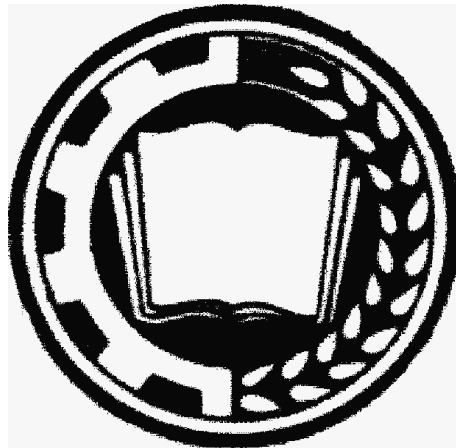


Міністерство аграрної політики та
продовольства України



П Р А Ц І
Таврійського державного
агротехнологічного університету

Випуск 13
Том 3

Наукове фахове видання

Мелітополь – 2013 р.

УДК 621: 658: 621:0662:636

ПЗ.8

Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. –
Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – Вип. 13, том 3. – 183 с.

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,
протокол № 9 від 26.03.13 р.

У випуску наукових праць наведено зміст статей за підсумками роботи щорічної науково-технічної конференції співробітників та аспірантів ТДАТУ та інших навчальних закладів. В основному представлено результати досліджень у галузі механізації технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.

Випуск призначено для науковців, інженерів, аспірантів, магістрів і студентів агротехнічних спеціальностей.

Редакційна колегія праць ТДАТУ:

Кюрчев В.М. – к.т.н., проф., ректор ТДАТУ (головний редактор);
Надикто В.Т. – чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (заступник
головного редактора); Діордієв В.Т. – к.т.н., проф.
(відповідальний секретар); Дідур В.А. – д.т.н., проф.; Кушнар'ов
А.С. – чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф.; Найдіш А.В. – д.т.н.,
проф.; Никифорова Л.Є. – д.т.н., проф.; Овчаров В.В. – д.т.н.,
проф.; Панченко А.І. – д.т.н., проф.; Рогач Ю.П. – к.т.н., проф.; Скляр
О.Г. – к.т.н., доц.; Тарасенко В.В. – д.т.н., проф.; Шацький В.В. –
д.т.н., с.н.с.; Ялпачик Ф.Ю. – к.т.н., проф.

Відповідальний за випуск – к.т.н., доцент Скляр О.Г.

Виконавець – к.т.н., доцент Скляр Р.В.

кафедра технічних систем технологій тваринництва

Адреса редакції: ТДАТУ
просп. Б. Хмельницького, 18
м. Мелітополь
Запорізька обл.
72312 Україна

ISSN №2078-0877

© Таврійський державний
агротехнологічний університет, 2013.

УДК 631.333.92 : 631.22.018

ВПЛИВ СТРУКТУРИ СУБСТРАТУ НА ВИХІД БІОГАЗУ ПРИ МЕТАНОВОМУ ЗБРОДЖУВАННІ

Шацький В.В., д.т.н.,

Скляр О.Г., к.т.н.,

Скляр Р.В., к.т.н.,

Солодка О.О., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38 (0619) 42-05-70

Анотація – визначені залежності виходу біогазу від структури субстрату при метановому зброджуванні.

Ключові слова – біогаз, метаногенеруючі бактерії, зброджувана маса, зелена маса, анаеробний процес, гній, енергетична цінність.

Постановка проблеми. Розвиток тваринницького підприємства на інноваційній основі припускає виробництво конкурентоздатної продукції за технологією, що забезпечує визначену цією технологією собівартість продукції. Стримання підвищення собівартості продукції можливо при вирішенні на тваринницьких підприємствах, перш за все, двох проблем – енергетичної і екологічної, що потребує використання певних технологій.

Застосування технології метанізації органічних відходів на основі анаеробної їх переробки в сільськогосподарському виробництві дозволяє вирішити не тільки екологічні проблеми, що постають перед тваринницькими підприємствами, але і збільшити його рентабельність за рахунок отримання високоякісних органічних добрив і біогазу, придатного для отримання електричної або теплової енергії.

Проте, не дивлячись на перераховані переваги, технологія анаеробної переробки органічних ресурсів тваринницького підприємства ще не знайшла широкого застосування. Це обумовлено рядом чинників: низькою продуктивністю процесу метаногенерації і, як наслідок, високою вартістю біогазового обладнання. При цьому низька продуктивність процесу зброджування обумовлена недостатньою енергетичною насиченістю субстрату із-за недосконалого технологічного процесу видалення і зберігання цінного органічного ресурсу. Разом з тим, а це є головним, нині не вирішена

проблема визначення енергетичного балансу між органічною сировиною, біогазом і органічними добривами.

Відсутність достовірних даних про енергетичний баланс системи «грунт – корм – тварина – органіка - грунт» і методології обґрунтування параметрів цієї системи методом енергетичної оцінки дозволяє об'єктивно судити про наявність проблеми ефективного використання органічних ресурсів тваринницьких об'єктів, як основного матеріалу підвищення середоформуючих і ресурсопродукуючих функцій екосистеми.

Аналіз останніх досліджень. Біогаз утворюється в результаті розкладання бактеріями органічної субстанції. Бактерії розкладають органічні субстрати, що складаються переважно з води, білка, жиру, вуглеводів і мінеральних речовин, на їх первинні складові - вуглекислий газ, мінерали і воду. Як продукт обміну речовин, при цьому утворюється суміш газів, що отримала назву біогаз. У цій суміші вміст метану (CH_4) коливається від 5 до 85 %, і він є основним компонентом біогазу, а значить і основним компонентом, що містить енергію [1].

Процес отримання біогазу і біодобрив з органічних відходів може бути розділений на три стадії (гідроліз, окислення і утворення метану) [2] або чотири етапи розкладання органічного субстрату [1], які відрізняються тим, що друга стадія (окислення) в другому випадку розділена на два етапи (фаза окислення і утворення оцтової кислоти). У цьому складному комплексі перетворень бере участь безліч мікроорганізмів, головними з яких є три види метанотвірних бактерій.

На першому етапі аеробні бактерії перетворюють високомолекулярні органічні субстанції (білок, вуглеводи, жири, целюлозу) за допомогою ферментів на низькомолекулярні з'єднання, такі як цукор, амінокислоти, жирні кислоти і воду. Ферменти, виділені гідролізними бактеріями, розщеплюють органічні складові субстрату на малі водорозчинні молекули.

На другому етапі кислотопродукуючі бактерії розщеплюють складні органічні сполуки (клітковину, білки, жири і ін.) в простіші. При рівні рН 6,0-7,5 виробляються в першу чергу нестійкі жирні кислоти (карбонові кислоти - оцтова, мурашина, масляна, пропіонова), низькомолекулярні алкогולי - етанол і гази - двоокис вуглецю, сірководень і аміак. Цей етап називають фазою окислення (рівень рН знижується).

На третьому етапі кислотоутворюючі бактерії з органічних кислот створюють початкові продукти для утворення метану, а саме: оцтову кислоту і двоокис вуглецю. Такі бактерії, що знижують кількість вуглецю, дуже чутливі до температури.

На останньому етапі утворюється метан, двоокис вуглецю і вода, як продукт життєдіяльності метанових бактерій з оцтової і мурашиної кислоти (дев'яносто відсотків всього метану виробляється на цьому етапі).

Таким чином, наявність оцтової кислоти (тобто 3 етап розщеплювання) є чинником, що визначає швидкість утворення метану. Метанові бактерії є виключно анаеробними. Оптимальний рівень рН складає 7, причому амплітуда коливань може бути в межах 6,6 - 8.

Слід зазначити, що метано- і кислотоутворюючі бактерії взаємодіють в симбіозі. З одного боку, кислотоутворюючі бактерії створюють атмосферу з ідеальними параметрами для метанотвірних бактерій (анаеробні умови, хімічні структури з низькою молекулярною вагою). З іншого боку, метанотвірні мікроорганізми використовують проміжні з'єднання кислотоутворюючих бактерій. Якби не відбувалося цієї взаємодії, в реакторі розвинулися б невідповідні умови для діяльності обох типів мікроорганізмів [2].

Велика увага в дослідженнях приділяється підвищенню ефективності анаеробної переробки органічних речовин, включаючи відходи тваринного і рослинного походження в біогаз. Ефективність метанового «бродіння» або біометаногенеза підвищується при додаванні рослинної сировини, наприклад, амаранту [3]. Це скорочує фазу зброджування осаду стічних вод до 4-5 разів. При додаванні амаранту в умовах напівбезперервного режиму зброджування в пілотних реакторах ($V = 12$ л) закономірності газоутворення не змінюються; при цьому ступінь конверсії органічного субстрату збільшується з 65 до 83%.

Показано, що активація метаногенезу безпосередньо не пов'язана з високим вмістом білка в амаранті: додавання фітомаси кропиви з вищим вмістом білка в субстрат здійснює пригноблюючу дію на метаногенез. Найбільш ефективним компонентом амаранту, що активує газоутворення, є метиленхлоридний екстракт (266,1 мл газу / г сухої речовини), що містить хлорофіл, фітостерини, каротин, і, переважно, ліпіди. Економічно доцільно використовувати жом амаранту після відділення практично цінних з'єднань (містяться в метиленхлоридному, водному і спиртному екстрактах), його застосування як ко-субстрата при зброджуванні осаду стічних вод дозволяє досягти вмісту метану в біогазі 83% [3].

Яблучний жом аналогічно жому амаранту може слугувати ко-субстратом до органічних речовин в процесі отримання біогазу; питома продуктивність в експерименті з яблучним жомом на 11% вище, ніж в контролі [3].

Встановлено, що зброджений субстрат з амарантом без додаткової аеробної обробки фітотоксичен, компостування приводить до стимуляції зростання рослин на 24% [3].

Одним з найбільш важливих факторів, що впливають на метанове бродіння (виділення біогазу), є співвідношення вуглецю і азоту (C/N) в перероблюваній сировині. Недостатність азоту служить фактором, який обмежує процес метанового бродіння. Надлишки азоту у вигляді аміаку стають токсичними для метанопродукуючих бактерій.

Оптимальним співвідношенням (C/N), яке досягається змішуванням початкової органічної сировини, є співвідношення вуглецю і азоту від 10 до 20 [4].

Зброджувана органічна маса не повинна містити речовин (антибіотики, розчинники і т. п.), мікроорганізмів, які негативно впливають на життєдіяльність. Вони уповільнюють, а іноді і припиняють процес виділення біогазу. Не сприяють "роботі" мікроорганізмів і деякі неорганічні речовини, тому не можна, наприклад, використовувати для розбавлення гною воду, що залишилася після прання білизни синтетичними миючими засобами.

Отримуваний в процесі біометанізації біогаз в ідеальному випадку є безбарвним, без запаху, горючим та має наступний склад: метан (CH_4) 55-70%; двоокис вуглецю (CO_2) 30-45%; сірководень (H_2S) 1-2%; азот (N_2) 0-1%; водень (H_2) 0-1%; монооксид вуглецю (CO) сліди; кисень (O_2) сліди [4].

Аналіз проведених досліджень дозволяє визначити мету досліджень.

Формулювання цілей статті. Підвищення ефективності використання органічних ресурсів тваринницьких об'єктів на основі анаеробної переробки органічної сировини шляхом інтенсифікації процесу метанового зброджування субстрату за рахунок оптимізації його структури.

Основна частина. Експериментальні дослідження проводили з метою визначення параметрів живильного і температурного режиму середовища зростання, розвитку і ефективного функціонування метаногенеруючих бактерій, які створюється шляхом композиції в різному співвідношенні рослинної сировини, гною великої рогатої худоби і води.

Після проведення аналізу останніх досліджень в якості основної метаногенеруючої сировини обрано гній молодняку великої рогатої худоби і зелена маса газонної трави з додаванням води в більшості випадків.

Дослідження проводились на лабораторній установці (рис. 1), яка складається з чотирьох метантенків 1, об'ємом по 3 дм³. Останні забезпечені ємкостями для збору біогазу 3 та пристроєм для його виведення 2. Конструкція ємкостей дозволяла збирати біогаз протягом декількох діб в ємність з ємністю, що змінюється, за допомогою водяного затвору (див. рис. 1).



Рис. 1. Лабораторна установка.

Метаногенеруючу сировину було представлено у чотирьох варіантах суміші гною великої рогатої худоби із зеленою масою газонної трави різної вологості (таблиця 1).

Таблиця 1 – Склад органічної сировини варіантів суміші

Варіанти суміші	Компоненти сировини			Співвідношення C/N	Енергія, МДж
	зелена маса трави, г	гній ВРХ, дм ³	вода, мл		
1 варіант	300	800	500	16,74	0,83
2 варіант	550	550	550	14,68	1,15
3 варіант	1000	100	-	12,37	1,69
4 варіант	600	300	300	13,58	1,12

З таблиці 1 видно, що співвідношення (C/N) знаходиться в діапазоні, що рекомендується (див. вище). Найбільше це значення - в першому варіанті змішаних компонентів, де вміст гною складає 50%. Найменше - в третьому варіанті при вмісті гною 10%.

Енергетична оцінка сухої речовини органічної суміші показує, що найбільше значення спостерігається в третьому варіанті (1,692 МДж), а найменша величина енергетичного вмісту – у суміші з найбільшим вмістом гною – 1 варіант (0,831 МДж) (див. таблицю 1).

Отримані в результаті лабораторних досліджень результати показують, що суміші різного співвідношення вуглецю і азоту (C/N) володіють різними метаногенеруючим потенціалом. Найбільше співвідношення вуглецю і азоту (C/N) в першому варіанті суміші здійснює найбільший позитивний вплив на процес бактеріологічного виробництва метану (рис. 2). А саме, з 55 доби відбувається активний вихід біогазу з відмітки 30 дм³ і продовжується до 190 дм³ на 134 добу.

За 134 дні в першому варіанті вироблено 190,0 дм³ біогазу, у другому – 37,0 дм³, в третьому – 24,0 дм³, а в четвертому – найменше – 19,8 дм³ біогазу. Отримані значення прямо пропорціональні кількості гною та корелюються з ним по залежності $y = 1E-0,6x^3 - 0,001x^2 + 0,2117x + 11,467$ (рис. 3).

Отже в цьому випадку повинна бути складна багатofакторна кореляція, яку потрібно визначити, провівши додаткові експериментальні дослідження.

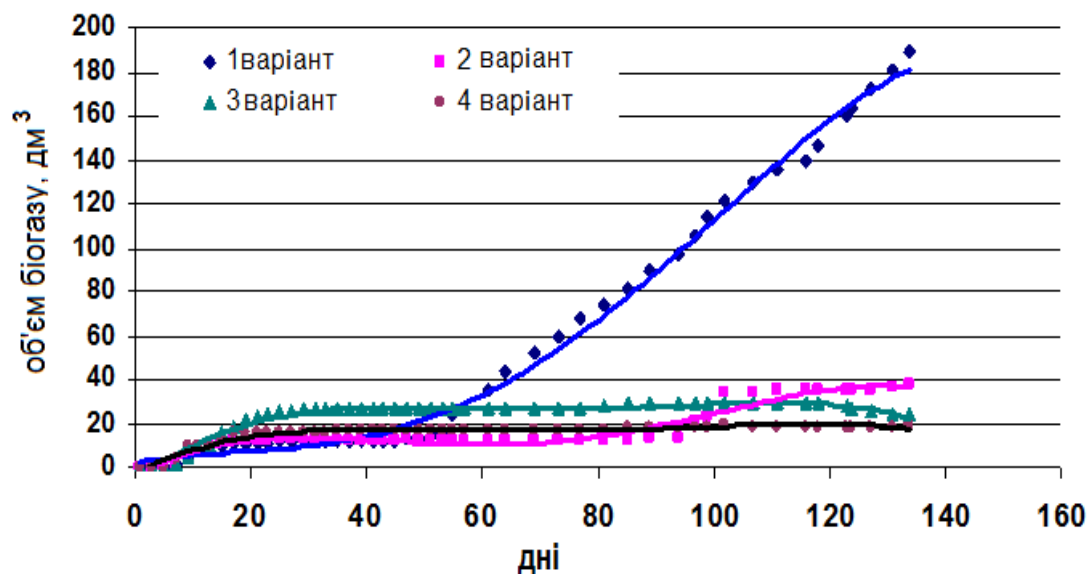


Рис. 2. Залежність виробленого біогазу від часу протікання процесу метаногенерації.

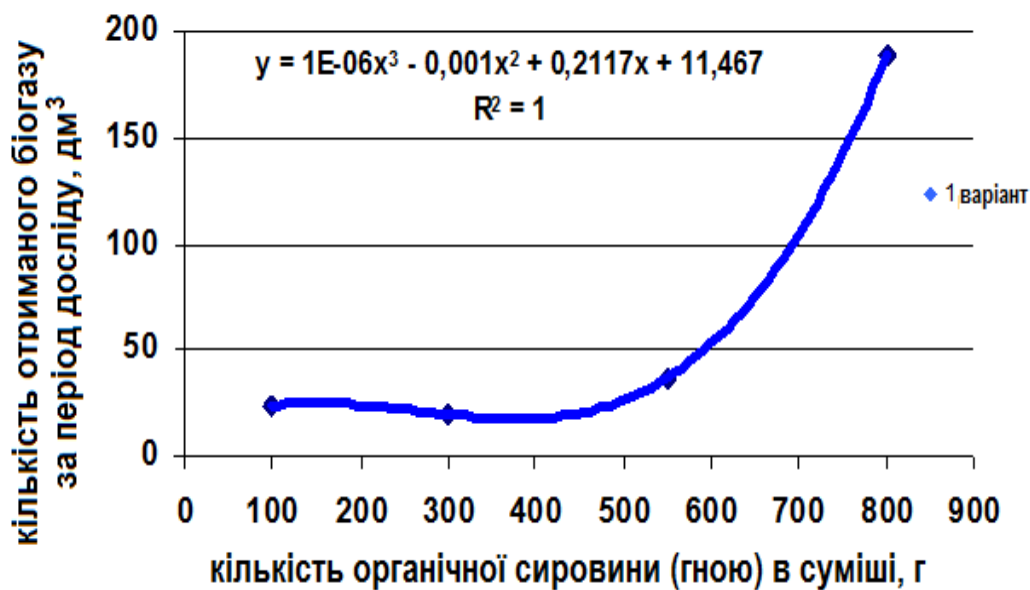


Рис. 3. Залежність кількості виробленого біогазу від змісту органічної сировини в суміші.

Отримані результати лабораторних досліджень показують залежність інтенсивності протікання процесу метаногенерації від якісного складу органічної сировини. На рисунках 4 і 5 видно, що інтенсивність виділення біогазу спостерігалася на:

- 9-11 день (2,12-1,94 дм³/доб.) в другому варіанті;
- 9-15 день в третьому варіанті (1,94-2,83 дм³/доб.) (рис. 5)
- 7-9 день в четвертому варіанті, про що свідчить добове вироблення біогазу в ці дні 1,59-3,0 дм³/доб. (див. рис. 5).

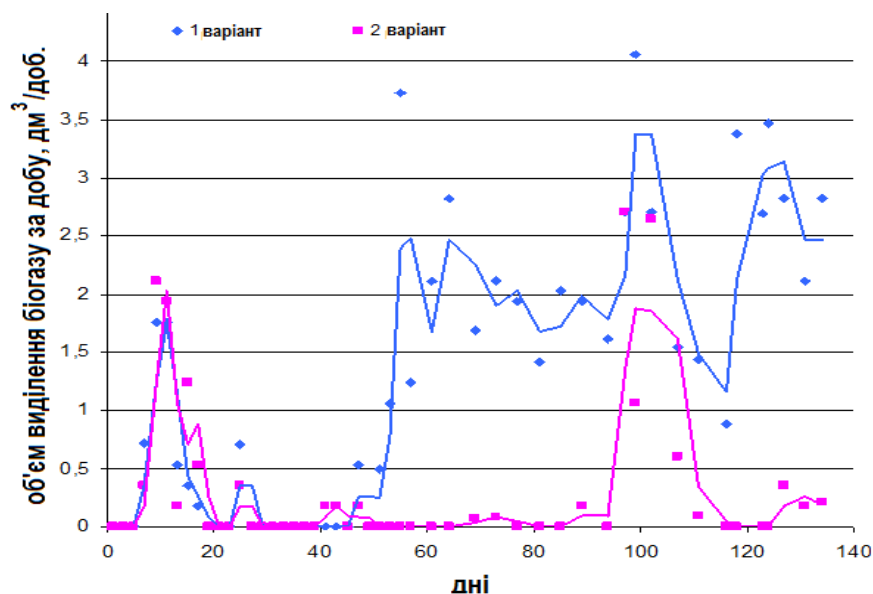


Рис. 4. Залежність об'єму виділення біогазу за добу від часу процесу.

У другому варіанті, де в суміші знаходиться 550 дм^3 свіжого гною і стільки ж зеленої трави, сплеск виділення біогазу спостерігається на 97-102 день. Можливо це пов'язано з попереднім напрацюванням колоній бактерій, що дало можливість підвищити виділення біогазу з $13,7$ до $34,61 \text{ дм}^3$ біогазу за 7 діб.

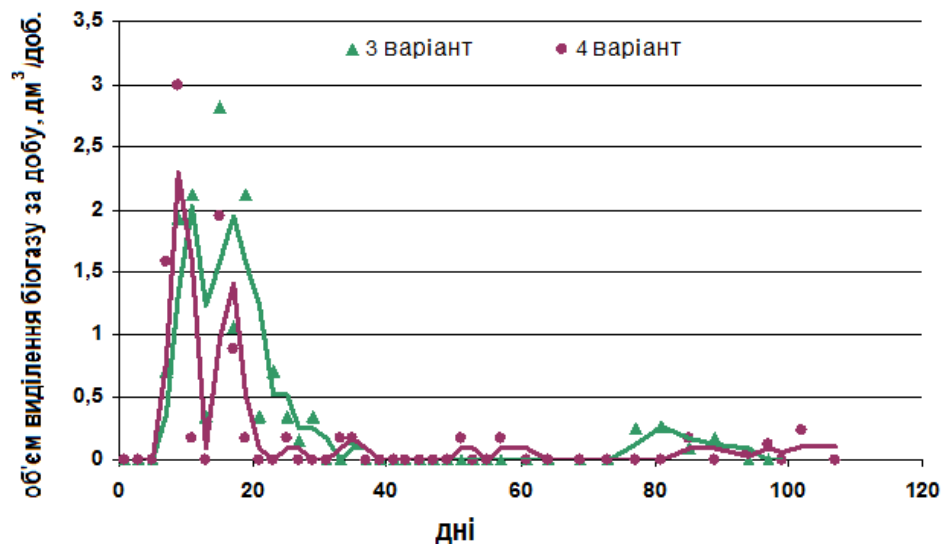


Рис. 5. Залежність об'єму виділеного біогазу за добу від часу процесу.

Проведені дослідження показали, що найкращою композицією метаногенеруючої сировини є – 500 г зеленої трави, яку було подрібнено на частинки в 5 мм , 800 дм^3 свіжого гною і 300 мл теплої води. Ця композиція виробляла біогаз протягом 526 днів з різною інтенсивністю (рис. 6).

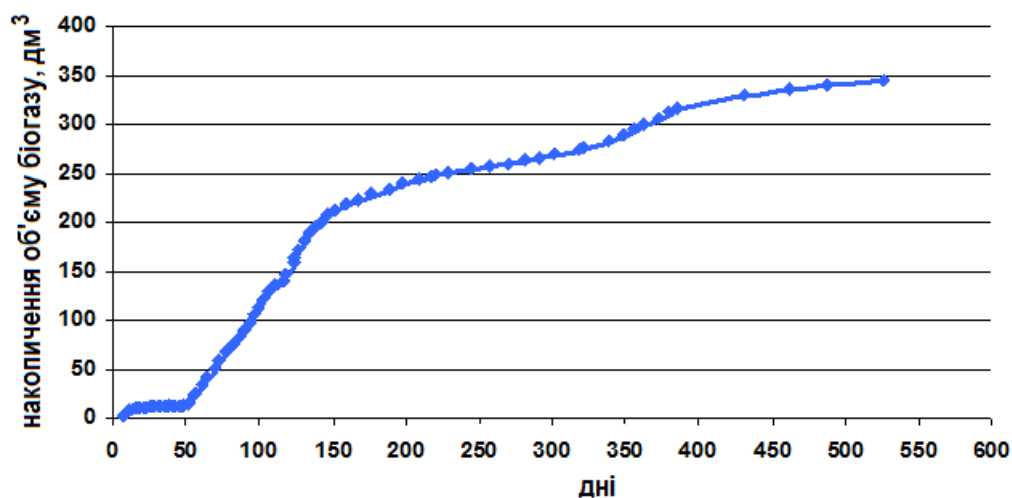


Рис. 6. Залежність виробленого біогазу від часу протікання процесу метаногенерації.

Загальна кількість виробленого біогазу склала за 526 діб 334дм^3 . З рисунка 6 видно, що весь процес можливо поділити на три етапи.

Перший етап, який триває до 50 діб, – це нарощування метаногенеруючих бактерій, при якому виділення біогазу складає на рівні $0,5\text{ дм}^3$ (рис. 7).

Другий етап, який триває приблизно 100 днів (від 50 до 150 діб) – це інтенсивна переробка органічної сировини метаногенеруючими бактеріями в біогаз. При цьому добове виділення біогазу знаходиться на рівні (див. рис. 7) $2,5\text{ дм}^3$. За цей період було вироблено близько 200 дм^3 біогазу.

На останньому – третьому етапі за 390 днів було виділено приблизно 150 дм^3 біогазу, при добовому виході, як і в першому етапі, – $0,5\text{ дм}^3$. Цей третій етап характеризується значним спадом активності метаногенеруючих бактерій внаслідок виснаження як енергетичної цінності, так і поживності органічної сировини.

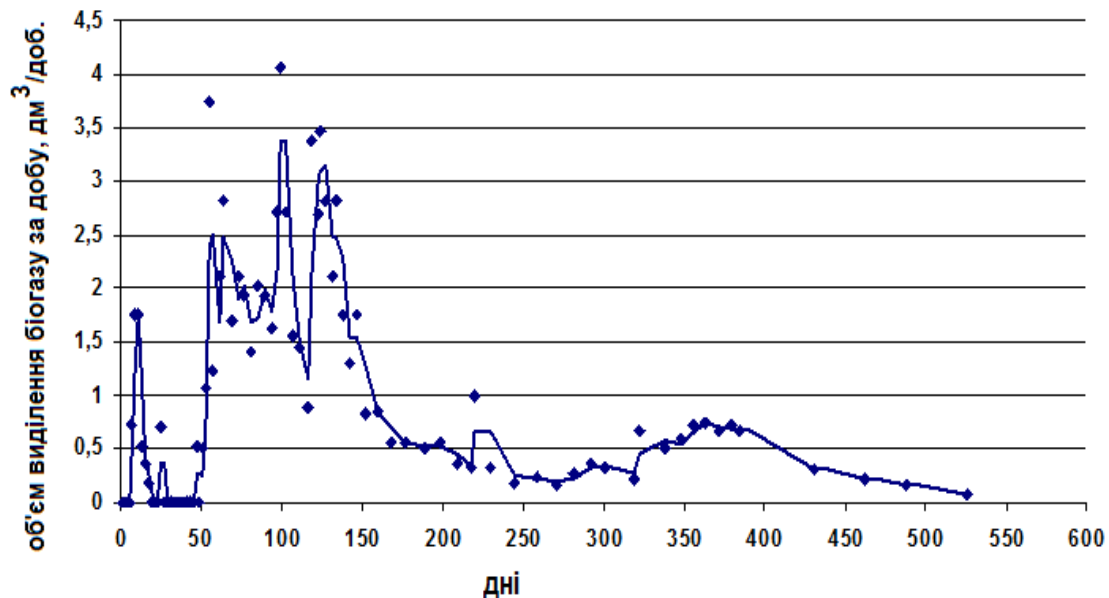


Рис. 7. Залежність об'єму виробленого біогазу за добу від часу процесу метаногенерації.

Висновки. Лабораторні дослідження процесу метаногенерації проведені з метою визначення параметрів живильного і температурного режимів середовища зростання, розвитку і ефективного функціонування метаногенеруючих бактерій, що створюється шляхом композиції в різному співвідношенні рослинної сировини, гною великої рогатої худоби і води, показали, що кращою композицією є перша при співвідношенні зеленої маси трави, гною і води – 300, 800 і 500, що забезпечило якнайкраще співвідношення вуглецю і азоту (16,74) і енергетичну цінність в $0,83\text{ МДж}$.

Література.

1. Процесс получения биогаза : [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: aleks-myblog11.blogspot.com/2012/02/blog-post.html .
2. Процесс анаэробной переработки: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: www.fluid-biogas.com/?page_id=125.
3. Белостоцкий Д. Е. Влияние амаранта на эффективность процесса получения биогаза из органических отходов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 03.01.06 / Белостоцкий Д.Е. - Казань, 2012.- 20 с.
4. Процесс получения биогаза и его оптимизация, солома переработка другие технологии : [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: zarip-ovosch.ru/process-polucheniya-biogaza-i-ego-o.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ СУБСТРАТА НА ВЫХОД БИОГАЗА ПРИ МЕТАНОВОМ СБРАЖИВАНИИ

Шацкий В.В., Скляр А.Г., Скляр Р.В., Солодкая Е.А.

Аннотация

Определены зависимости выхода биогаза от структуры субстрата при метановом сбраживании.

INFLUENCE OF SUBSTRAT STRUCTURE ON BIOGAS OUTPUT DURING METHANE FERMENTATION

V. Shatskiy, A. Sklyar, R. Sklyar, E. Solodkya

Summary

Dependence of biogas output on the substrat structure during methane fermentation has been determined.

УДК 631.171.075.4

ШЛЯХИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ МІКРОКЛІМАТУ НА ПТАХІВНИЧИХ ФЕРМАХ

Болтянська Н.І., к.т.н.,

Болтянский О.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38 (0619) 42-05-70

Анотація – у статті представлено результати аналізу шляхів вирішення питань енергозбереження при забезпеченні оптимальних параметрів мікроклімату на птахівничих фермах.

Ключові слова – енергозбереження, параметри мікроклімату, птахівнича ферма, штучна вентиляція, комбінована вентиляція.

Постановка проблеми. Проблема забезпечення якості продукції завжди привертала увагу вчених, виробників і експлуатаційників. Ще гостріше вона стоїть нині у зв'язку з переходом на ринкові умови господарювання, загостренням конкуренції вітчизняних товаровиробників, як між собою, так і іноземними фірмами. Особливе значення має підвищення якості продукції у галузі тваринництва. При цьому підвищення якості продукції повинне здійснюватися з урахуванням економічної доцільності, оскільки межі підвищення якості визначаються зрештою не технічними можливостями, а економічною ефективністю [1- 4].

Аналіз останніх досліджень.

Створення і підтримання мікроклімату в тваринницьких приміщеннях пов'язані з вирішенням комплексу інженерно-технічних завдань і разом з повноцінною годівлею є визначальним чинником в забезпеченні здоров'я тварин, їх відтворній здатності і отриманні від них максимальної кількості продукції високої якості. Сучасні технології утримання тварин висувають високі вимоги до мікроклімату в тваринницьких приміщеннях. На думку учених, фахівців тваринництва і технологів, продуктивність тварин на 50...60% визначається кормами, на 15...20% – утриманням та обслуговуванням і на 10...30% – мікрокліматом в тваринницькому приміщенні. Відхилення параметрів мікроклімату від встановлених меж приводить до скорочення удоїв молока на 10...20%, приросту

живої маси – на 20...33%, збільшення відходу молодняка до 5...40%, зменшення яйценоскості курей – на 30...35%, витрати додаткової кількості кормів, скорочення терміну служби устаткування, машин і самих будівель, зниження стійкості тварин до захворювань. Щорічно з приміщень тваринницьких ферм галузі потрібно видалити 166 млрд. м³ водяної пари, 39 млрд. м³ вуглекислого газу, 1,8 млрд. м³ аміаку, 700 тис. м³ сірководню, 82 тис. т пилу, патогенну мікрофлору [1,5,6].

Аналіз потреби в енергії птахівничих підприємств, залежно від вигляду і віку птаха, кліматичних умов, теплотехнічних характеристик захищаючих конструкцій приміщень, показав, що на долю забезпечення мікроклімату доводиться від 40 до 75% її річного споживання. У зв'язку з цим, в умовах зростаючого дефіциту енергоресурсів, найважливішим завданням є розробка устаткування, здатного реалізувати енергозберігаючі технології створення мікроклімату [7,8].

Формулювання цілей статті. Визначити основні напрями вирішення питань енергозбереження при забезпеченні оптимальних параметрів мікроклімату на птахівничих фермах.

Основна частина. У світовій практиці використовується декілька типів систем вентиляції, які можна розділити за способом їх формування на штучні і комбіновані. Перша забезпечує притоку свіжого повітря тільки за рахунок застосування різних пристроїв подачі і видалення повітря з приміщень, друга є комбінацією штучної і гравітаційної, в якій повітря переміщується за рахунок зменшення тиску в приміщенні.

Штучний тип вентиляції формується за допомогою вентиляційних установок з примусовим побудником і умовно може бути поділений на системи від'ємного (витяжна), надмірного (припливна) і рівного тиску (припливно-витяжна).

У вітчизняному птахівництві найбільшого поширення набула штучна вентиляція, при якій в приміщенні створюється надмірний тиск за рахунок нагнітання повітря ззовні. При цьому притока свіжого повітря більша, ніж його видалення. Відповідно до типових проектів в пташниках зазвичай встановлюються дві вентиляційні системи, одна з них – вентиляційно-опалювальна, інша – витяжна.

Вентиляційно-опалювальна система включає відцентровий вентилятор, який подає свіже повітря на калорифери і далі – в припливні повітропроводи. Таку систему виготовляють з двох автономних установок рівної продуктивності з метою забезпечення надійності і плавного регулювання подачі повітря. Використовують її при посадці птаха зимою, в перехідні періоди і влітку (без опалювальної частини).

Витяжна система складається з осьових низьконапірних вентиляторів, що встановлюються в отворах поздовжніх стін пташника. Для узгодження продуктивності витяжної і припливної вентиляції в даху пташника виконують припливні шахти з регульованими заслінками (друга припливна вентиляція).

Припливно-витяжна вентиляція дозволяє повністю виключити ризик простудних захворювань птаха. Недоліки її – висока енергоємність процесу, неповне видалення надмірного тепла в спекотний період, складність керування процесом створення мікроклімату. Використання металевих повітропроводів неефективне. Це громіздкі і дорогі споруди, схильні до корозії в агресивному середовищі, очищення і дезінфекція їх внутрішньої поверхні від пилу, що накопичився, і мікрофлори незадовільне. Подальше вдосконалення систем припливно-витяжної вентиляції йде у напрямку виключення перерахованих недоліків.

У зарубіжній практиці найбільшого поширення набула система вентиляція від'ємного тиску. На думку закордонних фахівців, вона забезпечує ефективний температурний контроль і рівномірний розподіл всього повітря, що поступає в приміщення.

Оцінюючи системи вентиляції від'ємного тиску з позицій енергозбереження, голандські фахівці відзначають, що в них концепція вентилявання реалізується з використанням пристроїв, що не вимагають ресурсозатратних силових приводів, застосування яких є обов'язковим в системах надмірного тиску. Принцип роботи даних систем заснований на створенні від'ємного тиску всередині приміщення за допомогою вентиляторів, внаслідок чого свіже повітря поступає через керовані припливні елементи. Досконалість комп'ютерного керування дозволяє встановлювати режими вентиляції, що відповідають вимогам конкретної ситуації.

На вітчизняному ринку можна виділити декілька зарубіжних компаній, що пропонують устаткування для створення і підтримання мікроклімату в пташниках: «Big Dutchman» (Німеччина), «Skov A/S» (Данія, представник - ПКБ «Неофорс», Республіка Білорусь), «VDL Agrotech» (Голландія, представник – фірма «Peja International B.V.», Росія) та ін. Комплекти устаткування, пропоновані цими фірмами, включають пристрої для видалення повітря, устаткування для опалювання, для охолодження і зволоження, виконавчі механізми і автоматику.

НВФ „Севекс“ надає повний спектр послуг із створення оптимального мікроклімату в робочих приміщеннях птахофабрик. Свіже повітря, що подається в робоче приміщення пташника, повинне в обов'язковому порядку готуватись, тобто очищатись від шкідливих домішок, знезаражуватись, зволожуватись і підігріватись в холодний

період року. Всі розроблені системи працюють на надмірному тиску в залі, що дозволяє виключити перенесення бактерійної флори з одного залу в інший, що актуально при утриманні птаха в моноблоках.

Система припливно-витяжної вентиляції із зволоженням, що суміщена з локальною системою повітряного опалювання, складається з системи очищення припливного повітря, відцентрового вентилятора, повітрянагрівача типу ВНС „Тепла хвиля“, зволожувача-розподільника нагрітого повітря, що поступає в робоче приміщення, витяжної системи з автоматикою, системи контролю всіх параметрів мікроклімату з виводом на центральний диспетчерський пульт.

Варіант розміщення устаткування припливно-витяжної системи вентиляції з повітряним опалюванням показаний на рис. 1.

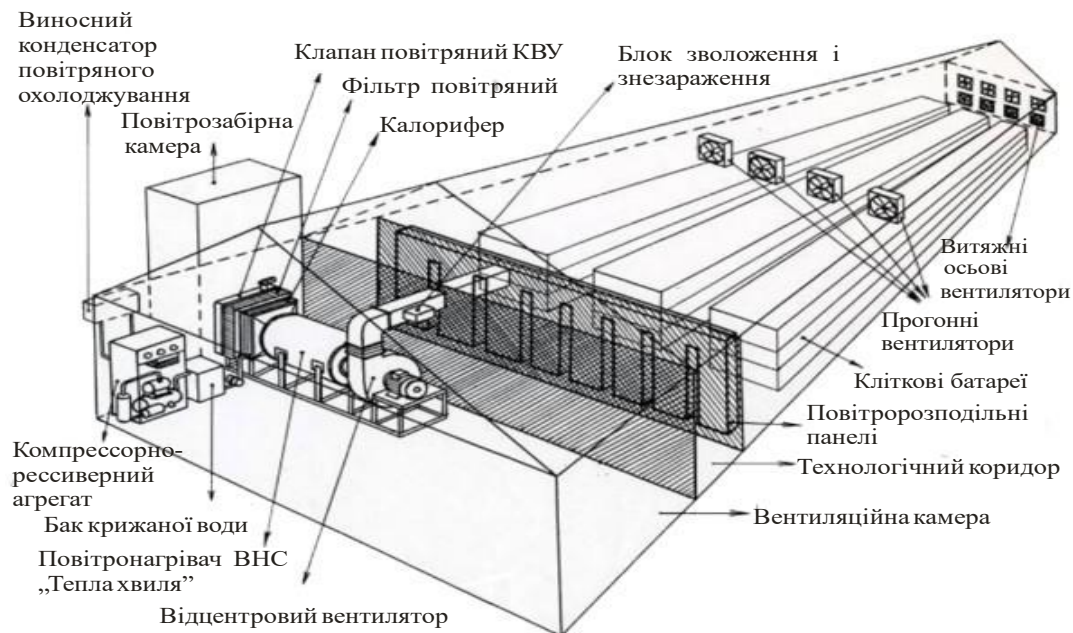


Рис. 1. Варіант розміщення устаткування припливно-витяжної системи вентиляції з повітряним опалюванням.

Різні варіанти розміщення устаткування у поєднанні з автоматичним комп'ютерним контролем дають можливість встановлювати системи вентиляції відповідно до архітектурно-планувальних рішень пташників, що дозволяє не тільки підтримувати оптимальний мікроклімат, але і скорочувати енерговитрати на його створення. Цьому також сприяє розробка досконаліших принципів керування роботою вентиляційного устаткування. Однією з останніх є система Multister (розробка фірми «Skov», Данія), яка застосовується в системах мікроклімату фірми «Big Dutchman» (Німеччина) ПКБ «Неофорс» (Республіка Білорусь). Вона забезпечує економію електроенергії до 70% в порівнянні з традиційними системами.

У багатьох птахівничих господарствах реконструкція на основі систем мікроклімату від'ємного тиску дала позитивні результати. Досвід показав, що при використанні вентиляційного устаткування «Big Dutchman» енерговитрати скоротилися більш ніж в 2 рази. При переході на тунельний режим вентилявання витрата електроенергії скорочується в 5 разів в порівнянні із застосуванням вітчизняної вентиляції в літній час. Системи від'ємного тиску дозволяють вирішити проблему вентиляції і енергозбереження як в пташниках шириною більше 26 м, моноблочних спорудах, так і в багатоповерхових пташниках, а також при утриманні бройлерів в кліткових батареях.

Архітектурні особливості моноблочних споруд обмежують застосування сучасного енергозберігаючого устаткування, оскільки притока повітря може здійснюватися тільки із стелі або з однієї торцевої стіни. Ця проблема була вирішена за допомогою використання вентиляції рівного тиску: повітря примусово подається через припливні шахти і також примусово видаляється через витяжні шахти.

В даний час на сторінках друку ведуться дискусії з приводу правомірного застосування систем вентиляції від'ємного тиску на вітчизняних птахівничих підприємствах. Одним з аргументів її супротивників є ризик переміщення бактерійної флори. На думку вітчизняних фахівців ця проблема існує при використанні даних систем в пташниках ремонтного молодняка, батьківського стада і промислового стада курей-несучок. А оскільки період вирощування бройлерів складає 50-60 днів, то вірогідність захворювання птаха протягом цього часу дуже мала. Для пташників ремонтного молодняка, батьківського і промислового стада курей-несучок, виходячи з практичного досвіду, пропонуються системи надмірного тиску, в яких встановлюються блоки повітропідготовки, повітря по пташнику розподіляється за системою поліетиленових повітропроводів, а видалення проводиться через клапани надмірного тиску або осьові вентилятори. Повітря нагрівається калориферами, теплоносій в яких поступає від котельної (одна на декілька пташників).

Також наголошується, що при температурах нижче -15°C потік свіжого холодного повітря не встигає прогрітися, що приводить до утворення холодних «плям» в зоні розміщення птаха. Для запобігання даному явищу в проектах передбачена установка спеціальних відбивачів, що сповільнюють швидкість руху холодного повітря, внаслідок чого він рівномірно змішується з внутрішнім повітрям.

Зниження енергоємності процесу створення і підтримання мікроклімату можливо за рахунок економії теплової енергії на

опалювання шляхом переходу на децентралізовані системи опалювання, застосування локального обігріву, систем утилізації тепла, а також автоматизації тепловентиляційного устаткування, оптимізації управління тепловою потужністю і подачею повітря.

Висновок. Практика показала, що вентиляція, що існує в птахівництві, неефективна і енергоємна. Перспективними енергозбережними системами створення мікроклімату можуть бути визнані ті, які забезпечують оптимальний кліматичний режим у поєднанні з раціональною витратою електричної і теплової енергії.

Література.

1. Савост'янова К.В. Зниження мікробного забруднення повітря у пташниках для утримання курей-несучок / К.В. Савост'янова, В.О. Мельник // Птахівництво: Міжвідомчий тематичний зб. -2008.- Вип. 61.- С. 155-162.
2. Новейшие беспроводные технологии на службе птицеводства. Микроклимат под контролем // Рекламный CD ООО «НПФ «Севекс». - 2004.
3. Писарев, Ю. Система микроклимата от фирмы «Биг Дачмен» / Ю. Писарев // Птицеводство. - 2003. - № 2. - С. 29-30.
4. Лысенко В. Экологические и экономические перспективы птицеводческих хозяйств / В. Лысенко // Эффективное птахівництво та тваринництво.- 2004.- №4.- С. 24-26.
5. Косицын О.А. Совершенствование энергоэкономных инфракрасных электрообогревателей для цыплят-бройлеров / О.А. Косицын, Е.А. Овсянникова // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: Тр. 4-й Международной науч.-техн. конф. г. Москва, ГНУ ВИЭСХ. - Ч. 3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике. - М., 2004. - С. 272-274.
6. Modern broilers require optimum ventilation // World Poultry-Elsevier. - 2000. – Vol. 16, № 11. - P. 30-31.

ПУТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ МИКРОКЛИМАТА НА ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ

Болтянская Н.И., Болтянский О.В.

Аннотация

В статье представлены результаты анализа путей решения вопросов энергосбережения при обеспечении оптимальных параметров микроклимата на птицеводческих фермах.

THE WAYS OF ENERGY-SAVING AT MICROCLIMATE PROVIDING ON POULTRY FARMS

N. Boltyanskaya, O. Boltyanskiy

Summary

The article deals with the results of analysis of ways for questions on energy-saving decisions at providing with optimum parameters of microclimate on poultry farms.

УДК 631. 363

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ КОРМОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ КОРМОВОЇ СИРОВИНИ

Мілько Д.О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38(0619) 42-05-70

Анотація - в статті викладені основні принципи визначення параметрів операцій технологічних процесів кормозабезпечення, що найбільш впливають на збереженість поживних речовин в процесі їх заготівлі, зберігання та приготування. Введене поняття коефіцієнтів збереженості поживних речовин, використання якого, надає можливість кількісної оцінки застосованих технологій та технічних засобів.

Ключові слова - заготівля кормів, сінаж, силос, сіно, технологічний процес, техніко – технологічне забезпечення, поживні речовини, сирий протеїн, сира клітковина, сирий жир, сирі безазотисті екстрактивні речовини, продуктивність, модель конверсії .

Постановка проблеми. Збереженість поживних речовин в кормових культурах підчас заготівлі, зберігання та приготування постає однією з найважливіших проблем в світлі жорсткої економії природних ресурсів. Останнім часом дуже багато науковців приділяють велику увагу проблемам енерго – , та ресурсоощадності в галузі кормозабезпечення. Однак розглядати цю проблему зменшуючи втрати енергії при виконанні тієї чи іншої операції не є доцільним. Ми бачимо вирішення проблеми в системному підході до неї. А саме, в необхідності зміни загального підходу до визначення «втрат». Тобто ми пропонуємо розглядати втрати у більш повному вигляді: втрати електроенергії, втрати коштів, втрати палива, втрати поживних речовин.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз існуючих систем кормозабезпечення виявив декілька основних параметрів оптимізації, а саме енергоємність техніко - технологічного забезпечення [1, 2] та

зменшення кількості основних поживних речовин у перерахунку на суху речовину.

Створення методологічних принципів, оснований на отриманні таких універсальних показників, які б враховували вплив енергетичних і техніко – технологічних параметрів виконання процесів поряд із впливом цих параметрів на втрати поживних речовин в кормовій сировині, дозволить комплексно оцінити вплив окремих технологій та технічних засобів на втрати поживних речовин в процесі заготівлі, зберігання, приготування та роздавання кормів. Комплексні показники оцінки системи, у поєднанні із моделлю конверсії поживних речовин у молоко [3], дозволить визначати вплив окремої технології та технічного засобу на продуктивність молочного скотарства і її собівартості [4].

Основна частина. Отримавши параметри тієї чи іншої технології або технічного засобу, ми будемо в змозі визначити найбільш ефективні з них. Універсальними показниками можуть виступати коефіцієнти збереженості поживних речовин під час виконання технологічних операцій: $K_{СП}$ – коефіцієнт збереженості сирого протеїну; $K_{СЖ}$ – коефіцієнт збереженості сирого жиру; $K_{СК}$ – коефіцієнт збереженості сирової клітковини; $K_{СБЕР}$ – коефіцієнт збереженості сирих безазотистих екстрактивних речовин.

Визначивши всі коефіцієнти збереженості поживних речовин, а саме по кожній технологічній операції з використанням відповідного обладнання, та підставивши у модель конверсії рослинної сировини, ми будемо в змозі оцінити кількісний вплив збереженості поживних речовин при використанні технології та відповідного обладнання на продуктивність тварин. А у разі наявності даних щодо фінансових витрат на виконання операцій із визначеним обладнанням – будемо в змозі оцінити собівартість отриманої продукції. В кінцевому рахунку модель конверсії поживних речовин у продукцію молочного скотарства буде виглядати наступним чином

$$\begin{aligned}
 P_{\text{мол.}} = & -15,5115 + 0,0024K_{СП} \cdot СП + 0,0127K_{СЖ} \cdot СЖ + 0,0023K_{СК} \cdot СК + \\
 & + 0,028K_{СБЕР} \cdot СБЕР + +3,774T_{\text{лакт.}} - 0,0001K_{СП} \cdot СП \cdot T_{\text{лакт.}} - \\
 & - 0,0002K_{СЖ} \cdot СЖ \cdot T_{\text{лакт.}} - 0,0001K_{СБЕР} \cdot СБЕР \cdot T_{\text{лакт.}} - 0,3261T_{\text{лакт.}}^2
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

де $P_{\text{мол}}$ – продуктивність тварини, кг;
 $K_{СП}$ – коефіцієнт збереженості сирого протеїну при виконанні технологічних операцій заготівлі, зберігання та приготування кормів;
 $СП$ – сумарний вміст сирого протеїну в раціоні (з урахуванням коефіцієнта перетравності тієї чи іншої складової раціону), г;

$K_{сж}$ – коефіцієнт збереженості сирого жиру при виконанні технологічних операцій заготівлі, зберігання та приготування кормів;

$СЖ$ – сумарний вміст сирого жиру в раціоні, г;

$K_{ск}$ – коефіцієнт збереженості сирової клітковини при виконанні технологічних операцій заготівлі, зберігання та приготування кормів;

$СК$ – сумарний вміст сирової клітковини в раціоні, г;

$K_{сБЕР}$ – коефіцієнт збереженості сирих безазотистих екстрактивних речовин при виконанні технологічних операцій заготівлі, зберігання та приготування кормів;

$СБЕР$ – сумарний вміст сирих безазотистих екстрактивних речовин у раціоні, г;

$T_{лакт.}$ – період лактації, місяців.

Схематично модель збереженості поживних речовин, на прикладі загальнорозповсюдженій технології заготівлі силосу, наведено на рисунку 1.

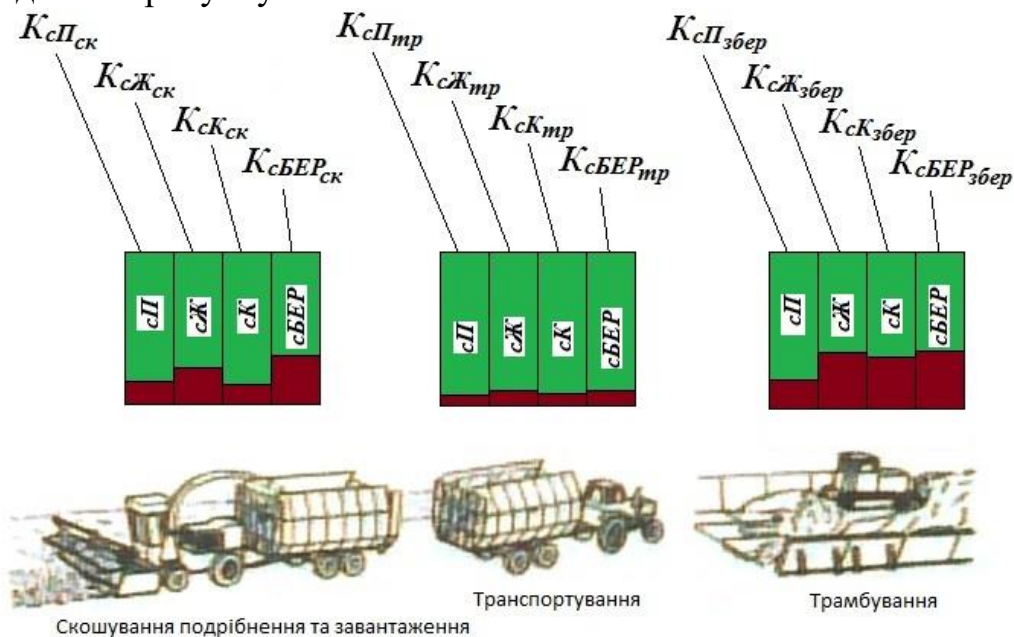


Рис. 1. Схема для визначення коефіцієнтів збереженості поживних речовин при оцінюванні технології заготівлі силосу.

Вважаємо, що тут необхідно навести деякі пояснення. Розглянемо структуру руху кормової сировини на шляху від її збирання до згодовування. Будемо вважати, що рослина, яка набула своєї стиглості, містить в собі чотири контейнери з поживними речовинами в 100% сирого жиру, 100% сирого протеїну, 100% сирової клітковини, 100% сирих безазотистих речовин та, звідси, вологи.

Втрати вологи на рисунку умовно не вказуємо, тому, що цей процес уже досліджувався раніше Гарькавим А.Д. [5]. З початком виконання технологічних операцій, розглядаючи вище наведений приклад, рослина розпочинає втрачати поживні речовини на операціях скошування подрібнення та завантаження. Залишок поживних речовин, при цьому, позначений відповідно як: $K_{cПск}$ (збереженість сирого протеїну при виконанні операції скошування), $K_{cКск}$ (збереженість сирогої клітковини при виконанні операції скошування), $K_{сЖск}$ (збереженість сирого жиру при виконанні операції скошування), $K_{сБЕРск}$ (збереженість сирих безазотистих екстрактивних речовин при виконанні операції скошування). Залишок поживних речовин після виконання операції транспортування відповідно позначається як: $K_{сПтр.}$ (збереженість сирого протеїну при виконанні операції транспортування), $K_{сКтр.}$ (збереженість сирогої клітковини при виконанні операції транспортування), $K_{сЖтр.}$ (збереженість сирого жиру при виконанні операції транспортування), $K_{сБЕРтр.}$ (збереженість сирих безазотистих екстрактивних речовин при виконанні операції транспортування). Залишок поживних речовин під час закладання та зберігання позначені відповідно як: $K_{сПзбер.}$ (збереженість сирого протеїну при виконанні операції закладання на зберігання та безпосередньо зберігання), $K_{сКзбер.}$ (збереженість сирогої клітковини при виконанні операції закладання на зберігання та безпосередньо зберігання), $K_{сЖзбер.}$ (збереженість сирого жиру при виконанні операції закладання на зберігання та безпосередньо зберігання), $K_{сБЕРзбер.}$ (збереженість сирих безазотистих екстрактивних речовин при виконанні операції закладання на зберігання та безпосередньо зберігання). Для визначення загальних коефіцієнтів збереженості поживних речовин всієї представленої технології заготівлі силосу необхідно перемножити відповідні коефіцієнти по всіх відповідних операціях. А саме

$$K_{сП} = K_{сПск} \cdot K_{сПтр.} \cdot K_{сПзбер.}, \quad (2)$$

$$K_{сК} = K_{сКск} \cdot K_{сКтр.} \cdot K_{сКзбер.}, \quad (3)$$

$$K_{сЖ} = K_{сЖск} \cdot K_{сЖтр.} \cdot K_{сЖзбер.}, \quad (4)$$

$$K_{сБЕР} = K_{сБЕРск} \cdot K_{сБЕРтр.} \cdot K_{сБЕРзбер.} \quad (5)$$

Висновки. Визначення основних параметрів системи кормозабезпечення в подальшому буде зведено до визначення основних параметрів технологічних операцій, що оказують найбільший вплив на збереженість поживних речовин. Після виявлення таких операцій, приблизний склад яких наведено в таблиці 1, необхідно буде дослідити вплив найбільш перспективних засобів механізації для цих операцій та визначити шляхи їх вдосконалення з

урахуванням мінімізації втрат поживних речовин, в нашому випадку збільшення коефіцієнтів збереженості поживних речовин.

Таблиця 1 – Відносний перелік коефіцієнтів збереженості поживних речовин для визначення показників якості виконання технологічного процесу заготівлі об'ємних кормів.

Вид корму, що заготовлюється	Операції технологічного процесу / відповідні коефіцієнти збереженості			
Силос	Скошування, подрібнення завантаження / $K_{сПск}$, $K_{сКск}$, $K_{сЖск}$, $K_{сБЕРск}$	Транспортування / $K_{сПтр}$, $K_{сКтр}$, $K_{сЖтр}$, $K_{сБЕРтр}$		Трамбування, укриття / $K_{сПзбер}$, $K_{сКзбер}$, $K_{сЖзбер}$, $K_{сБЕРзбер}$.
Сіно пресоване	Скошування та плющення / $K_{сПск}$, $K_{сКск}$, $K_{сЖск}$, $K_{сБЕРск}$	Згрібання у валки / $K_{сПзгр}$, $K_{сКзгр}$, $K_{сЖзгр}$, $K_{сБЕРзгр}$.	Підбирання, пресування, скручування в рулони / $K_{сПпр}$, $K_{сКпр}$, $K_{сЖпр}$, $K_{сБЕРпр}$	Завантаження, зберігання / $K_{сПзбер}$, $K_{сКзбер}$, $K_{сЖзбер}$, $K_{сБЕРзбер}$.
Сінаж	Скошування та плющення / $K_{сПск}$, $K_{сКск}$, $K_{сЖск}$, $K_{сБЕРск}$	Підбирання, подрібнення та завантаження / $K_{сПнід}$, $K_{сКнід}$, $K_{сЖнід}$, $K_{сБЕРнід}$.	Транспортування / $K_{сПтр}$, $K_{сКтр}$, $K_{сЖтр}$, $K_{сБЕРтр}$	Трамбування, укриття / $K_{сПзбер}$, $K_{сКзбер}$, $K_{сЖзбер}$, $K_{сБЕРзбер}$

Література.

- 1 Сирвидис Й.Ю. Технологии и средства механизации заготовки травяных кормов: автореф. дис... докт. техн. наук / Й.Ю. Сирвидис. – Елгава, 1991. – 37с.
- 2 Чурсинов Ю.А. Прогрессивные технологические процессы производства протеиновых кормов из зеленых растений: Автореф. дис... докт. техн. наук / Ю.А. Чурсинов. – Запорожье, 1980. – 41 с.
- 3 Мілько Д.О. Модель конверсії енергії корму в продукцію молочного скотарства / Д.О. Мілько // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 11, т. 5. – С. 142 - 147.
- 4 Воронецька І.С. Визначення собівартості молока на основі енергетичної оцінки кормів / І.С. Воронецька, О.М. Рибаченко, А.В. Тучик// Економіка АПК. - 2013. – С. 38-42.

5 *Гарькавий А.Д.* Технолог – експлуатаційні основи розробки комплексів машин для збирання трав: автореф. дис... докт. техн. наук / *А.Д. Гарькавий.* – Київ, 1995. – 48 с.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ КОРМООБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВАНИИ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВА КОРМОВОГО СЫРЬЯ

Милько Д.А.

Аннотация

В статье наведены основные принципы определения параметров операций технологических процессов кормообеспечения, какие наиболее влияют на сохранение питательных веществ в процессе их заготовки, сохранения и приготовления. Вводимое понятие коэффициентов сохранения питательных веществ, использование каких, дает возможность количественной оценки используемых технологий и технических средств.

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF FEED-SUPPLYING SYSTEM DEVELOPMENT BASED ON THE RAW FEED QUALITY PRESERVATION

D. Milko

Summary

The article outlines the basic principles for determining the parameters of the operations of feed-supplying technological processes that most influence the nutrients preservation while their procurement, storage and preparation. The introduced concept of nutrients preservation coefficients, the usage of which makes it possible to quantify the applied technologies and technical means.

УДК 631.363:636.087:[662.818]

ПАРАМЕТРИ КУЛІСНОГО КОРОМИСЛО-ПОВЗУННОГО ПРЕСА-БРИКЕТУВАЛЬНИКА

Бакарджиев Р. О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38(0619)420-570

Гриценко В.Т., інженер.

Інститут олійних культур УААН

Тел.: +38(0612)239-950

Анотація - наведені методика і результати обґрунтування конструктивно-експлуатаційних параметрів кулісного коромисло-повзунного преса-брикетувальника для брикетування паливних брикетів з некормових рослинних залишків та макухи з метою забезпечення подвійної дії поршня на заключній стадії ущільнення брикету і збільшення часу утримування його у стисненому стані.

Ключові слова - прес-брикетувальник, рослинні залишки, макуха, паливні брикети.

Постановка проблеми. Останнім часом зріс інтерес до поновлюваних джерел енергії, зокрема неїстівних відходів рослинного походження, у тому числі соломи зернових, дрібнонасіньових олійних культур та лушпинної фракції їхнього насіння, отриманої після переробки його на олію та сепарації макухи [1]. Але вадою її використання для паливно-енергетичних цілей є необхідність підвищення енергетичної щільності, яке виконується брикетуванням.

Аналіз останніх досліджень. Для брикетування рослинних відходів на паливо брикети використовуються штемпельні брикетні преси, які можуть брикетувати довгостеблову масу. При цьому застосовуються типи: кривошипно-коромисловий; кривошипно-шатунний; кривошипно-колінний; кривошипно-важільний; важільно-кривошипний; кривошипно-шарнірний [2].

Найчастіше застосовуються більш прості аксіальні або дезаксіальні кривошипно-шатунні механізми, проте їхнім недоліком є відсутність витримування утворюваного брикету під тиском, що знімає релаксацію напруги і тим самим підвищує щільність

брикету [3]. Хоч запропоновано ряд способів досягнення цього [4], але вони не знайшли широкого застосування через суттєве ускладнення конструкції машини.

Формулювання цілей статті. Проведений аналіз існуючих кінематичних схем приводів штемпельних пресів показав, що найбільш для них доцільно використовувати коромисло-повзунну схему, яка таку, що дає змогу виконувати додаткову дію поршня на ущільнений брикет. Подальше удосконалення такої схеми наведено в даній статті.

Основна частина. При роботі брикетного преса повний хід поршня S повинен становити [4]

$$S = l_{\text{мп}} + d + \frac{8}{3\pi}d + l_p, \quad (1)$$

де d - діаметри матриці й діаметр вхідного отвору в пресувальну камеру;
 $l_{\text{мп}}$ - відстань від краю вхідного отвору в пресувальну камеру до крайнього ближнього положення поршня (перебіг поршня);
 l_p - величину пружного розширення спресованого брикету в матриці.

Другий член многочлена виразу (1) представляє собою довжину приймальної камери, а третій - довжину камери стиснення.

Так як рекомендований діаметр становить $d = 70$ мм [4], величина пружного розширення спресованого брикету в матриці $l_p = 5$ мм то, згідно з вищенаведеним виразом, хід поршня попередньо приймаємо рівним $S = 170$ мм, тоді перебіг поршня становить $l_{\text{п}} = 36$ мм [4].

Кінематична схема кулісного коромисло-повзунного механізму преса наведена на рис.1.

Розміри елементів кінематичної схеми прийняті виходячи даних [4] становлять: радіус коромисла $R = 375$ мм, довжина шатуна коромисла $L = 375$ мм, радіус кривошипа $\rho = 45$ мм, радіус куліси $r = 56$ мм, довжина шатуна кривошипа $l = 315$ мм, відстань між осями обертання кривошипа і куліси $e = 24$ мм, частота обертання кривошипа 1.25 об/с.

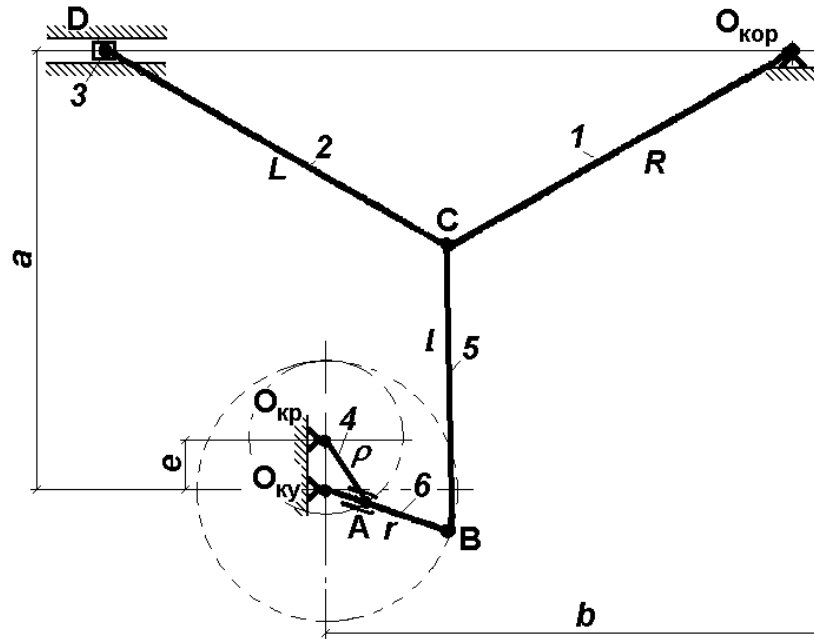


Рис. 1. Кінематична схема кулісного коромисло-повзунного преса-брикетувальника: 1 - коромисло; 2 - шатун поршня; 3 - поршень; 4 - кривошип; 5 - шатун кривошипа; 6 – куліса.

Кінематичний розрахунок механізму виконується у модулі APM Slider програми APM WinMachine 9.0 [5].

Отримана графічна залежність переміщення поршня від кута повороту кривошипа (відраховуючи від ближньої мертвої точки поршня) кулісного коромисло-повзунного представлена на рисунку 2. Для порівняння на цьому ж рисунку представлено також характер переміщення поршня дезаксіального кривошипно-шатунного механізму таким же ходом поршня (радіусом кривошипа 85 мм) і довжиною шатуна кривошипа 315 мм.

Аналіз рисунку 2 свідчить, що під час роботи кривошипа кулісного коромисло-повзунного прес-брикетувальника поршень виконує подвійну дію на брикет, утримуючи його у стисненому стані на протязі кута повороту кривошипа від 120° до 240° , тобто більш ніж третину тривалості циклу.

На рисунку 3 наведено зміну швидкості переміщення поршня у залежності від його положення відраховуючи також від ближньої мертвої точки поршня. З нього видно, що максимальна швидкість переміщення поршня припадає саме на ділянку ущільнення, що викликає його динамічну дію на масу.

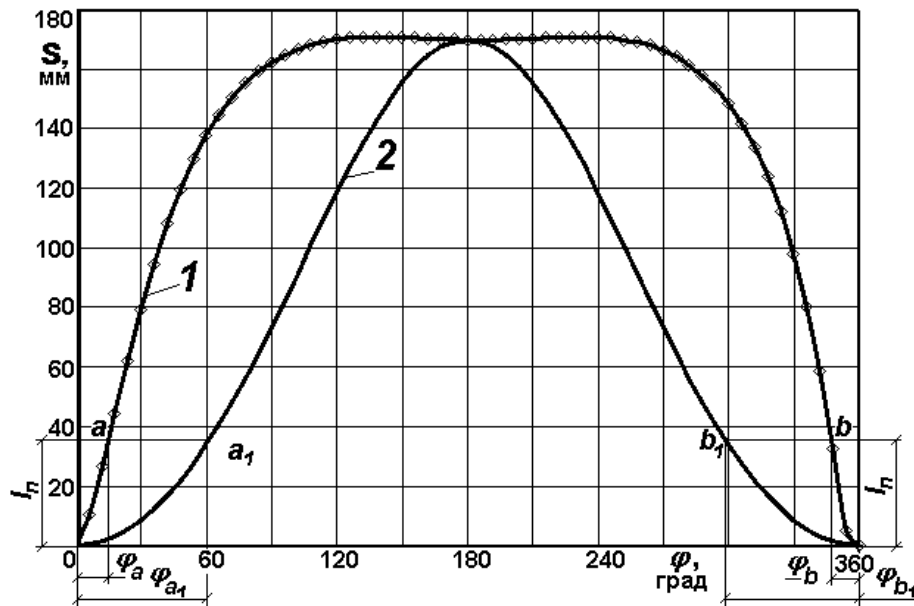


Рис.2. Залежність переміщення поршня від кута повороту кривошипа кулісного коромисло-повзунного (1) і кривошипно-шатунного (2) механізму.

Параметри роботи кулісного коромисло-повзунного брикетного преса визначаються виходячи з їхнього узгодження з режимами самого ущільнення.

Визначення продуктивності процесу заповнення приймальної камери ілюструється на рисунку 2. На ньому по осі ординат відкладається величина перебігу поршня l_n і проводиться лінія, паралельна осі абсцис. Абсциси точок a і b її перетину з кривою 1 та точок a_1 і b_1 її перетину з кривою 2, кути повороту при перебігу поршня при робочому і холостому ході. У числовому вигляді вони мають значення $\varphi_a = 15.13^\circ$, $\varphi_b = 12.8^\circ$, $\varphi_{a1} \approx \varphi_{b1} = 61.92^\circ$.

За основу визначення конструктивно-експлуатаційних показників кулісного коромисло-повзунного брикетного преса взято параметри створеного раніше брикетувальника для утилізації рослинних матеріалів [4]. Ці данні, а також порівняльні данні дезаксіального кривошипно-шатунного преса наведені в таблиці 1.

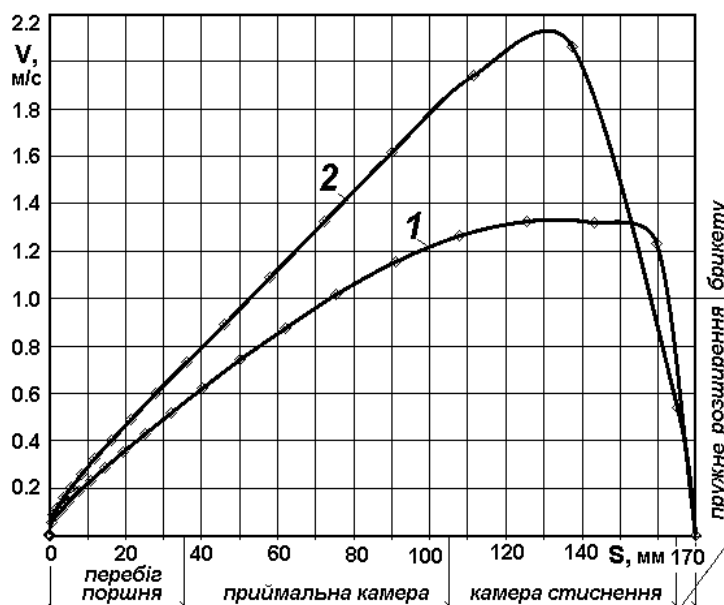


Рис. 3. Зміна швидкості переміщення поршня в залежності від його положення: 1 - прямий, 2 - зворотний хід поршня.

Таблиця 1 - Конструктивно-експлуатаційні показники брикетного преса

Показник	Тип	
	кулісний коромисло-повзунний	Кривошипно-шатунний
1	2	3
Діаметр приймальної камери d , м	0,07	
Хід поршня S , мм	170	
Об'єм приймальної камери V_0 , см^3	229	
Радіус кривошипа ρ , мм	45	85
Радіус куліси r , мм	56	-
Відстань між осями обертання кривошипа і куліси e , мм	24	-
Довжина шатуна кривошипа, l , мм	315	
Довжина шатуна коромисла, L , мм	375	-
Радіус коромисла R , мм	375	-
Частота обертання кривошипа n , об/с	1,094	1,25
Відстань між віссю обертання куліси і поршнем a , мм	445	-
Горизонтальна відстань між осями обертання куліси і коромисла b , мм	395	-
Продуктивність брикетувальника, Q , кг/с	0,097	
Продуктивність завантаження, Q_z , кг/с	1,253	0,283
Щільність маси в приймальній камері ρ_0 , кг/м^3	531,5	

Продовження таблиці 1		
1	2	3
Маса брикету M , г	122	
Пружне розширення брикету Δ , мм	5	
Щільність брикету ρ_b , кг/м ³	800	700
Висота брикету h , м	0,039	0,045
Тривалість завантаження приймальної камери t_z , с	0,071	0,275
Зростання щільності брикету k	1,505	1,317

З представленої таблиці видно, що кулісний коромисло-повзунний прес-брикетувальник однакової продуктивності з кривошипно-шатунним виготовляє брикети більшої щільності і меншої висоти, проте хоч він і характеризується меншою частотою обертання приводного кривошипа, через суттєву затримку поршня у крайньому робочому положенні має значно тривалість завантаження приймальної камери і вимагає більшої продуктивності живильника, що подає масу в камеру.

Висновки. Запропонована методика розрахунку кулісного коромисло-повзунного преса-брикетувальника паливних брикетів з рослинних залишків дає змогу визначити його основні конструктивно-експлуатаційні параметри. При роботі такого преса відбувається подвійна дія поршня на брикет, яка супроводжується витримуванням брикету під тиском. Це сприяє збільшенню щільності брикету і зняттю в ньому релаксаційних напружень.

Література.

1. Гриценко В.Т. Технологічний процес виділення білкової фракції з макухи насіння олійних культур/ В. Т. Гриценко// Каталог інноваційних технологій за результатами Всеукраїнського конкурсу інноваційних технологій. - К., 2006. - С. 139–143.
2. Живов Л. И.. Кузнечно-штамповочное оборудование. Прессы / Л. И. Живов, Г. А. Овчинников. - Харьков: Изд-во ХГУ, 1966. - 456 с.
3. Бакарджиев Р. О. Дослідження властивостей ущільнюваних стеблових матеріалів / Р. О. Бакарджиев, А. М. Побігун // Таврійська державна агротехнічна академія. - Мелітополь: ТДАТА. - Вип.1.- Т.20 - С. 87- 90.
4. Бакарджиев Р. А. Обоснование конструктивных параметров и режимов работы пресс-брикетировщика для утилизации растительных материалов: дисс. канд. техн. наук: спец. 05.20.01 / Бакарджиев Роман Александрович. - Мелітополь, 1997. – 168 с.

5. АРМ WinMachine 9.0 - Система автоматизированного расчета машин механизмов и конструкций/ НТЦ АПМ. - М.: 2005.

ПАРАМЕТРЫ КУЛИСНОГО КОРОМЫСЛО-ПОЛЗУННОГО ПРЕССА-БРИКЕТИРОВЩИКА

Бакарджиев Р. А., Гриценко В.Т.

Аннотация

Приведена методика и результаты обоснования конструктивно-эксплуатационных параметров кулисного коромысло-ползунного прес-брикетировщика для брикетирования топливных брикетов из не кормовых растительных остатков и жмыха с целью обеспечения двойного действия поршня на заключительной стадии уплотнения брикета и увеличение времени содержания его в сжатом состоянии.

PARAMETERS OF THE CRANK ROCKER-AND-SLIDER BRIQUETTING – PRESS

R. Bakardzhiyev, V. Gritsenko

Summary

The article deals with the technique and results of grounding design parameters of data-operational crank rocker-cold slider briquetting-press for bricketing fuel briquettes not of fodder vegetative rests and an oil cake with the purpose of maintenance of the piston double action at a final stage of a briquette condensation and the increase of its keeping time in the compressed condition.

УДК 631. 365.3+631.563.2

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ СУШІННЯ ЛИСТОСТЕБЛОВИХ МАТЕРІАЛІВ АКТИВНИМ ВЕНТИЛЮВАННЯМ

Котов Б. І., д.т.н.

*Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

Кузьменко В.Ф., к.т.н.

Національний науковий центр «ІМЕСГ»

Тел.: +38 (0619) 42-05-70

Анотація - розглянуто побудову математичної моделі сушіння стеблових рослинних матеріалів в штабелі активним вентилюванням.

Ключові слова – листостеблові матеріали, сушіння, математична модель.

Постановка проблеми. Сушіння сільгосппродуктів і матеріалів, як метод консервації, підготовки до зберігання та подальшої переробки є одним із основних процесів післязбиральної обробки продукції рослинництва.

Сучасні теплові сушарки, на яких традиційно висушують рослинні продукти, не придатні для сушіння листостеблових матеріалів (пров'ялені трави, льоноσιрoвина, рослинно-насі́ннєвий ворох, та ін.). Тому для досушування таких продуктів, як свідчить світовий досвід, доцільним і перспективним на найближчий час є метод активного вентилювання атмосферним або нагрітим (на 4-6 °С) повітрям. Сутність метода полягає в тому, що укладена в штабель попередньо пров'ялена в полі маса, досушується фільтрацією примусово поданого повітря. В процесі вентилювання штабелю повітря одночасно підводить теплоту, а також випаровує і видаляє вологу. При цьому, як показує практика, тільки частина енергії нагрітого повітря витрачається на видалення вологи. Частина теплоти втрачається з потоком повітря, що видаляється. Для більш повного відпрацювання повітря, як сушильного агента, виключення небажаного явища випадання вологи в верхньому шарі штабеля необхідно визначити і реалізувати оптимальний режим вентилювання. Таким чином для розрахунку і керування процесом досушування

рослинної маси в штабелі необхідно розробити математичну модель, яка відтворює реальний процес змінення вологості продукту і параметрів повітря в часі і за координатами (в просторі).

Аналіз останніх досліджень. Математичні моделі процесів періодичного сушіння рослинних матеріалів наведені в узагальнюючих роботах [1,2,3] та окремих працях [4,5], як правило використовують кінетичну залежність О.Ликова з експериментально визначеними закономірностями змінення коефіцієнта сушіння. При цьому практично не враховуються такі вагомні фактори як самозігрівання при виділенні біологічної теплоти, нерівномірність розподілу маси продукту за висотою штабеля та інші.

Формулювання цілей статті. Розробити математичну модель динаміки сушіння рослинних матеріалів з урахуванням розподілу насипної щільності за висотою штабеля і виділення біологічної теплоти.

Основна частина. Розглянемо нерухомий шар дисперсного матеріалу крізь який фільтрується повітря, в одному напрямку (одномірна задача). Вологий матеріал виділяє теплоту, яка разом з теплою повітря витрачається на видалення вологи; величина насипної щільності матеріалу має максимальне значення в місці входу потоку повітря і зменшується в напрямку його руху.

В основу фізичної моделі покладено дифузійно - конвективний перенос вологи від матеріалу до омиваючого його повітря.

Специфіка сушіння нерухомого фільтрованого шару дисперсного матеріалу (яким є штабель листостеблової рослинної маси) полягає в тому, що швидкість змінення вологовмісту частинок матеріалу, які знаходяться на певній висоті в середині шару, залежить тільки від параметрів (температура, вологість) повітря на цій висоті.

Розподіл вологовмісту повітря за висотою шару матеріалу (вважаємо, що сушильний агент-повітря фільтрується крізь шар знизу вверх) визначається із матеріального балансу (кількість вологи, що виділяється з матеріалу повністю поглинається повітрям). Для шару маси елементарної висоти dz , зважаючи на наявність режиму повного витіснення при фільтраційному русі повітря крізь шар, з масовою швидкістю G та вологовмістом X рівняння матеріального балансу буде мати вигляд

$$-\frac{\partial(G \cdot x)}{\partial z} dz = \rho_0 F_p \frac{\partial u}{\partial \tau} dz \quad . \quad (1)$$

Враховуючи, що $G = F_p \cdot \vec{v} \cdot \rho_v$, після спрощень отримаємо

$$v \frac{\partial x}{\partial z} + \frac{\partial u \cdot \rho_0}{\partial \tau \cdot \rho_v} = 0, \quad (2)$$

де x - вологовміст повітря, кг/кг с. р;
 u - вологовміст матеріалу кг/ кг с. р;
 F_p - площа повіторозподільчої решітки, м²;
 ρ_v, ρ_0 - густина повітря і сухої речовини матеріалу кг/м³,
 v – швидкість повітря, м/с.

Для опису кінетики сушіння елементарного шару матеріалу приймається рівняння, що характеризує швидкість масопередачі крізь поверхню розділу фаз (рідкої частини твердого матеріалу і повітря), що відповідає закону Дальтона.

$$j_m = K(P_1 - P_2), \quad (3)$$

де j_m - інтенсивність вологопереносу, кг/с м²;
 P_1, P_2 - парціальний тиск вологи повітря на поверхні матеріалу і повітрі, Па;
 K - коефіцієнт масопередачі, кг/с·Па.

Якщо в якості рухомої сили масопереносу використовувати різницю вологовмісту повітря при термодинамічних умовах на поверхні матеріалу і в потоці омиваючого повітря, то інтенсивність вологовидалення з поверхні матеріалу можна виразити рівнянням

$$j_n = \sigma_x (x_n - x_n) \cdot S, \quad (4)$$

де σ_x - коефіцієнт випаровування, кг/м²·год;
 x_n, x_n - вологовміст насиченого повітря, при температурі поверхні і вологовміст повітря, кг/кг с.п.;
 S – поверхня, м².

Вологовміст насиченого повітря визначається відомим співвідношенням

$$x_i = 0,622 \frac{P_i}{P - P_i}. \quad (5)$$

Оскільки величина барометричного тиску P повітря набагато вища за парціальний тиск насиченого повітря $P \gg P_n(t)$ в межах температури $t = 15-30^\circ\text{C}$, то використовуючи лінійну апроксимацію залежності $P_n(t) = a_1 \theta$, співвідношення (5) можна спростити

$$X_{\pi} = \frac{0.622}{P} a_1 \theta, \quad (6)$$

де θ – температура поверхні матеріалу, °С; a – коефіцієнт.

Початкова вологість трав, які підлягають досушуванню, набагато більша (45-50 %) за вологість інших матеріалів, тому в процесі сушіння в рослинній масі виділяється значна кількість біологічної теплоти, що приводить до збільшення її температури. Інтенсивність виділення теплоти і, відповідно самозігрівання, в значній мірі залежить від вологості рослин [1] і припиняється тільки при зниженні вологості до 15-17 %. Апроксимація експериментальних даних [1] дозволяє, в першому наближенні, визначити лінійну залежність величини температури матеріалу від його вологості при самозігріванні: $\theta = a_2 \cdot u$. Таким чином, виключаючи з подальшого аналізу температуру матеріалу визначимо вологовміст повітря в поверхневому шарі матеріалу в стані насичення (7) спрощеним співвідношенням: $\chi_{\pi} = a \cdot u$, де a – стала величина, яка визначається з експерименту.

Інтенсивність вологопереносу, за визначенням виражається як $j_m = -m_0 \frac{du}{d\tau}$, тоді з рівняння (4) з урахуванням вищевказаних посилок отримаємо рівняння кінетики сушіння

$$-\frac{du}{d\tau} = K \cdot \sigma_0 (a \cdot u - x), \quad (7)$$

де $\sigma_0 = \frac{S}{m_0}$ – питома поверхня рослинної маси, м²/кг.

Розділимо обидві частини рівняння (7) на a

$$-\frac{du}{d\tau} = K \cdot \sigma_0 \cdot a \left(u - \frac{x}{a}\right) = K_1 (u - u_p), \quad (8)$$

де $u_p = \frac{\chi}{a}$, $K_1 = K \cdot \sigma_0 \cdot a$

Таким чином отримане рівняння за своєю структурою аналогічно рівнянню кінетики сушіння О.В. Ликова [2,3] для періоду падаючої швидкості і кінетичні коефіцієнти K_1 та a можна визначити на основі експериментальних даних по висушуванню елементарного шару рослинної сировини.

Приймаючи за даними експериментів [1], що насипна щільність трав'яної маси в штабелі висотою до 5 м змінюється за експоненціальним законом

$$\rho_0 = \rho_1 \cdot e^{-kz}. \quad (9)$$

Отримуємо систему диференціальних рівнянь

$$\nu \frac{\partial \chi}{\partial z} = \frac{\rho_1}{\rho_v} \frac{\partial u}{\partial \tau} e^{-kz} \quad . \quad (10)$$

$$-\frac{\partial u}{\partial \tau} = K_1(au - \chi) \quad . \quad (11)$$

Оскільки система рівнянь (10), (11) чіткого аналітичного розв'язку не має застосовуємо наближення рішення. Приймаючи, що вологовміст повітря змінюється тільки за координатою отримаємо рішення рівняння (11) за початкових умов

$\tau = 0$; $u = u_0$; (де u_0 - початковий вологовміст матеріалу) у вигляді

$$u(\tau) = \frac{\chi}{a} + (u_0 - \frac{\chi}{a})e^{-k, a\tau} \quad . \quad (12)$$

Диференціюючи вираз (12) і порівнюючи отримане рівняння, з рівнянням (10) отримано нове рівняння

$$\frac{\partial \chi}{\partial z} = f(\tau)(u_0\alpha - \chi)e^{-kz} \quad , \quad (13)$$

$$\text{де } f(\tau) = \frac{\rho_1 k_1}{\nu \rho_v} e^{-k, a\tau}$$

Розв'язок рівняння (13) за граничних умов: $z=0$; $x_0=x_1$ (x_0 – значення вологовмісту повітря на вході в шар матеріалу) дає можливість отримати нестационарний розподіл вологовмісту за висотою шару матеріалу, що вентилюється у вигляді

$$x(z, \tau) = au_0 - (au_0 - x_0)e^{-p(z, \tau)} \quad , \quad (14)$$

$$\text{де } p(z, \tau) = \frac{\rho_1 K_1}{\nu \rho_v K} e^{-K_1 a \tau} (1 - e^{-Kz}) \quad .$$

З рівнянь (11) і (14) отримаємо нестационарний розподіл вологовмісту матеріалу за висотою штабелю рослинної маси при фільтрації повітря

$$u(z, \tau) = u_0 e^{-aK_1 \tau} + (1 - e^{-aK_1 \tau}) [u_0 - (u_0 - u_p) e^{-p(z, \tau)}] \quad . \quad (15)$$

Отримані рівняння (14 і 15) дозволяють визначити змінення вологовмісту (абсолютної вологості) матеріалу і повітря, що фільтрується за часом і координатою (висотою штабелю) при різних режимах примусового вентилявання.

Таким чином, в межах зроблених припущень, задача визначення нестационарних профілів вологовмісту матеріалу за висотою нерухомого шару, що фільтрується повністю вирішується.

Необхідно відмітити, що структура наведених вище співвідношень, отриманих на основі рівнянь масообміну в цілому співпадають із структурою відповідних співвідношень отриманих на основі рівнянь теплообміну [6].

Висновки. Отримано математичну модель процесу досушування листостеблової маси активним вентиляванням, яка дозволяє визначити зміни вологості матеріалу в часі і за висотою при наявності біологічних тепловиділень. В моделі враховане природне ущільнення матеріалу, і розподіл густини за висотою.

Література.

1. *Пятрушевичюс В.И.* Активное вентилирование травяных кормов. / *В.И. Пятрушевичюс, В.М. Любарский.* - Л: Агропромиздат, 1986. - 95с.
2. *Мальтри В.* Сушильные установки сельскохозяйственного назначения / *В. Мальтри, Э. Петке, Б. Шнайдер.* - М: Машиностроение, 1979. – 525 с.
3. *Дідух В.Ф.* Підвищення ефективності сушки сільськогосподарських рослинних матеріалів / *В.Ф. Дідух.* - Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2002. - 165 с.
4. *Котов Б.И.* К определению динамики сушки трав в плотном слое / *Б.И. Котов* / Механизация и электрификация сельского хозяйства. - К.: 1985. - Вып.61. - С. 58-60.
5. *Котов Б.И.* Ідентифікація закономірності тепло- і масоперенесення в процесах охолодження і зберігання рослинної сировини / *Б.И. Котов, В.О. Грищенко* / Збірник наукових праць КДТУ.– Кіровоград, 2004. - Вип. 3. – С. 80-83.
6. *Фролов В.Ф.* Моделирование сушки дисперсных материалов/ *В. Ф. Фролов.* - Л.: Химия, 1987. – 208 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ СУШКИ ЛИСТОСТЕБЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ АКТИВНЫМ ВЕНТИЛИРОВАНИЕМ

Котов Б. И., Кузьменко В.Ф.

Аннотация

В статье рассмотрено построение математической модели сушки стебельчатых растительных материалов в штабеле активным вентилярованием.

MATHEMATICAL MODEL OF DYNAMICS OF LEAFSTEM MATERIALS DRYING BY ACTIVE AERATION

B. Kotov, V. Kuzmenko

Summary

The construction of mathematical model of stem vegetable materials drying in a stack by active aeration is considered in the article.

УДК 621.787.4

ОБГРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ РОЗКОЧУВАННЯ ПРИ РЕМОНТІ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИНУВАННЯМ

Гранкін С.Г., к.т.н.,

Гранкіна О.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. +38(0619)422074

Анотація – в статті розглянуті деякі аспекти технології ремонту деталей способом пластинування. Цей спосіб дозволяє багаторазово відновлювати роботоздатність деталей, має менші показники енерговитрат порівняно з іншими способами відновлення на номінальний розмір. На підставі проведеного математичного моделювання процесу поверхнево-пластичного деформування додаткової деталі – згортної втулки, виявлена залежність зусилля розкочування від кратності обробки та радіусу ролика за умов зміцнення на задану глибину та отримання шорсткості поверхні відповідно нормативно-технологічної документації; визначені оптимальні значення параметрів робочого інструмента (кількість роликів, радіус ролика та зусилля притискання одного ролика), побудована номограма, що спрощує вибір цих параметрів на прикладі ремонту гільз дизельних двигунів.

Ключові слова - ремонт, пластинування, згортна втулка, поверхнево-пластичне оброблення, математичне моделювання, зміцнення, шорсткість, гільза, режими обробки.

Постановка проблеми. Визначення режимів поверхнево-пластичного оброблення пов'язане з достатньо трудомісткими експериментальними дослідженнями. На теперешній час на підставі результатів практичних розробок, теоретичних досліджень щодо процесів поверхнево-пластичного деформування мікрооб'ємів металевих поверхонь та розвитку програмного забезпечення математичного моделювання процесів з'явилась можливість встановлення узагальнених взаємозалежностей параметрів, які характеризують технологічні параметри процесу розкочування. Метою моделювання є дослідження взаємозв'язку між параметрами поверхнево-пластичного деформування та конструктивними характеристиками інструменту, який забезпечить визначені оптимальні значення розкочування.

Аналіз останніх досліджень. Одним із методів відновлення деталей машин постановкою додаткових елементів є метод пластинування, достатньо широко розроблений за останні два десятиліття. Суть методу пластинування деталей полягає у використанні в якості додаткового елемента металевої пластини, певним чином зформованої і встановленої на попередньо підготовлену поверхню деталі. Основне технологічне завдання – це забезпечення високих експлуатаційних властивостей відновленої поверхні, створенням визначеної шорсткості та зміцненням робочої поверхні згортної втулки. Технологічні рекомендації щодо пластинування поверхонь валів, корпусних деталей наведені в низьці робіт, але питання математичного моделювання процесів пластинування внутрішніх циліндричних поверхонь за допомогою роликового інструменту на теперешній час ще розкриті недостатньо, тому є актуальними.

Формулювання цілей статті.

1. Розробка математичної моделі процесу розкочування згортної втулки при ремонті гільз двигунів.

2. Побудова номограми для визначення параметрів роликового інструменту за умови забезпечення оптимальних режимів розкочування згортної втулки.

Основна частина. Графічна інтерпретація результатів обробки статистичних даних про характер та величини зносу внутрішньої поверхні гільз дизельних двигунів СМД – 60, збір яких виконувався в Оріхівському та Пологовському районах Запорізької області, наведено на рисунку 1.

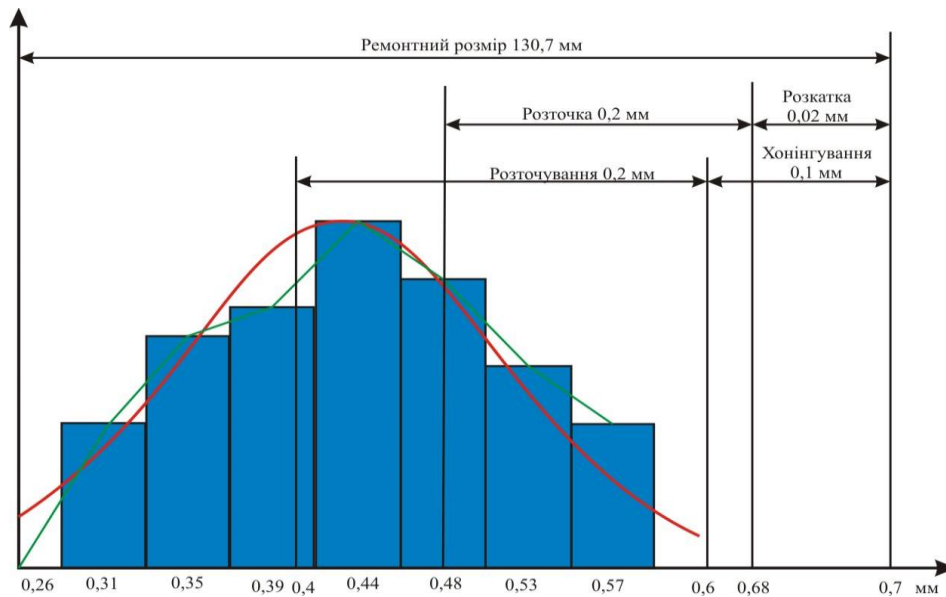


Рис. 1. Розподіл зносів гільз циліндрів та схема визначення розмірів гільз, придатних до відновлення із застосуванням хонінгування або розкочування.

З наведеної на рисунку 1 схеми значення граничного зносу внутрішньої поверхні гільз, які придатні до відновлення зі застосуванням хонінгування, дорівнюють 0,4мм, зі застосуванням розкочування – 0,48мм.

Відповідно відсоток деталей, які набули вказані розміри, для нормального розподілу визначається за формулою[1]

$$F(t) = F(t_i - t/\delta), \quad (1)$$

де t – середнє значення розподілу зносу, мм;

δ – середньоквадратичне відхилення;

t_i – величина i -го зносу, мм.

$$F = (0,4) = F(0,40 - 0,426 / 0,0696) = F(-0,374) = 1 - F(0,374) = 1 - 0,64 = 0,36;$$

$$F = (0,48) = F(0,48 - 0,426 / 0,0696) = F(0,776) = 0,78.$$

Таким чином, при застосуванні в якості фінішної обробки хонінгування придатними для ремонту є 36% деталей, а при застосуванні розкочування – 78%, що значно поширює можливості застосування методу обробки на ремонтний розмір. Відновлення внутрішніх поверхонь гільз поверхнево-пластичним деформуванням - розкочуванням, дозволяє практично в два рази збільшити обсяг деталей, придатних до ремонту. Це пояснюється значним зменшенням припуску на фінішне оброблення для хонінгування - 0,1 мм, для поверхнево-пластичного деформування - до 0,02мм.

У випадку унеможливлення обробки на ремонтний розмір перспективним виявився спосіб пластинування, тобто встановлення

додаткової ремонтної деталі. Цей спосіб полягає у фіксації додаткової деталі в гільзі із одночасним створенням визначеної шорсткості та зміцненням поверхні розкочуванням.

Для забезпечення шорсткості робочої поверхні згортної втулки у відповідності з нормативно-технологічною документацією на відновлення та зміцнення її на всю товщину пластини, необхідно визначити зв'язок чинників, які впливають на ці процеси.

Процес зміцнення описується формулою [2]

$$P = 1,05 \cdot \sigma_n \cdot d \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \ell_{\max} \cdot R_p \cdot R_\partial}{R_d - R_p}} \cdot (1 + 0,35 \cdot \sqrt{\frac{R_d - R_p}{R_d}}) , \quad (2)$$

де σ_n – напруження в області контакту, МПа;

d – параметр об'єму деформування, мм;

$\ell_{\max}$ – максимальне зміщення інструменту, мм;

R_p – радіус ролика розкатника, мм;

R_∂ – внутрішній радіус деталі, яка розкочується, мм

Основні формули, за якими визначалися складові формули (2), наступні.

Напруження в області контакту σ_n визначається за формулою

$$\sigma_n = \frac{5,2 \cdot \sigma_s}{\sqrt{3}} , \quad (3)$$

де σ_s – опір матеріалу пластичному деформуванню, МПа;

Лінійний параметр об'єму деформування d , мм, визначається за експериментальною залежністю

$$d = \frac{h^2}{2,25} , \quad (4)$$

де h – товщина пластини, яка обробляється, мм.

Максимальне зміщення інструменту $\ell_{\max}$, мм, визначається за формулою

$$\ell_{\max} = \frac{S_z \cdot d}{R_{i\partial}} , \quad (5)$$

де S_z – подача інструмента, мм.

Подача інструмента S_z , мм, розраховується за формулою

$$S_z = \frac{d + d_1}{n} , \quad (6)$$

де d_1 – параметр об'єму деформування, мм;

$$d_1 = 0,39 \cdot d^2 , \quad (7)$$

n – кратність обробки. Рекомендоване значення n становить від 3 до 10.

R_{np} – профільний радіус, мм, який визначається за формулою

$$R_{np} = \frac{B \cdot d}{\Gamma}, \quad (8)$$

де B – емпіричний коефіцієнт; $B=4,5-5,4$. Для розрахунків приймається, $B=5,2$.

Γ – інтенсивність деформації. Для сталі У8А $\Gamma=0,7$.

Для отримання залежності зусилля розкочування P від радіусу ролика R_p та кратності обробки n за умови зміцнення на задану глибину, в формулу (2) підставляємо формули (5) і (6)

$$P = 1,05 \cdot \sigma_n \cdot d \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (d + d_1) \cdot d \cdot R_p \cdot R_d}{n \cdot (R_d - R_p)}} \cdot (1 + 0,35 \cdot \sqrt{\frac{R_d - R_p}{R_d}}). \quad (9)$$

Аналітична залежність отримання заданого параметра шорсткості поверхні [3]

$$R_a = \frac{0,05 \cdot P^{0,65} \cdot S_z^{0,65} \cdot R_z^{0,5}}{R_{np}^{1,2}}, \quad (10)$$

де R_a – шорсткість поверхні, яку потрібно отримати, мкм;

R_z – шорсткість початкова, мкм.

З формули (10) визначається зусилля розкочування P

$$P = \sqrt[0,65]{\frac{R_a \cdot R_{np}^{1,2}}{0,05 \cdot S_z^{0,65} \cdot R_z^{0,5}}}. \quad (11)$$

Залежність зусилля розкочування від кратності обробки n за умови отримання заданої шорсткості поверхні з урахуванням формул (5) та (6)

$$P = \sqrt[0,65]{\frac{R_a \cdot R_{np}^{1,2}}{0,05 \cdot \left(\frac{d + d_1}{n}\right)^{0,65} \cdot R_z^{0,5}}}. \quad (12)$$

В процесі математичного моделювання поверхнево-пластичної обробки необхідно отримати зміцнення на всю товщину пластини, з якої виготовлена згортна втулка ($h=0,6$ мм) та шорсткість поверхні відповідно нормативно-технологічної документації не більше $R_a=0,32$ мкм. Розрахунки виконувались для деталі радіусом $R_d=65$ мм (гільзи СМД-60 з номінальним діаметром 130мм). Результатом моделювання

повинна бути загальна область перетинання поверхонь, які отримані за формулами (9) та (12).

Змінними параметрами виступатимуть під час моделювання

- радіус ролика (R_p), діапазон змінення R_p від 3 до 30мм;

- кратність обробки (n), діапазон змінення n від 3 до 10 шт. Під кратністю обробки розуміється кількість роликів в розкатнику.

Для обробки даних та побудови графічної інтерпретації математичної моделі використовували програму Maple.

Графічна інтерпретація математичної моделі (рис.2) показує ступінь впливу змінних параметрів на вихідні величини функції відгуку.

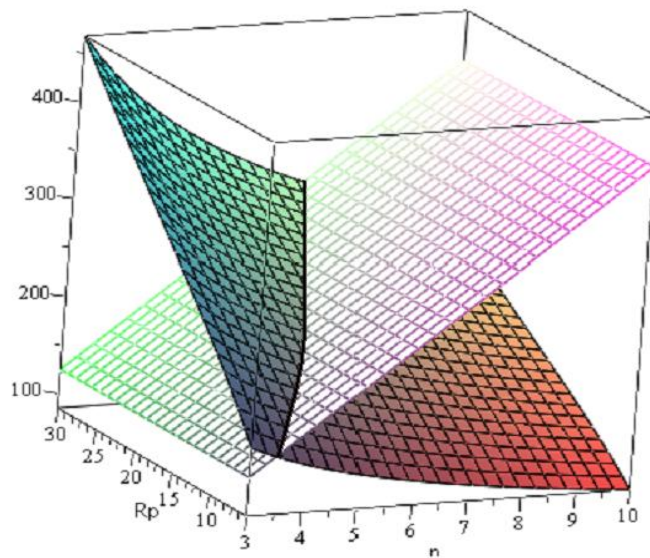


Рис. 2. Графічна інтерпретація математичної моделі процесу зміцнення та створення шорсткості при розкочуванні.

Оптимальне значення вхідних параметрів є лінія, яка утворена перетинанням поверхонь відгуку функцій і описується наступною залежністю

$$P = 348,02 \cdot \sqrt{\frac{R_p}{n(R_p - R_d)}} + 1,874 \cdot \sqrt{\frac{R_p}{n(R_p - R_d)}} \cdot \sqrt{4225 - R_d \cdot R_p} + 20,81 \cdot n \quad (13)$$

Для практичного застосування побудована номограма (рисунок 3), за допомогою якої визначаються параметри ППД при відновленні гільз двигунів СМД-60(62) або діаметром 130мм. При визначенні параметрів необхідно враховувати, що значення кількості роликів повинно бути округлене до цілого більшого числа.

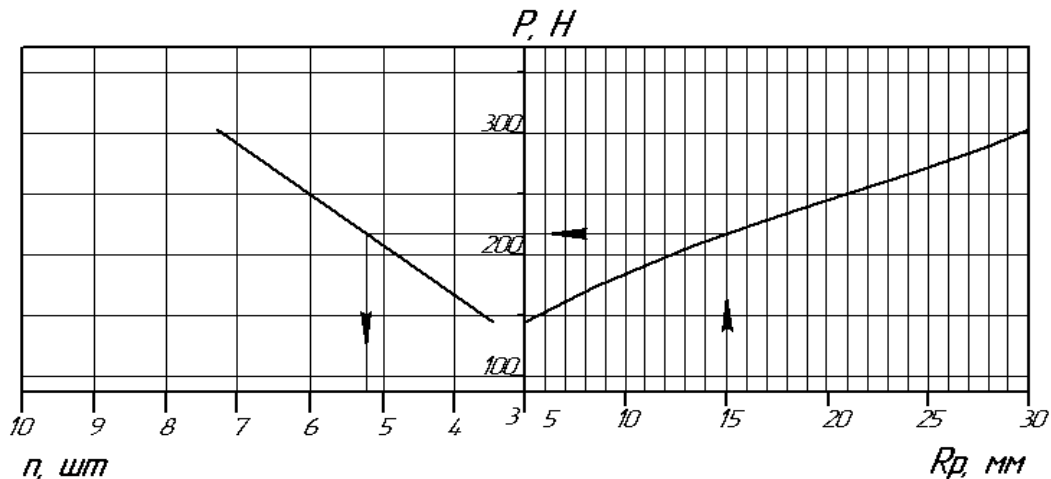


Рис. 3. Номограма для визначення зусилля розкочування P , радіусу R та кількості роликів розкатника n .

Висновки.

1. Застосування поверхнево-пластичної обробки при відновленні внутрішньої поверхні гільз дозволяє збільшити обсяг придатних для розточування на ремонтний розмір деталей в 1,5- 2рази.

2. Розроблена математична модель процесів, які є визначальними при ремонті гільз способом пластинування, дозволяє зробити обґрунтований вибір режимів розкочування згортної втулки та параметрів роликового розкатника, за допомогою якого виконується операція фіксації з одночасним зміцненням та створенням певної шорсткості.

Література.

1. Надійність сільськогосподарської техніки: підручник /за ред. *М.І. Черновола*. – Кіровоград: КОД, 2010. – 320 с.
2. *Смелянський В.М.* Механика упрочнения поверхностного слоя деталей машин в технологических процессах поверхностно-пластического деформирования / *В.М. Смелянський*. – М.: МАШМИР, 1992. – 60 с.
3. *Данг Ван Нгун*. Многокритериальная оптимизация режимов упрочнения обкатыванием на основе использования комплексного критерия / *Данг Ван Нгун, В.М. Смелянський* // Новая технология, оборудование, оснастка и инструмент для механической обработки и сборки: материалы семинара МДНТП им. Дзержинского, 1990. – С.56 – 63.

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАСКАТЫВАНИЯ ПРИ РЕМОНТЕ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИНИРОВАНИЕМ

С.Г. Гранкин, Е.В. Гранкина

Аннотация

В статье рассмотрены некоторые аспекты технологии ремонта деталей способом пластинирования. Этот способ позволяет многократно восстанавливать работоспособность деталей, имеет меньшие показатели энергозатрат в сравнении с другими способами восстановления деталей до номинального размера. На основании проведенного математического моделирования процесса поверхностно-пластичного деформирования дополнительной детали - свертной втулки, выявлена зависимость усилия раскатывания от кратности обработки и радиуса ролика при условии упрочнения на заданную глубину и получения шероховатости поверхности соответственно нормативно-технологической документации; определены оптимальные значения параметров рабочего инструмента (количество роликов, радиус ролика и усилия прижатия одного ролика), построена номограмма, которая упрощает выбор этих параметров на примере ремонта гильз дизельных двигателей.

GROUNDING THE MODES OF SURFACE PLASTIC DEFORMATION DURING PARTS REPAIR BY PLATE SETTING

S.Grankin, O.Grankina

Summary

The article deals with some aspects of parts repair technology by means of plastic deformation. This method allows to renew workability of details repeatedly, has less indexes of energy consumption comparatively with other ways of renewal to a nominal size. On the basis of the mathematical design of the process of superficially-plastic deformation of additional detail – screwed bush – the dependence of deformation effort on multipleness of treatment and radius of roller at the terms of strengthening on the set depth and receipt of surface roughness accordingly to normatively-technological documentation are found out; the optimal values of parameters of working instrument (amount of rollers, radius of roller and deformation effort of one roller) are defined, built nomogram which simplifies the choice of these parameters on the example of repair diesel engines cylinder-liners are defined.

УДК 621.436.004.67

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИЙ СПОСІБ ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ

Паніна В.В., к.т.н.,

Рябов Р.М., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. +38(0619) 42-20-74

Анотація – у статті розглядається питання створення ресурсозберігаючого способу відновлення гільз циліндрів в умовах господарств.

Ключові слова – латунювання, ФАБО, ресурсозберігаючий спосіб, господарство.

Постановка проблеми. В господарствах необхідно здійснювати велику кількість робіт, наприклад відновлення деталей власними силами та збереження енергетичних та матеріальних ресурсів.

Аналіз останніх досліджень. Технологічний процес відновлення гільз циліндрів пластинуванням складається з таких операцій:

- розточування й хонінгування циліндрів;
- виготовлення з стрічки мірних пластин;
- встановлення мірних пластин у спеціальне пристосування, де пластина згортається в кільце;
- запресування згорнутих пластин у гільзу (дві пластини, одна за другою);
- хонінгування поверхні пластин до заданого розміру з забезпеченням заданої форми поверхні гільзи.

Хонінгування розточеної поверхні гільз виконується, у першу чергу, для здобуття низької шорсткості поверхні гільзи, що потрібне для надійної нерухомої посадки запресованих пластин у гільзах ($R_a = 0,2-0,3$ мкм).

Метод розточування зношеної робочої поверхні й встановлення литої тонкостінної вставки з низьколегованого чавуну.

До теперішнього часу не досліджена можливість, доцільність і ефективність підвищення довговічності гільзи циліндра методом розточування зношеної робочої поверхні й встановлення литої тонкостінної вставки з низьколегованого чавуну, яка може

забезпечити зниження витрат при ремонті, а також високі вимоги експлуатації до цієї деталі.

До нового матеріалу, як найбільш твердого, можливо застосувати алмазне вирівнювання робочої поверхні й замінити хонінгування, яке є досить складним і трудомістким процесом. Це поліпшить експлуатаційні характеристики відновленої поверхні й надійність з'єднання: гільза - кільце - поршень.

Метод може мати такі переваги: дозволити отримати гільзи, розмір робочої поверхні (дзеркала) яких вийшов за межі дозволених. Проводити багатократне їх використання й виготовляти на існуючому заводському устаткуванні, що зменшить витрати на відновлення зношених деталей. Зникне необхідність придбання кілець і інших деталей ремонтних розмірів, а також дозволити застосувати поверхневе зміцнення методом алмазного вирівнювання робочої поверхні гільзи, що усуне необхідність операції хонінгування, яка є складним процесом і не забезпечує підвищення зносостійкості в період сталюючого зносу.

Метод контактного приварювання сталеві стрічки.

Для усунення руйнувань кавітацією у НПО "Ремдеталь" розроблений метод контактного приварювання сталеві стрічки на установці 011-1-07.

Після очищення гільзи визначають площу пошкоджень поверхні й вирізують заготовку з листа (Сталь10, 15, 20) або рулону стрічки завтовшки 0,3 мм. Стрічка повинна перекривати пошкоджену ділянку гільзи на 5-10 мм.

Алмазне плосковершинне хонінгування.

Один з прогресивних і зміцнюючих методів обробки гільз сьогодні є алмазне плосковершинне хонінгування, розроблене й впроваджене у виробництво інститутом надтвердих матеріалів АН України. Перевага його полягає у тому, що процес створення оптимального мікрорельєфу відбувається одночасно з хонінгуванням, тобто відпадає необхідність в окремій операції.

Метод термоусадки.

Відновлення гільз методом термоусадки полягає в тому, що в гільзі створюються внутрішні температурні напруженості, внаслідок чого внутрішній її діаметр зменшується. Температурні напруженості виникають безперервно - поступовими струмами високої частоти (СВЧ) і охолодження водою з спрею.

Технологічний процес відновлення гільзи циліндра складається з таких операцій: миття, дефектація, термоусадка, випробування, контроль.

Гільзи з тріщинами, обломом, забоїнами посадочних поверхонь, корозійними для кавітації руйнуваннями зовнішньої

поверхні завглибшки понад 1 мм, зносом внутрішньої поверхні понад 0,45 мм відновленню не підлягає.

Після теплового формозмінення, гільза підлягає механічній обробці, яка включає проточування зовнішньої поверхні й обробку до нормальних розмірів. Потім розточують внутрішню поверхню гільзи на вертикально-розточувальному верстаті 2Е78 різцями з гексаніта. Після розточування гільзи хонінгують алмазними брусками АСБ 63/50.

Формування цілей статті. Підвищення довговічності відремонтованих гільз, зниження трудомісткості їх ремонту шляхом розробки ефективної технології відновлення гільз циліндрів з використанням ФАБО.

Основна частина. Як альтернатива вирішення поставленої проблеми пропонується ресурсозберігаючий спосіб відновлення гільз – фрикційне латунювання. Фрикційне латунювання в парах тертя виробів машинобудування може замінювати дорогі і менш шкідливі для природного середовища способи нанесення покриттів, призначені для зменшення тертя і зносу, наприклад фосфатування, обробку перегрітою парою, азотування, гальванічне нанесення покриття з міді і ін.

Суть цього способу: внутрішня поверхня гільзи нарощується фрикційним методом, наприклад латунюванням, а притирка обмежується довжиною робочого переміщення поршня в його робочій орієнтації. Фрикційне латунювання - це процес переносу латуні на поверхню оброблюємої деталі під впливом сил тертя. Латунне покриття отримують шляхом тертя латунного прутка (інструмента) о поверхню деталі, змащуючи при цьому поверхню тертя гліцерином чи іншою спеціальною рідиною. При терті матеріал переноситься на сталеву поверхню деталі.

Особливості цього нового способу нанесення покриттів:

- надзвичайно низькі витрати матеріалу;
- низькі витрати механічної енергії;
- безпечність для довкілля;
- швидке нанесення покриття (декілька хвилин) за допомогою автоматизованого пристосування;
- стабільна і висока якість покриттів;
- заміна дорогих способів обробки поверхні;
- економічна доцільність при великій і середній серійності виробів.

Фрикційне латунювання рекомендується користувачам машин, оснащених деталями з таким типом покриттів. Ефект виявляється в:

- зниженні зносу на 40 % у змащених парах тертя із сталі і чавуну;

- підвищення продуктивності в результаті вищого ККД;
- усуненні схильності до схоплювання;
- вживання цього способу в процесі припрацювання;
- економії енергії унаслідок зменшення тертя.

Сфери застосування:

- пари тертя із сталі, особливо з високоякісної сталі і чавуну;
- деталі циліндричної і плоскої форми;
- при змазуванні пари тертя більшістю змащувальних матеріалів, а також водою, кислотами, лугами;
- особливо корисний цей спосіб при високій схильності поверхні до схоплювання і невеликого абразивного руйнування зони тертя;
- в цілях запобігання окисленню поверхонь при терті;
- для підвищення межі втоми деталей із сталі або чавуну.

Пристосування (на рис. 1) містить голівку 8 із стаканами 7, 16, в розрізних направляючих втулках 2, 15 якою переміщаються два рухливі штоки 6, 12. Через систему важелів зусилля від підпружиненої тяги 9 передається на штоки, і встановлені в них прутки 4, 14 притискаються до оброблюваної поверхні 3 з тиском 80... 120 МПа. Важелі 17 з'єднані шарнірно з кришкою 1 голівки і вилкою тяги.

Самовстановлення прутків латуні в процесі роботи забезпечується переміщенням вилки 11, що має паз, відносно болта 10. По мірі зносу прутки переміщуються в радіальному напрямі до гайок 5, 13 на 12 мм, що цілком достатньо для обробки комплектом прутків діаметром 0,4 мм декількох гільз діаметром 150 мм і завдовжки 264 мм.

Після зношування прутки замінюються новими. Для введення латунних прутків у гільзу підпружинена тяга віджимается спеціальною гайкою, внаслідок чого штоки зрушуються до центру.

Як матеріал покриття застосовували латунь Л62, як робоча рідина — суміш двох частин технічного гліцерину і однієї частини 10% -го розчину соляної кислоти. Після обробки гільзи ретельно промивали теплою водою, просушували і консервували.

Наявність в пристосуванні двох натираючих елементів, а також обставина, що при обробці внутрішніх поверхонь відсутнє розбризкування робочої рідини, дозволили підвищити швидкість обробки до $V = 0,5...0,6$ м/с при подовжній подачі $s = 0,22$ мм/об замість раніше прийнятих $V = 0,15...0,2$ м/с і $s = 0,1... 0,2$ мм/об.

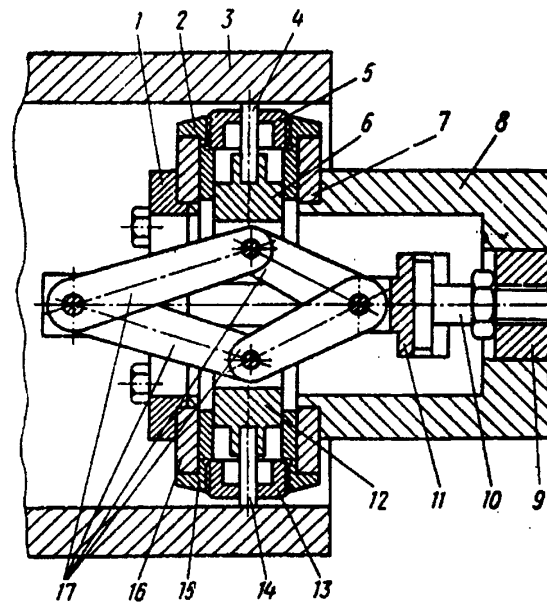


Рис. 1. Схема пристосування для фрикційного латунювання гільзи циліндрів: 1- кришка; 2 і 15 - направляюча втулка; 3 – оброблювальна поверхня; 4 і 14 – пруток; 5 і 13 – гайка; 6 і 12 – рухливий шток; 7 і 16 – стакан; 8 – голівка; 9 – підпружинена тяга; 10 – болт; 11- вилка; 17 – важелі.

В ході випробовувань вдалося визначити, що для чавунних зразків краще за все підходить латунь. Коефіцієнт сухого тертя ковзання у цій парі дорівнює 0,3, що значно вище ніж у інших металів (мідь 0,29; бронза 0,22), які використовуються у ФАБО.

Висновки. Запропанований спосіб відновлення гільз дозволяє знизити витрати матеріалу, замінити дорогі способи обробки поверхні, безпечно для довкілля та економічно доцільне при великій і середній серійності виробів.

Література.

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность): учебник / Д.Н. Гаркунов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: "Издательство МСХА", 2001. - 616 с. ил. 280.
2. Гаркунов Д.Н. Триботехника: (конструирование, изготовление и эксплуатация машин) - учебник / Д.Н. Гаркунов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: "Издательство МСХА". - 2002. - 632 с. ил. 250.
3. Гончаров Н.И. Технология восстановления и упрочнения деталей машин / Н.И. Гончаров, М.М. Бобырь, А.Н. Гончаров. – Краснодар, КГАУ, 2000. – 243 с.
4. Меркулов Е. Пластическое деформирование гильз / Е. Меркулов, Б. Гомзяков / Автомобильный транспорт. – 1980. – №9. – С. 16...17.

РЕСУРСОЗБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ

Панина В.В., Рябов Р.М.

Аннотация

В статье рассматривается вопрос создания ресурсозберегающего способа восстановления гильз цилиндров в условиях хозяйства.

RESOURCE-SAVING WAY TO RESTORE THE CYLINDER LINERS

V. Panina, R. Ryabov

Summary

The article deals with the question of creating the way of resource-saving to restore cylinder liners within the economy.

УДК 620.9.004:003.13

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ СПОСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НАПЛАВЛЕННЯМ З УРАХУВАННЯМ ФАКТОРУ ЧАСУ

Новік О.Ю., інженер,

Дашивець Г.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. +38(0619) 42-20-74

Анотація - роботу присвячено техніко-економічному обґрунтуванню доцільності використання методів наплавлення при ремонті деталей за допомогою аналітичного моделювання за фактором часу.

Ключові слова - аналітичне моделювання, фактор часу, вартісна оцінка, результат, витрати, ефект, ефективність.

Постановка проблеми. При обґрунтуванні економічної доцільності використання способів ремонту деталей, доцільно

використовувати такі параметри, які вказують на ефективність аналізованого способу на протязі часу.

Аналіз останніх досліджень. Існуючі способи оцінки ефективності використання способів ремонту деталей не надають можливості зробити оцінку застосованості способів до умов підприємства та зробити висновок о економічності доцільності того чи іншого способу відновлення деталі з урахуванням фактору часу.

Формування цілей статті. Ціллю статті є аналітичне визначення ефективності використання різних способів наплавлення при ремонті деталей, та обґрунтування вибору окремого способу.

При визначення ефективності використання оптимального способу наплавлення при ремонті деталей необхідно:

- розробити методи визначення вартісних параметрів аналітичних способів з урахуванням фактору часу;
- розробити матрицю для аналітичного визначення часових параметрів, які характеризують ефективність способів відновлення деталей;
- розрахувати економічні показники з урахуванням фактору часу для кожного окремого способу наплавлення поверхні відновлюваної деталі;
- порівняти результати розрахунків, та зробити висновки о доцільності їх використання.

Основна частина. Для аналітичного моделювання на базі характеристики способів ремонту деталей [1] пропонується визначити вартісну оцінку результатів (P_i) за наступною залежністю

$$P_i = C_{vi} \cdot K_p \cdot \alpha_t, \quad (1)$$

де C_{vi} – питима собівартість i -го способу наплавлення, що аналізується, грн./м²;

K_p – коефіцієнт рентабельності ($K_p = 1,2$);

α_t – коефіцієнт, що враховує фактор часу.

Для визначення додаткових питомих витрат (ΔK) використовується залежність [3], яка дозволяє визначити обсяг робіт, що забезпечить нульову рентабельність (W_0)

$$W_0 = \frac{\Delta K \cdot \alpha_{ij}}{\left(1 - \frac{C_n}{P_t}\right) \cdot \alpha_{ij}} \quad (2)$$

при $\alpha_{ij} = 1$ залежність (2) має вигляд

$$W_0 = \frac{\Delta K}{1 - \frac{C_n}{P_t}}. \quad (3)$$

При ($W_0 = P_t$) та рентабельності способу 0,25, залежність (3) має вигляд

$$W_0 = P_{ti} = \frac{\Delta K}{1 - 0,8}. \quad (4)$$

Таким чином,

$$\Delta K = P_{ti} \cdot 0,2. \quad (5)$$

Виходячи з того, що ціни на послуги і роботи постійно змінюються при оцінюванні економічної ефективності способу наплавлення загальну вартість ручного дугового наплавлення приймають за 100%, наплавлення під шаром флюсу – 74%, вібродугове наплавлення – 82%, наплавлення в середовищі CO_2 – 65%. Тому для порівняння різних способів приймаємо умовні одиниці собівартості в наступному вигляді:

- наплавлення під шаром флюсу – 74од.;
- вібродугове наплавлення – 82од.;
- наплавлення в середовищі CO_2 – 65од..

Вартісна оцінка результатів впровадженні кожного виду наплавлення при ремонті деталі складе:

Для наплавлення під шаром флюсу $P_{тф} = 74 \cdot 1,25 = 92,5$ од/м²

Для вібродугового наплавлення $P_{тв} = 82 \cdot 1,25 = 106,3$ од /м²

Для наплавлення в середовищі CO_2 $P_{тCO_2} = 65 \cdot 1,25 = 81,3$ од /м²

Таким чином, додаткові капітальні вкладення по видам наплавлення складуть:

Для наплавлення під шаром флюсу $\Delta K_{ф} = 74 \cdot 1,25 \cdot 0,2 = 18,5$ од/м²

Для вібродугового наплавлення $\Delta K_{в} = 85 \cdot 1,25 \cdot 0,2 = 21,3$ од /м²

Для наплавлення в середовищі CO_2 $\Delta K_{CO_2} = 65 \cdot 1,25 \cdot 0,2 = 16,3$ од /м²

Коефіцієнт, що враховує фактор часу α_t визначається за пропозицією [2]

$$\alpha_t = (1 + E_n)^{t_p - t_j}, \quad (6)$$

де E_n – норматив ефективності додаткових капітальних вкладень ($E_n=0,1$);

t_p – розрахунковий рік;

t_j – результати і витрати, що зведені до розрахункового періоду.

Результати розрахунків α_t наведені в таблиці 1

Витрати на реалізацію пропонуємого способу відновлення з урахування фактору часу

$$Z_t = \sum_t^{t_k} (\Delta K + C_v) \alpha_{tj} \quad (7)$$

Таблиця 1 – Результати розрахунків α_t

Кількість років попередніх розрахунковому року	α_t	Кількість років, які проходять за розрахунковим роком	α_t
10	2,5937	1	0,9091
9	2,35,79	2	0,8264
8	2,1436	3	0,7513
7	1,9487	4	0,6830
6	1,7716	5	0,6209
5	1,6105	6	0,5645
4	1,4641	7	0,5132
3	1,3310	8	0,4665
2	1,210	9	0,4241
1	1,100	10	0,3855
0	1,000	11	0,3505

Так, наприклад, для умов, що передбачають розробку технологічної пропозиції з наплавлення під шаром флюсу за рік до початку використання пропонуемого способу, коефіцієнт, що враховує фактор часу $\alpha_t = 1,1$.

Таким чином,

$$P_t = 0 \cdot 1,1 = 0;$$

$$Z_{тф} = 18,5 \cdot 1,1 = 20,4 \text{ од/м}^2$$

$$Z_{тв} = 21,3 \cdot 1,1 = 23,4 \text{ од/м}^2$$

$$Z_{тCO_2} = 16,3 \cdot 1,1 = 17,9 \text{ од/м}^2$$

Аналогічно виконуються розрахунки для інших років і результати наводяться в таблиці 2.

Таблиця 2 – Матриця аналітичного визначення економічної ефективності відновлення поверхні

Показники	Вид наплав- лення	Рік								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вартісна оцінка результату, грн./м ²	1	-	92,5	92,50	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5	92,5
	2	-	106,3	106,3	106,3	106,3	106,3	106,3	106,3	106,3
	3	-	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3	81,3
Інтегральна вартісна оцінка результату P_t , грн./м ²	1	-	92,5	168,2	215,4	231,3	221,2	194,8	162,2	130,7
	2	-	106,3	193,3	247,6	265,9	254,2	223,8	186,4	150,2
	3	-	81,3	147,8	189,3	203,3	194,4	171,2	142,5	114,9

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вартісна оцінка одночасних витрат, ΔK , грн./м ²	1	18,5								
	2	21,3								
	3	16,3								
Вартісна оцінка поточних витрат, грн./м ²	1	-	74	74	74	74	74	74	74	74
	2	-	82	82	82	82	82	82	82	82
	3	-	65	65	65	65	65	65	65	65
Інтегральна вартісна оцінка, $З_t$, грн./м ²	1	20,4	94,4	153,0	187,6	196,6	184,8	160,7	132,5	106,0
	2	23,4	105,4	170,4	208,6	218,3	205,1	178,3	146,9	117,5
	3	17,9	82,9	134,5	164,9	172,7	162,3	141,2	116,4	93,1
Фактор часу, α_t		1,1	1,0	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	0,5645	0,5132
Ефект, грн./м ²	1	-20,4	-1,8	15,1	27,8	34,8	36,4	34,1	29,7	24,7
	2	-23,4	0,9	22,9	39,0	47,6	49,1	45,6	39,4	32,7
	3	-17,9	-1,6	13,3	24,5	30,6	32,1	30,0	26,2	21,8

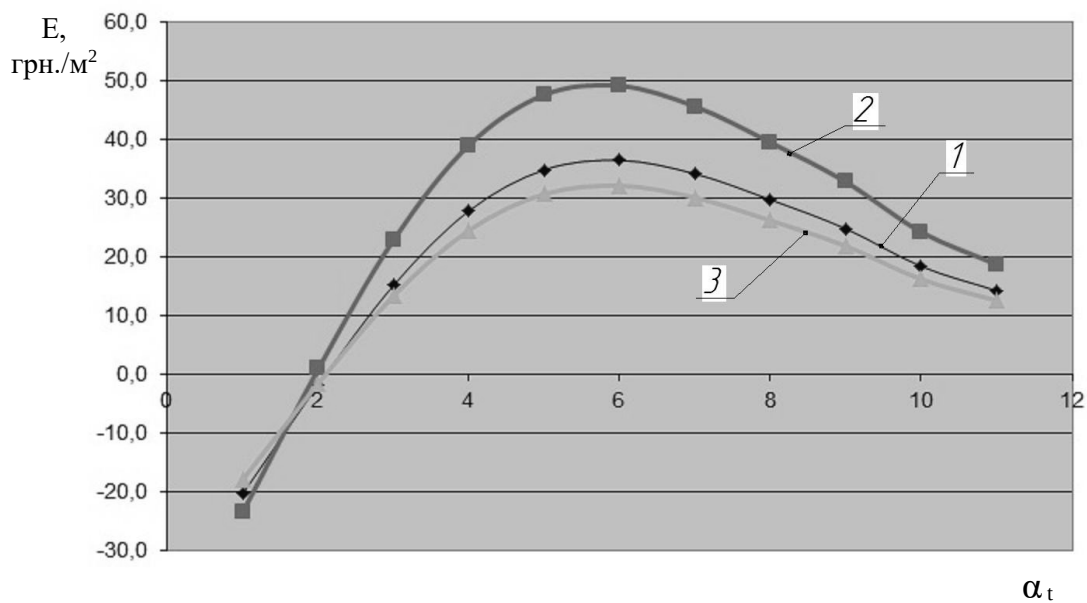


Рис. 1. Результати розрахунків економічного ефекту за фактором часу: 1 – наплавлення під шаром флюсу; 2 – вібродугове наплавлення; 3 – наплавлення в середовищі CO₂.

Висновки. Пропонуєма аналітична модель дає можливість встановити строк ефективного використання того чи іншого способів відновлення поверхні ремонтуємої деталі при той чи іншій рентабельності способу.

Література.

1. *Маслов Н.Н.* Качество ремонта автомобилей/ *Н.Н. Маслов.*– М. : Транспорт, 1975.- 375 с.
2. *Деревецъ І.С.* Ефективність відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки/ *І.С. Деревецъ, М.С. Лосина, О.В. Єна, В.В. Черноїванов.*– К: Урожай, 1990. – 254 с.
3. *Попов Ю.М.* Обоснование допустимых затрат на приобретение сложной техники при фирменном обслуживании/ *Ю.М. Попов* // Механизация и электрификация сельского хозяйства.- 1992. -№ 5...6.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НАПЛАВКИ С УЧЕТОМ ФАКТОРА ВРЕМЕНИ

Новик О.Ю., Дашивец Г.И.

Аннотация

Работа посвящена технико-экономическому обоснованию целесообразности использования методов наплавки при ремонте деталей с помощью аналитического моделирования с фактором времени.

COMPARATIVE ANALYSIS OF ECONOMY EXPEDIENCY OF THE RESTORATION WAYS OF DETAILS SURFACING WITH THE TIME FACTOR

O. Novick, G. Dashivets

Summary

The article is devoted to technical-economical grounding of expediency of using overlaying welding techniques for repair details by means of analytical modelling with the time factor.

УДК 631.354:633.1

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОДЕРЖАНИЯ СОЛОМЫ В ОЧЕСАННОМ ВОРОХЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Леженкин И. А., аспирант*

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел.: +38 (0619) 42-05-70

Аннотация – в статье приводится методика статистической обработки экспериментальных данных определения содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы, а также его математическая модель в виде закона распределения.

Ключевые слова – солома, очесанный ворох, плотность распределения случайных величин, статистические характеристики, среднее квадратическое отклонение, математическая модель.

Постановка проблемы. При уборке зерновых культур методом очесывания на корню получается очесанный ворох, в который входят четыре основных компонента – свободное зерно, солому, полосу и оборванные колоски. Обработка многокомпонентного материала на серийно выпускаемых машинах невозможна. Выбор и обоснование рабочих органов для сепарации очесанного вороха прямым образом связаны с исследованием фракционного состава очесанного вороха. Поэтому возникает проблема определения статистических характеристик и получение математического описания содержания каждого компонента в очесанном ворохе зерновых культур.

Анализ последних публикаций. Механико-технологические основы обмолота растений на корню заложены в работе [1]. Результаты изучения физико-механических свойств и фракционного состава очесанного вороха приведены в работах [3, 4, 5, 6]. Однако эти работы посвящены исследованиям фракционного состава риса. Очесанный ворох зерновых колосовых культур по своему составу коренным образом отличается от очесанного вороха риса.

Поэтому необходимо определить содержание отдельных компонентов в очесанном ворохе зерновых колосовых культур.

© аспирант - И.А. Леженкин

* Научный руководитель – д.т.н., с.н.с. В.В. Шацкий

Формулировка целей статьи. Построить математическую модель содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы в виде закона распределения вероятностей и вычислить основные статистические характеристики.

Основная часть. Содержание соломы в очесанном ворохе зерновых культур определялось путем разбора проб, отобранных в полевых условиях. Отобранные пробы в лабораторных условиях разбирались на четыре фракции – сводное зерно, солома, полова и оборванные колоски. Затем каждая фракция взвешивалась и определялось ее процентное содержание в очесанном ворохе. Полученная первичная информация была обработана с использованием методов теории вероятностей [7].

Вначале было определено среднее арифметическое значение содержания соломы в очесанном ворохе по формуле [7]

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}, \quad (1)$$

где $\bar{X}$ – среднее арифметическое значение содержания соломы, проц.;

X_i – текущие значения содержания соломы;

N – объем выборки (в нашем случае $N = 50$ значений).

В результате расчета среднего арифметического значения содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы мы получим $\bar{X} = 33,2\%$.

Для того, чтобы определить величину рассеивания значений содержания соломы в очесанном ворохе находим среднеквадратическое отклонение по формуле [8]

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{N - 1}}, \quad (2)$$

где σ – среднеквадратическое отклонение.

После вычисления по формуле (2) было получено $\sigma = 8,1\%$.

Находим коэффициент вариации содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы, который характеризует относительную характеристику разброса значений случайной величины по формуле [8]

$$\gamma = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100\%, \quad (3)$$

где γ – коэффициент вариации.

Расчет коэффициента вариации показал, что значения содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы имеют существенный разброс относительно среднеарифметического.

Определим точность вычисления основных статистических характеристик содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы, для чего найдем абсолютную и относительную ошибки по формулам [9]

$$\Delta X = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}, \quad \delta X = \frac{\Delta X}{X} \times 100\%, \quad (4)$$

где ΔX – абсолютная ошибка определения среднего арифметического;

δX – относительная ошибка (показатель точности определения среднего арифметического).

Абсолютная ошибка $\Delta X = 1,15\%$, а относительная ошибка составила $\delta X = 3,45\%$, так как относительная ошибка $\delta X < 5\%$, то можно сделать вывод о достоверности определения среднего арифметического значения содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы.

На втором этапе статистической обработки экспериментальных данных найдем распределение значений содержания соломы, т.е. соотношение, которое устанавливает связь между реализациями x_i случайной величины и вероятностями их появления. Для чего вначале вычислим величину классового интервала по формуле [8]

$$\lambda = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{k}, \quad (5)$$

где $X_{\max}$ – наибольшее значение содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы;

$X_{\min}$ – наименьшее значение содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы;

k – число классов, выбирается согласно рекомендаций [8], $k = \sqrt{N} = 7$.

После подстановки в формулу (5) получаем, что классовой интервал составляет 6%.

Определяем частоты по формуле

$$P_i = \frac{n}{N}, \quad (6)$$

где P_i – частота;

n – количество значений в классе.

Результаты вычисления частот приведены в таблице 1. Для уменьшения влияния классовой промежутка на характер кривой распределения определяем отношение P_i / λ , т. е. частоту приходящуюся на единицу классовой промежутка.

Таблица 1 – Распределение частот по классам

Граница классов, проц.	12	18	24	30	36	42	48	54
Количество измерений в классе, n ($\sum n = 5$)	1	4	9	12	13	10	1	
Частота, P_i	0,02	0,08	0,18	0,24	0,26	0,20	0,02	
P_i / λ	0,003	0,013	0,03	0,04	0,043	0,033	0,003	

Используя данные таблицы 1 строим экспериментальную кривую плотности распределения содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы (рис. 1).

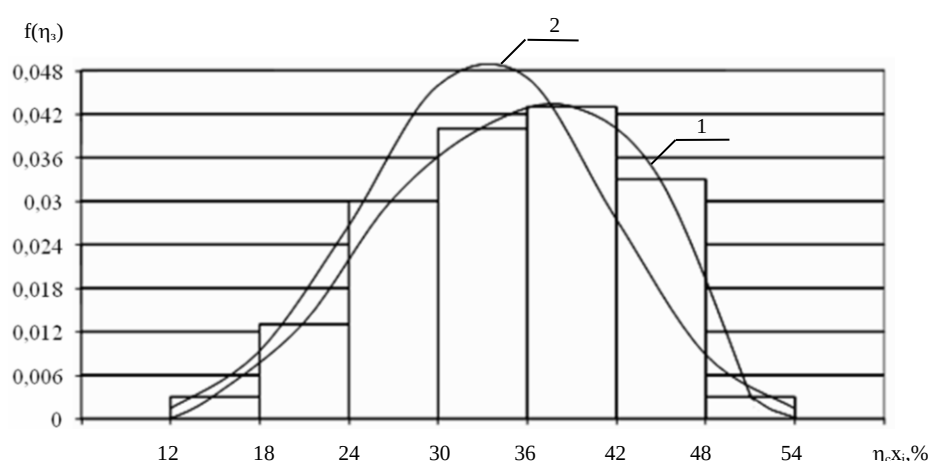


Рис. 1. Плотность распределения содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы: 1 – экспериментальная кривая плотности распределения; 2 – теоретическая кривая плотности распределения.

Построим теоретическую кривую содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы для чего используем выражение

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(\bar{x}-x_i)^2}{2\sigma^2}}. \quad (7)$$

После подстановки в выражение (7) среднего арифметического значения и среднеквадратического отклонения находим точки теоретической кривой (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты расчетов теоретической кривой плотности распределения содержания соломы

Граница классов, проц.	12	18	24	30	36	42	48	54
$f(\eta_s)$	0,0016	0,0086	0,026	0,046	0,047	0,028	0,009	0,0018

По расчетным точкам строим теоретическую кривую плотности распределения содержания соломы в очесанном ворохе. Адекватность закона распределения проверяем по критерию Пирсона [7]

$$\chi^2_{\text{э}} = \sum_{i=1}^n \frac{[P_i(\eta_3) - f_i(\eta_3)]^2}{f(\eta_3)}, \quad (8)$$

где $P_i(\eta_3)$ – частота экспериментального ряда, приходящаяся на классовой промежуток (табл. 1);

$f(\eta_3)$ – точки кривой теоретической кривой плотности распределения (табл. 2).

Расчет адекватности закона распределения по критерию Пирсона показал, что распределение значений содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы подчиняется нормальному закону, $\chi^2_{\text{э}} = 0,011$, $\chi^2_{\text{т}} = 1,145$, следовательно $\chi^2_{\text{э}} < \chi^2_{\text{т}}$.

Математическая модель содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы имеет вид

$$f(\eta_3) = 0,05 \times e^{-\frac{(35,2 - \eta_3)^2}{131}}. \quad (9)$$

Выводы.

1. Среднее значение содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы составляет 33,2%, при этом среднеквадратическое отклонение равно 8,1%, а коэффициент вариации 24,4%.

2. Абсолютная погрешность равна 1,15%, а относительная погрешность 3,45%.

3. Математическая модель содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы имеет вид:

$$f(\eta_3) = 0,05 \times e^{-\frac{(33,2 - \eta_3)^2}{131}}.$$

Литература.

1. Шабанов П. А. Механико-технологические основы обмолота зерновых культур на корню: дис... докт. техн. наук / П. А. Шабанов, МИМСХ. – Мелитополь, 1988. – 336 с.
2. Гончаров Б. И. Исследование рабочего процесса очесывающего устройства для обмолота риса на корню с целью уменьшения потерь зерна: дис... канд. техн. наук / Б. И. Гончаров. – М., 1982. – 217 с.
3. Данченко Н. Н. Обоснование щеточного устройства для очесывания метелок риса на корню: автореф. дис... канд. техн. наук / Н. Н. Данченко. – Челябинск, 1983. – 15 с.
4. Аблогин Н. Н. Обоснование технологической схемы и параметров устройства для сепарации очесанного вороха риса: дис... канд. техн. наук / Н. Н. Аблогин. – Мелитополь, 1997. – 215 с.

5. Данченко Н. Н. Особенности физико-механических свойств очесанного вороха риса и технологические требования на его доработку / Н. Н. Данченко, В. Н. Шкиндер // Совершенствование технологических процессов и рабочих органов сельскохозяйственных машин; УСХА. – К., 1989. – С. 63-70.
6. Повиляй В. М. Исследование процесса уборки селекционных посевов риса методом очесывания метелок на корню и обоснование параметров очесывающего устройства: дис... канд. техн. наук / В. М. Повиляй. – Краснодар, 1980. – 165 с.
7. Щукин А. Н. Теория вероятностей и ее применение в инженерно-технических расчетах / А. Н. Щукин. – М.: Советское радио, 1974. – 130 с.
8. Королюк В. С. Справочник по теории вероятностей к математической статистике / В. С. Королюк, Н. И. Портенко, А. В. Скороход, А. Ф. Турбин. – М.: Наука, 1985. – 640 с.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВМІСТУ СОЛОМИ В ОБЧІСАНОМУ ВОРОСІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Леженкін І. О.

Анотація

У статті наводиться методика статистичної обробки експериментальних даних визначення вмісту соломи у обчісаному воросі озимої пшениці, а також його математична модель у вигляді закону розподілення.

MATHEMATICAL MODEL OF THE STRAW COMPOSITION IN COMBED PILE OF WINTER WHEAT

I. Lezhenkin

Summary

This article describes the method of statistical analysis of experimental data on the determination of straw composition in combed pile of winter wheat and its mathematical model in the form of the distribution law.

УДК 629.014.2.004.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОФІЛАКТИКИ ТРАКТОРІВ

Дашивець Г.І., к.т.н.,

Новік О.Ю., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38(0619) 42-20-74

Анотація – роботу присвячено дослідженню ефективності стратегій реалізації процесу технічного обслуговування тракторів.

Ключові слова – технічне обслуговування, стратегія проведення операцій, відмова машини, ймовірністю запобігання відмов, ефективність профілактики.

Постановка проблеми. Збереження необхідного рівня механізації польових процесів в теперішній час може бути виконано забезпеченням роботоздатності наявного машинно-тракторного парку в основному силами і засобами інженерних служб сільськогосподарських підприємств. Для цього в основному використовуються три стратегії технічного обслуговування (ТО) і ремонту: по потребі після відмови; регламентована залежно від напрацювання (календарного часу) по терміну і змісту ремонтно-обслуговуючих впливів; за станом з періодичним або безперервним контролем (діагностуванням) [3]. Вибір стратегії в першу чергу визначається особливостями використання машин, їх безвідмовністю, ремонтпридатністю, а також економічними характеристиками.

Аналіз останніх досліджень. Оцінці надійності сільськогосподарської техніки присвячували свої праці В.М. Міхлін, М.М. Сєверньов, В.М. Кряжков, В.Я. Сковородін, М.Ф. Дмитріченко та ін. Вченими аналізувались показники безвідмовності машин, якості функціонування техніки. Методами теорії ймовірності оптимальним варіантом організації профілактичного обслуговування прийнята система ТО і ремонту тракторів і машин, яка повинна базуватись на жорсткому плануванні часу проведення дій і виконанні обсягів робіт на основі оцінки технічного стану за допомогою інструментальної діагностики. Планове діагностування дозволяє скоротити число відмов машин у три і більше разів, зменшити обсяг розбирально-

складальних робіт, витрати запасних частин.

Формулювання цілей статті. Проблема забезпечення роботоздатності машинно-тракторних агрегатів в сільському господарстві була і залишається найбільш актуальною.

Оснащеність аграрного сектора технікою за останні роки скоротилася до 40-50% від нормативної. В результаті 70% машин вичерпали термін служби, рівень експлуатаційної безвідмовності їх вкрай низький. Для підвищення роботоздатності машин необхідно дослідити ефективність стратегій, якості проведення ремонтно-обслуговуючих впливів з позиції оцінки заходів, які попереджують накопичення та виникнення відмов.

Основна частина. Основою реалізації ремонтно-обслуговуючого процесу на сільськогосподарських підприємствах повинна бути стратегія превентивного проведення ремонтно-обслуговуючих операцій машинам. Сутність цієї стратегії полягає в концентрації ремонтно-обслуговуючих впливів тракторам перед робочими циклами польових операцій.

До оцінки ефективності стратегії забезпечення роботоздатності тракторів, якості проведення ремонтно-обслуговуючих операцій можна підійти з позиції визначення їх впливу на споживчі властивості об'єкта обслуговування (безвідмовність, роботоздатність, готовність при використанні та ін.). Тобто з позицій оцінки заходів, які попереджують накопичення та виникнення відмов.

Всі відмови підрозділяються на раптові і послідовні [1]. Приймається, що при проведенні ремонтно-обслуговуючих операцій можливо значно впливати (з точки зору попередження) на число поступових відмов. Число відмов, які неможливо усунути при проведенні ремонтно-обслуговуючих операцій, $n_{РОВ}$ дорівнюють

$$n_{РОВ} = n - n_{РВ}, \quad (1)$$

де n – загальне число відмов;
 $n_{РВ}$ – число раптових відмов.

Допустимо, що всі $n_{РОВ}$ можливо запобігти, тоді $n_{РОВ} = n_3$,
де n_3 – число відмов, що можна запобігти.

Поділ відмов на ті, що можна запобігти і ті, що неможливо запобігти, в процесі реалізації технічного обслуговування є умовним і вводиться лише для оцінки ефективності цього процесу. Удосконалювання методів і засобів діагностування машин, підвищення показників їх ремонтпридатності призводять до того, що все більша частина відмов може бути виявлена і попереджена.

Співвідношення між числом відмов тракторів, які можливо $n_3(t)$ і неможливо запобігти $n_{НЕЗ}(t)$, оцінюється коефіцієнтом характеру відмов [2]

$$A = n_3(t) / [n_3(t) + n_{\text{HEЗ}}(t)] . \quad (2)$$

З урахуванням (1) прийнято, що $n_{\text{РВ}} = n_{\text{HEЗ}}$.

На величину A впливають багато факторів: конструктивні, технологічні, експлуатаційні; а також стратегії, режими, методи і засоби ТО і ремонту, показники ремонтпридатності, ін. Величина A може бути визначена для конкретних тракторів на основі статистичних даних по відмовам.

Вважаючи, що при нормальній системі ТО і ремонту тракторів можна усунути всі відмови, які можна запобігти, якість будь-якою системи ТО оцінюється ймовірністю запобігання відмов тракторів P_3 при проведенні ремонтно-обслуговуючих впливів [1]

$$P_3 = n_{3\Phi} / n_3 , \quad (3)$$

де $n_{3\Phi}$ – число відмов, які фактично можна запобігти.

У свою чергу, число відмов, які можна фактично запобігти, у трактора залежить від числа виявлених шляхом діагностування та прогнозування відмов $n_{\text{В}}$ при проведенні обслуговування, а також від рівня повноти і ретельності проведення операцій ТО і ремонту

$$n_{3\Phi} = K \cdot n_{\text{В}} \quad \text{при} \quad K \leq 1. \quad (4)$$

Ефективність діагностування $K_{\text{ЕВ}}$ можна виразити відношенням [3]

$$K_{\text{ЕВ}} = n_{\text{В}} / (n_{\text{В}} + n_{\text{НЕВ}}) , \quad (5)$$

де $n_{\text{НЕВ}}$ – число невиявлених відмов.

Якість проведення ремонтно-обслуговуючих операцій за результатами діагностування

$$K_{3\Phi} = n_{3\Phi} / n_{\text{В}} . \quad (6)$$

$$n_3 = n_{\text{В}} + n_{\text{НЕВ}} . \quad (7)$$

Тоді якість виконання профілактичних робіт

$$P_{\text{ПРФ}} = K_{\text{ЕВ}} \cdot K_{\text{ПРФ}} = P_{\text{ПРФ}} \cdot P_{\text{В}} . \quad (8)$$

Таким чином, якість ТО визначається ефективністю діагностування і якістю проведення робіт. Ефективність діагностування пропорційна числу виявлених несправностей за якийсь час. Регулярний процес виявлення несправностей характерний тим, що заздалегідь відомі послідовність і тривалість кожної операції з виявлення несправностей. Імовірність того, що несправність складових частин тракторів не буде виявлена при даному діагностуванні, обумовлена недостатньою точністю вимірювальної апаратури і браком часу на діагностування.

Ймовірність виявлення несправностей δ прямо пропорційна тривалості проведення діагностування $\alpha \cdot T_d$ (де α – коефіцієнт пропорційності, який характеризує продуктивність діагностичних робіт). Значення δ залежать від технологічної здатності засобів ε , методів діагностування M_d , місця діагностування P_c , а також від здатності тракторів до діагностування P_T

$$\delta = f(\varepsilon, M_d, P_c, P_T), \quad (9)$$

а можлива тривалість діагностування визначається стратегіями та режимами ТО і ремонтів машин.

Вважаючи причини невиявлення несправностей незалежними подіями, вираз для ймовірності виявлення несправностей у випадку регулярного процесу можна представити у вигляді

$$P_B = (1 - \delta) \cdot \alpha \cdot T_d. \quad (10)$$

Якість ремонтно-обслуговуючих впливів визначається режимами, методами, засобами і рівнем спеціалізації виконуваних робіт. Рівень ймовірності якісного обслуговування тракторів за результатами діагностування [1]

$$P_{\text{ПРФ}} = n_{3\Phi} / n_B. \quad (11)$$

Ймовірність якісного виконання профілактичних робіт

$$P_{\text{ПР}} = (1 - \delta) \cdot \alpha \cdot T_d \cdot n_{3\Phi} / n_B. \quad (12)$$

Ефективність профілактичних робіт можна в цілому оцінити [2]

$$W = T_{\text{ОПФ}} - T_O, \quad (13)$$

де $T_{\text{ОПФ}}$, T_O – середній час безвідмовної роботи тракторів, які підлягають і не підлягають профілактиці.

Прийнявши для простоти вирішення ймовірність раптових відмов, рівною нулю, і умови $T / T_O \ll 1$, $T / T_{\text{ОПФ}} \ll 1$, (T – час роботи), можна визначити ймовірність відмови трактора, якому виконуються і не виконуються профілактичні роботи

$$Q_{\text{ПФ}}(T) \approx T / T_{\text{ОПФ}}, \quad (14)$$

$$Q(T) \approx T / T_O. \quad (15)$$

З врахуванням цих залежностей

$$W = Q(T) / Q_{\text{ПФ}}(T). \quad (16)$$

$$W = n / n_{\text{ПФ}}, \quad (17)$$

де n , $n_{\text{ПФ}}$ – число відмов трактора, якому виконуються і не виконуються профілактичні роботи,

N – загальне число складових частин в тракторі.

Так як

$$n = n_3 + n_{\text{НЕВ}}, \quad (18)$$

$$W = 1 / (1 - A(t)) \cdot P_B \cdot P_{\text{ПРФ}}. \quad (19)$$

Після деяких перетворень ефективність профілактичних робіт

$$W = 1 / (1 - A \cdot (1 - \delta) \cdot \alpha \cdot T_d \cdot K_{\text{ПРФ}}). \quad (20)$$

За допомогою отриманих аналітичних залежностей, що описують взаємозв'язок надійності тракторів з параметрами процесу їх технічного обслуговування та ремонту, можна порівняти ефективність профілактики тракторів при різних стратегіях реалізації профілактичних робіт.

Стратегія обслуговування «за потребою». Профілактичне обслуговування по попередженню відмов не проводять, виконують тільки ремонтні роботи з відновлення роботоздатності відмовлених складових частин тракторів, тобто $T_O = T_{\text{ОПФ}}$. Отже,

$$W = T_{\text{ОПФ}} / T_O = T_O / T_O = 1. \quad (21)$$

Максимальне значення ефективності профілактики у вигляді усунення відмов не перевищує одиниці.

Стратегія регламентованого технічного обслуговування. Обсяг профілактичних робіт визначають статистичним методом. Суть його полягає в тому, що за відомим законом напрацювання на відмову складових частин трактора визначається періодичність проведення регламентованого числа і виду операцій обслуговування. У результаті число невиявлених відмов зменшується в порівнянні з першою стратегією обслуговування на $T_{\text{СР}} = 84\%$. В порівнянні з можливим числом виявлення відмов регламентоване число виявлень буде значно меншим:

$$n_{\text{ВР}} = n_3 - 1,16 n_{\text{НЕВ}} - (n_{\text{В}} - n_{\text{Р}}), \quad (22)$$

де $n_{\text{Р}}$ – число операцій обслуговування при регламентному ТО.

Таким чином, навіть при $A = 1$ і $R_{\text{ПРФ}} = 1$ ефективність профілактичних робіт W може бути при стратегії регламентованого обслуговування тракторів не вище двох одиниць.

Стратегія технічного обслуговування тракторів «за станом» відрізняється від попередньої тим, що введені операції діагностування і прогнозування як функціональних параметрів трактора в цілому, так і деякої частини його агрегатів, тобто діагностичні операції регламентовані. В результаті їх виконання число попереджених відмов збільшується:

$$n_{\text{ВС}} = n_3 - 1,16 n_{\text{НЕВ}} - (n_{\text{В}} - \Delta n_{\text{ПОТР}}), \quad (23)$$

де $\Delta n_{\text{ПОТР}}$ – число відмов, усунення яких вимагали агрегати тракторів, але не передбачені операції щодо виявлення їх фактичного стану.

Тим не менш

$$(n_{\text{В}} - \Delta n_{\text{ПОТР}}) > (n_{\text{В}} - n_{\text{Р}}). \quad (24)$$

Звідси, якщо $R_{\text{ПРФ}} = 1$, то максимальне значення ефективності профілактичних робіт при стратегії обслуговування тракторів «за станом» буде знаходитися в межах 4 ... 4,5 од. ($P_{\text{В}} = 0,75 \dots 0,78$).

Стратегія превентивного технічного обслуговування. Профілактичні роботи проводять на стаціонарних постах з надлишковим порівняно з існуючим регламентом об'ємом діагностування. Стаціонарність обумовлює високу технологічну здатність засобів діагностування. Проведення профілактичних робіт в перервах між циклами польових робіт дозволяє проводити діагностування з необхідною тривалістю. При $P_{\text{ПРФ}} = 1$ і $P_{\text{В}} \geq 0,8$ ефективність профілактичних робіт збільшиться до 5 ... 6 од.

Висновки. Дослідження ефективності стратегій реалізації процесу технічного обслуговування тракторів дозволяє зробити висновок про техніко-технологічну ефективність стратегії превентивного проведення ремонтно-обслуговуючих впливів перед майбутніми циклами польових робіт.

Література.

1. Надійність сільськогосподарської техніки: підручник / [М.І. Черновол, В.Ю. Черкун, В.В. Акулін та ін.]; за заг. ред. М.І. Черновола. – Кіровоград: КОД, 2010. – 320 с.
2. Плаксин А.М. Обеспечение работоспособности машинно-тракторных агрегатов на предстоящие циклы использования в растениеводстве: автореф. дис. ... докт. техн. наук / А.М. Плаксин. – Челябинск, 1996. – 56 с.
3. Система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве. – М.: ГОСНИТИ, 2001. – 168 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФИЛАКТИКИ ТРАКТОРОВ

Г.И. Дашивец, А.Ю. Новик

Аннотация

Работа посвящена исследованию эффективности стратегий реализации процесса технического обслуживания тракторов

THE INVESTIGATION OF TRACTORS PREVENTION EFFICIENCY

G. Dashivets, A. Novik

Summary

The article is devoted to the investigation of the strategies effectiveness for realization of tractors technical maintenance.

УДК 631.354

ОБГРУНТУВАННЯ СТАЦІОНАРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ ДЛЯ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

Леженкін О.М., д.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38(0619) 42-24-36

Анотація - у статті приводяться математичні моделі збирального процесу, на підставі яких дається аналіз ефективності функціонування кожної ланки збирально-транспортного комплексу.

Ключові слова - граф стану, збирання, математична модель, рівняння регресії, технологія обчисування, стаціонар.

Постановка проблеми. Збирання є найбільш відповідальною й трудомісткою операцією в загальному технологічному ланцюзі вирощування зернових культур. Механізація збирання зернових культур вступила в той етап, коли подальше підвищення пропускної здатності комбайнів стало економічно недоцільно, тому що це, в основному, приводило до росту енерговитрат, підвищенню маси комбайнів, і, як наслідок, переущільненню ґрунтів і збільшенню вартості комбайнів.

Особливо гостро проблема збирання зернових стоїть перед фермерськими господарствами, які, як правило, не мають власної збиральної техніки. Серйозною альтернативою комбайновому збиранню зернових є стаціонарні технології, найбільш ефективної з яких є технологія з використанням методу обчисування рослин на корені.

Тому, наукове обґрунтування стаціонарної технології для безкомбайнового збирання зернових культур обчисуванням на корені в умовах фермерських господарств є актуальним.

Аналіз останніх досліджень. Загальна методологія розробки стаціонарних технологій викладена в роботах [1, 2, 3, 4]. Однак дані дослідження присвячені розробці стаціонарних технологій, у яких не використовується метод обчисування рослин на корені.

Розробці технології обчисування рослин на корені присвячені дослідження [5, 6, 7].

Наукові підходи до обґрунтування стаціонарної технології із застосуванням методу обчислення рослин на корені приводяться в роботах [8, 9, 10].

Формулювання цілей статті. Обґрунтувати стаціонарну технологію збирання зернових методом обчислення рослин на корені, що забезпечує ефективне функціонування ланок збирального комплексу, а також, що враховує специфіку фермерських господарств.

Основна частина. Для побудови математичної моделі збирального процесу використовуємо теорію випадкових однорідних (марковських) процесів з дискретними станами.

Виходячи з технологічного процесу збирання зернових, за потік вимог у потоковій лінії будемо вважати потік порцій обчисаного вороху з напрямком їх переміщення з поля на стаціонарний пункт. Отже, потік порцій обчисаного вороху (вимог) створюють польові збиральні машини, накопичуючи його в причіпну ємність (візок). Причіп-візок мобільним засобом (трактором) переміщається з поля на стаціонарний пункт доробки й тим самим, створюється потік порцій обчисаного вороху (вимог) на доробку (обслуговування) їх стаціонарним агрегатом.

Якщо машини збирального комплексу розглядати ізольовано, то вони можуть перебувати в наступних станах. Польова збиральна машина в стані заповнення причепа ворохом - 0, якщо причіп заповнений ворохом - 1. Трактор для перевезення вороху перебувати в полі в стані приєднання повного візка й відчіплення порожнього візка - 1, і чекаючи поки наповниться причіп ворохом. Перебуваючи в шляху, трактор може перевозити ворох (1/0) і пересуватися порожняком зі стаціонарного пункту на поле (0/1). Він може перебувати на зернотоку й очікувати (0) або вивантажуватися (1). Стаціонарний агрегат може працювати (0) і очікувати завантаження (1).

З обліком прийнятого позначимо спільні стани машин, у полі й на зернотоку. Збиральна машина працює, причіп не заповнений ворохом й на полі немає трактора для перевезення (00); збиральна машина не працює, причіп заповнений ворохом й на полі немає трактора для перевезення (10); збиральна машина працює, причіп не заповнений ворохом, трактор перебуває на полі чекаючи візка з ворохом (01); збиральна машина не працює через заміну заповненого ворохом візка (11); на зернотоку немає трактора для транспортування вороху, стаціонарний агрегат працює, тобто проводить доробку вороху (00); на зернотоку перебуває чекаючи трактор з повним візком, стаціонарний агрегат працює (10); на зернотоку немає трактора, агрегат доробки очікує надходження вороху (01); вивантаження вороху із причепа в бункер стаціонарного агрегату (11).

Використовуючи теорію графів [11], складемо граф, що складається з переходів збирально-транспортного комплексу (рис. 1).

Інтенсивності потоків обчисаного вороху ($\lambda_{y.m.}$ і λ_T), трактора з порожнім причепом при русі із зернотоку на поле $\lambda_{T.x.}$ й обслуговування машинами порцій вороху ($\lambda_{T.з.}$, $\lambda_{в.п.}$, λ_d) визначимо зі співвідношень

$$\begin{aligned} \lambda_{y.m.} &= \frac{1}{t_{y.m.}}; & \lambda_{T.з.} &= \frac{1}{t_{T.з.}}; & \lambda_T &= \frac{1}{t_T}; \\ \lambda_{T.x.} &= \frac{1}{t_{T.x.}}; & \lambda_{в.п.} &= \frac{1}{t_{в.п.}}; & \lambda_d &= \frac{1}{t_d}, \end{aligned} \quad (1)$$

де $\lambda_{y.m.}$ і $t_{y.m.}$ - інтенсивність і середній час заповнення збиральною машиною візка обчисаним ворохом;

$\lambda_{T.з.}$ і $t_{T.з.}$ - інтенсивність і середній час заміни повного візка на порожній;

λ_T і t_T - інтенсивність і середній час переміщення візка з ворохом на зернотік;

$\lambda_{T.x.}$ і $t_{T.x.}$ - інтенсивність і середній час руху трактора з порожнім причепом;

$\lambda_{в.п.}$ і $t_{в.п.}$ - інтенсивність і час вивантаження повного причепа в бункер;

λ_d і t_d - інтенсивність і час дробки вороху.

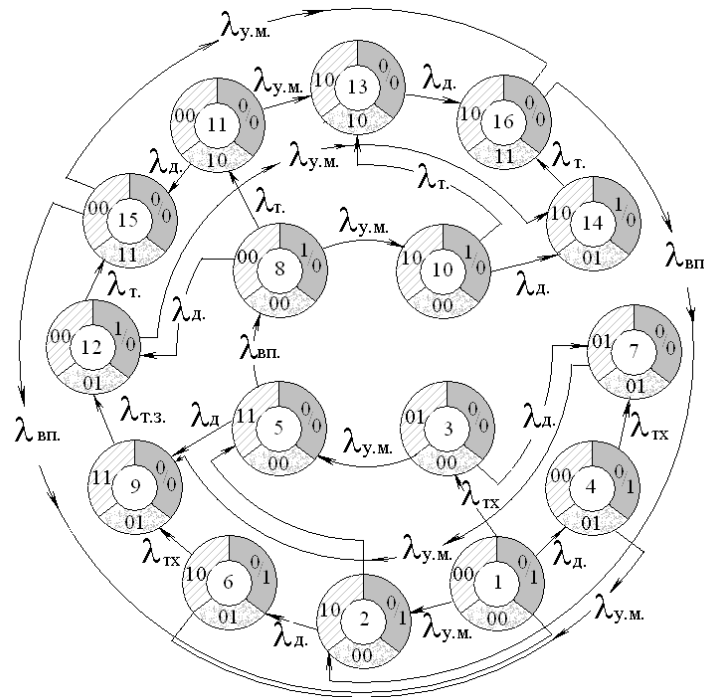


Рис. 1. Граф станів і інтенсивностей переходу збирально-транспортного комплексу.

Як відомо, для стаціонарного марковського процесу в матриці переходу ймовірності приймають постійними в часі й пропорційними проміжку часу Δt [11], наприклад, $p_{12} = \lambda_{y.m.} \Delta t$, $p_{13} = \lambda_{t.x.} \Delta t$ і $p_{14} = \lambda_{д.} \Delta t$.

При цьому, відповідно до властивості матриці переходу [12] $p_{11} = 1 - (\lambda_{y.m.} + \lambda_{t.x.} + \lambda_{д.}) \Delta t$. Аналогічно, через інтенсивності виражають і інші ймовірності в матриці переходу.

Для будь-яких складних систем, у тому числі й збирально-транспортному комплексу можна записати систему лінійних рівнянь.

$$\left. \begin{aligned} &-(\lambda_{y.m.} + \lambda_{t.x.} + \lambda_{д.}) \cdot p_1 + \lambda_{вп.} \cdot p_{15} = 0; \\ &-(\lambda_{т.} + \lambda_{д.}) \cdot p_2 + \lambda_{y.m.} \cdot p_1 + \lambda_{вп.} \cdot p_{16} = 0; \\ &-(\lambda_{т.} + \lambda_{д.}) \cdot p_3 + \lambda_{t.x.} \cdot p_1 = 0; \\ &-(\lambda_{y.m.} + \lambda_{t.x.}) \cdot p_4 + \lambda_{д.} \cdot p_1 = 0; \\ &-(\lambda_{д.} + \lambda_{вп.}) \cdot p_5 + \lambda_{y.m.} \cdot p_3 + \lambda_{t.x.} \cdot p_2 = 0; \\ &-\lambda_{t.x.} \cdot p_6 + \lambda_{д.} \cdot p_2 + \lambda_{y.m.} \cdot p_4 = 0; \\ &-\lambda_{y.m.} \cdot p_7 + \lambda_{д.} \cdot p_3 + \lambda_{t.x.} \cdot p_4 = 0; \\ &-(\lambda_{y.m.} + \lambda_{t.x.} + \lambda_{д.}) \cdot p_8 + \lambda_{тз.} \cdot p_5 = 0; \\ &-\lambda_{тз.} \cdot p_9 + \lambda_{т.} \cdot p_5 + \lambda_{т.х.} \cdot p_6 + \lambda_{y.m.} \cdot p_7 = 0; \\ &-(\lambda_{т.} + \lambda_{д.}) \cdot p_{10} + \lambda_{y.m.} \cdot p_8 = 0; \\ &-(\lambda_{y.m.} + \lambda_{д.}) \cdot p_{11} + \lambda_{т.} \cdot p_8 = 0; \\ &-(\lambda_{y.m.} + \lambda_{т.}) \cdot p_{12} + \lambda_{д.} \cdot p_8 + \lambda_{тз.} \cdot p_9 = 0; \\ &-\lambda_{д.} \cdot p_{13} + \lambda_{т.} \cdot p_{10} + \lambda_{y.m.} \cdot p_{11} = 0; \\ &-\lambda_{т.} \cdot p_{14} + \lambda_{д.} \cdot p_{10} + \lambda_{y.m.} \cdot p_{12} = 0; \\ &-(\lambda_{y.m.} + \lambda_{вп.}) \cdot p_{15} + \lambda_{д.} \cdot p_{11} + \lambda_{т.} \cdot p_{12} = 0; \\ &-\lambda_{вп.} \cdot p_{16} + \lambda_{д.} \cdot p_{13} + \lambda_{т.} \cdot p_{14} + \lambda_{y.m.} \cdot p_{15} = 0; \\ &\sum_{j=1}^{16} p_j = 1. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Рівняння (2) вирішені в загальному вигляді щодо ймовірностей p_j . Для розрахунку чисельних значень ймовірностей станів була складена матриця варіювання інтенсивностей (таблиця 1). Максимальне значення інтенсивності позначалося знаком (+), а мінімальне знаком (-).

Вихідні дані для розрахунку ймовірностей станів наведені в табл. 2.

Використовуючи дані таблиць 1 і 2, а також загальні вирази для визначення ймовірності станів ланок збирально-транспортного комплексу, були розраховані їх чисельні значення.

Таблиця 1 - Матриця варіювання інтенсивностей

№	$\lambda_{у.м.}$	$\lambda_{д}$	$\lambda_{т} = \lambda_{т.х.}$
1	-	-	-
2	-	-	+
3	-	+	-
4	-	+	+
5	+	-	-
6	+	-	+
7	+	+	-
8	+	+	+

Таблиця 2 - Значення інтенсивностей потоків

	Інтенсивність заповнення візка, $\lambda_{у.м.}$	Інтенсивність доробки продукції вороху, $\lambda_{д}$	Інтенсивність переміщення транспорту, $\lambda_{т}$
Максимальне значення (+)	0,00056	0,0033	0,0023
Мінімальне значення (-)	0,00028	0,0008	0,0014

Чисельні значення ймовірностей станів, при різних значеннях інтенсивностей потоків наведені в таблиці 3.

При розрахунку ймовірностей станів отримані моделі регресії, що описують зміну ймовірностей, перебування комплексу машин у кожному з можливих станів. Для побудови регресійної моделі використаний лінійний дворівневий план. З використанням матриці варіювання інтенсивностей (таблиця 1) реалізований комп'ютерний експеримент для трьох змінних чинників, у якості яких обрані: інтенсивність заповнення збиральною машиною причіпного візка, інтенсивність доробки обчисаного вороху й інтенсивність переміщення трактора. При розрахунках використані чисельні значення інтенсивностей потоків (таблиця 2).

Оцінка адекватності отриманої моделі проводилася згідно значень множинного коефіцієнта регресії й дисперсії неадекватності. Згідно проведених розрахунків, множинний коефіцієнт регресії перебуває в діапазоні 0,9977...1,000, а дисперсія неадекватності рівняється нулю. З наведених даних видно, що отримана модель має достатню точність для опису зміни ймовірностей знаходження машин збирального комплексу в різних станах.

Таблиця 3 - Чисельні значення ймовірностей

Ймовірності	Значення ймовірностей							
	1	2	3	4	5	6	7	8
P ₁	0,1	0,078	0,032	0,027	0,141	0,116	0,05	0,045
P ₂	0,03	0,032	0,019	0,019	0,047	0,051	0,031	0,034
P ₃	0,064	0,058	0,009	0,011	0,09	0,086	0,015	0,019
P ₄	0,048	0,024	0,062	0,035	0,058	0,032	0,083	0,052
P ₅	0,007	0,01	0,003	0,004	0,013	0,018	0,005	0,008
P ₆	0,027	0,014	0,057	0,032	0,05	0,026	0,107	0,061
P ₇	0,42	0,366	0,423	0,421	0,272	0,256	0,296	0,325
P ₈	0,015	0,016	0,003	0,004	0,026	0,028	0,005	0,007
P ₉	0,029	0,025	0,037	0,037	0,041	0,039	0,059	0,062
P ₁₀	0,00189	0,00148	0,00017	0,0002	0,00658	0,00503	0,00057	0,00069
P ₁₁	0,019	0,035	0,001	0,003	0,027	0,047	0,002	0,004
P ₁₂	0,102	0,06	0,129	0,085	0,129	0,084	0,177	0,129
P ₁₃	0,01	0,0164	0,0002	0,0004	0,0301	0,0474	0,0005	0,0012
P ₁₄	0,022	0,008	0,026	0,011	0,055	0,022	0,072	0,033
P ₁₅	0,099	0,242	0,187	0,298	0,003	0,124	0,08	0,196
P ₁₆	0,008	0,012	0,011	0,013	0,012	0,019	0,018	0,023

Після розкодування математична модель прийняла вигляд

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0,118248 - 31,2267 \cdot \lambda_D - 30,16 \cdot \lambda_T + 8533,33 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T + 175,975 \cdot \lambda_{UM} - \\
 &\quad - 30285,7 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} - 6349,21 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \\
 p_2 &= 0,0140236 - 1,404444 \cdot \lambda_D + 0,568889 \cdot \lambda_T - 711,111 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T + \\
 &\quad + 55,0889 \cdot \lambda_{UM} - 6857,14 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} + 7936,51 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \\
 p_3 &= 0,0644853 - 18,3289 \cdot \lambda_D - 11,1467 \cdot \lambda_T + 3377,78 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T + 104,346 \cdot \lambda_{UM} - \\
 &\quad - 29142,9 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} + 7936,51 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \\
 p_4 &= 0,0644689 + 5,06667 \cdot \lambda_D - 20,7378 \cdot \lambda_T - 2133,33 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T + 41,2698 \cdot \lambda_{UM} + \\
 &\quad + 14285,7 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} - 11111,1 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \quad (3) \\
 p_5 &= - 0,00290133 + 1,40444 \cdot \lambda_D + 2,26667 \cdot \lambda_T - 888,889 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T + 16,0603 \cdot \lambda_{UM} - \\
 &\quad - 6285,71 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} + 7936,51 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \\
 p_6 &= - 0,0218262 + 15,1022 \cdot \lambda_D + 13,0044 \cdot \lambda_T - 7644,44 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T + 157,397 \cdot \lambda_{UM} + \\
 &\quad + 31428,6 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} - 65079,4 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \\
 p_7 &= 0,730871 - 35,6444 \cdot \lambda_D - 114,462 \cdot \lambda_T + 21688,9 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T - 737,733 \cdot \lambda_{UM} + \\
 &\quad + 25142,9 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} + 138095 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \\
 p_8 &= 0,00466578 - 1,36 \cdot \lambda_D + 0,444444 \cdot \lambda_T + 44,1841 \cdot \lambda_{UM} - 12571,4 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} + \\
 &\quad + 3174,6 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM};
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
p_9 &= 0,0295476 - 4,01778 \cdot \lambda_D - 8,23111 \cdot \lambda_T + 1955,56 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T + 19,4032 \cdot \lambda_{UM} + \\
&\quad + 15428,6 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} + 7936,51 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \\
p_{10} &= - 0,00122844 - 0,186667 \cdot \lambda_D - 0,871111 \cdot \lambda_T + 533,333 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T + 21,3365 \cdot \lambda_{UM} - \\
&\quad - 5142,86 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} - 1587,3 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \\
p_{11} &= - 0,0164431 + 6,59556 \cdot \lambda_D + 21,0222 \cdot \lambda_T - 7111,11 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T + 24,5016 \cdot \lambda_{UM} - \\
&\quad - 12571,4 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} + 11111,1 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \\
p_{12} &= 0,134399 + 3,08444 \cdot \lambda_D - 42,6222 \cdot \lambda_T - 888,889 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T + 87,3778 \cdot \lambda_{UM} + \\
&\quad + 30857,1 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} - 12698,4 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \\
p_{13} &= - 0,0309062 + 14,2578 \cdot \lambda_D + 8,124444 \cdot \lambda_T - 5155,56 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T + 77,946 \cdot \lambda_{UM} - \\
&\quad - 35428,6 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} + 22222,2 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \\
p_{14} &= - 0,027972 + 0,728889 \cdot \lambda_D + 11,2 \cdot \lambda_T - 1777,78 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T + 232,857 \cdot \lambda_{UM} + \\
&\quad + 14285,7 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} - 85714,3 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \\
p_{15} &= - 0,055648 + 43,2267 \cdot \lambda_D + 168,16 \cdot \lambda_T - 8533,33 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T - 324,133 \cdot \lambda_{UM} + \\
&\quad + 4571,43 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} - 33333,3 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \\
p_{16} &= 0,00122 + 1,15556 \cdot \lambda_D + 1,68 \cdot \lambda_T - 711,111 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T - 2,58413 \cdot \lambda_{UM} + \\
&\quad + 3428,57 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM} + 11111,1 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}.
\end{aligned}$$

Використовуючи регресійні моделі (3) визначені коефіцієнти ефективності ланок збирального комплексу

$$\eta_{y.m.} = \frac{1}{Y} \sum Y_j p_{yj}; \quad \eta_m = \frac{1}{T} \sum T_j p_{mj}; \quad \eta_d = \frac{1}{D} \sum D_j p_{dj}; \quad (4)$$

де Y_j - число працюючих збиральних машин;

T - число тракторів для транспортування обчисаного вороху;

D - число агрегатів доробки обчисаного вороху;

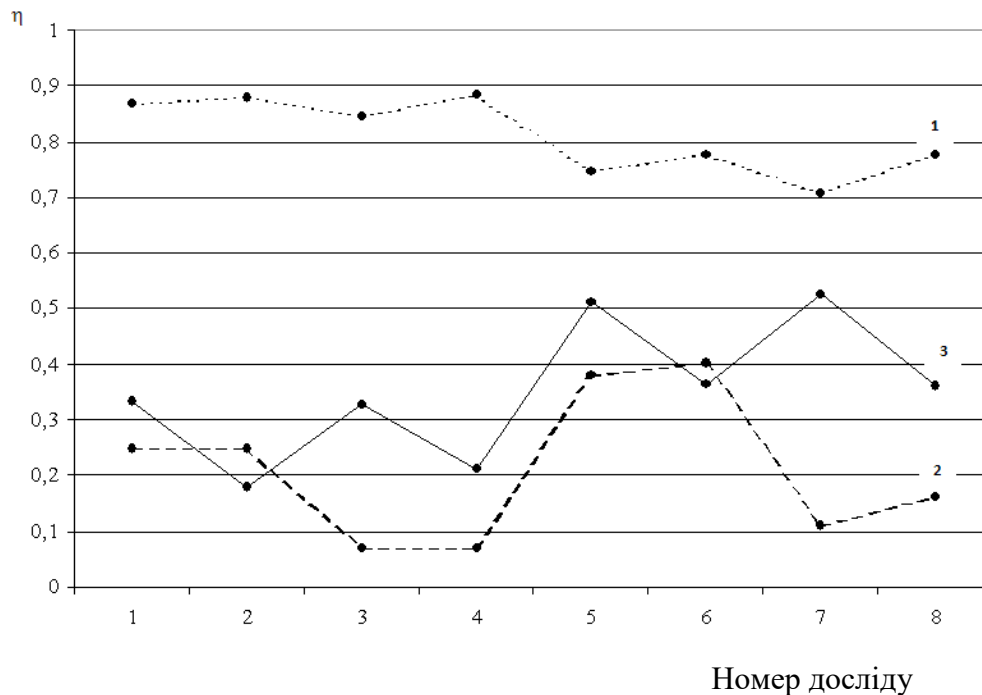
P_{Y_j} , P_{T_j} , P_{D_j} - відповідні ймовірності станів.

Коефіцієнти ефективності, змінні величини, тому що вони залежать від чисельних значень ймовірностей станів ланок збирально-транспортного комплексу, які у свою чергу вимірюються залежно від значень інтенсивностей потоків.

Рівняння, що характеризують зміну коефіцієнта ефективності мають вигляд

$$\begin{aligned}
\eta_{UM} &= 0,62564 - 10,20576 \cdot \lambda_D + 23,36674 \cdot \lambda_T + 14934,1 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_T; \\
\eta_D &= 0,30179 - 14,360615 \cdot \lambda_T + 242,564 \cdot \lambda_{UM} + 28572,3 \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{UM}; \\
\lambda_T &= 0,25802 - 17,76225 \cdot \lambda_D + 498,01 \cdot \lambda_{UM} + 36000 \cdot \lambda_D \cdot \lambda_{UM}.
\end{aligned} \quad (5)$$

чисельні значення коефіцієнтів ефективності залежно від значень інтенсивностей потоків наведені на діаграмі (рисунок 2).



- 1 - зміна коефіцієнта ефективності збиральної машини;
2 - зміна коефіцієнта ефективності агрегату доробки вороху;
3 - зміна коефіцієнта ефективності трактора.

Рис. 2. Діаграма змін коефіцієнтів ефективності ланок ЗТК.

Як видно з наведеної діаграми (рис. 2) коефіцієнт ефективності збиральної машини змінюється в діапазоні 0,746...0,884, тобто його значення незначно залежать від продуктивності збиральної машини. Виходячи з отриманого результату збиральна машина практично повністю завантажена. Її простой обумовлені технологічними причинами (змінною заповненого візка).

В свою чергу, ефективність використання трактора прямо залежить від плеча перевезень. При збільшенні відстаней від поля до зернотоку коефіцієнт ефективності трактора збільшується й становить 0,512...0,520, при мінімальних відстанях його значення перебуває в діапазоні 0,18...0,361. При розрахунках приймалася відстань від поля до зернотоку рівною 2,5...4,0 км. Збільшення плеча перевезень обчисаного вороху до 8 км може призвести до простоїв збирального агрегату, через відсутність порожнього візка. Тому найбільш доцільно для фермерських господарств розташовувати зернотік на відстані 4,0...5,0 км від поля.

Чисельні значення коефіцієнта ефективності агрегату доробки обчисаного вороху коливаються в широких межах 0,07...0,401. Невисокі значення коефіцієнта ефективності агрегату доробки відіграють, у цілому позитивну роль, тому що при цьому немає

простоїв збирального агрегату в полі та порції обчісаного вороху, що доставляються з поля обробляються вчасно.

Висновки.

1. Виконані дослідження в області удосконалення технології збирання зернових культур дозволили сформулювати загальну технологічну схему збирання зернових культур, що включає в себе збирання обчісаного вороху в полі і його наступну доробку на стаціонарі.
2. Аналіз результатів досліджень технологічних процесів збиральних агрегатів і умов їх функціонування дозволили намітити шляхи їх удосконалення, що полягають у формалізованому описі станів ланок збирально-транспортного комплексу (ЗТК) і встановленню характеристик для оцінки станів елементів ЗТК.
3. В якості оціночного критерію функціонування ланок ЗТК пропонується використовувати коефіцієнт ефективності.
4. Встановлено, що для збирального агрегату коефіцієнт ефективності становить 0,746...0,884, тобто агрегат повністю завантажений. Його простої носять технологічний характер.
5. Визначено, що ефективність використання трактора для транспортування обчісаного вороху прямо залежить від плеча перевезень. Найбільш ефективно стаціонарний пункт розташовувати на відстані 4,0...5,0 км від поля, при збільшенні відстані до 8 км можливі простої в полі збирального агрегату, через відсутність змінного візка для збору обчісаного вороху.
6. Проведені розрахунки дозволяють стверджувати, що агрегат доробки обчісаного вороху забезпечує безперебійну роботу збирального агрегату й простої в полі, через агрегат доробки відсутні.

Література.

1. *Иофинов А.П.* Методические вопросы разработки промышленных технологий возделывания полевых культур / *А.П. Иофинов, М.А. Давлетишин* // Механиз.и электриф. сел.хоз-ва. – 1986. - №5. - С. 3-8.
2. *Жалнин Э.В.* Научные основы технологий уборки зерновых с обработкой урожая в стационарных условиях /*Э.В.Жалнин* // Механиз.и электриф. сел.хоз-ва. – 1986. - №8. – С.3-6.
3. *Жалнин Э.В.* Экономико-математическая модель задачи оптимизации технико-экономических показателей работы машин уборочного комплекса по схеме «Невейка» / *Э.В.Жалнин, Н.И.Стружкин* // Моделирование работы поточных линий в сельскохозяйственном производстве: Сб.науч.тр. /ВИМ. – М., 1978. – Т.79.– С. 13-27.
4. *Галенко М.Д.* Обоснование промышленно-поточной комбайновой и бескомбайновой технологий уборки зерновых культур / *М.Д.Голенко и др.* // Механиз.и электриф. сел.хоз-ва. – 1983. - №8. - С.4-8.
5. 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 о НИР/МИМСХ. Рук. *Н.Н.Данченко*. - Тема 0270-Х; №ГР01860043979. – Мелитополь, 1987. – 73 с.

6. 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 о НИР/МИМСХ. Рук. *Н.Н.Данченко*. - Тема 0270-Х; №ГР01860043979. – Мелитополь, 1987. – 82 с.

7. 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 о НИР/МИМСХ. Рук. *П.А.Шабанов*. - Тема 0270-Х; №ГР01860043979. – Мелитополь, 1988. – 44 с.

8. *Леженкін О.М.* Оптимізація технологічного процесу збирання зернових для фермерських та селянських господарств / *О.М.Леженкін* // Праці ТДАТА. – Мелітополь, 2005. – Вип.25. – С. 130 – 140.

9. *Леженкин А.Н.* Формирование стационарной технологии уборки зерновых культур в условиях фермерских хозяйств Украины / *А.Н.Леженкин* // Праці ТДАТА. – 2006. – Вип.40. - С. 195 – 204.

10. *Леженкин А.Н.* Математические модели технологического процесса уборки зерновых культур / *А.Н.Леженкин* // Вестник МГАУ им.В.П.Горячкина. Агроинженерия. – 2008. – Вып.1 (26). – С.67-69.

11. *Белов В.В.* Теория графов / *В.В. Белов*. – М.: Высшая школа. – 1976. – 392 с.

12. *Ивченко Г.И.* Теория массового обслуживания/ *Г.И. Ивченко*. – М.: Высшая школа. – 1982. – 256 с.

ОБОСНОВАНИЕ СТАЦИОНАРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Леженкин А.Н.

Аннотация

В статье приводятся математические модели уборочного процесса, на основании которых дается анализ эффективности функционирования каждого звена уборочно-транспортного комплекса.

GROUNDING THE STATIONARY TECHNOLOGY OF GRAIN HARVESTING FOR FARMS

A. Lezhenkin

Summary

The article deals with the mathematical models of harvest process on the basis of which the analysis of functioning efficiency of each component of an harvest-transport complex is given.

УДК 631.354:001.891.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ УБОРОЧНОГО АГРЕГАТА С ПЕРЕМЕННОЙ МАССОЙ

Леженкин А.Н., д.т.н.,

Рубцов Н.А., к.т.н.,

Григоренко С.М., инженер.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел.: +38(0619) 42-05-70

Аннотация – в статье приводиться методика определения скорости движения прицепного уборочного агрегата с переменной массой.

Ключевые слова – прицепной уборочный агрегат, дифференциальное уравнение, очесывание растений на корню, скорость движения.

Постановка проблемы. В настоящее время уборку урожая осуществляют зерноуборочные комбайны. Однако комбайновый парк изнашивается физически и морально. Кроме этого многолетний опыт использования комбайнов в разнообразных условиях уборки позволил установить такие их недостатки, как низкая производительность на уборке влажных хлебов, зависимость качественных показателей уборки от погодных условий и большие потери зерна, половы и соломы.

К недостаткам сложившейся технологии уборки нужно отнести многократность пробега различных машин – жаток, комбайнов, автомобилей и тракторов на стерне. Их масса с каждым новым

выпуском растет, а следовательно, увеличивается расход топлива на самопередвижение и разрушительное воздействие на почву их ходовых систем.

Существующие комбайны – сложные, материалоемкие, дорогостоящие машины. Пропорционально росту пропускной способности выпускаемых комбайнов уменьшается возможность их эффективного использования, что удорожает уборочный процесс.

Комбайновая технология не создает необходимых условий для повышения культуры земледелия.

Все эти недостатки вызвали необходимость разработки альтернативных технологий уборки зерновых. Наиболее эффективной из них на наш взгляд является технология уборки методом очесывания растений на корню. При этом приоритетным направлением является разработка стационарной технологии [1, 2, 3, 4]. В этом варианте уборки в поле убирается зерновая часть урожая, а на стационаре идет доработка очесанного вороха. Для сбора очесанного вороха разработана прицепная уборочная машина с рабочими органами очесывающего типа [5, 6, 7]. Уборочная машина агрегатируется трактором МТЗ-80, а сзади прицепляется прицеп для сбора очесанного вороха (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид прицепного уборочного агрегата.

При движении машины по полю очесывающее устройство очесывает растения. Воздушный поток, создаваемый очесывающими барабанами, направляет ворох в приемную камеру. Оттуда он скребковым транспортером подается в пневмотранспорт и под воздействием воздушного потока, создаваемого центробежным вентилятором, транспортируется в тележку. С течением времени масса тележки увеличивается, т.е. она является телом с переменной массой. Следовательно, весь уборочный агрегат тоже является телом переменной массы. Поэтому обоснование режимов движения уборочного агрегата с учетом переменности его массы является актуальным.

Анализ последних исследований. Теоретические основы устойчивости движения заложены Ляпуновым А.М. в работе [8]. Применительно к условиям сельскохозяйственного производства устойчивость движения агрегата рассмотрена Василенко П.М. в работе [9], а так же Гячевым Л.В. в [10, 11]. Динамика и устойчивость движения прицепного зерноуборочного агрегата приведена в [12, 13]. Критическая скорость движения прицепного зерноуборочного агрегата обоснована в работе [14]. Однако в этой работе не учитывается изменчивость массы агрегата. Основы динамики тел переменной массы заложены Мещерским И.В. [15]. В работе [16] трехзвенный агрегат рассматривается как тело переменной массы. В этой работе приведена математическая модель движения прицепного уборочного агрегата переменной массы в виде дифференциального уравнения первого порядка.

Формулирование целей статьи. Определить скорость движения прицепного уборочного агрегата переменной массы.

Основная часть. Рассмотрим дифференциальное уравнение движения уборочного агрегата [16]

$$m \frac{dV}{dt} = F + B \cdot V \cdot Q \cdot k \cdot u - B \cdot Q \cdot V^2 \cdot k, \quad (1)$$

где V – скорость движения уборочного агрегата, м/с;
 F – главный вектор сил, приложенных к уборочному агрегату, Н;
 B – ширина захвата очесывающего устройства, м;
 Q – урожайность зерна, кг/м²;
 k – коэффициент, учитывающий содержание соломы в ворохе;
 u – скорость движения присоединяющихся частиц, м/с².

Разделим левую и правую часть уравнения (1) на m

$$\frac{dV}{dt} = \frac{1}{m} F + \frac{1}{m} \cdot B \cdot V \cdot Q \cdot k \cdot u - \frac{1}{m} \cdot B \cdot Q \cdot V^2 \cdot k. \quad (2)$$

Для упрощения уравнения (2) введем обозначения

$$b = \frac{1}{m} \cdot B \cdot Q \cdot k, \\ a = \frac{1}{m} \cdot F. \quad (3)$$

Подставляем в уравнение (2) выражения (3)

$$\frac{dV}{dt} = -bV^2 + b \cdot u \cdot V + a. \quad (4)$$

Решим дифференциальное уравнение (4) для чего используем рекомендации [17].

Выполним алгебраические преобразования в правой части уравнения (4)

$$\frac{dV}{dt} = - (bV^2 - b \cdot u \cdot V - a). \quad (5)$$

Разделим переменные, для чего умножим левую и правую части уравнения (5) на dt

$$dV = - (bV^2 - b \cdot u \cdot V - a) \cdot dt . \quad (6)$$

Разделим левую и правую части уравнения (6) на $(bV^2 - b \cdot u \cdot V - a)$.

$$\frac{dV}{bV^2 - b \cdot u \cdot V - a} = - dt . \quad (7)$$

Проинтегрируем левую и правую части уравнения (7)

$$\int \frac{dV}{bV^2 + b \cdot u \cdot V - a} = - \int dt . \quad (8)$$

В результате получим выражение

$$\frac{1}{b} \int \frac{dV}{V^2 - u \cdot V - \frac{a}{b}} = -t + c . \quad (9)$$

Для интегрирования левой части уравнения (9) выполним в ней алгебраические преобразования

$$\frac{1}{b} \int \frac{dV}{V^2 - 2V \frac{u}{2} + \frac{u^2}{4} - \frac{u^2}{4} - \frac{a}{b}} = -t + c . \quad (10)$$

$$\frac{1}{b} \int \frac{dV}{\left(V - \frac{u}{2}\right)^2 - \left(\frac{u^2}{4} + \frac{a}{b}\right)} = -t + c . \quad (11)$$

$$\frac{1}{b} \int \frac{dV}{\left(V - \frac{u}{2}\right)^2 - \left(\sqrt{\frac{u^2}{4} + \frac{a}{b}}\right)^2} = -t + c . \quad (12)$$

Возьмем интеграл от левой части выражения (12)

$$\frac{1}{2b \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}}} \cdot \ln \left| \frac{V - \frac{u}{2} - \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}}}{V - \frac{u}{2} + \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}}} \right| = -t + c . \quad (13)$$

$$\ln \left| \frac{V - \frac{u}{2} - \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}}}{V - \frac{u}{2} + \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}}} \right| = (c - t) \cdot 2b \cdot \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}} . \quad (14)$$

Потенцируем левую и правую части выражения (14)

$$\frac{V - \frac{u}{2} - \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}}}{V - \frac{u}{2} + \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}}} = e^{2b \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}} \cdot (c - t)} . \quad (15)$$

С целью упрощения выражения (15) введем следующие обозначения

$$n = -\frac{u}{2} - \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}} \\ l = 2b \cdot \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}} . \quad (16)$$

$$f = -\frac{u}{2} + \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}}.$$

С учетом обозначений (16) уравнение (15) принимает вид

$$\frac{V+n}{V+f} = e^{l(c-t)}. \quad (17)$$

Умножим левую и правую часть уравнения (17) на $(V + f)$

$$V + n = (V + f) \cdot e^{l(c-t)}. \quad (18)$$

В правой части уравнения (18) раскрываем скобки

$$V + n = V \cdot e^{l(c-t)} + f \cdot e^{l(c-t)}. \quad (19)$$

Выполним алгебраические преобразования выражения (19) и в результате определим скорость движения

$$\begin{aligned} V \cdot (1 - e^{l(c-t)}) &= f \cdot e^{l(c-t)} - n \\ V &= \frac{f \cdot e^{l(c-t)} - n}{1 - e^{l(c-t)}}. \end{aligned} \quad (20)$$

Находим постоянную интегрирования c , для чего используем начальные условия $t_0 = 0$, $V = V_0$.

$$V_0 = \frac{f \cdot e^{lc} - n}{1 - e^{lc}}, \quad (21)$$

$$V_0 = (1 - e^{lc}) = f \cdot e^{lc} - n$$

$$V_0 - V_0 \cdot e^{lc} = f \cdot e^{lc} - n$$

$$V_0 + n = V_0 \cdot e^{lc} + f \cdot e^{lc}$$

$$e^{lc} (V_0 + f) = V_0 + n$$

$$e^{lc} = \frac{V_0 + n}{V_0 + f}$$

$$\ln e^{lc} = \ln \frac{V_0 + n}{V_0 + f}$$

$$l \cdot c = \ln \frac{V_0 + n}{V_0 + f}$$

$$c = \frac{1}{l} \cdot \ln \frac{V_0 + n}{V_0 + f}. \quad (22)$$

В результате решения дифференциального уравнения (1) получаем выражение скорости движения

$$V = \frac{f \cdot e^{l(c-t)} - n}{1 - e^{l(c-t)}}, \quad (23)$$

где

$$n = -\frac{u}{2} - \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}}$$

$$f = \frac{u}{2} + \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}}$$

$$l = 2b \cdot \sqrt{\frac{u^2 \cdot b + 4a}{4b}}$$

$$b = \frac{1}{m} \cdot B \cdot Q \cdot k$$

$$a = \frac{1}{m} \cdot F.$$

При $t_0 = 0$, $V = V_0$

$$c = \frac{1}{l} \cdot \ln \frac{V_0 + n}{V_0 + f}$$

Выводы.

1. Прицепной уборочный агрегат имеет переменную массу, которая увеличивается с течением времени, по мере наполнения прицепа-тележки очесанным ворохом, поэтому для анализа его движения следует использовать динамику переменной массы.
2. В результате аналитических исследований получена теоретическая зависимость изменения скорости движения уборочного агрегата.

Литература.

1. *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.- 4.3.- С. 28-29.
2. *Леженкин А.Н.* Методика расчета состава и параметров уборочно-транспортного комплекса для фермерских и крестьянских хозяйств/ *А.Н. Леженкин*// Перспективы и технологии уборки зерновых культур, риса и семенников трав: сб. докл. междунар. науч. -техн. конф./ ТГАТА.- Мелитополь, 2003.- Вып. 13.- С. 171-180.
3. *Леженкин А.Н.* Уборка зерновых методом очеса/ *А.Н. Леженкин*// Сел. механизатор.- 2004.- №11. - 27 с.
4. *Леженкин А.Н.* Математические модели технологического процесса уборки зерновых культур/ *А.Н. Леженкин*// Вестник МГАУ им. В.П. Горячкина. Агроинженерия.- 2008.- Вып. 1(26).- С. 67-69.
5. *Леженкин А.Н.* Машина с очесывающим устройством/ *А.Н. Леженкин*// Сел. механизатор.- 2004.- №12.- С. 2-10.
6. *Леженкін О.М.* Аналіз виробничої перевірки збиральної машини для фермерських господарств/ *О.М. Леженкін, С.М. Григоренко*// Праці ТДАТА.- Мелітополь, 2007.- Вип. 7, т.2. – С. 194-202.
7. *Леженкин А.Н.* Результаты полевых испытаний уборочной машины для фермерских и крестьянских хозяйств/ *А.Н. Леженкин, С.М. Григоренко*// Техніка АПК.- 2007.- №3.- С. 30-32.
8. *Ляпунов А.М.* Общая задача об устойчивости движения/ *А.М. Ляпунов*.- М.: Гостехиздат, 1950.- 479 с.
9. *Василенко П.М.* Элементы теории устойчивости движения прицепных сельскохозяйственных машин и орудий/ *П.М. Василенко*// Сборник трудов по земледельческой механике.- М., 1954. - С. 73-92.
10. *Гячев Л.В.* Устойчивость движения сельскохозяйственных машин и агрегатов/ *Л.В. Гячев*.- М.: Машиностроение, 1981.- 206 с.

11. *Гячев Л.В.* Динамика машинно-тракторных и автомобильных агрегатов/ *Л.В. Гячев.*- Ростов-на-Дону: РГУ, 1976.- 192 с.
12. *Леженкин А.Н.* Динамика очесывающего агрегата при уборке зерновых культур/ *А.Н. Леженкин*// Механиз. и электриф. сел. х-ва.- 2004.- №12.- С. 24-25.
13. *Леженкін О.М.* Стійкість руху причіпного збирального агрегату очісуючого типу/ *О.М. Леженкін*// Праці ТДАТА.- Мелітополь, 2005.- Вип.33.- С. 26-46.
14. *Леженкин А.Н.* К обоснованию максимальной критической скорости движения прицепного зерноуборочного агрегата очесывающего типа/ *А.Н. Леженкин*// Механизация и электриф. сел. х-ва.- 2006.- №11.- С. 29-32.
15. *Мещерский И.В.* Работы по механике тел переменной массы/ *И.В. Мещерский.*- М.- Л: Изд. технико-теоретической литературы, 1949.- 275 с.
16. *Леженкин А.Н.* Моделирование процесса движения агрегата с переменной массой/ *А.Н. Леженкин, С.М. Григоренко*// Науковий вісник ТДАТУ.- Мелітополь, 2012.- Вип. 2, т.2. - С. 80-86.
17. *Комке Э.* Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям/ *Э. Комке*; пер. с нем.- М.: Изд. физико-математической литературы, 1961.- 703 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ЗБИРАЛЬНОГО АГРЕГАТУ ЗІ ЗМІННОЮ ШВИДКІСТЮ

Леженкін О.М., Рубцов М.О., Григоренко С.М.

Анотація

В статті наводиться методика визначення швидкості руху причіпного збирального агрегату зі змінною масою.

DETERMINATION OF MOVEMENT SPEED OF HARVESTING UNIT WITH VARIABLE-SPEED

A. Lezhenkin, N. Rubtsov, S. Grigorenko

Summary

The methods of determination of movement speed of the tractor-drawn harvesting unit with variable mass are described in the article.

УДК 631.361.43: 664.788

НОМОГРАМНИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ БАГАТОФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Шпиганович Т.О., к.т.н,

Болтянський Б.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38 (0619) 42-13-06, 42-05-70

Анотація - роботу присвячено розробці номограмного методу аналізу результатів багатофакторного експерименту, який дає можливість побачити одночасно вплив на параметр оптимізації всіх змінних незалежних факторів, що беруть участь у рівнянні регресії.

Ключові слова – номограма, аналіз, результати, багатофакторний експеримент, параметр, вплив, оптимізація.

Постановка проблеми. При графічному методі аналізу рівняння регресії побачити одночасно вплив сполучення всіх змінних факторів, що беруть участь в експерименті, на параметр оптимізації, коли він перебуває в заданій області значень, не має можливості. Особливо, якщо факторів більше, ніж два. Тому при графічному методі аналізу рівняння регресії допускаються певні припущення [1].

Тому розробка й вдосконалення малоенергоємних і надійних методів аналізу результатів багатофакторного експерименту, які дають можливість побачити одночасно вплив на параметр оптимізації всіх змінних незалежних факторів, що беруть участь у рівнянні регресії, є актуальним і важливим завданням.

Аналіз останніх досліджень. Нині завдання визначення значень меж коливань незалежних змінних факторів, що забезпечують знаходження параметра оптимізації в заданій області, вирішують без урахування сукупного впливу парних сполучень факторів. Це значно ускладнює застосування на практиці отриманих результатів і їхнє корегування для заданого рівня параметра, що оптимізується.

Аналіз результатів останніх досліджень показує, що окремі питання, які характеризують ефективність обробки результатів багатофакторного експерименту, вивчені недостатньо, а саме, відсутня методика візуалізації й проведення аналізу одночасно взаємодіючих змінних факторів.

Формулювання цілей статті. Метою даної роботи є розробка номограмного методу аналізу результатів багатofакторного експерименту, представленого у вигляді рівняння регресії, що адекватно описує процес попередньої сепарації зерна.

Основна частина. Номограмний метод аналізу рівняння регресії дає можливість побачити одночасно вплив на параметр оптимізації всіх змінних незалежних факторів, що беруть участь у рівнянні регресії, тобто, як вони діють на реальний технологічний процес [2, 3].

Стає можливим визначення впливу зміни межі коливання кожного зі змінних факторів на величину параметра оптимізації. Використання номограмного методу аналізу дає можливість усвідомлено змінювати межі відхилення кожного з досліджуваних факторів у багатofакторному експерименті з урахуванням можливостей технологічної системи для одержання заданої області значень параметра оптимізації.

Запропонований нами номограмний метод аналізу результатів багатofакторного експерименту підвищує точність знаходження меж варіювання факторів в області оптимізації технологічного процесу. На рис. 1 показана схема побудови номограми для аналізу результатів трьохфакторного експерименту.

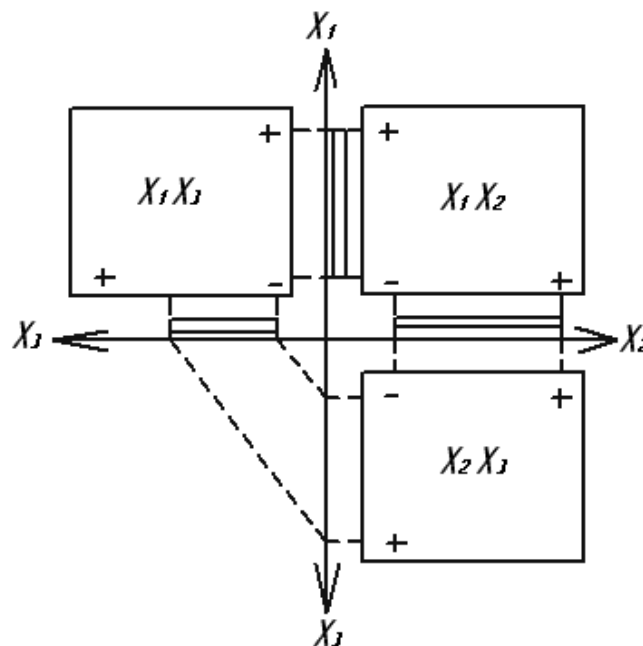


Рис. 1. Схема побудови номограми для аналізу результатів трьохфакторного експерименту.

На схемі головні ординати й абсциси виділені жирними лініями й на них відкладені розкодовані значення змінних факторів у натуральних одиницях вимірів. Квадратами в цих координатах позначені графічні зображення рішень рівняння регресії, які являють собою двовимірні перетини поверхні відгуку на горизонтальну

площину й залежно від сполучення двох змінних факторів, що діють у багатофакторному експерименті.

Для побудови номограми необхідно, щоб візуалізація приватних рівнянь регресії програмою «Maple» виконувалася в одному масштабі. Монтаж номограми необхідно вести з дотриманням кодових напрямків (+), і (-), а також сполученням кодованих факторних осей по вертикалі й горизонталі.

За допомогою комп'ютерної програми «Maple» і розробленої методики побудуємо номограму для аналізу й дослідження рівняння регресії (1) ефективності виділення зернівок ε (%) у щілинні отвори розподільного конуса дробарки прямого удару з попередньою сепарацією зерна, що отримано у результаті реалізації повного чотирьохфакторного експерименту.

$$Y = 92,2 + 7,65X_1 + 8,501X_2 + 2,68X_3 - 3,71X_4 - 4,22X_1X_3 - 6,07X_2X_3 - 0,12X_3X_4 - 6,62X_1^2 - 9,85X_2^2 - 5,36X_3^2. \quad (1)$$

Пристрій для попередньої сепарації зерна [3] складається з трьох брахистохронних сепаруючих поверхонь з щілинними отворами між ними та трьох конусів з таутохронними напрямними, які забезпечують спрямований рух зерна на прямий удар (рис. 2).

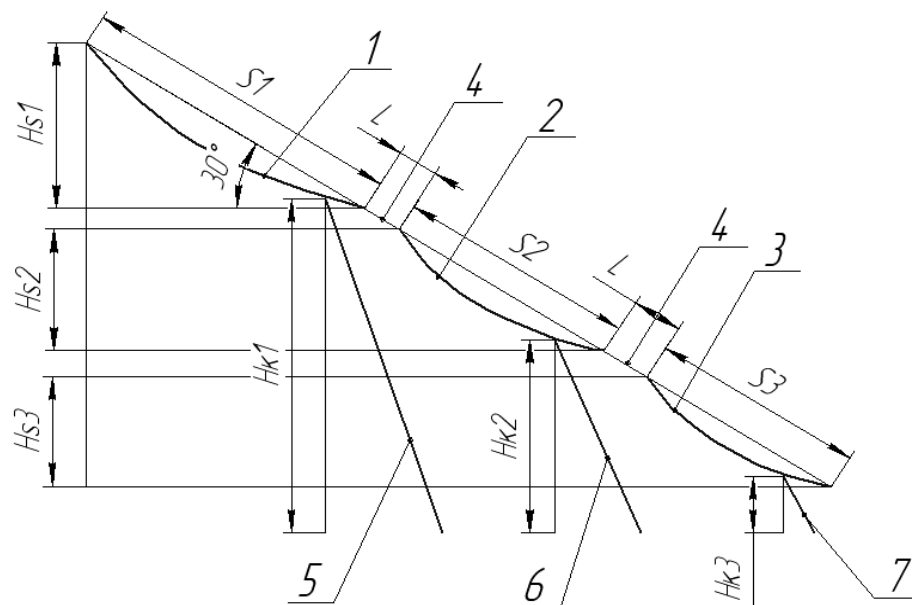


Рис. 2. Схема пристрою для попередньої сепарації зерна: 1, 2, 3 – відповідно перша, друга та третя брахистохронні сепаруючі поверхні довжиною S_1 , S_2 , S_3 ; 4 - щілинні отвори; 5, 6, 7 - відповідно перший, другий та третій конус з таутохронними напрямними

висотою $H_{к1}$, $H_{к2}$, $H_{к3}$; H_{s1} , H_{s2} , H_{s3} – відповідно перша, друга та третя висота брахистохронних сепаруючих поверхонь.

На рисунку 3 показана номограма для аналізу та визначення оптимальних параметрів факторів, що забезпечують ефективність виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки не нижче 84%.

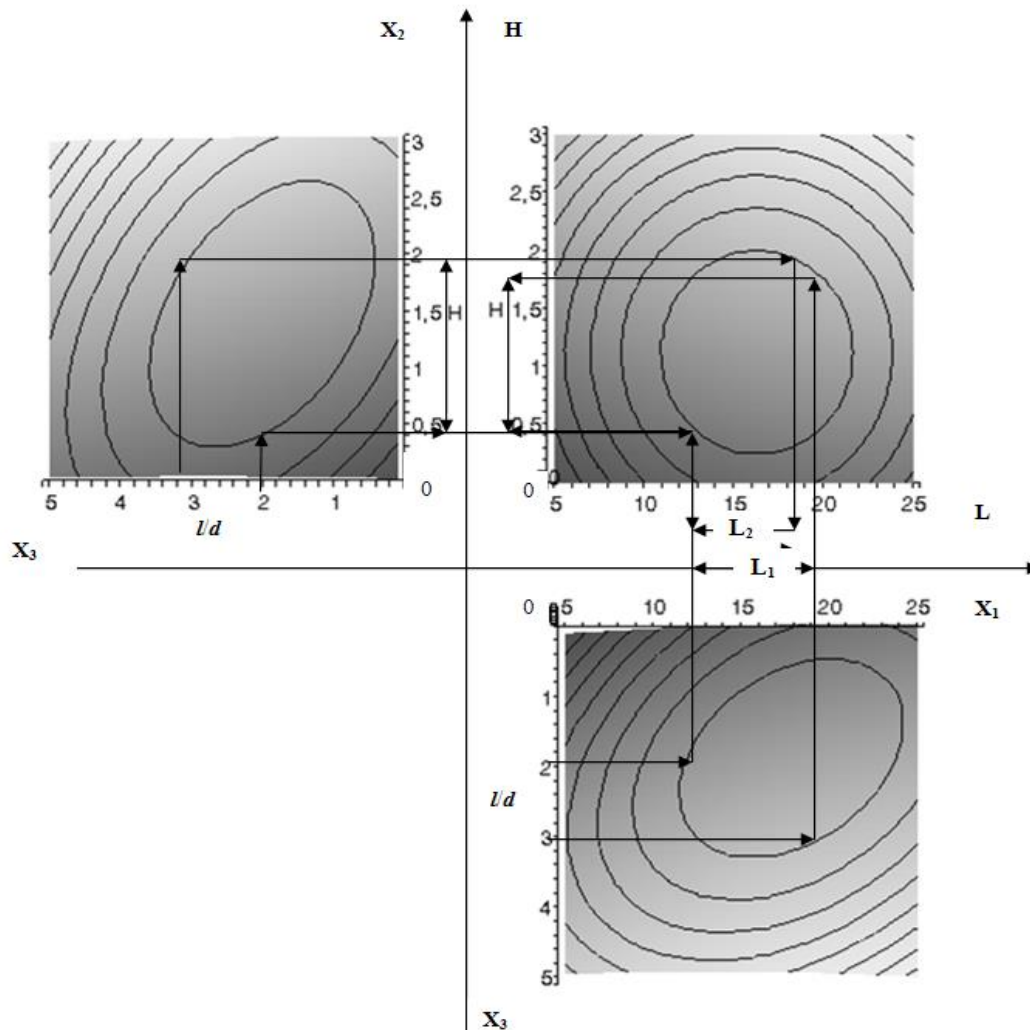


Рис. 3. Номограма для аналізу та визначенню оптимальних параметрів факторів, що забезпечують ефективність виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки не нижче 84%.

Ставимо завдання визначити, при яких допустимих межах коливань змінних факторів (довжині щілини $X_1 = L$, мм; висоті щілини $X_2 = H$, мм; співвідношенні довжини та діаметру зернівки $X_3 = l/d$ при критичній швидкості зернівки $X_4 = v = 0,8$ м/с) багатфакторного експерименту параметр оптимізації (ефективність виділення зернівок у щілинні отвори розподільного конуса дробарки ε , %) не буде нижче

84 %. Завдання ставиться для умов виділення зернівок з $l/d = 2...3$, що відповідає еквівалентному радіусу $r_e = 2,5...2,9$ мм. Завдання вирішуємо двома шляхами з наступним об'єднанням області оптимізації й інтервалів варіювання факторів.

Перший шлях. На осі ординат правого нижнього квадрата відкладаємо інтервал $l/d = 2...3$ і проводимо горизонтальні лінії до перетину з контурною лінією в центрі двовимірних перетинів поверхні відгуку L - l/d .

Далі піднімаємося до перетину з віссю L , одержуємо інтервал варіювання $L_1 = 12,8...19,7$ і точки перетину з контурною лінією в центрі двовимірних перетинів поверхні відгуку L - H (верхній правий квадрат). З отриманих точок проводимо горизонтальні лінії до перетину з віссю H , одержуємо інтервал варіювання $H_1 = 0,43...1,79$ мм.

Другий шлях. На осі абсцис лівого верхнього квадрата відкладаємо інтервал $l/d = 2...3$ і проводимо вертикальні лінії до перетинання з контурною лінією в центрі двовимірних перетинів поверхні відгуку H - l/d . Далі із точок перетинання проводимо горизонтальні лінії до перетинання з віссю H , одержуємо інтервал варіювання $H_2 = 0,43...2,0$ мм. Далі аналогічно першому шляху одержуємо інтервал варіювання $L_2 = 12,8...18,4$ мм.

Таким чином, поєднуючи отримані інтервали варіювання факторів, одержуємо, що для виділення зернівок з $l/d = 2...3$, що відповідає еквівалентному радіусу $r_e = 2,5...2,9$ мм й довжині розгінної ділянки поверхні розподільного конусу $S_0 = 0,1$ м з ефективністю 80...90% необхідно мати: $L = 12...19$ мм та $H = 0,4...2,0$ мм.

Відхилення теоретичних значень L та H від експериментальних у всьому діапазоні зміни параметрів знаходиться до 9%, що підтверджує адекватність отриманих даних.

Висновки. Розроблений номограмний метод аналізу дослідження результатів багатфакторного експерименту для визначення меж коливань незалежних змінних факторів забезпечує знаходження параметра оптимізації технологічної системи в заданій області значень із мінімальною похибкою.

Література.

1. *Джашеев К.А.-М.* Номограммный метод анализа результатов многофакторного эксперимента/ *К.А.-М Джашеев* // М.: Современные наукоемкие технологии, 2008. - №8. - С. 32 – 41.
2. *Шпиганович Т.О.* Вдосконалення процесу попередньої сепарації зерна в дробарці прямого удару: автореф. дис. на отримання наук.

ступ. канд. техн. наук: спец. 05.05.11./ *Т.О. Шпиганович.* – Сімферополь. – 2012. – 20с.

3. *Шпиганович Т.О.* Математичне моделювання сепарації зерна через щілинні отвори між розгінними ділянками розподільного конуса /*Т.О. Шпиганович* // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. - Вип.11, т.1. - С. 256-267.

НОМОГРАММНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ МНОГОФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Шпиганович Т.А., Болтянский Б.В.

Аннотация

Работа посвящена разработки номограммного метода анализа результатов многофакторного эксперимента, который дает возможность увидеть одновременно влияние на параметр оптимизации всех сменных независимых факторов, которые принимают участие в уравнении регрессии.

NOMOGRAMMIC METHOD OF MULTIFACTOR EXPERIMENT RESULTS ANALYSIS

T. Shpiganovich, B. Boltjanskij

Summary

The work is dedicated to working-out of the nomogrammic method of multifactorexperiment results analysis, which gives the possibility to watch simultaneously the influence on the parameter of optimization all the changeable independent factors, which are the parts of the regression equation.

УДК 631.363.636.085

МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ЗЕРНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ОДНОСЛОЙНОЙ ПОДАЧЕ

Шацкий В.В., д.т.н.,

Демьяненко Д.В., аспирант,*

Чумак В.А., аспирант**,

Коломиец С.М., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет,

Тел.: +38(0619) 42-05-70

Аннотация - представлена математическая модель динамичности структуры и распределения плотности зерновых материалов при однослойной подаче.

Ключевые слова – зерновой материал, частицы, слой, структура, дозирование, плотность, неравномерность распределения.

Постановка проблемы. Качество комбикормов зависит от качества подготовки их к скармливанию, где одним из важных целого ряда технологических процессов является дозированная подача компонентов на обработку, на качественный показатель которого влияет фракционный состав кормового материала.

Создание математических моделей, описывающих влияния фракционного состава кормов на качество их обработки, даст возможность разработки математических моделей многих технологических процессов обработки кормов, с определением их влияния на продуктивность животных, и технологий производства животноводческой продукции в целом, что и является целью настоящей работы.

Анализ последних исследований. Влияние фракционного состава зерна на качество однослойной подачи проявляется двояко – различным количеством зернин на единице площади ввиду различного их расположения на плоскости и различным сочетанием частиц разного размера на этой площади. В обоих случаях это влияет на массу материала на единице площади. Если первое подробно описано в работе [1], то влияние фракционного состава на качество

© д.т.н. В.В. Шацкий, аспирант Д.В. Демьяненко, аспирант В.А. Чумак, к.т.н. С.М. Коломиец

* Научный руководитель - д.т.н. В.В. Шацкий

** Научный руководитель - д.т.н. В.О. Мунтян

распределения зернин различным сочетанием осталось в тени, что и служит основанием для рассмотрения этого вопроса.

Принимаем допущение, что зерно располагается на плоскости в одном из трех положений, занимая площадь F_u ($F_u^{\max} = la$, $F_u^{\min} = ab$, $F_u^{cp} = lb$, (l, a, b - длина, ширина и толщина зернины) с вероятностью P_{ui} .

Площадь, занимаемая зернами одной фракции, определяется через вероятность P_{ui} их расположения. Тогда математическое ожидание величины площади, которую займут зерна контрольной порции N_{Π} , определяется как сумма площадей, занимаемой зернами i -х фракций в u -х положениях, при условии равновероятного распределения зерен всех фракций по площади F [1],

$$F = N_{\Pi} \left\{ \sum_{i=1}^n \left[P_i^u \left(\sum_{u=1}^3 p_{ui} F_{ui} \right) \right] \right\}, \quad (1)$$

где N_{Π} - количество зерен контрольной порции;

P_i^u - вероятность появления зерна i -ой фракции в порции;

P_{ui} - вероятность u -го расположения зерна i -й фракции на плоскости;

F_{ui} - площадь занятая зерном в u -ом положении.

Тогда математическое ожидание количества зерен $\bar{N}_m$, расположенных на определенной для исследования площади F_N , определяется из (1) [1]

$$\bar{N}_m = \frac{F_N}{\sum_{i=1}^n \left[P_i^n \left(\sum_{u=1}^3 (p_{ui} F_{iu}) \right) \right]}. \quad (2)$$

Отклонение количества $\bar{N}_m$ зерен через разное положение их на плоскости определяется как среднее квадратичное отклонение [1]

$$\sigma_N = \left\{ \sum_{i=1}^n \left[\sum_{u=1}^3 \left(N_m P_i^n p_{ui} (1 - p_{ui}) \right) \right] \right\}^{0,5}. \quad (3)$$

Выражая количество зерен через их массу m_i , получаем отклонение массы контрольной порции через разное их расположение на плоскости [1]

$$\sigma_{mN} = \left\{ \sum_{i=1}^n m_i^2 \left[\sum_{n=1}^3 N_m P_i^n p_{ui} (1 - p_{ui}) \right] \right\}^{0,5}. \quad (4)$$

Таким образом определяется влияние расположение частиц на плоскости на качество подачи материала.

Постановка цели работы. Целью работы является разработка математической модели динамичности структуры и распределения плотности зерновых материалов при однослойной подаче.

Метод исследований обусловлен рассмотрением поведения дискретной внутренней структуры материала в среде стохастического перемещения и взаимодействия отдельных частиц различного размера и массы. В связи с этим для построения модели однослойной подачи зернового материала целесообразно использовать теорию возвратности марковских цепей, метод дискретных элементов и комбинаторику.

Основная часть. На качество подачи зернового материала на обработку существенное влияние оказывают технологические схемы и параметры процессов и устройств дозированной подачи и перемещения материала в процессе обработки, а также физико-механические свойства зернового материала, где особое место занимают размерные характеристики, их диапазон изменения и характер распределения. Выбор технологического процесса во многом определяется параметрами фракционного состава, особенно это относится к однослойной подаче зернового материала на термическую обработку.

Представим зерновой материал состоящий из упругих, соприкасающихся между собой частиц сферической формы и пустот между ними. Диаметр частиц эквивалентен диаметру d_z зерна, определенному по формуле шара: $d_z = \sqrt[3]{(6V_z / \pi)} = \sqrt[3]{(6klab / \pi)}$, где V_z – объем зерна, мм³, $V_z = klab$, ; k – коэффициент, учитывающий форму зерна (для пшеницы и ячменя -0,52, для ржи и овса -0,42, для гороха 0,56) [2]; l, a, b – длина, ширина и толщина зернины.

Процесс формирования порции зернового материала на плоскости происходит в потоке хаотически движущихся относительно друг-друга частиц, где на каждом переходе из одного состояния в

другое происходит в двух направлениях – вправо-влево с равной вероятностью при одновременном перемещении вперед. Вероятность того, что отправляясь из состояния i , частица возвратится в это состояние через n переходов, при полиномиальном распределении, определяется выражением [3]

$$P_{00}^{2n} = \sum_{i,j,i+j=n} \frac{(2n)!}{i!i!j!j!} \left(\frac{1}{4}\right)^{2n} = \left(\frac{1}{4}\right)^{2n} (C_{2n}^n)^2, n=1,2,3,\dots, \quad (5)$$

где n - количество переходов системы;

C_{2n}^n - число сочетаний по n элементов из $2n$ различных элементов, где каждый элемент используется только один раз
 $C_{2n}^n = 2n!/(n!)^2$.

Качество формирования порции зернового материала в один слой определяется отклонением количества частиц и их массы, располагающихся на единичной плоскости F1 в различных сочетаниях (комбинациях).

Количество всех сочетаний расположения частиц B в объеме, заполненном частицами A (меньшего размера), определим, воспользовавшись методом дискретных элементов [4] и понятием сочетания n элементов по k элементов [5] или иначе - k_B -элементным подмножеством множества из n элементов.

На наш взгляд интересно рассмотреть вероятности расположения частиц n_B , соприкасаясь друг с другом, на основании статистики Бозе-Эйнштейна [5].

Предположим, что n_B одинаковых частиц распределяются по n ячейкам ($n_B \leq n$). Количество способов их распределения равно

$$C_{n_B+n-1}^{n_B} = \frac{(n_B + n - 1)!}{n_B!(n-1)!}, \quad (6)$$

Пусть в какую-то определённую ячейку попало ровно k частиц. Количество вариантов, которыми оставшиеся n_B-k частиц могут быть распределены по $n-1$ оставшимся ячейкам

$$C_{n_B-k+n-2}^{n_B-k} = \frac{(n_B - k + n - 2)!}{(n_B - k)!(n-2)!}. \quad (7)$$

Тогда вероятность того, что в определённую ячейку попало ровно k частиц, равна

$$P_{k_B} = \frac{C_{n_B - k + n - 2}^{n_B - k}}{C_{n_B + n - 1}^{n_B}} \quad (8)$$

Зная вероятность расположения частиц в ячейке определенной площади F_1 , а следовательно и количество $N(k_B)$ блоков сочетаний (композиций) (рис.1), где частицы A плотно окружают частицы B , находящиеся в различном сочетании k_B ($k=1,2,3$). Принимаем, что частицы блоков сочетаний (композиций) располагаются в соприкосновении друг с другом с плотностью упаковки $K_{ПAB}=0,9069$ [6].

Для моделирования структуры материала состоящего из различного по размерам частиц рассмотрим крайние случаи сочетания частиц – одинакового i -го размера частиц и частицы j -го размера (см. рис.1). В первом случае это сочетание одного элемента в виде шара B с элементами A (рис.1а).

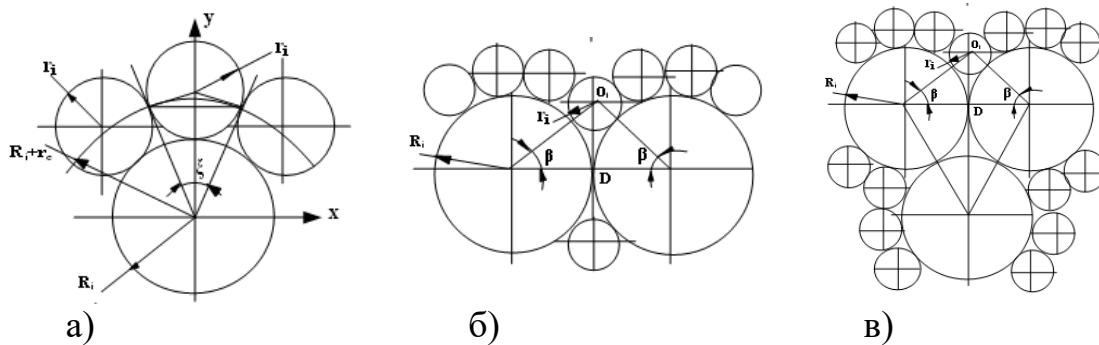


Рис.1. Схемы расположения частиц

Для решения поставленной задачи в первую очередь необходимо определить площадь, занимаемую одной частицей j -го размера и окружающими ее частицами i -го размера. За i -й размер частиц принимаем средний размер $n_\Sigma - n_j$ частиц (n_Σ, n_j – количество частиц всего фракционного состава и j -й фракции элементарной площадки F_1).

Для расчета количества частиц, располагающихся на площадке определенного неизменного размера принимаем допущение, что равновеликие частицы i -го размера располагаются на этой площадке по схеме случайной упаковки [6].

Рассмотрим вариант расположения частиц на площадке, где вокруг одной частицы B , приравненной к шару, располагаются частицы A i -го размера, соприкасаясь с частицей B и каждый с собой по условной окружности радиусом R_c при $R_B > r_i$

$$R_c = \left\{ \left[(R_B + r_i) \cos \arcsin \frac{R_B - r_i}{R_B + r_i} \right]^2 - r_i^2 \right\}^{0,5} \quad (9)$$

при $R_B < r_i$

$$R_c = \left\{ \left[(R_B + r_i) \cos \arcsin \frac{r_i - R_B}{R_B + r_i} \right]^2 - r_i^2 \right\}^{0,5} . \quad (10)$$

Количество частиц, располагающихся вокруг одной частицы B , определяется выражением

$$n_{ri} = 2\pi / 2\xi = 180 / \arcsin \frac{r_i}{(R_B + r_i) \cos \tau} , \quad (11)$$

где ξ – угол между прямыми, проведенными из центра частицы B через центр и касательно окружности частицы A ,

$\xi = \arcsin \{r_i / [(R_B + r_i) \cos \tau]\}$;

τ – угол между плоскостью расположения частиц и прямой соединяющей центры контактирующих частиц

при $R_B > r_i$

$$\tau_{R_B \geq r_i} = \arcsin \frac{R_B - r_i}{R_B + r_i} \quad (12)$$

при $R_B < r_i$

$$\tau_{R_B \leq r_i} = \arcsin \frac{r_i - R_B}{R_B + r_i} \quad (13)$$

Тогда площадь поверхности площадки, которую занимает композиция расположения (блок) N_{AB1} частиц (см. рис.1, а) определяется по формуле

$$S_{AB1} = \pi R_B^2 + \frac{n_{ri}}{K_{IIAB}} (\pi r_i^2 - s^{nep}) , \quad (14)$$

где S^{nep} - площадь взаимного перекрытия частиц A и B , радиусами равными r_i и R_B , определяется как сумма площадей сегментов

$$S^{nep} = r_i^2 \arccos \frac{a_{ra}}{r_i} + R_B^2 \arccos \frac{a_{ra}}{R_B} - a_{ra} R^{11} \sin \left(\arccos \frac{a_{ra}}{r_i} \right), \quad (15)$$

где a_{ra}, a_{RB} - проекции на горизонтальную плоскость расстояний между центрами частиц и радиальной плоскостью условного перекрытия частиц A и B : $a_{ra} = 1/2 R^{11} [(R^{11})^2 - (R_B^2 - r_i^2)]$ и

$$a_{RB} = 1/2 R^{11} [(R^{11})^2 + (R_B^2 - r_i^2)];$$

R^{11} - проекции на горизонтальную плоскость расстояний между центрами частиц: $R^{11} = (R_B + r_i) \cos \tau$.

$K_{ПAB}$ - плотность упаковки частиц A , контактирующих с частицей B .

Для расчета количества частиц, расположенных на определенной площади площадки $F1$ ($F1 = a^2$), принимаем допущение, что равновеликие частицы A_x располагаются на плоскости хаотически с плотностью $K_{ПА}$ упаковки от 0,7854 до 0,9069 [6], что в среднем $K_{ПА}$ составляет 0,85.

Для определения количества частиц A , располагающихся вокруг двух частиц B (рис.2, б), определим зону контакта, в которую не могут попасть частицы A .

Частицы A во впадине контакта двух частиц B располагаются своими центрами на расстоянии DO_1 под углом с линией соединяющей центры частиц B , равным $\beta = \arccos[(R_B)/(R^{11})]$.

Угол ψ_{2B} сегмента одной частицы B , в плоскость которого не попаряют частицы A , равен

$$\psi_{2B} = 2(\beta - \xi) = 2 \left(\arccos \frac{R_B}{(R_B + r_i) \cos \tau} - \arcsin \frac{r_i}{(R_B + r_i) \cos \tau} \right). \quad (16)$$

Тогда количество частиц A , окружающих две контактирующие частицы B определяется, с учетом количества частиц A не поместившихся в зоне контакта двух частиц B

$$n_{AB2} = 2(2\pi / 2\xi - \psi_{2B} / 2\xi) = \frac{2\pi - \psi_{2B}}{\arcsin \frac{r_i}{(R_B + r_i) \cos \tau}}. \quad (17)$$

Площадь поверхности площадки F1, которую занимает копозиция расположения (блок) N_{AB2} частиц (см. рис.1) определяется по формуле

$$S_{AB2} = 2\pi R_B^2 + \frac{n_{AB2}}{K_{ПAB}} (\pi r_i^2 - s^{nep}) \quad . \quad (18)$$

При кучном расположении трех частиц B (рис 2в) количество частиц A контактирующих с тремя частицами B определяется исключением количества частиц A из зоны невозможного расположения частиц A , то есть из зоны контакта трех частиц B .

Угол сегмента одной частицы B , в которую не попаряют частицы A , равен

$$\psi_{3B} = \frac{\pi}{3} + 2(\beta - \xi) = \frac{\pi}{3} + 2 \left(\arccos \frac{R^{11} - r_i}{(R_B + r_i) \cos \tau} - \arcsin \frac{r_i}{(R_B + r_i) \cos \tau} \right). \quad (19)$$

Тогда количество частиц A , окружающих три контактирующие частицы B определяется, с учетом количества частиц A не поместившихся в зоне контакта трех частиц B

$$n_{AB3} = 3(2\pi / 2\xi - \psi_{3B} / 2\xi) = 3 \frac{2\pi - \psi_{3B}}{2 \arcsin \frac{r_i}{(R_B + r_i) \cos \tau}} \quad . \quad (20)$$

Площадь поверхности площадки, которую занимает копозиция расположения (блок) N_{AB1} частиц (см. рис.1, а) определяется по формуле

$$S_{AB3} = \frac{3\pi R_B^2 + n_{AB3} (\pi r_i^2 - s^{nep})}{K_{ПAB}} \quad . \quad (21)$$

Неравномерность распределения количества частиц на плоскости от различного сочетания частиц разного размера определяется отклонением массы общего количества частиц, располагающихся на контрольной площади F1 размером a^2 .

Отклонение массы ΔM_{Bk} на площади S_{Bk}^n определяется разницей масс M_{Bk} частиц блоков Bk и частиц, равномерно расположенных на площади S_{Bk}^n .

$$\Delta M_{Bk} = M_{S_{Bk}^n} - \frac{M_{F1}}{F1} S_{ABk}^n, \quad (22)$$

где $M_{S_{Bk}^n}$ - масса частиц блоков ABk, $M_{S_{Bk}^n} = M_{ABk} P_k n_B$, ($k=2,3$);
 M_{ABk} - масса частиц одного блока;
 M_{F1} - масса частиц, равномерно расположенных на площади F1,
 $M_{F1} = n_A m_A + n_B m_B$;
 S_{ABk}^n - площадь, занимаемая блоками ABk $S_{ABk}^n = S_{ABk} P_k n_B$.
 P_k - вероятность сочетания частиц B.

Вероятность P_{2B} и P_{3B} образования блоков k_B , определенная согласно (6, 7, 8), находится в зависимости от количества n_B частиц B в порции. Тогда математическое ожидание количества блоков $N(k_B)$ определяется как $N(k_B) = \overline{n_B} P_{kB}$, а среднее квадратическое отклонение $\sigma_{N(k_B)}$ этого количества $N(k_B)$ для случая $k_B=2$ и $k_B=3$ - по известному выражению $\sigma_{N(k_B)} = \sqrt{\overline{n_B} P_{kB} (1 - P_{kB})}$. В этом сочетании количество n_B частиц B составляет $n_{B2,3} = 2\overline{n_{k2}} + 3\overline{n_{k3}}$.

Среднее квадратическое отклонение частиц, расположенных на площади S_{ABk}^n определяется выражением

$$\sigma_{MBk} = \frac{M_{Bk}}{n_B \sqrt{P_k n_B (1 - P_k)}}, (k = 2,3). \quad (23)$$

Для определения отклонения масс частиц, свободных от контакта в блоках, определим площадь, незанятую блоками Bk

$$S_{A_x B_x} = F1 - n_B \left(\sum_{k=2}^3 P_k S_{ABk}^n \right). \quad (24)$$

Вместе с тем количество частиц A и B на площади S_{ABk}^n не является постоянным из-за образования на ней блоков AB1, за счет чего на этой площади образуется свободная площадь $\Delta S_{A_x B_x}$

$$\Delta S_{A_x B_x} = S_{A_x B_x} - \left(S_{AB1} \frac{n_A - \sum_{k=2}^3 n_{Bk} n_{ABk}}{n_{AB1}} - S_{RB} \frac{n_B - n_B (2P_2 + 3P_3)}{k_{ПА}} \right). \quad (25)$$

Тогда среднее квадратическое отклонение массы частиц от различного их сочетания равно

$$\sigma_{mNc} = \left[\sum_{k=2}^3 \sigma_{MBk}^2 + \left(\Delta S_{A_x B_x} \frac{\sigma_{mF1}}{F1} \right)^2 \right]^{0,5}. \quad (26)$$

На основании вышеизложенного среднее квадратическое отклонение массы σ_{mNc} частиц от различного их расположения и сочетания определяется выражением

$$\sigma_{mNcN} = \left[\sum_{k=2}^3 \sigma_{MBk}^2 + \left(\Delta S_{A_x B_x} \frac{\sigma_{mF1}}{F1} \right)^2 + \sigma_{mN}^2 \right]^{0,5}. \quad (27)$$

Масса (M_{ABF1}) частиц на площадке F1 определяется как функция известного количества частиц A и B и их массы, а плотность ρ_{F1} распределения массы частиц на площадке F1 – как удельное распределение массы M_{ABF1} на площади F1, то есть $\rho_{MF1} = M_{ABF1} / F1$. Распределение плотности на плоскости площадью F1 определяется из соотношения отклонения масс и плотности материала $\sigma_{\rho_{F1}} = \rho_{MF1} \sigma_{mNcN} / M_{ABF1}$.

Полученные зависимости предоставляют собой математическую модель распределения плотности зерновых материалов при однослойной его подаче, что дает возможность на основе моделирования определить изменения количественного соотношения частиц A и B в порции при изменении одного из них в пределах допустимой неравномерности подачи зернового материала на обработку, а также - зависимость влияния качества распределения частиц по столу обработки, с учетом качества их подачи и фракционного состава корма, на динамичность структуры и плотности распределения однослойного потока зерновых материалов.

Выводы. Разработанная модель динамичности структуры и плотности однослойного распределения частиц зерновых материалов

дает возможность создать математическую модель механизированного процесса обработки компонентов рациона с определением параметров процесса и технического средства его осуществления.

Литература.

1. *Шацкий В.В.* Моделирование механизированных процессов приготовления кормов/ *В.В. Шацкий* – Запорожье: ПЦ «Х-ПРЕСС», 1998. -140 с.
2. *Данко И.* Физико-химическая и геометрическая характеристика зерна: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: girls4girls.ru/.../2318-fiziko-himicheskaya-i-geometricheskaya-harak.
3. *Карлин С.* Основы теории случайных процессов: [пер. с англ.]/ *С. Карлин*; под редакц. Коваленко И.Н. - М.: Мир, 1971.- 61 с.
4. *Хокни Р.* Численное моделирование методом частиц: [пер. с англ.]/ *Р. Хокни, Дж. Иствуд* . - М.: Мир, 1987. - 640 с.
5. Комбинаторика. Число сочетаний: [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: natalymath.narod.ru/combinatory.html.
6. *Слоэн Н. Дж. А.* Упаковка шаров/ *Scientific American*: издание на русском языке. - 1984. - № 3. - С. 72–82.

МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛУ ЩІЛЬНОСТІ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ОДНОШАРОВІЙ ПОДАЧІ

Шацкий В.В., Дем'яненко Д.В., Чумак В.О., Коломієць С.М.

Анотація

Представлено математичну модель динамічності структури і розподілу щільності зернових матеріалів при одношаровій подачі.

DENSITY DISTRIBUTION MODEL OF GRAIN MATERIALS IN A SINGLE-LAYER FLOW

V. Shatsky, D. Demjanenko, V. Chumak, S.Kolomiec'.

Summary

A mathematical model of the dynamic structure and density of granular materials distribution in a single-layer flow is presented.

УДК 631.173

ПЕРСПЕКТИВИ МАШИННОГО КООПЕРУВАННЯ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ С.-Г. ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Уваров М.І., інженер,

*Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва (НААН України)*

Махмудов І.І., к.т.н.

ВП НУБіП «Ніжинський агротехнічний інститут»

Тел.: +38 (0619) 42-05-70

Анотація - наведено результати досліджень з питання матеріально-технічного та фінансового забезпечення, цінкових зовнішніх факторів в існуючих системах машинних кооперативів для техніко-технологічного обслуговування різних типів сільськогосподарських підприємств стосовно їх розмірів та спеціалізації кооперативів в умовах Донецького регіону.

Ключові слова - система, техніка, технічне забезпечення, спеціалізація, реформування, машинні кооперативи.

Постановка проблеми. Виявлено, що в ході реформування були порушені існуючі традиційні зв'язки між підприємствами та різними службами. Обслуговуючі підприємства були акціоновані і значно підвищили ціни на свої послуги, що скоротило на них попит, привело до перепрофілювання і посилило потребу с-г виробників у кооперації, яка стала об'єктивною необхідністю.

Аналіз останніх досліджень. За період проведення наукових робіт (2011-2012 р.р.) основними об'єктами досліджень були кооперативні форми машинообслуговування та існуючі с-г підприємства основних сільськогосподарських районів Донецького регіону.

Формулювання цілей статті. Метою досліджень є розробка систем машинних кооперативів для:

- техніко-технологічного обслуговування різних типів с-г підприємств;
- зменшення їх витрат на виробництво с.-г. продукції і підвищення її виробництва;

- забезпечення держави якісними продовольчими товарами в необхідній кількості.

Використовувались наступні методи досліджень: монографічний, тобто опис та узагальнення досліду кооперації, створення і функціонування конкретних горизонтальних та вертикальних машиноформувань; порівняльний; статистичний; абстрактно-логічний; графічний; економіко-статистичний.

Основна частина. В Донецькому регіоні на цей період машинна кооперація проявлена більше тимчасовою, дуже рідко - постійною і лише горизонтальною. Підприємства, які не мають підтримки, допомагають одне одному. Цю допомогу можна класифікувати, як сусідська допомога. Бо вся техніка, залишаючись власністю одного фермера, або одного с.-г. підприємства, використовувалась на декількох фермах (с.-г. підприємствах).

Рідше використовувались принципи підрядних підприємств, коли техніка належала одному власнику, для якого вона була скоріше не як засіб праці, а як джерело прибутку, тобто надання послуг - вид підприємництва.

С. г. підприємства в регіоні маючи у власності техніку, яка не завантажена повністю, повідомляють районі управління сільського господарства про можливість надання допомоги у виконанні певних видів робіт (як правило це збирання врожаю). Районні служби повідомляють обласне управління, там складають перелік всіх підприємств з контактними телефонами, та прізвищами керівників, переліком техніки і їх кількістю. Далі цю інформацію розповсюджують по області тим підприємствам які звертаються про допомогу, а останні самостійно, це як правило хаотично, через відсутність централізованого управління, заключають договори.

Вартість послуг складала 200-320 грн./га у 2009 році.

Як правило в усіх с. г. підприємства, які надають механізовані послуги, їх машини працюють не тільки на власних полях, але і по найму. Для них надання послуг є не основним, а додатковим джерелом доходу. При цьому не виникають спори про неправильну експлуатацію бо вони самі ремонтують несправності.

Майже відсутні кооперативні відносини, коли техніка використовується на декількох с.-г. підприємствах (фермах) та являється сумісною власністю. Можливо така форма використання техніки у нас не розвинута через ряд причин, обумовлених економічною нестабільністю кооперативів в довгостроковій перспективі - сильна залежність від коливань ринкової кон'юнктури, обмежені можливості притягувати (залучати) капітал для розширення виробництва, не відносність кооперативної організації виробництва індивідуальним інтересам їх членів (можливі конфлікти). Всі ці загони

не керовані, неорганізовані, розташовані хаотично, та в решті решт малоефективні.

Якщо рослинництвом займаються всі с. г. підприємства, то господарств які займаються тваринництвом приблизно 1/3. Такі господарства також знаходяться нерівномірно на територіях районів, що ускладнює створення спеціалізованих машинно-технологічних станцій по їх обслуговуванню.

На сучасному етапі машинного кооперування спостерігається подолання недовіри громадян до кооперативної форми підприємництва.

Довіра буде зростати під впливом господарських успіхів як самих машинних кооперативів, так і змін колишнього негативного відношення держави до кооперації в цілому, та особливо до машинної кооперації.

Крім того, економічна криза надала поворотний вплив на розвиток малого бізнесу, поклала кінець періоду відносної фінансової незалежності малих підприємств та обумовила концентрацію їх зусиль на 4 основних стратегіях виживання:

1. Інвестиційний пошук зовнішніх інвестиційних ресурсів (кредитів банків, підтримки приватних фондів, державних структур, спонсорів, іноземних інвестицій та інш.);

2. Диверсифікаційний – перехід на малокапіталомісткі технологічні засоби виробництва продукції (енергозберігаючі технології);

3. Ринково-збутові – послаблення попиту обмежень, викликаних зниженням рівня добробуту, шляхом покращання якості виробленої продукції і наданих послуг; проведенням розумної цінової політики виявленням кращих каналів збуту продукції;

4. Реорганізаційно-інституціональний – пошук нових форм мікроекономічних взаємодій, що забезпечують мінімізацію транспортних витрат, що створюють передумови формування власних засобів для розвитку виробництва.

Для більшої захищеності членів кооперативу, без чого він не може юридично існувати, потрібно скласти Статут, який повинен мати важливі положення – добровільне членство, формування колективного майна, рівність прав та обов'язків учасників, товариське самоуправління, розподіл прибутків та інші.

На сучасному етапі особисті підсобні, фермерські господарства мають наступні перспективні напрямки машинного кооперування:

- об'єднання з крупними с-г підприємствами шляхом створення внутрішньогосподарського підрозділу для надання різного роду послуг (оранка городів, вирощування кормів та т.п.);

- створення кооперативів змішаного типу, в яких засновниками є с.-г. підприємства та власники особистих підсобних господарств;
- об'єднання особистих підсобних господарств та фермерських господарств для виробництва, переробки та реалізації с.-г. продукції.

Бажано, щоб всі ці об'єднання були розташовані компактно, в радіусі до 20 км, інакше будуть зростати транспортні витрати. Об'єднуватись потрібно за принципом «недостатньої» техніки, про що вже достатньо є наукових статей та рекомендацій, тобто у одного є, наприклад, трактор, у іншого є комбайн, і вони навантажені не на 100%. Об'єднавшись вони вже мають трактор і комбайн у сумісному використанні.

Подальший розвиток машинної кооперації повинен бути вертикальним, який включає виробництво засобів виробництва, матеріально-технічного забезпечення і виробниче обслуговування, а також реалізацію с.-г. продукції, переробку, транспортування та її збереження.

Слабкий розвиток кооперації по вертикалі значно знижує долю с.-г. товаровиробників у роздрібній ціні продуктів, знижує ефективність АПК, коли в кінцевій ціні необґрунтовано зростає доля торгівельних посередників.

Всі ці об'єднання машинних кооперативів відбуваються за рахунок власних коштів.

Наступною сходинкою розвитку кооперації повинна стати інтеграція, яка функціонує на основі економічних механізмів погодження інтересів всіх учасників вертикального інтегрованого об'єднання.

Інтегратор потрібен для об'єднання всіх учасників цього процесу та їх фінансового забезпечення, а також повинен здійснювати взаємовідносини між ними. Інтегратором має виступати держава (має більше важелів впливу), або різні компанії.

Розвиток інтеграції на мікрорівні (районному чи міжрайонному) здійснюватиме сприятливі умови для ефективного використання всього потенціалу земель, споруд, сировини, ресурсів праці, що неодмінно приведе до якісно нової більш високої продуктивності праці.

В країнах з високим рівнем розвитку машинної кооперації та взагалі кооперативного руху загальна чисельність членів кооперативних організацій значно перевищує кількість сільських господарств, так як кожен фермер звичайно є членом одночасно 2-3, або 4-5 різних кооперативних спілок. Тому наступним кроком кооперативного будівництва є створення кооперативних союзів, хоча це призведе до незначного звуження їх самостійності з однієї сторони,

але стане своєрідною «парасолькою» при підйомі або спаді економіки з другої сторони.

На рисунку 1 запропонована схема інтеграційних зв'язків машинних кооперативів, які створені с.-г. товаровиробниками.

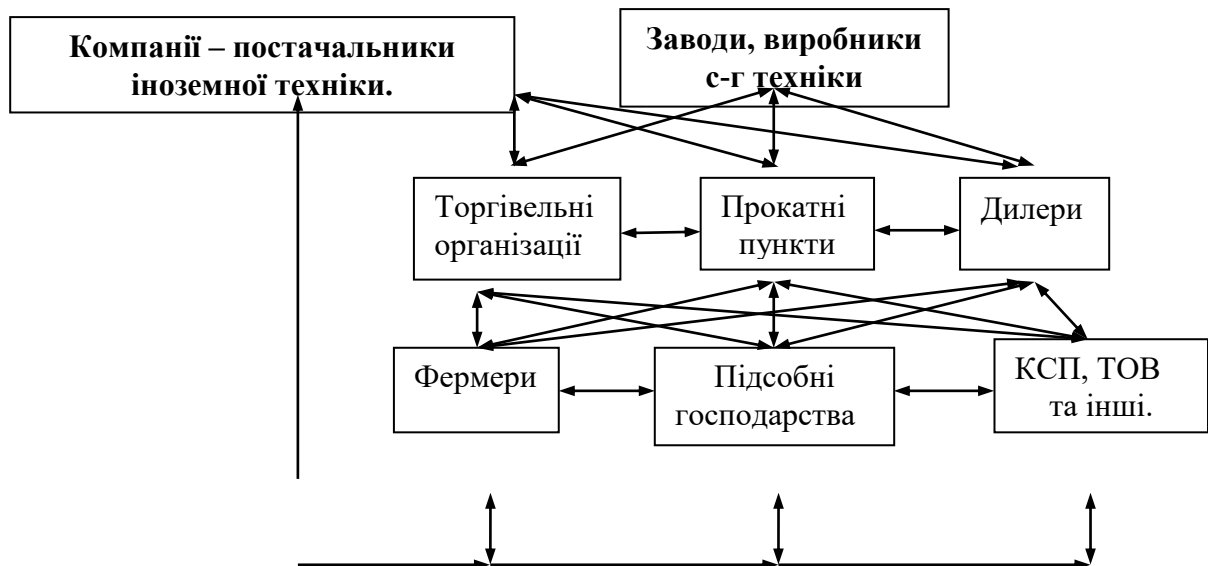


Рис. 1. Схема інтеграційних зв'язків машинних кооперативів.

Дана система передбачає об'єднання с.-г. товаровиробників у машинні кооперативи з вертикальними інтеграційними зв'язками між собою, дилерами, торгівельними організаціями, прокатними пунктами та регіональними представниками вітчизняних заводів - виробників тракторів та комбайнів.

Заводам, які майже не працюють, крім виробництва нової техніки та її постачання потрібно скуповувати через торгівельні організації і регіональні представництва стару (трактори, комбайни), для відновлення та подальшої реалізації через прокатні пункти. Тобто пропонується введення ринку відновленої техніки.

Прокатні пункти, об'єднані з торгівельними організаціями, можуть виконувати агрегатний ремонт складної техніки не потребуючий тривалого часу. Зняті агрегати відправляються на заводи для відновлення.

Крім того, прокатні пункти надають відновлену техніку машинним кооперативам та іншим с.-г. виробникам в короткострокову або довгострокову оренду, а також реалізують її, надаючи гарантії.

В регіоні, як і в державі, для виробництва та придбання с.-г. техніки існує система кредитування. В цій схемі у центрі знаходиться банківська система.

Вона діє за наступною схемою (рис.2):

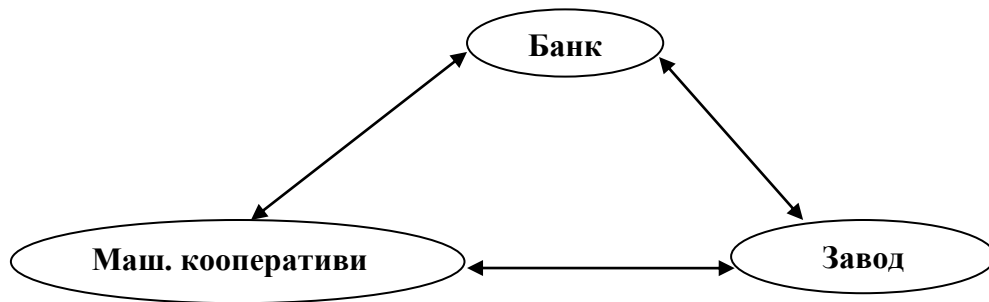


Рис. 2. Схема системи існуючого кредитування.

Завод отримує кредит в банку під відсотки на виробництво, наприклад, трактора. Зробивши його, у вартість закладаються ці відсотки. Після реалізації трактора машинним кооперативам або іншим с.-г. виробникам, завод повертає банку кредит та відсотки.

Якщо машинний кооператив вирішив придбати трактор, взявши кредит у банку, то він буде більший на відсоток заводського кредиту, а потім буде віддавати свій кредит і свій відсоток.

Для зменшення вартості с.-г. техніки пропонується наступна схема (рис. 3):

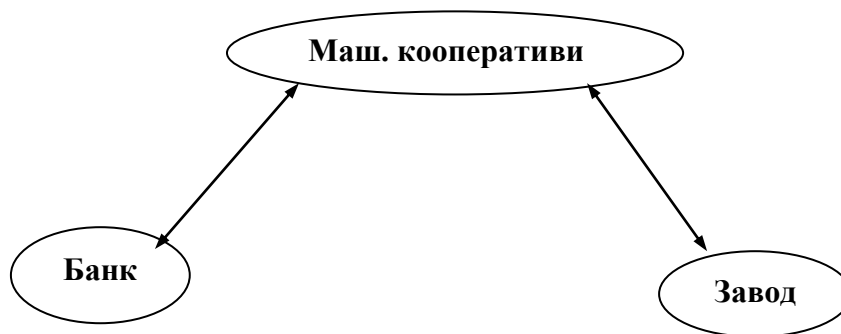


Рис.3. Схема системи кредитування, що пропонується.

Машинний кооператив або інше с.-г. підприємство, отримує кредит, сплачує заводу за виробництво техніки, тим самим роблячи заявку на виготовлення. Завод в короткий термін, обумовлений договором, виконує заказ і не сплачуючи відсотків, не завищує вартість техніки.

Висновок. Всі інші держави спрямовують зусилля на розробку своїх багатств (видобуток нафти, газу тощо). В Україні багатством є земля, тому АПК повинен стати стратегічним розвитком і це допоможе нашій державі стати розвинутою країною, хлібною житницею та годувати багато народів.

Література.

1. Формування і реалізація державної технічної політики розвитку матеріально-технічної бази АПК в Україні/ Матеріали до 5 – річних зборів Всеукраїнського конгресу вчених економістів-аграрників. - К.: 2003. - С.40-45.
2. *Тивоненко І.Г.* Первинний облік: стан і вимоги в інженерній службі села/ *І.Г. Тивоненко* // Економіка АПК, 2002. - №10. - С.108-111.
3. *Махмудов І.І.* Формування ринку технічних засобів в агропромисловому комплексі України/ *Махмудов І.І.*//Міжвідомчий науковий збірник ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», Глеваха. - Вип. 9. – С. 65-70.
4. *Махмудов І.І.* Рівень забезпеченості фермерських господарств/ *І.І. Махмудов* //Науковий збірник УААН: Кіровоградський інститут агропромислового виробництва. - 2006. - Вип. 3. - 141 с.

**ПЕРСПЕКТИВИ МАШИННОГО КООПЕРИРОВАНИЯ
ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ С.-Х. ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ
СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ**

Уваров М.И., Махмудов И .И.

Аннотация

Приведены результаты исследований по вопросу материально-технического и финансового обеспечения, ценовых внешних факторов в существующих системах машинных кооперативов для технико-технологического обслуживания разных типов сельскохозяйственных предприятий относительно их размеров и специализации кооперативов в условиях Донецкого региона.

**THE PROSPECTS OF MACHINE COOPERATION IN
MAINTENANCE OF AGRICULTURAL ENTERPRISES IN THE
STEPPE ZONE OF UKRAINE**

M. Uvarjv, I. Mahmudov

Summary

The results of studies on the logistical and financial support, price external factors in the existing systems of machine cooperatives for technical and technological maintenance of various types of agricultural enterprises depending on their size and specialization of cooperatives in Donetsk region.

УДК 631.333.92 : 631.22.018

ВЛАСТИВОСТІ БІОДОБРИВ, ЩО ОТРИМУЮТЬСЯ ПІСЛЯ АНАЕРОБНОЇ ФЕРМЕНТАЦІЇ ГНОЮ

Скляр О.Г., к.т.н.,

Скляр Р.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38(0619) 42-05-70

Анотація - роботу присвячено аналізу властивостей біодобрив, що отримуються після анаеробної ферментації в біогазовій установці.

Ключові слова – метан, зброджена маса, біодобриво, анаеробний процес, гній, азот, хімічний склад, гумусоутворення.

Постановка проблеми. Разом із збільшенням виробництва товарів широкого вжитку росте й кількість різноманітних відходів (у тому числі й органічних відходів сільськогосподарського виробництва), які не використовуються для виготовлення вторинних продуктів - органічних добрив та біогазу. Аналізуючи сучасне положення справ із застосуванням органічних добрив, слід зазначити, що за останні 10-12 років загальна їхня кількість скоротилася в 3-4 рази. За середньостатистичними даними, у цей час добрив вноситься не більше 3,3 т/га. Дефіцит органічних добрив тільки для основних споживачів, насамперед сільськогосподарських підприємств різних форм власності, становить понад 65%. Разом з тим ринок споживачів значно поповнився фермерськими господарствами, здебільшого виробниками зернових культур, садівничими суспільствами, які не мають і не виробляють власних органічних добрив.

Крім досить відчутного недоліку органічних добрив при їхньому застосуванні виникають проблеми іншого порядку. По-перше, гній, як правило, використовується без відповідної підготовки шляхом прямого внесення на поля або, у найкращому разі, накопичується і якийсь час витримується в буртах, що супроводжується значною втратою органічної речовини й азоту.

Залежно від способу і тривалості зберігання органічні відходи втрачають від 25-50% органічної речовини і живильних елементів (в першу чергу азот N). Ще більші втрати спостерігаються при

промерзанні з наступним відтаванням до 70% [6,12,13]. У таблиці 1 приведені середні втрати азоту і органічної речовини залежно від періоду зберігання.

Таблиця 1 - Середні втрати азоту N і органічної речовини залежно від періоду зберігання

В процентах

Втрати	Субстрат	Період зберігання		
		2 місяця	4 місяця	6 місяців
Загальний азот	Органічні відходи	15-20	25-35	40
Органічна речовина		20-25	30-35	50

По-друге, використання свіжого гною пов'язане з певними агротехнічними труднощами, що приводить не тільки до забруднення посівних площ насінням бур'янів, але й несе небезпеку забруднення навколишнього середовища.

Аналіз останніх досліджень. На Україні вже декілька років застосовується нова енергозберігаюча технологія переробки органічних відходів в біодобрива. Ця технологія дозволяє отримати за допомогою анаеробного зброджування натуральне біодобриво, яке містить у великій кількості біологічно активні речовини, велику кількість мікроелементів. Основною перевагою біодобрив перед традиційними добривами (гній, послід і ін.), відносно елементів живлення, це їх форма, доступність і збалансованість, високий рівень гуміфікації органічної речовини [1].

Формулювання цілей статті. Для усунення негативних явищ, що розглянуті вище, необхідна спеціальна технологія обробки гною, яка дозволяє підвищити концентрацію живильних речовин і одночасно усунути неприємні запахи, подавити патогенні мікроорганізми, понизити зміст канцерогенних речовин. Тому метою досліджень є отримання високоцінних органічних добрив та виявлення їх впливу на якісний склад рослин, а також енергетичний баланс між ними.

Основна частина. Технологія отримання біогазу і переробки органічних відходів у високоякісне добриво шляхом анаеробного зброджування, давно відома людству. Вона успішно застосовується в ряді країн, здатна значно поліпшити економічні, екологічні та соціальні умови в сільському господарстві.

Органічна речовина служить потужним енергетичним матеріалом для ґрунтових мікроорганізмів, тому після внесення в ґрунт відбувається активізація азотофіксуючих і інших

мікробіологічних процесів. В таблиці 2 наведені дані хімічного складу біодобрив. [2, 3, 4].

Таблиця 2 - Хімічний склад біодобрив з біогазової установки.
Тверда фракція 20-25% СР*

Біодобриво (зброджена маса)	Хімічний склад				
	N	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Свинячий гній	5,9 -6,5	1,4-2,0	5,3-5,8	6,1-6,3	1,5-1,8
Коров'ячий гній	4,3-5,0	1,0-1,2	2,7-2,9	7,5-7,8	1,3-1,5
Кінський гній	3,6-3,8	1,0-1,1	4,0-4,3	4,3-4,8	1,5-1,8
Пташиний послід	17-18	3,0-3,5	10-10,9	8,0-8,8	3,5-4,2
Трава	3,2-3,5	0,7-1,0	1,37-1,4	4,2-4,8	0,5-0,6
Трав'яний силос	3,5-3,8	0,5-0,9	1,25-1,3	4,0-4,5	0,5-0,6
Кукурудзяний силос	3,7-4	1,2-1,3	1,3-1,4	4,2-4,5	0,8-1
Бадилля цукрового буряка	2,1-2,3	0,5-0,9	1,25-1,4	3,5-4	0,7-0,9
Пивна дробина	14-16	2,0-2,5	6,0-6,5	5,4-5,5	0,6-0,8
Зернова барда	16-18	1,9-2,3	6,0-6,3	5,3-5,5	0,6-0,8
Жом (цукровий буряк)	5,0-6,2	-	3,3-3,5	4,2-4,5	1,2-1,6
Відходи бойні	10-12	1,8-2,0	20-25	3,0-3,5	2,5-2,6
Відходи молокозаводів	2,5-3,2	0,4-0,8	1,0-1,2	-	-
Зернові відходи	8-10	1,8-2,0	5,6-6,0	5,2-5,3	0,7-0,8
Відходи переробки картоплі	4,5-4,7	1,5-1,8	2,8-3,5	4,6-4,8	1,2-1,4
Макуха (фрукти)	6-6,8	-	6,4-6,7	5,3-5,8	2,1
Органічні харчові відходи	5,6-5,8	1,6-1,9	3,2-3,6	4,0-4,3	2,5-2,7
Рапсовий шрот	4,5-5	-	2,6-3,8	5,6-7	3,2-3,4
Активний мул	3,9 -4,2	2,4-2,2	2,2-2,9	2,1-2,22	0,5-0,27

Таблиця 3 - Хімічний склад біодобрива з біогазової установки.
Рідка фракція 5 % СР

Біодобриво (зброджена маса)	Хімічний склад				
	N	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Свинячий гній	3,1 -3,8	1,4-2,0	2,3-2,4	2,1-2,4	0,5-0,8
Коров'ячий гній	1,8-2,2	1,0-1,2	0,8-1,6	2,2-2,8	0,4-0,5
Пташиний послід	7,1-8,2	3,0-3,5	6,8-7,9	5,0-5,6	1,5-2,2
Трав'яний силос	2,2-2,8	0,9-1,5	1,9-2,3	2,0-2,5	0,5-0,7

* - вміст основних елементів може істотно змінюватися залежно від складу субстрату.

Цінність біодобрива ще й у тому, що при перепріванні гній втрачає частину нітратів і нітритів, які в надлишку містяться в гної домашніх тварин і птахів. В процесі ферментації вони зброджуються в аміак і метан. Містяться в збродженій масі корисні фосфор, калій і азот повністю залишаються у біодобриві.

Основна перевага анаеробного зброджування полягає в збереженні в органічній або амонійній формі практично всього азоту, що міститься у вихідній сировині. При традиційних ж способах приготування органічних добрив (компостуванням) втрати азоту становлять до 30-40%. Анаеробна переробка гною в чотири рази - у порівнянні з незбродженим гноєм - збільшує вміст амонійного азоту (20-40% азоту переходить в амонійну форму). В результаті зброджений гній у порівнянні зі звичайним в еквівалентних дозах, підвищує на 10-20% врожайність сільськогосподарських культур. Висока рентабельність біогазових технологій забезпечується одночасним виробництвом високоефективних органічних добрив, 1 т яких (по ефекту «на врожай») рівноцінна 70-80 т природних відходів тваринництва та птахівництва. Шлам можна розділити на дві фракції: рідку і тверду за допомогою шнекових прес-сепараторів. І та і інша є добривом. Рідка фракція гною після анаеробної переробки зазвичай відповідає вимогам, що пред'являються до якості стічних вод органами охорони природи. Він може відразу ж використовуватися як добриво для прикореневого підживлення сільськогосподарських культур.

В підтримці екологічної рівноваги в ґрунтах найбільш вагомую роль грає ресурс гумусу, який є живильним середовищем для ґрунтоутворних мікроорганізмів, які стимулюють живлення рослин, їх ростові процеси.

Основу гумусу складають залишки органіки рослинного походження: фракції, що найменш розклалися, фракції, що продовжують розкладатися, комплексні речовини які утворилися в результаті гідролізу і окислення і речовини які є результатом життєдіяльності мікроорганізмів.

До складу гумусу входять гумінові кислоти, фульвокислоти і солі цих кислот, а також гумін - стабільні з'єднання гумінових, фульвокислот, кислот з ґрунтовими матеріалами. Гумін має значну питому поверхню ($600-1000\text{ м}^2/\text{г}$) велику адсорбційну здатність. При внесенні до ґрунту невеликої кількості гумусу, в порівнянні з іншими добривами, змінюється склад і структура мікрофлори. Це в свою чергу веде до зміни мікробіологічного режиму в ґрунтах, посиленню процесів перетворення речовин і енергії. В результаті прискорюються обмінні процеси, включаються нові цикли розвитку мікрофлори, зокрема, посилюється діяльність азотофіксуючих бактерій. Як

результат, збагачується живильне середовище. Ґрунти, на яких вносять гумусні добрива характеризуються такими ознаками:

- підвищується рухливість ґрунтового фосфору;
- активуються процеси нітроутворення в ґрунті, що у свою чергу сприяє значному зростанню загального і білкового азоту, збільшенню виділення вуглекислоти ґрунтом;
- прискорюється введення аміачних і амідних форм азоту, фосфору в рослини;
- підвищується концентрація калію, алюмінію при зниженні кількості магнію, тобто гумати роблять істотний вплив на вміст і динаміку ґрунтових катіонів.

У всіх важливих процесах ґрунтоутворення і формування ґрунтової родючості беруть активну участь гумінові речовини, які є результатом розкладання органічних речовин. Основним показником гумусного стану ґрунтів є вміст органічної речовини, оскільки воно істотно покращує фізичні, хімічні і біологічні властивості ґрунту, сприяє родючості. Також органічні речовини мають низьку теплопровідність і запобігають швидкій віддачі тепла з ґрунту в атмосферу.

Таблиця 4 - Нормативні показники відновлюваності гумусу для різних органічних відходів (кг гумусу в 1т субстрату) [2]

Субстрат	Вміст сухої речовини, проц., у свіжій масі (СМ)	Вміст гумусу, кг, в 1т свіжої маси
Зброджена маса (рідка)	4-10	6-12
Зброджена маса (тверда)	25-35	36-54
Компост	40	50-60
Фільтраційний мул	10-20	10-15

Гумус в 15-20 разів більш ефективний за будь-яке органічне добриво. Специфічна мікрофлора і ферменти, які містяться в гумусі, здатні відновити «мертвий ґрунт», тобто забезпечити всі її функції і додати їй властивостей високої родючості. Ці коштовні властивості гумус зберігає протягом 3-4 років.

Щорік одночасно з урожаєм виноситься велика кількість органічного матеріалу, зменшується кількість живих мікроорганізмів, а в результаті знижується активність гумусоутворення. Для підтримки необхідного рівня гумусу в ґрунтах найчастіше в Україні вносять органічні добрива (гній, послід, торф), але вміст гумінових речовин в такій органіці зовсім малий. Тому для мінімального забезпечення

грунту необхідною кількістю гумусу необхідно використовувати ефективніші добрива. На рисунку 1 [2] представлені середні значення репродуктивного потенціалу утворення гумусу різною органікою.

При використанні гумусу досягається істотне підвищення кількості і якості урожаю. Наприклад, за різними джерелами озима пшениця дає надбавку 15-20%, цукровий буряк до 20%, кукурудза 20-30%, картопля до 30%. Таким чином, позитивний вплив гумусу на ґрунтову родючість і врожайність можна представити у вигляді комплексу взаємозв'язаних процесів:

- знаходяться фізико-механічні і фізичні властивості ґрунту;
- посилюються процеси ґрунтового обміну: адсорбція добривами елементів живлення ґрунту з поліпшенням живильного режиму розвитку рослин і підвищення біологічної активності. Як результат підвищення врожайності.

Тому для мінімального забезпечення ґрунту необхідною кількістю живильних елементів і гумусу необхідно використовувати ефективніші добрива.

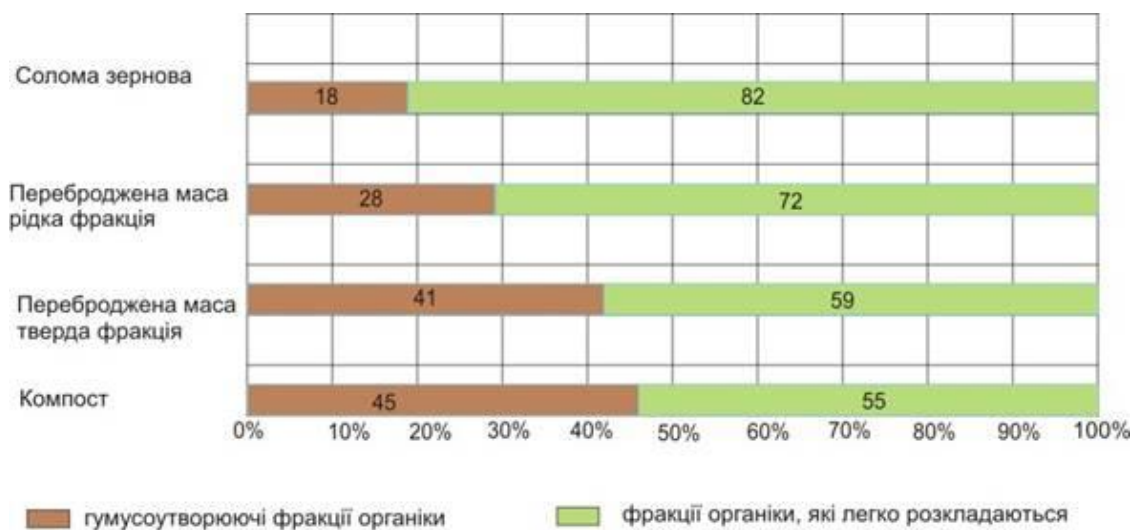


Рис. 1. Потенційна здібність до гумусоутворення для деяких органічних добрив.

Життєдіяльність рослин тісно пов'язана з гумусними речовинами, які є основним джерелом вуглекислого газу CO_2 необхідного для фотосинтезу (рис. 2) [2]. Не дивлячись на те, що в атмосфері є значна кількість вуглекислого газу, рослини, в період інтенсивного зростання відчувають істотну нестачу цього важливого компонента для проведення різних біологічних процесів.

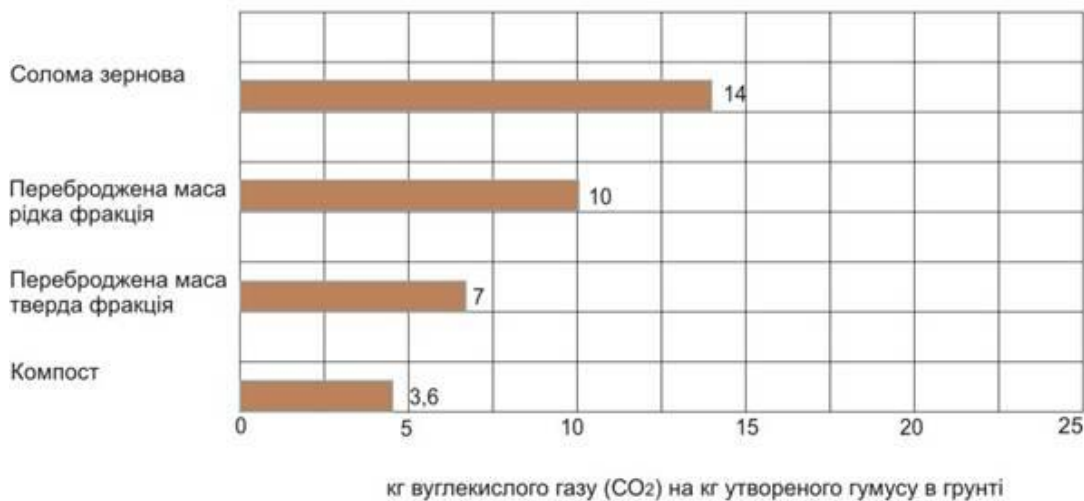


Рис. 2. Виділення CO₂ при утворенні гумусу для деяких органічних добрив.

Утворені при зброджуванні гумусні матеріали покращують фізичні властивості ґрунту: аерацію, водоутримуючу і інфільтраційну здатність ґрунту, а також швидкість катіонного обміну. Крім того, біодобриво служить джерелом енергії та поживних речовин для діяльності корисних бактерій. Це сприяє підвищенню розчинності важливих хімічних поживних речовин, що містяться в ґрунті, і призводить до кращого засвоєння їх вищими рослинами. У ряді країн (Данія, Німеччина, Індія, Китай) з 90-х років минулого століття був проведений ряд випробувань, результати яких свідчать про суттєве збільшення врожайності при використанні шламу в якості добрива. Тоді було підраховано, що використання біогазових технологій для переробки органіки може не тільки повністю усунути її екологічну небезпеку, а й щорічно отримати додаткові 95 млн. т умовного палива (близько 60 млрд. м³ метану або, спалюючи біогаз, - 190 млрд. кВт·год. електроенергії), а також понад 140 млн. т високоефективних добрив, що дозволило б істотно скоротити надзвичайно енергоємне виробництво мінеральних добрив (близько 30% від усієї споживаної електроенергії сільським господарством).

Перед використанням біодобриво розводять водою в 20-60 разів. Норми використання 500-1000 л нерозбавленого добрива на гектар. З одного кубометра об'єму реактора в день виходить 40 л добрив. Це означає, що з найменшої установки з реактором 3 м³ з жовтня по березень накопичиться 7200 л добрив, які треба десь зберігати. Їх вистачить для добрива 7 - 15 гектарів. Тому основна проблема з біодобривом - це їх зберігання і збут взимку.

Висновки. У натуральних біодобрих є одна дуже корисна властивість: вони вирівнюють кислотно-лужний баланс ґрунту, сприяють меншому виснаженню. На відміну від мінеральних добрив, які засвоюються всього на 35-50%, біодобрива засвоюються майже повністю. Вони не збільшують вміст нітратів у продуктах і ґрунті, підтримуючи при цьому високу врожайність. Як показує практика зарубіжних країн, при використанні рідких або твердих біодобрив врожаї збільшуються на 40-50%. Причому витрата складає від одного до п'яти тон замість 60 т свіжого гною для 1 га землі.

Література.

1. Склад О.Г. Напрями використання органічних ресурсів у тваринництві/ О.Г. Склад, Р.В. Склад// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 11. – Т.5. – С. 210 – 218.
2. Биодобрення - основа улучшения качества сельскохозяйственной продукции: [Электрон. ресурс].– Режим доступа: <http://www.zorgbiogas.ru>.
3. Якушко С.І. Установка комплексної переробки органічних відходів за енергозберігаючою технологією/ С.І. Якушко, С.М. Яхненко//Вісник «СумДу».- 2006. - №12(96) - С. 81-84.
4. Дубровський В.С. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов/ В.С. Дубровський, У.Е. Виестур. - Рига: Зинатне, 1988. - 204 с.

АНАЛИЗ БИУДОБРЕНИЯ, ПОЛУЧАЮЩЕГОСЯ ПОСЛЕ АНАЭРОБНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ НАВОЗА

Склад А.Г., Склад Р.В.

Аннотация

Работа посвящена рассмотрению свойств биодобрення, получающегося после анаэробной ферментации в биогазовой установке.

THE ANALYSIS OF BIO-FERTILIZER, PRODUCED BY ANAEROBIC FERMENTATION OF THE MANURE

A. Sklyar, R. Sklyar

Summary

The work is devoted to the study of the properties of bio-fertilizer, produced by anaerobic fermentation in biogas set.

УДК: 631.362.3:631.1

СВОЙСТВА СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ, ПОСТУПАЮЩЕГО НА МЕЛИТОПОЛЬСКИЙ МАСЛОЭКСТРАКЦИОННЫЙ ЗАВОД

Михайлов Е.В., к.т.н.,

Задосная Н.А., аспирант*.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел.: +38(0619)42-21-32

Аннотация - в работе представлены свойства семян подсолнечника и показатели качества масличного сырья, поступающего на Мелитопольский маслоэкстракционный завод.

Ключевые слова - физико-механические свойства, влажность, засоренность, натура.

Постановка проблемы. Технология послеуборочной обработки семян подсолнечника - это сложная функциональная система, которая оказывает многогранное влияние на качество получаемых семян и зависит от его физико-механических свойств. Неудовлетворительное качество семян приводит к существенному снижению урожайности сельскохозяйственной продукции, большому перерасходу посевного материала. Физико-механические, физико-химические и биологические свойства семян подсолнечника и его масличного сырья определяют выбор машин и технологию его обработки.

Анализ последних исследований. Анализ технологий очистки вороха семян подсолнечника, позволяет сделать вывод, что одним из важных направлений повышения эффективности очистки является снижение его потерь при приёме, хранении, выделение полноценных семян и масличных примесей из вороха семян подсолнечника на зерноочистительных агрегатах, на предприятиях приёма, хранения и переработки зерна. Своевременное и эффективное проведение послеуборочной обработки повышает семенные и продовольственные качества семян подсолнечника, а также уменьшает его потери. Важнейшей составной частью послеуборочной обработки является очистка вороха семян подсолнечника от различных примесей. Использование импортной уборочной техники, выращивание новых сортов подсолнечника оказывают существенное влияние на

© к.т.н. Е.В. Михайлов, аспирант Н.А. Задосная

* Научный руководитель – к.т.н. Е.В. Михайлов

корректирование известных сведений о свойствах вороха семян подсолнечника.

Формулировка цели статьи. Анализ физико-механических свойств семян подсолнечника и качественных показателей масличного сырья.

Основная часть. К физико-механическим свойствам единичных семян подсолнечника относятся: геометрическая форма и линейные размеры, абсолютная масса, плотность, аэродинамические, диэлектрические и другие свойства [4]. Они важны при решении многих вопросов послеуборочной обработки, хранения и особенно технологической переработки семян. К основным отличительным особенностям подсолнечника относятся: высокая масличность, низкая механическая прочность оболочки, плотность, натура, парусность, скорость витания и повышенная скважистость (рис.1).



Рис. 1. Физико-механические свойства семян подсолнечника.

Известны следующие значения физико–механических и аэродинамических свойств семян подсолнечника [1,2]:

- влажность семян, проц.	-4,3...9,2;
- относительная плотность семян, г/см ³	-0,651...0,827;
- насыпная плотность, г/дм ³ (натура)	-330...470;
- абсолютная масса 1000 семян, г	-40,0...98,1;
- скважистость, проц.	-42...60;
- критическая скорость, м/с ⁻¹	-3,2...8,9;
- коэффициент парусности, м ⁻¹	- 0,24...0,29;
- угол естественного откоса, град. сухих семян	-27...35;
влажных семян	-30...42.

Геометрическая форма и линейные размеры. От геометрической форма и линейных размеров семян зависит тип хранилища, размеры рабочих органов технологических машин, а так же способ хранения и переработки семян. Форма определяется соотношением длины, ширины и толщины.

Относительная плотность. Этот показатель связан с химическим составом, влажностью и относительной плотностью различных тканей семян. Величина относительной плотности семян зависит так же от количества воздуха, содержащегося в тканях. У семян подсолнечника воздушные ткани занимают 20...35% объема [3]. Относительная плотность семян большинства масличных растений, меньше 1 (плотности воды) и это свойство влияет на определение параметров технических средств.

Засоренность. Стебли растений, листья, минеральный сор, металлические и другие примеси, за исключением обрубленного ядра подсолнечника, способствуют преждевременному износу оборудования (особенно минеральные и металлические примеси), понижают производительность последнего и качество вырабатываемой продукции.

Влажность. Равновесная влажность семян подсолнечника, т.е. влажность, при которой семена не отдают и не поглощают влагу, зависит от температуры, относительной влажности атмосферного воздуха, масличности. Содержащиеся в массе семян подсолнечника органические и сорные примеси обладают большой гигроскопичностью, а это способствует снижению производительности и качества работы оборудования, а также сохранности сырья.

Гигроскопичность — способность семенной массы поглощать и отдавать пары воды. Сорбционные свойства обусловлены капиллярно-пористой структурой и способностью входящих в семена химических веществ поглощать и удерживать строго определенное количество воды. Имеет такие же негативные причинно - следственные связи как и влажность.

Сыпучесть. Важным физико-механическим свойством растительного сырья, как объекта очистки и сушки, является сыпучесть, характеризующаяся углом естественного откоса. При работе с семенами подсолнечника транспортирующие трубы должны иметь больший диаметр и их устанавливают под большим углом наклона. В процессе хранения сыпучесть может меняться, а при неблагоприятных условиях хранения может быть потеряна совсем (в результате самосогревания, слеживания и других причин).

Скважистость – процентное отношение объема, занятого сеянками, к объему семенной массы этих же сеянок – зависит от размеров, формы, влажности, а так же от количества и характера примесей. Так же как и насыпная плотность влияет на выбор параметров емкостей и рабочих органов технологических средств.

Аэродинамические свойства зависят от формы, абсолютной массы и относительной плотности масличных семян. Состояние семян при продувании воздуха через их слой (при очистке, тепловой сушке, активном вентилировании, пневмотранспортировании и некоторых других технологических процессах) определяется скоростью воздуха. Под коэффициентом парусности семян понимается отношение площади проекции наибольшего сечения семени на плоскость, перпендикулярную воздушному потоку (Миделево сечение), к массе семян. Величина скорости витания зависит от парусности семян и их гидравлического сопротивления.

В результате проведенных лабораторно - производственных исследований на Мелитопольском маслоэкстракционном заводе (ММЭЗ) были изучены качественные показатели подсолнечника, поступающего из разных областей Украины.

Результаты исследований одних из важнейших физико-механических свойств масличного сырья за период с 08.2012г. по 04.2013г. приведены в таблице 1.

В результате анализа данных, представленных в таблице 1 можно сделать следующие выводы.

Подсолнечник, производимый в Запорожской области, имеет малую натуру, большую засоренность, кондиционную влажность (7,0-10,9%).

Таблица 1 - Значения влажности, засоренности и натуры масличного сырья подсолнечника

Месяц, год	Область Украины	Физико-механические свойства масличного сырья		
		Влажность, проц.	Засоренность, проц.	Натура, г / дм ³
08.2012	Запорожская	7,0-9,6	1,08-13,90	370-395
09.2012	Запорожская	6,7-10,5	1,47-15,0	370-405
10.2012	Запорожская	6,2-10,20	1,24-11,93	370-395
10.2012	Харьковская	7,3-9,0	2,97-6,99	405-415
10.2012	Днепропетровская	7,10-8,10	3,84-4,57	415-420
10.2012	АРК	6,0-7,60	1,75-2,46	420-430
10.2012	Сумская	8,0-8,40	2,77-3,02	420-430
11.2012	Запорожская	7,0-10,90	1,37-11,79	380-400
12.2012	Запорожская	7,0-10,50	1,73-11,78	370-405
01.2013	Запорожская	7,0-9,5	1,92-6,28	395-415
02.2013	Запорожская	7,0-8,9	1,33-12,70	370-405
02.2013	Харьковская	6,0-7,0	1,72-2,37	420-430
03.2013	Запорожская	7,0-8,5	1,67-13,87	380-405
04.2013	Запорожская	7,0-8,80	1,53-10,84	380-410
04.2013	Харьковская	6,4-7,10	1,93-4,83	410-430

Масличное сырье, поступающее из АРК, Сумской и Днепропетровской области имеет низкую засоренность и высокую натуру, и влажность 6,0-8,4%.

С Харьковской области сырье поступает средней засоренности, высокой натуры при влажности 6,0-9,0%.

Выводы. На основании приведенных данных можно сделать вывод, что семена подсолнечника как объект послеуборочной обработки имеют ярко выраженные специфические особенности в физико-механических свойствах, что необходимо учитывать в качестве предпосылок для совершенствования технологических процессов послеуборочной обработки семян подсолнечника.

Литература.

1. Алейников В.И. Послеуборочная обработка семян подсолнечника. / В.И. Алейников. – М.: Колос, 1979.- С. 17-23.
2. Белобородов В.В. Подготовительные процессы переработки масличных семян / В.В. Белобородов, Ю.П. Мацук и др. – М.: Пищевая промышленность, 1974.- 33 с.
3. Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов. – М.: Колос, 2003.- С. 185-195.

4. Механіко- технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: підручник / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Шванко та ін.; За ред. С.С. Яцина. – К.: Мета, 2003.- 448 с.

**ВЛАСТИВОСТІ НАСІННЯ СОНЯШНИКА ТА ПОКАЗНИКИ
ЯКОСТІ ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ, ЩО НАДХОДИТЬ ДО
МЕЛІТОПОЛЬСЬКОГО ОЛІЙНОЕКСТРАКЦІЙНОГО ЗАВОДУ**

Михайлов Є.В., Задосна Н.О.

Анотація

У роботі наведені властивості насіння соняшнику та показники якості олійної сировини, що надходить до Мелітопольського олійноекстракційного заводу.

**THE PROPERTIES OF SUNFLOWER SEEDS AND QUALITY
PARAMETERS OF OILSEEDS, COMING TO MELITOPOL OIL
EXTRACTION PLANT**

E. Mikhailov, N. Zadosna

Summary

The article presents the properties of sunflower seeds and parameters of oilseeds quality coming to Melitopol oil extraction plant.

УДК 631.3

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРИЧНОГО ПОЛОЖЕННЯ НАСІННЯ В ПРОСТОРІ, ПРИ ПОТРАПЛЯННІ У ВЕРТИКАЛЬНИЙ АСПІРАЦІЙНИЙ КАНАЛ СЕПАРАТОРУ

Колодій О.С., аспірант *

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38 (097)4749570

Анотація - у даній статті розроблено методику дослідження впливу геометричного положення насіння в просторі, при потраплянні у вертикальний аспіраційний канал сепаратору на загальну якість поділу насіння за питомою масою.

Ключові слова – сепарація, насіння, аспіраційний канал, врожайність.

Постановка проблеми. Для збільшення врожайності необхідне впровадження у рослинництво сучасних інтенсивних технологій, які потребують підготовки якісного насіннєвого матеріалу. Такий матеріал можливо отримати шляхом відбору із загальної маси насінин із цінними біологічними властивостями. Використання для сівби якісних, пито-важких насінин дозволяє за рахунок збільшення енергії проростання отримати збільшення загальної врожайності на 1,5...2,0 ц/га. [2]

У зв'язку з відсутністю досконалих способів та засобів для проведення сепарування постає актуальна проблема розробки нових. Нові, вдосконалені засоби сепарації. повинні відбирати насіння із мінімальними втратами біологічно-цінних насінин, забезпечивши вирішення проблеми підготовки насіннєвого матеріал.

Найбільш перспективним для вдосконалення є сепаратор у вертикальному повітряному потоці, котрий має найменшу енергоємність.

Аналіз останніх досліджень. Такі вчені, як Заїка П.М., Котов Б.І., Бакум М.В. розробили та досліджували нові засоби для сепарації насінин у повітряних потоках. Водночас завдання вдосконалення найменш енерговитратного способу сепарування у вертикальному потоці було залишене поза їх та інших увагою.

© аспірант О.С. Колодій

* Науковий керівник – к.т.н. С.В. Кюрчев.

Формулювання цілей статті. Нами була розроблена установка для сепарації сільськогосподарського насіння, принцип роботи її заснований на проходженні насінням у вертикальному повітряному потоці, у якому воно розподіляється на 3 фракції.

Із попередніх випробувань постала задача – розробити методику дослідження впливу геометричного положення насіння в просторі, при потраплянні у вертикальний аспіраційний канал сепаратору на загальну якість поділу насіння за питомою масою.

Основна частина. Геометричне положення насіння у просторі при потраплянні у верхню частину вертикального аспіраційного каналу установки може впливати на якість поділу насіння за питомою масою. Так, при неправильному положенні насіння у просторі, насіння соняшника, наприклад, яке має подовжену форму, може деякий час летіти всередині вертикального аспіраційного каналу сепаратора у повітряному потоці, без зміни вертикальної траєкторії.

Час, що насінина летить без зміни її вертикальної траєкторії, витрачається на повертання насінини у просторі в положення найменшого аеродинамічного опору по відношенню до повітряного потоку, який створюється встановленим у верхній частині аспіраційного каналу вентилятором осьового типу.

Таким чином, в залежності від геометричного положення насінини у просторі, при випаданні із патрубку постачання насіння, розташованого в верхній частині вертикального аспіраційного каналу сепаратора, насіння в результаті може змінювати величину підсумкового рознесення та потрапити не у відповідну до її питомої маси фракцію.

Розглянемо сили, що діють на насінину при її падінні у повітряному потоці, що просмоктується знизу-наверх всередині вертикального каналу, наведені на рисунку1.

Оскільки визначаючою силою, що в горизонтальному напрямку діє на насінину та розщеплює вертикальну траєкторію руху є під'ємна сила, що виникає при обтіканні аеродинамічно неправильних тіл, за рахунок наявності кута атаки, що виникає за рахунок різного ступеня обтікання насіння, як показано на рисунку 2.

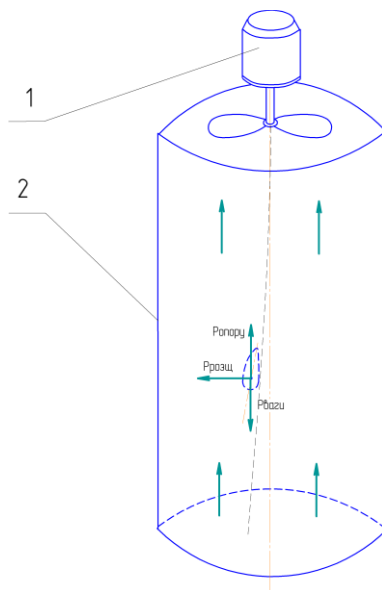


Рис.1. Схема сил, що діють на насіння при проходженні вертикального аспіраційного каналу сепаратора: 1 - вентилятор ВКОМ; 2 - труба вертикального аспіраційного каналу установки.

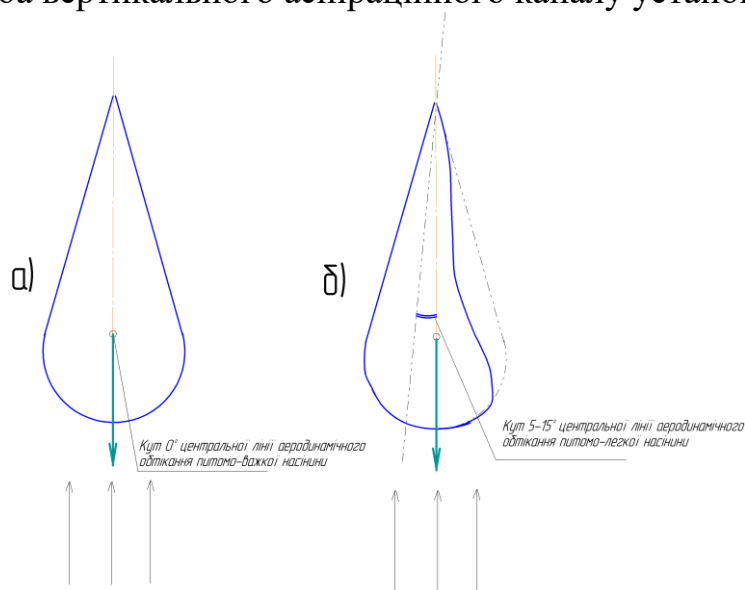


Рис. 2. Схема зміни кута атаки при обтіканні насінин: а - питомо-важка насінина; б - питомо-легка насінина.

Отже, для визначення можливої максимальної та середньої величини зміни радіусу рознесення насінин у залежності від їх геометричного положення у просторі, необхідно провести дослідження за наступною методикою.

1. В середині аспіраційного вертикального каналу сепаратора необхідно встановити раціональну величину швидкості повітряного потоку.

Величина швидкості повітряного потоку всередині вертикального аспіраційного каналу має значний вплив на якість відбору насіння по фракціям при сепарації.

Так, при недостатній величині швидкості повітряного потоку насіння буде недостатньо розщеплено у свої траєкторії, тому все буде збиратись до бункеру фракції I для питомо-важкого насіння.

2. В верхній частині вертикального аспіраційного каналу необхідно точно по середині встановити пристрій для фіксації та постачання насінин

Встановлювати необхідно на відстані від нижнього кінця вертикального аспіраційного каналу установки, що відповідає раціональній величині довжини цього каналу.

3. Попід нижнім кінцем аспіраційного вертикального каналу сепаратора необхідно встановити на відстані розташування розподільовачів фракції I та II - 10см мішень, що виконана у вигляді квадратного шматка із дерева або ДСП товщиною 22-40мм із зовнішніми розмірами 300 x 300мм.

Верхня зовнішня поверхня цієї мішені вкривається тонким шаром 0,5-1,0мм рідини для змащування типу "Літол-24".

4.Узявши 10 піддослідних насінин різної питомої маси, що представляють сепаруєму фракцію насіння, від найбільш питомо-легких до найбільш питомо-важких насінин, необхідно встановлювати їх із трикратною повторністю у таке положення в просторі, коли кут між довгою віссю насінини та положенням її найменшого аеродинамічного опору по відношенню до вертикального повітряного потоку всередині аспіраційного каналу сепаратора буде складати 90° .

5. Провести вимірювання відстані рознесення 10 піддослідних насінин, при їх попередньому положенні розташуванні у 0° , 90° та розташуванні довгою віссю, що повернута на 180° відносно положення найменшого аеродинамічного опору, по відношенню до усмоктуваного встановленим в верхній частині аспіраційного вертикального каналу сепаратора осьовим вентилятором.

6. За результатами експериментальних досліджень, що реалізовані у п.4 та п.5 необхідно побудувати графічні залежності радіусу рознесення 10 насінин різної питомої маси, що при трикратній повторності отримуються на мішені, та їх залежність від попереднього геометричного положення в просторі в вигляді 0° , 90° та 180° орієнтації.

7. За отриманими графічними залежностями, п.6 слід зробити висновки, що до впливу попереднього геометричного положення насіння в просторі на якість сепарування, а саме на зміну радіусу рознесення насіння, в результаті якого насіння перерозподіляється не по "своїм" фракціям I та II.

Висновки. Нами була розроблена методика дослідження впливу геометричного положення насіння в просторі, при потраплянні у вертикальний аспіраційний канал сепаратору на загальну якість

поділу насіння за питомою масою. У ході подальших досліджень постає задача розробити теоретичну методику дослідження раціонального діаметра бункера фракції I для відбору питомо-важкого насіння, так як величина діаметру фракцій поділення має великий вплив на середню питому масу відбираємого при сепарації насіння.

Література.

1. *Шереденкин В.В.* Разделение сильнозасорённого вороха направленными воздушными потоками при пневмотранспорте: автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. техн. наук/ *В.В. Шереденкин*. - Воронеж, 1998. – 19 с.
2. *Котов Б.И.* Сепаратор - ворохоочищувач пересувний/ *Б.И. Котов*// УААН: розробки – виробництву. -К. Аграрна наука, 1999. - 154 с.
3. *Єрмак В.П.* Обґрунтування способу сепарування насінин соняшника в повітряних потоках: дис. на здоб. наук, ступеня канд. техн. наук/ *В.П. Єрмак*. - Луганськ: ЛНАУ, 2003. - 166 с.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ СЕМЯН В ПРОСТРАНСТВЕ, ПРИ ПОПАДАНИИ В ВЕРТИКАЛЬНЫЙ АСПИРАЦИОННЫЙ КАНАЛ СЕПАРАТОРА

Колодий А.С.

Аннотация

В данной статье разработана методика исследования влияния геометрического положения семян в пространстве, при попадании в вертикальный аспирационный канал сепаратора, на общее качество разделения семян за удельной массой.

THE METHODS OF RESEARCH ON THE IMPACT OF GEOMETRICAL SEED POSITION IN THE SPACE WHILE GETTING IN A VERTICAL ASPIRATION CHANNEL OF THE SEPARATOR

O. Kolody

Summary

The methods of research of the impact of geometrical seed position in the space while getting in a vertical aspiration channel of the separator on the overall quality division of the typical mass of seeds was elaborated in this article.

УДК 631.67.03

ПІДГОТОВКА ВОДИ ДЛЯ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Пастухов В.І., д.т.н.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Тарасенко В.В., д.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38(0619) 43-60-28

Анотація – визначені вимоги до води, яка застосовується для краплинного зрошення. Розглянуті типи фільтрів для очищення води від механічних домішок та хімічних речовин. Наведені результати виробничих випробувань піщано-гравійного фільтра ФГ-60/3" компанії «РОСТА».

Ключові слова – краплинне зрошення, фільтри очищення води, фільтростанція, оцінка якості води.

Постановка проблеми. Краплинне зрошення в Україні сьогодні набуває широкого розповсюдження. Спосіб ефективно застосовується на площі більше 30 тис. га в основному при вирощуванні овочів, фруктів і ягід і баштанних культур. Високому темпу впровадження сприяють головні переваги порівняно з традиційними способами поливу (дощування, полив по борознах): економія води у 2 - 5 рази та електроенергії на 50 - 70%; відсутність поверхневого стоку, що виключає ерозію ґрунтів; можливість освоєння схилівих земель з похилом до 30°, а також малопродуктивних (піщаних, супіщаних,) земель [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Спостерігаючи за роботою систем краплинного зрошення, можна стверджувати, що серед інших факторів найвагомішим, що впливає на її роботоздатність є якість води.

Формулювання цілей статті. Визначення факторів впливу на роботоздатність системи краплинного зрошення і ефективних засобів очищення води від механічних домішок і гідробіонтів.

Основна частина. Використання для зрошення вод поверхневих або підземних водних джерел лімітується загальною мінералізацією,

вмістом зважених речовин, пестицидів, наявністю гідробіотів, паразитологічних і епідеміологічних показників.

Агрономічні критерії повинні визначати якість води для зрошення за її впливом на: ґрунт, з метою збереження і підвищення родючості, а також запобігання процесів засолення, осолонцювання і токсичної лужності; урожайність сільськогосподарських культур; якість сільськогосподарської продукції. Оцінку придатності води за ступенем впливу на ґрунт та рослини здійснюють згідно з ДСТУ 2730-94. Це в першу чергу небезпека осолонцювання, вторинне засолення ґрунтів і підвищення їхньої лужності. До показників агрономічного критерію відноситься і температура поливної води, яка повинна бути в межах від 10 до 30 °С [2]. Агрономічні критерії дуже важливі при використанні систем штучного зрошення, але їх вимоги націлені збереження родючості ґрунту та якість сільськогосподарських рослин.

Третьою складовою комплексної оцінки якості води для зрошення є технічні критерії. Саме показники цих критеріїв оцінюють вплив води для зрошення на збереження і ефективність експлуатації гідромеліоративних систем і їх складових частин [3]. При краплинному зрошенні основними показниками цього критерію є: агресивність води до руйнування зрошувальної мережі, можливість замулення і заростання дрібних мікроводотоків, мікроводовипусків (крапельниць і емітерів).

Допустимий вміст завислих речовин мінерального і органічного походження у воді і граничний розмір їх частинок залежить від типу крапельниць і конструкції емітерних ліній (табл. 1).

Таблиця 1 - Допустимі значення завислих частинок у воді та їх розміри.

Розмір прохідних отворів, мм	Завислі частинки		Гідробіоти	
	Концентрація, г/дм ³	Розмір частинок, мкм	Концентрація, г/дм ³	Розмір частинок, мкм
Менше 1	30-50	Менше 50	5	Менше 50
1-2	50-100	Менше 70	10	Менше 100
Більше 2	100-300	Менше 100	15	Менше 150

Хімічне засмічення може відбутися у таких випадках коли [4,5]:

- концентрація бікарбонатних іонів перевищує 2 мг-екв./л, а рН більше 7,5, може випасти осад у вигляді карбонату кальцію;
- висока концентрація сульфід-іонів може викликати залізного та марганцевого осаду;

- вода, яка вміщує більше 0,1 мг/л сульфідів, може викликати зростання бактерій в системі краплинного зрошення.

Відповідно до табл.1 головною причиною втрати роботоздатності системи краплинного зрошення є засмічення вихідних отворів краплинної стрічки (емітерів) механічними домішками і гідробіонтами, тобто водоростями.

В залежності від наявності в поливній воді певних домішок і площі зрошення, фільтраційна станція може включати сітчасті, дискові, гравійні і гідроциклонні фільтри (рис. 1).

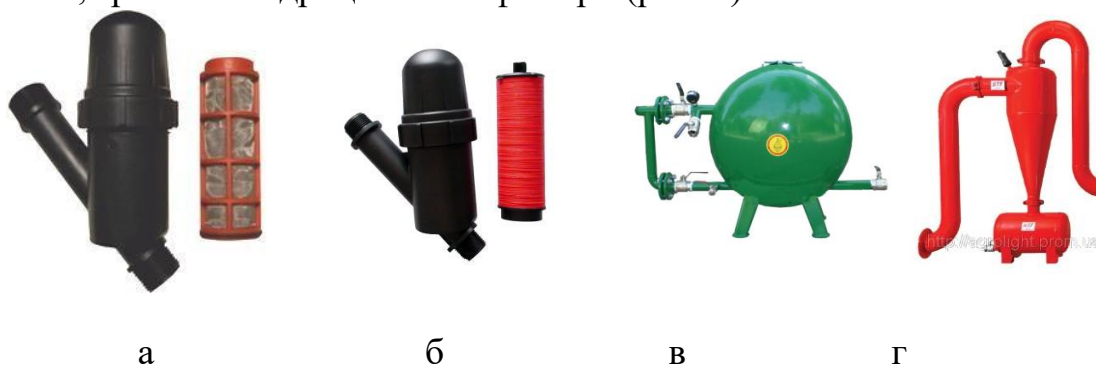


Рис. 1. Фільтри системи краплинного зрошення: а – сітчастий; б- дисковий; в - піщано-гравійний; г – гідроциклон.

Пропускна здатність фільтра Q , м³/год., повинна бути не менше ніж

$$Q = \frac{60 \times S}{T},$$

Зараз на ринку України представлено велика різномітність піщано-гравійних фільтрів (рис. 2).



KNY LTD



ООО «Ньютек - Агро»



QUEEN GIL



Компанія «РОСТА», м. Мелітополь

Рис. 2. Піщано-гравійні фільтри.

Після оцінки за критеріями функціонально-вартісного аналізу для використання для заново спроектованої системи краплинного зрошення був обраний за пропускну здатністю фільтр ФГ-60/3'' компанії «РОСТА» (м. Мелітополь).

Фільтр ФГ-60/3'' призначено для попередньої фільтрації води при краплинному поливі від механічних домішок і мікродоростей при її заборі з поверхневих джерел.

Таблиця 2 - Технічна характеристика фільтру

Найменування	ФГ-60/3''
Номінальна продуктивність, м ³ /год.	60
Продуктивність, що рекомендується, м ³ /год.	45-72
Робочий тиск (не більш), кгс/см ²	8,00
Втрата тиску на фільтрі, що вимагає промивання, кгс/см ²	0,5-0,8
Фракція гравію, мм	1-2
Маса, кг (без врахування гравію)	276

Висновки:

- для роботи системи краплинного зрошення необхідно виконувати підготовку води з врахуванням її механічного та хімічного складу і джерела водопостачання;

- при проектуванні фільтростанції її пропускну здатність розраховується з умови максимальної зрошувальної норми, площі, яка планується зрошуватися, часу на протязі доби, коли буде проводитися зрошення;

- склад фільтростанції обумовлюється ступенем засміченості води механічними домішками, гідробіонтами, та солями хімічних елементів, які вміщуються у воді;

- за результатами досліджень під час експлуатації за критеріями «ціна-якість» в порівнянні з іншими моделями добре себе зарекомендував піщано-гравійний фільтр ФГ-60/3'' виробництва компанії «РОСТА», м. Мелітополь

Література.

1. *Ромашенко М.І.* Мікрозрошення сільськогосподарських культур/*М.І. Ромашенко, В.М. Корюненко, А.Т. Каленіков, В.М. Сторчоус* // Меліорація і водне господарство: міжнародний науковий тематичний збірник. - К.: Аграрна наука, 2004. - Вип. 90. – С. 63-86.
2. ДСТУ 2730-94. Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. - К.: Держстандарт України, 1994. - 14 с.
3. ГОСТ 17.1.2.03-90. Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения. — М.: Издательство стандартов, 1991. - 7 с.
4. 44 MF-2575 Water Quality Assessment Guidelines for Subsurface Drip Irrigation: <http://www.oznet.ksu.edu/sdi/Reports/2003/mf2575.pdf>.
5. 45 National Engineering Handbook, Part 623, Chapter 7, Trickle Irrigation, 1984.
6. Капельное орошение (пособие к СНиП 2.06.03-85) «Мелиоративные системы и сооружения». - М.: Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР, 1986.- 150 с.
7. Фильтр гравийный горизонтальный ФГ-60/3", ФГ-80"4. Техническое устройство и руководство по эксплуатации / Мелитополь: ЧП НПК «РОСТА», 2010. – 12 с.

ПОДГОТОВКА ВОДЫ ДЛЯ СИСТЕМ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

Пастухов В.И., Тарасенко В.В.

Аннотация

Определены требования для воды, которая применяется для капельного орошения. Рассмотрены типы фильтров для очистки воды от механических примесей и химических веществ. Приведены результаты производственных испытаний песчано-гравийного фильтра ФГ-60/3" компании «РОСТА»

WATER PREPARATION FOR THE SYSTEMS OF DRIP IRRIGATION

V. Pastukhov, V.Tarasenko

Summary

The requirements for water which is used for drip irrigation are defined. The types of filters for cleaning the water from impurities and chemicals are described. The results of production tests of sand and gravel filter FG-60/3" of the company "ROSTA" are pointed out.

УДК 620.178.16.004

РЕОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В КОНТАКТІ АБРАЗИВНОГО ЗЕРНА З ПОВЕРХНЕВИМ ШАРОМ МЕТАЛУ ПРИ ЗНОШУВАННІ

Юдовинський В.Б., к.т.н.,

Кюрчев С.В., к.т.н.,

Пеньов О.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38(0619) 42-13-54

Анотація - робота присвячена реологічним процесам, що протікають в контакті абразивного зерна з поверхневими шарами металів у процесі зношування, пов'язаних із накопиченням деформацій, що приводить до скорочення періоду припрацювання.

Ключові слова – метал, зношування, абразивні зерна, деформація.

Постановка проблеми. Розглядаючи зміни коефіцієнта зносу матеріалів деталей сполучення в часі (рис. 1), видно, що період припрацювання складається з двох періодів: 1- накопичення деформацій у поверхневому шарі металу, 2- прискореного припрацювання деталей сполучення. Причому, чим швидше і більше пройде період накопичення деформацій, тим менше буде весь період припрацювання деталей сполучення.

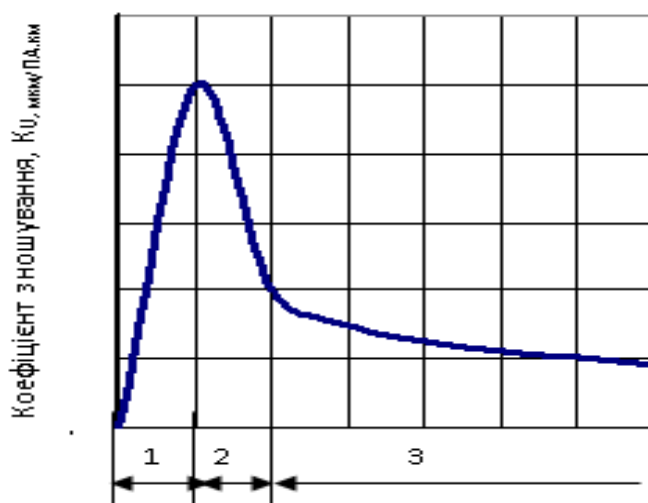


Рис.1. Зміни коефіцієнту зношування в часі: 1 – період накопичення деформації, 2 – період припацювання, 3 – період роботи.

Накопичення деформацій у поверхневому шарі металів деталей, зокрема, пов'язане із дією абразивного зерна.

Аналіз останніх досліджень. Одним з визначальних процесів зношування деталей сполучень є абразивне зношування. Водночас, поведінка абразивного зерна у процесі зношування і властивостей поверхні металевої основи матеріалу деталі, а також реологічні процеси в контакті «абразивне зерно – металева основа металу» вивчені недостатньо.

Цьому питанню присвячені роботи Левіна Б.М., Марочкина В.Н., Тейбора, Ішлинського А.Ю., Барвела і Строга. Вони розкривають основні положення взаємодії абразивного зерна з поверхневими шарами металів у процесі абразивного зношування.

Формулювання цілей статті. Встановлення основних залежностей процесу накопичення деформацій в поверхневих шарах деталей сполучень при абразивному зношуванні.

Основна частина. При впровадженні окремого абразивного зерна в поверхню металу спочатку відбуватиметься пружна деформація поверхневого шару, а потім пластична. Питання про умови переходу розглядається багатьма ученими. За Б.М. Левіним виглядає він так [1]:

при зіткненні абразивного зерна з абсолютно жорсткою площиною контактний тиск в центрі п'ятна контакту по Герцу виражається таким чином

$$q = 0,918 \sqrt{\frac{N_1}{D^2 \Gamma^2}}, \quad (1)$$

де N_1 – навантаження на зерно, Н;
 D – середній діаметр (параметр) абразивного зерна, м;
 Γ – характеристика матеріалу, визначується по формулі

$$\Gamma = \frac{1 - \mu^2}{E}, \quad (2)$$

де μ – в'язкість металу або його складової;
 E – модуль пружності металу або його складової.
Деформація стиснення

$$h_1 = 1,04 \sqrt{N_1^2 \Gamma^2}. \quad (3)$$

Якщо нехтувати μ^2 , як величиною меншою в порівнянні з одиницею, то

$$h_1 = 1,2 D \Gamma^2 q^2 \approx 2,4 R \left(\frac{q}{E} \right)^2. \quad (4)$$

По досягненню критичного значення деформація перейде з пружної у пластичну. Якому ж значенню відповідає перехід у пластичний стан?

Розгляньте завдання теорії пластичності за умови повної пластичності (дотримання умов Хаару і Кишені), виконані В.Н. Марочкиним [2] стосовно усіченого конуса, показала, що тиск на контакті q_m відповідний переходу в пластичний стан, залежить від кута між основою конуса і твірною γ таким чином

$$q_m = (1 + \gamma + K) \cdot \sigma_s = C \cdot \sigma_s, \quad (5)$$

де K – коефіцієнт осе симетричності;

σ_s – межа текучості граничного наклепаного матеріалу.

Величина C для одного і того ж матеріалу залежно від величини кута γ сплющення або впровадження змінюється в межах від 1 до 4,7. Подібний результат раніше експериментально отримав Тейбор [3]

При розрахунку площі торкання можна з відомим наближенням прийняти коефіцієнт $c=3$, що теоретично обґрунтовується дослідженнями А.Ю. Ішлінського [4] по кульовій пробі Бринеля.

Зазвичай кут при вершині абразивного зерна знаходиться в межах $120-150^\circ$, тому $c=3,5-4,0$. Враховуючи наклепання, що отримується у процесі зношування поверхні металу, приймемо $c=10$. Тоді формулу (4) можна представити таким чином

$$h_1 = 240 \frac{\sigma_s^2}{E^2} R. \quad (6)$$

Як бачимо, глибина впровадження, відповідна переходу в пластичний стан, може бути виражена в долях радіуса. Для сталей і чавунів критична деформація дорівнює приблизно $1/100$ радіусу або параметра абразивного зерна [4].

Запропонована методика дозволяє теоретично визначати глибину впровадження абразивного зерна і, у результаті, величину зношування матеріалу.

Значна контактна напруга приводить до появи реологічних процесів в контакті. При цьому спостерігається перебіг матеріалу, що приводить до збільшення впровадження одиничних абразивних зерен в метал, що деформується.

Для аналітичного розрахунку цього явища слід скористатися якою-небудь моделлю, що описує властивості реологій контакту.[5].

Як показав аналіз, виконаний Ю.І. Костеріним, найбільша відповідність з експериментом дає рівняння Ішлінського, що зв'язує напругу σ , відносну деформацію ε і швидкості зміни напруги і деформації $d\sigma/dt$ і $d\varepsilon/dt$

$$\frac{d\sigma}{dt} + 2\sigma = b \left(U_\varepsilon + \frac{d\varepsilon}{dt} \right), \quad (7)$$

де b – коефіцієнт пропорційності параметрів.

Цьому рівнянню відповідає наступна механічна модель, в якій
 E – коефіцієнт швидкої пружності;
 C – коефіцієнт сповільненої пружності;
 μ – коефіцієнт в'язкості.
 Відповідно швидкість наслідку

$$U = \frac{C}{\mu} . \quad (8)$$

Швидкість релаксації

$$V = \frac{E + C}{\mu} . \quad (9)$$

Кожна з таких моделей замінює одиничний контакт абразивного зерна з металевою поверхнею. Оскільки абразивні зерна мають різні параметри, то у міру деформації поверхневого шару металу (зближення контактуючих поверхонь) все більше і більше абразивних зерен вступатиме в контакт, і відповідно напруга, що доводиться на одне зерно, зменшуватиметься.

Якщо прийняти, що напруга на контакті одиничного абразивного зерна залишається незмінною і під впливом цієї напруги абразивне зерно упроваджується в поверхневий шар металу, причому величина відносного впровадження збільшується з часом.

В цьому випадку $v = 0$ і відповідно рівняння (7) спрощується, прийнявши наступний вигляд

$$r_{\sigma} = b \cdot U_{\varepsilon} + b \frac{d\varepsilon}{dt} , \quad (10)$$

тобто перетвориться на рівняння Томсона.

Інтегруючи рівняння (10) і вважаючи при цьому, що початковий момент $t = 0$ і $\varepsilon = \varepsilon_0$, отримаємо

$$\varepsilon = \frac{r}{bu} \sigma + \left(\varepsilon_0 - \frac{r}{bu} \sigma \right) e^{-ut} . \quad (11)$$

Якщо відповідно ввести величину ε_{∞} , що відповідає часу деформації поверхневого шару металу, то відповідно отримаємо

$$\varepsilon_t = \varepsilon_{\infty} - (\varepsilon_{\infty} - \varepsilon_0) \cdot e^{-ut} . \quad (12)$$

Звідси видно, що деформація є функцією часу.

Висновки. Деформаційні процеси, що протікають в поверхневих шарах металів при абразивному зношуванні, приводять до накопичення деформацій, скорочуючи період припрацювання або прискорюючи процеси в період аварійного зношування деталей сполучень. Запропоновані аналітичні залежності дозволяють в подальшому визначати час накопичення деформацій і скорочення періоду припрацювання.

Література.

1. *Левин Б.М.* Контактный метод измерения микрогеометрии поверхности: Основы метода и оптические профилографы/ *Б.М. Левин.* - М.: Машгиз, 1950. – 132 с.
2. *Марочкин В.Н.* Осесимметричное напряженное состояние зоны контакта шероховатостей в условиях полной пластичности: автореф. дис. канд. техн. наук/ *В.Н. Марочкин.* - М.: ИМАШ, 1957. – 22 с.
3. *Tabor D.* The Hardtss of metals/ *D. Tabor.* - Oxford clarendos press, 1951. – 175 p.
4. *Ишлинский А.Ю.* Осесимметричная задача теории пластичности и проба Бринеля/ *А.Ю. Ишлинский*// В кн.: Прикладная математика и механика. – М.-Л.: Из-во АН СССР. 1944. - Т.8., вып.3. - С. 201-224.
5. *Burvel J.T.* On the empiral law of adhesive wear/ *J.T. Burvel, C.D. Strong.* - J.Appl.Phys, 1952. -No1,vol 23. - P. 18-28.

**РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ КОНТАКТЕ
АБРАЗИВНОГО ЗЕРНА С ПОВЕРХНОСТНЫМ СЛОЕМ
МЕТАЛЛА ПРИ ИЗНАШИВАНИИ**

Юдовинский В.Б., Кюрчев С.В. Пенев О.В.

Аннотация

Работа посвящена реологическим процессам, которые протекают при контакте абразивного зерна с поверхностными слоями металлов в процессе изнашивания, связанных с накоплением деформаций, что приводит к сокращению периода наработки.

**REOLOGICAL PR OCESSES IN THE CONTACT OF AN
ABRASIVE GRAIN WITH THE SURFACE LAYER OF METAL AT
DETERIORATION**

V.Yudovynskiy, S Kyurchev, O.Penyov

Summary

The article is dedicated to reological processes which occur in the contact of an abrasive grain with surface layers of metals during deterioration, connected with accumulation of deformations, that cause the reduction of a running-in period.

УДК. 631.362.3:631.1

ТРАВМУВАННЯ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В ПРОЦЕСІ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ЗМЕНШЕННЯ

Михайлов Є.В., к.т.н.,

Кольцов М.П., к.с.-г.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38(0619) 42-21-32

Анотація - в роботі представлені причини та наслідки травмування насіння зернових культур, результати польових досліджень якості зерна та шляхи зниження його травмування.

Ключові слова - машини зерноочисні, комбайн, травмування, насіння, лабораторна схожість, зниження врожаю.

Постановка проблеми. За агротехнічними вимогами подрібнення насіннєвого зерна не повинно перевищувати 1%. На практиці ж у більшості випадків воно становить від 2 до 10 %. При цьому із зростанням відсотка подрібнення збільшується і кількість насіння з мікротравмами, які становлять велику небезпеку для насінництва, так як їх практично не можна відокремити на очисних і сортувальних машинах. Великий вплив на травмування насіння надає їх вологість. Насіння як з низькою, так і з високою вологістю легко пошкоджуються, тому прибирати їх потрібно при оптимальній вологості, яка залежить від зони і культури (для зернових - в межах 12...20 %). Слід також враховувати, що насіння з опуклим зародком завжди пошкоджуються сильніше. Встановлено, що міцність зерна зі зниженням температури зменшується, в результаті чого воно стає більш крихким. При температурі нижче нуля зерно стає ламким. Саме тому зимова обробка часто призводить до значного травмування та погіршення посівних якостей насіння. Сортування пшениці при мінусовій температурі збільшує травмування на 50 %, жита - на 40 %, при цьому схожість знижується в середньому на 20 % [1].

Так за даними І. Г. Строни травмування насіння кукурудзи становить 90...95 %, жита – 85...90 %, твердої пшениці 80...85 %, м'якої пшениці 45... 50 %. На цьому ж рівні знаходиться травмування технічних, зернобобових і круп'яних культур [2], що робить

актуальним проблему, яка розглядається.

Аналіз останніх досліджень. Агрегати сільськогосподарського призначення за ступенем впливу на травмування насіння можна класифікувати [3]:

- зернозбиральний комбайн - 30...36 %;
- сушильні агрегати - 6,3...11,4 %;
- повітряно-решітні машини - 2,71...5,4 %;
- транспортуючі механізми - 2,5...4 %;
- трієрні блоки - 0,32...2,33 %;
- пневмосортувальні машини - 0,17 %.

Представлені дані свідчать про те, що поліпшення конструктивних особливостей робочих органів машин, експлуатуємих як окремо, так і у складі потокових ліній з переробки насіннєвого матеріалу є актуальною темою. Збільшення вимог, що пред'являються до посівних якостей насіння, при одночасному зростанні продуктивності насіннєочисних машин тягне за собою підвищення рівня механічних навантажень на обробляєму культуру, а модернізація існуючих потокових ліній з переробки насіннєвого матеріалу із збільшенням встановлених насіннєочисних потужностей за рахунок збільшення протяжності технологічних ліній призводить до збільшення травмування.

Формулювання цілей статті. Визначити причини та наслідки травмування насіння зернових культур, а також шляхи їх зменшення.

Основна частина. Зерна з травмованими оболонками і оголеним зародком і ендоспермом за певних умов стають живильним середовищем для мікроорганізмів.

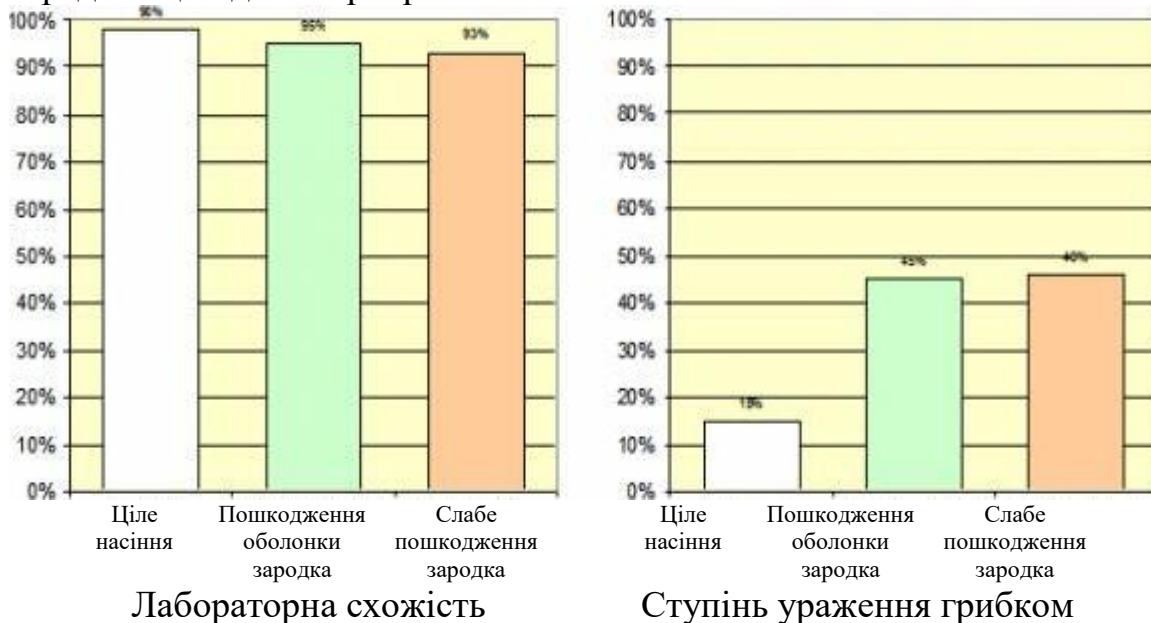


Рис. 1. Схожість насіння в залежності від характеру травмування і поразки грибами [2].

Таким чином, ущербність травмованого насіння обумовлена порушеннями фізіологічних процесів, що протікають при проростанні. Травмовані насіння різко знижують врожайність культур. небезпека травмування посилюється тим, що його дії не виявляються відразу, а носять прихований характер: в результаті часто передбачаються інші причини зниження врожайності. При цьому висіваються насіння за висновком насіннєвої інспекції цілком кондиційні і, навіть, належать до 1 класу.

Причини зниження врожаю при травмуванні насіння – недобір врожаю від зниження продуктивності рослин. Так при вихідному насіннєвому матеріалі, травмованість якого складає у озимих культур – 40 %, та у ярих культур – 60 % маємо такі наслідки:

- насіння, що не дають сходів складають для озимих культур – 15 %; для ярих культур – 25 %;
- зниження повноти сходів складають для озимих культур – 7 %; для ярих культур – 20 %;
- випадіння рослин під час вегетації складають 10 % від кількості сходів травмованого насіння [2].



Рис. 2. Зниження врожаю ярої пшениці залежно від травм насіння
Врожай зерна з 500 шт. насіння (% до цілих)

Мікротравми зерен призводять до менших втрат стосовно до однієї рослини, але їх кількість (травмованих зерен) у десятки разів більше, ніж зерен з макротравами. Травмування насіння не тільки знижує урожай, а й різко погіршує його якість. Зберігання травмованого зерна пов'язано з великими ускладненнями, так як треба створювати умови для придушення розвитку грибів, що вимагає значних витрат і коштів.

Зниження врожайності, викликане травмованим посівним матеріалом, особливо проявляється в посушливі роки. Так, за даними

Х. Уоллес (Канада), при нестачі ґрунтової вологи схожість непошкодженого насіння становила 60 %, а пошкоджених 16 %. Пошкоджене насіння сильно знижують схожість і при низьких температурах ґрунту і при неоптимальній глибині загортання [2].

При очищенні, сортуванні, сушінні, а також транспортуванні зерно піддається механічним пошкодженням в ряді випадків більше ніж при обмолоті його комбайнами. Картина ускладнюється ще й тим, що з метою підвищення якості очищення, зерно пропускають через зерноочисні машини багаторазово. До того ж зерно за період зберігання кілька разів перекачують з силосу в силос. Так середній шлях проходження насіння по транспортувальним механізмам становить близько 1500 м, з них по транспортерної стрічки зі швидкістю 4,5 м/с - 60 м, в ковшах норій зі швидкістю 3 м/с - 60 м; в бункерах і самопливних трубах - 20 м. Пройшовши такий шлях, зерно потрапляє в силос з висоти 30 м.

Сильно травмують зерно зернокидачі. Так у зерна, що кинуте зернометальником на 4 м, пошкодження зросли на 11 %, а на 8 м - на 17 %, або в два рази в порівнянні з вихідним зразком [2].

Щоб довести насіння до високих посівних кондицій, дуже часто господарства кілька разів пропускають зернову масу через сортувальні машини. При цьому встановлено, що один пропуск через навантажувач травмує від 2 до 9% насіння, через ОВП-20 і ОВС-25-від 3 до 8%, а через ОС-4, 5М і СМ-4 - від 2 до 7%. Після таких обробок загальне травмування насіння може досягати 100%, а польова схожість може знизитися до 40%.

Небезпека травмування посилюється тим, що його дія не завжди проявляється відразу, а здебільшого має прихований характер, внаслідок чого допускаються інші причини зниження врожаю. За даними ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН України, при висіві травмованого насіння врожай озимих культур знижується в середньому на 3,5 ц / га, ярих - на 6,4 ц / га, а кукурудзи - на 6,4-7,3 ц / га [1].

Нами проведено польові дослідження по визначенню якості насіннєвого зерна в умовах господарств півдня України.

Такі дані отримані при збиранні насіннєвої пшениці в КСП «Колос» Мелітопольського району Запорізької області в 1994 р. При цьому засміченість зернового матеріалу приблизно до 40-го досліді характеризувалася підвищеною присутністю зернової домішки.

Це відбувалося внаслідок того, що найбільш характерною особливістю процесу збирання є тенденція екіпажів польових збиральних машин бачити кінцевим результатом своєї роботи кількість прибраного зернового матеріалу. Якість, як правило, відходить на другий план. Із цієї причини комбайни були зупинені, режими функціонування робочих органів були приведені в більше

щадні і якість зернового матеріалу помітно змінилася.

Так, із другої частини рис. 3 (від 40-го досліду й далі) видно, що значення засміченості представлені математичним очікуванням $m_n'=3,61\%$; мінімальне значення $\min_n'=1,33\%$; максимальне $\max_n'=11,45\%$ при коефіцієнті варіації $V_n'=3,43\%$.

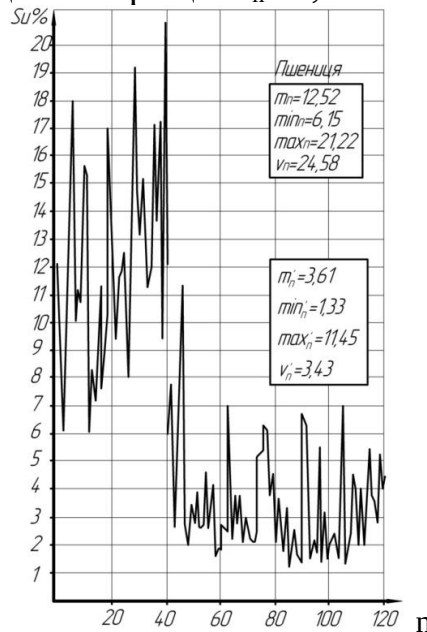


Рис. 3. Якість вихідного зернового матеріалу по засміченості $S_n(t)$.

Зважаючи на те, що зернові домішки становлять не менш 50% загальної засміченості свіжозібраного зернового матеріалу, ухвалення рішення про зупинку комбайнів і їхнє наступне регулювання було цілком обґрунтованим. Це дозволило в 3...4 рази зменшити втрати повноцінного зерна через його подрібнення.

Травмування насіння зростає у термін його післязбиральної обробки на повітрярешітних машинах, трієрах, калібраторах.

При обробці насіння на стандартних штампованих решетах, розташованих задирками вниз, їх травмування становить 3,25...3,75 %, а при встановленні їх задирками вгору - 4,8...5,6 %. Зварні дротяні решета травмують в 1,5... 2,0 рази менше насіння, ніж стандартні штамповані.

Великий рівень травмування насіння при очищенні на стандартних штампованих решетах (ситях) пояснюється великими напруженнями в зерновках внаслідок зіткнення їх з крайками отворів.

Осередки трієрного барабану захоплюють насіння відповідного осередкам розміру і протягають їх через весь обсяг зерна, пересипаючи в барабані. Зерна в осередках при цьому працюють на вигин (злам) і на зріз.

А коли насіння, відібрані осередками барабана, потрапляють в приймальний лоток, то видаляються з нього шнеком, який додає

травмування.

У калібраторів барабанного типу причина і механізм травмування аналогічний - зерно, застрягле в отворах барабану, протягується через купу пересипаючого зерна.

На пневмосортувальних машинах вдається значно зменшити вплив машини на стан зерна у вихідному потоці повітря. При лабораторно-господар-ських випробуваннях встановлено, що травмування зерна в середньому становить 0,17 % [3].

Пропонуються деякі напрямки шляхів зниження травмування насіння [4].

Найбільш раціональним слід вважати ярусно-каскадне розташування зерноочисних машин (рис. 4), що забезпечує самостійне переміщення обробляемого матеріалу. Це виключає використання проміжних норій, шнеків, транспортуючих пристроїв, які призводять до значного травмування насіння і руйнування їх плодової оболонки.

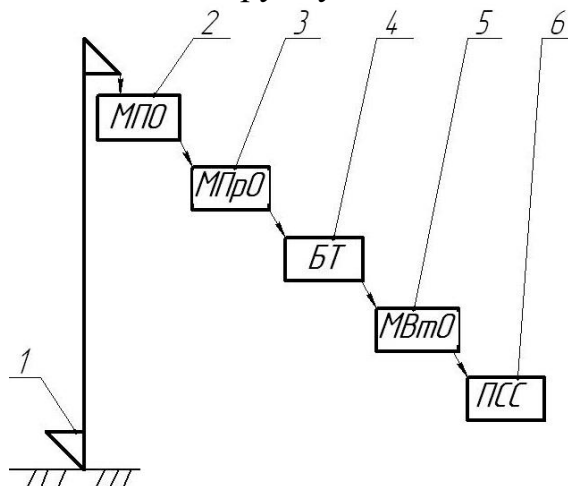


Рис. 4. Технологічна лінія очищення насіння каскадного типу: 1 – норія тихохідна; 2 – машина попереднього очищення зерна; 3 - машина первинної очистки зерна; 4 – блок трієрний; 5 - машина вторинної очистки зерна; 6 – стіл пневмосортувальний.

В умовах існуючих в господарствах зерноочисних машин і агрегатів слід дотримуватись поточної технології. Обов'язковим є проведення попереднього очищення зерна на шляху від завальної ями до машини первинного очищення зерна.

Після операції попереднього очищення зерна можна також використовувати експериментальний пневмосепаратор конструкції ТДАТУ [5]. Вочевидь, гідність експериментального пневмосепаратора – простота конструкції, мала металоємність, відсутність вібрацій й знакозмінних навантажень, висока технологічна надійність, створення умов найменшого травмування насіння.

Висновки. Процес зменшення травмування насіння в процесі його очищення включає три етапи:

- максимально скоротити кількість машин на шляху насіння від збирання до зернокомплексів;
- технологічні комплекси повинні відповідати вимогам ощадної технології збирання, післязбиральної обробки насіння, їх сушіння, транспортування та зберігання;
- ефективність експлуатації з мінімізації травмування насіння повинна забезпечуватися глибоким регулюванням машин для виходу на оптимальний режим.

Література.

1. *Фадеев Л. В.* Щадящая технология подготовки семян - путь повышения урожайности / *Л. В. Фадеев* // Агрохимия, агротехника, агротехнологии. – 2012. – № 1. – с. 28-31.
2. Травмирование семян: [Электрон. ресурс]. - Режим доступа: <http://www.agrocounsel.ru/travmirovanie-semyan>.
3. *Гимадиев А. М.* Травмирование семян: [Электрон. ресурс]/ *А.М. Гимадиев.* - Режим доступа: <http://www.agroinform.ru/2010/06/travm.htm>.
4. Михайлов Є. В. Післязбиральна обробка зерна у господарствах півдня України / *Є. В. Михайлов.* - Мелітополь: Люкс. 2012. - 214 с. (монографія).
5. Пат. №78533 U Україна, МПК В07В 1/28. Пневморешітний сепаратор із замкненою повітряною системою / *Є.В. Михайлов, О.О. Білокопитов*; Заявник та патентовласник Таврійський державний агротехнологічний університет.- Заявл. 20.08.2012; опубл. 25.03.2013, бюл.№ 3. - 4 с.

ТРАВМИРОВАНИЕ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ПРОЦЕССЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБКИ И ПУТИ ЕГО СНИЖЕНИЯ

Михайлов Е.В., Кольцов М.П.

Аннотация

В работе представлены причины и последствия травмирования семян зерновых культур, результаты полевых исследований качества зерна и пути снижения его травмирования.

CEREAL SEEDS INJURY DURING POSTHARVEST TRATMENT AND WAYS OF ITS REDUCE

Ye. Mikhaylov, N. Kol'tsov

Summary

The article presents the causes and consequences of cereal seeds injury, the results of field studies of grain quality and ways to reduce its injury.

УДК 620.178.16.004

ДЕФОРМАЦІЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ПЕРЛИТОВОЇ ОСНОВИ ЧАВУНІВ АБРАЗИВНИМ ЗЕРНОМ ПРИ ЗНОШУВАННІ

Юдовинський В.Б., к.т.н.,

Кюрчев С.В., к.т.н.,

Мирненко Ю.П., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38 (0619) 42-13-54

Анотація - роботу присвячено питанням деформацій перлітової основи сірих чавунів абразивним зерном із визначенням зміни енергоємності поверхневих шарів у процесі деформацій для встановлення оптимальних силових характеристик вузлів тертя, що піддаються абразивному зношуванню.

Ключові слова – деформація, чавун, зношування, руйнування

Постановка проблеми. Найбільш розповсюдженим видом зношування деталей вузлів і агрегатів машин є абразивне зношування. Для абразивного зношування чавунів характерне впровадження абразивного зерна в поверхневі шари металевої основи або в графітні включення. Якщо впровадження абразивного зерна в графітні включення не позначаються на цілісності поверхневого шару металевої основи чавунів, то впровадження або деформація металевої основи чавунів абразивним зерном під дією зовнішніх сил є основним чинником руйнування поверхневого шару. Особливо швидке руйнування поверхневого шару спостерігається в області металевої основи, найближчої до графітних включень, де абразивне зерно сколює частинки металу. Крім того, абразив, потрапляючи в зону контакту двох поверхонь, не тільки є мікрорізцями, але і прямими деформаторами поверхневого шару, що сприяє руйнуванню і подальшому прискореному зносу поверхневих шарів чавунів. Тому дана робота присвячена встановленню кількісних характеристик деформаційних процесів перлітової основи чавунів, що виникають в процесі абразивного зношування.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз опублікованих досліджень показав, що всі процеси взаємодії абразивного зерна з перлітової основи чавунів у процесі абразивного зношування, в роботах Костецького Б.І., Крагельського І.В. і Марочкина В.Н. [1,2,3], розглядаються з погляду міцносних та мікрогеометричних параметрів, що не дає узагальненої характеристики поведінки поверхневих шарів у процесі абразивного зношування. Такою узагальненою характеристикою є енергоємність структурних складових чавунів.

Формулювання цілей статті. Метою статті є встановлення узагальненого показника накопичення деформацій в поверхневих шарах деталей, що зношуються.

Основна частина. Одним з параметрів, що характеризують поведінку поверхневого шару чавунів, є енергоємність поверхневих шарів чавунів. Енергоємність – це кількість енергії необхідне для деформації об'єму основної структури поверхневого шару металу. Інакше можна сказати, що енергоємність поверхневих шарів металу - це відношення зовнішнього одиничного навантаження, що діє на і-те абразивне зерно до об'єму деформованого матеріалу поверхневого шару V_{mi} .

$$\mathfrak{E}_M = \frac{\Delta q_i}{V_{M_i}} . \quad (1)$$

При розгляді одиничної площі, енергоємність матеріалу визначається відношенням питомого навантаження на абразивне зерно до одиничного об'єму деформованого матеріалу

$$\mathfrak{E}_M^1 = \frac{P_{y3}}{V_M^1}, \text{ Н/м}^3 \quad (2)$$

Об'єм деформованого матеріалу одиничної площі контакту (1 см^2), на якій знаходиться N абразивних зерен з середнім розміром зерна r_{acr} , що мають форму $\xi_1; \xi_2; \dots; \xi_i$ (конус, піраміду, куб і тому подібне) і що упровадилися в основний матеріал з одиничною силою Δq_i , виражається залежністю

$$V_M = N_1(r_{a1}; \xi_1) + N_2(r_{a2}; \xi_2) + \dots + N_{i+i}(r_{ai}; \xi_i) + N_{i+2}(r_{a2}; \xi_i) + \dots + N_{i+j}(r_{aj}; \xi_i) + N_{i+j}(r_{aj}; \xi_i) , \quad (3)$$

де кожен член правої частини - $N_{i+j}(r_{aj}; \xi_i)$ - об'єм деформованого металу $i+j$ груп абразивних зерен з однаковими параметрами зерна r_{aj} і однаковою їх формою ξ_i .

Якщо прийняти середні параметри розмірів абразивних частинок і їх форми, одиничний об'єм деформованого металу представиться наступною функцією

$$V_m = f[(r_{aicp}, \xi_{icp}); (N_1 + N_2 + \dots + N_{i+j})] , \quad (4)$$

де $N_1 + N_2 + \dots + N_{i+j}$ – загальна кількість зерен абразиву на одиничній площі в місці контакту двох поверхонь.

При експериментальному визначенні енергоємності поверхневих шарів перлітової основи чавунів були прийняті наступні допущення:

1. Абразивне зерно має абсолютну твердість
2. Абразивне зерно упроваджується в перлітову основу чавунів гострою частиною (кутом).

Ці допущення дали можливість замінити в експерименті абразивне зерно діамантовою пірамідою з кутом при вершині 136° . Згідно робіт Б.І. Костецького [1], кут при вершині абразивних зерен, що бере участь в зношуванні, змінюється від 120° - 150° .

Діамантова піраміда вдавлювалася в перлітову основу чавунів різних марок навантаженням від 0,05 до 1,50 Н (рис.1).

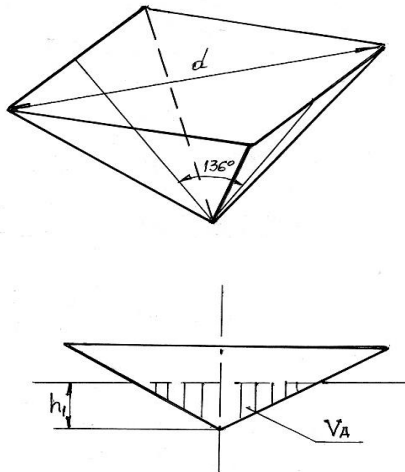


Рис. 1. Імітатор абразивного зерна - діамантова піраміда.

По середній величині діагоналей відбитку d визначалася глибина впровадження піраміди h_1 , площа деформації S і об'єм деформованого металу V_d .

Поверхня вимірів при проведенні дослідів – десятиразова. Глибина впровадження h_1 , мкм, сумарна площа деформації ΣS , мкм², і об'єм деформованого металу V_d , мкм³, обчислювалися за співвідношеннями

$$\begin{aligned} h_1 &= 0,143 \cdot D_{cp}, \\ \Sigma S &= 0,540 \cdot D_{cp}^2, \\ V_d &= 0,074 \cdot D_{cp}^3, \end{aligned} \quad (5)$$

де D_{cp} – середній параметр діагоналі, мкм.

$$D_{cp} = \frac{D_1 + D_2}{2}. \quad (6)$$

Дослідженню піддавалися чавуни СЧ 15 і СЧ 30 по ГОСТ 1412-85. Безпосередньо досліджувалася перлітова основа чавунів поверхневого шару після шліфування. Поверхня добре змочується маслами, має адсорбований шар масла. Стійкий шар мастила на вказаних чавунах – 75-80 мкм. Адсорбований шар мастила – 0,3-1,2 мкм.

Модуюючи процес впровадження абразивного зерна в поверхневий шар перлітової основи чавунів під дією зовнішніх навантажень, наколювали алмазом перлітову основу чавунів марки СЧ 15 і СЧ30 з різними силами навантаження, отримували глибину впровадження діамантової піраміди, по якій підраховувалися основні параметри кінетики впровадження абразивного зерна в поверхневий шар перлітової основи чавунів.

На рисунку 2 представлені: глибина впровадження h_1 , робота деформації W і енергоємність поверхневих шарів перлітової основи чавунів E_m від сили деформації (навантаження) або сили впровадження абразивного зерна (діамантової піраміди).

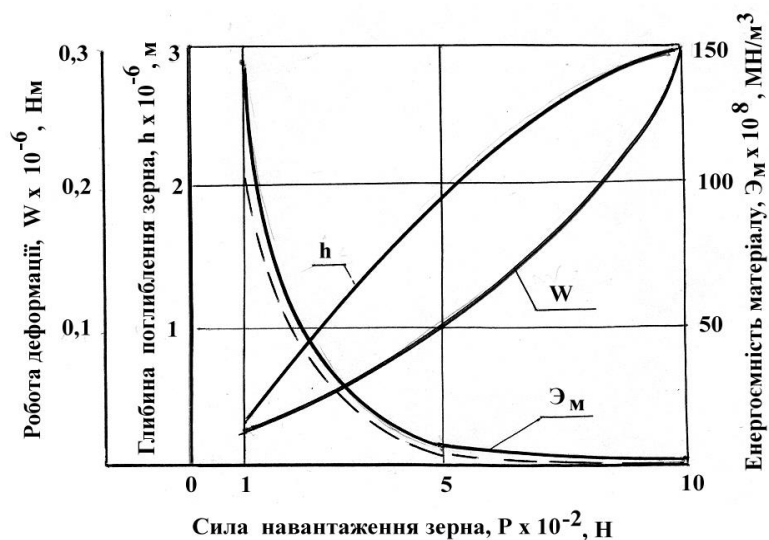


Рис. 2. Залежність глибини впровадження абразивного зерна h , роботи деформації W та енергоємності матеріалу E_m від сил навантаження зерна P .

З цих залежностей видно, що із збільшенням сил деформації або сили втискування, глибина впровадження h_1 росте, росте і робота деформації W , а енергоємність поверхневого шару перлітової основи чавунів – падає, причому, енергоємність чавуну марки СЧ 30 вище, ніж енергоємність чавуну марки СЧ 15. Робота деформації знаходиться в зворотній залежності від механічних властивостей чавуну.

Висновки. Енергоємність поверхневих шарів металу є характеристикою, яка дозволяє оцінювати поверхневі шари по здатності накопичення деформації при дії абразивного зерна, а також оцінює їх здатність протистояти зношуванню в процесі абразивного зносу. Крім того, будучи функцією сил деформації, енергоємність поверхневих шарів металу дозволяє встановлювати межі силових характеристик вузлів тертя при абразивному зношуванні.

Література.

1. *Костецкий Б.И.* Трение, износ и смазка/ *Б.И. Костецкий.* - М.: Техника, 1970. - 396 с.
2. *Крагельский И.В.* "Трение и износ"/ *И.В. Крагельский.* - М.: "Машиностроение", 1968. – 408 с.
3. *Марочкин В.Н.* "Осесимметричное напряженное состояние зоны контакта шероховатостей в условиях полной пластичности": автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук/ *В.Н. Марочкин.* - ИМАШ, 1957.

ДЕФОРМАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПЕРЛИТНОЙ ОСНОВЫ ЧУГУНОВ АБРАЗИВНЫМ ЗЕРНОМ ПРИ ИЗНАШИВАНИИ

Юдовинский В.Б., Кюрчев С.В., Мирненко Ю.П.

Аннотация

Работа посвящена вопросам деформаций перлитной основы серых чугунов абразивным зерном с определением изменения энергоёмкости поверхностных слоев в процессе деформаций для установления оптимальных силовых характеристик узлов трения, которые поддаются абразивному изнашиванию.

THE DEFORMATION OF THE SURFACE LAYER OF THE PERLIT FOUNDATION OF THE CAST-IRON AT ABRASIVE DETERIORATION

V. Yudovynskiy, S. Kyurchev, O. Penyov

Summary

The article deals with the question of the deformation of the perlite foundation of grey cast-irons by the abrasive grain with the definition of energy capacity change of the surface layers during the process of the deformation for setting optimal power characteristics of friction units, which are destroyed by the abrasive deterioration.

УДК 620.178.16.004

РУЙНУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ МЕТАЛУ ПРИ ТЕРТІ

Юдовинський В.Б., к.т.н.,

Кюрчев С.В., к.т.н.,

Пеньов О.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38 (0619) 42-13-54

Анотація - у роботі розглядаються питання руйнування мікронерівностей поверхні при мікроударах виступів шорсткості під дією розповсюдження пружних хвиль у металі при терті контактуючих поверхонь.

Ключові слова – мікроудар, руйнування, метал, нерівності.

Постановка проблеми. Поверхні деталей, як би чисто не були вони оброблені, мають шорсткість, виражену в чергуванні западин і виступів. Крім того, у процесі експлуатації деталей або навіть при їх виготовленні, відбувається переміщення дислокацій на поверхні деталей, що також змінює площинну мікрорельєфу поверхні тертя. При відносному переміщенні деталей сполучення (поверхонь тертя у процесі зношування) відбуваються мікроудари виступів нерівностей, що приводить до руйнування поверхневих шарів деталей. Дана робота присвячена встановленню аналітичних залежностей напруги, що викликаються мікроударами, і критичної швидкості мікроудару.

Аналіз останніх досліджень. Питання хвилевої структури пружних ударів абразивного зерна по мікронерівностях поверхонь металів у процесі зношування розглядалися багатьма вченими. Так Керман і Тейлор зв'язали деформації із критичною швидкістю удару [1]. Стронг ввів поняття - хвилева структура деформації [2], а Крагельським І.В. і Хрущовим М.М. розроблена кількісна оцінка напруги при руйнуванні поверхні при зношуванні [3,4].

Формулювання цілей статті. Метою статті є встановлення аналітичних залежностей впливу щільності металів і швидкості відносного переміщення контактуючих поверхонь на напругу, а також встановлення критичної швидкості удару, поверхні, що приводить до руйнування, у процесі зношування.

Основна частина. Дію пружної ударної хвилі фактично можна розглядати як розповсюдження двох незалежних хвиль. У одній з них зсув частинок матеріалів направлений уздовж розповсюдження самої хвилі. Така хвиля називається подовжньою і розповсюджується із швидкістю $\vec{C}_e$. Ця хвиля пов'язана із зміною об'єму, яка відбувається при взаємодії металу з ударними хвилями. При цьому нормальна напруга уздовж ударної хвилі буде

$$\delta = \rho \cdot \vec{C}_e \cdot U, \quad (1)$$

де C – щільність матеріалу;

U – швидкість переміщення частинок матеріалу під дією ударної хвилі.

Друга хвиля – поперечна. Зсув тут лежить в площині, перпендикулярно до напрямку розповсюдження цієї хвилі, і швидкість її розповсюдження $\vec{C}_t$ приблизно у два-три рази менше, ніж $\vec{C}_e$.

Проходження поперечних хвиль приводить до утворення тангенціальної напруги τ , що викликають відносно переміщення окремих об'ємів металу (рис. 1).

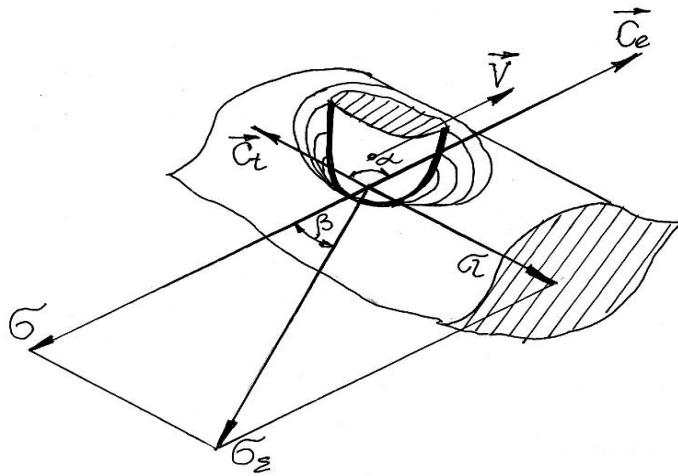


Рис.1. Швидкості розповсюдження хвиль та утворені напруги τ , σ при ударі абразивного зерна о виступ поверхні металу.

$$\tau = \rho \cdot \vec{C}_t \cdot U_{\tau}. \quad (2)$$

Удар по металу (по нерівності поверхні) може проводити не тільки нерівність поверхні, що сполучається, але і абразивне зерно, що знаходиться між поверхнями тертя.

В таблиці 1 приведені значення напруги, що виникає у різних металах при швидкості переміщення абразивного зерна (удару) 1 м/с.

Таблиця 1 - Значення напруги для різних металів при зовнішній деформації

Матеріал	Нормальна напруга σ , МПа	Тангенціальні напруга τ , МПа
Алюміній (Al)	17,1	9,3
Латунь	34,4	17,2
Мідь (Cu)	40,4	20,0
Свинець (Pb)	24,4	8,8
Сталь	45,1	24,2

Таким чином, на частинку металу нерівності поверхні діють дві сили, для напруги δ і τ , кут між векторами напруги складає $\alpha = 90^\circ$.

Отже, напруга сколу або, точніше, руйнування поверхні проводиться у результаті сумарної напруги, яка зміщується від δ на кут β , тангенс якого дорівнює

$$\operatorname{tg} \beta = 1/3 \div 1/2. \quad (3)$$

Сумарну напругу можна записати у вигляді

$$\sigma_\tau = \frac{\sigma}{\cos \beta} = \frac{\rho \vec{C}_e \cdot U}{\cos \beta},$$

$$\sigma_\tau = \frac{\delta}{\sin \beta} = \frac{\rho \vec{C}_t \cdot U}{\sin \beta}. \quad (4)$$

Звідси рівність правих частин

$$\frac{\rho \vec{C}_e \cdot U}{\cos \beta} = \frac{\rho \vec{C}_t \cdot U}{\sin \beta}, \quad (5)$$

з яких видно зв'язок швидкостей розповсюдження хвилі в металі

$$\vec{C}_t = \vec{C}_e \operatorname{tg} \beta. \quad (6)$$

Але оскільки $\operatorname{tg} \beta = 1/3 \div 1/2$, то

$$\vec{C}_\tau = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{2} \right) \cdot \vec{C}_e. \quad (7)$$

Таким чином, швидкість розповсюдження хвилі на швидкість переміщення частинок матеріалу під дією ударної хвилі, є функцією щільністю матеріалу ρ та напруги нормальної σ і тангенціальної τ .

Ці залежності представлені на рисунку 2.

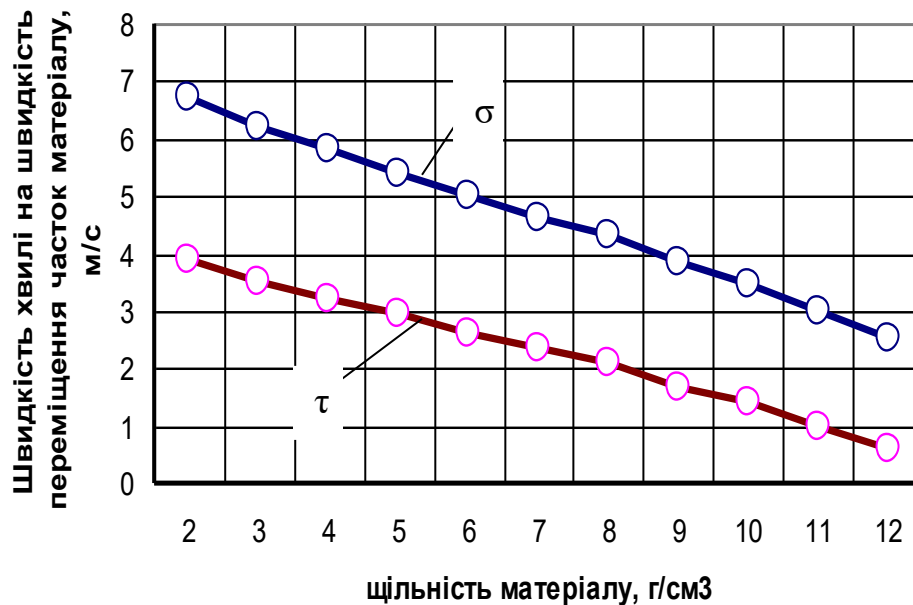


Рис. 2. Вплив щільності матеріалу на добуток швидкості хвилі на швидкість переміщення часток матеріалу.

Добуток швидкості хвилі на швидкість переміщення часток матеріалу від щільності матеріалу описуються емпіричними залежностями:

Для нормальної напруги

$$\vec{C}_\sigma \cdot U = 7,64 - 0,42 \cdot \rho.$$

Для тангенціальної напруги

$$\vec{C}_\tau \cdot U = 4,66 - 0,33 \cdot \rho.$$

Швидкість хвилі залежить від щільності матеріалу. Чим менше щільність матеріалу, тим більше швидкість хвилі у металі, тим більше руйнування нерівностей поверхні при зношуванні.

По Керману і Тейлору, повинна існувати критична швидкість удару $U_{кр}$, досягши якої поверхня контакту, що сприймає удар, руйнується. Така швидкість удару є функцією ступеня і швидкості деформації і виражається залежністю

$$U_{кр} = \int_0^{\varepsilon_m} \sqrt{\frac{d\sigma/d\varepsilon}{\rho}} d\varepsilon, \quad (8)$$

де ε – ступінь поточної деформації;

ε_m – ступінь деформації, відповідний межі текучості;

$\frac{d\sigma}{d\varepsilon}$ – нахил кривої δ - ε при статичному розтягуванні.

Висновки. Із вищевикладеного виходить, що руйнування нерівностей поверхні при зношуванні відбуваються за рахунок удару виступу нерівності, або абразивного зерна, що викликає критичну напругу, яка виникає при критичній швидкості розповсюдження хвилі деформації.

Література.

1. *Tabor D.The.* Hard ness of metals/ *D.The. Tabor.* - Oxford, 1956. – 56 p.
2. *Strong C.D.* On empirical low of adhesive wear/ *C.D. Strong.* - “I.Appl. Phys.”. -1952. - № 1. - vol.23.
3. *Крагельский И.В.* Основные положения молекулярно-механической теории трения и изнашивания/ *И.В. Крагельский*// Сб. «Развитие теории трения и изнашивания». - Изд. АН СССР. 1957. - 213 с.
4. *Хрущов М.М.* Классификация условий и видов изнашивания деталей машин: «Трение и износ в машинах»/ *Хрущов М.М.* - Изд. АН СССР, 1953. - Сб.VIII. – 135 с.

РАЗРУШЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ МЕТАЛЛА ПРИ ТРЕНИИ

Юдовинский В.Б., Кюрчев С.В., Пенев О.В.

Аннотация

В работе рассматриваются вопросы разрушения неравенств поверхности при микроударах выступлений шероховатости под действием распространения упругих волн в металле при трении контактирующих поверхностей.

DESTRUCTION OF METAL SURFACE LAYERS AT FRICTION

V. Yudovynskiy, S. Kyurchev, O. Penyov

Summary

The problems of a surface unevennees destruction at micro impacts of a roughness ledges under the process of distribution of elastic waves in the metal at friction of surfaces coming into contact are described in the article.

УДК.631.312.68

ТЯГОВИЙ ОПІР КОЛИВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНА ВИКОПУВАЛЬНОГО ПЛУГА

Кольцов М.П., к.с.-г.н.,

Матковський О.І., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38 (0619) 42-21-32

Анотація – у статті наводиться методика розрахунку тягового опору коливального робочого органу для викопування саджанців плодкових культур.

Ключові слова – тяговий опір, коливальний розпушувач – сепаратор, викопування саджанців.

Постановка проблеми. Викопування саджанців плодкових культур повинно забезпечувати один з важливих показників якості посадкового матеріалу – довжину кореневої системи. Для його дотримання саджанці викопують з глибини до 0,4 м. Технологічний процес викопування саджанців вміщує операції відділення (вирізання) і переміщення ґрунту з кореневою системою саджанця на висоту, яка перевищує глибину викопування. Переміщення ґрунту по робочим поверхням, які мають значну довжину, призводить до підвищення загального тягового опору знаряддя. Це можна віднести до завдань, що потребують вивчення і дослідження з метою створення робочих поверхонь меншого тягового опору.

Аналіз останніх досліджень. Вивченню механіки руху ґрунтового шару присвячені дослідження, що стосуються двогранного і тригранного клина [1, 2, 3, 4]. В даних роботах переміщення ґрунту, за умови підпору з боку незруйнованого ґрунтового середовища, відбувається по поверхням, параметри положення яких залишаються незмінними. Інше відбувається, якщо положення поверхонь змінюється під час переміщення ґрунту. Це потребує вивчення умов забезпечення його руху і впливу на величину тягового опору.

Формулювання цілей статті. Визначити тягове зусилля на переміщення ґрунту з кореневою системою саджанця по поверхні коливального робочого органу викопувального плуга.

Основна частина. Викопування саджанців здійснюється робочим органом, який має скобу 1 з шарнірно приєднаним до неї розпушувачем – сепаратором (РС) 2 (рис. 1).

Переміщення ґрунту з кореневою системою відбувається за умови його ковзання по поверхні РС. Це можливо, коли сила опору скоби стисненню буде достатня для подолання сил тертя. Деформацію стиснення пласта за рахунок сил тертя і ваги під час його руху по поверхні РС можна не враховувати. Приймаємо за основу недеформовану модель відділеного ґрунтового агрегату з кореневою системою в середині, в якому сконцентровано всю масу системи «ґрунт – коріння».

Розглянемо рух ґрунтового агрегату з кореневою системою після його сходу з скоби, як об'єкту, на який спрямовано дію РС. Ґрунт з кореневою системою, який рухається по РС, здійснює відносний до нього і переносний з ним рух. Коливання РС надають ґрунтовому агрегату з кореневою системою поворотний переносний рух. Абсолютний рух агрегату здійснюється по відношенню до поля. Якщо ж розглядати його рух з кореневою системою відносно РС, який рухається відносно ґрунтового масиву (поля), то маємо випадок відносного руху.

Відобразимо схему прискорень для ґрунтового агрегату з кореневою системою під час руху по РС для випадку, коли він рухається вгору (рис. 1).

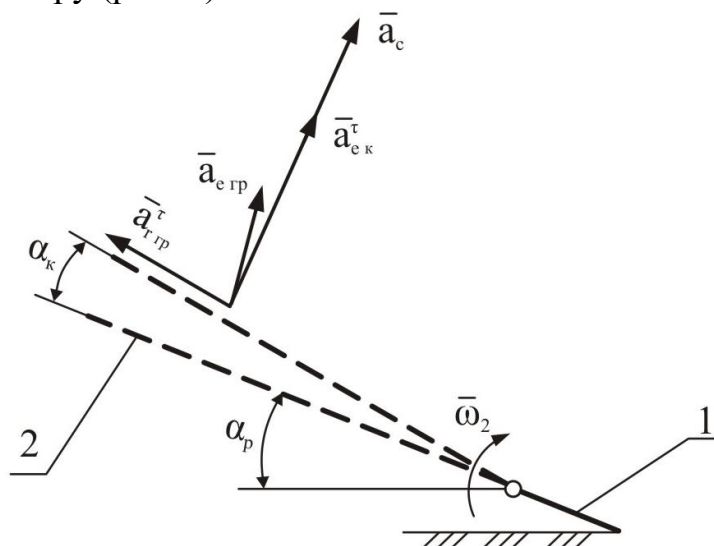


Рис. 1. Схема прискорення.

Прикладемо всі активні сили і реакції зв'язку які діють на ґрунтовий агрегат т. С (рис. 2) та зобразимо їх у вигляді схеми.

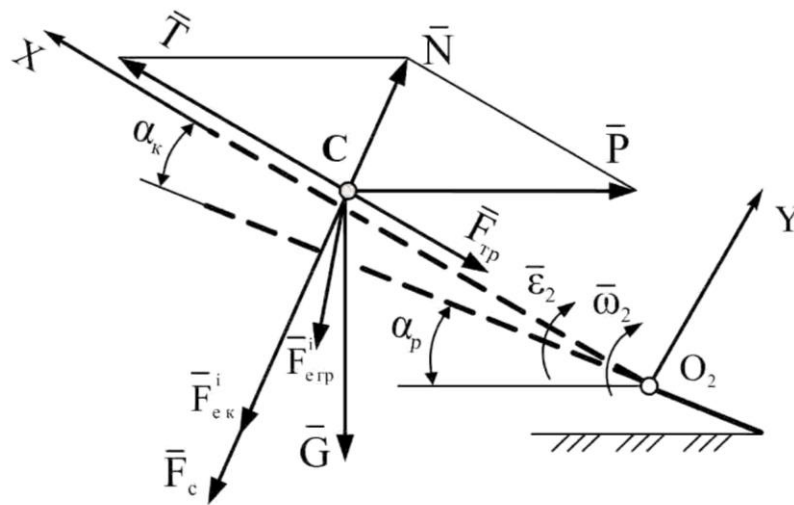


Рис. 2. Схема сил, діючих на ґрунтовий агрегат.

Тягове зусилля P за схемою (рис. 2) дорівнює

$$P = \frac{N}{\sin(\alpha_p + \alpha_k)}, \quad (1)$$

де N – нормальна реакція зв'язку поверхні РС;
 α_p – кут встановлення РС до горизонталі;
 α_k – кут коливань.

Векторне рівняння відносного руху т. С по РС має вид

$$m \cdot \bar{a}_{r_{cp}}^r = \bar{T} + \bar{G} + \bar{N} + \bar{F}_{ek}^i + \bar{F}_{ep}^i + \bar{F}_c^i + \bar{F}_{tp}, \quad (2)$$

де m – маса системи «ґрунт – коріння»;
 $\bar{a}_{r_{cp}}^r$ – прискорення відносного руху;
 $\bar{T}$ – сила підпору (рухома сила);
 $\bar{G}$ – сила тяжіння;
 $\bar{N}$ – нормальна реакція зв'язку поверхні РС;
 $\bar{F}_{ek}^i$ – переносна сила інерції коливань;
 $\bar{F}_{ep}^i$ – переносна сила інерції від зміни кута положення РС;
 $\bar{F}_c^i$ – коріолісова сила інерції;
 $\bar{F}_{tp}$ – сила тертя.

В нашому випадку т. С рухається по РС рівномірно, тому прискорення $\bar{a}_{r_{cp}}^r = 0$, рівняння (2) прийме вид

$$\bar{T} + \bar{G} + \bar{N} + \bar{F}_{ek}^i + \bar{F}_{ep}^i + \bar{F}_c^i + \bar{F}_{tp} = 0 \quad (3)$$

Зв'яжемо з РС рухому систему відліку XO_2Y , яка переміщується відносно поля – нерухомої системи і розглянемо дію сил на т. С. Маємо плоску систему сил, що розташована в площині XO_2Y . Система

двох диференціальних рівнянь відносного руху в проекціях на осі X, Y, для випадку руху РС вгору, має вид

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{x} &= 0, T - F_{mp} - G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_\kappa) - F_{e\kappa p} \cdot \sin\left(\frac{\alpha_p + \alpha_\kappa}{2}\right) = 0 \\ m\ddot{y} &= 0, N - F_{e\kappa p} \cdot \cos\left(\frac{\alpha_p + \alpha_\kappa}{2}\right) - G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_\kappa) - F_{e\kappa}^i - F_c^i = 0 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Знайдемо N з другого рівняння системи рівнянь (4)

$$N = F_{e\kappa p} \cdot \cos\left(\frac{\alpha_p + \alpha_\kappa}{2}\right) + G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_\kappa) + F_{e\kappa}^i + F_c^i. \quad (5)$$

Тоді F_{mp} дорівнює

$$F_{mp} = N \cdot \operatorname{tg} \varphi = \left(F_{e\kappa p} \cdot \cos\left(\frac{\alpha_p + \alpha_\kappa}{2}\right) + G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_\kappa) + F_{e\kappa}^i + F_c^i \right) \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (6)$$

де φ – кут тертя ґрунту по сталі.

Рухому силу для переміщення ґрунтового агрегату з кореневою системою визначимо з першого рівняння системи рівнянь (4)

$$\begin{aligned} T &= \left(F_{e\kappa p} \cdot \cos\left(\frac{\alpha_p + \alpha_\kappa}{2}\right) + G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_\kappa) + F_{e\kappa}^i + F_c^i \right) \cdot \operatorname{tg} \varphi + \\ &+ G \cdot \sin(\alpha_p + \alpha_\kappa) + F_{e\kappa p} \cdot \sin\left(\frac{\alpha_p + \alpha_\kappa}{2}\right). \end{aligned} \quad (7)$$

Тягове зусилля, якщо підставити в (1) значення N (5), складе

$$P = \frac{F_{e\kappa p} \cdot \cos\left(\frac{\alpha_p + \alpha_\kappa}{2}\right) + G \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_\kappa) + F_{e\kappa}^i + F_c^i}{\sin(\alpha_p + \alpha_\kappa)}. \quad (8)$$

Підставимо складові у формулу (8) та остаточно отримуємо

$$P = \frac{m \cdot a_{e\kappa p} \cdot \cos\left(\frac{\alpha_p + \alpha_\kappa}{2}\right) + m \cdot g \cdot \cos(\alpha_p + \alpha_\kappa) + m \cdot a_{e\kappa}^\tau + 2m \cdot \omega_2 \cdot v_{r\kappa p}}{\sin(\alpha_p + \alpha_\kappa)}, \quad (9)$$

де $a_{e\kappa p}$ – прискорення переносного руху ґрунту від зміни кута α_κ ;
 g – прискорення вільного падіння;
 $a_{e\kappa}^\tau$ – дотичне прискорення переносного руху від коливань РС;
 ω_2 – кутова швидкість коливань РС;
 $v_{r\kappa p}$ – відносна швидкість руху ґрунту з кореневою системою по РС.

Отримана залежність (9) дозволяє визначити тяговий опір РС в загальному вигляді та зробити аналіз впливу складових на його значення.

Висновки. Тяговий опір залежить від величини нормальної реакції зв'язку і кута встановлення поверхні РС, збільшення яких призводить до зростання його значення. Нульове значення тягового

опору досягається коли $N=0$, це відбувається під час режимів коливань з відривом ґрунту з саджанцями від поверхні РС.

Література.

1. Бледных В.С. Построение рабочей поверхности корпуса плуга на основе технологических требований/ В.С. Бледных, С.В. Олейников // Совершенствование методов использования сельскохозяйственной техники / Научн. труды ЧИМЭСХ. - Челябинск, 1984. - С. 82–85.
2. Бледных В.С. Тяговое сопротивление рабочих органов почвообрабатывающих машин / В.С. Бледных // Почвообрабатывающие машины и динамика агрегатов / Сбор. научн. трудов. ЧИМЭСХ.— Челябинск, 1990. - С. 10–16.
3. Вопросы технологии механизации сельскохозяйственного производства /ЦНИИМиЭСХ Нечерноземной зоны СССР.— Минск: Госиздат с -х . литературы БССР, 1963. - 263 с.
4. Кудриницький Р.Б. Взаємодія двогранного клина з ґрунтом / Р.Б. Кудриницький // Механізація та електрифікація сільського господарства. - Київ, 2001. - Вип. 85. - С. 85–90.

ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ВЫКОПОЧНОГО ПЛУГА

Н. Кольцов, А. Матковский

Аннотация

В статье приводится методика расчета тягового сопротивления колеблющегося рабочего органа для выкопки саженцев плодовых культур

TRACTION RESISTANCE OF THE OSCILLATORY WORKING BODY OF UNDERCUTTER

N. Koltsov, O. Matkovskiy

Summary

The article deals with the methods of calculating the traction resistance of the oscillating working body for digging up seedlings of fruit crops.

УДК 620.178.16.004

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ИЗНОСА МАТЕРИАЛОВ ПАР ТРЕНИЯ, РАБОТАЮЩИХ В СРЕДЕ БИОТОПЛИВА

Юдовинский В.Б., к.т.н.,

Кюрчев С.В., к.т.н.,

Пенев О.В., к.т.н.,

Мирненко Ю.П., инженер.

Таврический государственный агротехнический университет

Тел.: +38 (0619) 42-13-54

Аннотация - работа посвящена установлению влияния различных параметров на процесс деталей сопряжений, работающих в среде биотоплива.

Ключевые слова – коэффициент износа, динамическое и статическое разрушение, биотопливо, среда работы пар трения, режим работы.

Постановка проблемы. В настоящее время имеется большое количество работ по вопросам влияния биотоплива на износ деталей сопряжений агрегатов мобильной техники. Но при анализе стойкости деталей сопряжения к изнашиванию во всех работах приводится относительный показатель износостойкости материалов. Отсутствие же абсолютного показателя износостойкости или износа материалов в конкретных условиях изнашивания значительно усложняет аналитический расчет долговечности деталей сопряжений по износу, особенно при прогнозировании ресурса сопряжения, узла или агрегата на ранних стадиях проектирования.

Таким абсолютным показателем может явиться коэффициент износа материалов деталей сопряжений, учитывающий износостойкость материалов и условия изнашивания, и зависящий от распределения давлений по поверхности контакта, скорости относительного перемещения деталей сопряжения и времени наработки [1]. Кроме того, этот показатель может учитывать среды и режимы работы сопряжений.

Анализ последних исследований. Одним из наиболее общих показателей износа материалов пар трения является коэффициент

износа K_U , как показателя свойства материала $U(X_2)$, скоростных $V(X_1)$, силовых $P(Y_1)$ и конструктивных параметров сопряжения.[1,2].

$$K_{U(x,y)} = \frac{U(x_2)}{V(x_1) \cdot T(x_1) \cdot P(y_1)} \cdot \quad (1)$$

В тоже время на процесс изнашивания деталей сопряжений влияет не только материалы и конструктивные особенности сопряжений, но и условия, режим и среда работы деталей сопряжений, особенно если это связано с контактом биотоплива, который активно воздействует на металлы, находящиеся в статическом состоянии. [3,4].

Формулирование целей статьи. Целью статьи является дифференциация коэффициента износа материалов пар трения, работающих в среде биотоплива.

Основная часть. Коэффициент износа, как показатель стойкости материалов пар трения к износу, является интегральной характеристикой изнашивания сопряжений, объединяя различные виды изнашивания, существующие в данном сопряжении, а также конструктивные особенности, условия, режим и среду работы. Являясь случайной функцией времени, коэффициент износа характеризует процесс изнашивания, позволяющий определять период приработки сопряжения и его предельное состояние по износу.

$$K_U = \frac{F_U \cdot L}{S \cdot P} \cdot K_\xi \cdot K_t, \frac{\text{мкм}}{\text{Па} \cdot \text{км}}, \quad (2)$$

где F_U - площадь сечения износа элемента сопряжения, мкм·м;

L – длина изнашивания (перекрытия), м;

S – путь трения, км;

P – удельное давление, Па;

K_ξ - коэффициент, учитывающий агрессивность среды;

K_t - коэффициент, учитывающий простои агрегата.

Не претендуя на охват всех факторов, изменяющих коэффициент износа, как случайную величину, влияние некоторых факторов на численные значения коэффициентов износа, можно представить схемой (рис. 1).

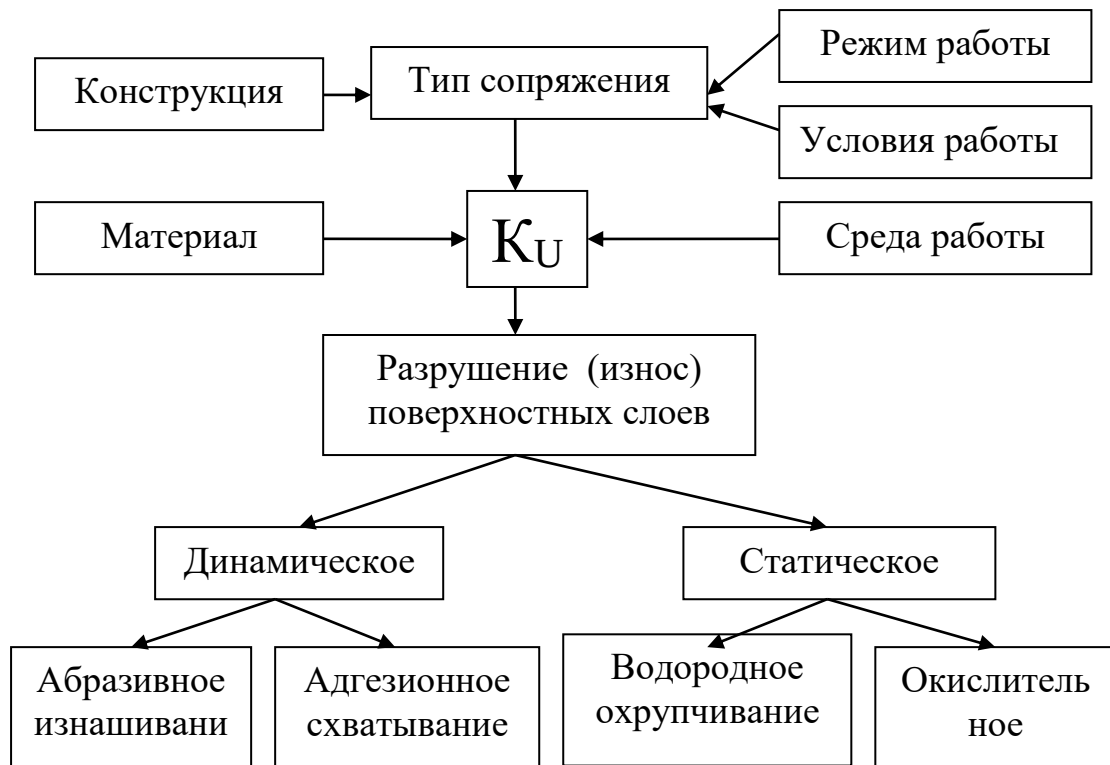


Рис.1. Факторы, влияющие на коэффициент износа.

Теоретические и экспериментальные исследования показали, что основную роль играет тип сопряжения, определяющийся конструктивными особенностями, силовыми и скоростными параметрами. Численные значения коэффициентов износа, в зависимости от типа сопряжения, колеблются от $0,003 \times 10^{-5}$ мкм/Па км у сопряжения вал-втулка вращательного движения до $20-25 \times 10^{-5}$ мкм/Па км у открытых плоских пар. Колебание численных значений коэффициентов износа объясняется распределением давлений по поверхности контакта сопрягаемых тел, а также диапазоном скоростных характеристик. Но если сопрягаемые поверхности соприкасаются с химически активными средами, сильно влияющие на статическое разрушение, то эти значения возрастают. Особенно это наблюдается при наличии больших периодов простоя в агрессивной среде биотоплива, основой которого являются метанолы.

Значительную роль играет и сам материал деталей сопряжения, точнее его способность сопротивляться изнашиванию, то есть энергоемкостью поверхностных слоев, способных сопротивляться разрушению от внешних воздействий энергией. Численные значения коэффициентов износа различных материалов зависят от твердости материалов и изменяются от $0,004 \times 10^{-5}$ мкм/Па км для бронзы БР ОСЦ 6-6-3, до $0,0002 \times 10^{-5}$ мкм/Па км для стали 45, закаленной (сопряжение вал-втулка вращательного движения).

Перечисленные выше факторы косвенно влияют на коэффициент износа, но не определяют его основную роль, как показателя надежности сопряжения по износу. Основная функция коэффициента износа противостоять изнашиванию или разрушению поверхностных слоев при контактном приложении нагрузки. Значительное влияние на процесс изнашивания оказывает активность среды. Степень влияния параметров пары трения конкретного сопряжения на численные значения коэффициентов износа представлена на рисунке 2.

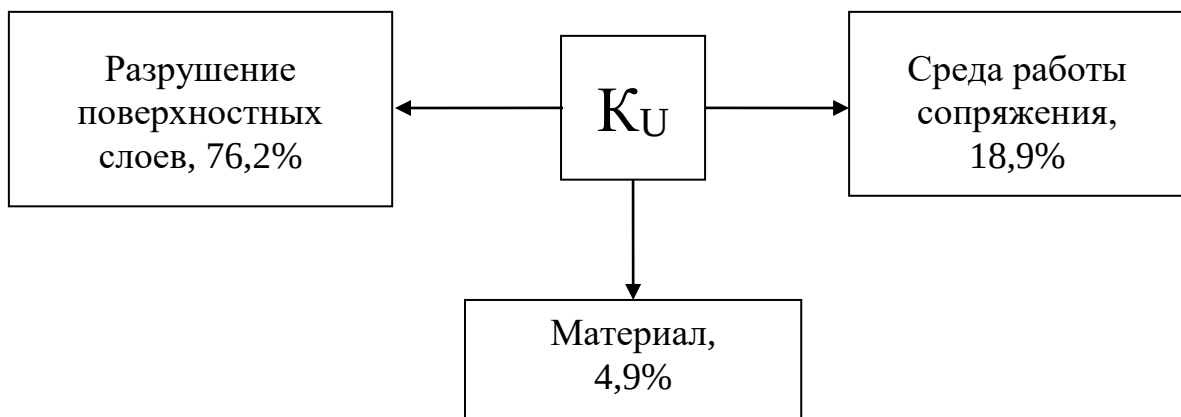


Рис. 2. Степень влияния параметров пары трения на коэффициент износа.

Разрушению поверхностных слоев деталей сопряжения, подвергающегося изнашиванию, может быть, как динамическим, так и статическим. Динамическое разрушение поверхностных слоев – это разрушение в процессе относительного перемещения деталей сопряжения и является главным видом разрушения в процессе изнашивания. Статическое разрушение поверхностных слоев деталей сопряжения или разрушение покоя – это разрушение при скорости относительного перемещения равным или близким нулю, когда наиболее активно сказывается влияние активных сред. Активность среды возможна из-за наличия меркаптанов, которые наиболее активны в статическом состоянии сопряжения.

Динамическое разрушение поверхностных слоев металлов по доминирующим процессам бывает абразивным изнашиванием при малых и средних нагрузках в сопряжении и адгезионным схватыванием при больших удельных нагрузках в сопряжении. Причем, при абразивном изнашивании, характеристикой процесса является величина абразивного зерна и его количество в зоне контакта сопрягаемых тел.

Статическое разрушение поверхностных слоев происходит или за счет импульсного нагружения сопрягаемых тел и усталостного

разрушения участков поверхности, или за счет окислительных и наводороживающих процессов, происходящих на контактирующих поверхностях. Как показали эксперименты, численные значения коэффициента износа статического разрушения колеблются для сопряжений открытых передач в пределах $(1-3) \times 10^{-8}$ мкм/Па км, что составляет 0,1% всего разрушения поверхностных слоев деталей сопряжения. Особенно сильно сказываются простои сопряжений в среде агрессивных сред, которые разрушают поверхности сопрягаемых поверхностей, что способствует ускоренному износу.

Степень влияния различных параметров на численные значения коэффициентов износа представлены на рисунке 3.

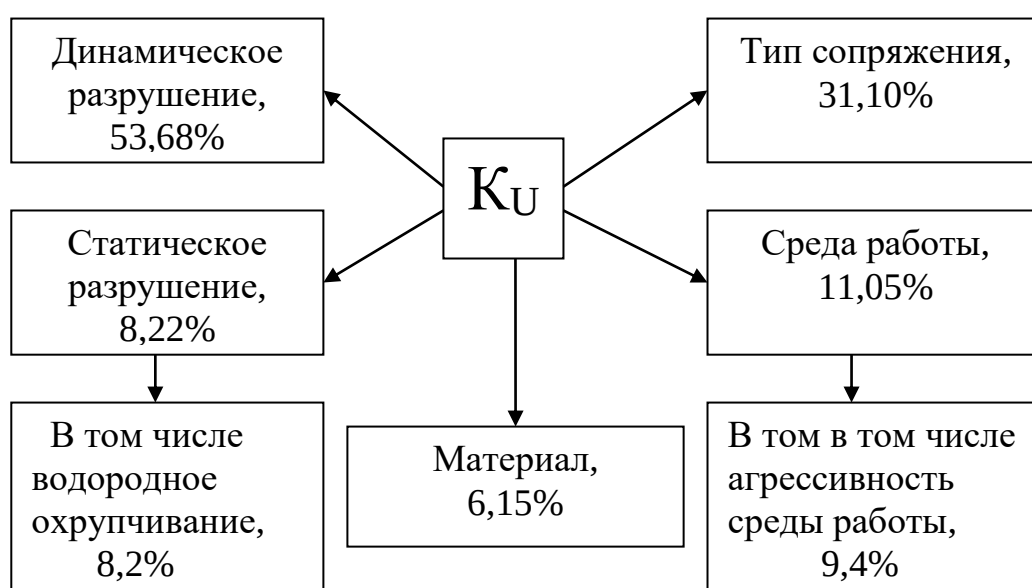


Рис. 3. Степень влияния различных параметров на коэффициент износа.

Как видно из рисунка 3, значительное влияние на изнашивание деталей сопряжений оказывают динамическое разрушение и тип сопряжения. Но на величину динамического разрушения значительное влияние оказывает материал пар трения, среда и режим работы сопряжения. Большое влияние оказывает и активность среды, которая особенно активно влияет на процесс изнашивания в статическом состоянии сопряжений.

Выводы. При определенном виде изнашивания, для конкретного сопряжения, основным параметром, позволяющим регулировать численные значения коэффициентов износа, является материал пар трения и активность среды работы сопряжения. Большое влияние на значение коэффициента трения оказывает активность среды (количество меркаптанов), а также режим работы (величина простоев), увеличивая влияние активности среды в статическом состоянии.

Литература.

1. Ковалев И.Т. Коэффициент износа - показатель надежности деталей сопряжений/ И.Т.Ковалев, В.Б Юдовинский // «Надежность и качество», 1974. - №2. – С. 36-48.
2. Юдовинский В.Б. Теория разрушения поверхностных слоев металла при трении/ В.Б. Юдовинский, Д.П. Журавель// Праці ТДАТА: Мелітополь, 2005. - Вип. 33. - С. 103-107.
3. Юдовинский В.Б. Износ металлов в среде биотоплива при прерывистом процессе изнашивания. Международная научно-практическая конференция/ В.Б. Юдовинский, Д.П Журавель// «Моделирование технологических процессов в АПК»: Мелитополь.- 2010.
4. Юдовинский В.Б.. Вплив меркаптанів біопалива на водневе зношування поверхонь тертя/ В.Б. Юдовинский, Д.П. Журавель, С.В Кюрчев// Науковий вісник Луганського національного аграрного університету: серія «Технічні науки». - Луганськ: Видавництво ЛНАУ. - №3.- С. 87-90.

ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ КОЕФІЦІЄНТА ЗНОСУ МАТЕРІАЛІВ ПАР ТЕРТЯ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ У СЕРЕДОВИЩІ БІОПАЛИВА

Юдовинський В.Б., Кюрчев С.В., Пеньов О.В., Мирненко Ю.П.

Анотація

Роботу присвячено встановленню впливу різних параметрів на процес деталей спряжених, які працюють в середовищі біопалива.

DIFFERENTIATION OF MATERIALS WEAR COEFFICIENT OF FRICTION PAIR WORKING IN A BIOPROPELLANT

V. Yudovynskiy, S. Kyurchev, O. Penyov, Y. Mirnenko

Summary

The article deals with defining the influence of different parameters influencing on the process of interfaces details, which work in the environment of biopropellant.

УДК 631.3

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ДІАМЕТРА ПАТРУБКА ПОСТАЧАННЯ НАСІННЯ В СЕРЕДИНІ ВЕРТИКАЛЬНОГО АСПІРАЦІЙНОГО КАНАЛУ

Кюрчев С.В., к.т.н.,

Колодій О.С., аспірант*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: +38 (097) 4749570

Анотація - у данній статі розроблено методику дослідження раціонального діаметра патрубка постачання насіння в середині вертикального аспіраційного каналу.

Ключові слова – насіння, сепарація, аспіраційний канал.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день проблема сільськогосподарського виробництва в Україні є основною. Відомо, що одним із методом збільшення врожайності є використання для сівби відбірного високоякісного насіння з цінними насінними та біологічними властивостями, що мають високу схожість, великий запас поживних речовин (ендосперму) дозволяє зменшити витрати на хімічну обробку гербіцидами та отримати одночасно-визріваючі рослини.

Такі рослини можливо збирати в ранні строки, виключивши хімічну десікацію, наприклад, соняшнику, з мінімальною втратою врожаю осипом та за рахунок полягання частини рослин під дією опадів та вітру.

Ранні жнива також зменшують ступінь втрати врожаю за рахунок осипання та пошкодження шкідниками і хворобами.

Так як досконалих способів та засобів для проведення сепарування поки що не існує, постає актуальна проблема розробки нових способів та засобів сепарації для відбору втрат біологічно-цінних насінин.

Найбільш перспективним для вдосконалення є сепаратор у вертикальному повітряному потоці, який має найменшу енергоємність.

Отже, за базовий для вдосконалення спосіб було взято спосіб сепарування насінин у вертикальному потоці.

© к.т.н. С.В. Кюрчев, аспірант О.С. Колодій

* Науковий керівник – к.т.н. С.В. Кюрчев.

Аналіз останніх досліджень. Видатні вітчизняні вчені, Шабанов П.А, Заїка П.М, Котов Б.І., досліджували нові засоби для сепарації насіння у повітряних потоках. Проте, в той же час, завдання по вдосконаленню найменш енерговитратного способу сепарування у повітряному потоці було залишене поза їх та інших увагою.

Нами була запропонована установка для сепарації насіння. Принцип роботи аеродинамічного сепаратора, що пропонується, заключається в наступному: при проходженні повітряного потоку насіння розщеплюються на фракції I, II, III і падають у відповідні роздільники.

Формулювання цілей статті. При дослідженні перед нами постала проблема розробки методики дослідження раціонального діаметра патрубка постачання насіння в середині вертикального аспіраційного каналу.

Основна частина. При роботі запропонованого сепаратора насіння із бункера живильником подається у вертикальний аспіраційний канал, в якому при вільному падінні назустріч повітряному потоку, відбувається розщеплення вертикальної траєкторії руху.

Після розщеплення вертикальної траєкторії, насіння перерозподіляється по бункерах пито-важких та пито-легких насіння. Структурна та алгоритмічна схеми роботи запропонованого сепаратора показано на рис. 1 та рис.2.

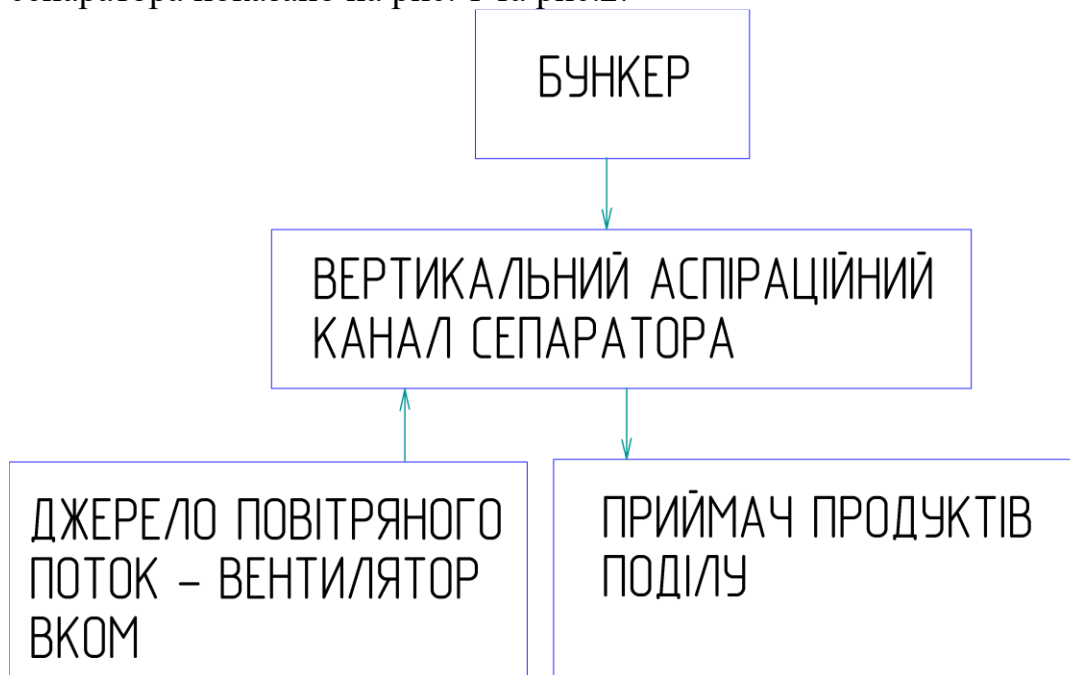


Рис.1. Структурна схема роботи запропонованого сепаратору.

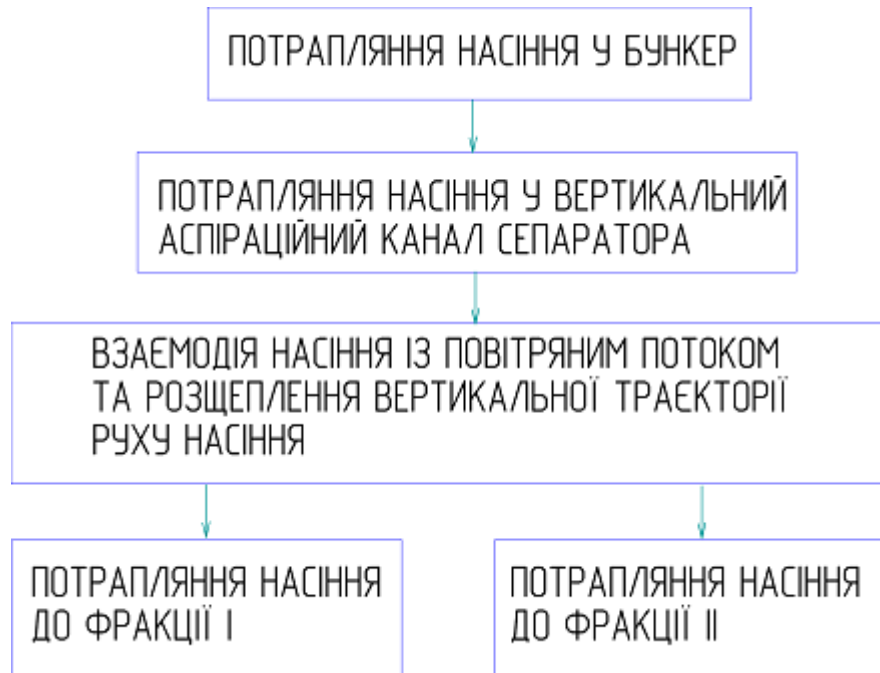


Рис.2. Алгоритмічна схема роботи запропонованого сепаратора.

Величина діаметру пабрубка постачання насіння має вплив на відстань мінімального гарантованого поділу питомо-легкої насінини, оскільки при потраплянні такої насінини до найдавшої від подальшого напрямку розщеплення траєкторії бічної стінки патрубку постачання. Насінині необхідно буде подолати спершу величину діаметру патрубку постачання, а потім ще відстань мінімального гарантованого поділу двох насінин, що дорівнює подвоєній довжині середньої за розмірами у сепаруємій фракції насінини.

Отже, мінімальна відстань рознесення питомо-легкої насінини, що забезпечує гарантоване її потрапляння до бункеру своєї фракції II становить.

Величина діаметру патрубку, що подає насіння в верхню частину вертикального аспіраційного каналу сепаратора, має великий вплив як на якість сепарування насіння за питомою масою, так і на загальну продуктивність роботи розробленого аеродинамічного сепаратора.

Якщо, величина діаметра патрубку постачання насіння всередині вертикального аспіраційного каналу сепаратора буде замалою, то ми отримаємо малу продуктивність сепаратора, що приведе до погіршення його економічних показників.

З іншого боку, занадто велика величина діаметра патрубку постачання насіння приведе до міграції насіння по сусідніх фракціях, що отримується в результаті їх попереднього положення у просторі, коли насіння може заходитися на відстані діаметру патрубку постачання від свого необхідного положення, тобто положення

гарантованого поділу, яке має місце при точному розташуванні насіння при подачі точно посередині перерізу вертикального аспіраційного каналу, у його верхній частині.

Таким чином, в результаті міграції насіння поміж сусідніми фракціями буде відбуватися зменшення середньої маси насіння у бункері насінневої фракції I, та, відповідно, збільшення середньої питомої маси у бункері технічної фракції II, за рахунок перерозподілу в ході міграційного процесу насіння по "не своїм" фракціям.

Таким чином, в ході експериментальних досліджень необхідно визначити раціональне значення діаметра патрубку постачання насіння.

Для цього, необхідно провести дослідження в наступній послідовності.

1. Встановити у вертикальному аспіраційному каналі раціональну величину швидкості повітряного потоку, яку було визначено у ході попередніх досліджень.

2. Розташувати пристрій для фіксації та введення насіння на відстань від нижнього кінця вертикального аспіраційного каналу, що відповідає раціональній величині довжини каналу, яка була визначена у попередніх дослідженнях.

3. Під нижнім кінцем вертикального аспіраційного каналу на відстані встановлення поділювачів фракцій - 10 см необхідно встановити мішень для фіксації положення насіння при випаданні в процесі сепарації із цього каналу.

Мішень являє собою шматок з ДСП або дошки товщиною 20-40мм, з розмірами 300 x 300 мм або більше.

На поверхню мішені слід нанести тонким шаром у 0,5-1,0мм в'язку рідину - рідину для змащування типу Літол - 24.

4. Виставити точно по центру перерізу вертикального аспіраційного каналу сепаратора у його верхній частині пристрій для фіксації та постачання насіння, та провести дослідження відстані рознесення (радіусу рознесення) насіння різної питомої маси.

Кожен дослід необхідно проводити із трикратною повторністю, та вираховувати середнє значення досліджуваної відстані.

5. За результатами досліджень п. 4 необхідно збудувати графік залежності відстані рознесення насіння (радіусу рознесення) від питомої маси.

6. Користуючись графіком, отриманим при реалізації п. 5 слід визначити радіус відбору насіння до насінневої фракції I (питомо-важкого насіння), за максимальними агрономічними вимогами до насіннєвого матеріалу - для насіння соняшнику сорту популяції це становить 100 г для 1000шт насіння (межі 80...100г).

7. За отриманими при реалізації п. 6 методики радіусами відбору (радіусу рознесення), що відповідають середній масі 1000 шт. насінин за агрономічними вимогами, тобто 90 г на 1000 насінин для соняшнику сорту популяцій (при межах 80...100 г), необхідно виготовити циліндричний патрубок із оцинкованої сталі товщиною 0,55 мм, який має висоту 10 см.

За допомогою саморізів та кутників необхідно закріпити на дерев'яній мішені отриманий циліндричний патрубок із оцинкованої сталі, що забезпечує відбір насіння в ході сепарування із масою 1000 насінин 90 г (середня за агрономічними вимогами для сорту популяції).

Після чого, необхідно закріпити отриману мішень для відбору насіння до фракції I (питомо-важкого), на відстані 20 см від нижнього кінця аспіраційного вертикального каналу сепаратора, тобто циліндричний імітатор горловини фракції I із оцинкованої сталі розташується точно в місці майбутнього штатного розташування приймача продуктів поділу фракції насіннєвого матеріалу I - 10см.

8. Для фракції II слід виготовити циліндричний патрубок із оцинкованої сталі товщиною 0,55 мм, та висотою 10 см із зовнішнім діаметром 300 мм.

Патрубок відбору насіння до фракції II слід закріпити рівномірно навкруги циліндру фракції I, на тій же мішені для відбору насіння із дерева, що і в п.3.

9. Змінюючи в ході дослідів із трикратною повторністю відстань постачання насіння, починаючи від центрального положення п. 1, до положення п.2, слід проводити сепарацію піддослідних 10 насінин різної питомої маси, які представляють сепаруєму фракцію насіння - від найбільш питомо-важких до найбільш питомо-легких насінин.

В ході проведення досліджень необхідно записувати результати перерозподілу 10 сепаруємих насінин по бункерам фракції I та II (при їх потраплянні до циліндричних імітаторів мішені, згідно п.3 та п.8).

10. За результатами експериментів п. 9 слід побудувати графічну залежність перерозподілу насіння по фракціям I та II в залежності від відстані постачання насіння в верхній частині вертикального аспіраційного каналу сепаратору, що дорівнює відповідному діаметру патрубку постачання насіння.

12. За результатами отриманих графічних залежностей п. 10 необхідно зробити висновок про раціональну величину діаметру патрубку постачання насіння у верхній частині вертикального аспіраційного каналу запропонованого сепаратора .

Висновки. Нами була розроблена методика дослідження раціонального діаметра патрубку постачання насіння в середині вертикального аспіраційного каналу. У ході подальших дослідженнях

постає необхідність розробити теоретичні методики обґрунтування інших раціональних параметрів запропонованого сепаратора

Література.

1. *Абдуєв М.М.* Теоретичні дослідження характеристик руху часток у нахиленому повітряному каналі при зміні характеристик епюри швидкості повітря по висоті каналу/ *М.М. Абдуєв, М.В. Бакум, Ю.О. Манчинський, В.В.Сичов, В.П. Леонов*// Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Серія: Механізація сільського господарства. — Харків: ХДТУСГ, №21. — С. 50-58.
2. *Котов Б.І.* Перспективи розвитку конструкцій зернонасібноочисної техніки/ *Б.І. Котов* //Конструювання, виробництво та експлуатація с.-г. машин /Кіровоград, 2001. - Вип.31. - С. 110-111.
3. *Котов Б.І.* Тенденції розвитку конструкцій машин та обладнання для очищення та сортування зерноматеріалів/ *Б.І. Котов* //Конструювання, виробництво та експлуатація с.-г. машин. - Кіровоград, 2000. - Вип. 33. - С. 53-60.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ДИАМЕТРА ПАТРУБКА ПОДАЧИ СЕМЯН В СЕРЕДИНЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО АСПИРАЦИОННОГО КАНАЛА

Кюрчев С.В., Колодий А.С.

Аннотация

В данной статье была разработана методика исследования рационального диаметра патрубка подачи семян в середине вертикального аспирационного канала.

THE METHODS OF ANALYZING THE RATIONAL DIAMETER OF THE MAIN ASPIRATION SEPARATOR OF SEEDS IN THE VERTICAL AERODYNAMIC CHANNEL

S. Kyurchev, O. Kolodiy

Summary

The methods of investigation of the main aspiration channel rational diameter for seeds separator in the vertical aerodynamic channel are elaborated in the article.

УДК 636.363

ДОСЛІДЖЕННЯ ТИПОРОЗМІРНОГО РЯДУ БУНКЕРА КОРМОПРИГОТУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

Хмельовський В.С., к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування
України

Тел.: +38 (0619) 42-05-70

Анотація - приводиться методика обґрунтування параметрів бункера кормоприготувального агрегату (КПА), які будуть залежати від технологічних та експлуатаційних параметрів.

Ключові слова - кормова суміш, дослідження, бункер, роздавання кормів.

Постановка проблеми. Використання кормів в натуральному вигляді приводить до їх великих втрат, до того ж ще істотно ускладнюється механізація роздавання таких кормів [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Годівля повноцінними сумішками дозволяє [5, 7, 8, 9, 10, 11] підняти добові надії корів на 15 - 20 % і на 10 - 15% знизити витрати концентрованих кормів. Крім цього на 3% знижуються витрати при транспортуванні та на 5 - 7 % підвищується перетравлювання кормів тваринами.

При приготуванні розсипних кормових сумішок необхідно рівномірно перемішувати компоненти для кращого зволоження грубих кормів соком соковитих кормів, що сприяє підвищенню інтенсивності розвитку бактерій, які розкладають клітковину, і збільшенню поїдання грубих кормів у півтора рази [11, 12].

В технологічних лініях годівлі ВРХ застосовуються кормоприготувальні агрегати, які мають різну форму бункерів, а відповідно і, робочі органи, яких взаємодіють із кормовими матеріалами, що мають різні фізико-механічні властивості, це приводить до індивідуального підходу при проектуванні та розрахунку машин для тваринництва.

Аналіз останніх досліджень. В розвитку конструкцій роздавачів-змішувачів спочатку більша увага приділялась застосуванню в змішувальних бункерах робочих органів

пристосованих до роботи з попередньо подрібненими компонентами. Створення кормороздавачів-змішувачів для ферм ВРХ у світовій практиці велось в трьох напрямках:

- роздавачі лопатевого типу змішування;
- горизонтального типу;
- вертикального типу змішування.

Звичайно, кожен тип роздавача-змішувача має свої переваги та недоліки. Так, лопатеві кормозмішувачі без ножів щадять структуру корму, але не виключена можливість забивання, особливо при недостатньому подрібненні стеблових перед подачею в машину; не забезпечується рівномірний розподіл концентратів вздовж бункера; для використання грубих кормів в рулонах та тюках потрібна додаткова машина для попереднього їх подрібнення.

Кормороздавачі-змішувачі горизонтального типу мають обмежене застосування, тому що: руйнують і роздавляють корм (тобто відбувається перемішування з пресуванням); мають високу енергоємність; період змішування складає 20 хв. і більше.

Вертикальне змішування на сьогодні є найбільш досконалим, при умові дотримання усіх висунутих до нього вимог. Вертикальні кормороздавачі дозволяють одержати більш гомогенну кормову масу. Вони схильні до незначного зношування різальних робочих органів, а затрати палива порівняно менші.

Бункери вертикального типу мають конусну форму (при наявності одного турбошнека) і видовжену, коли турбошnekів два чи три. Наведена різноманітність конструктивних рішень пов'язана із пошуками мінімальних затрат енергії на процес приготування кормової суміші та підвищенням стійкості до зношування і довговічності робочих органів.

Формулювання цілей статті. Цілі статті наступні:

- дослідження процесу приготування кормової суміші у бункері КПА;
- отримання математичної моделі визначення об'єму бункера КПА.

Основна частина. Процеси, які відбуваються у кормоприготувальному агрегаті надзвичайно складні. Оскільки КПА здійснює перетворення кормових компонентів різних за своїми фізико-механічними властивостями у кормову суміш, відповідно повинні бути враховані усі можливі варіанти властивостей, які будуть впливати на якісні показники останньої.

В середині бункера КПА є чотири основних зони: дві подрібнення та дві змішування (рис. 1).

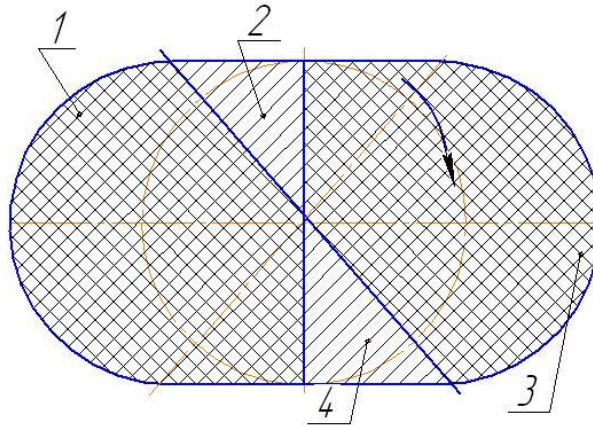


Рис. 1. Зони бункера КПА: 1, 3 – зони змішування, 2, 4 – зони подрібнення.

Розглянемо принцип роботи КПА. Почергове завантаження кормових компонентів дає можливість (при переїзді від одного сховища кормів до іншого) частково подрібнювати та змішувати кормові компоненти між собою.

Для ефективного змішування та подрібнення в КПА повинно відбуватись зсування шарів корму та забезпечуватись турбулентний рух матеріалу. Для цієї мети служить багато пристосувань. Найбільш ефективним виходячи з того, що в КПА відбувається приготування порції корму є вертикально розміщений гвинтовий (шнековий) транспортер із змінним діаметром витка. Беручи до уваги, що кут природного схилу для кожного компоненту кормового раціону різний, для вихідних умов потрібно вибрати той компонент, масова частка раціону якого становить максимум та має достатньо великий кут природного схилу. Таким кормовим компонентом є силос.

Об'єм бункера визначається з врахуванням кількості тварин, норми видачі на одну голову та кратності годівлі).

Бункер КПА складається із двох основ нижньої та верхньої. Нижня основа бункера має форму кола, а верхня складається із двох радіусів нижньої основи з центрами віддаленими від осьової нижньої основи на величину $L/2$ (рис. 2). Об'єм та форма бункера буде залежати від висоти H , між нижньою та верхньою основами. Об'єм бункера складається із двох радіусів нижньої основи бункера та трикутника, глибина якого рівна діаметру нижньої основи бункера, а висота рівна бункеру.

$$V_o = (\pi R^2 H + LHR) \cdot (1,15 \dots 1,20). \quad (1)$$

При створенні типорозмірного ряду КПА потрібно визначити які із параметрів формули 1 є технологічними (такими що визначаються), а які будуть залежати від умов експлуатації. Визначаємо радіус нижньої основи бункера.

$$R = \frac{LH \pm \sqrt{L^2 H^2 + \frac{4V_6 \pi H}{1.15 \dots 1.20}}}{2\pi H} \quad (2)$$

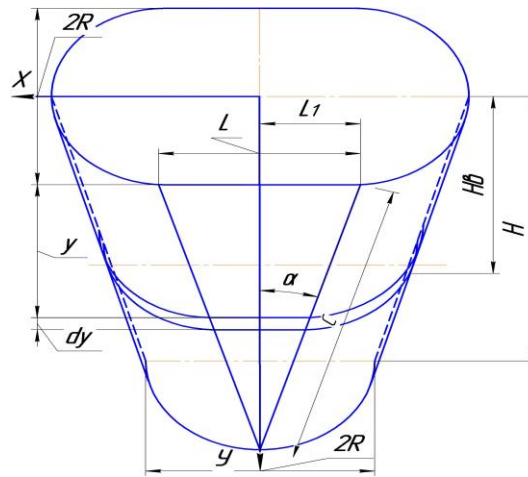


Рис. 2. Бункер КПА.

У формулі 2 одним із невідомих є величина L . Висота H буде залежати від параметрів обслуговуючих машин, приміщень та міркувань безпечної експлуатації КПА. Для подальшого проектування потрібно визначити кут α (кут встановлення стінки по відношенню до вертикальної осі КПА) та розглянути процеси, які проходять у КПА під час роботи. Кормові компоненти, які подаються в КПА мають різні фізико-механічні властивості, а згідно зоотехнічних вимог кормова суміш повинна мати високу рівномірність змішування, а величина часток наближатись до розмірів 15-20 мм. Враховуючи зони зображені на рисунку 1 та форму бункера (рис. 2) розглянемо рух кормових компонентів в середині бункера. При сталому русі кормових компонентів в середині бункера КПА відбуваються процеси подрібнення та змішування кормових компонентів.

При цьому процес подрібнення відбувається при переході з розширеної зони 1, 3 до звуженої 2, 4, а змішування вимагає збільшення простору, а також згідно зоотехнічних вимог до роботи КПА в середині бункера не повинно бути застійних зон. Кормові компоненти з однаковою швидкістю повинні рухатись до низу по похилих стінках бункера КПА.

На рисунку 3 наведено похил під кутом α до вертикалі площини стінки бункера, на якій розміщено шар кормової суміші. На останній діють наступні сили: тяжіння – mg , тертя – F , опору середовища P , тиску корму – T , нормальна реакція площини – N .

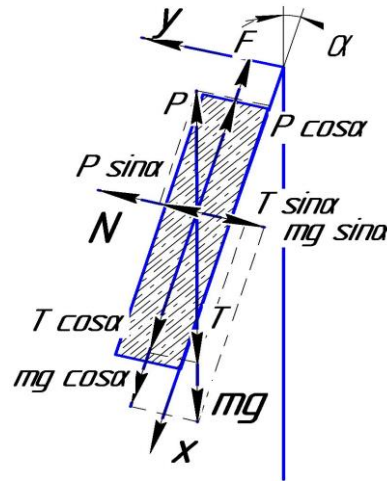


Рис. 3. Схема дії сил на шар корму, який рухається по стінці бункера.

З умови рівноваги сил маємо

$$\sum P_x = mg \cos \alpha + T \cos \alpha - P \cos \alpha - F < 0. \quad (3)$$

$$\sum P_y = N + P \sin \alpha - T \sin \alpha - mg \sin \alpha = 0. \quad (4)$$

Сила тиску T на поверхню борта бункера у будь-якому місці висотою dy дорівнює

$$dT = \gamma \frac{\pi R \beta}{180} \cdot y dy, \quad (5)$$

де γ - питома вага корму, Н/м³;
 β - сектор бункера, $\beta = 180^\circ$.

Звідси

$$T = \gamma \frac{\pi R \beta}{180} \cdot \int_0^H y dy = \gamma \frac{\pi R \beta}{180} \cdot \frac{H^2}{2} = \frac{\gamma \pi R \beta}{180} \cdot \frac{H^2}{2} = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360}. \quad (6)$$

Прирівнюючи

$$mg \sin \alpha = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \sin \alpha, \quad mg \cos \alpha = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cos \alpha,$$

$$N = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360},$$

$$F = N \cdot f_\sigma = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot f_\sigma, \quad P = N \cdot f_\kappa = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot f_\kappa$$

f_σ , f_κ - коефіцієнти тертя кормових компонентів по стінці бункера та внутрішнього тертя корму.

Запишемо рівняння 4 у вигляді

$$\sum P_y = \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} + \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot f_\kappa \cdot \sin \alpha - \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot \sin \alpha - \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot \sin \alpha = 0, \quad (7)$$

$$\frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} = - \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \cdot f_\kappa \cdot \sin \alpha + 2 \frac{\gamma \pi R \beta H^2}{360} \sin \alpha, \quad (8)$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2 - f_\kappa}, \quad \alpha = \arcsin \frac{1}{2 - f_\kappa}. \quad (9)$$

При такому куті встановлення стінки бункера кормова суміш буде в стані максимально наближеної до початку руху. Це означає, що при проектуванні кут α потрібно вибирати в сторону зменшення.

Знаходимо виличину $L_1 = L/2$. Для цього використаємо теорему Піфагора

$$H^2 + (L_1)^2 = c^2, \quad (10)$$

$$c = \frac{c \cos \alpha}{H}, \quad (11)$$

$$L_1 = \sqrt{c^2 - H^2}. \quad (12)$$

Висновки. Запропонована методика обґрунтування параметрів бункера кормоприготувального агрегату дає можливість більш повно оцінити процес приготування кормової суміші у бункері КПА та отримати математичні моделі визначення об'єму бункера, які будуть залежати від технологічних та експлуатаційних параметрів.

Література.

1. Богданов Г.А. Кормление сельскохозяйственных животных/ Г.А. Богданов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 624 с.
2. Завражнов А.И. Механизация приготовления и хранения кормов/ А.И. Завражнов, Д.И. Николаев. - М.: Агропромиздат, 1990. - 336 с.
3. Кукта Г.М. Технология переработки и приготовления кормов/ Г.М. Кукта. - М.: Колос, 1978. - 240 с.
4. Ревенко І. Сучасний ринок засобів роздавання кормів рогатій худобі/ І. Ревенко, Т. Лісовенко, В. Хмельовський // Пропозиція. – 2008. – № 9. – С. 106-114.
5. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм/ С.В. Мельников. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.
6. Геремезов Д. Применение кормораздатчиков-смесителей - залог повышения продуктивности крупного рогатого скота/ Д. Геремезов, В. Шейченко // Техніка АПК. – 2006. – №4. – С. 16-18.
7. Беляевский Ю.И. Индустриализация молочного скотоводства/ Ю.И. Беляевский. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 384 с.
8. Калинин Н.А. Полноценные кормосмеси/ Н.А. Калинин // Земля Сибирская дальневосточная. – 1987. - №9. – С. 44.
9. Солнцев Н.М. Эффективно использовать корма/ Н.М. Солнцев// Кормопроизводство. – 1983. - № 11. – С. 2-6.
10. Лабуда Н. Рациональное кормление крупного рогатого скота и свиней/ Н. Лабуда. - М.: Колос, 1982. – 237 с.
11. Рыжов С.В. Механизация переработки соломы на корм/ С.В. Рыжов. – М.: Колос, 1983. – 239 с.
12. Югіна А.Д. Оптимальні типи годівлі корів на комплексах/ А.Д. Югіна // Тваринництво України. - 1988. - №1. - С. 26-27.

ИССЛЕДОВАНИЯ ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА БУНКЕРА КОРМОПРИГОТОВИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

Хмелевский В.С.

Аннотация

Приводится методика обоснования параметров бункера кормоприготовительного агрегата (КПА), которые зависят от технологических и эксплуатационных параметров.

RESEARCH ON TYPE-SIZE ROW BUNKER OF A FEED- PREPARATION UNIT

V. Khmelyovskiy

Summary

The technique of options study of a bunker hopper unit for feed preparation (UFP), which depend on technological and operational parameters.

ЗМІСТ

<i>Шацький В.В., Скляр О.Г., Скляр Р.В., Солодка О.О.</i> Вплив структури субстрату на вихід біогазу при метановому зброджуванні	3
<i>Болтянська Н.І., Болтянский О.В.</i> Шляхи енергозбереження при забезпеченні мікроклімату на птахівничих фермах	13
<i>Мілько Д.О.</i> Методологічні принципи формування системи кормозабезпечення на основі збереження якості кормової сировини	19
<i>Бакарджиев Р. О., Гриценко В.Т.</i> Параметри кулісного коромисло-повзунного преса-брикетувальника	25
<i>Котов Б. І., Кузьменко В.Ф.</i> Математична модель динаміки сушіння листостеблових матеріалів активним вентиляванням	32
<i>Гранкіна О.В., Гранкін С.Г.</i> Обґрунтування режимів розкочування при ремонті деталей пластинуванням	38
<i>Паніна В.В., Рябов Р.М.</i> Ресурсозберігаючий спосіб відновлення гільз циліндрів	46
<i>Новік О.Ю., Дашивець Г.І.</i> Порівняльний аналіз економічної доцільності способів відновлення деталей наплавленням з урахуванням фактору часу	51
<i>Леженкин И. А.</i> Математическая модель содержания соломы в очесанном ворохе озимой пшеницы	57
<i>Новік О.Ю., Дашивець Г.І.</i> Дослідження ефективності профілактики тракторів	63
<i>Леженкін О.М.</i> Обґрунтування стаціонарної технології збирання зернових для фермерських господарств	69
<i>Леженкин А.Н., Рубцов Н.А., Григоренко С.М.</i> Определение скорости движения уборочного агрегата с переменной массой	79
<i>Шпиганович Т.О., Болтянський Б.В.</i> Номограмний метод аналізу результатів багатофакторного експерименту	86

- Шацкий В.В., Демьяненко Д.В., Чумак В.А., Коломиец С.М.* Модель распределения плотности зерновых материалов при однослойной подаче 92
- Уваров М.І., Махмудов І.І.* Перспективи машинного кооперування для обслуговування с.-г. підприємств в умовах степової зони України 103
- Скляр О.Г., Скляр Р.В.* Властивості біодобрих, що отримується після анаеробної ферментації гною 110
- Михайлов Е.В., Задосная Н.А.* Свойства семян подсолнечника и показатели качества масличного сырья, поступающего на Мелитопольский маслоэкстракционный завод 118
- Колодій О.С.* Методика дослідження впливу геометричного положення насіння в просторі, при потраплянні у вертикальний аспіраційний канал сепаратору 124
- Пастухов В.І., Тарасенко В.В.* Підготовка води для краплинного зрошення 129
- Юдовинський В.Б., Пенъов О.В., Кюрчев С.В.* Реологічні процеси у контакті абразивного зерна з поверхневим шаром металу при зношуванні 134
- Михайлов Є.В., Кольцов М.П.* Травмування насіння зернових культур в процесі післязбиральної обробки та шляхи його зменшення 139
- Юдовинський В.Б., Кюрчев С.В., Мирненко Ю.П.* Деформація поверхневого шару перлитової основи чавунів абразивним зерном при зношуванні 146
- Юдовинський В.Б., Кюрчев С.В., Пенъов О.В.* Руйнування поверхневих шарів металу при терті 151
- Кольцов М.П., Матковський О.І.* Тяговий опір коливального робочого органа викопувального плуга 156
- Юдовинский В.Б., Кюрчев С.В., Пенев О.В., Мирненко Ю.П.* Дифференсация коэффициента износа материалов пар трения, работающих в среде биотоплива 161

Кюрчев С.В., Колодій О.С. Методика дослідження раціонального діаметра патрубку постачання насіння в середині вертикального аспіраційного каналу 167

Хмельовський В.С. Дослідження типорозмірного ряду бункера кормоприготувального агрегату 173

Наукове фахове видання

***Праці Таврійського державного агротехнологічного
університету***

Випуск 13

Том 3

Свідоцтво про державну реєстрацію – КВ № 135 03 – 2387ПР
від 03.12.2007 р.

Відповідальний за випуск –
к.т.н., доцент Скляр О.Г.

Підписано до друку 15.05.2013 р. друк rizo
7,6 умов. друк. арк. тираж 100 прим.
Друкарня ТДАТУ

73312 ПП Верескун
Запорізька обл., м. Мелітополь, вул. К.Маркса, 10
Тел. (06192)6-88-38

