

УДК 631.316

І.А. Шевченко, проф., д-р техн. наук, чл.-кор. НААН,

Інститут олійних культур НААН, м. Запоріжжя (Україна)

Е.Б. Алієв, канд. техн. наук, ст. наук. спів, С.О. Доруда¹, наук. спів.

Відділ біоекотехнічних систем в тваринництві ННЦ «ІМЕСГ», м. Запоріжжя (Україна)

Результати моделювання процесу потокового змішування кормосумішей змішувачем-кормороздавачем

Приведено результати моделювання процесу потокового змішування кормосумішей змішувачем-кормороздавачем. Отримано математичну модель процесу потокового змішування кормових компонентів

потокове змішування, моделювання, змішувач-кормороздавач, математична модель, конструктивно-технологічні параметри, однорідність кормо суміші

І.А. Шевченко

Інститут масляничних культур НААН, г. Запоріжжя (Україна)

Э.Б. Алиев, С.А. Доруда

Отдел биоекотехнических систем в животноводстве ННЦ «ИМЕСХ», г. Запоріжжя

Результаты моделирования процесса потокового смешивания кормосмесей смесителем-кормораздатчиком

Приведены результаты моделирования процесса потокового смешивания кормосмесей смесителем-кормораздатчиком. Получена математическая модель процесса потокового смешивания кормовых компонентов.

потоковое смешивание, моделирование, смеситель-кормораздатчик, математическая модель, конструктивно-технологические параметры, однородность кормосмеси

Постановка проблеми. Потоковий спосіб змішування зустрічних потоків сипучих компонентів, який покладено в основу конструкції мобільного змішувача-кормороздавача потокового типу [1, 2, 3] (рис. 1), дозволяє одночасно виконувати змішування та видачу кормосуміші (концкорм, силос) тваринам, застосовуючи для цього лише один робочий орган. Потік сипучого концкорму створюється за рахунок гравітаційних сил, а зустрічний потік силосу – за допомогою обертального руху лопатевого змішувача. Для перевірки працездатності зазначеної конструкції і визначення діапазонів конструкційно-технологічних параметрів розробленого мобільного змішувача-кормороздавача необхідно провести моделювання процесу потокового змішування компонентів кормосуміші з використанням пакету програмного забезпечення Star CSM+.

Мета досліджень. Провести моделювання процесу потокового змішування кормосумішей змішувачем-кормороздавачем і визначити діапазон його конструкційно-технологічних параметрів.

© І.А. Шевченко, Э.Б. Алиев, С.А. Доруда, 2013

¹ Науковий керівник – д.т.н., член-кореспондент НААН, професор Шевченко І.А.

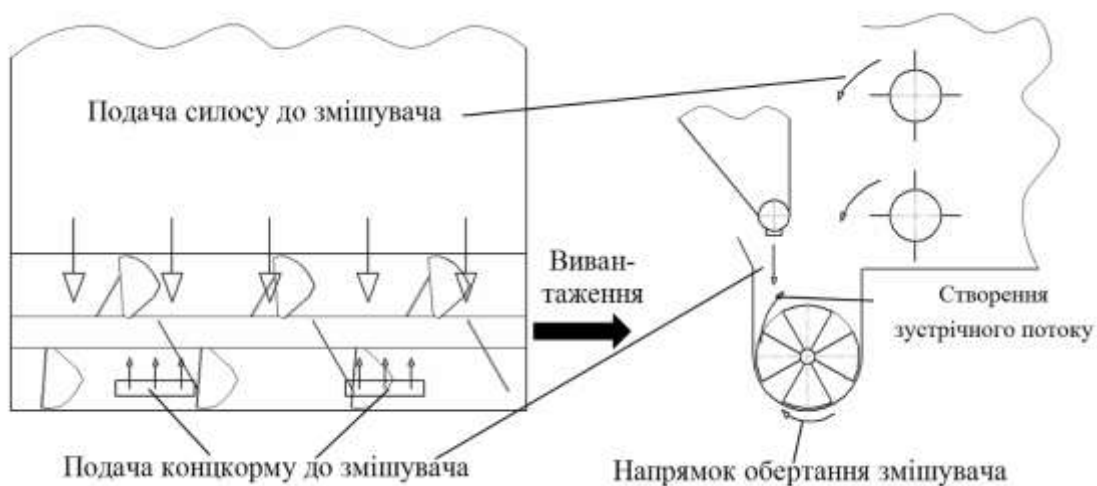


Рисунок 1 – Еквівалентна схема мобільного змішувача-кормороздавача

Аналіз попередніх досліджень. Для виконання поставленої задачі необхідно враховувати фізико-механічні властивості матеріалів, а саме силосу та комбікорму, що використовуються як вихідні дані при моделюванні. Проведені лабораторні дослідження дали змогу визначити фракційний склад силосу, який представлений в таблиці 1, а також його вихідну вологість, що становила 72%, та насипну щільність – 223 кг/м³.

Таблиця 1 – Фракційний склад силосу

Показник	Розміри часток силосу, мм						
	до 20	21-30	31-40	41-50	51-70	71-100	> 100
%	55,57	16,57	9,42	3,63	5,13	4,24	5,45
Середньозважений розмір часток	28,04						

Лабораторні дослідження комбікорму визначили його вологість, що становила 10,56 %, модуль помелу – 1,63, та насипну щільність – 700 кг/м³.

Також як вихідні дані при моделюванні використовувались кут природного укосу та коефіцієнти тертя спокою та руху по металу [4].

Виклад основного матеріалу дослідження. Для проведення моделювання процесу потокового змішування кормосумішей з використанням пакету програмного забезпечення Star CCM+ було створено модель змішувача-кормороздавача потокового типу (рис. 2).

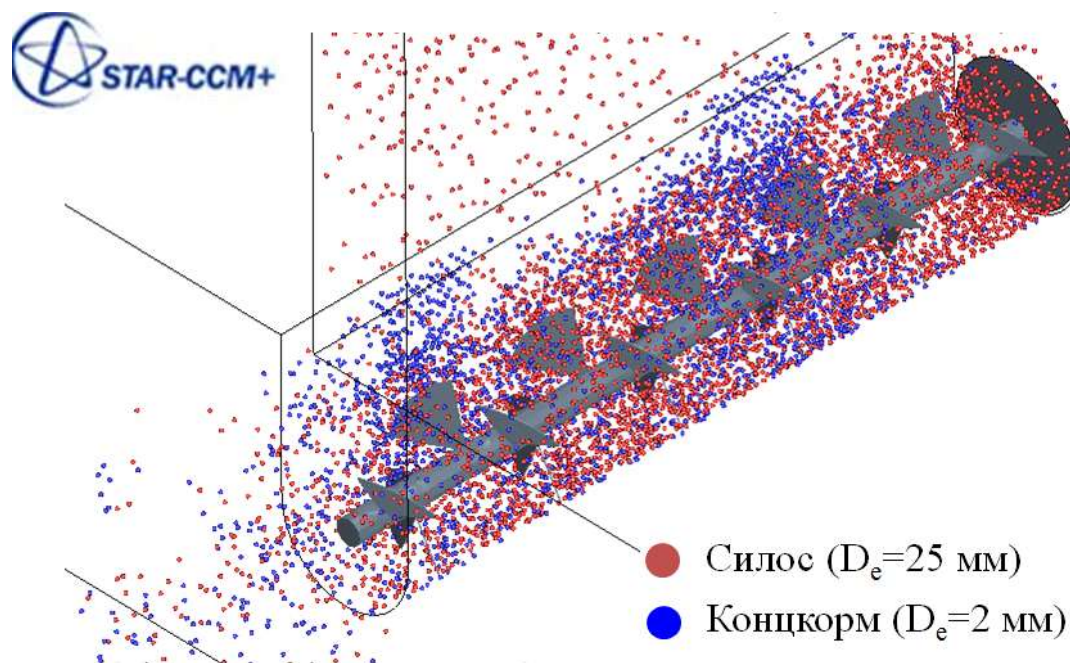


Рисунок 2 – 3D-модель мобільного змішувача-кормороздавача

Модельовання проводилося згідно з прийнятим повнофакторним планом експерименту (81 дослід). За фактори було прийнято частоту обертів змішувача (n), кут атаки лопатей змішувача (α), продуктивність подачі стеблового корму (Q_C), продуктивність подачі комбікорму (Q_K). Рівні та значення факторів теоретичних досліджень приведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Фактори теоретичних досліджень

Рівень варіації фактора	Фактор			
	Частота обертів змішувача, об/хв	Кут атаки лопатей змішувача, град	Продуктивність подачі стеблового корму, т/год	Продуктивність подачі концкормів, т/год
	X_1	X_2	X_3	X_4
Верхній рівень (+)	250	65	24	4,8
Основний рівень (0)	175	45	18	4,2
Нижній рівень (-)	100	25	12	3,6
Інтервал варіації	75	20	6	0,6

За критерії оптимізації прийнято однорідність кормосуміші (θ) та концентрацію силосу в кормосуміші (C_C).

Слід зазначити, що змішувач був поділений на 10 зон (рис. 3), в кожній з яких визначались вищеназвані критерії оптимізації. Це дало змогу спостерігати динаміку процесу змішування компонентів.

Так як для дотримання певного раціону годівлі необхідно отримати певне співвідношення кормових компонентів в суміші на виході зі змішувача, нами запропоновано визначати однорідність кормосуміші за виразом:

$$\theta = 1 - \frac{100}{C_c} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_c)^2}{n-1}}, \% \quad (1)$$

де C_c – задана концентрація силосу в кормосуміші;

C_i – концентрація силосу в i -тій зоні змішувача;

n – кількість зон змішувача.

Для кожного з дослідів згідно плану експерименту, було отримано залежності однорідності кормосуміші (θ) та концентрації силосу в кормосуміші (C_c) для кожної зони змішувача. Результати одного з дослідів (для рівнів факторів 0,0,0,0) представлений на рис. 3-5.

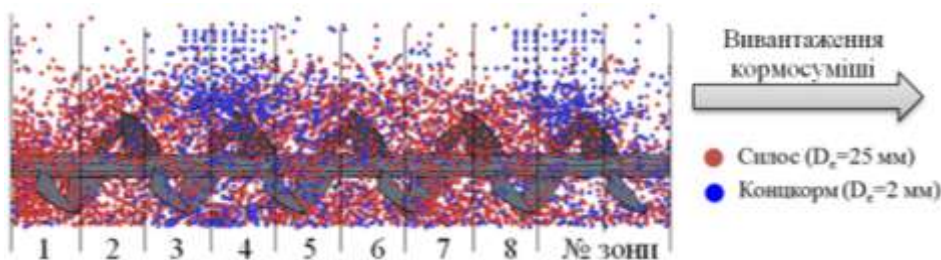


Рисунок 3 – Графічне зображення процесу змішування кормосумішей

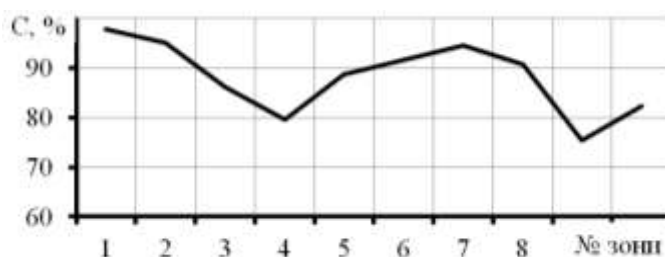


Рисунок 4 – Залежність концентрації силосу від зони лопатевого змішувача

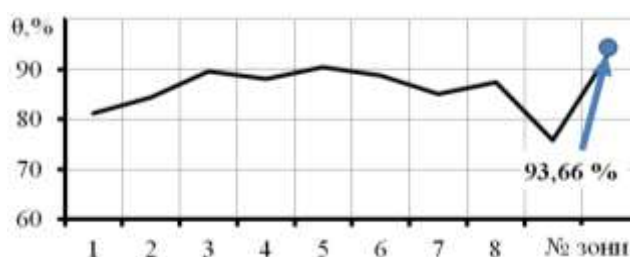


Рисунок 5 – Залежність однорідності кормосуміші від зони лопатевого змішувача

За результатами моделювання було отримано математичну модель процесу потокового змішування кормових компонентів змішувачем-кормороздавачем, яка має вигляд:

$$\begin{aligned} \theta = & -8,62329 + 0,14057n - 0,000374653n^2 + 1,34766Q_c - \\ & - 0,0311957Q_c^2 + 29,9269Q_e - 3,4718Q_e^2 + \\ & + 0,414694\alpha - 0,00400284\alpha^2 \end{aligned} \quad (2)$$

Вплив деяких з досліджуваних факторів на однорідність змішування кормових компонентів представлено на рис. 6-7.

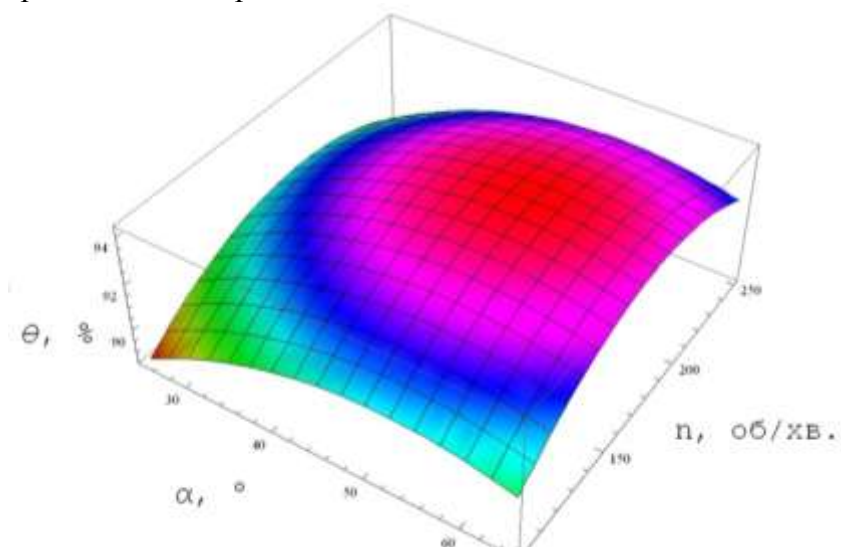


Рисунок 6 – Вплив кута атаки лопатевого змішувача та частоти його обертів на однорідність кормосуміші

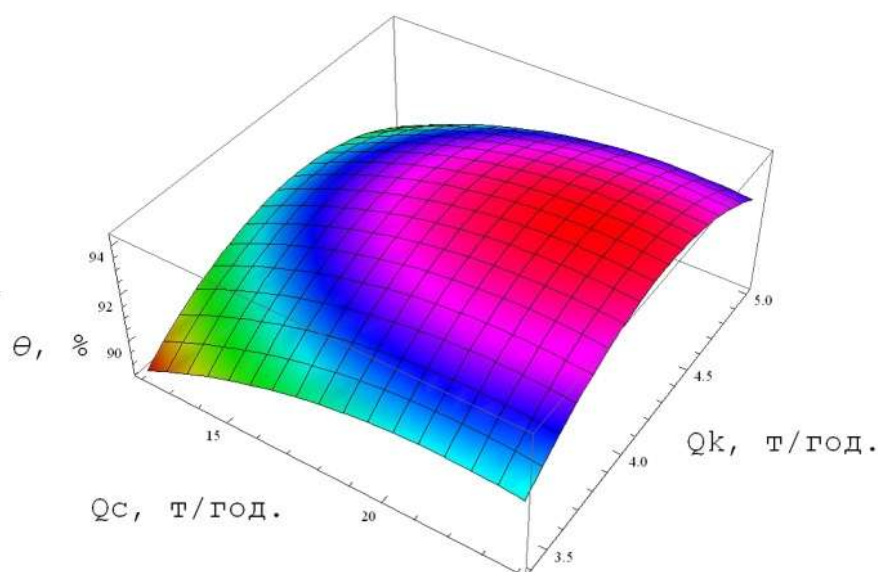


Рисунок 7 – Вплив продуктивності подачі силосу та продуктивності подачі комбікорму на однорідність кормосуміші

Так як з підвищенням однорідності кормосуміші підвищується і добовий надій молока та прирости живої ваги худоби, бажано отримувати її найвищий показник. Відповідно, для максимального значення однорідності кормосуміші, яке становило 94,35%, було отримано оптимальні параметри досліджуваних факторів, а саме: частоти обертів змішувача – 187,6 об/хв.; кута атаки лопатей змішувача – 51,8°; продуктивності подачі стеблового корму – 21,6 т/год; продуктивності подачі концкорму – 4,31 т/год.

Співвідношення кормових компонентів в кормосуміші повинне змінюватись відповідно до обраного раціону годівлі тварин, тому змішувач-кормороздавач повинен забезпечувати якісне виконання процесу змішування при будь яких значеннях факторів продуктивності подачі стеблового корму та продуктивності подачі концкорму. Для підтвердження цього було проведено моделювання процесу потокового змішування з постійними оптимальними значеннями частоти обертів змішувача та кута атаки

лопатеї змішувача. В результаті моделювання було визначено, що при встановленні факторів продуктивності подачі стеблового корму та продуктивності подачі концкорму на будь яких рівнях варіювання однорідність кормосуміші знаходиться на значно вищому за зоотехнічні норми рівні (мінімальна однорідність кормосуміші становила 88,6%). Отже, запропонований мобільний змішувач-кормороздавач потокового типу забезпечує якісне виконання поставленої задачі.

Висновки. 1. Використовуючи метод дискретних елементів, який покладено в основу програми Star CCM+, побудовано фізико-математичну модель процесу потокового змішування кормосумішей. Отримані залежності концентрації силосу в кормосуміші та однорідності кормосуміші від зон потокового змішувача, які дозволяють визначити розташування вивантажувальних вікон бункера-дозатора концкормів.

2. Визначені оптимальні конструктивно-технологічні параметри мобільного змішувача-кормороздавача при яких однорідність кормосуміші є максимальною (94,35%), а саме: частота обертів змішувача – 187,6 об/хв.; кут атаки лопатей змішувача – 51,8⁰; продуктивність подачі стеблового корму – 21,6 т/год; продуктивність подачі концкорму – 4,31 т/год.

3. Визначені діапазони параметрів продуктивності подачі на змішування стеблового корму (12-24 т/год) та концкорму (3,6-4,8 т/год), при яких спостерігається достатня, згідно зоотехнічних норм (не менше 80%), однорідність суміші. Отримані діапазони були взяті за основу для подальших експериментальних досліджень змішувача-кормороздавача потокового типу.

Список літератури

1. Доруда С. О. “Дослідження кормороздавача-змішувача вологих кормосумішей для ферм ВРХ”. Львівська аграрна фундація «Аграрна наука та освіта на сучасному етапі розвитку народногосподарського комплексу: досвід, проблеми та шляхи їх вирішення» М. Львів.– С. 62-65.
2. Доруда С. О. “Результати експериментальних досліджень бункера-дозатора концкормів для кормороздавача змішувача потокового типу”. Вісник наукових праць ХНТУСГ ім. П. Василенка. 2012 р.- С 87- 93.
3. Патент України на корисну модель МПК (2011.01) А01К 5/00. Кормороздавач-змішувач / І. А. Шевченко, Л. С. Воронін, С. О. Доруда; Заявник і патентовласник Інститут механізації тваринництва Національної академії аграрних наук України. - № 60062; заявл. 18.11.2010; опублік. 10.06.2011, Бюл. №11, 2011р..
4. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Под ред. А.В. Красниченко. Том 2. М., Машгиз, 1961г.

I. Shevchenko

Institute of oilseeds of the National Academy of Agricultural Sciences

E. Aliev, Sergey Doruda

National Scientific Center "Institute of Agricultural Engineering and Electrification" of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Department Biocotechnical systems in animal husbandry, Zaporozhye

The results of simulation of stream mixing fodder blends mixer feeders

Presented results of simulation of stream mixing fodder blends mixer-feeders. Received a mathematical model of the process stream mixing feed components.

The optimum constructive and technological parameters of the mobile mixer-feeders was been determined. Specifically: frequency of rotation is 187,6 rpm; angle of attack blades of mixer is 51,8⁰; performance of supply corn forage is 21,6 t/h; performance of supply concentrated feed is 4,31 t/h. Under these terms homogeneity of fodder blends was 94,35%.

stream mixing, simulation, mixer-feeder, mathematical model, constructive and technological parameters, homogeneity of fodder blends

Одержано 09.09.13

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**КОНСТРУЮВАННЯ, ВИРОБНИЦТВО
ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
МАШИН**

Загальнодержавний міжвідомчий
науково-технічний збірник

Заснований у 1971 р.

За загальною редакцією М.І. Черновола

Випуск 43

Частина I

КІРОВОГРАД • 2013

УДК 631.3.001.1 (082)

Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, вип. 43 ч. I. – Кіровоград: КНТУ, 2013. — с.

В збірнику викладені питання розрахунку і конструювання, удосконалення конструкцій, створення і дослідження нових робочих органів сільськогосподарських машин, засобів механізації, електрифікації та автоматизації сільськогосподарського машинобудування. Описані результати досліджень технологій виробництва, надійності та довговічності машин. Дані практичні рекомендації по використанню результатів досліджень і дослідно-конструкторських розробок в сільськогосподарській і інших галузях машинобудування.

До фахового збірника ввійшли статті учасників ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки», проведеної 7-8 листопада 2013р.

Збірник розрахований на наукових і інженерно-технічних робітників науково-дослідних інститутів, ВНЗ, конструкторських організацій і промислових підприємств.

Рекомендовано до друку Вченою радою Кіровоградського національного технічного університету, протокол №2 від 1 листопада 2013 року.

Відповідальний редактор: Черновол М.І., д.т.н., проф.

Заступник відповідального редактора: Петренко М.М., к.т.н., проф.

Відповідальний секретар: Петренко Д.І., к.т.н.

Редакційна колегія: Адамчук В.В., д.т.н.; Бойко А.І., д.т.н., проф.; Бойко Л.Й., д.т.н. (Білорусь); Булгаков В.М., д.т.н., проф.; Vladimír Jurča, д.т.н., проф. (Чехія); Гамалій В.Ф., д.ф.-м.н., проф.; Janusz Nowak, д.т.н., проф. (Польща); Кропівний В.М., к.т.н., проф.; Лобачевский Я.П., д.т.н., проф. (Росія); Marian Wesołowski, д.т.н., проф. (Польща); Носуленко В.І., д.т.н., проф.; Осадчий С.І., д.т.н., проф.; Павленко І.І., д.т.н., проф.; Сало В.М., д.т.н., проф.; Свірень М.О., д.т.н., проф.

Адреса редакційної колегії: 25006, м. Кіровоград, пр. Університетський, 8, Кіровоградський національний технічний університет, тел.: 390-581, 390-472, 55-10-49.

Автори опублікованих матеріалів несуть відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, власних імен та інших відомостей, а також за те, що матеріали не містять даних, які не підлягають відкритій публікації. Редакція може публікувати статті в порядку обговорення, не поділяючи точки зору автора.

Збірник включений ВАК України в перелік спеціалізованих видань з технічних наук (бюлетень ВАК №5 від 2010р.).

Реєстраційне свідоцтво: серія КВ № 15254 – 3826 ПР від 30.04.2009 р.

Зміст

<i>В.В. Адамчук, Г.М. Калетнік, М.І. Черновол, В.М. Булгаков</i> Сучасні проблеми землеробської механіки.....	3
<i>Д.В. Богатирьов, В.М. Сало</i> Аналіз господарських випробовувань котка-подрібнювача рослинних решток соняшника.....	12
<i>К.В. Васильковська, М.М. Петренко, С.Я. Гончарова</i> Аналіз роботи пневмомеханічного висівного апарата з периферійним розташуванням комірок.....	18
<i>Д.Г. Войтюк, Ю.В. Човнюк, Ю.О. Гуменюк, О.П. Гуцол, О.В. Дахно</i> Використання електромагнітних хвиль мм-діапазону для вимірювання вологості ґрунтів та сипких матеріалів	23
<i>А.И. Завгородний, Хесро Монтасер</i> Периодический виброударный режим движения сферической частицы по дуге кубической параболы.....	35
<i>Г.М. Калетнік, В.М. Булгаков, В.В. Адамчук, А.М. Борис, М.О. Свірень, С.Б. Орищенко</i> Теорія процесу копіювання головок коренеплодів цукрових буряків новим копірно-роторним відокремлювачем гички.....	42
<i>А.С. Кобець, М.М. Науменко, Н.О. Пономаренко</i> Обґрунтування конструкції чотирилопатевого відцентрового розкидача мінеральних добрив.....	56
<i>Maroš Korenko, Ján Frančák, Vladimír Kročko, Daniela Földešiová, Peter Dragula, Volodymyr Bulgakov</i> Analysis methods for measuring system by repeatability and reproducibility.....	65
<i>Б.І. Котов, В.О. Грищенко</i> Математичні моделі динаміки електричних зволожувачів повітря.....	71
<i>Б.І. Котов, С.П. Степаненко, В.О. Швидя, М.Г. Пастушенко</i> Моделювання вібраційної динаміки переміщення дисперсійного матеріалу на конічній поверхні решета зерно сепаратора.....	77
<i>Ю.В. Кулешков, Т.В. Руденко, М.В. Красота, К.Ю. Кулешкова</i> Аналіз теоретических исследований пульсации мгновенной подачи шестеренного насоса.....	83
<i>С.М. Лещенко, В.М. Сало</i> Технічне забезпечення збереження родючості ґрунтів в системі ресурсозберігаючих технологій.....	96
<i>Л.С. Олійниченко, Г.Б. Филimoniхин</i> Компьютерная модель процесса автоматического динамического уравновешивания двумя автобалансирами крыльчатки осевого вентилятора.....	103

<i>В.П. Ольшанский, С.В. Ольшанский</i> ВБК – метод в расчётах колебаний механизмов с переменной массой звеньев.....	108
<i>В.І.Носуленко, В.М.Шмельов</i> Точність обробки за умов розмірної обробки електричною дугою	114
<i>М.М. Петренко, Т.К. Марченко</i> Вплив параметрів ярусного розпушувача ґрунту на форму стінок борозни.....	121
<i>С.Ф. Пилипака, В.В. Яременко, О.М. Черниш, О.В. Адамчук</i> Дослідження руху матеріальної частинки добрива при відцентровому розсіюванні...	127
<i>В.І. Рубльов, В.Д. Войтюк, В.Є. Рубльов</i> До обґрунтування нормативної документації щодо забезпечення якості технічного сервісу сільськогосподарської техніки.....	136
<i>І.А.Шевченко, В.В. Лиходід, Е.Б. Алієв, В.В. Полюсов</i> Результати дослідження процесу сухого очищення забрудненої вовни.....	144
<i>Л.П. Серета, М.М. Чернявський</i> Моделювання переміщення ґрунту і розміщення рідких біодобрив у ґрунті після операції внесення плоскоріжучим стрілочастим знаряддям.....	151
<i>Л.М.Тіщенко, С.А.Богданович</i> Експериментальне дослідження впливу вібрації на ефективність процесу скальперування зернового вороху.....	159
<i>Z. Tkáč, J. Kosiba, J. Tulík</i> The laboratory tests of ecological hydraulic fluid.....	164
<i>В.І. Рубльов, В.Г. Опалко</i> До аналізу технічного стану зернових сівалок у передексплуатаційний і експлуатаційний періоди.....	173
<i>І.А. Шевченко, В.М. Павліченко, В.В. Лиходід, В.М. Забудченко</i> Аналіз конструкцій технічних засобів для виробництва вологих високозасвоєваних кормів.....	179
<i>В.П. Юрчук, М.А. Святина</i> Геометричне обґрунтування активізації процесу дії нового комбінованого ґрунтообробного диску.....	185
<i>Ján Frančák, Maroš Korenko, Valerii Adamchuk</i> Quality planting potatoes and effect of seed dimensional parameters for work.....	189
<i>Ю.С.Цаль-Цалко, А.В.Пшенишина</i> Пневмоустановки для кондиціонування і транспортування зерна.....	196
<i>І.А. Шевченко, Е.Б. Алієв, С.О. Доруда</i> Результати моделювання процесу потокового змішування кормосумішей змішувачем-кормороздавачем.....	202

<i>В. П. Юрчук, Я.Г. Махорін</i> Конструювання ножа гвинтового шнека гичкозбиральної машини.....	208
<i>С.М. Анастасенко, І.О. Григурко, І.А. Капура</i> Можливість модернізації механічної обробки багатоступінчастих валів на токарних верстатах застарілої конструкції.....	212
<i>Р.А. Бакарджиев</i> Особенности выбора чистоты обработки поверхностей детали.....	217
<i>В.І. Василюк</i> Дослідження очисника вороху коренебульбоплодів від залишків.....	225
<i>І.П. Вітрук, С.Г. Білик</i> Деякі системні аспекти оптимізації параметрів транспортно – технологічних машин для внесення органічних та органо–мінеральних добрив.....	231
<i>I. Vitázek, P. Andoř, B. Vitázková</i> Gravimetric analysis of selected solid biofuels.....	240
<i>М.П. Волоха</i> Моделювання технологічних процесів підготовки ґрунту і насіння до сівби цукрових буряків.....	246
<i>С.М. Герук, С. В. Пустовіт</i> Визначення циркуляції вороху у молотарці зернозбирального комбайна.....	252
<i>В.В. Гончаров, Г.Б. Філімоніхін</i> Технічні рішення із зрівноваження на ходу екстракторів відцентрових соковижималок.....	257
<i>Д.О. Долгіх, О.С. Ковязін, Є.О. Реневич</i> Результати експериментальних досліджень роботи повітряного ґрунтового теплообмінника.....	263
<i>Е.В. Золотовская</i> Теоретические исследования параметров высевающего аппарата.....	268
<i>С.М. Герук</i> Механічна модель рихлення ґрунту.....	276
<i>А. М. Кириченко</i> Підвищення геометричної точності гексапода.....	284
<i>Д.В. Кузенко, І.О. Ніщенко, С.І. Левко</i> Дослідження процесу переміщення рослинної маси у формувальній головці преса.....	291
<i>С. В. Кюрчев, И. А. Леженкин</i> Статистические модели механико-технологических свойств очесанного вороха озимой пшеницы.....	297

<i>Ю.М. Лабатюк</i> Техніко – економічна ефективність застосування ярусного глибокорозпушувача.....	304
<i>О.М. Леженкін, С.В. Головін</i> Визначення кінетичної енергії відносного руху агрегату для збирання рицини, як функції узагальнених швидкостей.....	310
<i>А.С. Лімонт, В.М. Климчук</i> Якість упаковок льонотрести при використанні на її збиранні прес-підбирачів.....	314
<i>В.Я. Ошовський</i> Виробничі технології як альтернатива обкатування деталей ДВЗ.....	320
<i>А.А. Панков, А.В. Щеглов</i> Применение эжекторов в пневмоструйной технике агропромышленного комплекса	326
<i>Ю.М. Пархоменко, М.Д. Пархоменко</i> Розробка САК змінними нормами висіву на базі сівалки СЗ-3,6.....	330
<i>А.М. Семенюта, Б.А. Волик, В.О. Дубовик</i> Результати польових випробувань дискового плуга, адаптованого для роботи в умовах півдня України.....	335
<i>О.І. Скібінський, А.А. Гнатюк, В.М. Зеленько</i> Дослідження впливу конструктивних параметрів героторної передачі на зносостійкість робочих профілів коліс.....	340
<i>С.В. Струтинський</i> Застосування металполімерних композитів в конструкціях сферичних шарнірів просторової системи приводів.....	345
<i>М.С.Шведик</i> Синтез конструктивно-технологічних схем – основа для розробки багатофункціональних комбайнів.....	353
<i>І.А. Швець</i> Визначення основних параметрів хвильових процесів при роботі електромеханічного актуатору подачі палива.....	360
<i>Л.Д. Ярошук, О.А. Жученко</i> Система керування режимом розігріву процесу екструзії полімерів.....	365