

БІОМЕХАНІЧНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗООМОРФНОГО МЕХАНІЗМУ КІНЦІВОК ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

Е.Б. Алієв, к.т.н.

(відділ біоекотехнічних систем у тваринництві Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»)

Метою досліджень є побудувати біомеханічну модель функціонування зооморфного механізму кінцівок великої рогатої худоби та їх взаємодії з різними типами підлоги. Запропоновано біомеханічну модель рухів кінцівок великої рогатої худоби та складено систему рівнянь, що її описують. Отримано часові залежності прискорень суглобів кінцівок. Проведено моделювання взаємодії кінцівок з різними типами підлог.

Постановка проблеми. Особливості технології утримання великої рогатої худоби на фермах і комплексах зумовили виникнення специфічних негативних умов, що призвело до масового захворювання кінцівок, зокрема копитець. Одними з головних причин захворювань копитець є різноманітні механічні пошкодження з наступним проникненням в живі тканини патогенних мікроорганізмів. Сприяє даній патології концентрація тварин на обмеженій площі, погана якість підлог, гіподинамія, порушення санітарно-гігієнічних норм, незбалансоване годування, а також важливу роль відіграє й породний фактор. Важливо підкреслити, що хвороби копитець у тварин займають за поширеністю і збитком, що завдаються, третє місце після маститів і гінекологічних захворювань [1].

Комфорт корови залежить від характеристики покриття, по якому вона пересувається. Тварини на м'якому покритті відчують себе більш природно і впевнено. Спостереження [2] показали, що в залежності від виду підлогового покриття значно змінюється поведінка корів у стані охоти.

Враховуючи вищезазначене, можна стверджувати, що дослідження процесу руху великої рогатої худоби по різних типах покриттів є актуальною задачею механізації молочного скотарства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тварина в процесі руху по підлозі утворює динамічну біомеханічну систему (зооморфний механізм) з властивими їй закономірностями [3]. Рухова активність тварин разом з їх фізіологічним станом є основою технології утримання тварин. Удосконалення технології утримання великої рогатої худоби на сучасному етапі вимагає системного дослідження і використання фундаментальних біомеханічних закономірностей механічної (рухової) взаємодії тварин із засобами виробництва – технікою і спорудами, для підвищення ефективності виробництва і продуктивності тварин. Лише знання закономірностей руху і механічної

взаємодії тварин в зонах утримання і за фазами розвитку дозволяють підвищувати продуктивність тварин і працю людини.

Враховуючи фундаментальне значення питань біомеханіки рухового апарату тварини як першооснови технологій тваринництва, розробка технологічної зооінженерної біомеханіки скотарства починається саме з цього завдання. У дослідженні [4] піднімаються не всі питання зооінженерної біомеханіки рухового апарату худоби. Обираються лише ті з них, які є важливими в технологічній біомеханіці утримання худоби в молочному скотарстві. Домінуючим фактором середовища є опорна поверхня зон утримання худоби.

Мета досліджень. Побудувати біомеханічну модель функціонування зооморфного механізму кінцівок великої рогатої худоби та їх взаємодії з різними типами підлоги.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для створення біомеханічної моделі рухів кінцівок великої рогатої худоби в сагітальній площині використаємо багатоланкову систему, ланки якої з'єднані послідовно один з одним за допомогою точкових шарнірів (рис. 1). Маса-інерційні характеристики ланок приймаються рівними масо-інерційним характеристикам елементів передньої та задньої кінцівок. Довжини ланок l_i беруться рівними відстаням між осями обертання суглобів. Для простоти припускається, що центри мас m_i лежать на ланках. Сили від шиї та голови не розглядаються.

Положення описаної системи може бути задане узагальненими кутами ψ_i . Система знаходиться під дією сил тяжіння $m_i g$ і протидіючих їм м'язових зусиль F_i для кожної ланки. У моделі розглядаються тільки двосуглобові м'язи. Приймається, що в стабілізації пози беруть участь шість груп двосуглобових м'язів. Приймається також, що на копита діє сила реакції опори F_0 , яка залежить від типу підлоги.

Процес переміщення великої рогатої худоби описується системою рівнянь Лагранжа другого роду [5]:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\psi}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial \psi_i} = Q_i, i=1..6, \quad (1)$$

де ψ_i – узагальнені кути;

$\dot{\psi}_i$ – узагальнена швидкість, м/с;

t – час, с;

T – кінетична енергія, Дж;

Q_i – узагальнені сили, Н·м.

Кінетична енергія багатоланкової системи може бути представлена у вигляді:

$$T = \sum_{i=1}^6 \frac{m_i l_i^2 \dot{\psi}_i^2}{2} + \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 \frac{m_j l_i l_j \dot{\psi}_i \dot{\psi}_j}{2} \cos(\psi_i - \psi_j), \quad (2)$$

де l_i – довжина ланки тіла, м;

m_i – маса ланки тіла, кг.

Узагальнені сили можуть бути визначені за формулою:

$$Q_i(t) = \overline{F}_i(t) \frac{d\overline{r}_i}{d\psi_i}, \quad (3)$$

де F_i – сила, що діє на ланку тіла, Н:

$$\overline{F}_i = F_{ix} \overline{e}_x + F_{iy} \overline{e}_y, \quad (4)$$

e_x, e_y – одиничні вектори вздовж осей OX і OY відповідно;

F_{ix}, F_{iy} – проекції сил на осі OX і OY;

r_i – радіус-вектор центра мас ланки, м:

$$\overline{r}_i = \overline{e}_x \sum_{j=1}^i l_j \cos \psi_j + \overline{e}_y \sum_{j=1}^i l_j \sin \psi_j. \quad (5)$$

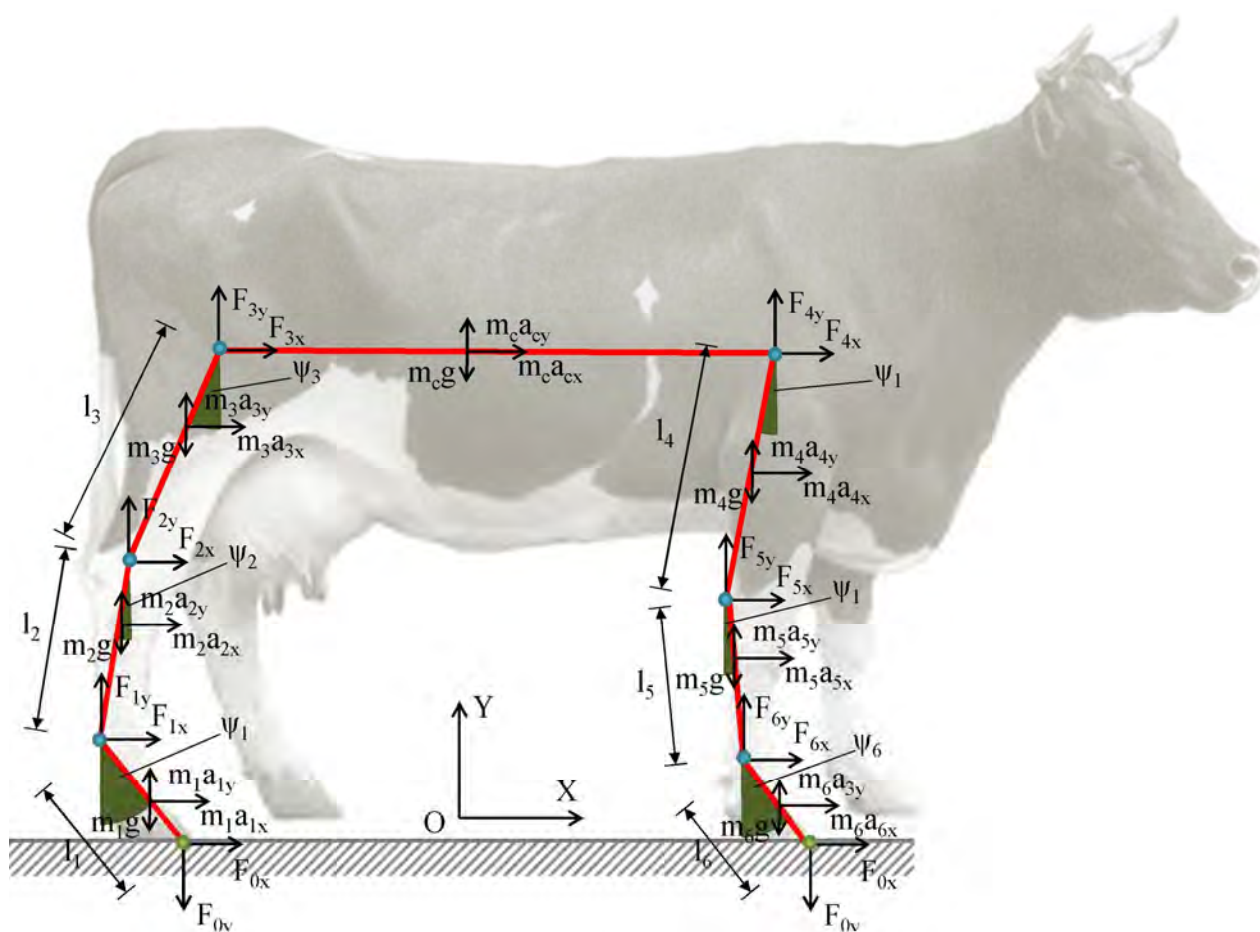


Рисунок 1 – Багатоланкова модель кінцівок великої рогатої худоби

Проекції сил F_x і F_y можуть бути представлені в наступному вигляді:

$$F_{ix} = \begin{cases} m_i a_{ix} - F_{0x}, & i = 1, 6; \\ m_i a_{ix} + F_{(i-1)x}, & i = 2..5; \end{cases} \quad (6)$$

$$F_{iy} = \begin{cases} m_i a_{iy} - F_{0y} + m_i g, & i = 1, 6; \\ m_i a_{iy} + F_{(i-1)y} + m_i g, & i = 2..5; \end{cases} \quad (7)$$

де a_i – прискорення, m/c^2 ;

$$\overline{a}_i = \frac{d^2 \overline{r}_i}{dt^2} = a_{ix} \overline{e}_x + a_{iy} \overline{e}_y . \quad (8)$$

a_{ix}, a_{iy} – проекції прискорення на осі ОХ і ОУ;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

F_{0x}, F_{0y} – проекції сили реакції опору на осі ОХ і ОУ.

Розв'язання системи рівнянь (1)-(8) неможливе без функції прискорення від часу $a_i = a_i(t)$ для кожної ланки тіла. Для визначення зазначеної залежності були проведені експериментальні дослідження кінематичних параметрів руху ланок тіла великої рогатої худоби. Кінематичні параметри визначалися з використанням сучасної платформи відеоаналізу, а саме датчик-камери «Kinect» з розробленим програмним забезпеченням [6]. «Kinect» був змонтований на виході з доїльного залу на відстані 2 м від коридору, яким рухались корови (рис. 2).



Рисунок 2 – Проведення експериментальних досліджень кінематичних параметрів руху корови

В результаті обробки даних з датчик-камери «Kinect» будується динамічний скелет (набір ланок і вузлів) корови, який показує її рух коридором (рис. 3). Даний рух представляється у вигляді набору математичних виразів, що описують часову залежність положення кожної з вузлових точок.

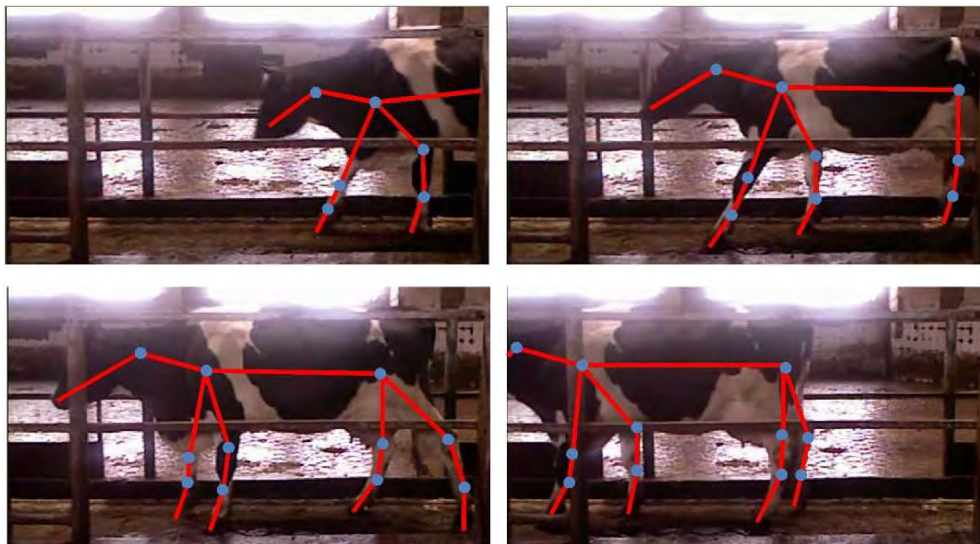


Рисунок 3 – Динамічний скелет (набір ланок і вузлів) корови

Дослідження руху корів проводилися на групі здорових корів (50 голів) середнім віком 1,5 роки, середня маса яких складала 500 кг. В результаті було отримано динамічні показники прискорень для кожної ланки тіла корови. Графічна інтерпретація отриманих залежностей представлена на рисунку 4.

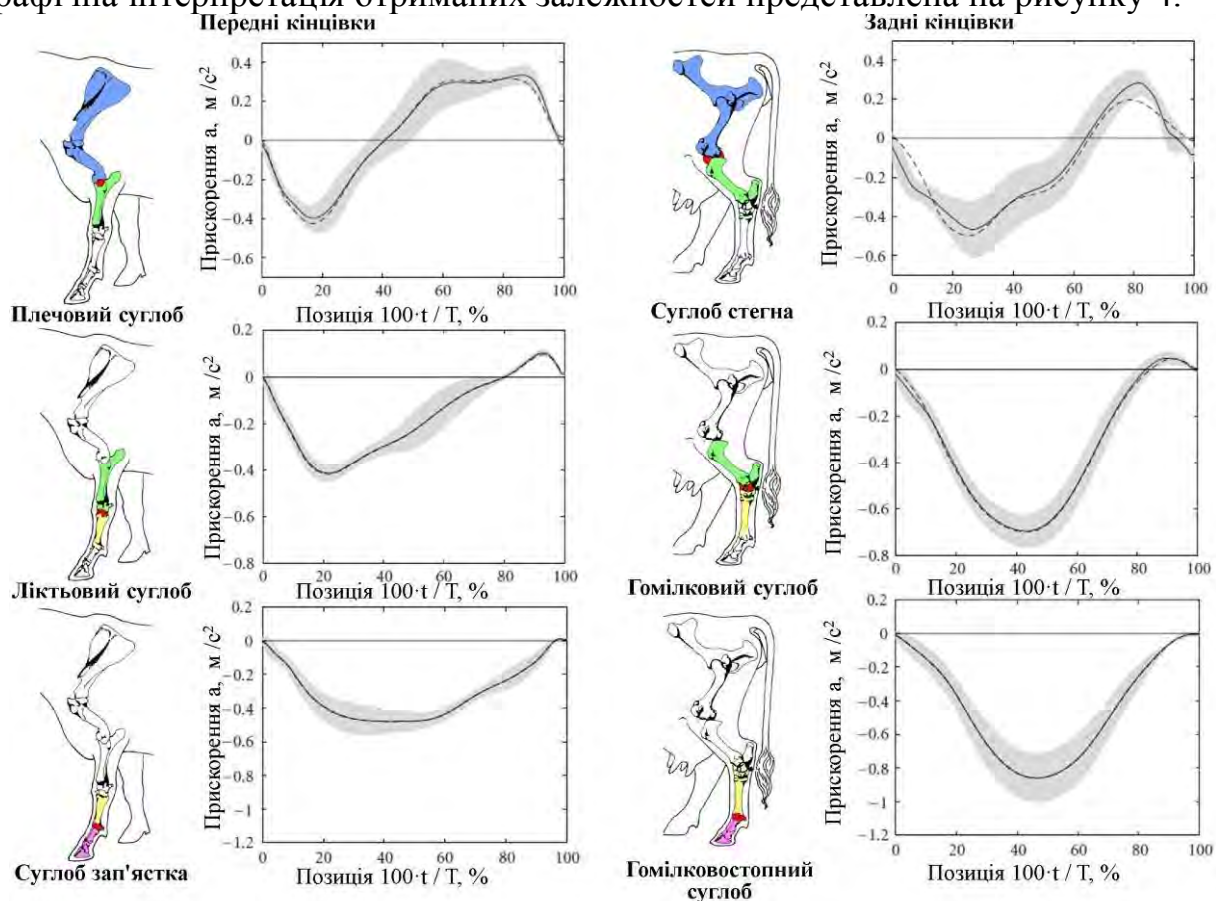


Рисунок 4 – Динаміка зміни прискорень вузлових точок у суглобах кінцівок корови

Розв'язання системи зазначених рівнянь (1)-(8) з урахуванням отриманих експериментальних даних щодо динаміки прискорень вузлових точок у

суглобах кінцівок корови є складною математичною процедурою. Тому біомеханічну модель кінцівок великої рогатої худоби було побудовано з використанням пакету програмного забезпечення OpenSim 3.0, який має відкритий код [7-9]. В процесі моделювання руху кістково-м'язової системи великої рогатої худоби в OpenSim 3.0 (рис. 5) було реалізовано процес взаємодії її кінцівок з різними типами підлог (бетон, пісок, тирса, солома і гумові мати).

Враховуючи фізико-механічні властивості матеріалу підлоги (модуль пружності, модуль зсуву і коефіцієнт пластичності) отримано значення питомої сили реакції опори (на 1 кг маси тварини) F_0/m , що діє на копита великої рогатої худоби (рис. 6). В результаті встановлено, що найбільша питома сила реакції спостерігається на бетонній поверхні – 9,8 Н/кг, а найменша на гумових матах – 5 Н/кг. Аналіз цих даних показав, що найбільш прийнятні властивості для копит корови мають наступні типи покриття підлоги: гумові мати, солома і тирса.

Висновки. Побудовано біомеханічну модель функціонування зооморфного механізму кінцівок великої рогатої худоби з використанням пакету програмного забезпечення OpenSim 3.0 на основі експериментально отриманих залежностей руху. В процесі моделювання руху кістково-м'язової системи великої рогатої худоби в OpenSim 3.0 реалізовано процес взаємодії її кінцівок з різними типами підлоги (бетон, пісок, тирса, солома і гумові мати). Аналіз отриманих даних показав, що найбільш прийнятні властивості для копит корови мають наступні типи покриття підлоги: гумові мати, солома і тирса.

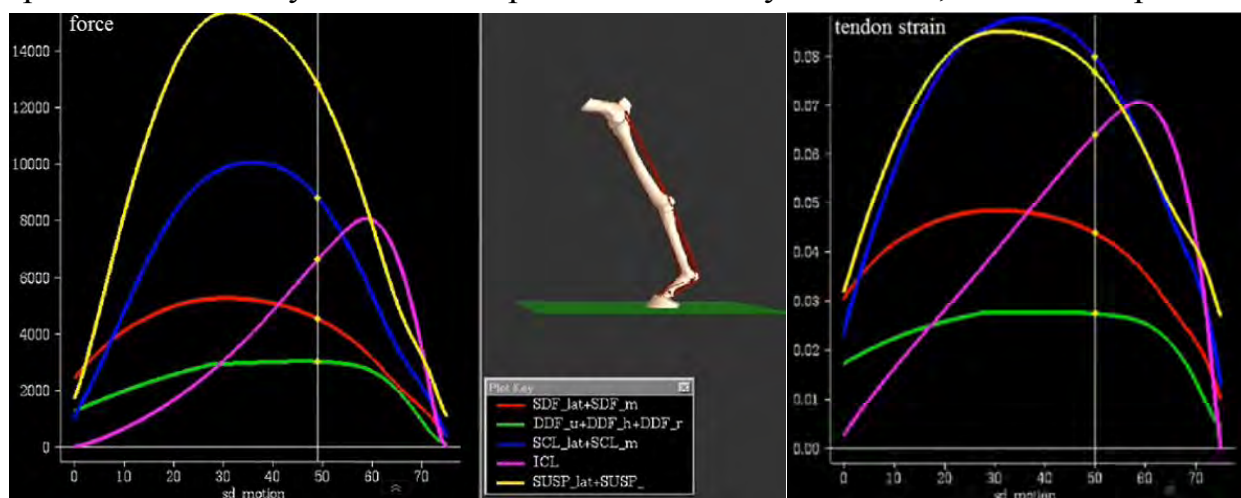


Рисунок 5 – Результати моделювання руху кістково-м'язової системи великої рогатої худоби в OpenSim 3.0

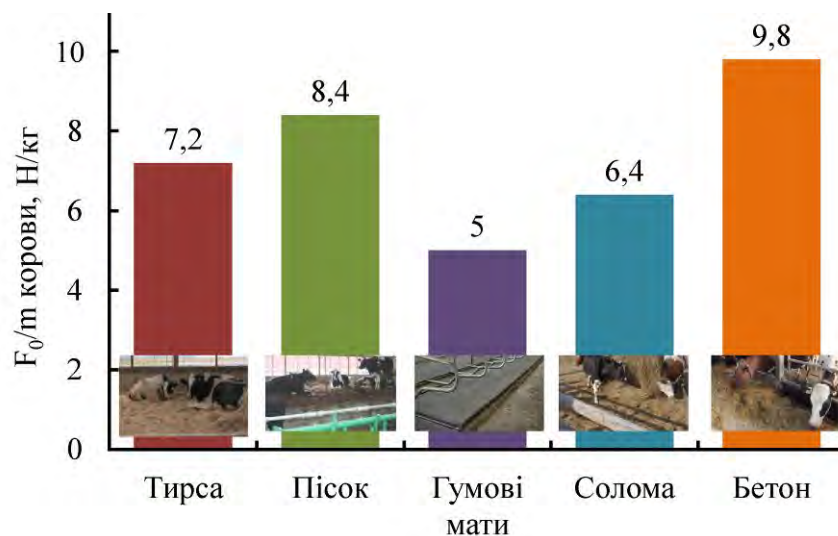


Рисунок 6 – Залежність значення питомої сили реакції опори F_0/m , що діє на копита великої рогатої худоби, від типу підлоги (на 1 кг маси тварини)

Список літератури

1. Dr. Pék L.: Állatrögzítő kalodacsalád hazai fejlesztése szarvasmarhák, lovak biztonságos vizsgálatához, kezeléséhez // Óvári Tudományos Napok, előadások és poszterek összefoglaló anyaga. – Mosonmagyaróvár, 2004. – 63. p.

2. Пек Лайош. Влияние поверхности пола животноводческой фермы на изнашивание копытного рога коров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. - №2. – С. 29.

3. Phillips, C.J.C., and I. D. Morris. 2000. The locomotion of dairy cows on concrete floors that are dry, wet or covered with a slurry of excreta. J. Dairy Sci. 83:1767–1772..

4. De Belie, N. & Rombout, E. 2003. Characterisation of claw-floor contact pressure for standing cattle and the dependency on concrete roughness. Biosystems engineering 85,339–346.

5. Mülling, C.K.W. & Greenough, P.R. 2006. Functional synergism of the biomechanical systems of the bovine claw. In: Proc. 14th Int. Symp. Lameness in Ruminants, Colonia del Sacramento, Uruguay, pp. 39–42.

6. Kinect for Windows SDK [Electronic resource] / Интернет-ресурс. - Режим доступа: <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/develop/overview.aspx>

7. Delp, S.L., Anderson, F.C., Arnold, A.S., Loan, P., Habib, A., John, C.T., Guendelman, E., Thelen, D.G. OpenSim: Open-source software to create and analyze dynamic simulations of movement. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 55, pp. 1940-1950, 2007

8. M. G. Pandy, "Computer modeling and simulation of human movement," Annual review of biomedical engineering, vol. 3, pp. 245, 2001.

9. Ratzlaff, M. H., Hyde, M. L., Hutton, D. V., Rathgeber, R. A. and Balch, O. K. (1997). Interrelationships between moisture content of the track, dynamic

properties of the track and the locomotor forces exerted by galloping horses. Equine Vet. Sci. 17, 35-42.

Аннотация

Биомеханическая модель функционирования зооморфного механизма конечностей крупного рогатого скота

Алиев Э.Б.

Целью исследований является построить биомеханическую модель функционирования зооморфного механизма конечностей крупного рогатого скота и их взаимодействия с различными типами покрытия. Предложена биомеханическая модель движений конечностей крупного рогатого скота и составлена система описывающих ее уравнений. Получены временные зависимости ускорений суставов конечностей. Проведено моделирование взаимодействия конечностей с разными типами полов.

Abstract

Biomechanical model of the animal-mechanism limbs of cattle

E. Aliev

Biomechanical model of cattle limbs' motions is proposed, and system of equations, what describe this model, is made. Dependences of accelerations of limbs' joints from time are obtained. Modeling of limbs' interaction with various types of flooring is carried out.

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА
ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ

**ВІСНИК
ХАРКІВСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА**

Випуск 144

**«Технічні системи і технології
тваринництва»**

Харків 2014

УДК 631.22(075)

ББК 40.715я73

Друкується за рішенням вченої ради ХНТУСГ від 27.02.2014 Пр.№ 6

В збірник включені наукові праці Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка, наукових установ УААН, навчальних закладів України і зарубіжжя, в яких наведені результати конструкторських, теоретичних, експериментальних досліджень машин для тваринництва і нових технологій виробництва продуктів тваринництва, а також у збірнику представлені матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні проблеми вдосконалення технічних систем і технологій у тваринництві”, що відбулась в м. Харкові 21–22 березня 2014 р. в рамках роботи наукової сесії “Інноваційні проекти в галузі технічного сервісу машин”.

Редакційна колегія:

Академік, член-кор. УААН, доктор техн. наук, професор Тіщенко Л.М., доктор техн. наук, професор Войтов В.А., академік ІА України, доктор техн. наук, професор Скобло Т.С., доктор техн. наук, професор Сидорчук О.В., член-кор. УААН, доктор техн. наук, професор Чорновол М.І., доктор техн. наук, професор Козаченко О.В., академік ІА України, професор Сідашенко О.І., доктор сільськогосподарських наук, професор Петруша Є.З., канд. техн. наук, професор Міклуш В.П., доктор техн. наук Шацький В.В., доктор техн. наук, професор Ужик В.Ф., академік ІА України, професор Науменко О.А., кандидат технічних наук, професор Бойко І.Г. (відповідальний редактор), канд. техн. наук, доцент Ружило З.В., доктор технічних наук, професор Власовець В.М., доктор технічних наук, професор Казанцев С.П., доктор технічних наук, професор Марьян Г.Ф., канд. техн. наук, доцент Кононішин І.В., канд. техн. наук, доцент Кириченко В.Є., доктор технічних наук, професор Тарельник Б.В., канд. техн. наук, доцент Овсянніков С.І.

Наукове видання

ВІСНИК ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

імені Петра Василенка

Випуск № 144

“Інноваційні напрямки розвитку технічного сервісу машин”

(Свідоцтво про державну реєстрацію – серія КВ №15983-4455ПР від.01.12.09р.)

Відповідальний за випуск Бойко І.Г.

Комп’ютерна верстка та набір: Тимчук Д.С.

Підписано до друку 17.03.2014. Папір тип №2 Формат 60x84 1/16. Друк різнографічний, аркуш. 6,5. Тираж 100 прим.

ЗМІСТ

ШЛЯХИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПРИГОТУВАННЯ КОМБІКОРМІВ Бойко Д.І., Науменко А.А., Щур Т.Г.	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ ГРАВІТАЦІЙНИМ ДОЗАТОРОМ.....	7
Семенцов В.В., Бойко І.Г.	
ВИРОБНИЧА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗМІШУВАЧА ІНГРЕДІЄНТІВ КОМБІКОРМІВ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА	12
Мироненко А.П., Завгородній О.І.	
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА В БУНКЕРЕ С КОЛЬЦЕВЫМ ОТВЕРСТИЕМ	18
Бойко И.Г., Русалев А.М.,	
ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДОЇЛЬНИХ АПАРАТІВ	25
Палій А.П.	
ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ СКРЕПЕРНОЇ УСТАНОВКИ НА ЯКІСТЬ ОЧИЩЕННЯ ГНОЙОВОГО КАНАЛУ	29
Ікальчик М.І.	
МЕТОД РЕШЕНИЯ СМЕШАННОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА ПРИ ЕГО РЕЗАНИИ.....	37
Нанка О.В.	
К ТЕОРИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПИТАТЕЛЕЙ ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ С ЗАЧЕРПЫВАЮЩИМИ ЛАПАМИ	42
Бахарев Д.Н.	
ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО ЗМІШУВАЧА ІНГРЕДІЄНТІВ КОМБІКОРМІВ	51
Піскун В.І., Яценко Ю.В.	
МУЛЬТИМЕДИА ТЕХНОЛОГИИ ГРАФИКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	55
Кульбаба С.В., Нагорный С.А., Чигрин А.А.	
ФОРМУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОЇ ЗОНИ ЕЛЕКТРОНАСІННЄОБРОБНИХ МАШИН	60
Паранюк В.О., Бенькалович В.Б.	
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРОЕКТУВАННЯ СВИНАРСЬКИХ МІНІФЕРМ.....	65
Кіряцев Л.О., Романюха І.О., Дудін В.Ю., Гаврильченко О.С.	
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ КОРМУШЕК	74
Саенко Ю.В., Швец Л.П.	

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОРИЕНТИРОВАНИЯ ПОЧАТКОВ ПРИ ИХ ПОДАЧЕ В МОЛОТИЛКУ	77
Романенко А.А.	
МУЛЬТИМЕДИА ТЕХНОЛОГИИ ГРАФИКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	83
Кульбаба С.В., Нагорный С.А., Чигрин А.А.	
ДЕЗИНФІКУЮЧІ ВЛАСТИВОСТІ ПРЕПАРАТУ «ДЗПТ-2» ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАБРУДНЕНОСТІ ПОВЕРХНІ.....	88
Палій А.П.	
РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ	92
Науменко А.А., Чигрин А.А., Палій А.П.	
МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНА БАЗА І ВИРОБНИЦТВО ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА У ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВАХ.....	97
Науменко О.А., Петруша Є.З., Нагорній С.А.	
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ В ПРОСТОРИ ДВОШНЕКОВОГО УЩІЛЬНЮВАЧА	102
Мілько Д.О.	
РОЛЬ КОМПЬЮТЕРНО-ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АПК	106
Голубенко А.В., Тимчук Д.С., Палій А.П.	
РОЗГОРНУТА ІНДИКАТОРНА ДІАГРАМА РОТАЦІЙНОГО ПЛАСТИНЧАТОГО ВАКУУМНОГО НАСОСА	111
Дудін В.Ю.	
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НЕОДНОРІДНОСТІ ЗМІШУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ ГВИНТОВИМ ГОФРОВАНИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ.....	117
Ляшук О. Л.	
ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВ	123
О.М. Ачкевич, В.М. Жученко,	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОСЛОЙНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА ПО НАКЛОННОЙ КРУГОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ	127
Шацкий В.В., Демьяненко Д.В.,	
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ СИПКИХ КОМПОНЕНТІВ У ЛОПАТЕВОМУ ЗМІШУВАЧІ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ	136
Брюховецький А.М., Боярський О.В., Мелков О.В.	
ГВИНТОВІ ЗАВАНТАЖУВАЧІ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ	141
Ляшук О.Л., Дячун А.Є., Тарасюк Ю.М., Клендій В.М.	

ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ РОТАЦІЙНИХ ВАКУУМНИХ НАСОСІВ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК.....	145
Линник Ю.О., Павленко С.І.	
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЩЕТОЧНОГО РАЗРАВНИВАТЕЛЯ СЕМЯН	151
Мачкарин А.В., Рыжков А.В.	
МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ГОМОГЕННОЇ КОРМОВОЇ СУМІШІ.	160
Мерінець Н.А., Бойко І.Г.	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧНОСТИ СТРУКТУРЫ СМЕСИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ.....	165
Шацкий В.В., Тисличенко А.С., Коломиец С.М.	
ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ І КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРИГОТУВАННЯ ТА РОЗДАВАННЯ КОРМІВ НА ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ МІКРОКЛІМАТУ В ГРУПОВИХ СТАНКАХ ДЛЯ ПОРОСЯТ ВІКОМ ВІД ОДНОГО ДО ТРЬОХ МІСЯЦІВ	174
Сікун М. В.	
ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ В ПТАХІВНИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ.....	179
Кульбаба С.В.	
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПУЛЬСОКОЛЛЕКТОРА ПВД-2-3.	183
Ходарев В.Я.	
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ СМЕСИТЕЛЯ КОРМОВ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	189
Брагинец Н.В., Бахарев Д.Н., Аль Атум Мохаммад	
РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОБНИЧИХ ВИПРОБУВАНЬ МАЛОГАБАРИТНОЇ ПЛИТНО-ВАЛЯЛЬНОЇ МАШИНИ ПВМ-1	196
Лиходід В. В., Алієв Е. Б., Павленко С. І., Івлєв В. В.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ПРОЦЕС СУШІННЯ МОЛОКА.....	201
Казаков Д.Д., Якуба О.Р.	
ЕЛЕКТРОКОРОННА НАСІННЄОБРОБНА МАШИНА БАРАБАНОГО ТИПУ ДЛЯ ДРІБНОНАСІННЄВИХ СУМІШЕЙ.....	206
С.Й.Ковалишин, В.В.Соколюк	
ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯК ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕР'ЄРНОГО СТАТУСУ СВИНЕЙ У СЕЛЕКЦІЙНО-ПЛЕМІННІЙ РОБОТІ.....	212
Стрижак Т. А., Халіна Л.В., Захаров В.В., Нагорний С.А.	

ОБОСНОВАНИЕ ТОЛЩИНЫ РЕЗИНОВОЙ ПОДОШВЫ ПНЕВМОПОДУШКИ АКТИВНОЙ ДЕКИ ДОМОЛАЧИВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ	217
Н. В. Брагинец, Д. Н. Бахарев, В. В. Пазин, А. Е. Бурнукин	
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПНЕВМОСЕПАРУВАННЯ НАСІННЯ КОРМОВИХ ТРАВ.....	225
Ковалишин С.Й., Дадак В.О.	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ КОРМОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ К СКАРМЛИВАНИЮ ЖИВОТНЫМ	232
Карпов В.В.	
ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВАЛЬЦЕВОГО АППАРАТА ОЧИСТИТЕЛЯ ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ ОТ ЛИСТОВОЙ ОБЁРТКИ.....	236
Брагинец Н.В., Бахарев Д.Н., Тиняков А.В.	
БІОМЕХАНІЧНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗООМОРФНОГО МЕХАНІЗМУ КІНЦІВОК ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ.....	243
Е.Б. Алієв	
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КАВІТАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ВОЛОГИХ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ	250
Павліченко В. М., Лиходід В. В., Луц П. М., Ковальов І. І., Забудченко В. М.	
ВПЛИВ ЧИСЕЛЬНОСТІ КОРІВ У ГРУПІ НА ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ЇХ УТРИМАННЯ, ПОВЕДІНКИ І МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ.....	258
Дібіров Р.М.	