF DIELECTRIC LIQUIDS

I. Nazarenko

Summary

In work the results of theoretical and experimental researches are given in relation to the parameters of the electric cleaning of dielectric liquids. The method of experimental determination of optimum frequency of the electric field is presented.

УДК: 631.362.3.633

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН

Олексієнко В.О., к.т.н.,
Петриченко С.В., к.т.н.,
Радев С.Ю., магістрант

Таврійський агротехнологічний університет

Анотація – в роботі розглянуто основні типи машин для сортування і очищення зернових культур. Обґрунтовано раціональну конструкцію зернового сепаратора.

Ключові слова – зерноочисна машина, пневмосепаратор, осадкова камера, решета, віброцентрове очищення, фракції.

Постановка проблеми. Одним з основних етапів виробництва зерна є післяжнивна обробка, що полягає в його очищенні і сушці. Післяжнивна обробка зерна в собівартості складає близько 40%, а у витратах праці - більше 50%. У зв'язку з цим післяжнивна обробка і зберігання зерна є невід'ємною і важливою складовою частиною всього сільськогосподарського виробництва [1].

Аналіз останніх досліджень. Наявна в сільському господарстві зерноочисна техніка фізично зношена на 70...80%. Забезпеченість крупних і середніх господарств не перевищує 35%, а малі і фермерські господарства зовсім не мають необхідної техніки. При цьому устаткування для сепарації зерна і насіння за своїми експлуатаційними показниками: питомій продуктивності, ефективності, надійності і енергоємності не відповідає зростаючим вимогам сільського господарства і промисловості.

Розвиток матеріально-технічної бази післяжнивної обробки зерна можливо тільки на нових знаннях і робочих органах, що дозволяють створювати технологічно ефективні маловитратні комплекси післяжнивної обробки зерна і підготовки насіння.

Формування цілей статті. Метою даної роботи є виявлення найбільш ефективного та раціонального способу сепарування зерна.

Основна частина. Історія розвитку комплексної механізації післяжнивної обробки зерна в Україні включає декілька характерних етапів. Етап, що тривав до початку тридцятих років 20-го сторіччя, характеризувався застосуванням простих зерноочисних пристроїв (віялок, трієрів, сортувань), що виконували, як правило, лише одну технологічну операцію, яка в основному здійснювалася кінською тягою або мускульною силою людини.

Перша зерночисна машина "Союзнаркомзем" в 1934 році у ВИМе, дозволяла реалізувати достатньо складні технологічні схеми очищення зерна, скоротивши до мінімуму міжопераційні переміщення зернового оберемка. Проте ширшого поширення набули прості машини нескладні в експлуатації (ВИМ-2, ВИМ-СМ-1 і ін.), що мають вузький набір робочих органів. До 1953 було випущено близько 30 тисяч таких машин.

На прийомні пункти почали поступати великі партії зерна в період організації колгоспів і радгоспів. Це потребувало створення нових зерночисних машин і привело до помітного зростання числа розробок зерночисного устаткування. До 1967 року промисловістю було випущено більше 130 тисяч машин різних модифікацій. Основна частка доводилася на пересувні універсальні зерночисні машини. Ця техніка не відрізнялася високою продуктивністю, оскільки оптимальне навантаження для одного робочого органу (наприклад, для повітряного каналу) не є такою для інших робочих органів (решітного полотна або трієра). Було неможливо обійтися без ручної праці при завантаженні автомашин, затарювання зерна, відведення виділених домішок після очищення, переміщенні несамохідних машин і ін. [2]

На відкритих токах, при обробці зерна, в неочищеному і вологому зерновому оберемку вже на другу добу відбувається накопичення вуглекислого газу і зникнення кисню з міжзернового простору, що приводить до пошкодження зародка і втрат зерна при посіві. Отже, зерновий матеріал вже в перші години надходження на ток повинен бути очищений від домішок, просортований і доведений до кондиційної вологості. У зв'язку з цим і зі зростанням виробництва зерна рівень механізації перестав відповідати вимогам сільського господарства, тому в 60-х роках упроваджується потокова технологія обробки зерна. Її основою стали стаціонарні механізовані пункти, першим з яких був ЗАВ-10 з продуктивністю 10 т/год. Технологічне устаткування агрегату встановлювалося на перекритті металевої конструкції над бункерами очищеного зерна і відходів. Зерночисне устаткування агрегату ЗАВ-10 складалося з легко-решітної машини і триєрного блоку, зв'язаних між собою транспортером.

З'явилися агрегати підвищеної продуктивності ЗАВ-20 і ЗАВ-40 та інші. Проте і цього виявилось недостатньо, і промисловістю було освоєно виробництво агрегатів ЗАВ-25, ЗАВ-50, ЗАВ-100 і інших, які можна використовувати і при обробці насіння. Для цієї мети промисловість випускає насінн'ячисні приставки СП-5 і СП-10. По конструкції приставки подібні до агрегатів ЗАВ. Підставою приставок служить металева зварна арматура легкого типу. Технологічне устаткування встановлюється в закритому приміщенні двоповерхової будівлі, яка примикає до агрегату.

Застосовують зерночисно-сушильні комплекси КЗС- 5, КЗС-10

і КЗС-20 для обробки вологого зерна. Вони складаються з очисного і сушильного агрегатів, зв'язаних між собою транспортуючими механізмами. Сушильними агрегатами є барабанні або шахтні сушарки. Обробка вологого зерна в комплексі відбувалася спочатку на машині попереднього очищення. Потім матеріал прямує в сушарку, а після знов повертався в потокову лінію, де його обробка відбувається також, як в агрегаті ЗАВ. Комплекси КЗС можуть забезпечуватися насінн'яочисними приставками для отримання насінного матеріалу. В цьому випадку зерновий матеріал, оброблений в комплексі КЗС, прямує на подальшу обробку в насінн'яочисну приставку.

Конструкція агрегатів передбачала мінімальні об'єми будівельних робіт, технологічні операції від прийому зерна і до вивантаження його з бункера зерноочисного або зерноочисно-сушильного агрегату в транспортні засоби були механізовані.

Поява зерноочисних агрегатів ЗАВ-40 і зерноочисних комплексів КЗС-40 продуктивністю 40 т/год привело до зменшення в 7-10 разів витрат праці і в 2-3 рази вартість обробки в порівнянні з роздільним використанням зерноочисних машин. [3]

Основу зерноочисних агрегатів складають решітні машини. Це пояснюється, перш за все, простотою протікаючого процесу очищення на решеті, нескладною конструкцією і компоновкою такої машини. Ці машини здійснюють роботу при мінімальних витратах енергії в порівнянні з повітряними системами і трієрними блоками.

Застосовують три типи решітних сепараторів із зворотно-поступальним, круговим поступальним в горизонтальній площині і вібраційним рухом сит.

Машини із зворотно-поступальним рухом сит представлені на зерноприємних і зернопереробних підприємствах ситовими сепараторами типу ЗСП і легко-ситовими сепараторами типу ЗСМ.

У сепараторах ЗСП і ЗСМ процес послідовного просіювання протікає на розташованих під нахилом ситах. Кількість сит різна для різних типорозмірів сепараторів. Особливість сепараторів ЗСП - повна герметичність, відсутність вентиляторів, осадкових камер і пневмосепаруючих каналів. Ці властивості дозволили зменшити масу і розміри сепараторів.

Подібний принцип дії використовується в ситовій машині MQRE і МТС А («Buhler», Швейцарія), в машині для очищення зерна «Golfa» («Damas», Данія) і ін. [4]

Машини з решітними ситами, що здійснюють кругову поступальну ходу, представлені на зерноприймальних, мукомельних і комбікормових підприємствах ситоповітряними сепараторами типу А1-БЛС і А1-БИС (за ліцензією «Buhler», аналог - сепаратори «Граностар МТМА»). Сепаратори мають аналогічні технологічні схеми і розрізняються, в основному, конструкцією пневмосепаруючих каналів.

Вібросепаратори А1-БЦС-100 типу Р8-БЦ2С і Р8-УЦС-200 можуть служити прикладом поєднання циліндрового робочого органу і вібраційної дії, призначених для попереднього очищення зерна. Робочий орган блоку - вертикальне циліндрове сито, що обертається навколо вертикальної осі, з коливальними рухами навколо цієї осі. Вібраційна дія довгий час залишалася практично єдиним засобом інтенсифікації процесів сепарації.

У сільському господарстві нашої країни більшість експлуатованих машин легко-решітного (вітро-решетного) типу, головним органом яких є решітна частина, а додатковим - пневмосистема.

Пневмосепарування є найбільш поширеним прийомом при попередньому очищенні зернового оберемка. Результати досліджень показують, що більше половини домішок, що містяться в початковому зерновому матеріалі, можна виділити повітряним потоком. У виробничих умовах при обробці зернових культур на зерноочисних агрегатах і комплексах можливості повітряного потоку використовуються на попередньому очищенні не більше ніж на 15%, а вторинному очищенні і сортуванні - на 30 %, хоча ефективність виділення домішок у вживаних пневмосепараторах знаходиться в межах 60...70%. Пояснюється це недосконалістю конструкцій пневмосепаруючих пристроїв, високою нерівномірністю повітряного потоку.

Вживані в даний час машини для очищення зернового оберемка повітряним потоком можна розділити на чотири основні групи: вібраційні, гравітаційні, відцентрові і інерційні.[5]

Об'єднання в одній машині пневмосепаратора і решітного сепаратора сприяє підвищенню ефективності очищення. Компоновка повітряного і решітного сепараторів в одній машині дає можливість використовувати один механізм розподілу зернового потоку по ширині сепаруючих органів машини -пневмоканала і решета, підвищити якість очищення оберемка при пропуску через одну машину.

Схеми компоновки легко-решітних машин різні. Найбільш поширена схема, при якій повітряне очищення передуючи очищенню на решетах. Оскільки наявність в матеріалі домішок, що виділяються решетом, великого впливу на роботу пневмосепаратора не робить, а ефективність роботи решіт після знімання легких домішок істотно підвищується. Така схема компоновки присутня в машині попереднього очищення зерна МПР-50.

Основними робочими органами в легко-решітній машині попереднього очищення зерна МПР-50 є транспортер сітчастий (для виділення крупних домішок), аспіраційна система (для виділення легких домішок), решітного стану для виділення підсівби. Конструктивно машина складається з пневмосепаратора МПО-50,

встановленого на решітну приставку РП-50, що складається з решітного стану і рами. Решітний стан є зварною конструкцією з верхнього стану і нижнього стану.

Існують схеми, де пневмосепаратор стоїть після решета. Ці схеми застосовуються в машинах вітчизняних і зарубіжних фірм або малої продуктивності, або попереднього очищення, де встановлені решета з великими отворами. [3]

Мають місце технологічні схеми двократного очищення зерна повітряним потоком після решета і до нього, наприклад, в машинах СВУ-5, К-531 «Петкус».

Найбільшого поширення набула двох'ярусна схема розташування решіт, яка включає три основні схеми, що відрізняються способом розподілу матеріалу по ярусах.

Перша схема передбачає виділення спочатку крупної домішки, потім дрібної. Решето з дрібними отворами розташовують під решетом з великими. Зерновий матеріал подається на верхнє решето, проходив через нього виділяється основне зерно і дрібні домішки, сходом - крупні домішки. Нижнім решетом в прохід виділяються дрібні домішки.

Спочатку виділяються дрібні домішки згідно другої схеми, потім - великі. При цьому решета встановлені по ходу матеріалу, спочатку - з дрібними отворами, за ним - з великими.

Найбільш ефективною вважається третя схема - фракційна. У її основі лежить ідея ділення на першому етапі матеріалу приблизно на дві рівні частини, одна з яких не містить крупних домішок, а інша - дрібних. На другому етапі ці фракції обробляються окремо. [6]

Суть ідеї фракційної переробки полягає в розділенні початкового потоку зерна на фракції, що відрізняються складом домішок і фізико-механічними властивостями з метою їх подальшого роздільного очищення, гідротермічної обробки і помелу. При розвиненій схемі поетапного фракціонування кількість виділених фракцій зерна може перевищити число потоків, що піддаються надалі роздільній обробці.

Елементи методу фракційної обробки закладені, наприклад, в конструкції сепаратора ЗС М-20, де фракціонування проводиться на розвантажувальному ситі. У 60-х роках він використовувався в лініях фракційної переробки.

Фракційна схема очищення, разом з класичною схемою, передбачається в ЗАВ-50, де для розділення на фракції, що відрізняються за фізико-механічними властивостями домішок, передбачається використовувати легко-решітну машину.

Досвід створення зерноочисних машин з плоскими решетами вказує на недостатність інформації для створення раціональних вирішень завдань по різкому збільшенню продуктивності при одночасному зниженні металоємності і енергоємності устаткування,

що відповідає сучасним економічним і технологічним вимогам виробництва зерна.

Процес сепарації на решеті можна інтенсифікувати за рахунок збільшення товщини шару оброблюваного матеріалу і за рахунок збільшення швидкості його руху по решету.

Збільшення швидкості руху матеріалу по решету спричиняє за собою необхідність підвищення інтенсивності перемішування шарів матеріалу, щоб як можна більше число проходових частинок за короткий час могло б дістатися до поверхні решета і пройти в його отвори. Цей шлях малоефективний, і його не можна назвати перспективним. У машинах традиційного типу цього можна добитися за рахунок підвищення частоти і амплітуди коливань робочих органів. У свою чергу, це призведе до відповідного збільшення маси машини в цілях забезпечення її міцності і стійкості процесу очищення, а також до створення громіздких і дорогих споруд.

В світлі поставленої проблеми можна виділити два основні напрями пошуку технічних рішень: інтенсифікація процесу очищення із застосуванням решіт на основі особливих технічних розробок; інтенсифікація процесу очищення за допомогою створення нових робочих органів і нових принципів сепарації матеріалу.

До першого напрямку можна віднести розробку решета оптимізованої кривизни. У основі лежить ідея про можливість управління процесом розподілу матеріалу, що сепарується, по довжині решета за рахунок його вигину в подовжньо-вертикальній площині. При оптимальній формі решета досягається рівномірний одношаровий розподіл матеріалу по поверхні решета. Встановлено, що за певних умов очищення продуктивність плоского решета довжиною 1 м може бути підвищена за рахунок оптимізації форми не менше чим в 2 рази.

Машини, що випускалися промисловістю, такі, як СУ-0,1, СВУ-1,25, ОВА-1,0, містили одне решето. У дослідженнях по вивченню класичної компоновки решітної частини наголошувалось, у зв'язку з цим, на низьку продуктивність даної схеми унаслідок перевищення пропускної спроможності верхнього решета над нижнім, при цьому нижнє решето виявляється переобтяженим, і виникають перешкоди виділенню дрібній домішці. [5]

Фахівці відзначають той факт, що досягнута межа підвищення ефективності роботи решітних машин, не дивлячись на певні успіхи в області вдосконалення традиційних зерноочистних машин. Достатньо актуальними стають дослідження в області конструкцій, що не використовують традиційні решета.

Процеси гравітаційної сепарації зернових матеріалів дозволяють використовувати додаткове силове поле, що впливає на матеріал, чим досягається помітне підвищення інтенсифікації процесу. Одним із способів реалізації додаткового поля є здійснення вібраційного і

обертального руху робочих органів. Це визначає клас таких зернових сепараторів, як вібровідцентрових. За станом на сьогоднішній день достатньо повно розроблені наукові, механіко-технологічні властивості робочих органів таких сепараторів, раціональні схеми їх інтеграції.

Робота таких сепараторів полягає в наступному. Циліндрове решето приводиться в обертання приводом. На внутрішню поверхню решета подається зерновий матеріал. Робочим органом є решето, згорнуте в циліндр і встановлене вертикально. Завдяки дії відцентрових сил, частинки, менші, ніж розміри отворів решета, проходять в них, а великі частинки поступово сходять вниз, де відводяться шнеком або іншими транспортуючими пристроями. У вертикальному циліндровому решеті поле відцентрових сил інерції розподіляється рівномірно по всій поверхні, а круговий зсув зернового шару в період сталого його руху не відбувається. Щоб матеріал не «прилипав» до решета і здійснювалося відносне переміщення зернового шару по поверхні решета, додатково застосовується механізм вібрації циліндра у вертикальній площині.

Були створені і серійно випускалися машини на основі представленого способу МЗП-50, А1-БЦС-100, Р8 БЦС-50 - для очищення зерна і насіння різних культур; ЗЦП-20 - для попереднього очищення вологого зерна. Також використаний відмінний від традиційного відцентровий спосіб розділення матеріалу, здійснюваний на циліндрових решетах в розробці датської фірми Damas - зерновому очищувачі типу Sigma TS.

Слід вказати і на наявні недоліки, підводячи підсумки приведеного огляду зерноочисних машин. Застосування будь-якого решета - плоского, зігнутого, циліндрового - має на увазі обов'язкове використання приводу для дотримання одного з умов просіювання матеріалу - забезпечення відносної швидкості між матеріалом і сепаруючим органом. При цьому, за даними фахівців, маса решіт може складати всього 3% від всієї маси машини, останнє - привід, масивна рама. Іноді для нормальної роботи потрібне зведення спеціального фундаменту.

Краї отворів решета при зворотно-поступальному або при обертальному русі наносять мікропошкодження зернівкам, що негативно позначається на їх зберіганні і посівних якостях. Із-за конструктивних особливостей решета процес сепарації, що протікає на ньому, характеризується підвищеним травмуванням зернівок. Це стає особливо важливим при підготовці насінного зерна. Також мають місце недоліки, залежні від конструктивних особливостей технічних рішень. Так, наприклад, інтенсифікація процесу просіювання на вібровідцентровому сепараторі обмежена визначеною величиною швидкості обертання циліндрів, при якій частинки матеріалу настільки сильно притискаються до поверхні, що не представляється можливим зрушити їх з місця ніякими додатковими зусиллями.

Висновки. Проведені дослідження показали, що питома продуктивність відцентрово-вібраційних циліндрових решіт виявляється в 3-5 разів вище за питому продуктивність плоских решіт при однаковій якості сепарації. Розглянутий спосіб сепарації дозволяє не тільки підвищити рівень інтенсифікації очищення, але і зменшити довжину вживаних решіт в 2-3-раза в порівнянні з плоскими. В порівнянні з традиційними аналогічними машинами відцентрово-вібраційні сепаратори дозволяють в 2 рази понизити металоємність.

Література

1. *Авдеев Н.Е.* Проблемы энергосбережения и тенденции развития техники сепарирования / Н.Е. Авдеев, Ю.В. Чернухин // Вестник РАСХН. – 1997. №5. С. 24-29.
2. *Бабченко В.Д.* Высокопроизводительные машины для очистки зерна / В.Д. Бабченко, А.М.Корн, А.С.Матвеев. // – М.: Сельхозгиз, 1982. 49с.
3. *Гладков Н.Г.* Зерноочистительные машины. / Н.Г. Гладков // – М.: Машгиз, 1961. 367с.
4. *Елизаров В.П.* Современные средства предварительной очистки зерна / Механизация и электрификация сельского хозяйства./ В.П. Елизаров, А.С. Матвеев // Вестник РАСХН. – 1996. - №8 С. 31-37.
5. *Карпов Б.А.* Уборка, обработка и хранение семян. / Б.А Карпов. // – М.: Россельхозиздат, 1974. - 206с
6. Послеуборочная обработка зерна в хозяйствах. / [Киреев М.В. и др.] – Л.:Колос, 1981 – 222с.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Алексеенко В.О., Петриченко С.В., Радев С.Ю.

Аннотация - в работе рассмотрены основные типы машин для сортировки и очистки зерновых культур. Обоснована рациональная конструкция зернового сепаратора.

ANALYZE CONSTRUCTION CLEANING MACHINES

V. Alekseenko, S. Petrichenko, S. Radev

Summary

The work consider the basic types of machines for sorting and cleaning grain crops. Grounded rational design of grain separator.

УДК.664.64.014

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ТЕСТОПРИГОТОВЛЕНИИ

Янаков В.П., инженер

Таврического государственного агротехнологического университета.
тел. (0691) 42-13-06

Аннотация - статья посвящена анализу интенсификации процесса тестоприготовления, что способствует повышению качества технологического процесса. Для решения этой проблемы необходимо всестороннее рассмотрение путей сокращения времени обработки теста и способов улучшения качественных показателей.

Ключевые слова - теория, эксперимент, контроль, тесто, качество.

Формулировка цели статьи. Целью данной статьи является установка тенденций улучшения тестоприготовления. В соответствии с поставленной целью были сформулированы соответствующие задачи:

- определить направления интенсификации приготовления теста;
- установить условия тестоприготовления в исследованиях;
- определить структуру анализа замеса и брожения теста;
- предложить пути решения исследования тестоприготовления.

Постановка проблемы. Современные тенденции тестоприготовления выдвигают необходимость решения значительных научных и научно-технических проблем, что охватывают сразу несколько областей знаний.

При разработке и внедрении их результатов в жизнь учитывается опыт решения больших технических заданий. Эти подходы досказывают, что решать научными методами наиболее эффективно удастся лишь в том случае, когда научно – исследовательские работы организуются другим методом, чем тот, который доньше считался стандартным. Все эксперименты рассматриваются по целостной схеме: идея; алгоритм; позитивные качества и недостатки, сфера целесообразного применения [1].

Теория эксперимента формирует приемы и способы оптимальной

организации при исследованиях. Применение этих подходов позволяет эффективно, с наименьшими расходами решать много практических важных заданий: построение по исследовательским данным математических моделей объектов и явлений, оптимизацию процессов, проверку разных предпосылок. Рассмотренные методы исследовательской оптимизации разделены на две группы: поисковые, основанные на предыдущем изучении экспериментальной модели объекта, и те, что описывают его поведение в области оптимума. Применяемый технический анализ осуществлялся для контроля качества продукции и хода технологического процесса: совокупность разных методов испытания, что применяются для определения соответствия начального сырья, материалов и готовой продукции установленным нормам, а также для контроля хода технологического процесса производства. Производственное оборудование отвечало требованиям ДСТУ и отраслевых правил [2].

Анализ последних достижений. Сухенко Ю.Г. характеризует — на основе условий работы и причин потери работоспособности деталей оборудования хлебопекарной промышленности. Основными причинами, которые приводят к их быстрому изнашиванию, являются высокая механическая и химическая агрессивность внешних сред и использование традиционных конструкционных материалов. Значительным фактором ресурсопоглащения является изнашивание рабочих органов. Рабочие узлы машин, обрабатываемые вещества и технологические жидкости образуют сложные динамические системы, закономерность трения и интенсивность изнашивания [3].

Дашкевич А.О. отмечает — эффективность процесса перемешивания зависит от формы траектории движения рабочего органа. Расчет действия тестомесильной машины должен складываться — траектории движения точки, принадлежащей рабочему органу, так и определения кинематических (скорости и ускорения) и динамических характеристик работы тестомесильной машины. Это позволило осуществить шаг к установлению связи геометрических размеров тестомесильной машины с энергетическими характеристиками планетарного механизма, что дает возможность еще на стадии проектирования определять рациональные параметры [4].

Берник М.П. Сочетание вибрационного влияния со вращением месильных органов в деже создает зону интенсивного смешивания по всему рабочему объёму. Возможность перевода системы, что обрабатывается, в состояние виброкипения дает возможность в 10-15 раз увеличить частоту вращения рабочих органов без повышения температуры массы продукции, а кратковременность обработки и снижение мощности привода предопределяет снижение общих

расходов электроэнергии. Значительно сниженная затрата энергии (на 80 – 85 %) в процессе смешивания и себестоимость вибрационного смесителя [5].

Материалы и методы исследований. Материалы: тесто, тестомесильная машина. Методы исследований: технического анализа эффективности технологий; определение физико-механических показателей сырья; определение энергетических характеристик замеса теста; статистический анализ экспериментальных исследований замеса теста; компьютерный анализ крепких соединений.

Основная часть. Проблемы хлебопечения тесно связаны с качеством теста. Основным показателем тестоприготовления считается состояние производства и его качественный потенциал. Прогнозирование качества тестоприготовления основывается на выборе энергетического действия в ходе замеса теста. Эксперименты проводились на предприятиях малой мощности соответственно действующим нормам технологического процесса. Составы, производственные, вспомогательные и бытовые помещения обеспечивали: условия для сохранения сырья и готовой продукции, ведения технологического процесса, допустимые условия труда, необходимые бытовые условия. На предприятиях осуществлялся лабораторный теххимический контроль. Контроль на производстве начинался с сырья, что поступает на предприятие, воды, вспомогательных и тароупаковочных материалов. Они отвечали требованиям действующих стандартов, технических условий, медико-биологическим требованиям, имели гигиенические сертификаты или качественные удостоверения. Входному контролю подлежало все сырье, что поступило на предприятие соответственно перечню, в котором установлено, какое сырье по каким показателям подлежит контролю [6].

Как базовую модель за результатами анализа использования тестомесильных машин было взятой самую распространенную тестомесильную машину периодического действия Л4-ХТВ. Тесто замешивалось по стандартной технологии с учетом рецептуры хлеба. Время влияния на тесто и интенсивную обработку определялись соответственно разработанной методике проведения эксперимента. Месильный орган новой конструкции предлагается для замены используемых месильных органов, что выпускаются массово и взятых в расчеты как базовые. На основании испытаний, проведенных на ППСГ “Приморский”, НП “Квітень”, ОАО “МеЗТГ”, ПНВП “Кермек” предлагается модернизация тестомесильных машин, в которых используется спиралеобразный месильный орган [7].

Таблица 1 - Начальные значения

п/п	Показатели	Тестомесильная машина Л4-ХТВ с месильным органом		Отклонение параметров %
		базовым	новым	
1	Производительность, кг/г	550	550	-
2	Объем дежи, л.	140	140	-
3	Номинальная мощность повода/ траверсы, кВт.	1,5/0,37	1,5/0,37	-
4	Габаритные размеры (длина×ширина×высота), м.	1245×850×1100	1245×850×1100	-
5	Масса, кг.	375	375	-
6	Обслуживающий персонал, чел.	1 істороб	1 істороб	-
7	Режим работы, смен в сутки	1	1	-
8	Стоимость тестомесильной машины, грн.	8625	8625	-

Таблица 2 - Технологические показатели

п/п	Показатели	Тестомесильная машина Л4-ХТВ с месильным органом		Отклонение параметров %
		базовым	новым	
1	Загрузка дежи мукой, кг, не более	50	50	-
2	Длительность процесса замеса теста, с.	240	200	-16,7
3	Общие потери компонентов от тестоприготовления %.	11,86	9,6	-2,26
4	Расходы муки, т.	6026	6777	+11,1
5	Расходы на муку, грн.	3,37	3,79	+12,5
6	Время брожения теста, год.	2,5	2,25	+11,1
7	Пористость %.	72	70	+2,9
8	Удельный объем .	273	269	+1,5
9	Выход хлеба %	135,0	137,3	+1,7

В основу позитивной модели поставленное задание

усовершенствования конструкции месильного органа тестомесильных машин периодического действия, в котором за счет конструкции месильного органа тестомесильных машин периодического действия обеспечиваются:

— равномерная загрузка мощности повода месильного органа путем выбора оптимального баланса силы трения теста;

— силы давления теста о месильный орган, силы адгезии, силы упругости и силы повода месильного органа;

— удачный баланс действующих моментов сил по сечению месильного органа.

За счет этого снижается затраты электроэнергии, повышается надежность привода месильного органа, одновременно сокращается время выпуска хлеба, созревания теста и опары, образуется тесто с более высококачественными показателями — все это дает снижение себестоимости готовых изделий. Полученный технический результат образуется соотношением всех выявленных новых признаков: формы пересечения, угла контакта, толщиной, длиной. Их совокупность показывает преимущества в качестве получаемой тестовой массы и снижения расходов энергии на единицу продукции [8].

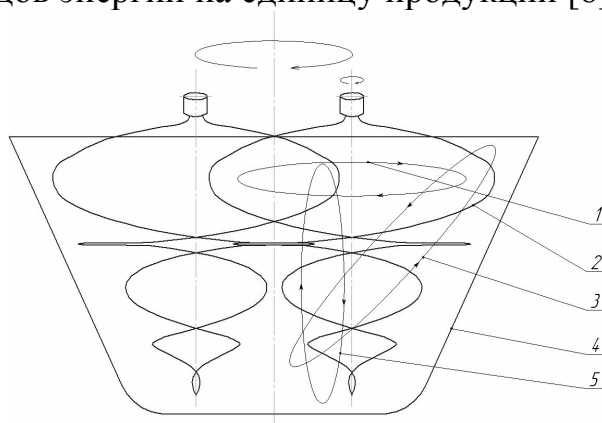


Рис. 1. Вид действия месильного органа новой конструкции на тесто: 1- смещение вдоль пересечения органа; 2 – месильный орган; 3 - движение теста вокруг спирали; 4 – дежа; 5 - движение теста сверху - вниз

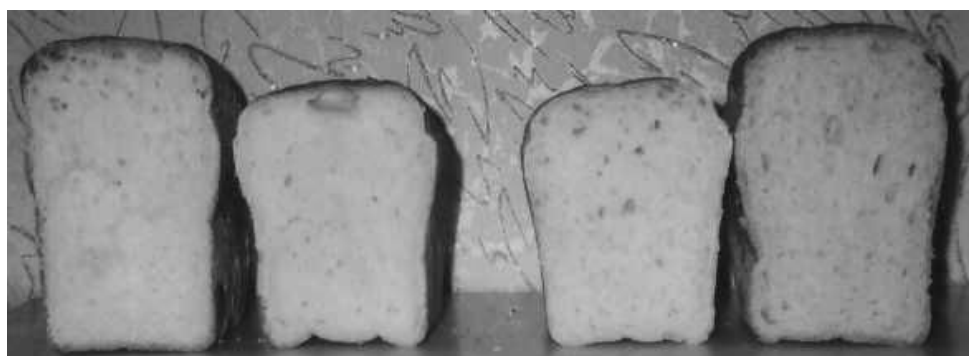
Установление эффективности базового и месильного органов новой конструкции возможно только путем проведения сравнительного эксперимента. Ввиду того, что для тестомесильной машины периодического действия конечным исходным продуктом является тесто, качественными показателями которого является “подъемная сила”, кислотность и объем теста, эти три взаимозависимых фактора в конечном итоге были взяты за основу для определения качества теста в завершающем процессе замеса

теста. Они дают возможность делать вывод об эффективности применяемых месильных органов. Результаты исследований приведены в табл.1-5.

Анализируя полученные результаты, можно прийти к таким выводам табл. 1-5:

Таблица 3 - Технические показатели

п/п	Показатели	Тестомесильная машина Л4-ХТВ с месильным органом		Отклонение параметров %
		базовым	новым	
1	Затрачиваемая мощность повода месильного органа на процесс замеса теста, кВт	1,5	1,4	-6,7
2	Геометрическая вместимость дежи, л, не менее.	140	140	-
3	Производительность тестомесильной машины, т/сутки.	11,65	12,4	+6
4	Количество приготовленного теста, т/сутки.	1,053	1,174	+11,5
5	Производительность по тесту, т/сутки.	13,2	13,7	+3,8
6	Обеспечиваемая суточная производительность печи, т/сутки.	25,2	28,2	+11,2



1

2

Рис. 2. Вырезки хлеба, приготовленного из теста, замешенного:

1 – месильным органом новой конструкции;

2 – базовым месильным органом

— из графика (рис. 3.), что отображает влияние предлагаемого

месильного органа, виден более быстрый рост кислотности по сравнению со стандартным месильным органом (график 3) на 0,75 ч. до оптимально допустимого значения 3 Н° и составляет 2,2 ч.;

— график (рис. 3.) показывает, что рост “подъемной силы” у месильного органа новой конструкции для данного типа теста выходит на 0,85 ч. раньше, чем у базового месильного органа (график 3);

— на графике (рис. 3.) изображен рост объема теста у предлагаемого месильного органа. Из анализа изменения графика видно, что объем теста достигает оптимального уровня в районе 2,2 ч., опережая при этом базовый месильный орган (график 2) на 10 %.

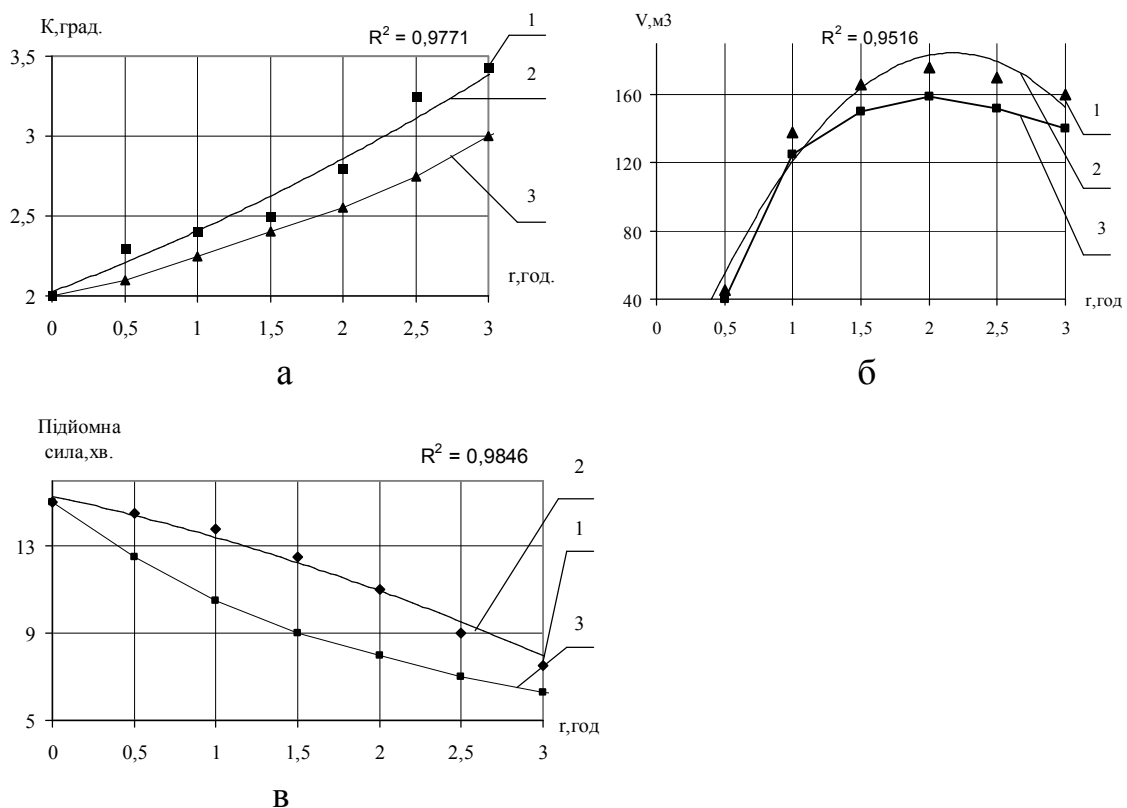


Рис. 3. Графики сравнительного эксперимента (по тесту):

а - изменение объема теста; б - изменение подъемной силы теста; в - изменение титрованной кислотности теста: 1 - месильного органа новой конструкции; 3 - базового месильного органа;

2а - аппроксимирована прямая $y = 0,018x^2 + 0,173x + 1,013$;

2б - аппроксимированная прямая $y = -23,25x^2 + 100,83x - 17,05$;

2в - аппроксимированная прямая $y = -0,135x^2 - 0,818x + 7,652$

То есть во время замеса теста месильным органом новой конструкции технологические результаты, что дают возможность тесту созреть, достигаются на 0,5 ч. раньше, чем в случае применения

базового месильного органа [6,8].

Таблиця 4 - Показатели качества

Вид продукции.	Хлеб "Таврический" (массой 0,55 кг.)	
	Месильный орган новой конструкции.	Базовый месильный орган.
Показатели:		
1. Удельный объем $\frac{\text{см}^3}{100\text{г}}$.	273	269
2. Пористость %.	72	70
3. Равномерность замеса.	Мелкая, однородная.	Мелкая, с наличием больших пор.

Таблиця 5 - Данные сравнительного эксперимента (по тесту)

№ п/п	Показатели		Длительность брожения, год.						
			0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
1	Объем	Месильный орган новой конструкции	-	45	138	166	176	170	160
2		Базовый месильный орган	-	40	125	150	159	152	140
3		Теоретический график - 2а	-	40	121	166	178	173	158
1	Подъемная сила	Месильный орган новой конструкции	15	14,5	13,8	12,5	11	9	7,5
2		Базовый месильный орган	15	12,5	10,5	9	8	7	6,3
3		Теоретический график – 2б	15	14	13	12	11	10	8
1	Кислотность	Месильный орган новой конструкции	2	2,3	2,4	2,5	2,8	3,25	3,43
2		Базовый месильный орган	2	2,1	2,25	2,4	2,55	2,75	3
3		Теоретический график – 2в	2	2,2	2,4	2,6	2,85	3,1	3,4

В результате практических исследований месильного органа новая конструкция достигнута высоких качественных характеристик теста.

Предложенные для дегустации образцы изделий имели приятный внешний вид, достаточно мягкую мякоть с мелкой равномерно-тонкостенной пористостью, гляцевую светло-коричневую корку, присущую данному виду хлебобулочных изделий, аромат и вкус без постороннего привкуса и запаха. Исследования показали, что применение научно обоснованного и разработанного месильного органа новой конструкции, при изготовлении хлеба "Таврический", способствует улучшению качества и увеличению выхода изделий.

Также использовался органолептический метод для оценки характеристики вкуса полученного хлеба. Экономический эффект от внедрения в технологический процесс достигается за счет создания оптимального перемешивания продукта в рабочем объеме подкатной дежи, в результате чего происходит равноценное смешивание ингредиентов с достаточно интенсивной обработкой всего объема массы, при низких в некоторой степени расходах приводной мощности и уменьшения энергозатрат.

Выводы. Рассматривая полученные результаты исследований, можно прийти к следующим решениям:

1. Установленные направления интенсификации приготовления теста. Их анализ дает возможность прийти к выводам — наука владеет широким спектром возможностей влиять на тесто в поступи тесто приготовления.

2. Выявлено и показано многообразие научных взглядов на условия тестоприготовления. Интенсификация технологии тестоприготовления, дает возможность рационально получать тесто с высокими качественными показателями.

3. Дан анализ структуры рассмотрения замеса и брожения теста, во взаимосвязи с основными требованиями к тестоприготовлению. Разбор данного направления тестоприготовления выполнен на основе экспериментальных данных.

4. Полученные экспериментальные данные и условия достижения целесообразных параметров замеса теста при тестоприготовлении. Показанная взаимосвязь экспериментальных исследований и теории тестоприготовления.

Литература

1. Капица П.Л. Эксперимент. Теория. Практика: Статьи и выступления / П.Л. Капица И М.: Наука. Гл. ред. физ. - мат. лит, 1987. — 496 с.
2. Сирохман I.B. Качество и беспечность зерно мучных продуктов / И.В. Сирохман, Т.М. Лозова – К.: Центр учебной литературы, 2006. — 384 с.
3. Сухенко Ю.Г. Научно-прикладные основы повышения

долговечности деталей оборудования пищевых и переработочных отраслей АПК: автореф. дис. на соискание наук д-ра техн. наук: 05.05.09 “Машины пищевой, микробиологической и фармацевтической промышленности” / Ю.Г. Сухенко — К.: — 1999 — 37 с.

4. *Дашкевич А.О.* Геометрическое моделирование схем действия планетарных тестомесильных машин: автореф. дис. на соискание наук. канд. техн. наук: 05.01.01 – “Прикладная геометрия, инженерная графика” / А.О. Дашкевич — К., — 2008. — 20 с.

5. *Берник М.П.* Энергосохраняющий вибропривод нового смесителя для переработочных производств: автореф. дис. на соискание наук. канд. техн. наук: 05.02.03 - “Системы поводов” / М.П. Берник — К., — 2001. — 20 с.

6. *Пучкова Л.И.* Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства / Л.И. Пучкова — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. — 232 с.

7. *Красовский Г.И.* Планирование эксперимента / Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов И Мн. Издательство БГУ им. В.И. Ленина, 1982. — 302 с.

8. *Павлоцкая Л.Ф.* Пищевая, биологическая ценность и безопасность сырья и продуктов его переработки: Учебник / Л.Ф. Павлоцкая, Н.В. Дуденко, В.В. Евлаш, — К.: ИНКОС, 2007. — 287 с.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ В ТІСТОПРИГОТУВАННІ

Янаков В.П.

Анотація - стаття присвячена аналізу інтенсифікації процесу тестоприготування, що сприяє підвищенню якості технологічного процесу. Для вирішення цієї проблеми необхідне всесторонній розгляд шляхів скорочення часу обробки тесту і способів поліпшення якісних показників.

COMPARATIVE EXPERIMENT IN TESTOPRYGOTOVLENYU

V. Yanakov

Summary

The article is devoted to the analysis of intensification of process of testoprygotovlenyy, that is instrumental in upgrading technological process. For the decision of this problem it is necessary comprehensive consideration of ways of reduction of time of treatment of test and methods of improvement of high-quality indexes.

УДК.620.953

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БІОГАЗГЕНЕРАТОРА

Стручаєв М.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42-25-85

Анотація – у статті наведено аналіз стану біогазгенерації та результати досліджень технологічних та конструктивних характеристик біогазгенератора.

Ключові слова - екстремальний експеримент, анаеробна ферментація, біогаз, мезофільний режим, метантенк, субстрат, бродіння, біогазгенератор, біомаса.

Постановка проблеми. У наш час біогаз використовують в 55 країнах світу [1], встановлено десятки мільйонів біогаз генераторів [2]. Їх використання дозволяє частково відмовитись від природного газу, особливо на підприємствах сільського господарства. Основною перешкодою їх розповсюдження на Україні є велика вартість, наприклад біогазова установка фірми Зорг коштує 2,5 млн. євро [3]. Тому особливо важливо для АПК розробка і впровадження вітчизняних біогаз генераторів.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз публікацій з даної проблеми показує, що необхідно досліджувати технологічні та конструктивні характеристики біогазгенераторів.

Найбільше поширена [4] схема біогазового генератора «Табір» (КНР). Процес протікає стихійно й безконтрольно, підігрів і перемішування не застосовуються. Використається в дрібних господарствах, розташованих у районах з жарким кліматом. Тривалість переробки субстрату 40 днів і більше. Вихід біогазу від 0,3 до 0,5 м³ на 1 м³.

Формулювання цілей статті. Метою даної статті є дослідження характеристик установки для анаеробної ферментації гнойових стоків тваринницького виробництва.

Основна частина. В якості факторів, що впливають на процес одержання біогазу, обрані X_1 - ступінь здрібнювання біомаси.; X_2 - вологість біомаси. X_3 - вид біомаси; X_4 - відсоток вмісту сухої речовини ; X_5 - вміст бактерицидного матеріалу X_6 - кислотність середовища. X_7 -

температура первісного підігріву. X_8 - температура бродіння біомаси; X_9 - тривалість бродіння біомаси. X_{10} - тиск біогазу в реакторі. X_{11} - швидкість перемішування біомаси в реакторі. Критерії оптимізації: Y_1 - обсяг виробленого біогазу, Y_2 - обсяг біогазу на підтримку заданої температури (власні потреби). У результаті проведення відсіваючого експерименту для критерію Y_1 значущими є фактори: X_1, X_6, X_7, X_8 , для яких будується матриця ПФЕ типу 2^3 . Після проведення експерименту починається новий етап досліджень - опис поверхні відгуку.

Рух в область оптимуму здійснюється методом Бокса-Вілсона по поверхні відгуку в напрямку градієнта. Градієнт функції відгуку дорівнює

$$y = \frac{\partial y}{\partial x_{13}} \cdot \bar{i} + \frac{\partial y}{\partial x_{14}} \cdot \bar{j} + \frac{\partial y}{\partial x_{17}} \cdot \bar{k}$$

де $\frac{\partial y}{\partial x_i}$ - часткові похідні функції для i - того фактору; $\bar{i}, \bar{j}, \bar{k}$ - одиничні вектори в напрямку координатних осей.

Після проведення оптимізації лінійної моделі методом "крутого сходження" було отримано оптимальне значення максимального виходу біогазу, яке дорівнює $8,1 \text{ м}^3/\text{год}$. При цьому значення факторів виявилися: X_7 - температура початкового підігріву $X_7 = 25,7^\circ \text{C}$; X_8 - температура бродіння біомаси $X_8 = 31,5^\circ \text{C}$; X_6 - кислотність середовища $X_6 = 7,7 \text{ рН}$. Вихід біогазу підвищувався зі збільшенням рН середовища.

Розрахунок конструктивних параметрів біогазової установки здійснюється з метою визначення товщини стінки підземної частини резервуара. Особливості проектування - резервуар підземний, ґрунт - глина, будівельний матеріал - залізобетон. Даний розрахунок здійснюється за методикою Бабіна Л.А. [5].

На резервуар діють зовнішні навантаження - вертикальний і бічний тиск ґрунту $q_{\text{зр.в}}$ и $q_{\text{зр.б}}$ (Рис. 1).

Розрахункове вертикальне навантаження

$$q_{\text{зр.в}} = n_{\text{зр}} \cdot \gamma_{\text{зр}} \cdot h_{\text{зр}}$$

де $n_{\text{зр}}$ - коефіцієнт перевантаження, $n_{\text{зр}} = 1,2$; $\gamma_{\text{зр}}$ - об'ємна вага ґрунту в природному стані, $\gamma_{\text{зр}} = 1,6 \text{ тс}/\text{м}^3$; $h_{\text{зр}}$ - висота ґрунту, що діє на резервуар, приймаємо $h_{\text{зр}} = 1,1 \text{ м}$, виходячи з основних параметрів прийнятих для об'єктів даного типу.

$$q_{\text{зр.в}} = 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,1 = 2,112 \text{ тс}/\text{м}^3.$$

Бічний тиск на резервуар розраховується по формулі

$$q_{\text{зр.б}} = n_{\text{зр}} \gamma_{\text{зр}} \left(h_{\text{св}} + \frac{D_{\text{св}}}{2} \right) \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_{\text{зр}}}{2} \right)$$

де $\varphi_{\text{зр}}$ - кут внутрішнього тертя ґрунту, $\varphi_{\text{зр}} = 40^\circ$.

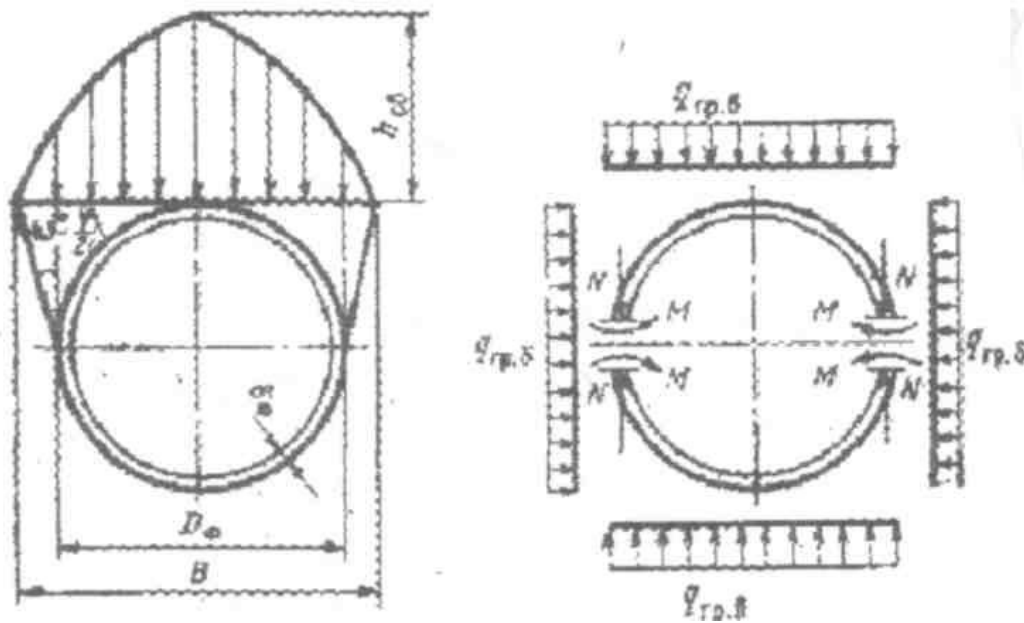


Рис. 1. До розрахунку параметрів міцності метантенка

Поперечний переріз проектованого резервуара - овал. Для спрощення розрахунків умовно приймаємо, що підземна частина метантенка в поперечному перерізі - окружність діаметром $D_{\phi} = 5900 \text{ мм}$.

$$q_{гр.б} = 1,2 \cdot 1,6 \left(0,8 + \frac{5,9}{2} \right) \text{tg}^2 \left(45^{\circ} - \frac{40}{2} \right) = 1,565 \text{ тс / м}^3$$

Безпосередньо товщина стінки метантенка визначається $\delta_{\phi} = \frac{N}{2R} + \sqrt{\left(\frac{N}{2R} \right)^2 + \frac{6M}{R}}$ де N - поперечне зусилля, r_0 - радіус резервуара; M - згинальний момент, R - розрахунковий опір матеріалу.

$$\delta_{\phi} = \frac{51,74}{2 \cdot 200} + \sqrt{\left(\frac{51,74}{2 \cdot 200} \right)^2 + \frac{6 \cdot 8210}{200}} = 15,82 \text{ см}$$

Остаточню приймаємо товщину стінки резервуара $\delta_{\phi} = 158,2 \text{ мм}$.

Розрахунок напірного газового трубопроводу. Завданням розрахунку втрат тиску газу є забезпечення необхідного тиску в пальниках теплогенератора. При експлуатації біогазової установки для створення тиску, з метою нагнітання газу під тиском у газгольдер, використовується гідравлічний спосіб, який може створити тиск не більше 70 - 120 кПа. При транспортуванні газу до пальників повинне виконуються наступна умова

$$\Delta p_{обц} < P_{гор}$$

де $P_{аіо}$ - робочий тиск в інжекційному пальнику, кПа.

Для перевірки працездатності установки необхідно зробити

розрахунок втрат питомої енергії (втрати напору) при русі газу по газопроводу. Газовий потік рухається через робочий простір біогазогенератора, а також по трубопроводах і каналах, конструктивно пов'язаних з відповідними агрегатами. Розрахунок робимо одночасно для двох ділянок: біогазогенератор - газгольдер і ділянка газгольдер - котел. Якщо зневажити різницею нівелірних висот зазначених перетинів, тоді рівняння для знаходження витрат енергії при русі газів запишеться

$$\Delta p = \Delta p \lambda_1 + \Delta p_2,$$

де $\Delta p \lambda$ - перепад статичних тисків на ділянках.

Знаходимо загальні витрати енергії при русі газів в прямому каналі

$$\Delta p = 0,388 + 0,0535 + 0,00817 = 0,4446 \text{кПа}$$

Додаткові втрати енергії при русі газового потоку виникають у результаті турбулізації потоку від зміни конфігурації каналу.

Визначаємо загальні втрати при русі потоку газу по трубопроводу

$$\Delta p_{\text{заг}} = \Delta p + \Delta p_{\zeta}$$

$$\Delta p_{\text{заг}} = 0,4446 + 0,1592 = 0,604 \text{кПа}$$

Проведені розрахунки на визначення втрат газу при транспортуванні показали, що тиск у системі відповідає початковій умові. Отже, додаткові пристрої (компресор) по створенню тиску не потрібні.

Рецептура завантажуваної сировини. Приведемо приклад змішаної сировини для первинного завантаження метантенка. Стебла рослин подрібнюють й укладають на дно біогазогенератора, ущільнюють їх так щоб вийшла підстилка товщиною 10 - 20 см. Вносять гній і субстрат з бактеріями (при вторинному завантаженні роль субстрату може виконувати спеціально залишена порція попереднього шламу). Операцію повторюють шар за шаром, поки в метантенк не завантажуть весь необхідний об'єм. На початку процесу перевіряють кислотність середовища (pH) за допомогою індикаторного паперу. Середовище повинне бути нейтральним. Якщо pH нижче припустимого рівня, то в біогазогенератор необхідно додати вапняної або аміачної води. Обов'язкова вимога: вологість біомаси повинна бути 95 - 98%.

Висновки.

Отримано оптимальне значення максимального виходу біогазу, яке дорівнює $8,1 \text{ м}^3/\text{год}$ при температурі початкового підігріву $25,7 \text{ }^\circ\text{C}$; температурі бродіння біомаси $31,5 \text{ }^\circ\text{C}$; кислотності середовища $7,7 \text{ pH}$.

Виконано розрахунок на міцність підземного резервуару, визначено основний конструктивний параметр метантенка - товщину стінки, що дорівнює $158,2 \text{ мм}$.

Проведено розрахунки визначення втрат тиску газу при транспортуванні $\Delta p_{\text{обц}} = 0,604 \text{кПа}$, які показують, що додаткові пристрої по створенню тиску в мережі не потрібні.

Дано опис, основних компонентів рецептури завантажувальної

сировини.

Література

1. *Гелетуха Г* Україна: нетрадиційні та відновлювані джерела енергії / Г. Гелетуха, С. Кудря // Зелена енергетика.-2005.-№ 2 (18).-С.137-202.
2. *Андреанов В.Н.* Биогазовые установки / В.Н. Андреанов, Д.Н. Быстрицкий, К.П. Вашкевич.- Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1966.- 379с.
3. *Михайлов Б.П.* Особенности конструкций и использование биогазовых установок / Б.П. Михайлов // Электрик. – 2006.- №1,2. - С.29,31
4. *Осипова М.И.* Биоэнергетика/Осипова М.И.-М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Бумона,2007.-36 с.:ил.
5. *Бабін Л.А.* Розрахунок на міцність захисного футляра трубопроводів / Л.А. Бабін.-М.: Машиностроение, 1981. – 127с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БИОГАЗГЕНЕРАТОРА

Стручаев Н.И.

Аннотация - в статье приведен анализ состояния биогазгенерации и результаты исследований технологических и конструктивных характеристик биогазгенератора

THE RESEARCH OF TECHNOLOGY END CONSTRUCTION CHARACTERISTICS OF BIOGASGENERATOR

N.Struchaev

Summary

The analysis of the state and results of researches of technology end construction characteristics of biogasgenerator works is resulted in the article.

УДК 641.437.075.8

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ РЕЖИМОВ ЗАМОРАЖИВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Ялпачик В.Ф. к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0691) 42-13-06

Аннотация – данная работа посвящена определению степени влияния расчетных значений коэффициента теплоотдачи на изменение коэффициента теплопроводности. Теоретические исследования показали, что при определении коэффициента теплопроводности влиянием величины коэффициента теплоотдачи можно пренебречь.

Ключевые слова – коэффициент теплопроводности, коэффициент теплоотдачи, вертикально и горизонтально расположенные плоды, квадрооднородное тело.

Постановка проблемы. От правильного выбора режимов замораживания плодоовощной продукции зависит срок и качество сохраняемых плодов. Поэтому поставлена задача установления фактора, который являлся бы определяющим при выборе режимов замораживания.

Целью статьи является установление влияния коэффициента теплоотдачи на изменение коэффициента теплопроводности.

Основная часть. Коэффициент теплопроводности λ является физической характеристикой материала, и определить его можно только в специальных установках, для положительных температур. Поэтому, при определении λ при отрицательных температурах, в воздушной или жидкой среде, необходимо учитывать конвективные составляющие, которые отображаются коэффициентом теплоотдачи α и влияют на плотность теплового потока q , величина которого входит в формулу для определения λ . Таким образом, значение коэффициента теплоотдачи косвенно влияет на изменение величины λ .

Определим степень влияния расчетных значений коэффициента α на изменение λ .

Исследования изменения коэффициента теплоотдачи при горизонтальном и вертикальном расположении проводились для плодов имеющих цилиндрическую форму (початки кукурузы, баклажаны), коническую (перец сладкий) и плоской пластины (кружочки кабачков).

Коэффициент теплоотдачи α для горизонтального расположения плодов, имеющих цилиндрическую форму, определялся по формуле [1, 2, 3]:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{l}, \quad (1)$$

где Nu – критерий Нуссельта;

λ – теплопроводность воздуха, Вт/(м·К);

l – линейный размер, м.

Критерий Нуссельта определялся по критериальной зависимости [1, 4], в соответствии с III –й теоремой подобия для нашего случая (т.е. для случая свободной конвекции с учетом числа Грасгофа и Прандтля).

$$Nu = (Gr \cdot Pr)^{0,25} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_A} \right)^{0,25}, \quad (2)$$

где Gr – критерий Грасгофа;

Pr_f, Pr_v – критерий Прандтля соответственно поверхности плода и воздуха.

Эта зависимость выбрана для случая свободной (естественной) конвекции.

Критерий Прандтля определялся по полученным нами эмпирическим зависимостям

$$Pr = 2,3 \cdot 10^{-24} \cdot \dot{O}^3 + 10^{-6} \cdot \dot{O}^2 - 0,0007 \cdot \dot{O} + 0,83, \quad (3)$$

где T – текущее значение температуры в холодильной камере, °К.

Критерий Грасгофа [6]:

$$Gr = \frac{\beta_t \cdot g \cdot d^3 \cdot \Delta t}{\nu^2}, \quad (4)$$

где β_t – коэффициент объемного расширения воздуха,

g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с²;

Δt – разность температур плода и воздуха в холодильной камере, °С;

ν – кинематическая вязкость воздуха, м²/с.

Кинематическая вязкость определялась по полученной нами эмпирической зависимости

$$\nu = (-7,7 \cdot 10^{-7} \cdot \dot{O}^3 + 0,00055 \cdot \dot{O}^2 - 0,053 \cdot \dot{O} + 2,8) : 10^{-6}. \quad (5)$$

Коефіцієнт α для вертикального циліндричного плода определяли по формуле (1) выбрав в качестве линейного размера длину плода h .

Критерий Нуссельта определялась по зависимости [1, 2, 3]:

$$Nu = 0,15(Gr \cdot Pr)^{0,33} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_A}\right)^{0,25} \quad (6)$$

Критерий Грасгофа по формуле (4), выбрав в качестве линейного размера длину плода h ; в данном случае плод расположен вертикально, поэтому условно обозначили длину плода буквой h :

$$Gr = \frac{\beta_t \cdot g \cdot h^3 \cdot \Delta t}{\nu^2} \quad (7)$$

Проведенные расчеты показали (рис. 1), что коэффициент α при хранении плодов цилиндрической формы имеющих диаметр 0,07 м и длину 0,18 м практически изменяется на 5 Вт/м²К

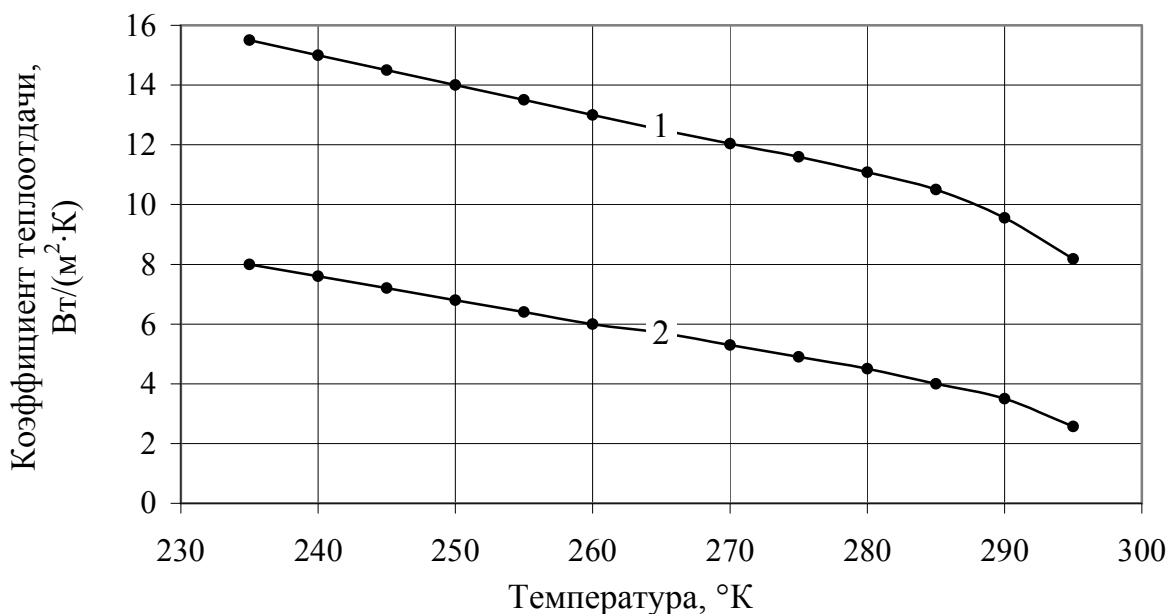


Рис. 1. Изменение коэффициента теплоотдачи в зависимости от температуры для цилиндрических плодов:

1 – горизонтальное расположение плода; 2 – вертикальное расположение

При определении коэффициента α и критерия Грасгофа для горизонтально расположенной пластины (кружочки кабачков) в формулах (1) и (4), подставляем толщину пластины.

Критерий Нуссельта определяли по зависимости [1, 5]

$$Nu = 0,96 Ra^{\frac{1}{6}}, \quad (8)$$

где Ra - критерий Релея.

$$Ra = Gr \cdot Pr . \quad (9)$$

При определении коэффициента α и критерия Грасгофа для вертикально расположенной пластины в формулах (1) и (4), вместо длины плода подставляем диаметр.

Критерий Нуссельта определяли по зависимости [2, 3]

$$Nu = 0,755(Pr^2 \cdot Gr)^{0,25} . \quad (10)$$

Выполним расчет для пластины толщиной 0,02 м, диаметром 0,08 м.

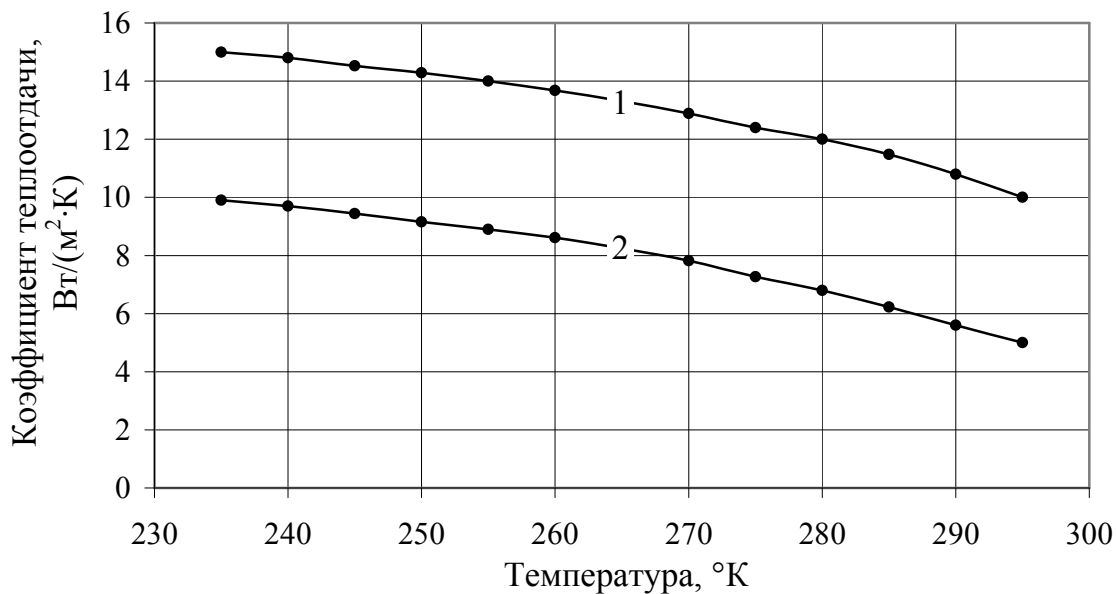


Рис. 2. Изменение коэффициента теплоотдачи в зависимости от температуры для объектов, имеющих форму пластины:
1 – горизонтальное расположение; 2 – вертикальное расположение

Проведенные расчеты показали (рис. 2), что коэффициент α хранения плодов максимум изменяется на 5 Вт/м²К.

Для плодов, имеющих коническую форму, расположенных горизонтально, критерий Нуссельта определялся по зависимости: [2, 3, 5]

$$Nu = 0,615 Re^{0,486} , \quad (11)$$

где Re - число Рейнольдса

$$Re = \frac{v \cdot d_{\bar{n}\delta}}{\nu} , \quad (12)$$

где v - скорость движения воздуха, равна 0,6 м/с;

$d_{\bar{n}\delta}$ - средний диаметр конуса, равен 0,05 м.

Для вертикально расположенного конуса критерий Нуссельта определяли по зависимости [2, 3, 5]

$$Nu = 0,664 \cdot Re^{\frac{1}{2}} \cdot Pr^{\frac{1}{3}}, \quad (13)$$

$$Re = \frac{v \cdot h}{\nu}, \quad (14)$$

где h - высота, равна 0,08 м.

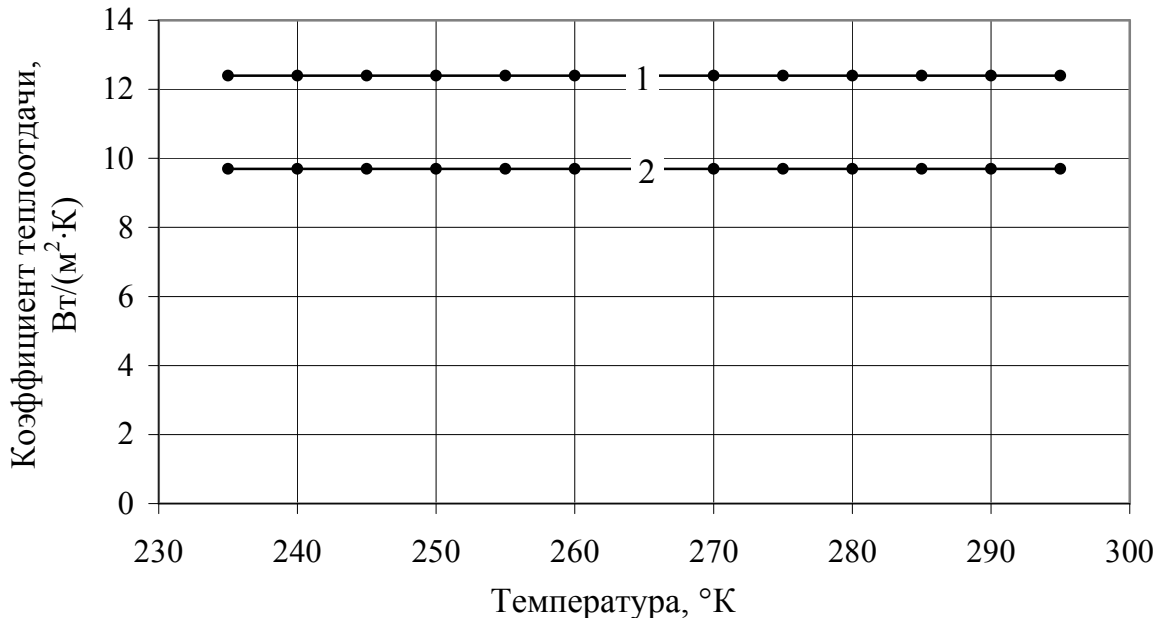


Рис. 3. Изменение коэффициента теплоотдачи в зависимости от температуры для плодов, имеющих коническую форму:
1 – горизонтальное расположение; 2 – вертикальное расположение

Приведенные расчеты показали (рис. 3), что коэффициент теплоотдачи для плодов, имеющих форму конуса практически не изменяется от температуры.

Расчеты показали, что количество отдаваемой теплоты в интервале температур от 25° до минус 40° С, для исследуемых плодов, изменяется примерно на 0,10-0,20 Вт на один градус.

Поэтому при определении коэффициента теплопроводности λ косвенным влиянием величины α можно пренебречь.

На основании экспериментальных исследований, проведенных нами, получен обширный экспериментальный материал по определению коэффициента теплопроводности овощей различных типов, прежде всего кукурузы молочно-восковой спелости, баклажан, перца, тыквы и винограда [6, 7].

Флодоовощную продукцию можно рассматривать как капиллярно-пористую структуру, теплофизические характеристики которой из-за сложности и многофазности зависят от влажности,

плотности, температуры, химико-минерального (почвенного) происхождения и т.д. [8, 9].

Как правило, подобная задача требует составления, решения и анализа дифференциального уравнения типа:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{I}{c\rho} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial z} \right) \right] + \frac{q_v}{c\rho}, \quad (15)$$

где t - температура, °С;

τ - время, с;

c - удельная теплоемкость, кДж/(кг · К);

ρ - плотность тела, кг/м³;

x, y, z - координаты ;

λ - коэффициент теплопроводности, Вт/(м · К);

q_v -интенсивность источников теплоты, Вт/м.

Теплопроводность овощей можно представить, как теплопроводность системы состоящей из сухого вещества, воды, льда и паров т.е.

$$\lambda = \begin{cases} \lambda_{\text{нóò}}(\dot{O}) \\ \lambda_{\text{áíáú}}(\dot{O}) \\ \lambda_{\text{ëüáä}}(\dot{O}) \\ \lambda_{\text{íäðíä}}(\dot{O}) \end{cases}$$

Однако, наши исследования показали, что эквивалентное значение $\lambda_{\text{экв}}$ количественно отображает структурные зависимости указанной системы не раскрывая их взаимосвязи, что вполне достаточно для технических расчетов. Известно, что теплопроводность материала зависит от различных факторов, а именно от влагосодержания, плотности, диапазона температур в котором проводятся измерения теплопроводности.

$$\lambda = f(W, \rho, T, C).$$

Нами установлено, что влагосодержание и плотность в стадии технической спелости, для каждого сорта овощей, является практически величиной постоянной.

Анализ литературных источников [10, 11, 12, 13, 14, 15] показал, что зависимость теплоемкости от температуры подчиняется полиномиальному закону (Рис. 4).

Из рис. 4. можно сделать вывод, что при температуре ниже 0 Цельсия теплоемкость несколько понижается, а затем имеет характерный скачек, связанный с фазовым превращением и

увеличением доли вымороженной воды до некоторого значения, после которого теплоемкость уменьшается.

Однако, в интервале исследуемых нами температур, от криоскопической до минус 20°C теплоемкость изменяется не более чем на 12,3% (0,440 кДж/кг·°К) и ее влияние на изменение коэффициента теплопроводности можно не учитывать. Учитывая выше сказанное в дальнейших исследованиях основное влияние уделялось изучению влияния изменения температуры на теплоемкость.

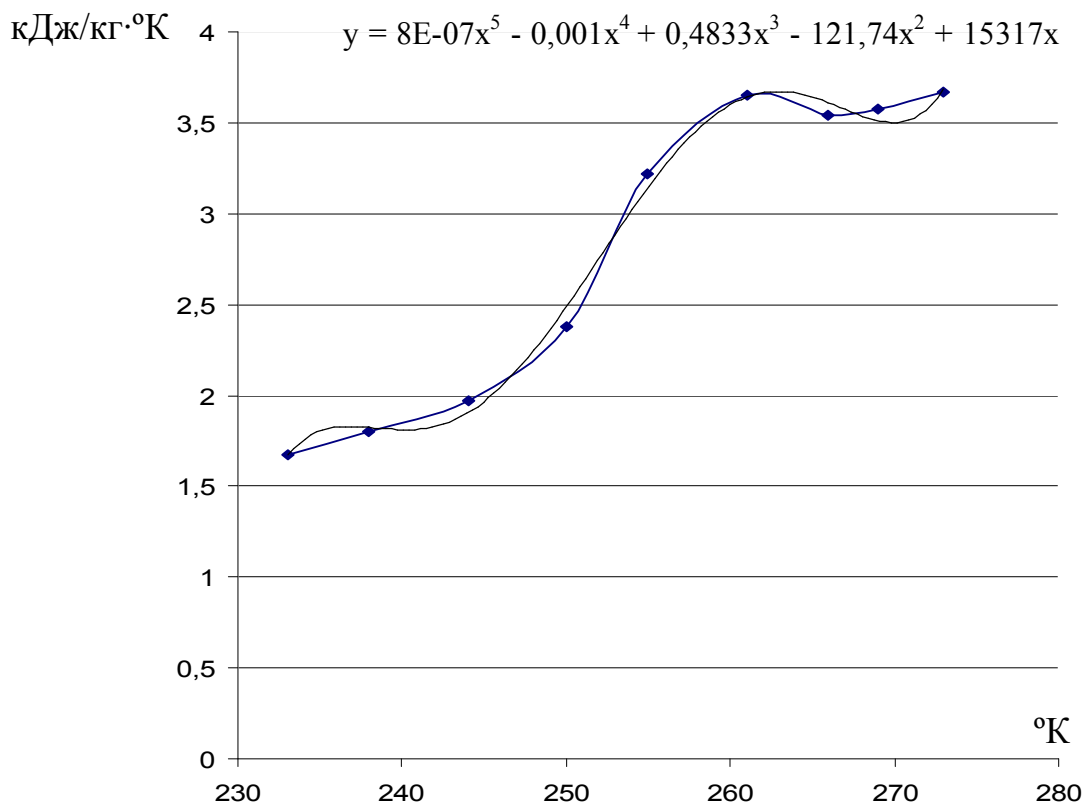


Рис. 4. Изменение теплоемкости от температуры

Уравнение 15 можно записать с использованием оператора Лапласа.

Однако определение оператора Лапласа сопряжено с некоторыми трудностями математического характера.

Поэтому рациональнее определять эффективный коэффициент теплопроводности, рассматривая плоды или овощи как некое квазиоднородное тело.

Для таких овощей, как баклажаны, можно воспользоваться теорией распространения теплоты поперек бесконечного цилиндрического стержня постоянного сечения, початка кукурузы молочно-восковой спелости – бесконечной цилиндрической стенки

(трубы), для фрагмента (кубика) тыквы – однородной пластины, а для перца – конуса с полостью.

Источником теплоты можно считать сам материал плода, нагретый до комнатной температуры (в летнее время 29...32 °С). Условно источник теплоты концентрируется вдоль оси плода. Перейдя к абсолютной температуре, получим упрощенное дифференциальное уравнение теплопроводности:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \right), \quad (16)$$

где T - температура, К;

x - расстояние от центра плода, м.

Решением этого уравнения является следующее выражение: [10, 11]

$$T(x, \tau) = T_0 \left[1 - \hat{O} \left(\frac{x\sqrt{\rho c}}{2\sqrt{\lambda \tau}} \right) \right], \quad (17)$$

где $T(x, \tau)$ - температура в момент времени τ на расстоянии x от оси, К;

T_0 - начальная температура плода, К;

Φ - интеграл вероятности Гаусса [16];

причем

$$\hat{O} \left(\frac{x\sqrt{\rho c}}{2\sqrt{\lambda \tau}} \right) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{x\sqrt{\rho c}}{2\sqrt{\lambda \tau}}} e^{-\left(\frac{x\sqrt{\rho c}}{2\sqrt{\lambda \tau}}\right)^2} \cdot d \left(\frac{x\sqrt{\rho c}}{2\sqrt{\lambda \tau}} \right). \quad (18)$$

Для определения численного значения интеграла Гаусса проведены эксперименты по замораживанию образцов плода баклажана, кукурузы молочно-восковой спелости, перца и тыквы в парах азота и холодильной камере.

Используя полученные опытным путем значения $T(x, \tau)$, определяли численное значение интеграла Гаусса по формуле:

$$\hat{O} \left(\frac{x\sqrt{\rho c}}{2\sqrt{\lambda \tau}} \right) = \frac{\hat{O}_0 - \hat{O}(\delta, \tau)}{\hat{O}_0}. \quad (19)$$

По численному значению интеграла Гаусса из таблиц [16] определялась величина аргумента функции:

$$y = \frac{x\sqrt{\rho c}}{2\sqrt{\lambda \tau}},$$

В свою очередь, интересующая нас величина коэффициента теплопроводности, вычислялась по формуле:

$$\lambda = \frac{\delta^2 \cdot \rho \cdot \tilde{n}}{4 \cdot \tau \cdot y^2}. \quad (20)$$

Выводы. Проведенные исследования позволили определить величину коэффициента теплопроводности при отрицательных температурах для баклажан, початков кукурузы молочно-восковой спелости, перца и тыквы.

Литература

1. *Антуфьев В.М.* Эффективность различных форм конвективных поверхностей нагрева / В.М. Антуфьев. – М. : Энергия, 1966. – 184 с.
2. *Исаченко В.П.* Теплопередача / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – М. : Энергоиздат, 1981. – 416 с.
3. *Кэйс В.М.* Конвективный тепло и массообмен / В.М. Кэйс. – М. : Энергия, 1972. – 448 с.
4. *Белінська С.О.* Товарознавча характеристика нових видів заморожених гарбузових овочів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.15 “Товарознавство харчових продуктів” / С.О. Белінська. – К. : 2000. – 22 с.
5. *Кутателадзе С.С.* Теплопередача и гидродинамическое сопротивление / С.С. Кутателадзе. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.
6. *Иванченко В.И.* Определение коэффициента теплопроводности плодоовощной продукции при замораживании / В.И. Иванченко, А. Э. Модонкаева, В.Ф. Ялпачик и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 12. – С. 24–25.
7. *Иванченко В.И.* Обоснование интервала температур замораживания плодоовощной продукции / В.И. Иванченко, В.Ф. Ялпачик, К.Н. Стручаев // „Магарач“ Виноградарство и виноделие. – 2001. – № 2. – С. 23–27.
8. *Гинзбург А.С.* Теплофизические свойства зерна, муки и крупы / А.С. Гинзбург, М.А. Громов. – М. : Колос, 1984. – 304 с.
9. *Громов М.А.* Универсальное уравнение для расчета коэффициентов теплопроводности соков / М.А. Громов // Консервная и овощная промышленность. – 1972. – № 8. – С. 32–33.
10. *Стручаев К.Н.* Выбор режимов замораживания и хранения с.х. продукции при отрицательных температурах / К.Н. Стручаев, В.Ф. Ялпачик // Холодильная техника и технология. №4, 2004г., с.45-49.
11. *Гайдук В.Н.* Електротеплові властивості солом'яної січки / В.Н. Гайдук // Доповіді української академії с.г. наук №6, 1958р., с.53-57.
12. Холодильное оборудование / под ред. С.П. Белоусов/ - Ростов-на-Дону, “Феликс”, 2000.-320с.
13. Levin D.N. Plant handbook data.- Food Engineering, 1962, №3 p.89-94.

14. *Ильина С.А.* Обобщение величины удельной теплоемкости пищевых продуктов / С.А. Ильина // Материалы междунар. конф. т.г. Вологда. ВолГТУ, 2005.
15. *Ильина С.А.* Таблицы теплофизических характеристик овощных продуктов / С.А. Ильина. Астрахань. СХУРАН, отдел энергетических проблем, 2000.-19с.
16. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей / Е.С Вентцель. – М. : Наука, 1969. – 576 с.

**КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ЯК КРИТЕРІЙ
ОЦІНКИ РЕЖИМІВ ЗАМОРОЖУВАННЯ І ЗБЕРІГАННЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Ялпачик В.Ф.

Анотація - дана робота присвячена визначенню ступеня впливу розрахункових значень коефіцієнта тепловіддачі на зміну коефіцієнта теплопровідності. Теоретичні дослідження показали, що при визначенні коефіцієнта теплопровідності впливом величини коефіцієнта тепловіддачі можна нехтувати.

**COEFFICIENT OF HEAT-CONDUCTING AS CRITERION
OF ESTIMATION OF MODES OF FREEZING AND STORAGE OF
AGRICULTURAL PRODUCT**

V. Yalpachik

Summary

This work is given devoted to determination of degree of influencing of calculations values of coefficient of heat emission on changing of coefficient of heat-conducting. Theoretical researches rotined that at determination of coefficient of heat-conducting it is possible to ignore influencing of size of coefficient of heat emission.

УДК 664.002.5

ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ВИТІКАННЯ З УРАХУВАННЯМ ЧИСЛА РЕЙНОЛЬДСА

Ялпачик Ф.Ю. к.т.н.,

Змеєва І.М., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-06

Анотація – В роботі проаналізовано методи визначення коефіцієнту витрат при розливі харчових рідин, обґрунтовано метод визначення коефіцієнту витікання з урахуванням числа Рейнольдса.

Ключові слова – рідкі харчові продукти, дозувальні машини, продуктивність, коефіцієнт витрат.

Постановка проблеми. Одним з основних вузлів автоматичної лінії з розливу рідких харчових продуктів є розливальний автомат, який включає в себе зливний тракт, тобто розливальний пристрій, завдяки якому відбувається основна технологічна операція – наповнення ємності рідиною. Під терміном зливний тракт ми підрозуміваємо систему, яка складається з: резервуару, дозатора - наповнювача та ємності.

Зливний тракт є одним з відповідальних вузлів розлиального автомату, пропускна здібність якого визначається не тільки продуктивністю автомату, але й продуктивністю всієї лінії розливу в цілому. Окрім того, результатом взаємодії потоку рідини з конструкцією зливного тракту і, головним чином, з конструкцією дозатора – наповнювача ємностей, в значній мірі визначається технологічність розливу.

Аналіз останніх досліджень. В основу сучасних методів розрахунку процесу фасування та фасувальних машин лягли результати досліджень, що проводилися К.П. Гетмановим, І.А. Степановим, Д.А. Ярмолинським, В.Г. Студиліним. Частіше всього досліджувалися процеси фасування вин, як найбільш складні, що пов'язано з фізико-механічними властивостями продукту та вимогами, що висуваються до його фасування. Менше уваги приділялося дослідженням процесу фасування соків.

В роботах К.П. Гетманова та Д.А. Ярмолинського [1, 2, 3]

досліджувалися зливні тракти фасувальних пристроїв з гідравлічної точки зору. В.Г. Студилін вивчив вплив властивостей продукту та форми пляшки на роботу фасувальних пристроїв (зокрема, на піноутворення та точність дозування), обґрунтував методику розрахунку основних параметрів фасувальних машин.

Оскільки нові машини мають перемінний поперечний переріз мірників та каналів для рідини, то для визначення коефіцієнту витрат μ Н.Ф. Харитонов [4] використовував графоаналітичний метод, за допомогою якого досить точно можна вирахувати дійсний коефіцієнт витрат кожного прибору.

Дослідження Н.Ф. Харитонова встановили, що число Рейнольдса виходить меншим в насадках з кільцевим отвором, тобто режим витікання рідини наближується до ламінарного. Насадки складних конструкцій, типу «насадка в насадці» не досліджувалися.

Основна частина. Як ми уже не одноразово відмічали – продуктивність розлиального автомату залежить від конструктивних елементів, кінематики механізмів та гідравлічних параметрів системи [1]. Важливим параметром, що визначає продуктивність - є коефіцієнт витрат μ , який в свою чергу залежить від в'язкості рідини та форми зливного тракту. У роботі [2] наведено залежність коефіцієнту витрат від форми отворів та насадок за даними А.Д. Альтшуля, що є справедливим у тому випадку, коли на витікання у будь-якому помітному ступені не впливає в'язкість. Для цього повинна виконуватися умова $Re \geq 100000$.

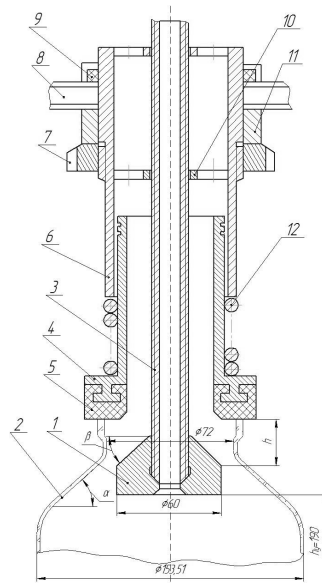


Рис. 1. Дозуючий патрон для дозування харчової рідини до зазначеного рівня:

1 – направляюча; 2 – банка; 3 – повітряна трубка; 4 – патрон;
5 - ущільнююча манжета; 6 – гільза; 7 – гайка; 8 – дно резервуару;
9 – ущільнююча манжета; 10 – втулка; 11 – вставка; 12 – пружина

З економічних міркувань, для досягнення найбільшої точності дозування, змінна витрати при пропуску дози не повинна перевищувати 3 - 5%, при висоті розподільчої ємності $H = 0,35$ м, зміна висоти повинна становити $\Delta H = 0,035$ м. Експериментальна установка розрахована на наливання 1 - єї дози, максимальним об'ємом $3,0$ м³. Знаючи вихідні дані, обрахуємо швидкість витікання рідини з дозатора.

Мінімальний об'єм V , м³, розподільчого резервуару (РР) становить [5]

$$V = n \cdot V_g \cdot \frac{H}{\Delta H}, \quad (1)$$

де n – кількість доз, шт.;

V_g – об'єм дози, м³;

H - висота стовпа рідини, м;

ΔH – перепад висоти стовпа рідини, м.

$$V = 1 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,35}{0,035} = 0,03 \text{ м}^3,$$

Визначимо максимальну (теоретичний) витрату нев'язкої рідини. Скористаємося рівнянням Бернуллі:

$$H + \frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = \text{const}, \quad (2)$$

Перетворимо для двох перетинів схеми: дзеркала продукту в РР і перетині у відсікаючому клапані:

$$H_{pp} + \frac{P_{pp}}{\gamma} + \frac{v_{pp}^2}{2g} = H_{кл} + \frac{P_{кл}}{\gamma} + \frac{v_{кл}^2}{2g}, \quad (3)$$

де H - висота стовпа рідини, м;

H_{pp} - висота стовпа рідини в розподільчому резервуарі, м, $H_{pp} = H$;

$H_{кл}$ - висота стовпа рідини в клапані, м, $H_{кл} = 0$;

$v_{pp} \approx 0$ - швидкість витікання в розподільчому резервуарі, м/с;

$P_{pp} = P_{кл} = P_{ат}$ – атмосферний тиск, кПа.

$$\text{Тоді:} \quad v = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \quad (4)$$

де g – швидкість вільного прискорення, м/с²;

H – висота стовпа рідини, м.

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,35} = 2,6 \text{ м/с},$$

При витіканні з отворів або насадок рідин підвищеної в'язкості приведена умова не виконується і всі коефіцієнти витікання можуть значно змінюватися в залежності від числа Рейнольдса.

$$R_e = \frac{v \cdot d_e \cdot \rho}{\mu}, \quad (5)$$

де v – швидкість витікання, м/с;

d_e – еквівалентний діаметр (внутрішній) насадка, м;

ν – кінематична в'язкість продукту, м²/с, для малов'язких продуктів (молоко, соки) в'язкість $\nu \approx (1,2 - 3,1) \cdot 10^{-6}$ м²/с.

$$d_e = D - d, \quad (6)$$

де D – діаметр зливного каналу в даному перерізі, діаметр горла банки, $D = 0,072$ м;

d – діаметр направляючої, $d = 0,06$ м.

$$d_e = 0,072 - 0,06 = 0,012 \text{ м.}$$

$$\text{Для продукту в'язкістю } 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с} \quad Re = \frac{2,6 \cdot 0,012}{1,2 \cdot 10^{-6}} = 26000.$$

$$\text{Для продукту в'язкістю } 3,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с} \quad Re = \frac{2,6 \cdot 0,012}{3,1 \cdot 10^{-6}} = 10065.$$

Як видно з розрахунків – при витіканні рідини з дозуючого пристрою – спостерігається турбулентний режим.

Визначимо коефіцієнт витікання μ із залежностей, запропонованих А.Д. Альтшулем з урахуванням числа Рейнольдса.

$$\text{Ламінарний режим } \mu = 0,589 + \frac{0,27}{Re^{\frac{1}{6}}}, \text{ при } 10000 \geq Re \geq 300, \quad (7)$$

$$\text{Турбулентний режим } \mu = 0,592 + \frac{5,5}{\sqrt{Re}}, \text{ при } Re \geq 10000, \quad (8)$$

$$\text{Для продукту в'язкістю } 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с} \quad \mu = 0,592 + \frac{5,5}{\sqrt{26000}} = 0,63.$$

$$\text{Для продукту в'язкістю } 3,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с} \quad \mu = 0,592 + \frac{5,5}{\sqrt{10065}} = 0,65.$$

Визначимо пропускну здатність дозуючого пристрою

$$Q = \mu \cdot \tau \cdot S_n \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \quad (9)$$

де S_n – площа живого перерізу зливного каналу, м²;

τ – час наповнення тари до зазначеного рівня, с, $\tau = 7$ с;

H – висота рівня рідини в дозаторі, м;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

μ – коефіцієнт витрат, що характеризує опір зливного тракту, визначений за формулами А.Д. Альтшуля.

$$S_n = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2), \quad (10)$$

де D – діаметр зливного каналу в даному перерізі, діаметр горла банки, $D = 0,072$ м;

d – діаметр направляючої, $d = 0,06$ м.

$$S_n = \frac{3,14}{4} (0,072^2 - 0,06^2) = 0,001 \text{ м}^2,$$

$$Q = 0,65 \cdot 7 \cdot 0,001 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,35} = 0,014 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

При визначенні продуктивності не було враховано висоту підняття ущільнюючої манжети.

Тому, цю продуктивність слід вважати суто теоретичною.

На практиці на продуктивність дозуючого пристрою впливає налаштування дозуючого обладнання, згідно з допустимими значеннями для кожного виду тари.

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунку площі живого перерізу

Об'єм ємності, см ³	Висота підняття дозуючого пристрою*, <i>h</i> , мм				Кут нахилу направляючої, <i>α</i> , град.
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	
3000	28	18	11	4	47

* Згідно з ГОСТ 5717.2-2003 “Банки стеклянные для консервов. Основные параметры и размеры”

Визначення площі живого перерізу, з врахуванням висоти підняття дозуючого пристрою і кута нахилу направляючої. [6]

$$S_n = \pi \cdot h \cdot \sin(90 - \alpha) (d - 2 \cdot h \cdot \cos(90 - \alpha) \cdot \sin(90 - \alpha)), \quad (11)$$

Тоді:

$$Q_m = \mu \cdot \tau \cdot (\pi \cdot h \cdot \sin(90 - \alpha) (d - 2 \cdot h \cdot \cos(90 - \alpha) \cdot \sin(90 - \alpha))) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \quad (12)$$

При найменшій випускній щілині, продуктивність дозуючого пристрою становить:

$$Q_m = 0,65 \cdot 7 \cdot (3,14 \cdot 0,004 \cdot \sin(90 - 47) (0,05 - 2 \cdot 0,004 \cdot \cos(90 - 47) \cdot \sin(90 - 47))) \times \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,35} = 0,005 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

При найбільшій випускній щілині, продуктивність дозуючого пристрою становитиме:

$$Q_m = 0,65 \cdot 7 \cdot (3,14 \cdot 0,028 \cdot \sin(90 - 47) (0,05 - 2 \cdot 0,004 \cdot \cos(90 - 47) \cdot \sin(90 - 47))) \times \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,35} = 0,033 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Висновки. Проведені дослідження дозволяють розрахувати продуктивність дозуючих пристроїв клапанного типу, для дозування рідини до зазначеного рівня.

Література

1. Ярмолинский Д.А. Некоторые гидродинамические показатели новых разливающих автоматов / Д.А. Ярмолинский // «Виноделие и виноградарство СССР», 1976.- №4 с.46-50.

2. Ярмолинский Д.А. Причины нарушения точности дозирования вина при розливе / Д.А. Ярмолинский // «Виноделие и виноградарство СССР», 1973.- №3 с.48-51.
3. Степанов И.А. Автоматические линии розлива пищевых жидкостей / И.А. Степанов, П.Н. Галасов. М.: «Пищевая промышленность», 1971.
4. Харитонов Н.Ф. Автоматы и поточные линии розлива вин / Н.Ф. Харитонов, Д.А. Ярмолинский . М.: «Машиностроение», 1967.
5. Видинеев Ю.Д. Автоматическое дозирование жидкостей / Ю.Д. Видинеев М.: «Энергия», 1967.
6. Ялпачик Ф.Ю. Вплив гідравлічної системи на продуктивність дозуючого пристрою. /Праці/ Ф.Ю. Ялпачик, І.М. Змєєва Таврійська державна агротехнічна академія – Випуск 25, - Мелітополь: ТДАТА, 2005. – с. 119 – 123.

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ИСТЕЧЕНИЯ С УЧЕТОМ ЧИСЛА РЕЙНОЛЬДСА

Ялпачик Ф.Ю. Змєєва И.Н.

Аннотация - В работе проанализированы методы определения коэффициента расходов при разливе пищевых жидкостей, обоснованно метод определения коэффициента истечения с учетом числа Рейнольдса.

GROUND OF METHOD OF DETERMINATION OF COEFFICIENT EXPIRATION TAKING INTO ACCOUNT NUMBER OF REYNOLDS

F.Yalpachik, I. Zmeyeva

Summary

The methods of determination of coefficient of charges are in-process analysed at the overflow of food liquids, grounded method of determination of coefficient of expiration taking into account the number of Reynolds.

УДК 621.694.3

МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ УСТАНОВОК З ГІДРОСТРУМИННИМИ І ЛОПАТЕВИМИ НАСОСАМИ

Ломейко О.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Кулінченко В.Р., д.т.н.,

Деменюк О.М., к.т.н.

Національний університет харчових технологій

Анотація – в роботі розглядаються методики інженерних розрахунків і конструювання установок з гідроструминними і лопатевими насосами насосів, які дозволяють поліпшити технологічні показники як відцентрових так і струминних насосів

Ключові слова – установки, гідроструминні насоси, лопатеві насоси, схеми, ККД, напір, подача, тиск.

Постановка проблеми. За більш ніж стоп'ятидесятирічний період, який минув з часу створення струминних апаратів, досягнуто значного прогресу як в області удосконалення конструкцій апаратів, так і в розробці методів їх розрахунку. Конструктивне удосконалення апаратів дозволило за цей період їх коефіцієнт корисної дії (ККД) збільшити з 5...8% до 30...40%. Названі значення співрозмірні з ККД вихрових і деяких типів відцентрових насосів.

Особливу зацікавленість у зв'язку з необхідністю підвищення ефективності і інтенсифікації різних галузей господарської діяльності представляють універсальні автономні швидкопереналагоджувальні установки, в яких гідро струминні апарати використовуються разом з лопатевими насосами. Такі установки дозволяють суттєво розширити функціональні можливості серійного насосного обладнання. На основі сумісного застосування лопатевих і гідро струминних насосів можна збільшити у декілька разів напір чи подачу, допустиму вакуумметричну висоту всмоктування лопатевих насосів, перекачувати цими насосами гідросуміші і газу, створювати вакуум чи отримувати стисле повітря, здійснювати змішування рідких, твердих і газоподібних середовищ і різні інші операції. З іншого боку, створення перелічених установок дозволяє досягти більших значень ККД у порівнянні з ККД окремо діючого струминного насоса.

Аналіз останніх досягнень. Дослідженню і розрахунку гідроструминних апаратів на теренах СНД присвячено ряд основоположних робіт. Матеріали цих досліджень були опубліковані понад 20 років тому. За останній час щорічно публікуються десятки статей і винаходів по струминним апаратам. Ці публікації не вичерпують розглядуваної у книзі проблеми, а тільки підкреслюють необхідність її подальшої розробки. Можна з певністю сказати, що в науково-технічній літературі питання проектування, розрахунку і експлуатації багатофункціональних установок з гідроструминними і лопатевими насосами не отримали належного висвітлення.

Постановка завдання. Виходячи з цього, основною задачею статті є виклад інженерних методів розрахунку і конструювання названих установок. Приведені у книзі графіки показують характеристики і область оптимального застосування окремих установок, а також викликані полегшити їх розрахунок.

Основна частина. Параметри установок з гідроструминними і лопатевими насосами залежать від гідравлічних характеристик. Гідравлічні характеристики насосів, а також з'єднувальних їх трубопроводів і інших конструктивних елементів гідросистем описуються нелінійними рівняннями. Розв'язок системи рівнянь, які описують гідравлічні характеристики, можна отримати чисельними методами з використанням персональних комп'ютерів. Розв'язок суттєво ускладнюється необхідністю урахування можливості виникнення кавітації у гідроструминних насосах. Це вимагає під час рішення замість рівнянь нормальних гідравлічних характеристик струминних насосів використати їх окремі кавітаційні характеристики. Для спрощення розрахунків установок можна використати нормальні і окремі гідравлічні характеристики гідроструминних насосів. Можна показати, що схеми установок, наведені на рис. 3,б,г, є загальним випадком циркуляційних установок з гідроструминними і лопатевими насосами. Дійсно, приймаючи на рис. 3,б,г $H_2 = 0$, отримаємо схеми установок, зображених на рис. 3,а,в. Для аналізу параметрів названих установок нанесемо на їх схеми розподіл тисків і витрат рідини (рис. 1).

Для спрощення аналізу на першому етапі розрахунку можна не враховувати втрати напору в елементах з'єднання установок. За конкретних умов можна так вибрати розміри трубопроводів (діаметри), що гідравлічні опори будуть на багато меншими тиску, створюваного відцентровим насосом і установкою. У необхідних випадках гідравлічні опори можна врахувати на кінцевих етапах розрахунку.

Розглянемо розподіл тисків і витрат в елементах установок, наведених на рис. 1.

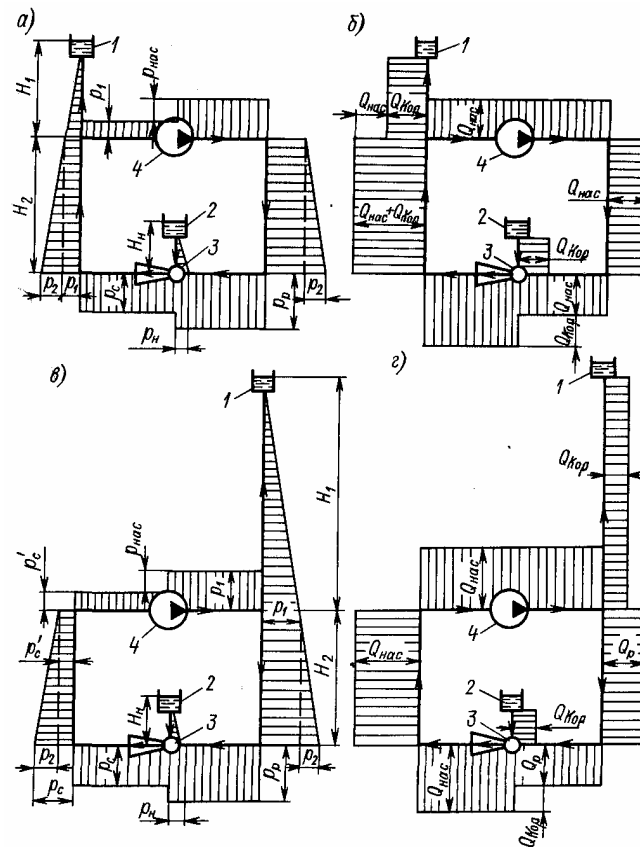


Рис. 1. Розподіл тисків і витрат рідини в установках з гідроструминними і лопатевими насосами: а, б – за умови відбору рідини після струминного насоса; в, г – за умови відбору рідини до струминного насоса; 1 – посудина споживача рідини; 2 – приймальний бак установки; 3 – гідроструминний насос; 4 – відцентровий насос

В установці з відбором корисних витрат рідини $Q_{кор}$ після гідроструминного насоса (рис. 1,а) цей насос створює на виході надлишковий тиск, рівний сумі тисків $p_1 = \rho g H_1$ і $p_2 = \rho g H_2$. Абсолютний тиск на виході з гідроструминного насоса в МПа становить:

$$p_c = p_1 + p_2 + 0,1. \quad (1)$$

На вході до відцентрового насоса надлишковий тиск $p_1 = \rho g H_1$. На виході з цього насоса надлишковий тиск становить $p_1 + p_{нас}$, де $p_{нас}$ – надлишковий тиск, створюваний насосом. Абсолютний тиск біля робочого сопла гідроструминного насоса можна визначити за формулою в МПа:

$$p_p = p_{нас} + (p_1 + p_2 + 0,1), \quad (2)$$

чи з урахуванням виразу (1)

$$p_p = p_{нас} + p_c. \quad (3)$$

Тиск на всмоктуванні гідроструминного насоса визначається рівнем розташування рідини відносно осі струминного апарата H_n

(рис. 1,а). Величина H_n може бути додатною (якщо рівень рідини розташований вище осі насоса) чи від'ємною (під час роботи гідроструминного насоса на всмоктування). Тому абсолютний тиск на всмоктуванні можна визначити за формулою в МПа

$$p_n = 0,1 \pm \rho g H_n, \quad (4)$$

в якій знак плюс використовують, якщо рівень рідини розташований вище осі гідроструминного насоса H_n ; при розташуванні рівня рідини у посудині 2 нижче осі апарата в рівнянні (4) застосовують знак мінус. Таким чином, безрозмірне відношення тиску в гідроструминному насосі $\Delta p_c / \Delta p_p$ для установки (рис. 1,а) можна записати так:

$$\frac{\Delta p_c}{\Delta p_p} = \frac{(p_1 + p_2 + 0,1) + p_n}{[p_{нас} + (p_1 + p_2 + 0,1)] - p_n}, \quad (5)$$

чи з урахуванням виразу (1)

$$\frac{\Delta p_c}{\Delta p_p} = \frac{p_c - p_n}{p_{нас} + (p_c - p_n)} = \frac{1}{1 + \frac{p_{нас}}{p_c - p_n}}. \quad (6)$$

У цьому рівнянні p_c , p_n – абсолютний тиск, розрахований за формулами (1) і (4); $p_{нас}$ – надлишковий тиск, який визначається за $p - Q$ характеристикою насоса.

На рис. 1,б наведено розподіл витрат рідини в елементах установки з відбором корисних витрат рідини після струминного насоса. Відцентровий насос 4 подає витрати $Q_{нас}$ до робочого сопла гідроструминного насоса 3, який підсмоктує корисні витрати

$$Q_{кор} = u Q_{нас}. \quad (7)$$

Сумарні витрати $Q_{нас} + Q_{кор}$ перед насосом 4 діляться: корисні витрати $Q_{кор}$ надходять до посудини споживача 1, а витрати $Q_{нас}$ повертаються на циркуляцію до насоса 4. При цьому вважаємо, що елементи установки проектується у даному випадку, виходячи з умови досягнення максимального ККД, при цьому в установці не здійснюється дроселювання потоків і зменшення напорів. Тому висота розташування посудини 1 однакова при кожному значенні корисної подачі $Q_{кор}$, що відповідає корисному напору установки H_1 .

З виразу (7) виходить, що при коефіцієнті підсмоктування $u > 1$ корисні витрати $Q_{кор}$ перевищують подачу насоса $Q_{нас}$.

Розглянемо розподіл тисків і витрат в установці з відбором корисних витрат перед робочим соплом гідроструминного насоса (рис. 1,в,г). Абсолютний тиск на виході з гідроструминного насоса 3 у даному випадку (рис. 1,в) можна розрахувати за формулою в МПа

$$p_c = p_2 + p'_c + 0,1, \quad (8)$$

де p'_c – надлишковий тиск (підпір) на всмоктуванні відцентрового насоса;

p_2 – надлишковий тиск, який відповідає висоті подачі H_2 ; $p_2 = \rho g H_2$.

На виході з відцентрового насоса 4 створюється надлишковий тиск, який становить

$$p_1 = p'_c + p_{нас}. \quad (9)$$

Тиск p_1 відповідає висоті подачі рідини у посудину споживача 1, тобто $p_1 = \rho g H_1$. Величина p'_c може у реальних умовах зменшуватися аж до значення, яке відповідає допустимій вакуумметричній висоті всмоктування відцентрового насоса. У цьому випадку величина p'_c може стати меншою за атмосферний тиск.

Абсолютний робочий тиск біля сопла гідроструминного насоса для розглядуваної установки в МПа

$$p_p = p_{нас} + (p'_c + p_2 + 0,1), \quad (10) \text{ а}$$

абсолютний тиск на всмоктуванні гідроструминного насоса для цієї ж установки можна вирахувати за формулою (4). Тоді значення $\Delta p_c / \Delta p_p$ записується у такому вигляді:

$$\frac{\Delta p_c}{\Delta p_p} = \frac{(p_2 + p'_c + 0,1) - p_n}{[p_{нас} + (p_2 + p'_c + 0,1)] - p_n}. \quad (11)$$

Ураховуючи, що за формулою (8) $p_c = p_2 + p'_c + 0,1$, то вираз (11) можна записати так:

$$\frac{\Delta p_c}{\Delta p_p} = \frac{p_c - p_n}{p_{нас} + (p_c - p_n)} = \frac{1}{1 + \frac{p_{нас}}{p_c - p_n}}. \quad (6, \text{а})$$

Ця формула за зовнішніми ознаками повністю відповідає виразу (6), отриманому для установки згідно рис. 1, а. Але необхідно пам'ятати, що величина p_c у формулі (6) визначається виразом (1), а в (6,а) – виразом (8).

Розподіл витрат в установці згідно рис. 1, б також має свої особливості. Подача насоса $Q_{нас}$ не повністю потрапляє у робоче сопло гідроструминного насоса, як це відбувається в установці на рис. 1, б, а ділиться на два потоки: частина витрат $Q_{кор}$ надходить у бак 1, а інша частина Q_p подається у робоче сопло. У даному випадку корисні витрати установки становлять

$$Q_{кор} = u Q_p. \quad (12)$$

Ураховуючи, що $Q_{нас} = Q_p - Q_{кор}$, то можна записати:

$$Q_{нас} = Q_p - u Q_p = (1 + u) Q_p. \quad (13)$$

Віднесемо корисні витрати $Q_{кор}$ [формула (12)] до витрат насоса $Q_{нас}$ [формула (13)], матимемо:

$$\frac{Q_{кор}}{Q_{нас}} = \frac{u Q_p}{(1 + u) Q_p} = \frac{u}{1 + u}. \quad (14) \text{ з}$$

виразу (14) видно, що відношення $Q_{кор} / Q_{нас}$ для розглядуваної

установки (рис. 1,з) при любых значеннях коефіцієнта підсмоктування μ буде меншим за одиницю. Це значить, що корисна подача завжди менша подачі насоса.

Зауважимо також, що для обох установок (рис. 1,а,в) вираз для корисного напору $H_{кор}$ можна записати у вигляді залежності

$$H_{кор} = H_1 + H_2 - H_n. \quad (15)$$

Але складові H_1 цього виразу різні. Надлишковий повний тиск для установки згідно рис. 1,а, становить:

$$p_{кор} = (p_1 + p_2 + 0,1) - p_n = p_c - p_n, \quad (16)$$

а для установки згідно рис. 1,в, буде:

$$p_{кор} = p_{нас} + [(p'_c + p_2 + 0,1) - p_n] = p_{нас} + (p_c - p_n). \quad (17)$$

Віднесемо величину $p_{кор}$ у формулах (16) і (17) до надлишкового тиску, створюваного насосом, з урахуванням виразів (1) і (8), отримаємо:

для установки згідно рис. 1,а

$$\frac{p_{кор}}{p_{нас}} = \frac{p_c - p_n}{p_{нас}}; \quad (18)$$

для установки згідно рис. 1,в

$$\frac{p_{кор}}{p_{нас}} = 1 + \frac{p_c - p_n}{p_{нас}}. \quad (19)$$

З розгляду виразів (18) і (19) видно, що відносний тиск $p_{кор} / p_{нас}$ для установки (рис. 1,в) на одиницю більший відносного тиску для установки згідно рис. 1,а. Це обумовлено тим, що у схемі на рис. 1,в корисно використовується тиск, створюваний відцентровим насосом. У той же час в установці з відбором корисної витрати до відцентрового насоса, його тиск безпосередньо у зовнішній мережі корисно не використовується.

Таким чином, збільшення корисної подачі в установці згідно рис. 1,а у порівнянні з подачею насоса 4 досягається за рахунок зменшення корисного напору. Збільшення корисного напору в установці згідно рис. 1,в отримано за рахунок зменшення корисної подачі установки у порівнянні з подачею відцентрового насоса.

Виконаємо більш детальний аналіз показників роботи установок наведених на рис. 1. Одночасно покажемо загальну методику розрахунку циркуляційних установок з гідроструминними і лопатевими насосами з використанням нормальних гідравлічних характеристик струминних насосів і їх окремих кавітаційних характеристик. Для цього розрахуємо показники роботи установок, які відповідають режиму роботи гідроструминних насосів з максимальним значенням ККД.

Вираз для ККД установок можна записати у такому вигляді:

$$\eta_{уст} = \frac{N_{кор}}{N_{нас}} \eta_{нас}, \quad (20)$$

де $N_{кор}$, $N_{нас}$ – відповідно корисна потужність установки і відцентрового насоса;

$\eta_{нас}$ – ККД відцентрового насосного агрегату.

Вираз (20) представимо у наступному виді

$$\eta_{уст} = \frac{\rho g H_{кор} Q_{кор}}{\rho g H_{нас} Q_{нас}} \eta_{нас} = \frac{p_{кор} Q_{кор}}{p_{нас} Q_{нас}} \eta_{нас} = \eta_z \eta_{нас}. \quad (21)$$

У цій формулі η_z – коефіцієнт зменшення ККД установки, яка працює з корисною подачею $Q_{кор}$ і корисним тиском $p_{кор}$, у порівнянні з ККД відцентрового насоса агрегату, який працює з подачею $Q_{нас}$ і тиску $p_{нас}$. Назвемо величину η_z ККД гідравлічної частини схеми чи просто гідравлічним ККД установки.

Таким чином гідравлічний ККД установки становить:

$$\eta_z = \frac{Q_{кор}}{Q_{нас}} \frac{p_{кор}}{p_{нас}}, \quad (22)$$

де $Q_{кор}/Q_{нас}$ – величина, яка визначається за формулою (7) для установки, виконаної за схемою рис. 1,б, і за формулою (14) для установки, наведеної на рис. 1,г;

$p_{кор}/p_{нас}$ – відношення, розраховане за формулою (18) для установки виконаної за схемою рис. 1,а, і за формулою (19) для установки, наведеної на рис. 1,в.

Для забезпечення нормальної роботи установок необхідно, щоб гідроструминний насос працював у режимі, який відповідає максимальному ККД. Такій умові на його характеристиці відповідають точки, що лежать на лінії оптимальних режимів. Ця лінія пересікає криві $u = \text{const}$ у точках, які відповідають певним значенням $\Delta p_c / \Delta p_p$ і d_z / d_c . Кожна точка перетину кривої оптимальних режимів з кривою u у координатному полі $\Delta p_c / \Delta p_p - d_z / d_c$ відповідає такому значенню коефіцієнта подачі u , за якого забезпечується максимальний ККД гідроструминного насоса, який має задані значення $\Delta p_c / \Delta p_p$ і d_z / d_c .

З урахуванням сказаного загальну методику розрахунку оптимальних параметрів ($Q_{кор}/Q_{нас}$, $p_{кор}/p_{нас}$ і η_z) установок з гідроструминними і лопатевими насосами можна подати у наступному вигляді.

1. Задаємося значеннями коефіцієнта підсмоктування u і за робочою характеристикою гідроструминного насоса визначаємо відношення тисків $\Delta p_c / \Delta p_p$ і діаметрів d_z / d_c , які забезпечать максимальний ККД.

2. Виражаємо величини p_c , p_p і p_n , а також $Q_{кор}/Q_{нас}$, $p_{кор}/p_{нас}$ і η_z через параметри установки, коефіцієнт підсмоктування u і відношення тисків $\Delta p_c/\Delta p_p$.

Таблиця 1 - Формули для визначення основних параметрів установок наведених на рис. 1

Основний розрахунковий параметр	Розрахункові формули для установки	
	Рис.1,а,б	Рис.1,в,г
p_c	$p_1 + p_2 + 0,1$	$p'_c + p_2 + 0,1$
p_p	$p_{нас} + (p_1 + p_2 + 0,1)$	$p_{нас} + (p'_c + p_2 + 0,1)$
$\frac{\Delta p_c}{\Delta p_p} = \frac{p_c - p_n}{p_p - p_n}$	$\frac{(p_1 + p_2 + 0,1) - p_n}{p_{нас} + (p_1 + p_2 + 0,1) - p_n} = \frac{1}{1 + \frac{p_{нас}}{p_c - p_n}}$	$\frac{(p'_c + p_2 + 0,1) - p_n}{p_{нас} + (p'_c + p_2 + 0,1) - p_n} = \frac{1}{1 + \frac{p_{нас}}{p_c - p_n}}$
$p_{кор}/p_{нас}$	$\frac{(p_1 + p_2 + 0,1) - p_n}{p_{нас}} = \frac{p_c - p_n}{p_{нас}}$	$\frac{p_{нас} + (p_c + p_2 + 0,1) - p_n}{p_{нас}} = \frac{1}{1 + \frac{p_{нас}}{p_c - p_n}}$
$\frac{p_{кор}}{p_{нас}} = f\left(\frac{\Delta p_c}{\Delta p_p}\right)$	$\frac{\Delta p_c}{\Delta p_p} \left(1 - \frac{\Delta p_c}{\Delta p_p}\right)$	$1 / \left(1 - \frac{\Delta p_c}{\Delta p_p}\right)$
$\frac{p_{нас}}{p_{кор}} = f\left(\frac{\Delta p_p}{\Delta p_c}\right)$	$\frac{\Delta p_p}{\Delta p_c} - 1$	$\frac{\Delta p_p}{\Delta p_c}$
$Q_{кор}/Q_{нас}$	u	$u/(1+u)$
$\eta_z = f\left(u, \frac{\Delta p_c}{\Delta h_p}\right)$	$\frac{u \frac{\Delta p_c}{\Delta p_p}}{\left(1 - \frac{\Delta p_c}{\Delta p_p}\right)}$	$\frac{u}{(1+u) \left(1 - \frac{\Delta p_c}{\Delta p_p}\right)}$

3. Для визначення обмежень на параметри установки, які викликані виникненням кавітації у гідроструминному насосі, при

отриманих значеннях u і d_z/d_c по кавітаційній характеристиці насоса (знаходимо максимального допустиме відношення абсолютних тисків робочої рідини до абсолютного тиску на всмоктуванні, при якому ще не виникає кавітація).

У таблиці 1 наведені отримані розрахункові вирази (формули) для аналізу установок, схеми яких показані на рис. 1. Таблиця 2 містить результати розрахунку цих установок, які у графічному вигляді подані на рис. 2.

Таблиця 2 - Основні параметри установок, виконаних за схемами рис. 2 (табл. 1)

Параметри струминного насоса					Параметри установок					
u	$\frac{\Delta p_c}{\Delta p_p}$	$\frac{\Delta p_p}{\Delta p_c}$	$\frac{d_z}{d_c}$	$\frac{p_p}{p_n}$	Рис.1,а, б			Рис.1,в, г		
					$\frac{p_{кор}}{p_{нас}}$	$\frac{Q_{кор}}{Q_{нас}}$	η_z	$\frac{p_{кор}}{p_{нас}}$	$\frac{Q_{кор}}{Q_{нас}}$	η_z
0,1	0,550	1,82	1,20	9,5	1,220	0,1	0,122	2,220	0,09	0,204
0,2	0,480	2,10	1,28	9,5	0,910	0,2	0,182	1,910	0,17	0,400
0,3	0,420	2,38	1,35	9,5	0,720	0,3	0,217	1,720	0,23	0,470
0,4	0,390	2,56	1,45	9,5	0,640	0,4	0,256	1,640	0,29	0,600
0,8	0,260	3,84	1,80	9,5	0,350	0,8	0,280	1,350	0,45	0,680
1,2	0,190	5,12	2,10	9,5	0,235	1,2	0,288	1,235	0,57	0,720
1,6	0,145	6,90	2,40	10,0	0,170	1,6	0,272	1,170	0,62	0,760
2,0	1,115	8,75	2,80	11,5	0,130	2,0	0,260	1,130	0,67	0,780
2,4	0,093	10,57	3,10	12,0	0,100	2,4	0,252	1,100	0,71	0,800
2,8	0,088	10,00	3,30	12,5	0,096	2,8	0,238	1,096	0,74	0,816
3,2	0,068	12,80	3,50	15,0	0,073	3,2	0,227	1,073	0,76	0,830
3,6	0,057	14,30	3,80	17,5	0,061	3,6	0,218	1,061	0,78	0,843
4,0	0,050	20,00	4,20	20,0	0,053	4,0	0,210	1,053	0,80	0,860
6,0	0,028	36,30	5,60	26,0	0,029	6,0	0,170	1,029	0,86	0,880
8,0	0,018	55,50	7,10	40,0	0,018	8,0	0,146	1,018	0,89	0,900
10,0	0,012	80,00	8,50	50,0	0,012	10,0	0,126	1,012	0,91	0,920

Варто зауважити, що показники роботи установок у значному ступені залежать від числових значень $u = f\left(\frac{\Delta p_c}{\Delta p_p}; \frac{d_z}{d_c}\right)$. Тому при використанні різних методик розрахунку струминних апаратів [5, 6] значення величин $Q_{кор}/Q_{нас}$ і $p_{кор}/p_{нас}$ можуть трохи відрізнятися.

гідроструминні насоси з рівними значеннями геометричного параметра d_e/d_c (рис.2). Але при рівній подачі насоса $Q_{нас}$ абсолютні значення d_e і d_c в установках будуть різні. Останнє обумовлено різними витратами, які проходять через сопла насосів в установках за схемою рис.1,б,г (табл. 1), а також різними значеннями тиску робочої рідини p_p біля сопла (рис.1 і табл.1). Зі збільшенням $Q_{кор}/Q_{нас}$ оптимальне значення відношення d_e/d_c збільшується.

4. У діапазоні $Q_{кор}/Q_{нас} < 1$ безкавітаційна робота гідроструминних насосів в обох установках забезпечується, якщо відношення абсолютного робочого тиску p_p до тиску на всмоктуванні p_n не перевищує 10. [У загальному випадку при співрозмірності тиску на всмоктуванні p_n і тиску насичення пари рідини $p_n = p_{n.n}$ замість відношення p_p/p_n необхідно використовувати відношення $(p_p - p_k)/(p_n - p_k)$]. Це значить, наприклад, що за атмосферного тиску на всмоктуванні гідроструминного насоса максимальний абсолютний тиск робочої рідини p_p для забезпечення безкавітаційної роботи не повинен перевищувати 1 МПа. Кавітація у багатьох випадках обмежує можливість установок, тому висновки про необмежене підвищення тиску у багатоступінчастих установках за схемою на рис. 1,в, зроблені в [7], вимагають корекції з урахуванням виникнення кавітації зі збільшенням p_p . Для установок виконаних за схемою на рис. 1,а, при $Q_{кор}/Q_{нас} > 1$ допустимий тиск збільшується з ростом $Q_{кор}/Q_{нас}$ (допустиме значення відношення p_p/p_n збільшується від 10 до 50). Це пояснюється збільшенням відношення d_e/d_c .

5. У зв'язку з тим, що корисна висота підйому рідини складається з двох величин – H_1 і H_2 (рис. 1), при $p_{кор}/p_{нас} = \text{const}$ перерозподіл співвідношення між H_1 і H_2 (при $H_1 + H_2 = \text{const}$) не змінює показники роботи установок. При цьому в установці за рис.1,а величину H_1 можна зменшувати до нуля, відповідно збільшуючи величину H_2 . (Величина H_1 може бути навіть від'ємною і рівній допустимому вакуумметричному напору всмоктування для відцентрового насоса, але це зменшує надійність роботи установки). В установці, яка працює з відбором рідини до струминного насоса (рис. 1,в), зменшувати величину H_1 недоцільно тільки до значення, яке відповідає тиску насоса $p_{нас}$ при розрахунковій подачі. Подальше зменшення H_1 змінює подачу насоса у відповідності з його гідравлічною характеристикою, при цьому зміниться і відношення $p_{кор}/p_{нас}$.

6. Графіки, наведені на рис. 2, відповідають тільки одній точці на характеристиці гідроструминного насоса. Для побудови нормальної і кавітаційної характеристик установок з фіксованим значенням відношення d_e/d_c при зміні тисків необхідно визначити величини $Q_{кор}$ і $p_{кор}$ для всього діапазону зміни параметрів установки. При цьому

змінні величини, при незмінному положенні елементів установки, можуть бути p_n і p_1 та ін. Більш детально ці питання викладені у наступних розділах.

Література:

1. Григорьев В.М. Вакуумное водопонижение / В.М. Григорьев. М.: Стройиздат, 1973.– 223 с.
2. Лямаев Б.Ф. Применение водовоздушных эжекторов для откачки воздуха из центробежных насосов / Б.Ф. Лямаев // Водоснабжение и санитарная техника, 1966, №10.– С. 11-13.
3. Смородинов М.И. Водопонизительные установки /М.И. Смородинов . М.: Стройиздат, 1984.– 117 с.
4. Надысев В.С. Двухструйная канализационная насосная станция / В.С. Надысев // Водоснабжение и санитарная техника, 1964, №2.– С. 11-13.
5. Кулінченко В.Р. Гідравліка, гідравлічні машини і гідропривід / В.Р. Кулінченко: Підручник. К.: “ІНКОС”, Центр навчальної літератури, 2006.– 616 с.
6. Соколов Е.Я.. Струйные аппараты. 2-е издание / Е.Я. Соколов, Н.М. Зингер. М.: Энергия, 1970.– 288 с.
7. Рудник В.П. Преобразователь характеристики центробежного насоса / В.П. Рудник. К.: Будівельник, 1970.– 112 с.

МЕТОДИКИ РАСЧЕТА УСТАНОВОК ИЗ ГИДРОСТРУЙНЫМИ И ЛОПАСТНЫХ НАСОСОВ

Ломейко О.П., Кулинченко В.Р., Деменюк О.М.

Аннотация - в работе рассматриваются методики инженерных расчетов и конструирования установок из гидро струйными и лопастными насосами насосов, которые позволяют улучшить технологические показатели

CALCULATION METHODS OF HYDRO-JET AND BLADE PUMP PLANTS

A. Lomejko, V. Koulintchenko, O. Demeniuk

Summary

Engineering calculation and hydro-jet and blade pump plants designing methods are considered in the article that make it possible to improve technological rates of both blade and jet pumps.

УДК 629.114.2.075

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБУРЮЮЧИХ ВПЛИВІВ НА РУХ МОБІЛЬНИХ МАШИН

Петров А.В., аспірант*,

Довгаль В.В., аспірант*

Таврійський державний агротехнологічний університет

тел. 8(0619) 42-57-97

Анотація – у роботі проведено вимірювання та статистичний аналіз збурюючих факторів, що від’ємно впливають на стійкість спрямованого руху працюючого машино – тракторного агрегату (МТА). Знайдені статистичні та спектральні оцінки випадкових коливань кутів уводу керованих коліс МТА.

Ключові слова – спектральна характеристика, збурюючі впливи, випадкові кути уводу.

Аналіз досліджень та публікацій. У процесі дослідження керованості МТА особливе місце займає аналіз випадкових впливів сторонніх сил, які, за визначенням, мають природне походження[1,4]. Працюючий МТА знаходиться в полі дії факторів, що відхиляють його від заданого руху, що викликає необхідність постійного корегування його руху і знижує стійкість спрямованого руху. До факторів що збурюють можна віднести:

- коливання величини і напрямку гакowego зусилля;
- невідповідність подовжних тягових сил на правих і лівих колесах;
- сили інерції остову трактора, викликані нерівною опорною поверхнею.

Дія цих факторів полягає в непередбачуваних коливаннях бічних сил на осях МТА. Це в свою чергу викликає пропорційний увод еластичних шин машини.

Формулювання цілей статті. Визначити статистичні та спектральні оцінки випадкового процесу коливань бічних сил на передній вісі трактора Т-25 під час виконання міжрядної обробки. Результати дослідження надалі можливо використати в процесі інтерактивного моделювання керованого руху МТА.

Основна частина. Для вимірювання навантажень на передню вісь трактора Т-25 було встановлено тензOMETричний палець, який дозволяв вимірювати такі види силового навантаження:

R_y - сумарна бокова реакція шин керованих коліс;

R_z - сумарне вертикальне навантаження на передню вісь трактора;

M_z - момент сил, діючий на передню вісь в горизонтальній площині;

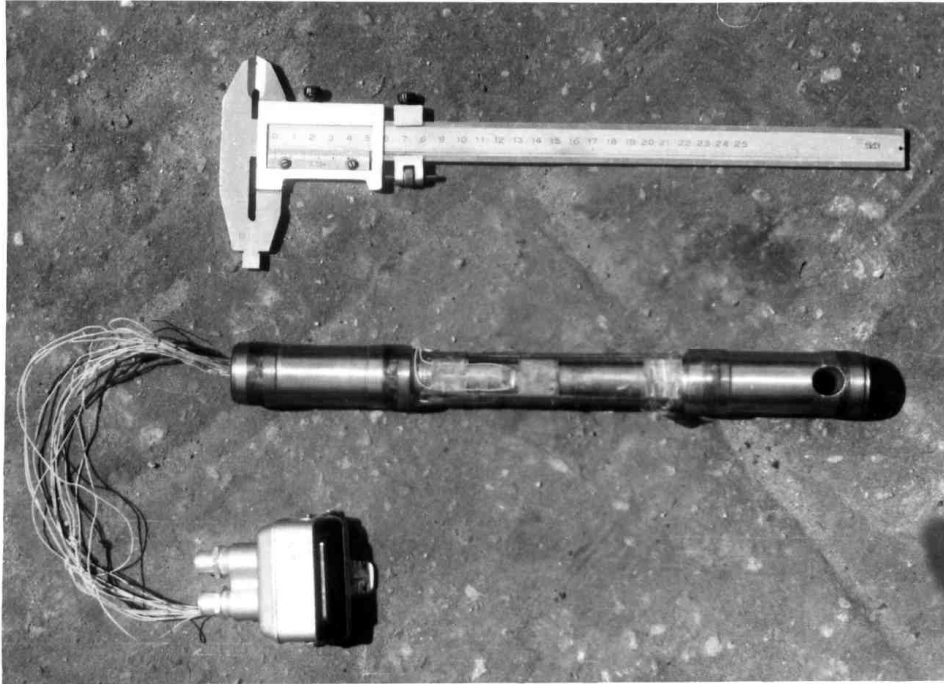


Рис. 1. ТензOMETричний палець для приєднання передньої вісі трактора Т-25.

Для отриманих у результаті експерименту даних були обчислені моменти й визначені числові характеристики за допомогою формул математичної статистики [2]

Для вибірки об'єму N (одномірний масив x_i) отримані:

- початкові моменти k - го порядку ($k = 1 \div 4$)

$$m_k(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^k$$

- середнє значення абсолютних величин вибірки, (а також розмах вибірки)

$$m_1(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_i|$$

- центральні моменти k - го порядку ($k = 1 \div 4$)

$$M_2 = m_2 - m_1^2$$

$$M_3 = m_3 - 3m_1m_2 + 2m_1^3$$

$$M_4 = m_4 - 4m_1m_3 + 6m_1^2m_2 - 3m_1^4$$

- середнє значення

$$\bar{x} = m_1(x)$$

- дисперсія

$$D = M_2$$

- виправлена дисперсія

$$D_o = \frac{N}{N-1} \cdot M_2$$

- стандартне відхилення

$$\sigma_0 = \sqrt{D_o}$$

- асиметрія

$$A_s = \frac{M_3}{\sigma^3}$$

- ексцес

$$E = \frac{M_4}{\sigma^4} - 3$$

Визначення на відповідності нормальному закону розподілення було знайдено шляхом порівняння значень коефіцієнтів асиметрії й ексцесу, стандартних відхилень на підставі формул:

$$U_3 = \sqrt{\frac{6(N-1)}{(N+1)(N+3)}}$$

$$U_4 = \sqrt{\frac{24(N-2)(N-3)N}{(N-1)^2(N+3)(N+5)}}$$

При

$-|A_s| \leq 2 \cdot U_3$, $|E| \leq 2U_4$ - розподіл досить близький до нормального (правило трьох сигм);

$-2U_3 < |A_s| \leq 3 \cdot U_3$, $2U_4 < |E| \leq 3U_4$ - розподіл близький до нормального по скошеності та гостровершинності;

інакше - не підкоряється нормальному закону розподілу.

Проводились розрахунки в пакеті Mathcad для масиву випадкової величини (1024 значень) та перевірка на нормальний закон розподілу.

Також були розроблені графічні програми для побудови гістограми масиву, що досліджувався, а також програма

спектрального аналізу з використанням процедури швидкого перетворення Фур'є.

Коливання бічної сили відтворюють процес виникнення уводу еластичних шин колісного трактора.

Характеристикою бокового уводу шин є коефіцієнт опору боковому уводу шин[3]:

$$K_y = P_y / \delta,$$

де P_y - бічна сила,

δ - кут уводу,

З урахуванням цього аналіз процесу збурень проводився з перерахунком на кути уводу передньої вісі.

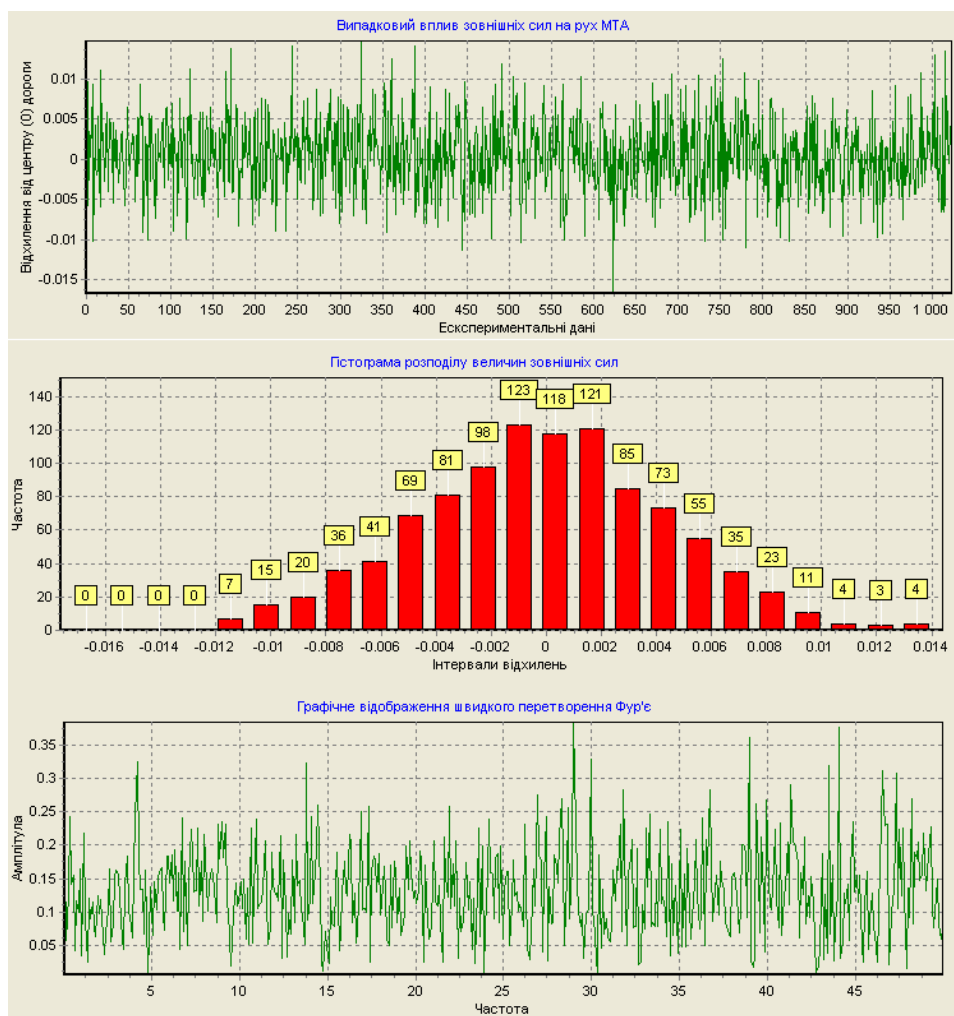


Рис. 2. Масив випадкових коливань бічної сили передньої вісі P_y , гістограма розподілу та спектральна характеристика.

Висновки:

Оцінки збурюючих впливів проведені під час польових іспитів технологічних МТА [1] показали наступне:

- випадкові коливання величини кутів уводу коліс розподілені за нормальним законом;
- амплітуда коливань бічної сили в перерахунку на кути уводу керованих коліс досягає 1-2°
- спектральна характеристика носить рівномірний характер до частот 50 Гц;
- актуальна розробка приладу для компенсації збурень під час їх виникнення;

Література

1. *Петров В.А.* Улучшение управляемости с/х МТА: Дис. Канд. Техн. Наук / В.А. Петров.- Москва, 1989. – 178 с.
2. *Опря А.Т.* Матиматична статистика / А.Т. Опря. К.: Урожай, 1994 с. – 208 с.
3. *Яровой А.Ч.* Исследование бокового увода тракторных шин и его влияние на некоторые показатели криволинейного движения агрегата: дис. канд. техн. наук: / А.Ч. Яровой. – Харьков: [б.в.], 1970. – 172с.
4. *Гельфенбейн С.П.* Терранавигация / С.П. Гельфенбейн. – М.: Колос, 1981. – 207 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМУЩАЮЩИХ ВЛИЯНИЙ НА ДВИЖЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

Петров А.В., Довгаль В.В.

Аннотация - в работе проведено измерение и статистический анализ возмущающих факторов, что отрицательно влияют на стойкость направленного движения работающего машино - тракторного агрегата (МТА). Найденные статистические и спектральные оценки случайных колебаний углов ввода управляемых колес МТА.

RESEARCH OF REVOLTING INFLUENCES ON MOTION OF MOBILE MACHINES

A. Petrov, V. Dovgal

Summary

Measuring and statistical analysis of revolting factors is conducted in a robot, that negatively influence on firmness of the directed motion of working mashyno - tractor aggregate (MTA). Found statistical and spectral estimations of casual vibrations of corners of input of the guided wheels of MTA.

Зміст

	стор.
<i>Погребняк А.В., Заплетніков І.М.</i> Структура і динаміка струменя гідром'ясорізки.....	3
<i>Леженкін О.М.</i> Схемотехнічні рішення і основи розрахунку стаціонарного агрегату доробки очосаного вороху зернових для фермерських господарств.....	14
<i>Шпиганович Т.О., Ялпачик О.В.</i> Обґрунтування конструктивних параметрів дробарки зерна прямого ударуз попередньою сепарацією зернового матеріалу.....	23
<i>Путінцева С.В., Богданова О.Ф., Чурсіна Л.А.</i> Наукове обґрунтування технології одержання целюлозовмісних матеріалів із луб'яних культур для легкої промисловості.....	36
<i>Ялпачик Ф.Ю., Фучаджи Н.О., Мілаєва В.О.</i> Значення подрібнення у приготуванні корму для тварин.....	43
<i>Паляничка Н.О., Гвоздєв О.В.</i> Аналіз існуючих гіпотез руйнування жирових кульок.....	48
<i>Гвоздєв О.В., Котенко В.І., Гвоздєв В.О., Харченко М.Р.</i> Результати експериментального обґрунтування параметрів дозатора безперервної дії із циліндричним робочим органом.....	55
<i>Толмачов В.С., Кузьміна Т.О.</i> Сенсорний аналіз у визначенні показників якості лляної сировини.....	63
<i>Погребняк В.Г., Гордієнко О.В.</i> Вплив швидкості переміщення високошвидкісного струменя води на глибину різа харчових продуктів.....	70
<i>Макаєв В.І.</i> Дослідження процесу відокремлення насінневих коробочок від стебел льону-довгунця.....	76
<i>Ковязин О.С., Ляшенко О.О.</i> Умови роботи фрезерно-лопатевих робочих органів компостоготувальної машини у фазі розвантаження.....	82
<i>Самойчук К.О., Паляничка Н.О.</i> Аналіз сил, що діють на жирову кульку під час гомогенізації.....	87
<i>Євтушенко В.В.</i> Математичне обґрунтування факторів, які впливають на якість сланкого лляного волокна.....	93
<i>Фалько О.Л., Миронова Н.О.</i> Вплив інтенсивності замісу тіста для макаронних виробів на його якість.....	101
<i>Тарасенко В.Г.</i> Змінення властивостей плодів кабачків у процесі заморожування і тривалого зберігання.....	106
<i>Бекіров Л.Р., Коб'яков С.М.</i> Математичне моделювання процесу зберігання насіння бавовника.....	113

<i>Коб'яков С.М., Домбровська О.П., Березовський Ю.В.</i> Аналіз сучасних технологій переробки луб'яних культур.....	121
<i>Катанасєва Ю.О.</i> Фізичне моделювання процесу магнітної сепарації.....	131
<i>Сербий Е.К., Гапоненко О.А.</i> Усовершенствование установки для определения коэффициента трения методом наклонной плоскости.....	138
<i>Коваленко А.В.</i> Експериментальна конструкція механізму для визначення оптимальних геометричних параметрів східчастої деки.....	146
<i>Аблогін А.М.</i> Використання оптичного методу для визначення складу суміші.....	151
<i>Петриченко С.В., Соколевська Л.В.</i> Аналіз процесу сепарації зерна з використанням сил гравітації.....	159
<i>Пархоменко А.П., Пархоменко В.Д.</i> Вдосконалення конструкції дощувального апарату.....	163
<i>Пархоменко В.Д., Шевченко Л.В.</i> Дослідження технологічного процесу виробництва майонезу на диспергаторі ударної дії.....	167
<i>Назаренко І.П.</i> Обґрунтування частоти біжучого електричного поля в пристроях очистки діелектричних рідин.....	171
<i>Олексієнко В.О., Петриченко С.В., Радєв С.Ю.</i> Аналіз конструкцій зерноочисних машин.....	176
<i>Янаков В.П.</i> Сравнительный эксперимент в тестоприготовлении.....	184
<i>Стручаєв М.І.</i> Дослідження технологічних та конструктивних характеристик біогазгенератора.....	194
<i>Ялпачик В.Ф.</i> Коэффициент теплопроводности как критерий оценки режимов замораживания и хранения сельскохозяйственной продукции.....	199
<i>Ялпачик Ф.Ю., Змеєва І.М.</i> Обґрунтування методу визначення коефіцієнту витікання з урахуванням числа Рейнольда.....	209
<i>Ломейко О.П., Кулінченко В.Р., Деменюк О.М.</i> Методики розрахунку установок з гідроструминними і лопатевими насосами.....	215
<i>Петров А.В., Довгаль В.В.</i> Дослідження збурюючих впливів на рух мобільних машин.....	227

Наукове фахове видання

Праці Таврійського державного агротехнологічного
університету

Випуск 10. Том 3.

Свідотство про державну реєстрацію – Міністерство юстиції
13503-2387 ПР від 03.12.2007 р.

Відповідальний за випуск – Ялпачик Ф.Ю.

Підписано до друку 25.05.2010 р. друк Rizo. Друкарня ТДАТУ.
13,6 умов. друк. арк. тираж 100 прим.

73312 ПП Верескун.
Запорізька обл., м. Мелітополь, вул. К. Маркса, 10
тел. (06192) 6-88-38