

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування конструктивних параметрів боксового обладнання для
утримання великої рогатої худоби**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМ-3-20
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Геймур Олександр Сергійович

Керівник: _____ Алієв Ельчин Бахтияр огли

Рецензент: _____ Яропуд Віталій Миколайович

Дніпро, 2021

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві
Освітній ступінь: «Магістр»
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

МВПТ

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Геймур Олександр Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування конструктивних параметрів боксового обладнання для утримання великої рогатої худоби

керівник роботи Алієв Ельчин Бахтияр огли, д-р техн. наук, старш. дослідн.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« _____ » _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом роботи _____.

3. Вихідні дані до проекту Огляд стану питання в галузі тваринництва та існуючих засобів боксового обладнання для утримання великої рогатої худоби. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналіз сучасного стану проблеми та обґрунтування напрямків досліджень. 2. Структурно-математична модель тіла великої рогатої худоби. 3. Теоретичне обґрунтування конструктивних параметрів стійлового обладнання для боксового утримання ВРХ. 4. Дослідження стійлового обладнання для боксового утримання ВРХ. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6. Економічна ефективність використання стійлового обладнання для боксового утримання ВРХ. Висновки. Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Тема. Мета і задачі досліджень. Аналіз (4 аркуша, А4). 2. Структурно-математична модель (3 аркуша, А4). 3. Теоретичне і експериментальне обґрунтування (3 аркуша, А4) 4. Економічні показники (1 аркуш, А4). 5. Висновки (2 аркуша, А4)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Алієв Е.Б., професор		
2	Алієв Е.Б., професор		
3	Алієв Е.Б., професор		
4	Алієв Е.Б., професор		
5	Кравець В. В., доцент		
6	Вінніченко І. І., професор		
Нормоконтроль	Гаврильченко О. С., доцент		

7. Дата видачі завдання: _____.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний		
2	Теоретичний		
3	Експериментальний		
4	Охорона праці		
5	Економічний		
6	Демонстраційна частина		

Студент

(підпис)

Геймур О.С. .
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Алієв Е.Б. .
(прізвище та ініціали)

Геймур О.С. Обґрунтування конструктивних параметрів боксового обладнання для утримання великої рогатої худоби. Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація тваринництва»). ДДАЕУ, Дніпро, 2021.

Вступна частина дипломної роботи містить обґрунтування актуальності теми, сформульовані мета та задачі, приведено методи досліджень. Аналіз стану питання дав змогу обґрунтувати напрямки вирішення поставленої мети та задач. В другому розділі розроблена структурно-математична модель тіла великої рогатої худоби. В результаті теоретичних досліджень обґрунтовано конструктивні параметри стійлового обладнання для боксового утримання ВРХ. Проведено дослідження стійлового обладнання для боксового утримання ВРХ і визначено міцність конструкції. Зроблені висновки та складено список використаної літератури.

Ключові слова: велика рогата худоба, утримання, боксове обладнання, параметри, дослідження, ефективність

ЗМІСТ

Вступ	8
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	9
1.1 Аналіз елементів технології утримання та обслуговування великої рогатої худоби	9
1.2 Технології обслуговування великої рогатої худоби	13
1.3 Аналіз стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання корів	16
1.4 Висновки з розділу	22
1.8 Мета і завдання досліджень	23
2 СТРУКТУРНО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТІЛА ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ	24
2.1 Структурно-морфологічна схема тіла великої рогатої худоби	24
2.2 3D-модель зооморфного механізму тіла великої рогатої худоби	30
2.3 Висновки з розділу.....	36
3 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ СТІЙЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БОКСОВОГО УТРИМАННЯ ВРХ	38
3.1 Визначення габаритних розмірів стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання ремонтного молодняка ВРХ	38
3.2 Обґрунтування форми стійлового обладнання для безприв'язно- боксового утримання ремонтного молодняка ВРХ	40
3.3 Технологічні модулі для корів і молодняка	45
3.4 Визначення оптимального модуля при новому будівництві	50
3.5 Висновки з розділу.....	52
4 ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БОКСОВОГО УТРИМАННЯ ВРХ	54
4.1 Визначення міцності конструкції стійлового обладнання.....	54
4.2 Методика експериментальних досліджень стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання ВРХ	57

4.3	Результати експериментальних досліджень стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання ВРХ	59
4.4	Висновки з розділу.....	62
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	63
5.1	Терміни та визначення основних понять	63
5.2	Шкідливі та небезпечні виробничі фактори в приміщенні для утримання ВРХ	64
5.3	Вимоги охорони праці під час розведення та утримання сільськогосподарських тварин	65
5.4	Дії у разі настання надзвичайної ситуації	68
5.4	Висновки з розділу.....	69
6	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СТІЙЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БОКСОВОГО УТРИМАННЯ ВРХ	70
6.1	Вихідні дані	70
6.2	Результати техніко-економічної оцінки результатів досліджень....	70
6.3	Висновки з розділу.....	72
	ВИСНОВКИ	73
	Список використаних джерел	76
	Додатки	81

ВСТУП

Трудомісткість виробництва продукції тваринництва в Україні, більша, ніж у розвинених країнах Європи в 6-10 разів; енергоємність – в 2,5-3 рази; витрати кормів – в 1,5-2 рази. Таке становище в значній мірі впливає на ефективність і рентабельність виробництва продукції великої рогатої худоби.

Промислова технологія вирощування великої рогатої худоби на великих тваринницьких комплексах з поголів'ям худоби 10-12 тис. голів ВРХ в капітальних тваринницьких приміщеннях характеризується високою концентрацією поголів'я та рівнем механізації і автоматизації виробничих процесів. Альтернативою вирощуванню ВРХ є технологія (базова за ТП801-4-200) цілорічного утримання тварин на вирощуванні та відгодівлі в приміщенні прив'язно в стійлах. Тепер перспективнішою є ресурсощадна технологія утримання тварин в легкозбірних приміщеннях з металевим або дерев'яним несучим каркасом і тентовими або панелями «сендвіч», з використанням природної вентиляції і безприв'язною технологією утримання в боксах і кормовим столом. Майже за всіма показниками перспективна технологія з боксовим утриманням у полегшених приміщеннях має переваги над базовою типовою та промисловою. Собівартість виробництва знижується в 1,1-1,4 разу, рентабельність підвищується в 2,7-4,3 разу за рахунок застосування енергозберігаючих технологій годівлі, забезпечення мікроклімату й комфортних умов утримання тварин. Вартість 1 скотомісця за новою технологією зменшується в 1,5-1,8 разу у порівнянні з базовою і промисловою, що дає можливість значно скоротити інвестиційні вкладення і термін окупності нового будівництва.

Подальшими напрямками вдосконалення перспективної технології утримання великої рогатої худоби є підвищення комфортних умов утримання тварин – доведення до оптимальної їх кількості в групі (секції) за статеві-віковими та породними характеристиками із застосуванням комфортних засобів стійлового обладнання для відпочинку – боксів.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Аналіз елементів технології утримання та обслуговування великої рогатої худоби

Відомі три основних елементи технологій утримання великої рогатої худоби (рис. 1.1) [1].

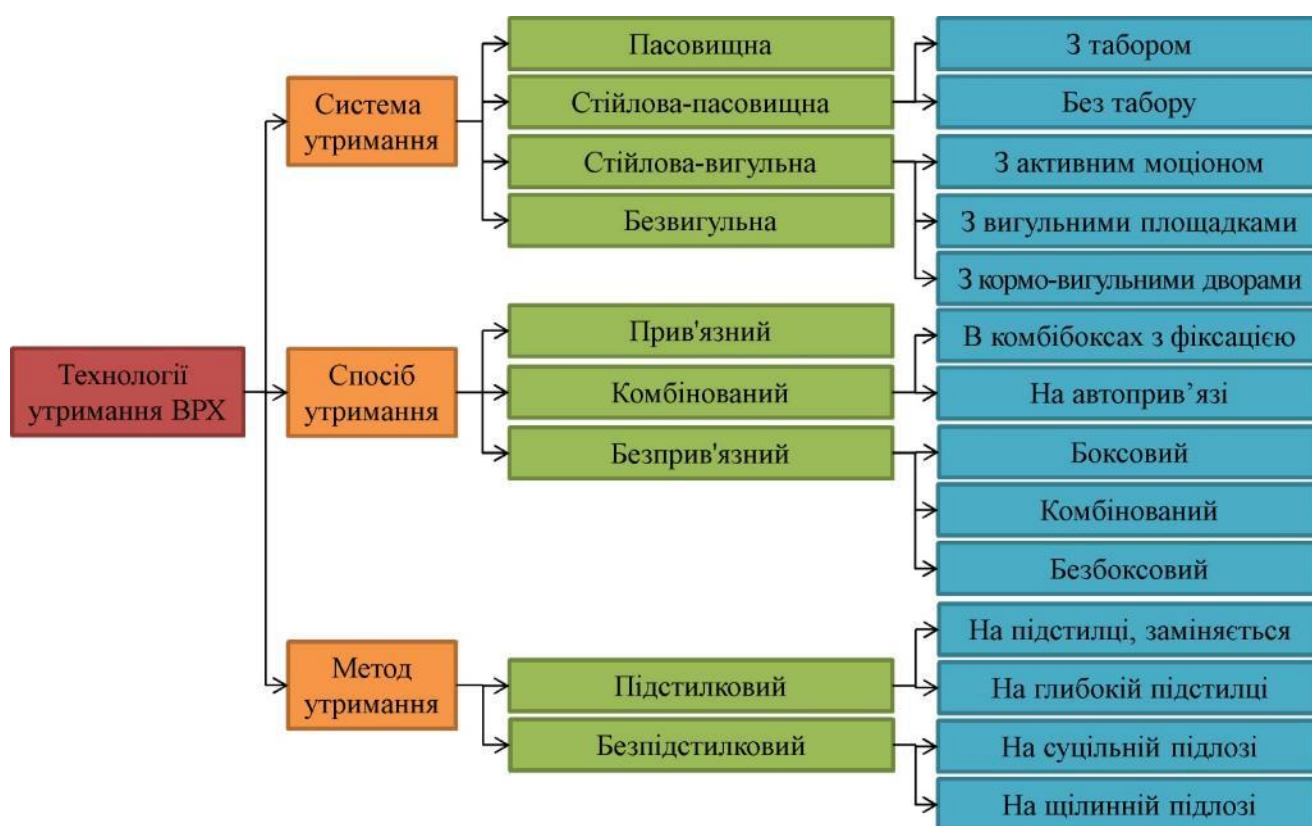


Рисунок 1.1 – Основні елементи технологій утримання великої рогатої худоби

1. Система утримання худоби. Виділяють наступні системи утримання: пасовищна; стійлово-пасовищна з річним табором або без нього; стійлово-вигульна з активним моціоном або з використанням звичайних вигульних площадок або кормо-вигульних дворів; цілорічна стійлового, тобто безвигульне.

Пасовища – це значний резерв зниження собівартості молока. Зростаючі трави в 2-3 рази дешевше будь-якого іншого корму. Трава – найбільш природній корм для жуйних тварин. Якщо поживність зеленої маси прийняти за 100 %, то у сіна вона складе 50 %, у силосу – 60-70 %. При випасанні тварини рухаються на свіжому повітрі, що зміцнює їх здоров'я і покращує показники відтворювання. За результатами досліджень [2] рентабельність виробництва молока при використанні пасовищ виявилася на 5 % вище, ніж без використання пасовищ. Важливо відзначити, що така система забезпечує можливість санації корівників, їх ремонту і реконструкції в літній період. Але ця система вимагає додаткових капіталовкладень на будівництво та обладнання літнього табору, підтримання його в належному стані. У зв'язку з цим стійлово-пасовищна система використання табору доступна тільки економічно сильним господарствам і виправдана, перш за все, там, де віддаленість пасовищ від ферми перевищує 3 км.

Таким чином, питання вибору системи утримання худоби далеко не однозначний і в кожному конкретному господарстві потрібен детальний аналіз кожного з варіантів з урахуванням стану і віддаленості пасовищ, продуктивності тварин, кратності доїння та інших умов. Якщо не вдається або недоцільно пасти все стадо, то бажано пасти сухостійних і новотельних корів, а також ремонтний молодняк. У будь-якому випадку, і влітку і взимку потрібен вільний вихід до кормо-вигульних дворів для інсоляції і моціону на відкритому повітрі. За даними досліджень [4] в групах тварин, які користувалися регулярної прогулянкою в продовж всього періоду тільності, удій в середньому на одну корову за 6 місяців наступної лактації на 18,9-21,1 % перевищує удій контрольних груп, які не користувалися прогулянкою.

2. Спосіб утримання – один з найважливіших елементів технології утримання. Відомі три способи: прив'язні, безприв'язному і комбінований (рис. 1.2), що займає проміжне місце між першим і другим способами утримання.

Принципова відмінність між прив'язним і безприв'язним способами полягає в тому, що при прив'язному кожна тварина зафіксована у індивідуальній годівниці, а при безприв'язному тварини можуть вільно переміщатися всередині

виділеної для них секції і займати будь-яке місце для відпочинку або годування. Якщо секція має вихід на вигульних майданчик або кормо-вигульних двір, тварини вільно виходять із приміщення, а потім також вільно повертаються в нього. Цей варіант безприв'язного способу утримання отримав назву вільно-вигульного.



а

б

Рисунок 1.2 – Приклад виконання прив'язного і безприв'язного способів утримання ВРХ

При комбінованому способі утримання корова, так само як і при прив'язному, фіксується у індивідуальній годівниці. Але фіксується таким чином, щоб в потрібний момент кожна тварина або групу тварин можна було легко розфіксувати, а потім знову зафіксувати. Досягається це або застосуванням автоматичної прив'язі, або різних пристроїв, що закривають вихід корови з обгородженого з трьох сторін комбібокса (тобто комбінованого-сумісного боксу з годівницею).

Безприв'язний спосіб утримання великої рогатої худоби має три різновиду:

– в секціях, що обладнанні комбібоксами, тобто з суміщеними з годівницею боксами без фіксації тварин (комбібоксовий спосіб), Який займає проміжне положення між комбінованим и безприв'язним способами і зберігає багато недоліків властиві прив'язному утриманню;

– в секціях, що обладнанні індивідуальними боксами для відпочинку корів (безприв'язно-боксовий спосіб);

– в секціях без боксів.

Можливі чотири варіанти таких секцій без боксів [5, 6].

1) Звичайна секція з горизонтальною підлогою при утримання тварин на глибокій підстилці.

2) Секція, в якій підлогу в зоні відпочинку тварин виконана з великим ухилом в сторону кормо-гнойового проходу. Переміщаючись по такій підлозі, тварини зрушують гній в кормо-гнойовий прохід, що скорочує витрати праці на очищення секцій. Скорочується також витрати підстилки. Цей варіант зазвичай використовується в приміщеннях для молодняку ВРХ.

3) Секція з заглибленим лігвом, обладнання ступенями на підходах до кормового столу.

4) Секція з щілинною підлогою для безпідстилкового утримання молодняку великої рогатої худоби.

3. Метод утримання характеризує умови утримання тварин і може бути підстилковим або безпідстилковим.

Підстилковий метод передбачає використання замінної або незамінної підстилки. Періодичність зміни підстилки в залежності від виду і норми її внесення може змінюватися в дуже широких межах – від одного-двох разів на добу до одного разу на місяць.

Безпідстилковий метод змісту має три різновиди:

– в секціях із суцільним підлогою, як в зоні відпочинку, так і в зоні дефекації;

– в секціях із суцільним підлогою в зоні відпочинку і щілинним підлогою в зоні дефекації;

– в секціях із суцільним щілинним підлогою.

Суцільну щілинну підлогу зазвичай застосовують при безприв'язному способі утримання відгодівельного молодняку великої рогатої худоби. Переваги утримання худоби в секціях з використанням щілинних підлог полягає в

практично повній відсутності затрат ручної праці на прибирання гною і чистку тварин. Якщо ширина планок і просвітів між ними обрана правильно, то екскременти тварин легко провалюються крізь щілинну підлогу і при належній якості решіток тварини не травмують кінцівки і залишаються чистими.

При прив'язному, комбібоксовому і безприв'язно-боксовому способах утримання корів безпідстилковий метод може застосовуватися тільки в тому випадку, якщо в стійлах або боксах використовуються спеціальні мати (матраци), що мають низькою теплопровідністю і забезпечують, на відміну від звичайних гумових килимків, тепле і м'яке ложе.

1.2 Технології обслуговування великої рогатої худоби

У цій технології також можна виділити три елементи, назви яких поки умовні, тому що термінологія в цій області ще не встановилася (рис. 1.3).

Найважливіший з цих елементів – принцип обслуговування тварин тісно пов'язаний зі способом їх утримання. Застосовуються індивідуальний, груповий і компромісний між цими двома – індивідуально-груповий принцип обслуговування. Індивідуальний принцип, як зрозуміло з його назви, передбачає обслуговування, в т.ч. і годування, кожної тварини окремо з урахуванням всіх його індивідуальних особливостей. При груповому принципі об'єктом обслуговування є технологічна група, тобто група тварин, схожих за рядом ознак, які отримують однаковий раціон і що містяться в одній секції за єдиною технологією. Фахівці з етології, тобто поведінки тварин, вважають, що величина технологічної групи корів повинна бути, по можливості, невеликою. У великих групах сильно позначаються рангові відносини тварин. Агресивні тварини пригнічують слабших, найчастіше високопродуктивних корів, в результаті чого втрачається велика кількість продукції [7-10].

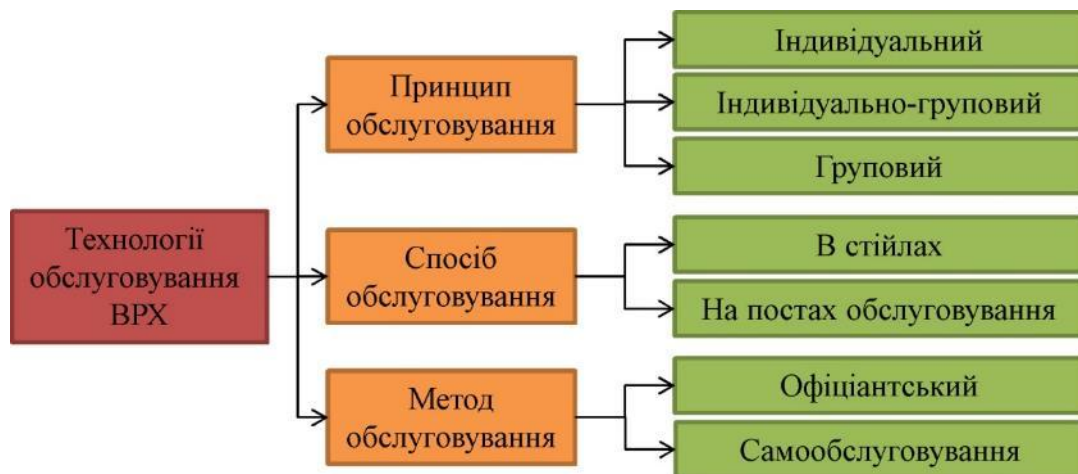


Рисунок 1.3 – Основні елементи технологій обслуговування великої рогатої худоби

Головна ознака, що враховується при формуванні технологічних груп – час отелення, тобто зсув по фазі біологічного циклу. Ця різниця в термінах отелення корів однієї технологічної групи (тобто зсув по фазі біологічного циклу), як правило, не повинна перевищувати двох-трьох тижнів (не більше статевого циклу – 21 день).

Другий за значенням ознака при формуванні технологічних груп – молочна продуктивність. Однак реалізація цієї ознаки можлива тільки при досить високому рівня концентрації поголів'я.

Чим більше ознак враховується при формуванні технологічних груп, тим більшою повинна бути концентрація тварин на фермі. З цього слідує, що найбільш ефективний груповий принцип обслуговування тварин може бути реалізований тільки на досить великих підприємствах. Також слідує, що на звичайних фермах, і навіть досить великих за сучасними масштабами комплексах на 800 і 1200 корів, формування технологічних груп корів можливо тільки по одному головному ознакою – термінами отелення (фаз біологічного циклу). Численні спроби формувати групи корів за продуктивністю себе не виправдали. Такий спосіб призводить до частих переформування груп, що викликають стреси

тварин і падіння їх продуктивності. Ці висновки переконливо доведені результатами досліджень [11-15], на підставі яких вчені констатували наступне.

1. Групування корів за рівнем добових надоїв з урахуванням однорідності і одночасно за кількома іншими показниками (вік, жива маса, продуктивність, стадія лактації, швидкість молоковіддачі) здійснити в виробничих умовах практично неможливо через необхідність частого переформування груп. Кожне оновлення групи викликає стреси у тварин і негативно позначається на їх продуктивності.

2. Метод групування корів по стадії лактації простий по організації, передбачає збереження постійного складу групи тривалий час, так як виключає часті переміщення тварин з однієї групи в іншу. У таких групах набагато легше здійснювати контроль за термінами запліднення, тільності, запуску корів, значно рідше виникають стресові ситуації від введення нових корів, скорочуються витрати по проведенню перегрупувань.

Разом з тим, при формуванні технологічних груп корів тільки за термінами отелення, в групах неминуча досить істотна різниця в продуктивності і інших ознаках тварин. Ця обставина не дозволяє застосовувати груповий принцип обслуговування в чистому вигляді, а змушує використовувати компромісний, індивідуально-груповий принцип. При такому принципі деякі види обслуговування, наприклад годування силосом, виконуються по груповому принципу (всім однаковою дозу), а деякі – за індивідуальним, наприклад годування концентратами. У зв'язку з неоднорідністю технологічних груп, індивідуально-груповий принцип обслуговування тварин отримав найбільшого поширення.

Спосіб обслуговування тварин також тісно пов'язаний зі способом їх утримання та вказує на те, де проводиться обслуговування – в місцях утримання тварин, наприклад, в стійлах, як це здійснюється при прив'язному утриманні корів, або на спеціальних постах обслуговування, що розміщуються іноді в окремих приміщеннях. Може бути і компромісний, тобто комбінований спосіб обслуговування, коли частина операцій з обслуговування виконується в місцях

утримання тварин, а частина – на постах обслуговування. Найпростіший приклад комбінованого обслуговування – доїння корів в доїльних залах при безприв'язному або комбінованому способах утримання. Всі інші основні процеси (годування, напування і т.д.) здійснюються, в даному випадку, в місцях утримання тварин [16-21].

Методи обслуговування можна умовно розділити на офіціантських і метод самообслуговування. Офіціантських метод передбачає виконання тієї чи іншої операції обслуговування (наприклад, годування або доїння) безпосередньо обслуговуючим персоналом за допомогою апаратів, установок або пристосувань. Цей метод переважає при традиційному прив'язному способі утримання корів. Відмінна риса цього методу – безпосередній контакт людини з твариною в процесі обслуговування. Самообслуговування здійснюється самими тваринами: наприклад, для напування тварин з автонапувалок, годування з самогодівниць та ін. Людина тільки забезпечує роботу машин і механізмів. У міру створення нових автоматизованих засобів для самообслуговування тварин перелік операцій, які виконуються цим методом, буде розширюватися.

Таким чином, технології утримання та обслуговування великої рогатої худоби складаються з декількох елементів, кожен з яких може бути реалізований в різних варіантах. З цього випливає, що можливі не три, як це прийнято в федеральній системі технологій і машин [22, 23], а безліч технологій виробництва молока, з яких при модернізації ферми повинна бути вибрана технологія, що забезпечує найбільшу ефективність в умовах даного господарства [24].

Регістр дозволяє вибирати адаптовані до умов конкретного господарства технології.

1.3 Аналіз стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання корів

При безприв'язно-боксовому утриманні основним елементом стійлового обладнання є індивідуальний бокс, який призначений тільки для відпочинку

тварин. Його конструкція і розміри повинні відповідати цьому призначенню і відповідати трьом основним вимогам [25-30]:

- дозволяти корові лягати і вставати природним чином з подачею тулуба вперед (рис. 1.3);

- бути зручним і комфортним для того, щоб корова відпочивала лежачи не менше 12-14 годин на добу;

- забезпечувати чисту і суху поверхню під вим'ям.

Для того щоб виконати перша вимога бокс повинен мати вільний простір для голови при подачі тулуба вперед (випаді), коли корова лягає або встає. Виконання цієї вимоги дуже важливо для того, щоб тварини охоче користувалися боксами, а не лягали в гнойових проходах.

Залежно від конструкції і довжини боксу, таке простір може розташовуватися або перед короною, або збоку. Якщо бокси розташовані біля стіни (пристінні бокси) або закриті спереду суцільною перегородкою, простір для випаду має бути забезпечено за рахунок збільшення довжини боксів. Якщо ж бокси відсунуті від стіни або розташовані один проти одного (здвоєні бокси) і не закриті спереду, то випад забезпечується за рахунок простору перед боксом. Тому такі бокси можуть бути коротше, ніж пристінні. При цьому отвір для голови корови в передній частині боксу повинен бути не менше півметра.

У боксах з бічним простором для випаду корова, встаючи або лягаючи, повертає голову в бік суміжного боксу. Якщо відстань від нижньої дуги роздільник до статі боксу близько 700 мм, то корова просовує голову між підлогою і роздільником. Для того, щоб корова могла просунути голову між дугами роздільник боксів, відстань від нижньої дуги до підлоги не повинна перевищувати 250 мм. Бокси з випадом корови в сторону, так само як здвоєні, можуть бути коротше, ніж пристінні.

Відстань від роздільник до статі в задній частині боксу має бути досить великим, щоб корова не травмувала стегна.

Для того, щоб бокс відповідав другому і третьому вимогам, необхідно, щоб підлога боксу був чистим, досить м'яким і теплим, тобто мати низьку

теплопровідність. З цією метою на підставу боксу або укладають мати, або використовують підстилку з соломи, торфу, тирси, стружки або піску, тобто застосовують підстилковий метод змісту, який докладно розглянуто в першому розділі. Там же, до речі, відзначається, що навіть при утриманні корів на матах рекомендується використовувати хоча б трохи підстилки.

Як уже зазначалося, корови воліють стояти і лежати на злегка похилій поверхні. Тому підлогу боксу роблять з ухилом 23 % в сторону гнойового проходу.

Ширину боксів вибирають з таким розрахунком, щоб тварина не могла в ньому розвернутися. Разом з тим він повинен бути досить широким, щоб тварина могла вільно лежати.

Параметри боксів визначаються, перш за все, масою тварин. Довжина боксів для корів і молодняка за нормами технологічного проектування НТП 199 [31] і за даними деяких зарубіжних фірм [32-37] наведені в табл. 1.1.

Як видно з табл. 1.1, що діють норми значно жорсткіше, ніж закордонні. Рекомендована цими нормами довжина боксу для племінного поголів'я, як показав досвід, для високопродуктивних тварин недостатня, що позначається на тривалості їх відпочинку і, як наслідок, на продуктивності. Для поголів'я товарних підприємств рекомендована нормами НТП 199 довжина боксу ще менше, ніж потрібно.

Таблиця 1.1 – Довжина боксів для корів і молодняка за російськими і зарубіжними даними, м

Вид і вік тварин	По НТП 1-99*, Росія	De Boer, Голландія	BEEREP-OOT GmbH, Германія	EUROPA, Германія	Arntjen, Германія	BROUWERS, Benelux
Корови і нетелі за 2-3 міс. до отелення	1,9-2,1	2,3-2,6	2,4	2,3-2,6	-	2,2-2,4
Нетелі від 18 до 22 міс.	1,9	2,1-2,2	2,0	2,1	2,1	2,1
Телиці від 12 до 18 міс.	1,7	2,0-2,1	2,05	2,0	2,0	2,0
Молодняк від 6 до 12 міс.	1,5	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8
Телята від 3-4 до 6 міс.	1,2	1,6	1,6	1,65	1,6	1,6
Телята до 3-4 міс.	1,0	1,6	1,6	1,4	-	1,4

* – для племінного поголів'я

Якщо ширину боксу регулювати практично неможливо, то довжину його можна і потрібно змінювати відповідно до розмірів і масою тварин. З цією метою на верхній трубі роздільників боксів (рис. 1.4) закріплюють обмежувач 2, який, спираючись в холку тварини, перешкоджає просуванню його вглиб боксу. Для великих корів висота установки обмежувача від статі боксу повинна бути близько 1,1-1,2 м, а відстань по діагоналі від краю бокса – 1,9-2 м.



Рисунок 1.4 – Бокси для відпочинку ВРХ

Узагальнивши наявні дані і досвід реконструкції та будівництва корівників, можна рекомендувати для корів параметри боксів, наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Рекомендовані параметри боксів для корів, мм

Маса корови, кг	Ширина Боксу (В)	Довжина боксу (L)		Висота установки обмежувача (Н)	Відстань від краю боксу до обмежувача (К)
		з випадом у бік	з випадом вперед		
360-550	1100-1150	2000	2300-2400	950	1550
550-680	1150-1200	2200	2400-2500	1000	1700
Більше 680	1200-1300	2300	2500-2600	1100	1800

Конструктивні модифікації боксового обладнання представлено на рис. 1.5.

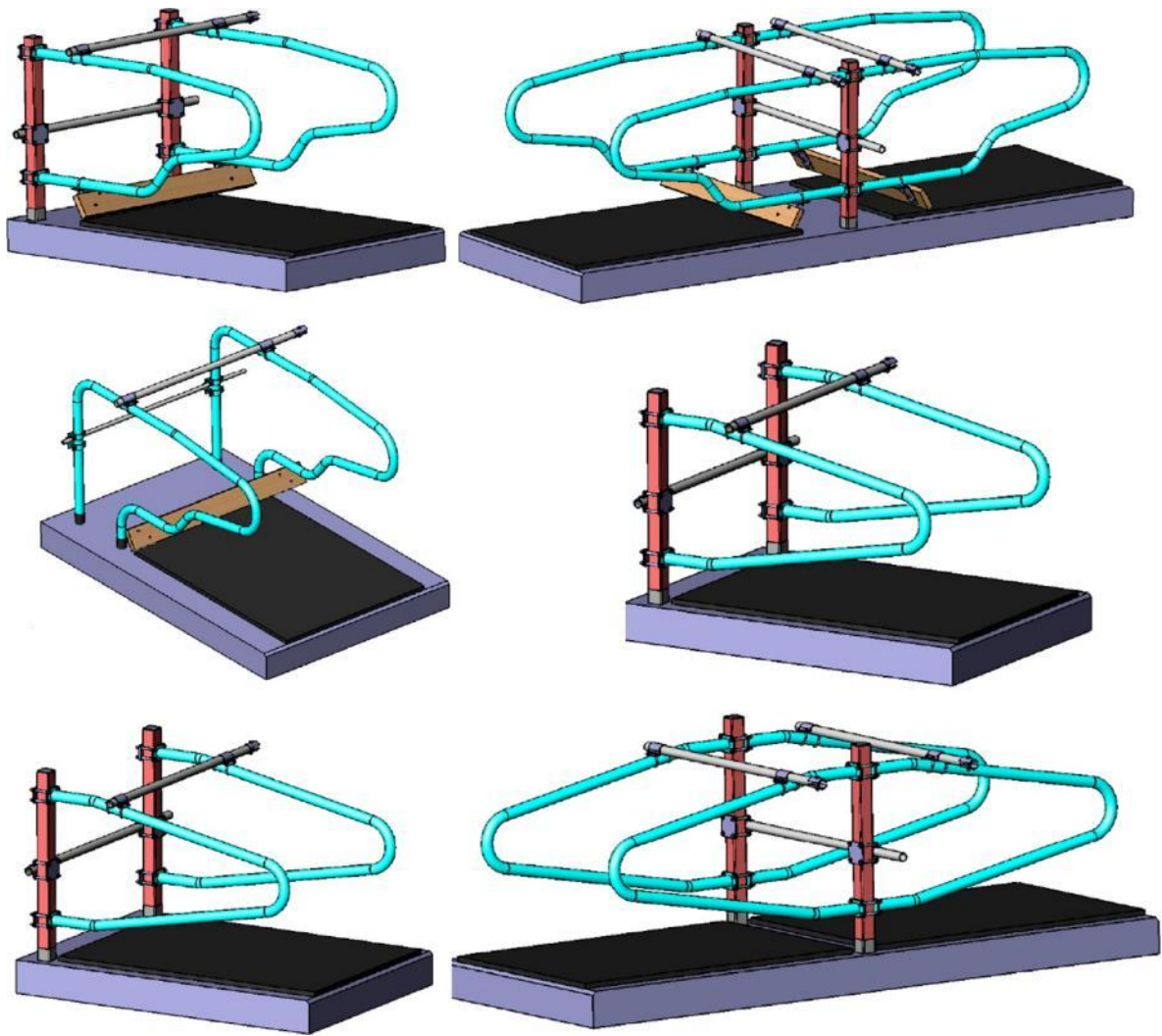


Рисунок 1.5 – Конструктивні модифікації боксового обладнання

Відомі бокси, що використовуються для великої рогатої худоби, можна представити декількома типами, в т.ч. з більш 10-а видами боксових перегородок, які роблять вплив як на стан і поведінку худоби, так і на витрати на це.

Конструктивне боксове устаткування взагалі включає боковини – боксові перегородки, на сьогодні – достатньо різноманітної форми. Вони повинні забезпечити направлений вхід в бокс, стояння з дефекацією за майданчик підлоги, комфортне лежання (правий, лівий бік) з поворотом голови назад, вставання і вихід. Контакт тварини з перегородкою бажаний мінімальний і такий, що не травмує.

Горизонтальні і вертикальні елементи контурів боковин зв'язані дугами великого радіусу, з яких слід виділити три основних: дуга «входу», що сполучає ззаду верхній і нижній подовжні контури і аналогічна – передня дуга, а також дуга отвору голови опукла вниз до висоти 150 – 250 мм над підлогою в нижньому контурі. Можна вказати, очевидно, доцільне положення дуги «входу», по висоті горизонтальної вершини в площині боковини на рівні половини висоти тварини в загривку – H_x . Нижні контури боковин, як правило, розташовуються, залишаючи вільною задню половину підлоги боксу для її прибирання в т.ч. технічними засобами. Застосовуються два види установки боковин :

– безпосередньо до підстави в площині підлоги бетонуванням або на анкерах, а на боковину закріплюються вже інші елементи конструкції устаткування. Таку боковину можна визначити такою, що несе, як базовий елемент конструкції;

– другий вигляд – установка на стоїчній, передній, вертикальній рамі, як правило, роз'ємними з'єднаннями. Такий тип конструкції стійлового устаткування можна визначити як рамний, а боковини як прийнято в європейській літературі – навісними.

По виготовленню контурів боковини є суцільні або стиковані гнуті і зварні для підвищення їх жорсткості. Верхній контур – горизонтальний або з ухилом назад боксу, нижній – вперед, з утворенням отвору для повороту голови худобою назад зниженням контуру горизонтально або дугою вниз.

Боковини з отвором для голови умовно назвемо відкритими.

Несучі боковини частіше двоопорні (кріпляться до підлоги двома кінцями дуги) з кроком $0 D_6 - 0,25 D_6$ або $0,25 D_6 - 0,5 D_6$ від передньої площини боксу, але відомі і мабуть економічні, одноопорні .

Переставні, навісні боковини кріпляться на круглі перетини рам хрестовими хомутами або по приварних плоских п'ятах на прямокутні елементи різьбовими з'єднаннями.

Стійлове боксове устаткування повинне ґрунтуватися на обліку 23 чинників і параметрів технічних і будівельних засобів. Причому, шість з них в

даний час не встановлені в ОНТП, а п'ять вимірів худоби – недостатньо вивчені, що очевидно заважає проведенню додаткових досліджень.

По конструкції боксове устаткування можна розділити на 2-а типи:

- відкрита несуча боковина з обмежувачами худоби по довжині боксу;
- відкрита навісна боковина з обмежувачами худоби по довжині боксу.

Боксове устаткування використовується в повнофункціональних, багаторядних секціях з системним ефектом і завжди вимагає комплексного розгляду в прив'язці до будівельних рішень, на даному етапі зокрема – до 3-х рядної секції з вільним кормом.

Таким чином, одним з напрямків вдосконалення устаткування разом з вибором більш обґрунтованих функціонально і конструктивних параметрів, безпосередньо боксу, є розробка раціональних конструкцій рядів боксів.

Необхідність удосконалення боковин, які або дуже універсальні, або абсолютно не мають об'єднуючих конструктивних рішень.

1.4 Висновки з розділу

1. Перевагами боксового утримання ВРХ є: відповідність фізіології тварин (не зафіксовані), нормована годівля, мала насиченість технікою, чітка спеціалізація працівників, мала трудомісткість праці, нижча собівартість продукції. В свою чергу недоліками є: однаковий раціон незалежно від продуктивності та інших характеристик тварин; комплектування корів у групи за продуктивністю та швидкістю молоковіддачі; погіршені санітарні умови; збільшена металоємкість.

2. У технологічних, технічних і об'ємно-планувальних рішеннях типових і нових молочних ферм із боксовим способом утримання є цілий ряд істотних недоліків, невідповідностей зональним умовам, порушень сучасних технологій утримання і обслуговування худоби, а також вимог охорони навколишнього середовища. При модернізації існуючих і будівництві нових ферм всі ці недоліки і невідповідності повинні бути усунені.

2. Для правильного вибору конструкції і параметрів стійлового обладнання необхідно враховувати масу тварин і особливості їхньої поведінки. Параметри боксів для корів слід визначати відповідно до даних, які рекомендовані нормами НТП 1-99.

3. Щоб виключити помилки, обумовлені різною інтенсивністю вирощування молодняка, при визначенні параметрів боксів необхідно керуватися не віком (як це прийнято в діючих нормах), а масою тварин.

1.5 Мета і завдання досліджень

Метою роботи є підвищення ефективності утримання великої рогатої худоби шляхом обґрунтування конструктивних параметрів боксового обладнання.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести аналіз елементів технології утримання та обслуговування великої рогатої худоби.

2. Проаналізувати конструктивні особливості стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання корів.

3. Розробити структурно-математичну модель тіла великої рогатої худоби.

4. Визначити конструктивні параметри стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання великої рогатої худоби.

5. Теоретично визначити міцність конструкції стійлового обладнання.

6. Провести експериментальних досліджень стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання ВРХ.

8. Визначити економічну ефективність використання стійлового обладнання.

2 СТРУКТУРНО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТІЛА ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

2.1 Структурно-морфологічна схема тіла великої рогатої худоби

Рухова діяльність худоби, зокрема ВРХ, є невід'ємною складовою у її життєдіяльності при виробництві тваринницької продукції (молока та м'яса). Відхилення від фізіологічно зумовленого природного руху тварини у процесі її ходіння, рухах при годівлі або поїнні, підхід або вихід із стійлового місця, свідчать про захворювання тварини або невідповідність використаного технологічного обладнання природній поведінці тварин. Як у першому, так і у другому випадку, це призводить до зниження продуктивності худоби.

Енергетичні витрати при механічному русі тварини повинні бути оптимізовані. У випадку перевантаження це призводить до стресу тварини та перевтоми, а у випадку недостатньої рухової діяльності – до гіподинамії та її негативних наслідків. Однак, наукових досліджень з кореляції між фізичним навантаженням тварин та його ефективністю при досягненні оптимальних показників продуктивності худоби для різних технологій і процесів на теперішній час недостатньо.

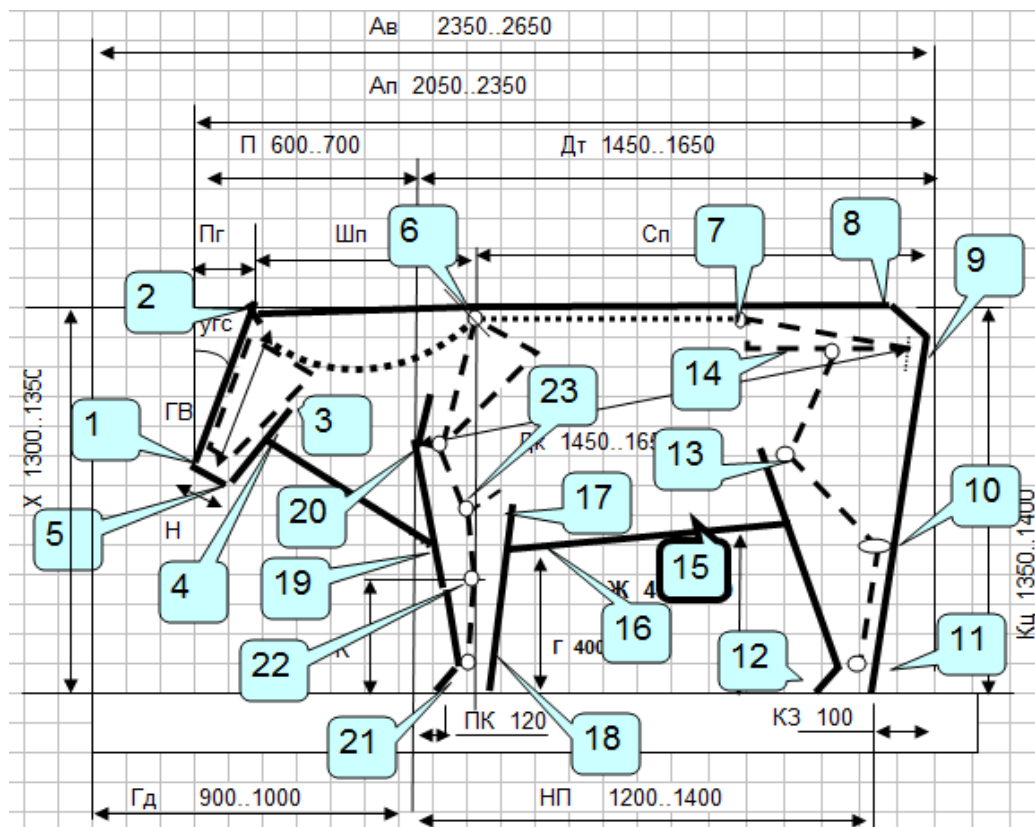
Предметом даних досліджень є біомеханіка рухового апарату тварини і взаємодія худоби з технологічними елементами середовища утримання з позиції механічного руху, як зооморфного механізму. Таким чином, основна задача дослідження, як зооінженерної біомеханіки, є визначення ефективного технологічного механічного руху в системі «тварина–машина» за критеріями продуктивності тварини, витратами енергії і ресурсів технологічних процесів на утримання худоби. Технологічна рухова задача, завдяки її структурно-функціональним властивостям виконується множиною різних способів, недостатньо на даний час з'ясованих. В роботах [23, 25, 29] досліджується мотиваційно-енергетична гіпотеза пояснення і проектування заданої технологічної рухової активності худоби при її взаємодії з елементами

середовища. Передбачається встановлення положення і руху худоби й частин її тіла у взаємодії з технічними засобами утримання, сил і моментів прикладених до рухомих сегментів, механічної роботи і оптимальних енерговитрат худоби і системи будівельно-технічних засобів її утримання.

Для вирішення задач визначена анатомічна, структурно-морфологічна схема тіла ВРХ. Структурно-інформаційна модель морфологічно-анатомічної будови тіла ВРХ складається з 54 анатомічних (основних) сегментів і лінійних ланок з граничними зоометричними контурними та суглобними точками. Зібрані дані і за методами тривимірного відеоаналізу отримані основні біометричні проміри вибірки червоно-степової та різної кровності голштинізованої худоби віком до 30 міс. Визначено анатомічну та технологічну рухомість основних частин тіла худоби в зонах утримання. Розроблено біомеханічну, контурно-стрижневу сагітальну схему тіла ВРХ

Для побудови і дослідження структурно-кінематичних і динамічних моделей взаємодії худоби з елементами технічних засобів його утримання необхідні масо-інерційні і геометричні параметри тварин, у тому числі у часовій динаміці. Рекомендуємо загальна біомеханічна контурна полігональна і контурна, шарнірно-стержнева, схема будови тіла великої рогатої худоби дані на рис. 2.1.

Можна виділити дві групи промірів: зоометричні і техніко-технологічні. Останні пов'язані з розробкою і використанням технічних засобів утримання і обслуговування худоби по конкретних процесах і машинах, їх доцільно використовувати при моделюванні процесів. Зоометричні проміри систематичні, ведуться в області зоотехнії для виявлення технологічних і морфологічних закономірностей будови тіла худоби і його біологічних і технологічних властивостей, зокрема по порідно-продуктивним масо-промірним характеристикам в часі. Вказані проміри можливо використовувати в біомеханіці: висота в загривку, грудях, пряма і коса довжина тулуба, ширина за лопатками, в маклоками та ін., а також використовуватися в перерахунках параметрів.



1 – ніс; 2 – лоб; 3 – щелепа; 4 – глотка; 5 – губа; 6 – холка; 7 – таз; 8 – кристець;
 9 – сідалище; 10 – скаковий суглоб; 11 – плюсна; 12 – ратиця задня; 13 – коліно;
 14 – мокляк; 15 - живіт; 16 – груди; 17 – лікоть; 18 – путо (п'ясток); 19 – грудина;
 20 – плече; 21 – ратиця передня; 22 – зап'ясть

Рисунок 2.1 – Структурно-морфологічна, біомеханічна, сагітальна
 схема тіла великої рогатої худоби з зоометричними точками

Схеми основних зоотехнічних промірів приведені на рис. 2.1. На рис. 2.2-2.6
 приведені графіки і рівняння регресії основних порідно-продуктивних масо-
 промірних характеристик великої рогатої худоби для біомеханічних досліджень і
 техніко-технологічних розробок процесів і технологічного обладнання, для
 побудови структурно-кінематичних схем зооморфних механізмів взаємодії
 худоби з технологічними елементами середовища його утримання на фермах.

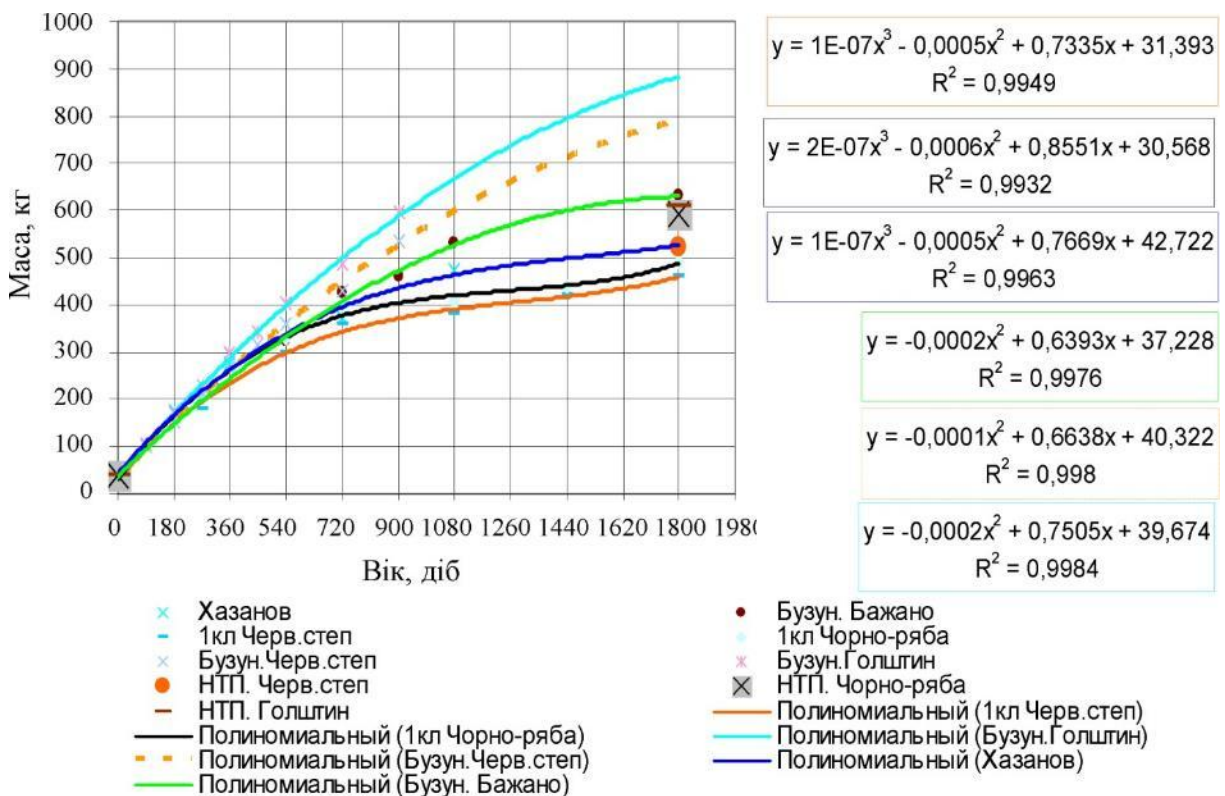


Рисунок 2.2 – Вікові масові зоометричні характеристики ВРХ

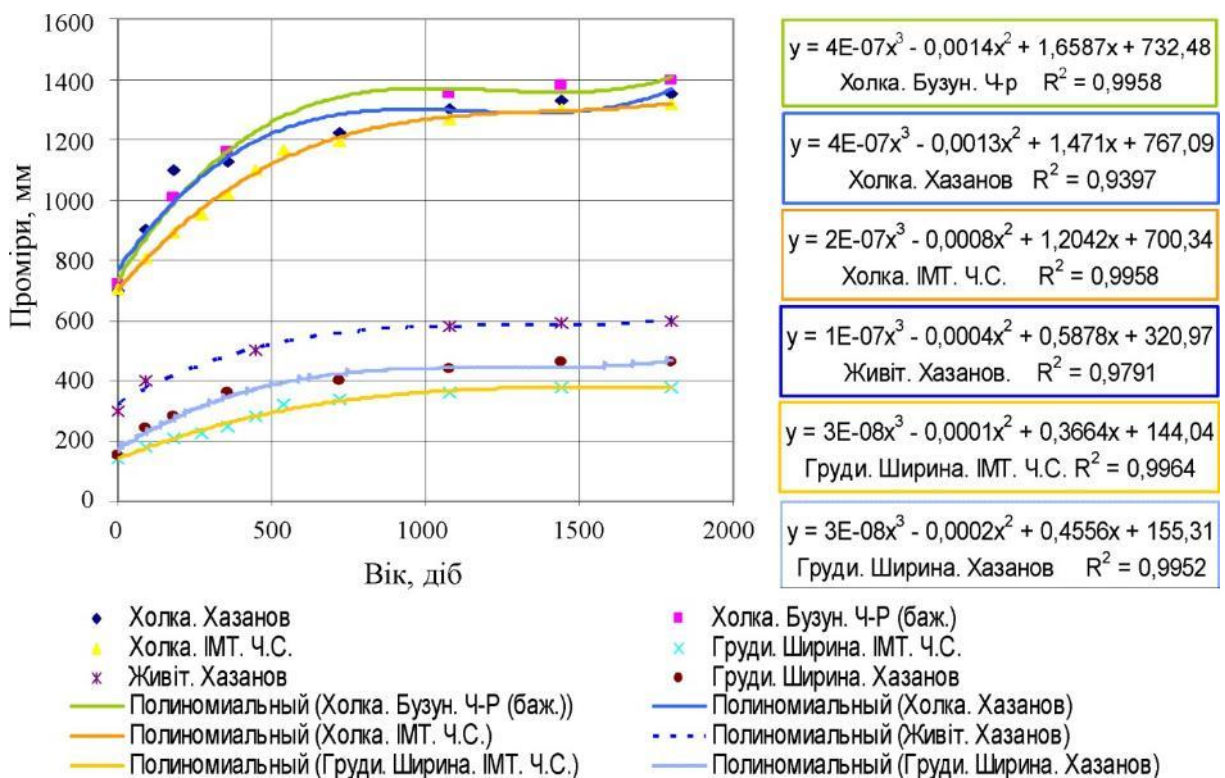


Рисунок 2.3 – Вікові промірні (висота і ширина) зоометричні характеристики ВРХ

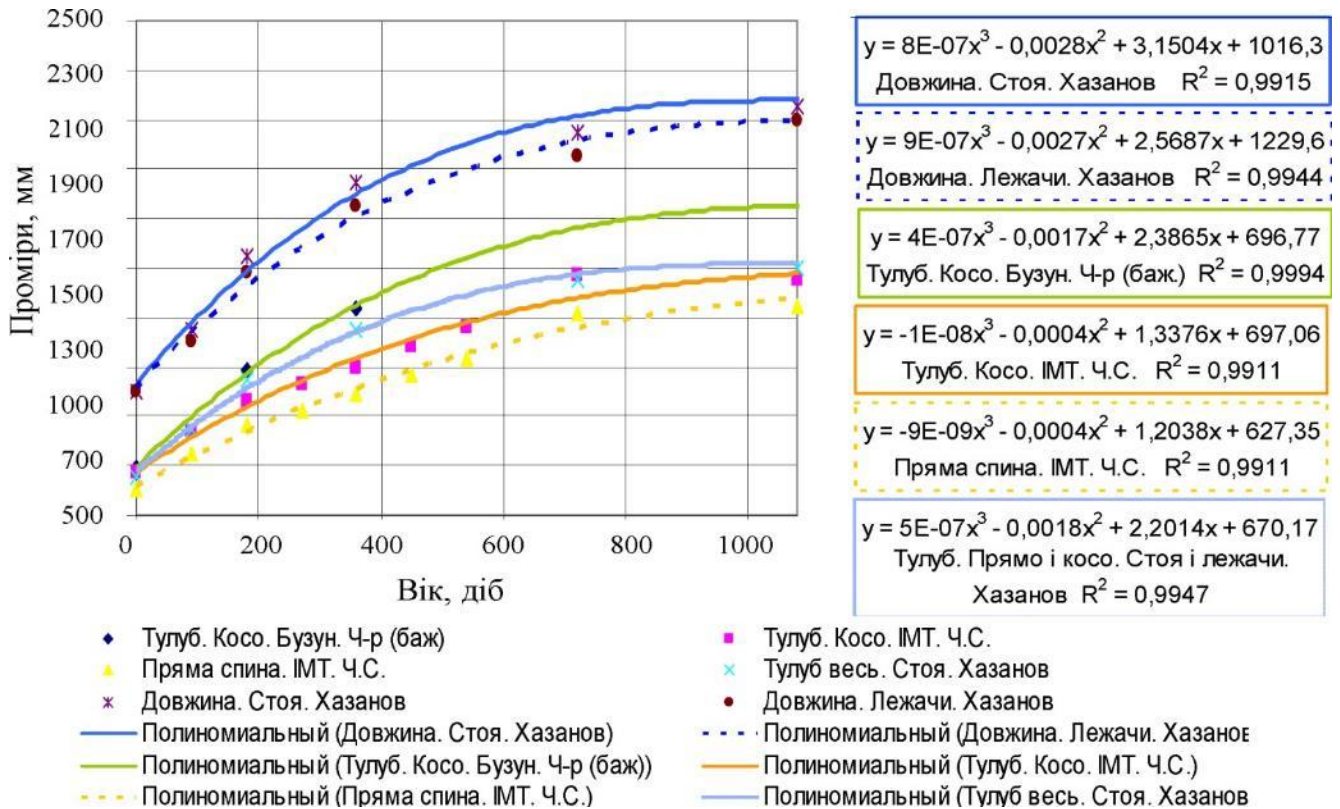


Рисунок 2.4 – Вікові промірні (довжина) зоометричні характеристики ВРХ

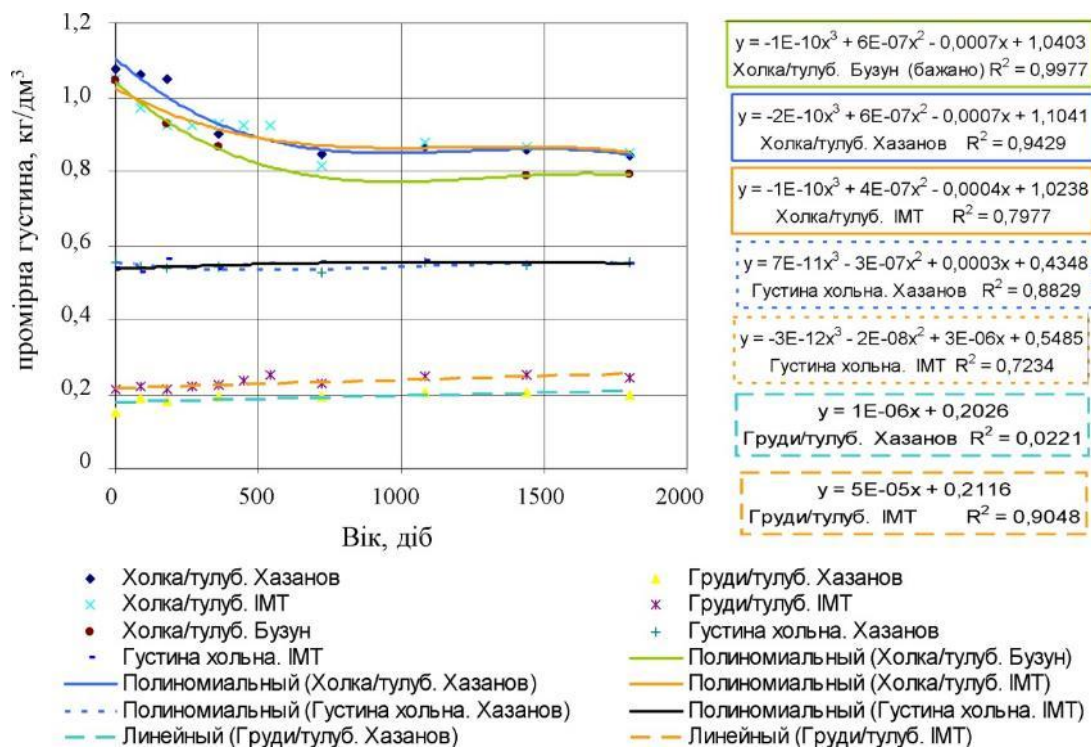


Рисунок 2.5 – Вікові промірні (густина) зоометричні характеристики ВРХ

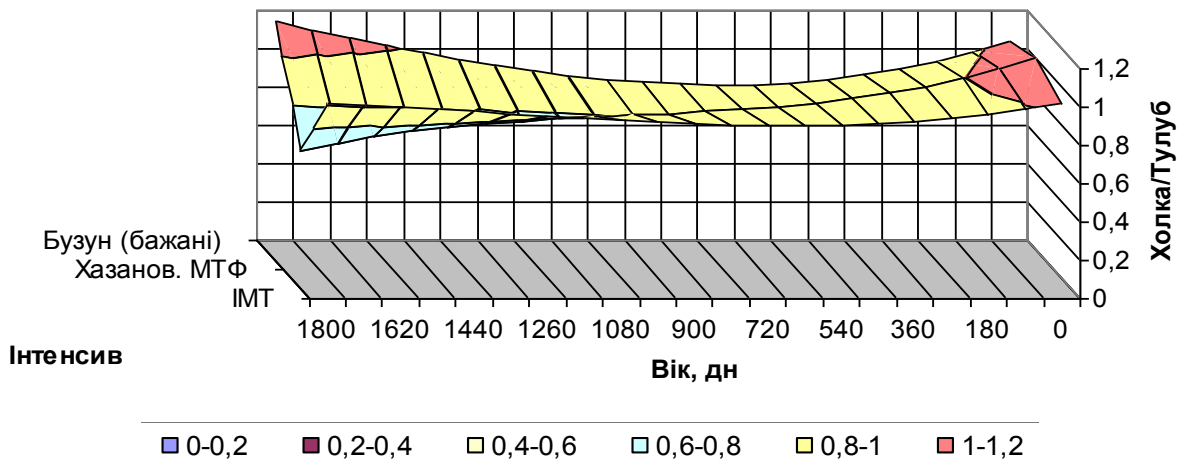


Рисунок 2.6 – Відношення висоти холки до довжини тулуба від віку природно-продуктивних параметрів (алометричний коефіцієнт)

Визначені базові, структурно-кінематичні схеми змінного, «ростучого» зооморфного механізму тіла ВРХ та за основними технологічними процесами утримування худоби: годівля, напування, відпочинок, випасання (рис. 2.7).

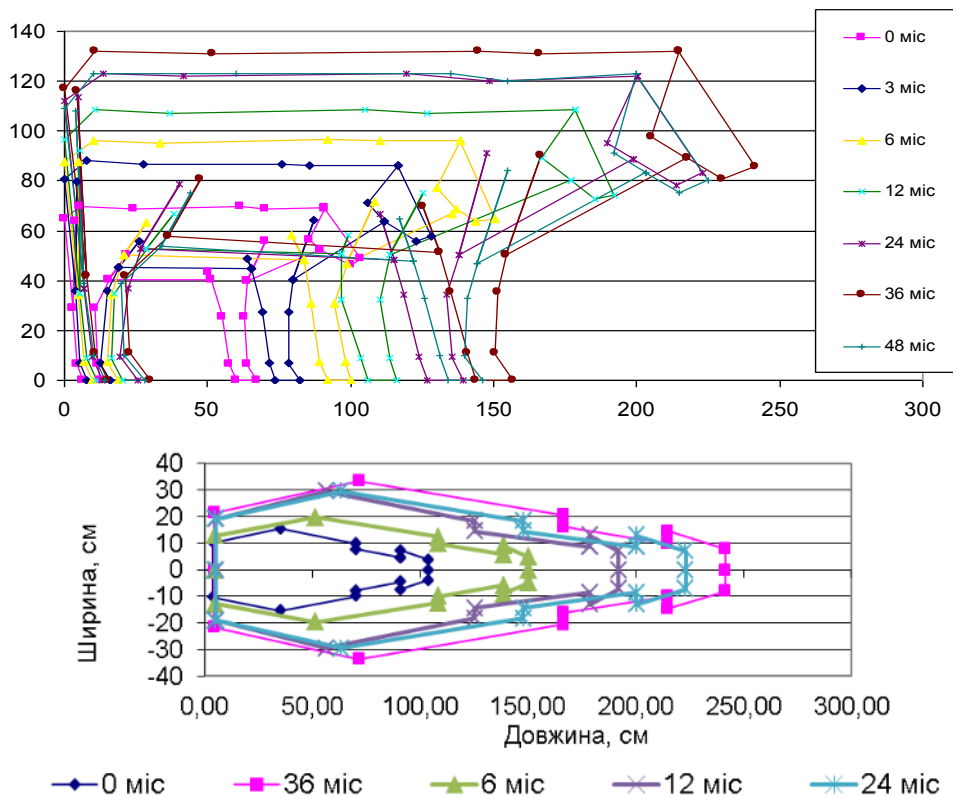


Рисунок 2.7 – Базові структурно-кінематичні схеми зооморфного механізму тіла ВРХ

2.2 3D-модель зооморфного механізму тіла великої рогатої худоби

Розроблені 3D- просторові (Solid Works) і 2D- плоскі (Universal Mechanism Lite 5.0) моделі зооморфного механізму тіла худоби (рис. 2.8).

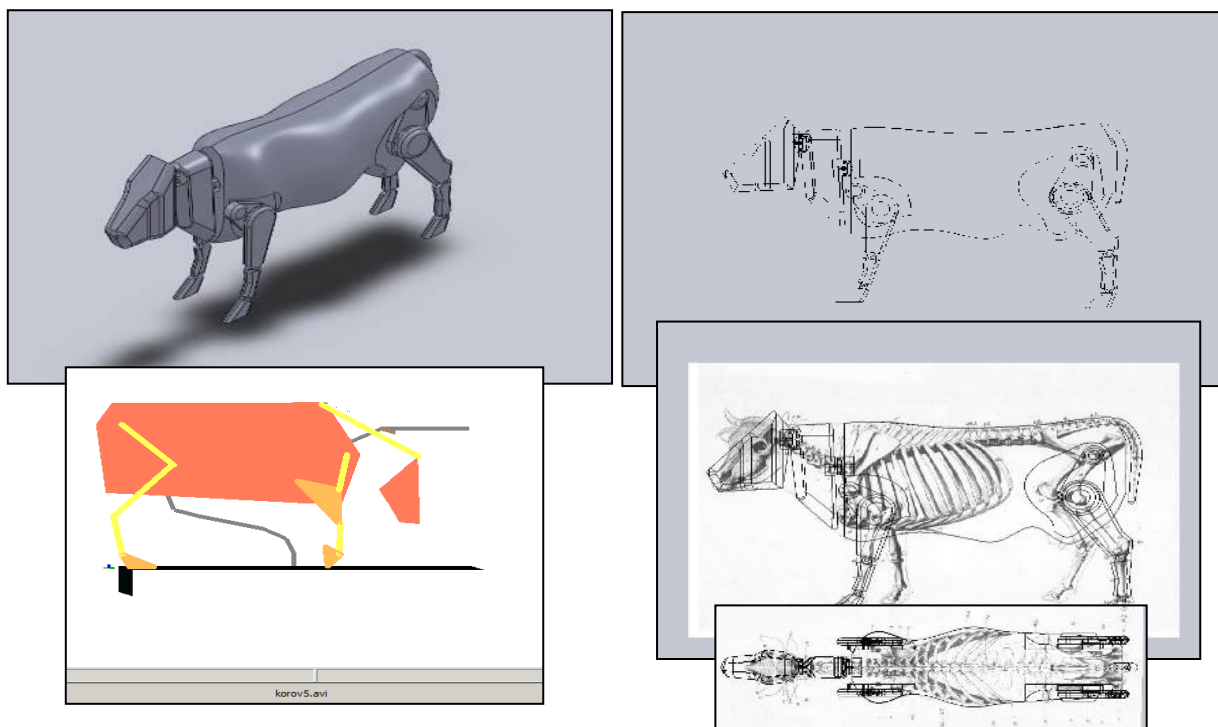
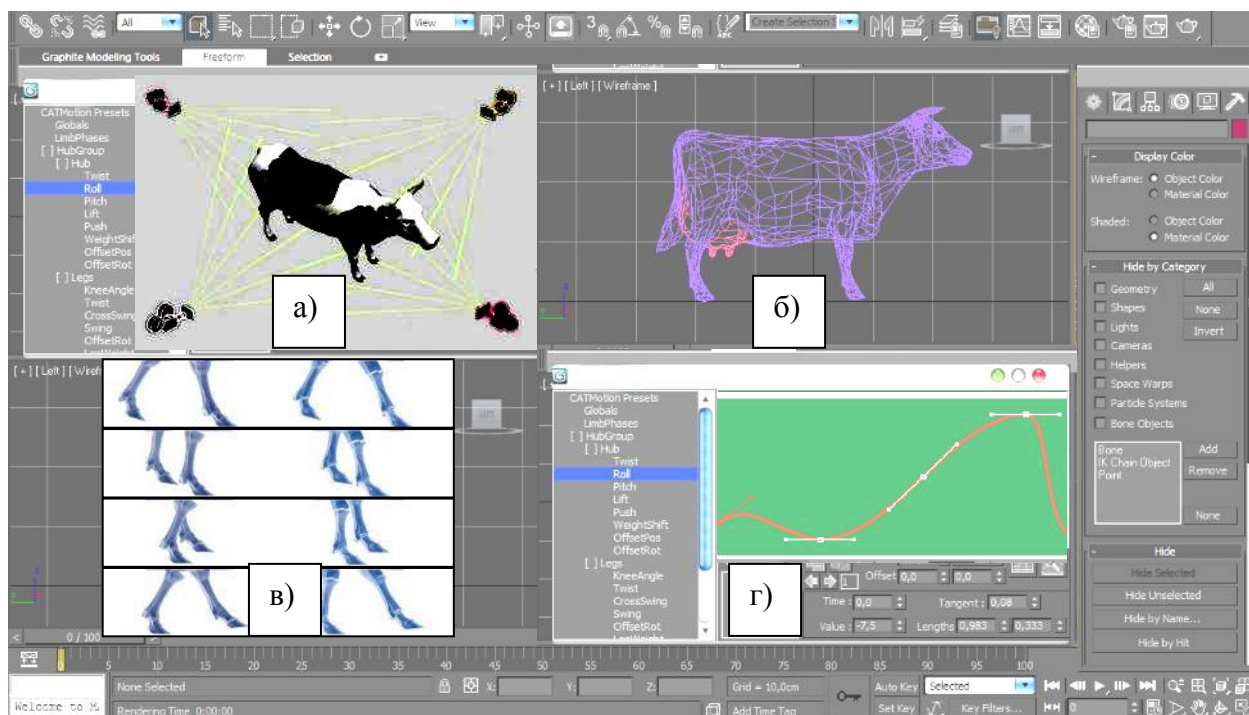


Рисунок 2.8 – 3D-просторові (Solid Works) і 2D-плоскі (Universal Mechanism Lite 5.0) моделі зооморфного механізму тіла худоби

З використанням тривимірних відеосистем (3D MAX, рис. 2.9) і циклоподографії досліджені геометричні і кінематичні параметри ходіння худоби, як основної рухової взаємодії біомеханічного ланцюга кінцівок ВРХ з опорною поверхнею та її структура: 2-ві двоопорних, діагональних фази (63% циклу), що чергуються з триопорною, і 4 переносних фаз (37 %); темп рухів 64–101 крок/хв., довжина кроку 0,47–0,75 м, швидкість 0,6–2,11 м/сек.

При нормальному темпі ходіння (83 % вибірки) тварина при пересуванні чергує опору на дві ноги з опорою на три, а двоопорний період кінцівок однієї сторони чергується з двоопорним періодом діагональних кінцівок. При швидкому кроці відбувається чергування двоопорного періоду (поперемінно діагональних і

бічних) з одноопорним. Інтерпретація результатів відеоаналізу здійснювалась за допомогою тестових оцінок та з використанням теоретичних моделей. Кінетику кінцівок визначено методом зворотної кінематики, дані якої піддавались фільтрації. Результати відеоаналізу представляють, в т. ч. наочно, біомеханічні норми і порушення, дозволяють кількісно ідентифікувати індивідуальні кінематичні особливості руху тварин, внести доповнення до процесу або устаткування.



а – схема дослідження: відеозоометрія; б – 3D модель корови; в – циклоподограма ходіння; г – траєкторія руху вершини медіальної ратиці лівої передньої кінцівки у фазі переносу

Рисунок 2.9 – Дослідження з використанням тривимірних відеосистем (3D MAX) 3D-контурної моделі худоби, геометричних і кінематичних параметрів тіла і ходіння худоби

З використанням відеозаписів руху тварин, модифікованих нами і існуючих, доступних 3D моделей худоби (рис. 2.10) і засобів тривимірного моделювання програми 3ds Max розроблено методику створення і програмно-апаратні моделі

худоби і їх зооморфних біомеханічних моделей, які дозволяють отримати, ряд кінематичних і масо-промірних характеристик худоби по процесам їх життєдіяльності: координати точок частин тіла і траєкторії їх досліджуваних рухів, в т. ч. ходьби, швидкості і прискорення точок, об'єми і центри мас сегментів тіла моделей тварин.

За обґрунтованою раніше структурою біомеханічної моделі тіла худоби, ізометричними зображеннями і 3D моделями худоби з використанням інструменту (системи) «Кістки» (Bones) програми об'ємного моделювання 3ds Max побудована програмно-апаратна динамічна стрижнева модель ІК-скелету корови з точковими 3-мірними шарнірами і зворотною кінематикою під керуванням системних контролерів ПІ- та ІК-рішення (ПІ, ІК Solvers) (рис. 2.11).

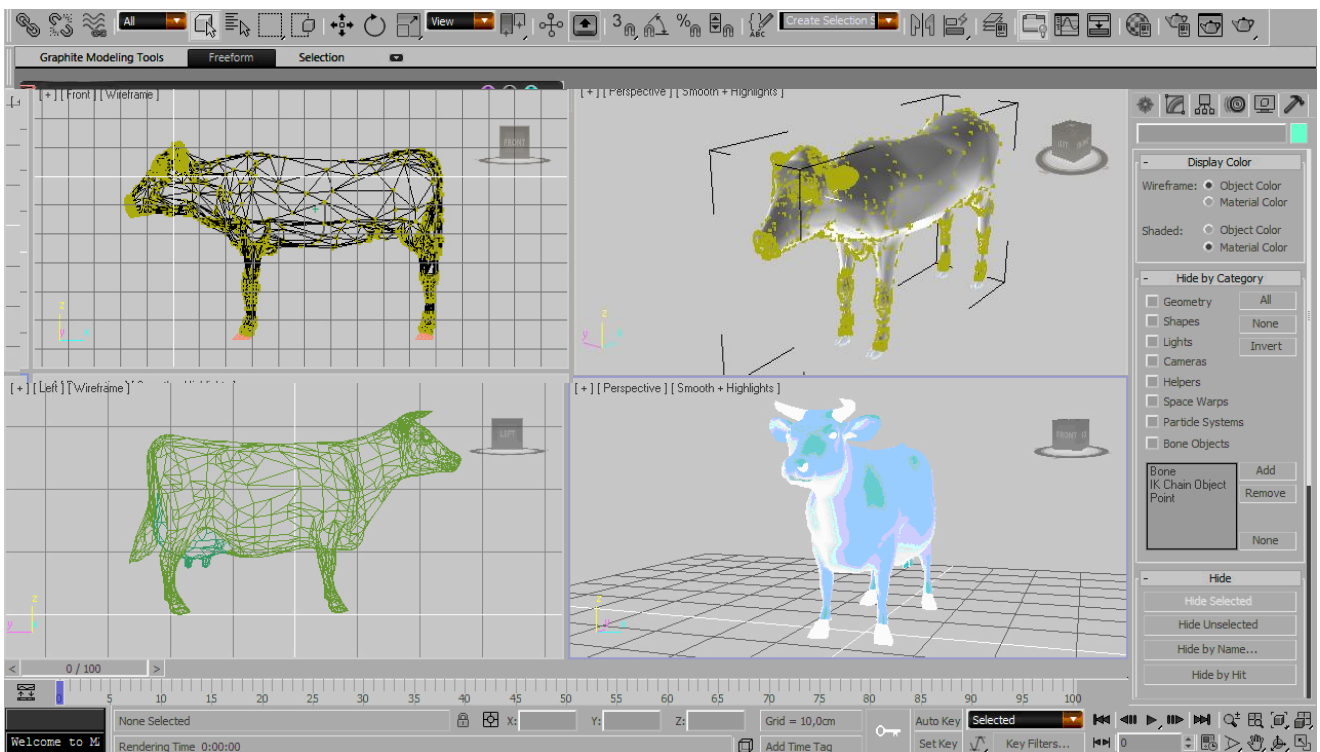


Рисунок 2.10 – 3D.max- моделі худоби досліджень: корова – «вільна» модель (frame net), теля (верхня панель)

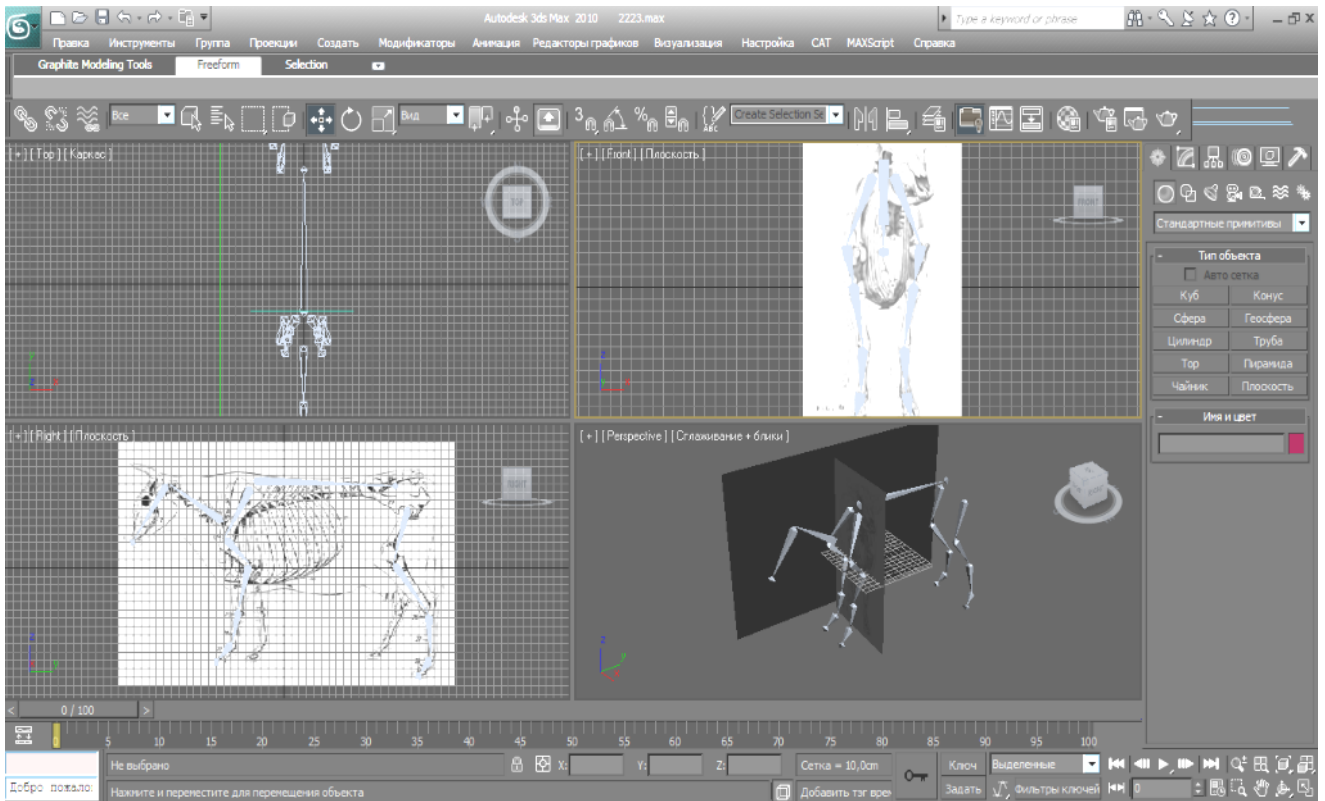


Рисунок 2.11 – Побудова елементарної 3-мірної стрижневої моделі з точковими шарнірами динамічного ІК-скелету корови за аксонометричним зображенням

За розробленою методикою, з використанням орієнтуємих і масштабуємих по зображенню корови на розкадровці відео зйомки допоміжних проєкційних площин сцени, методом «ключів» (рис. 2.12) в програмі 3ds Max побудована програмно-апаратна імітаційна модель подвоєного кроку (цикл) ходьби корови, як руху зооморфного механізму створеного, вищевказаного її елементарного ІК-скелету (рис. 2.13).

Модель дозволяє отримати практично всі кінематичні параметри ходьби худоби, як у графічному так і числовому і кодовому виразах (рис. 2.14).

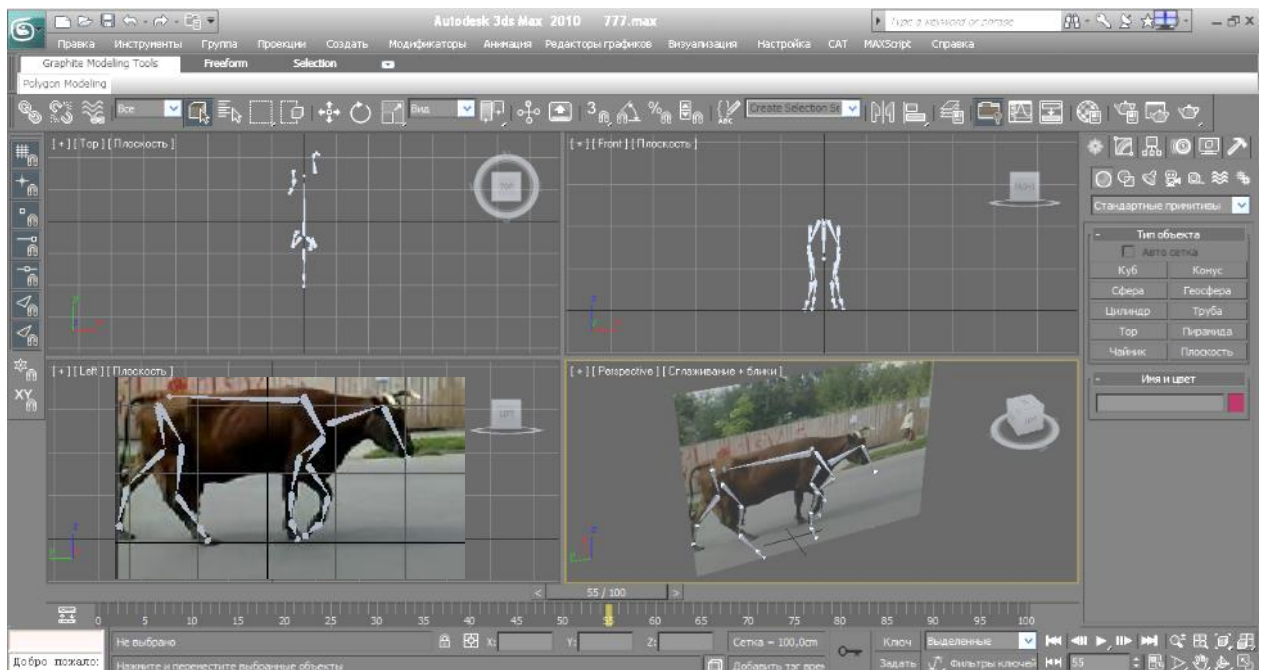


Рисунок 2.12 – Побудова ключів імітаційної 3-мірної моделі подвоєного кроку

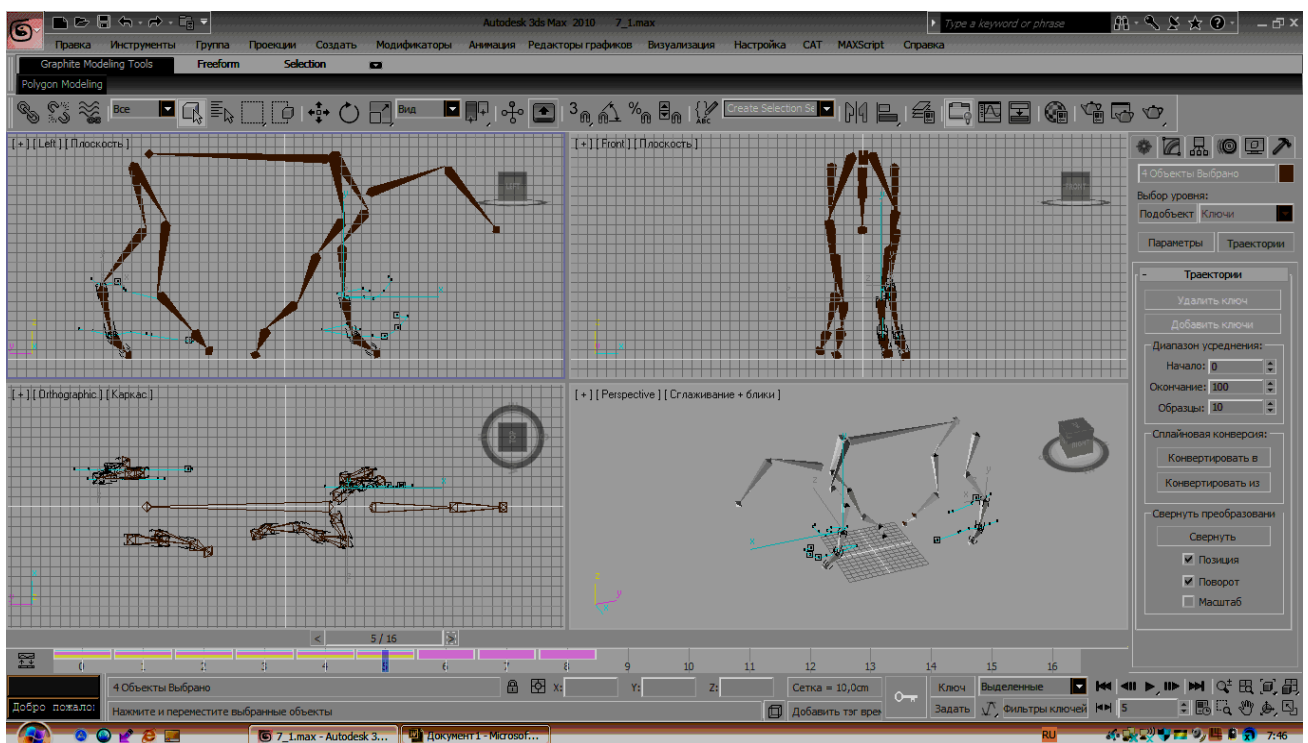


Рисунок 2.13 – Імітаційна модель подвоєного кроку - цикл ходьби зооморфного механізму ІК-скелету корови, побудована методом ключів по розкадровці відео зйомки. На видах подано траекторії руху суглобних точок кінцівок

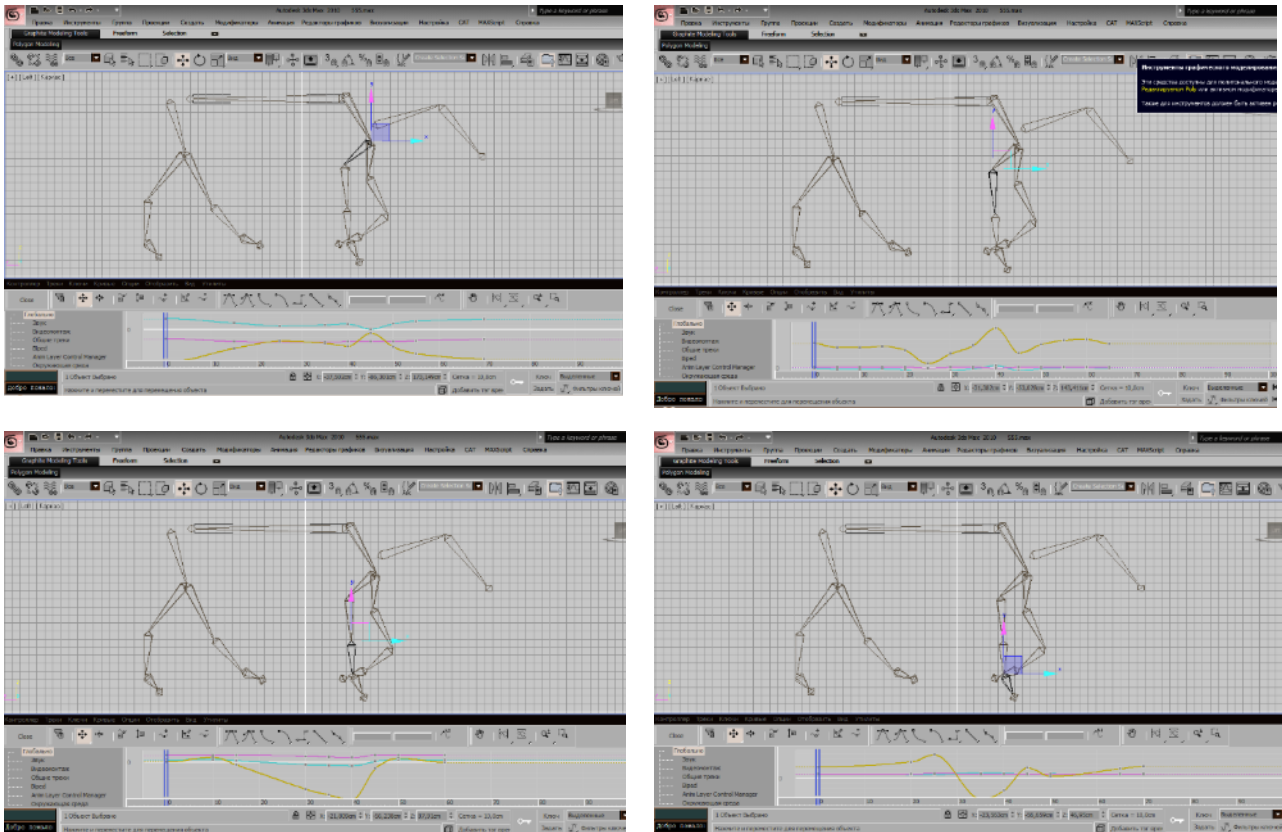


Рисунок 2.14 – Графіки кінематичних параметрів руху суглобних точок передньої кінцівки імітаційної моделі подвоєного кроку ходьби зооморфного механізму корови – координати, швидкості

Проведені дослідження показали, що стабільність імітації ходьби худоби системними ІН і ІК-контролерами програми незадовільні – асинхронізм спостерігається вже на 15-20-му циклах, значна варіабельність траєкторій руху точок, тобто задача моделювання ходьби худоби на сьогодні не вирішена, навіть в такому програмно-апаратному мегапродукті як Autodesk 3ds Max 2010 і потребує подальшої розробки і на нашу думку це можливо при розробці нами функціонального управління імітаційною моделлю ходьби і інших рухів худоби, особливо при їх практичному впровадженні в системі керування стадом на виробництві, а це потребує подальших теоретичних і експериментальних досліджень біомеханіки процесів утримання худоби. Втім ряд кінематичних параметрів, отриманих на перших циклах розробленого імітаційного

моделювання можуть бути використані (з їх подальшим уточненням) при розробці конструктивно-технологічних рішень перспективного устаткування для діагностики фізіологічно-клінічного стану худоби в системі керування молочного стада.

2.3 Висновки з розділу

1. Для механіко-математичного аналізу представлено тіло худоби (біомеханічна модель) як опис тіла тварини 51-67-ми контурними, полігональними структурами, об'єднаними в контурно-стержневу, шарнірну схему тіла худоба. Тіло худоби і його частини і області є пружні, м'язово-кісткові утворення (фізичні тіла) з шкірною або шкірно-м'язовою оболонкою і жорсткими ланками у вигляді кісток скелета (кісткова система). У окремих перетинах кордону поверхні тіла утворюються контури, а види на поверхнях перетину – плоскі контурні схеми. При представленні кісток стержнями, а суглобів шарнірами виходять контурні шарнірно-стержневі моделі тіла худоби по перетинах. Зважаючи на симетричність тіло худоби приймаємо, що плоскі сагітальні контурно-стержневі моделі обох сагітальних поверхонь дзеркальні.

2. Для побудови і дослідження структурно-кінематичних і далі динамічних моделей взаємодії худоби з елементами технічних засобів його утримання визначено основні продуктивні, масові і геометричні параметри і залежності будови тіла тварин, у тому числі у часовій динаміці.

3. Проміри виконані за відомими методиками фотограмметрії по масштабованим фотознімкам худоби. З використанням пакетів програми системи 3D MAX отримані біометричні проміри вибірки червоно-степової та різної кровності голштинізованої худоби віком до 30 міс. і формувались текстові файли координат маркерів для подальшого аналізу і моделювання в Excel і MathCad. Розроблені 3D просторові (Solid Works) і 2D плоскі (Universal Mechanism Lite 5.0) моделі зооморфного механізму тіла худоби на опорі.

4. З використанням тривимірних систем (3D MAX) досліджені геометричні і кінематичні параметри ходіння худоби, основної взаємодії біомеханічного ланцюга ВРХ з опорною поверхнею та її структура, що включає: 2-ві двоопорних, діагональних фази (63% циклу), що чергуються з триопорною, і 4 переносних фаз (37%); темп рухів 64 – 101 крок/ хв., довжина кроку 0,47 – 0,75 м., швидкість 0,6 – 2,11 м./сек. При нормальному темпі ходіння тварина чергує опору на дві ноги з опорою на три. Відео аналіз дозволяє, ідентифікувати індивідуальні кінематичні особливості руху тварин, вносити вдосконалення до процесу і устаткування їх утримання.

5. За структурою біомеханічної моделі тіла худоби, ізометричними зображеннями і 3D моделями худоби з використанням інструменту «Кістки» (Bones) програми 3ds Max побудована програмно-апаратна стрижнева модель ІК-скелету корови з точковими 3-мірними шарнірами і зворотною кінематикою під керуванням системних контролерів (HI, IK Solvers).

6. З використанням орієнтуємих і масштабуємих по зображенню корови на розкадровці відео зйомки допоміжних проекційних площин сцени програми, методом «ключів», в програмі 3ds Max побудована програмно-апаратна імітаційна модель подвоєного кроку (цикл) ходьби корови, як руху її елементарного ІК-скелету. Модель дозволяє отримати практично всі кінематичні параметри ходьби худоби, як у графічному так і числовому і кодовому виразах. Розроблено імітаційну, комп'ютерну 3D-модель руху статичної моделі тіла корови і його виділених частин (голова, шия, тулуб, зап'ястя, п'ясти, гомілка і плюсна) на стрижневому, точково-шарнірному ІК- скелеті при ходьбі зооморфного механізму корови.

3 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ СТІЙЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БОКСОВОГО УТРИМАННЯ ВРХ

3.1 Визначення габаритних розмірів стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання ремонтного молодняка ВРХ

На основі проведених досліджень та отриманих графіків зміни розмірів ВРХ від їх маси були побудовані залежності довжини і ширини боксів від маси тварин, які наведені на рис. 3.1.

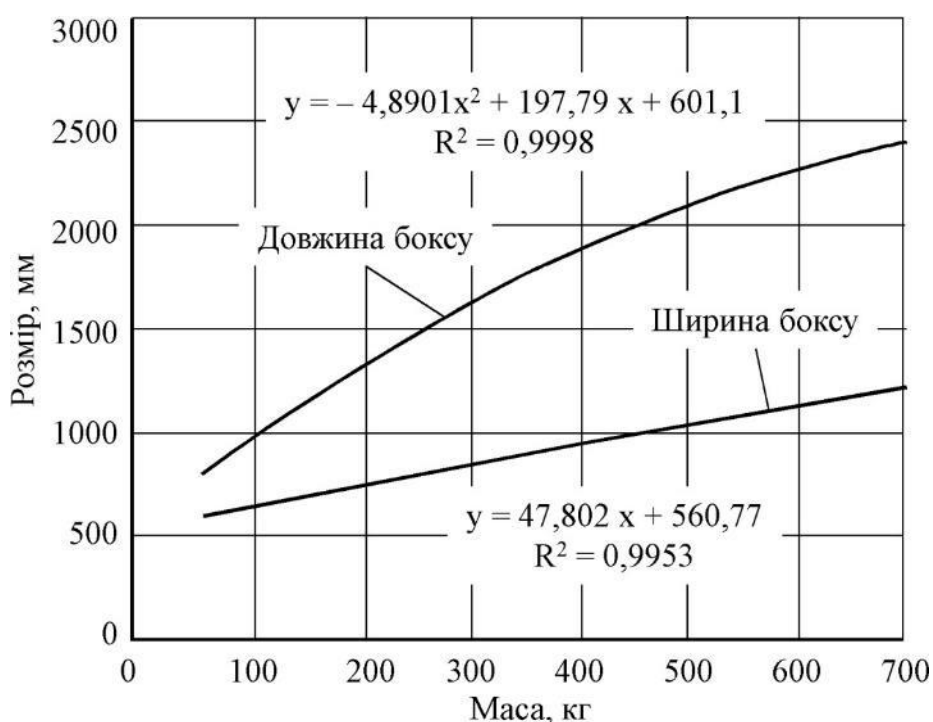


Рисунок 3.1 – Залежність довжини і ширини боксів від живої маси тварин

Весь цикл вирощування з урахуванням біологічних особливостей тварин, розділений на 7 фаз, кожній з яких відповідає задана початкова і кінцева маса. Відповідно до графіків зміни розмірів тварин від їх маси можна графічно змодельовати контури тварин на початку і в кінці кожної фази (рис. 3.2).

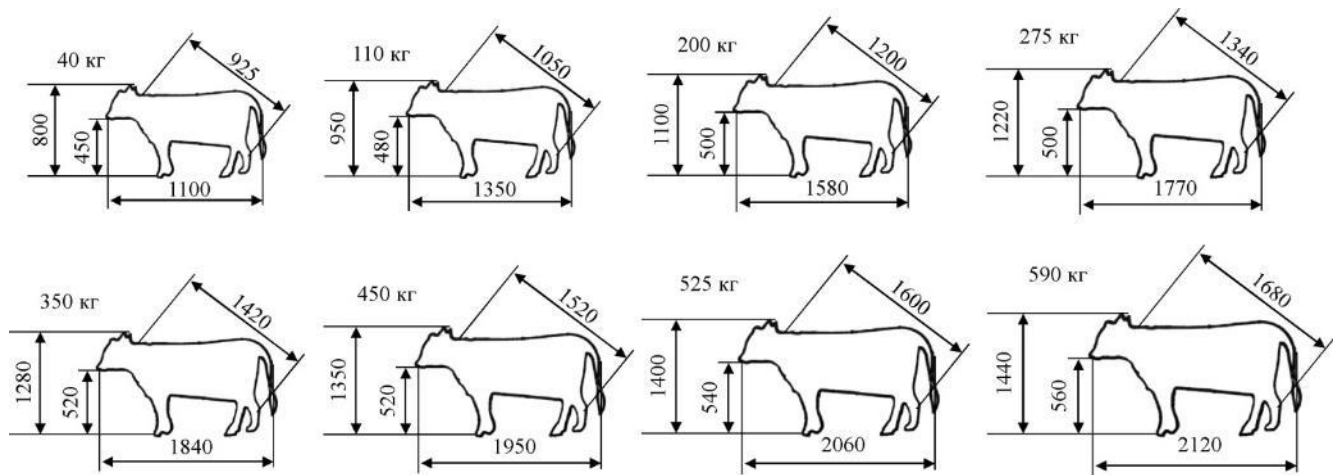


Рисунок 3.2 – Проміри великої рогатої худоби різної маси

Наклавши отримані моделі на форми стійлового обладнання, були уточнені форми і розміри подільників боксів для кожної фази вирощування ремонтного молодняка.

Знайдені за допомогою рис. 3.2 і уточнені при моделюванні параметри боксів для кожної з фаз циклу вирощування молодняка наведені в табл. 3.1. Крім довжини і ширини боксу важливими його параметрами є висота установки шийного обмежувача, відстань від краю боксу до грудної дошки і відстань між підлогою боксу і нижньої дугою роздільник. Рекомендовані значення цих параметрів також наведені в табл. 3.1. Ширина боксів в табл. 3.1 прийнята для маси тварин в кінці кожної фази. Різниця в довжині боксів на початку і в кінці кожної фази становить 100-200 мм. В межах цієї різниці корисна довжина боксу може змінюватися за допомогою обмежувача, рухливо закріплюється на роздільниках боксів. Порівнявши довжину боксів, отриману запропонованим методом, з даними табл. 1.1, можна легко побачити, що бокси, рекомендовані чинними нормами технологічного проектування НТП 1-99, коротше, ніж потрібно, на 300-400 мм, що є неприпустимим.

Таблиця 3.1 – Параметри боксів для ремонтного молодняка ВРХ

Параметри		Фаза циклу						
		1	2	3	4	5	6	7
Маса тварини, кг	На початку фази	40	110	200	275	350	450	525
	В кінці фази	110	200	275	350	450	525	590
Довжина боксу, мм		1300	1600	1700	1800	1900	2100	2300
Ширина боксу, мм		600	750	850	900	1000	1100	1200
Висота боксу, мм		800	1000	1100	1150	1150	1200	1200
Відстань від полу до нижньої дуги роздільника, мм		260	340	400	500	550	550	500
Відстань від грудної дошки, мм		1000	1200	1300	1400	1500	1600	1800

Таким чином, параметри боксів для ремонтного молодняка слід визначати в два етапи. Спочатку за заданим графіком зростання живої маси обчислюють вікові межі кожної з фаз циклу вирощування. Потім, користуючись залежністю розмірів боксу від живої маси і знаючи масу тварин на початку і кінці кожної фази, знаходять відповідні цим фазам довжину і ширину боксів.

Визначення розмірів боксів по масі, а не за віком тварин, дозволяє виключити помилки, обумовлені різною інтенсивністю вирощування молодняка.

3.2 Обґрунтування форми стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання ремонтного молодняка ВРХ

Для розроблення сучасного комфортного стійлового обладнання для боксового утримання великої рогатої худоби, зокрема, для молодняка і розроблення його типорозмірного уніфікованого ряду для ферм великої рогатої худоби при одночасному зниженні його металомісткості. Проведено збір і аналіз інформації за технологічними й економічними (вартісними) показниками боксового обладнання для великої рогатої худоби в Україні та кордоном провідних виробників – «Брацлав», «Агросоюз», «Вестфалія Сьорж Україна» та ін., зокрема більш як 10 типів боксів – «Comfort», «Euronorm», «Pilzform», РСF, «Cordoba» та ін. Встановлено, що вітчизняні виробники боксового обладнання фактично копіюють форму зарубіжного боксового обладнання: наприклад

«Брацлав» – фірму «Vonrath» (Німеччина), «Вестфалія Сьорж Україна» – фірму «Allie Agrartechnik» (Німеччина) та ін. Проведено патентні дослідження стійлового обладнання для боксового утримання молодняка ВРХ.

Відоме боксове обладнання для безприв'язного утримання великої рогатої худоби, яке містить трубчасту конструкцію з вигнутими елементами закріплену на підлозі. (ФРГ, патент № 2936090, А01К1/00, від 12.03.1981). Недолік зазначеного боксового обладнання полягає в обмеженні комфортності тварин у боксі.

За прототип обрано боксове обладнання для утримання ВРХ (Liegeboxen Comfort фірма Allie Agrartechnik GmbH, Німеччина), яке включає огороження з двох боків, що закріплені нахальною трубою.

Недоліком зазначеного прототипа є обмеження рухомості голови тварини яка лежить на підлозі боксу, що знижує комфортність її відпочинку і внаслідок чого і продуктивність господарського використання.

В основу поставлена задача створення боксу для утримання ВРХ, в якому, завдяки виконанню частини трубної загорожі зверху із двох частин, одна з яких виконана горизонтальною, а друга виконана з нахилом під кутом, що забезпечує рухомість ВРХ у боксі і більшої свободи голови лежачої ВРХ. Таким чином це призводить до покращення комфортності відпочинку ВРХ в боксі і позитивно впливає на продуктивність ВРХ.

Суть корисної моделі ілюструється кресленнями, де на рис. 3.3, а – зображено боксове обладнання для ВРХ – вид збоку, ВРХ стоїть, на рис. 3.3, б – вид збоку, ВРХ лежить прямо, на рис. 3.3, в – вид збоку, ВРХ лежить, голова повернута назад і на бік, на рис. 3.3, г – вид у плані, ВРХ лежить прямо, на рис. 3.3, д – вид у плані, ВРХ лежить, голова повернута у бік, на рис. 3.3, е – вид у плані, ВРХ лежить, голова повернута назад і на бік, на рис. 3.3, є – вид спереду, ВРХ лежить прямо і на рис. 3.3, ж – вид спереду, ВРХ лежить, голова повернута у бік.

Боксове обладнання для утримання ВРХ включає поміст 1, трубну загорожу, кожна з яких складена з нижньої частини 2, жорстко закріпленої до помісту 1, та верхньої частини, яка складена з двох відрізків: горизонтального відрізка 3,

розміщеного ближче до входу у боксовому обладнанні і з'єднаного з нижньою частиною 2 трубною загорожі, та відрізка 4 розташованого під кутом і жорстко з'єднаного з горизонтальним відрізком 3 і нахольним брусом 5. Відрізок 4 виконаний з нахилом під таким кутом до горизонтального відрізка 3, дозволяє лежачий у боксовому обладнанні ВРХ вільний поворот голови. Горизонтальний відрізок 3 верхньої частини трубною загорожі розміщений на висоті 0,65-0,75 висоти ВРХ у холці. Боксове обладнання для утримання ВРХ використовується таким чином. Перед постановкою ВРХ у боксове обладнання, обмежувальний нахольний брус 5 жорстко закріплюється до відрізка 4 верхньої частини трубною загорожі на висоті 0,75-0,95 висоти ВРХ у холці, в залежності від віку і маси ВРХ що утримується, таке розміщення не перешкоджає ВРХ вільно заходити в боксове обладнання, стояти (рис. 3.3, а), лежати в різних положеннях частин тіла (рис. 3.3, б–ж), вставати і виходити з боксового обладнання. ВРХ заходить в боксове обладнання і проходить до нахольного бруса 5, який обмежує пересування ВРХ вперед (рис. 3.3, а). Більше 55 % часу доби ВРХ відпочиває лежачи на підлозі 1 в боксовому обладнанні, в тому числі значну частину часу повернувши голову назад і поклавши на бік (рис. 3.3, в, е).

При цьому зона повороту голови у бік лежачої ВРХ виходить за межі ширини боксового обладнання по вертикальним площинам бокових огорожень (рис. 3.3, ж), а відрізок 4, верхньої частини огорожі, забезпечує вільний поворот голови ВРХ у бік (рис. 3.3, д, ж). Виходить ВРХ з боксового обладнання задом. Виконання верхньої частини трубних загорож із двох відрізків (горизонтального 3 і відрізка 4) обмежує розворот ВРХ в боксове обладнання і її бокові пересування, але дозволяє вільний рух голови лежачої ВРХ, що створює комфортні умови і сприяє підвищенню продуктивності ВРХ. Закріплення нижньої частини 2 трубною загорожі до поміст 1 в передній частині боксового обладнання забезпечує свободу положення задніх кінцівок лежачої ВРХ.

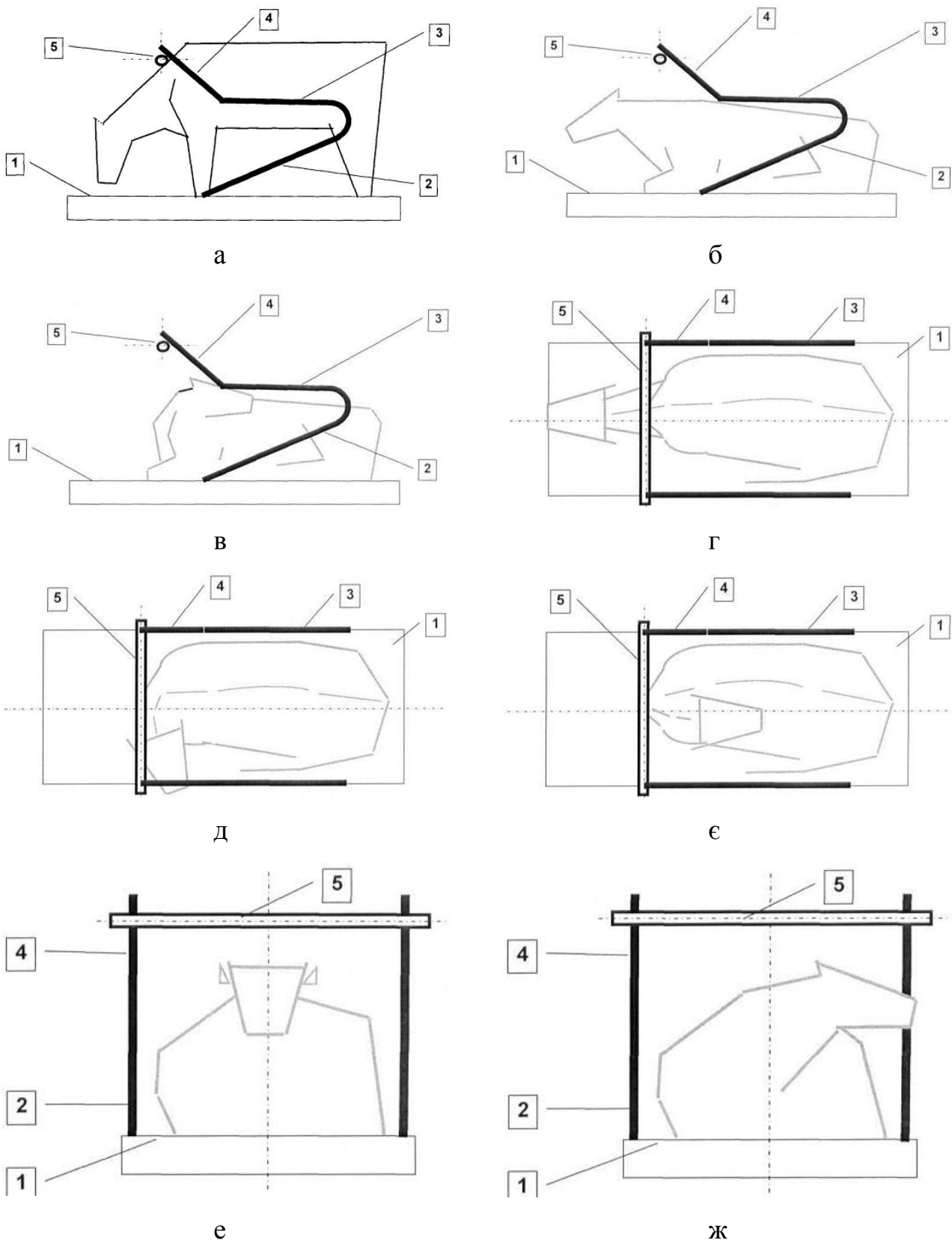


Рисунок 3.3 – Конструктивно-технологічна схема боксового обладнання для ВРХ

Для визначення технологічно-конструктивних параметрів боксового обладнання, його окремих частин і елементів, а також типорозмірного ряду боксового устаткування, в залежності від масо-промірних вікових і породних характеристик ВРХ, розроблено функціонально-конструктивну схему для розрахунку боксів для великої рогатої худоби (рис. 3.4).

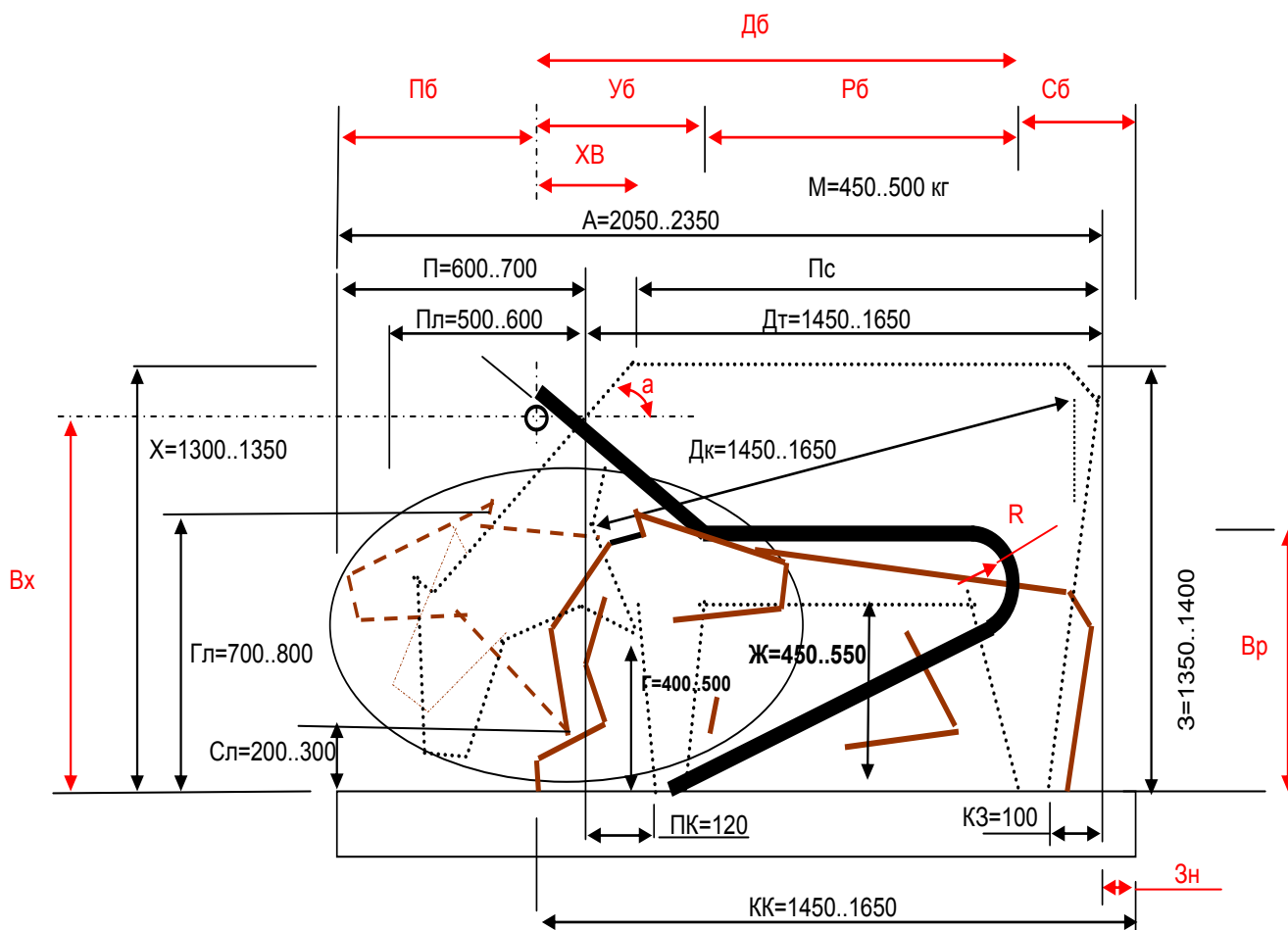


Рисунок 3.4 – Функціонально-конструктивна схема розрахунку боксів для великої рогатої худоби

Визначено форму розташування геометричних елементів боксового обладнання і розроблено конструктивну схему стійлового боксового обладнання одно – і дворядного типів (рис. 3.5, а і б).

На основі розробленої конструктивної схеми і отриманих рівнянь регресії масо-промірних характеристик тварин і відповідно до цього 26 параметрів

боксового обладнання, розроблено КД на дослідний зразок боксового обладнання. Технічна характеристика боксів для утримання тварин віком 12-18 міс., масою – 250-500 кг: висота розташування нахального валу – 950 мм; довжина розподільника – 1100 мм; ширина бокса – 850 мм, довжина – 1500 мм.



а

б

Рисунок 3.5 – Конструктивна схема розроблених боксів

3.3 Технологічні модулі для корів і молодняка

Стійлове обладнання для тварин розміщують в секціях рядами. Кожна секція включає зони відпочинку, дефекації і годування. Дві суміжні секції зазвичай мають один, загальний для обох секцій, технологічний прохід. Найчастіше загальним є кормовою прохід, що полегшує і прискорює роздачу кормів худобі, дозволяє більш економно використовувати виробничу площу приміщення.

Поперечний переріз однієї секції називається технологічним модулем. Параметри модуля визначаються способом утримання худоби і механізації виробничих процесів і розмірами технологічних елементів. Розміри технологічних елементів, в свою чергу, залежать від виду, маси і віку тварин, а

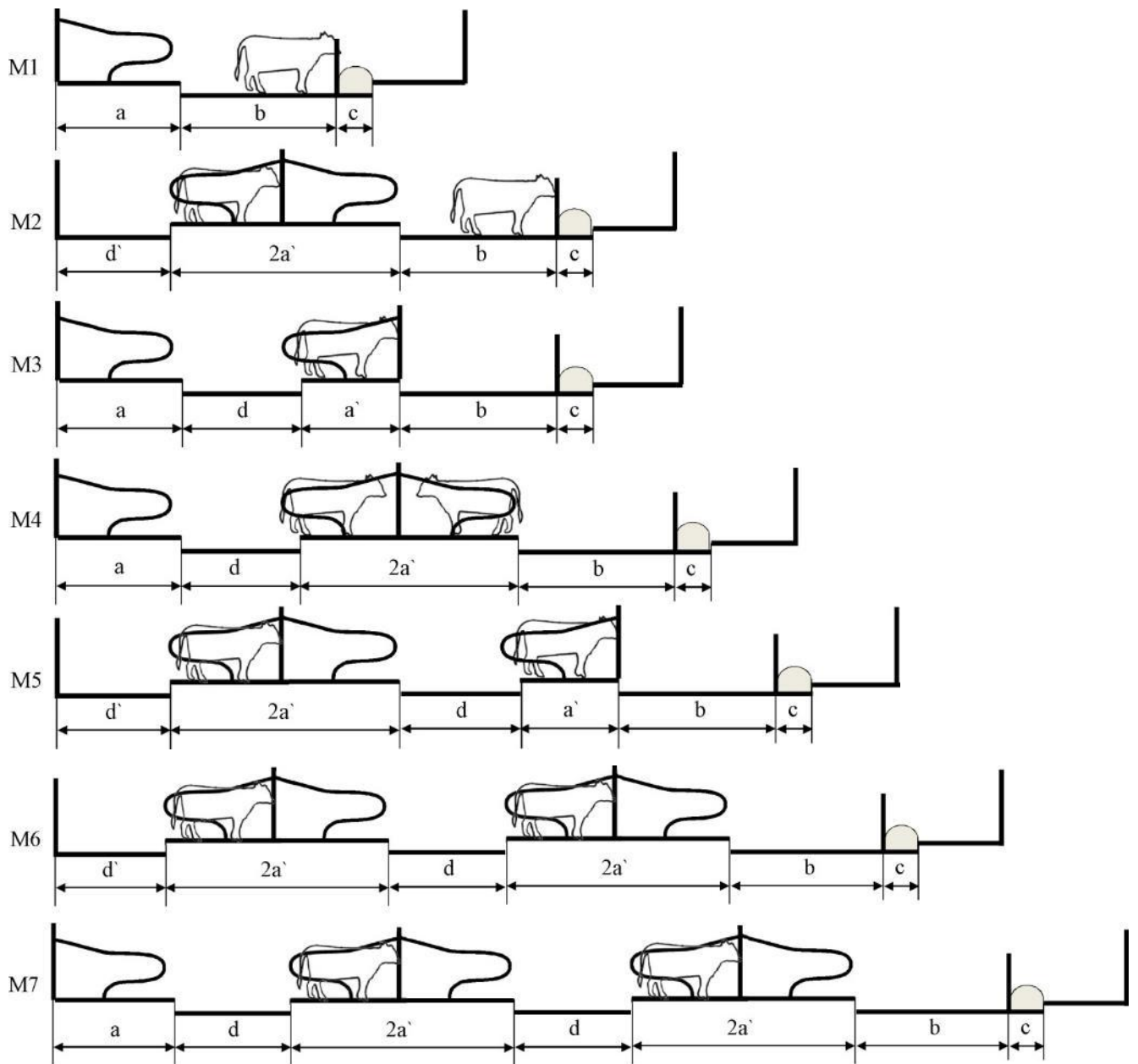
також від типу і габаритів застосовуваних засобів механізації для роздачі кормів, внесення підстилки та прибирання гною.

Безприв'язно-боксового спосіб характерний тим, що в секції, виділеної для даної технологічної групи тварин, передбачені індивідуальні бокси для відпочинку кожної тварини і загальні для всіх тварин цієї групи зони дефекації, годування і напування.

Однією з неодмінних умов застосування всіх різновидів безприв'язного способу утримання худоби є постійна наявність корму в кормовій зоні. При дотриманні цієї умови тварини поїдають корм неодноразово, що дозволяє скоротити питому фронт годування і розмістити в секції з однієї кормової зоною до чотирьох рядів боксів.

Як показав аналіз, можливі всього сім технологічних модулів, що відрізняються один від одного взаємним розташуванням зон відпочинку, дефекації і годування тварин (рис. 3.6). Модулі М3, М5 і М7 можуть мати модифікації М3', М5' і М7'* (рис. 3.7), в яких годівниця примикає до огорожі боксів з боку кормо-гнойового проходу. Загальна ширина цих модифікованих модулів така ж, як і базових і залежить від розмірів і кількості технологічних елементів, що входять в модуль.

Питома ширина модуля – показник його економічності – визначається часткою від ділення загальної ширини модуля на кількість рядів боксів в модулі. Для багаторядних модулів ця величина менше питомої ширини модуля в розрахунку на голову, так як кількість боксів в секції визначається не тільки кількістю їхніх лав, але також кількістю і шириною поперечних скотопрогонів для проходу тварин в зону годування. У зв'язку з цим, для більш об'єктивної оцінки використання тих чи інших модулів в даному приміщенні доцільно визначати площу одного скотомісць. Для визначення цього критерію потрібно попередньо викреслити в масштабі план приміщення з вибраними модулями і скотопрогонами для тварин.



а – довжина пристінного (закритого з торця) боксу; а' – довжина відкритого боксу (внаслідок особливостей поведінки великої рогатої худоби при вставанні довжина пристінного боксу повинна бути трохи більше, ніж відкритого: $(a' = 0,9 \cdot a)$); b – ширина кормо-гнойового проходу; c – ширина кормової зони; d – ширина гнойового проходу між двома суміжними рядами боксів; d' – ширина гнойового проходу для одного ряду боксів: $(d' = 0,9 \cdot d)$

Рисунок 3.6 – Технологічні модулі для безприв'язно-боксового способу утримання корів

Особливість модулів М3, М5 і М7 і їх модифікацій полягає в тому, що за допомогою хвіртки секції легко діляться вздовж на дві частини, обслуговувати які можна по черзі. Це створює сприятливі передумови для механізації роздачі кормів, внесення підстилки та прибирання гною за допомогою мобільного або пересувного комбінованого агрегату, що складається з трактора або іншого енергозасобу, навісного гноєзбиральника із змінною шириною захвату і кормороздавача, обладнаного пристроєм для внесення підстилки.

Рухаючись по гнойовим проходах між рядами боксів, агрегат очищає ці проходи від гною і вносить підстилку в бокси, а рухаючись по кормо-гнойовому проходу, очищає цей прохід від гною і одночасно заповнює годівницю кормом. Таким чином, агрегат виконує одночасно дві операції, що менше турбує тварин і підвищує продуктивність праці оператора.

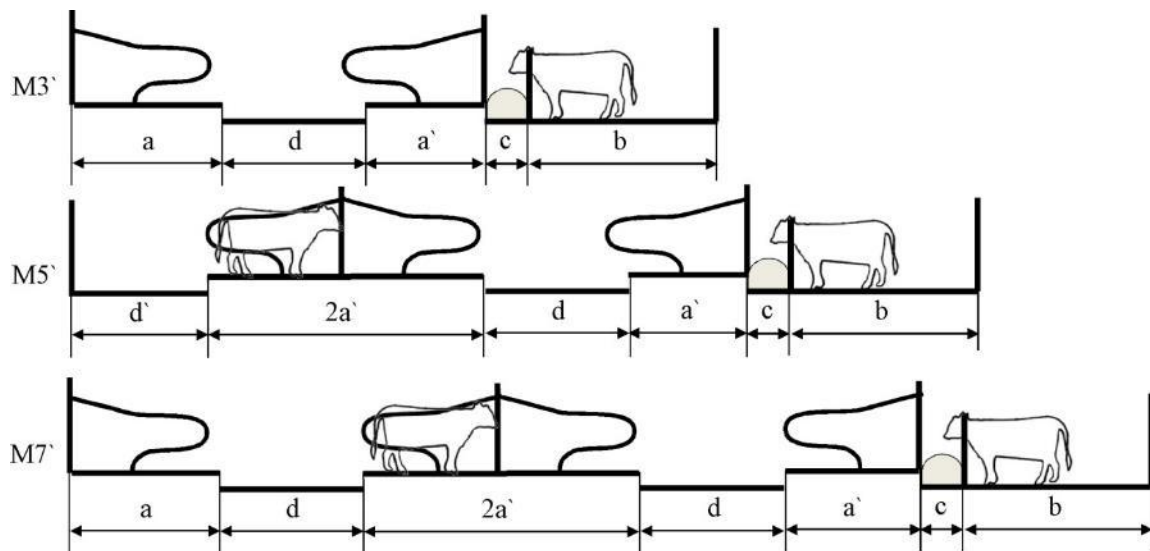


Рисунок 3.7 – Модифікації технологічних модулів М3', М5' і М7'

Важливо відзначити, що використання комбінованих агрегатів дозволяє обійтися без спеціального проїзду для трактора з кормороздавачем. Вся площа приміщення в цьому випадку ефективно використовується тваринами. Крім того, розподіл секції на дві частини дозволяє істотно скоротити площу накопичувача в доїльному залі, оскільки корови можуть очікувати доїння, перебуваючи в одній із

зон секції. Завдяки цьому при реконструкції типової молочної ферми, що складається з двох корівників, доїльний зал разом з усіма допоміжними приміщеннями розміщується в з'єднує ці корівники стандартному доїльно-молочному блоці шириною 12 м і довжиною 24 м. Скорочується витрата води на миття накопичувача, а, отже, і кількість стоків, які становлять небезпеку для навколишнього середовища.

Залежно від ширини і конструктивної схеми приміщення в ньому можна розмістити один, два, і більше модулів, або їх поєднань. Розрахунки показують, що, якщо, наприклад, використовуються два суміжних модуля, то можливі 45 різних варіантів планування приміщення, кожен з яких має свої переваги і недоліки.

З рис. 3.6 випливає, що проїзд для трактора з кормороздавачем не входить в модуль, так як цей проїзд може бути загальним для двох суміжних модулів.

Ширина цього проїзду визначається габаритами застосовуваних технічних засобів для доставки і роздачі кормів і кратністю годування. Необхідність в цьому проїзді відпадає при використанні комбінованих агрегатів в модулях М3', М5' і М7'.

Як показав досвід, накопичений в ході модернізації та будівництва ферм, в кожній секції (крім секцій з модулем М1) необхідно передбачати як мінімум один центральний прохід в зону годування і по одному проходу в торцях секції. Ці торцеві проходи необхідні для того, щоб уникнути тупиків, в яких гноблені тварини можуть бути травмовані лідерами. Крім того, ці торцеві проходи істотно полегшують проведення зооветеринарних заходів.

З цією метою в одному з торцевих проходів встановлюють хвіртку з шийним фіксатором, а в другому торцевому і центральному проходах – звичайні хвіртки, якими можна розділити секцію на дві зони. Перегнавши тварин в одну із зон і пропускаючи їх по одному через хвіртку з фіксатором, можна досить швидко провести всі необхідні зооветеринарні процедури з одним, кількома або всіма тваринами групи.

При вільно-вигульній системі змісту в секціях з пристінним поруч боксів, наприклад з модулем М4 крім згаданих, необхідний ще і прохід на кормо-вигульний двір. Ширину проходів з конструктивних міркувань приймають рівною або кратною ширині боксів в даній секції. Ширина центрального проходу зазвичай дорівнює потроєною ширині боксів, а торцевих проходів і виходів на кормо-вигульні двори дорівнює ширині боксів.

З урахуванням викладеного довжина секцій L для розміщення однієї технологічної групи визначається кількістю n і шириною t боксів, числом їх рядів в технологічному модулі, а також кількістю боксів, заміщених проходами. Нижче наведені формули для визначення ширини модулів і довжини секції з їх використанням:

$$\text{для модуля М1: } L = m \cdot (n + 1) \quad (3.1)$$

$$\text{для модуля М2: } L = m \cdot (n + 5) / 2 \quad (3.2)$$

$$\text{для модуля М3 і його модифікації М3` : } L = m \cdot (n + 6) / 2 \quad (3.3)$$

$$\text{для модуля М4: } L = m \cdot (n + 11) / 3 \quad (3.4)$$

$$\text{для модуля М5 і його модифікації М5` : } L = m \cdot (n + 15) / 3 \quad (3.5)$$

$$\text{для модуля М6: } L = m \cdot (n + 20) / 4 \quad (3.6)$$

$$\text{для модуля М3 і його модифікації М3` : } L = m \cdot (n + 16) / 4 \quad (3.7)$$

Таким чином, для того, щоб раціонально розмістити технологічне обладнання для безприв'язно-боксового утримання худоби в наявному приміщенні, потрібно «накласти» наведені на рис. 3.6 і 3.7 технологічні модулі для даного виду і віку тварин на поперечний переріз будівлі, накреслений в тому ж масштабі, що і модулі. При цьому потрібно вибрати такий модуль або таке їх поєднання, щоб проміжні опори будівлі не потрапили в гнойові і кормо-гнойові проходи, а також в проїзди для кормороздавачі.

3.4 Визначення оптимального модуля при новому будівництві

При проектуванні нового будинку завдання розміщення поголів'я вирішується в зворотному порядку. Спочатку вибирають раціональний

технологічний модуль, виходячи з потрібної місткості приміщення, виду і віку тварин, способів механізації роздачі кормів, внесення підстилки та прибирання гною, а потім приймають конструктивну схему і розміри будівлі.

При проектуванні нового будинку одна з найголовніших завдань, що стоять перед проектувальниками - створення найбільш комфортних умов для утримання тварин. Якщо взяти розміри боксів, гнойових і кормо-гнойовий проходів в суворій відповідності з рекомендаціями для кожної вікової групи, то основним критерієм комфортності для тварин при різних технологічних модулях виявиться довжина кормового фронту, тобто довжина кормового столу, яка припадає на одну тварину. Очевидно, що довжина кормового фронту буде дорівнює:

$$F = L/n \quad (3.8)$$

При виборі різних технологічних модулів ми маємо різну довжину кормового фронту (див. формули (3.1)-(3.7) розділу 3.3).

Якщо прийняти, що розмір технологічної групи не перевищує рекомендованих 80 голів, то $n = 80$. Визначимо кормовий фронт для корів при різних технологічних модулях. При ширині боксів для корів $m = 1200$ мм отримаємо наступні значення кормового фронту для основних модулів, які зведені в табл. 3.2.

З розрахунків видно, що для тварин найбільш комфортним є модуль М1. При використанні модулів М2, М03 та М3' довжина кормового фронту дозволяє практично всім коровам, що знаходяться в групі одночасно підійти до кормового столу.

В усі інші модулів (М4-М7') довжина кормового фронту не дозволяє одночасно всім тваринам в групі підійти до кормового столу. Отже, в таких секціях більш сильно позначаються рангові відносини, зростає травматизм, гноблені тварини не отримують необхідних кормів. І якщо в модулях М4, М5 і М5' цей негативний момент можна згладити тим, що корми повинні лежати на кормовому столі постійно, дозволяючи тваринам годуватися по черзі, то в модулях М6-М7' занадто малий кормовий фронт позначається на продуктивності і збереження тварин.

Другим найважливішим критерієм оцінки модулів може служити ефективність використання площі приміщення. Якщо прийняти рекомендовані розміри боксів, гнойових і кормо-гнойових проходів, то для тієї ж секції на 80 корів легко визначити площу, що припадає на одну корову при різних модулях. Візьмемо довжину пристінного боксу 2500 мм, довжину зведеного боксу (голова до голови) 2300 мм, ширину гнойового проходу між рядами боксів 2500 мм, ширину кормо-гнойового проходу (уздовж кормового столу) 3500 мм і визначимо питому площу секції на одну голову для модулів М1, М2, М3 та М4. Решта модулів не розглядаємо через занадто малого кормового фронту.

Таблиця 3.2 – Співвідношення модулів для секції на 80 корів

№ модуля	Ширина модуля, м	Довжина секції (кормового столу), м	Кормовий фронт, мм	Площа на одну корову, м ²	Процентне співвідношення питомих площ модулів
М1	6,0	97,2	1215	7,29	122,3
М2	10,6	51,0	638	6,76	113,4
М3 і М3'	11,0	51,6	645	7,10	119,1
М4	13,1	36,4	455	5,96	100
М5 і М5'	15,6	38,0	475	7,41	124,3
М6	17,7	30,0	375	6,64	111,4
М7 і М7'	18,1	28,8	360	6,52	109,4

З огляду на, що вартість капітальних витрат на будівництво в першу чергу визначається площею будівель, то найбільш економічно ефективним є модуль М4. Саме тому він отримав найбільше застосування при новому будівництві, незважаючи на те що фронт годування не дозволяє одночасно підійти всім тваринам до кормового столу.

3.5 Висновки з розділу

1. Для правильного вибору конструкції і параметрів стійлового обладнання необхідно враховувати масу тварин і особливості їхньої поведінки. Параметри боксів для корів слід визначати відповідно до даних, наведених в табл. 3.1.

Рекомендовані нормами НТП 1-99 параметри боксів не відповідають розмірам і масі корів сучасних високопродуктивних порід. Щоб виключити помилки, обумовлені різною інтенсивністю вирощування молодняка, при визначенні параметрів боксів необхідно керуватися не віком (як це прийнято в діючих нормах), а масою тварин.

2. В основу поставлена задача створення боксу для утримання ВРХ, в якому, завдяки виконанню частини трубною загорожі зверху із двох частин, одна з яких виконана горизонтальною, а друга виконана з нахилом під кутом, що забезпечує рухомість ВРХ у боксі і більшої свободи голови лежачої ВРХ. Таким чином це призводить до покращення комфортності відпочинку ВРХ в боксі і позитивно впливає на продуктивність ВРХ.

3. При розміщенні рядів боксів паралельно поздовжньої осі будівлі можливі сім технологічних модулів, що відрізняються один від одного взаємним розташуванням зон відпочинку, дефекації і годування тварин. Ширина модулів і довжина секцій з їх застосуванням визначаються виразами (3.1)-(3.7). У кожній секції, крім секції з модулем М1, необхідно передбачати як мінімум один центральний прохід в зону годування і два торцевих проходу, один з яких повинен бути обладнаний хвірткою з шийним фіксатором, що істотно полегшує проведення зооветеринарного обслуговування тварин. З огляду на, що вартість капітальних витрат на будівництво в першу чергу визначається площею будівель, то найбільш економічно ефективним є модуль М4. Саме тому він отримав найбільше застосування при новому будівництві, незважаючи на те що фронт годування не дозволяє одночасно підійти всім тваринам до кормового столу.

4 ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БОКСОВОГО УТРИМАННЯ ВРХ

4.1 Визначення міцності конструкції стійлового обладнання

Для обґрунтування вибору діаметра труби розглянемо процес деформації бічної загорожі боксу під час дії на нього ваги тварини. Для візуалізації процесу деформації бічної загорожі боксу проведемо паралельне моделювання в програмному пакеті SolidWorks з використанням Simulation. Максимальне навантаження вибиралася з урахуванням ваги дорослої тварини і була прийнята за 6000 Н. Інтервал зміни навантаження – 1000 Н. Схема розміщення сил і кріплення бічної загорожі боксу представлено на рис. 4.1.

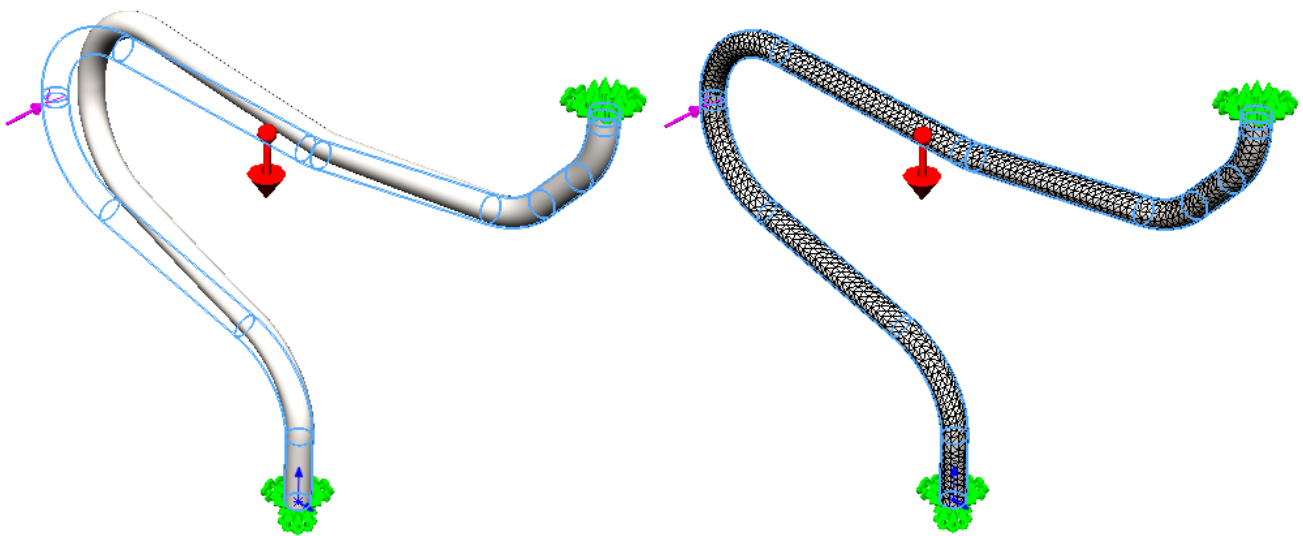


Рисунок 4.1 – Схема розміщення сил і кріплення бічної загорожі боксу

Результати розрахунку деформації бічної загорожі боксу в програмному пакеті SolidWorks представлено на рис. 4.2.

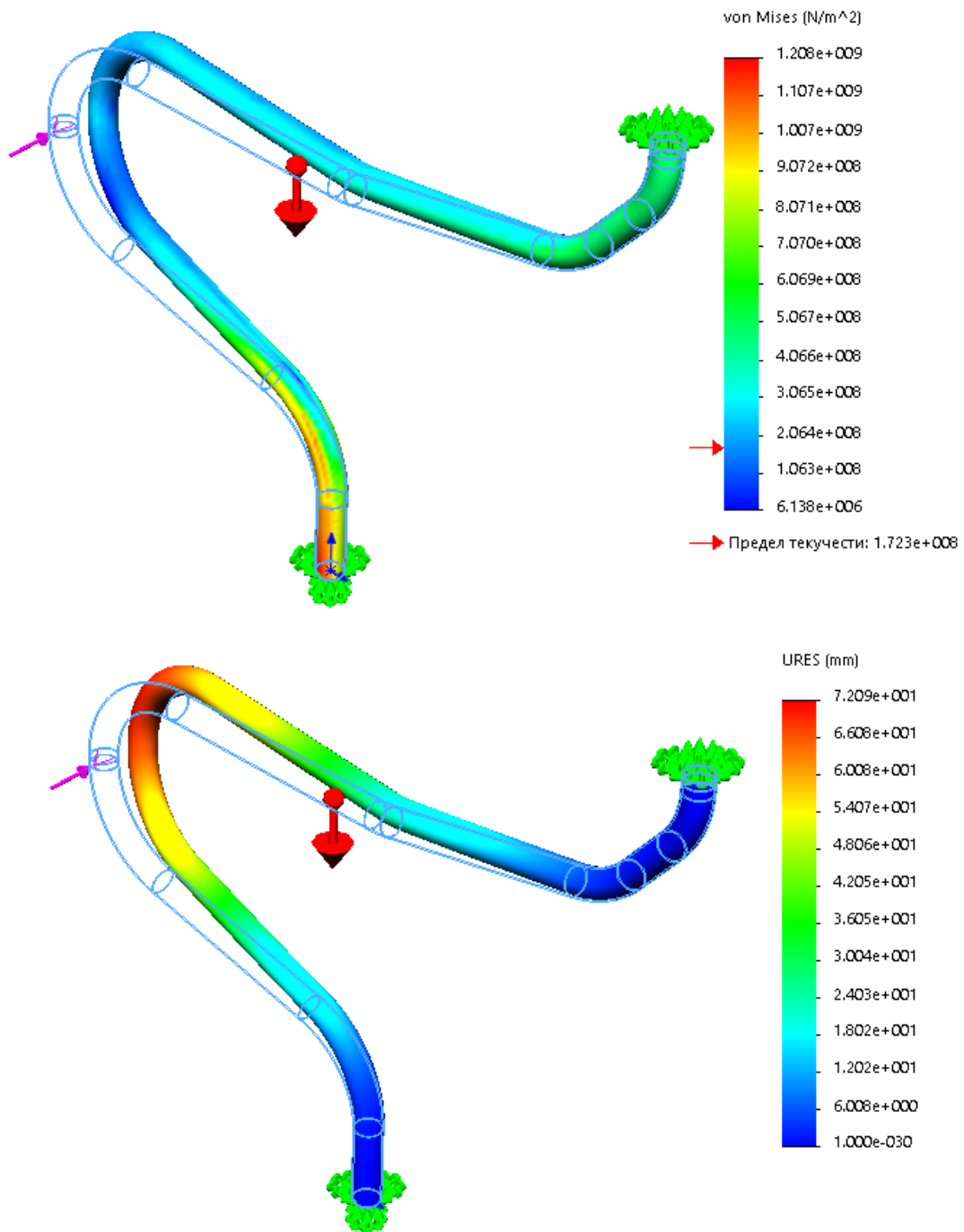


Рисунок 4.2 – Розподіл напруження σ і абсолютних переміщень Δx при деформації бічної загорожі боксу при $F = 6000$ Н, $D = 50$ мм, $L = 2300$ мм

Апроксимуємо отримані дані у вигляді рівнянь для абсолютних переміщень Δx бічної загорожі боксу від значень сили F , діаметра труби D і довжини боксу L :

$$\Delta x = 3,16043 - 0,100889 D - 0,000225192 F + 1,05823 \cdot 10^{-7} F^2 + 0,00498722 L, \quad (4.1)$$

Коефіцієнт кореляції для рівнянь (4.1) складає $R = 0,98$.

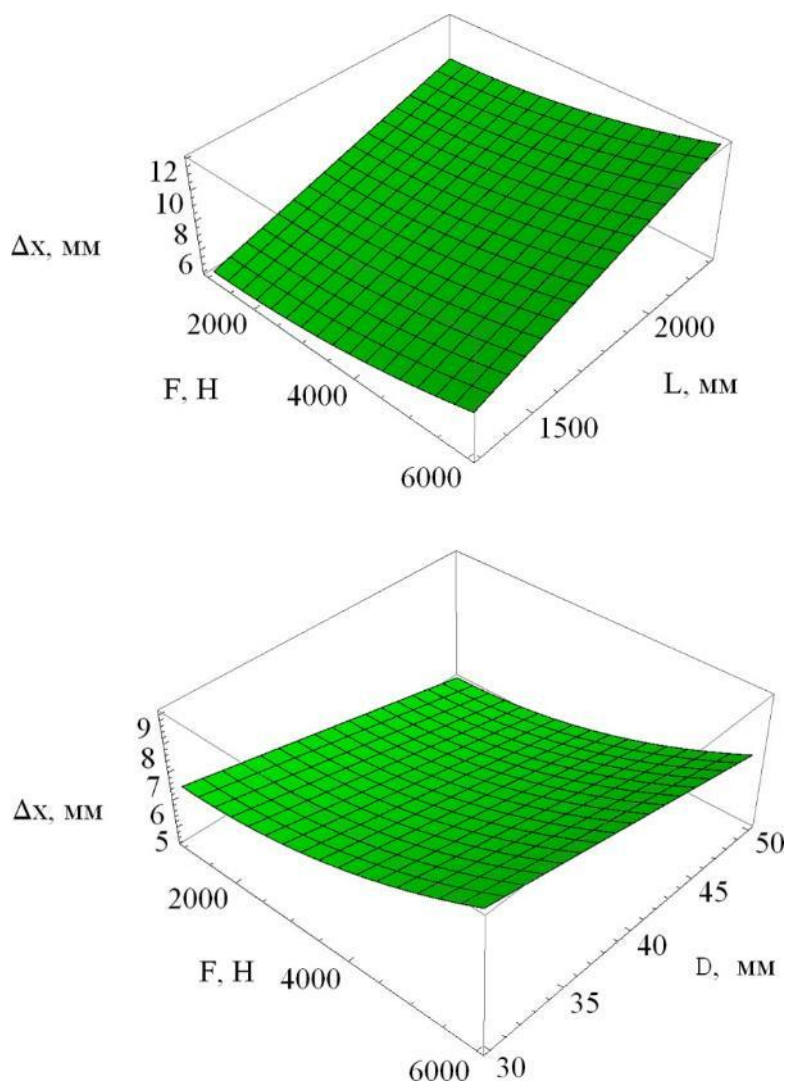


Рисунок 4.3 – Залежність абсолютних переміщень Δx бічної загорожі боксу від значень сили F , діаметра труби D і довжини боксу L

Розрахувавши металомісткість M бічної загорожі боксу отримано відповідне рівняння:

$$M = 3,37508 \cdot 10^{-14} - 1,22125 \cdot 10^{-15} D - 0,000248186 L + 0,000124093 D L, \quad (4.2)$$

Вирішуючи спільно рівняння (4.1) і (4.2) згідно представленої системи маємо:

$$\begin{cases} \Delta x(F, D, L) \rightarrow \min, \\ M(F, D, L) \rightarrow \min, \\ F = 6000 \text{ Н.} \end{cases} \quad (4.3)$$

Вирішуючи систему рівнянь (4.3) спільно з (4.1)-(4.2) визначимо раціональні значення довжини боксу L і діаметра труби D: L = 1354 мм, D = 40,1 мм.

4.2 Методика експериментальних досліджень стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання ВРХ

Для експериментальних досліджень розроблена і виготовлена оригінальна приладово-комп'ютерна вимірювальна система на основі генератора імпульсів, осцилографа, датчиків і 2 комп'ютерних комплектів (рис. 4.4): перший – з програмним забезпеченням Power Graph – для силових навантажень на тензOMETричні датчики (на 2 канали) і другий – на базі кнопочкових датчиків – для реєстрації положення тварин в боксах (на 4 канали).



Рисунок 4.4 – Боксове обладнання з комп'ютерним вимірювально-реєструючим комплексом

Експериментальні дослідження боксового обладнання проведено в ФГ «Лисогорський», Запорізький р-н., виробничі – на фрагменті боксового обладнання на 4 скотомісця, червона степова порода та її помісі з пінцгау, маса – до 250 кг, вік – 9-13 міс. Етологія тварин і розташування її в боксі при безприв'язному утриманні вивчалась як у денний, так і у нічний час (рис. 4.5).



Рисунок 4.5 – Денний відпочинок молодняку ВРХ в боксах

Технічні характеристики боксового обладнання згідно з даними ТЗ й випробувань наведено в табл. 4.1.

Для визначення комфортності утримання тварин в боксах проведено спеціальні етологічні дослідження поведінки тварин, як в кожному окремому боксі, так і для групи тварин за допомогою встановлених датчиків в боксах і комп'ютерної реєстрації. Встановлювалась поведінка молодняку ВРХ в боксах на протязі кожної доби випробувань в положеннях: лежачи, стоячи, годівля тварин.

Середньодобовий ритм поведінки тварини у кожному боксі визначався окремо, з інтервалом реєстрації 15 хв.

Таблиця 4.1 – Технічна характеристика обладнання БМВРХ

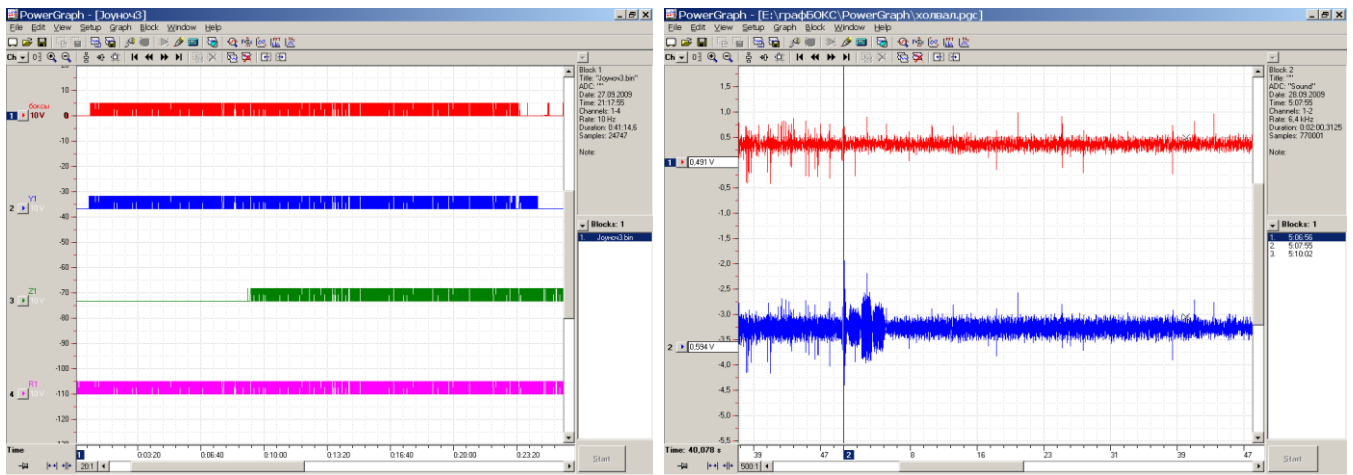
№	Найменування показника	Значення показника			
		БМВРХ-1/2		БМВРХ-2/2	
		ТЗ	випробування	ТЗ	випробування
1	Призначення	Утримання молодняку ВРХ від 4-6 до 10-12 міс. маса від 100-150 кг до 200..250 кг		Утримання молодняку ВРХ від 10-12 до 16-18 міс. маса від 200-250 кг до 350 - 400 кг	
2	Кількість постановних місць, шт.	4	4	4	4
3	Обслуговуване поголів'я, голів	4	4	4	4
4	Площа скотомісця, м ²	1,015	1,2	1,48	1,55
5	Питома матеріаломісткість, кг/голову	20,3	21,5	23,4	24,25
5	Габаритні розміри, мм, - довжина - ширина - висота	2550 700 820	2545...2550 750...755 820...830	3000 800 975	3000...3005 850...855 970...975
6	Маса, кг	81,2	86	93,6	97

4.3 Результати експериментальних досліджень стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання ВРХ

Результати модульованих сигналів з кнопочних (рис. 4.6, а) і тензометричних датчиків (рис. 4.6, б), встановлених в боксах були отримано й зареєстровано комп'ютерно – вимірювальним комплексом. Реєстрація сигналів положення худоби в боксах (у часі) з визначенням її розташування в межах бокса і реєстрації динамічних навантажень на нахольний вал показано на рис. 4.5.

Результати випробувань показали, що максимальне зареєстроване динамічне навантаження на нахольний вал при випробуваннях становило 200 кГс, що є допустимим для статичної й динамічної стійкості обладнання даної вікової групи тварин (9-13 міс.).

Узагальнені дані реєстрації поведінки групи тварин в боксах (рис. 4.7) свідчать, що споживання корму підвищується на 5 %, а час відпочинку на 10 % у порівнянні з утримання тварин у клітках на суцільні підлозі.



а

б

Рисунок 4.6 – Реєстрація модульованих сигналів положення худоби в боксі (а) і динамічних навантажень на нахольний вал (б)

Встановлено, що запропоноване боксове обладнання відповідає типовій етології тварин при безприв'язному утриманні: тварини лежать в боксі – 47 %; стоять до бруса – 18 %; стоять поряд з брусом – 15 %, знаходяться поза боксами – 20 %. У порівняльних дослідях з етології тварин у розробленому боксовому обладнанні і при звичайній прив'язі виявлено (рис. 4.8), що рухова активність худоби підвищується без зменшення споживання корму та води, що фізіологічно дає підставу для підвищення росту продуктивності тварин.

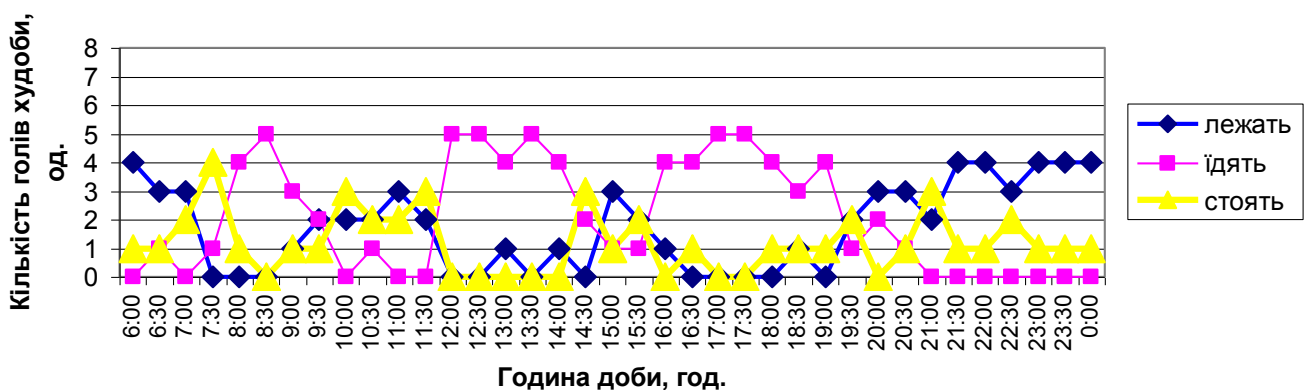


Рисунок 4.7 – Добова поведінка групи тварин червоно-степової породи в боксах

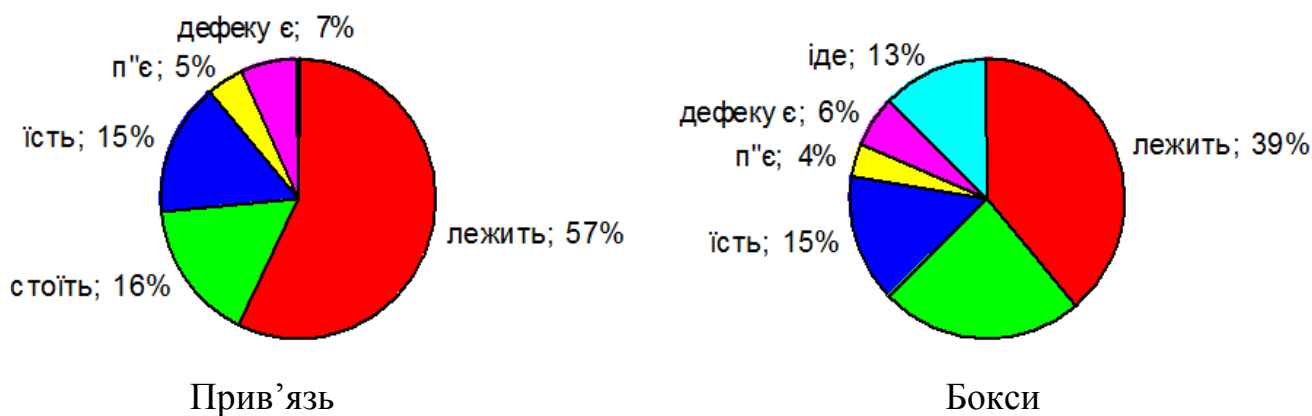


Рисунок 4.8 – Результати порівняльного аналізу з етології тварин в боксах

На основі оптимізації змін поведінки та маси худоби, капітальних і експлуатаційних витрат на стійлове обладнання та витрат на чистку площ утримання худоби розроблено КД на типорозмірний ряд боксового обладнання для вирощування з різною інтенсивністю молодняку великої рогатої худоби (рис. 4.9).

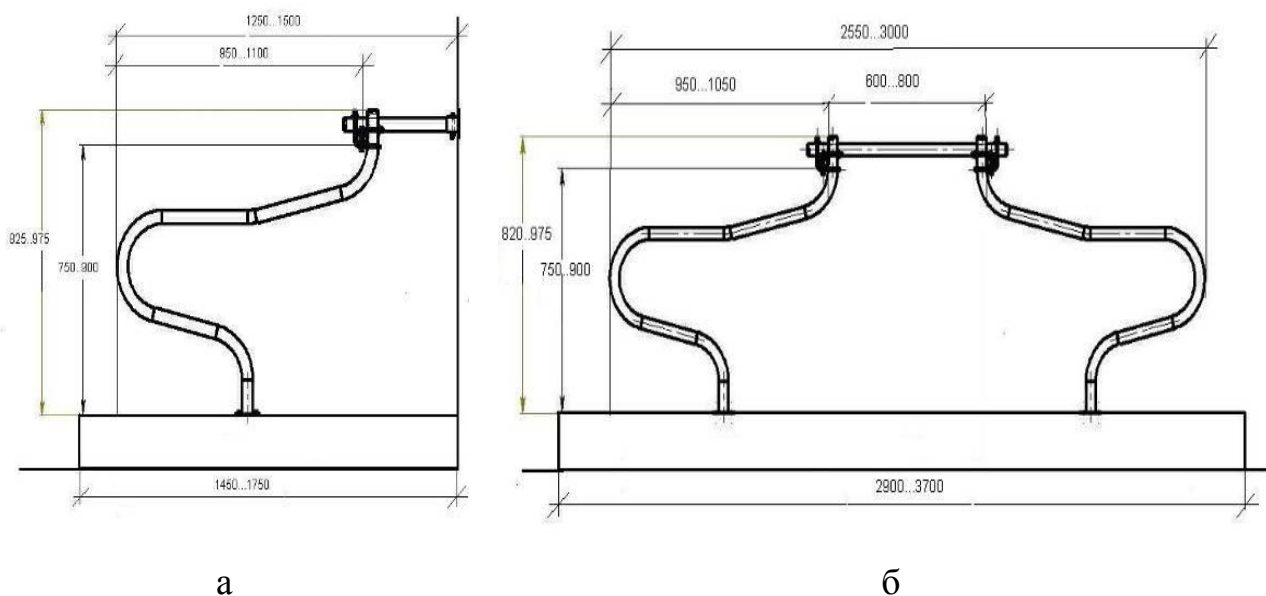


Рисунок 4.9 – Типорозмірна схема одно (а) та дворядного (б) стійлового боксового обладнання для утримання молодняку великої рогатої худоби

БМВРХ-1-2/1-2

4.4 Висновки з розділу

1. Для обґрунтування вибору діаметра труби розглянемо процес деформації бічної загорожі боксу під час дії на нього ваги тварини в програмному пакеті SolidWorks з використанням Simulation. Встановлені залежності абсолютних переміщень Δx бічної загорожі боксу від значень сили F , діаметра труби D і довжини боксу L .

2. Встановлені залежності металомісткості M бічної загорожі боксу від значень діаметра труби D і довжини боксу L . Вирішуючи компромісну задачу, згідно якої абсолютне переміщення Δx бічної загорожі боксу і її металомісткість M повинні бути мінімальними отримуємо раціональні значення довжини боксу L і діаметра труби D : $L = 1354$ мм, $D = 40,1$ мм.

3. Для експериментальних досліджень розроблена і виготовлена оригінальна приладово-комп'ютерна вимірювальна система на основі генератора імпульсів, осцилографа, датчиків і 2 комп'ютерних комплектів: перший – з програмним забезпеченням Power Graph – для силових навантажень на тензометричні датчики (на 2 канали) і другий – на базі кнопочкових датчиків – для реєстрації положення тварин в боксах (на 4 канали).

4. Встановлено, що запропоноване боксове обладнання відповідає типовій етології тварин при безприв'язному утриманні: тварини лежать в боксі – 47 %; стоять до бруса – 18 %; стоять поряд з брусом – 15 %, знаходяться поза боксами – 20 %. У порівняльних дослідках з етології тварин у розробленому боксовому обладнанні і при звичайній прив'язі виявлено (рис. 4.8), що рухова активність худоби підвищується без зменшення споживання корму та води, що фізіологічно дає підставу для підвищення росту продуктивності тварин.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Терміни та визначення основних понять

«Охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці» [42].

«Виробничий ризик – імовірність ушкодження здоров'я працівника під час виконання ним трудових обов'язків, що обумовлена ступенем шкідливості та (або) небезпечності умов праці та науково-технічним станом виробництва» [42].

«Промислова продукція підвищеної небезпеки – машини, механізми, обладнання, технічні системи (комплекси), інші технічні засоби праці, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю чи майну або навколишньому природному довкіллю» [42].

«Безпечні умови праці – стан умов праці, за якого вплив на працівника небезпечних і шкідливих виробничих чинників усунуто, або вплив шкідливих виробничих чинників не перевищує гранично допустимих значень» [42].

«Небезпечний (виробничий) чинник – виробничий чинник, вплив якого на працівника в певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті» [42].

«Шкідливий (виробничий) чинник - Виробничий чинник, вплив якого за певних умов може призвести до захворювання, зниження працездатності і (або) негативного впливу на здоров'я нащадків» [42].

«Нещасний випадок на виробництві – раптове погіршення стану здоров'я чи настання смерті працівника під час виконання ним трудових обов'язків внаслідок короткочасного (тривалістю не довше однієї робочої зміни) впливу небезпечного або шкідливого чинника» [42].

«Виробниче середовище – сукупність фізичних, хімічних, біологічних, соціальних та інших чинників, що діють на людину під час виконання нею трудових обов'язків» [42].

«Небезпечна зона – простір, у якому можлива дія на працівника небезпечного і (або) шкідливого виробничого чинника» [42].

«Медичний огляд – огляд працівників спеціальною комісією лікарів з обов'язковими лабораторними, клінічними і функціональними дослідженнями з метою визначення можливості допущення до виконання конкретної роботи (до професії) за станом здоров'я» [42].

«Виробнича санітарія – система організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів та засобів запобігання впливу шкідливих виробничих чинників на працівників» [42].

Дотримання вимог охорони праці на молочнотоварній фермі необхідне для забезпечення безпеки, збереження здоров'я працівників та створення комфортних умов праці.

5.2 Шкідливі та небезпечні виробничі фактори в приміщенні для утримання ВРХ

«При виробництві продукції тваринництва можливий вплив на працівників наступних небезпечних та шкідливих виробничих факторів:

1. Фізичних:

- рухомі машини та механізми, рухомі частини виробничого обладнання, конструкції, що руйнуються, заготівлі, матеріали;
- підвищена чи знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- підвищена чи знижена температура повітря робочої зони;
- підвищена чи знижена вологість повітря робочої зони;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;

- підвищений рівень шуму робочому місці;
- недостатня освітленість робочої зони.

2. Хімічних (за характером дії на організм людини): токсичні; підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони.

3. Біологічних – при взаємодії працівників із тваринами.

4. Тяжкість та напруженість праці».

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони організацій тваринництва не повинен перевищувати гранично допустимі концентрації відповідно до [43, 44]. Проведення комплексної гігієнічної оцінки умов праці на робочих місцях відповідно до [45-47]

«Температура, вологість, швидкість руху повітря у робочій зоні виробничих приміщень, рівні звукового тиску (шуму), вібраційного навантаження, електростатичного поля, напруженості електричного поля на робочих місцях, освітленість виробничих приміщень та майданчиків повинні задовольняти вимоги відповідних технічних нормативних правових актів» [48-49].

«Фізичні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що супроводжують роботи з ручним електрифікованим та пневматичним інструментом: вібрація, шум – не повинні перевищувати встановлені гігієнічні норми».

5.3 Вимоги охорони праці під час розведення та утримання сільськогосподарських тварин

«Підприємства фермерського господарювання, зобов'язані мати виробничу документацію (технологічні регламенти, правила виконання робіт, технологічні інструкції або карти), що містять заходи щодо безпечного ведення виробничих процесів та безпечної експлуатації машин та обладнання, що відповідають вимогам охорони праці».

«При проектуванні виробничих процесів, пов'язаних із розведенням та утриманням сільськогосподарських тварин та птиці, роботодавцем має передбачатися:

1) усунення безпосереднього контакту працівників із тваринами за рахунок заміни ручної праці механізованим або автоматизованим;

2) застосування виробничих процесів та операцій, при яких небезпечні та шкідливі виробничі фактори відсутні або вміст шкідливих речовин не перевищує гранично допустимих концентрацій, рівнів. У разі неможливості застосування зазначених умов необхідно застосовувати дистанційне управління виробничими процесами або використовувати засоби індивідуального захисту;

3) дотримання правил експлуатації, що викладені в експлуатаційній документації до технологічного обладнання;

4) герметизацію обладнання;

5) своєчасне отримання працівниками інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів на окремих технологічних операціях;

6) систему контролю та управління технологічними процесами, що забезпечують захист працівників та аварійне відключення технологічного обладнання;

7) використання сигнальних пристроїв, кольорів та знаків безпеки;

8) своєчасне видалення, знешкодження та поховання виробничих відходів, що є джерелом шкідливих виробничих факторів;

9) дотримання правил збирання, утилізації та знищення біологічних відходів;

10) застосування раціональних режимів праці та відпочинку з метою запобігання монотонності, гіподинамії, фізичних та нервово-психічних перевантажень;

11) захист від можливих негативних впливів явищ природного характеру та погодних умов».

«Механізація та автоматизація виробничих процесів при догляді за тваринами та птицею мають бути спрямовані на зменшення професійних ризиків, полегшення фізичної праці, зменшення впливу шкідливих виробничих факторів на працівників».

«Способи утримання сільськогосподарських тварин та птиці не повинні супроводжуватись забрудненням навколишнього середовища (повітря, ґрунту, водойм) шкідливими речовинами у концентраціях, що перевищують гранично допустимі рівні, встановлені нормативними вимогами охорони праці».

«При виконанні технологічних операцій з догляду за сільськогосподарськими тваринами та птицею повинен дотримуватися встановленого режиму їх утримання та порядку виконання робіт».

«Працівники, у яких встановлено загальні для людини та сільськогосподарських тварин захворювання, не допускаються до виконання робіт на тваринницьких комплексах (фермах)».

«Експлуатація стійл, денників, верстатів, клітин, секцій та іншого обладнання для утримання та розведення сільськогосподарських тварин має відповідати вимогам інструкцій щодо їх експлуатації».

«Прив'язь має бути зручною для обслуговування та достатньо вільною, щоб не обмежувати рухів і не затягувати ший сільськогосподарської тварини, коли вона приймає горизонтальне положення. Ланцюг повинен відповідати вимогам діючих технічних умов».

«З зовнішнього боку стійла (верстата) агресивних сільськогосподарських тварин необхідно вивішувати попереджувальний знак безпеки (рівносторонній трикутник жовтого кольору з чорною облямівкою) з написом: "Обережно! Бодлива корова" або "Обережно! Б'є ногами"».

«Для виконання технологічних операцій з догляду за сільськогосподарськими тваринами та забезпечення особистої безпеки працівники повинні забезпечуватися необхідним інвентарем для догляду за сільськогосподарськими тваринами, збирання стійл, підгону та упокорення сільськогосподарських тварин (скребками, чистиками, електропогонялками, батогом для підгону та упокорення сільськогосподарських тварин та інструментом)».

5.4 Дії у разі настання надзвичайної ситуації

«Надзвичайною ситуацією вважається порушення нормальних умов життя і діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом або іншою небезпечною подією, яке призвело (може призвести) до неможливості проживання населення на території чи об'єкті, ведення там господарської діяльності, загибелі людей та/або значних матеріальних втрат» [42].

«Надзвичайною ситуацією під час роботи електрообладнання при утриманні тварин може бути ураження електричним струмом».

«Дії при ураженні електричним струмом не медичними працівниками:

- 1) переконатися у відсутності небезпеки;
- 2) якщо постраждалий перебуває під дією електричного струму, при можливості припинити його дію: вимкнути джерело струму, відкинути електричний провід за допомогою сухої дерев'яної палиці чи іншого електронепровідного засобу;
- 3) провести огляд постраждалого, визначити наявність свідомості, дихання;
- 4) викликати бригаду екстреної (швидкої) медичної допомоги;
- 5) якщо у постраждалого відсутнє дихання, розпочати проведення серцево-легеневої реанімації;
- 6) якщо постраждалий без свідомості, але дихання збережене, надати постраждалому стабільного положення;
- 7) накласти на місця опіку чисті, стерильні пов'язки;
- 8) забезпечити постійний нагляд за постраждалим до приїзду бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги;
- 9) при погіршенні стану постраждалого до приїзду бригади екстреної (швидкої) медичної допомоги повторно зателефонувати диспетчеру екстреної медичної допомоги» [12].

«Якщо потерпілий після звільнення від дії електричного струму і надання медичної допомоги прийшов до тями, його не слід одного відправляти додому або

допускати до роботи. Такого потерпілого слід доставити в лікувальний заклад, де за ним буде встановлено спостереження, так як наслідки від впливу електричного струму можуть проявитися через кілька годин і привести до більш важких наслідків».

5.5 Висновки з розділу

Проведено аналіз наявності шкідливих і небезпечних чинників в приміщенні для утримання ВРХ та їх впливу на робітників. Приведені заходи з охорони праці по забезпеченню безпеки працівників в приміщенні для утримання ВРХ та дії у разі настання надзвичайної ситуації.

6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СТІЙЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БОКСОВОГО УТРИМАННЯ ВРХ

6.1 Вихідні дані

Розрахунок показників економічної ефективності проводився по загальноприйнятій методиці на основі результатів досліджень. Розрахунок проводився програмою в середовищі Excel.

Проведено порівняльно-економічну оцінку розроблених зразків нового боксового устаткування – обладнання БМВРХ-1-2/1-2 (маса – 1455 кг) для утримання технологічної групи 60 голів молодняку ВРХ другої фази в секції з однорядною і дворядною боксовими лініями. За базу для порівняння прийнято відомий зарубіжний аналог боксове обладнання для утримання молодняку ВРХ типу «LIEGEBOXEN COMFORT JUNGVIEN», зокрема моделі 863 (маса – 2668 кг) (Allie Agrartechnik, Німеччина).

6.2 Результати техніко-економічної оцінки результатів досліджень

Річний економічний ефект від експлуатації нового обладнання з обліком кількості і якості продукції

$$E_p = \Pi_6 - \Pi_n, \quad (6.1)$$

де Π_6, Π_n – сукупні витрати відповідно по нового і базового обладнання, грн.

Річний прибуток від експлуатації нової машини

$$O = I_6 - I_n, \quad (6.2)$$

де I_6, I_n – прямі експлуатаційні витрати відповідно по базового і нового обладнання, грн.

Строк окупності додаткових інвестиційних вкладень на нове обладнання

$$T_{\text{окд}} = \frac{K_n - K_6}{O}, \quad (6.3)$$

де K_n, K_0 – сумарні інвестиційні вкладення відповідно в нове і базове обладнання, грн.

Балансова вартість машини

$$B = C_m k_0, \quad (6.4)$$

де C_m – вартість машини, грн.

Сукупні витрати

$$П = И + KE_n, \quad (6.5)$$

де $И$ – прямі експлуатаційні витрати, грн;

K – питомі інвестиційні вкладення, грн.

Прямі експлуатаційні витрати стійлового обладнання

$$И = З + P + A, \quad (6.6)$$

де $З$ – витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн;

P – витрати на технічне обслуговування, поточний та капітальний ремонт, грн;

A – витрати на амортизацію, грн.

Витрати на оплату праці

$$З = \frac{\sum_{i=1}^n L_i t_i r_i k_d n_i}{W_{3M}}, \quad (6.7)$$

де L_i – кількість i -ої категорії виробничого персоналу, зайнятого для виконання основного технологічного процесу, технічного обслуговування та ремонту обладнання, чол.;

t_i – тривалість зайнятості i -го виробничого персоналу, год.;

r_i – погодинна тарифна ставка оплати праці на i -му виді робіт, грн/люд.-год;

k_0 – коефіцієнт, що враховує доплати до годинної ставки за продукцію, класність, стаж роботи і т.д.;

n_i – коефіцієнт нарахувань на заробітну плату (пенсійний фонд, соціальне страхування, фонд сприяння зайнятості);

W_{3M} – продуктивність нового обладнання за годину змінного часу, м³/год.

Витрати на капітальний, поточний ремонт і технічне обслуговування

$$P = \frac{B(r_r + r_k)}{W_{ек} T_H}, \quad (6.8)$$

де r_m – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування;

r_k – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;

T_n – нормативна річна завантаження, год.;

Витрати на амортизацію обладнання

$$A = \frac{Ba}{W_{3M} T_3}, \quad (6.9)$$

де a – коефіцієнт відрахувань на амортизацію машини, який визначається за допомогою прямолінійного методу нарахувань амортизації, тобто $a = 1/n$, де n – термін служби машини в роках.

Для зручності обробки і сприйняття матеріалу вихідні дані та результати розрахунку представляємо у вигляді табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Результати розрахунку економічної ефективності

Показник	Нове	Базове
Технологічна група молодняку ВРХ, гол.	60	60
Маса обладнання, кг	1455	2668
Балансова вартість обладнання, грн.	923000	1432000
Витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн.	96700	96700
Витрати на капітальний, поточний ремонт і технічне обслуговування, грн.	138450	214800
Витрати на амортизацію обладнання, грн.	138450	214800
Прямі експлуатаційні витрати, грн.	373600	526300
Річний економічний ефект, грн.	152700	-
Термін окупності, років	3,3	-

6.3 Висновки з розділу

Економічна ефективність комплекту обладнання БМВРХ-1-2/1-2 (балансова вартість обладнання – 923000 грн.) для утримання технологічної групи 60 голів молодняку ВРХ другої фази в секції з однорядною і дворядною боксовими лініями становить 152700 грн. При цьому строк окупності складає 3,3 роки.

ВИСНОВКИ

1. У технологічних, технічних і об'ємно-планувальних рішеннях типових і нових молочних ферм із боксовим способом утримання є цілий ряд істотних недоліків, невідповідностей зональним умовам, порушень сучасних технологій утримання і обслуговування худоби, а також вимог охорони навколишнього середовища. При модернізації існуючих і будівництві нових ферм всі ці недоліки і невідповідності повинні бути усунені. Для правильного вибору конструкції і параметрів стійлового обладнання необхідно враховувати масу тварин і особливості їхньої поведінки. Параметри боксів для корів слід визначати відповідно до даних, які рекомендовані нормами НТП 1-99. Щоб виключити помилки, обумовлені різною інтенсивністю вирощування молодняка, при визначенні параметрів боксів необхідно керуватися не віком (як це прийнято в діючих нормах), а масою тварин.

2. Для механіко-математичного аналізу представлено тіло худоби (біомеханічна модель) як опис тіла тварини 51-67-ми контурними, полігональними структурами, об'єднаними в контурно-стержневу, шарнірну схему тіла худоба. Тіло худоби і його частини і області є пружні, м'язово-кісткові утворення (фізичні тіла) з шкірною або шкірно-м'язовою оболонкою і жорсткими ланками у вигляді кісток скелета (кісткова система). У окремих перетинах кордону поверхні тіла утворюються контури, а види на поверхнях перетину – плоскі контурні схеми. При представленні кісток стержнями, а суглобів шарнірами виходять контурні шарнірно-стержневі моделі тіла худоби по перетинах. Зважаючи на симетричність тіло худоби приймаємо, що плоскі сагітальні контурно-стержневі моделі обох сагітальних поверхонь дзеркальні.

3. Для правильного вибору конструкції і параметрів стійлового обладнання необхідно враховувати масу тварин і особливості їхньої поведінки. Параметри боксів для корів слід визначати відповідно до даних, наведених в табл. 3.1. Рекомендовані нормами НТП 1-99 параметри боксів не відповідають розмірам і масі корів сучасних високопродуктивних порід. Щоб виключити помилки,

обумовлені різною інтенсивністю вирощування молодняка, при визначенні параметрів боксів необхідно керуватися не віком (як це прийнято в діючих нормах), а масою тварин. В основу поставлена задача створення боксу для утримання ВРХ, в якому, завдяки виконанню частини трубної загорожі зверху із двох частин, одна з яких виконана горизонтальною, а друга виконана з нахилом під кутом, що забезпечує рухомість ВРХ у боксі і більшої свободи голови лежачої ВРХ. Таким чином це призводить до покращення комфортності відпочинку ВРХ в боксі і позитивно впливає на продуктивність ВРХ.

4. Для обґрунтування вибору діаметра труби розглянемо процес деформації бічної загорожі боксу під час дії на нього ваги тварини в програмному пакеті SolidWorks з використанням Simulation. Встановлені залежності абсолютних переміщень Δx бічної загорожі боксу від значень сили F , діаметра труби D і довжини боксу L . Встановлені залежності металомісткості M бічної загорожі боксу від значень діаметра труби D і довжини боксу L . Вирішуючи компромісну задачу, згідно якої абсолютне переміщення Δx бічної загорожі боксу і її металомісткість M повинні бути мінімальними отримуємо раціональні значення довжини боксу L і діаметра труби D : $L = 1354$ мм, $D = 40,1$ мм.

5. Для експериментальних досліджень розроблена і виготовлена оригінальна приладово-комп'ютерна вимірювальна система на основі генератора імпульсів, осцилографа, датчиків і 2 комп'ютерних комплектів: перший – з програмним забезпеченням Power Graph – для силових навантажень на тензометричні датчики (на 2 канали) і другий – на базі кнопочових датчиків – для реєстрації положення тварин в боксах (на 4 канали). Встановлено, що запропоноване боксове обладнання відповідає типовій етології тварин при безприв'язному утриманні: тварини лежать в боксі – 47 %; стоять до бруса – 18 %; стоять поряд з брусом – 15 %, знаходяться поза боксами – 20 %. У порівняльних дослідках з етології тварин у розробленому боксовому обладнанні і при звичайній прив'язі виявлено (рис. 4.8), що рухова активність худоби підвищується без зменшення споживання корму та води, що фізіологічно дає підставу для підвищення росту продуктивності тварин.

6. Проведено аналіз наявності шкідливих і небезпечних чинників в приміщенні для утримання ВРХ та їх впливу на робітників. Приведені заходи з охорони праці по забезпеченню безпеки працівників в приміщенні для утримання ВРХ та дії у разі настання надзвичайної ситуації.

7. Економічна ефективність комплексу обладнання БМВРХ-1-2/1-2 (балансова вартість обладнання – 923000 грн.) для утримання технологічної групи 60 голів молодняка ВРХ другої фази в секції з однорядною і дворядною боксовими лініями становить 152700 грн. При цьому строк окупності складає 3,3 роки.

Список використаної літератури

1. Гуменний В. Сучасний стан і перспективи м'ясного скотарства в Україні. Тваринництва України . 2008. № 9. С. 16-18.
2. Славов В.П., Гусєв І.В., Шуст П.Д. Скотарство – одне з основних джерел виробництва продуктів харчування. Ефективне тваринництво. 2008. №6. С.23-28.
3. Морозов Н.М. Перспективные технологии и средства механизации для животноводства. Зоотехния. 1998 . №10.
4. Сухоруков В.В., Париев А. О., Богданова Г.Т. Перспективні технології і комплекти обладнання для виробництва яловичини. Тваринництво України. 2003. №3
5. Іванишин В., Луценко М. Машини та обладнання для облаштування сучасних корівників. Механізація сільського господарства. 2007. № 03(16). С. 32-34.
6. Музыка А.А. Обоснование норм внесения подстилки. Ефективне тваринництво. 2007. №5. С. 50-51.
7. Тищенко М.А. Сергеев М.Ф. Разбрасыватели подстилки на фермах крупного рогатого скота. Техника в сельском хозяйстве. 1982. №10.
8. Шаршунов В. Распределение подстилки в животноводческом помещении. Механизация и электрификация. сельского хозяйства. 1989. №5.
9. Сухоруков В.В., Горбулина Н.А., Коломоец И.И. Результаты исследований выбора рабочего органа разбрасывания подстилки. Научно-технический бюллетень по механизации и электрификации с.х-ва.- Запорожье: - Коммунар, 1981. вып.16
10. Машина для разбрасывания подстилки и раздачи кормов. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ВНИПТИОУ. 1989.
11. Національний стандарт України. Обладнання для утримання телят. Методи випробувань. Дослідницьке, 2006. 64 с.

12. Клейменов Н.И. Кормление молодняка крупного рогатого скота. М. Агропромиздат, 1987. 271 с.
13. Скотарські підприємства: ВНТП – АПК -01.05. К.: Мінагрополітики України, 2005. 111с.
14. Bickert W.G. Dairy freestall housing and equipment [et al.] 7th ed., USA. 2000-164 с
15. Hoard as Dairyman. The National Dairy Magazine. USA, 1998. 165 с
16. Housing Systems for Cattle, Construction Examples. June 2004.
17. Kokomfort. De Boer staldinventar. Katalog 01-05-2001.
18. Midtjyden staldinventar. Et bjerne staerkt product. 2004.
19. Robert E. Graves, Dan F. McFarland, John T. Tyson. Penn State Dairy Housing Plans. Department of Agricultural and Biological Engineering The Pennsylvania State University. Ithaca, New York 14853-5701.
20. Руководство по совершенствованию технологии и организации производства на фермах с беспривязным содержанием и доением коров в доильных залах: Рекомендации. Под ред. И.В.Литвинова, В.А. Билькова. Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2005. 78 с.
21. Админ Е.И., Зюнкина Е.Н. Изучение поведения коров для обоснования их группирования на фермах промышленного типа. Поведение животных в условиях промышленных комплексов. Научн. Тр. ВАСХНИЛ. М.: 1979. С. 65-77.
22. Ю.Александров С.Н., Толмачёва Р.А. Поведение коров при различных условиях содержания в период сухостоя и отёла. Организационно-технологические, селекционно-генетические и социально-психологические проблемы управления поведением сельскохозяйственных животных при интенсификации животноводства. Тезисы докладов 1-й Всесоюзной конференции. Т. 1. Л.: ВНИИРГЖ, 1983. С. 138-139.
23. Бильков В.А., Воронин Г.М., Егорова Е.С., Легошин Г.П. и др. Основные направления технологического прогресса в молочном животноводстве: Рекомендации. Вологда, 2006. 86 с.
24. Буряков Н.П., Бурякова М.А., Караваева Е.В. Особенности кормления

высокопродуктивных кормов. РацВет-Информ № 5, 2009. С. 32-41.

25. Горячкин В.П. Собрание сочинений. Том 1. М.: Колос, 1965. 720 с.

26. Иванов Ю.А., Скоркин В.К. и др. Технологическое и техническое обеспечение молочного скотоводства. Состояние, стратегия развития: Рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 228 с.

27. Караваева Е.А., Бенедиктова Т.Н. Поведение коров при содержании в условиях промышленной технологии. Поведение животных в условиях промышленных комплексов. Научн. тр. ВАСХНИЛ-М.: 1979. С. 52-65.

28. Карташов Л.П. Словарь-справочник оператора машинного доения. М.: Россельхозиздат, 1980. 156 с.

29. Ковалев Н.Г., Барановский И.Н. Органические удобрения в XXI веке. Тверь, 2006. 302 с.

30. Кормановский Л.П. Теория и практика поточно-конвейерного обслуживания животных. М.: Колос, 1982.

31. Кормановский Л.П., Морозов Н.Н., Цой Л.М. Обоснование системы технологий и машин для животноводства. М.: ИК «Родник», ж. «Аграрная наука», 1999.228.С.

32. Кочиш И.И., Калюжный Н.С., Волчкова Л.А., Нестеров В.В. Зоогигиена: Учебник / Под ред. И.И. Кочина. СПб.: Издательство «Лань», 2008. 464 с: ил.

33. Легошин Г.П., Бильков В.А., Махов А.И., Воронин Г.М. Пути повышения эффективности молочного скотоводства и технологическая модернизация ферм / Основные направления технологического прогресса в молочном животноводстве. Рекомендации. 2006. Вологда: ООО ПФ «Полиграфист». С. 22-54.

34. Мишуров Н.П. Анализ затрат труда на доение и производительности доильных установок за рубежом. Техника и оборудование для села. 2005. № 10. С. 43-46.

35. Морозов Н.М., Хусаинов И.И., Вазонов В.Н., Цой Л.М., Ревякин Е.Л. Повышение эффективности производства продукции животноводства: Рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагртех», 2008. 168 с.

36. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Спра-

вочное пособие / Под ред. А.П. Калашникова. М. 2003. С. 7-152.

37. НТП 1-99. Нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота. М.: МСХ РФ, 1999. 118 с.

38. НПАОП 01.41-1.01-01 Правила охорони праці під час технічного обслуговування та ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва. http://sop.zp.ua/norm_praop_01_41-1_01-01_03_ua.php

39. Про затвердження Правил охорони праці у тваринництві. Свинарство. Наказ Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 06.12.2004 №269.

40. НПАОП 0.00–4.12.05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці (32368).

41. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять.

42. Закон України «Про охорону праці» Документ 2694-ХІІ, чинний, поточна редакція — Редакція від 14.08.2021, підстава - 1667-ІХ. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

43. СанПіН 11–19–94 «Перелік регламентованих у повітрі робочої зони шкідливих речовин»

44. СанПіН 1.1.8–24–2003 «Організація та проведення виробничого контролю за дотриманням санітарних правил та виконанням санітарно-протиепідемічних та профілактичних заходів»

45. СанПіН 11–6–2002 «Гігієнічні критерії оцінки та класифікація умов праці за показниками шкідливості та небезпеки факторів виробничого середовища, тяжкості та напруженості трудового процесу»

46. СанПіН 2.3.4.15–21–2006 «Гігієнічні вимоги до молочно-товарних ферм та комплексів з виробництва молока»

47. СанПіН 2.3.4.15–22–2006 «Гігієнічні вимоги до підприємств з виробництва, переробки птиці та птахопродуктів»,

48. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Документ va042282-99, поточна редакція — Прийняття від 01.12.1999. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>

49. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Документ va037282-99, поточна редакція — Прийняття від 01.12.1999. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text>

Додатки

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра механізації виробничих процесів у тваринництві

**ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ
БОКСОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УТРИМАННЯ ВЕЛИКОЇ
РОГАТОЇ ХУДОБИ**

Виконав: студент групи МГМ-2-19
Геймур Олександр Сергійович

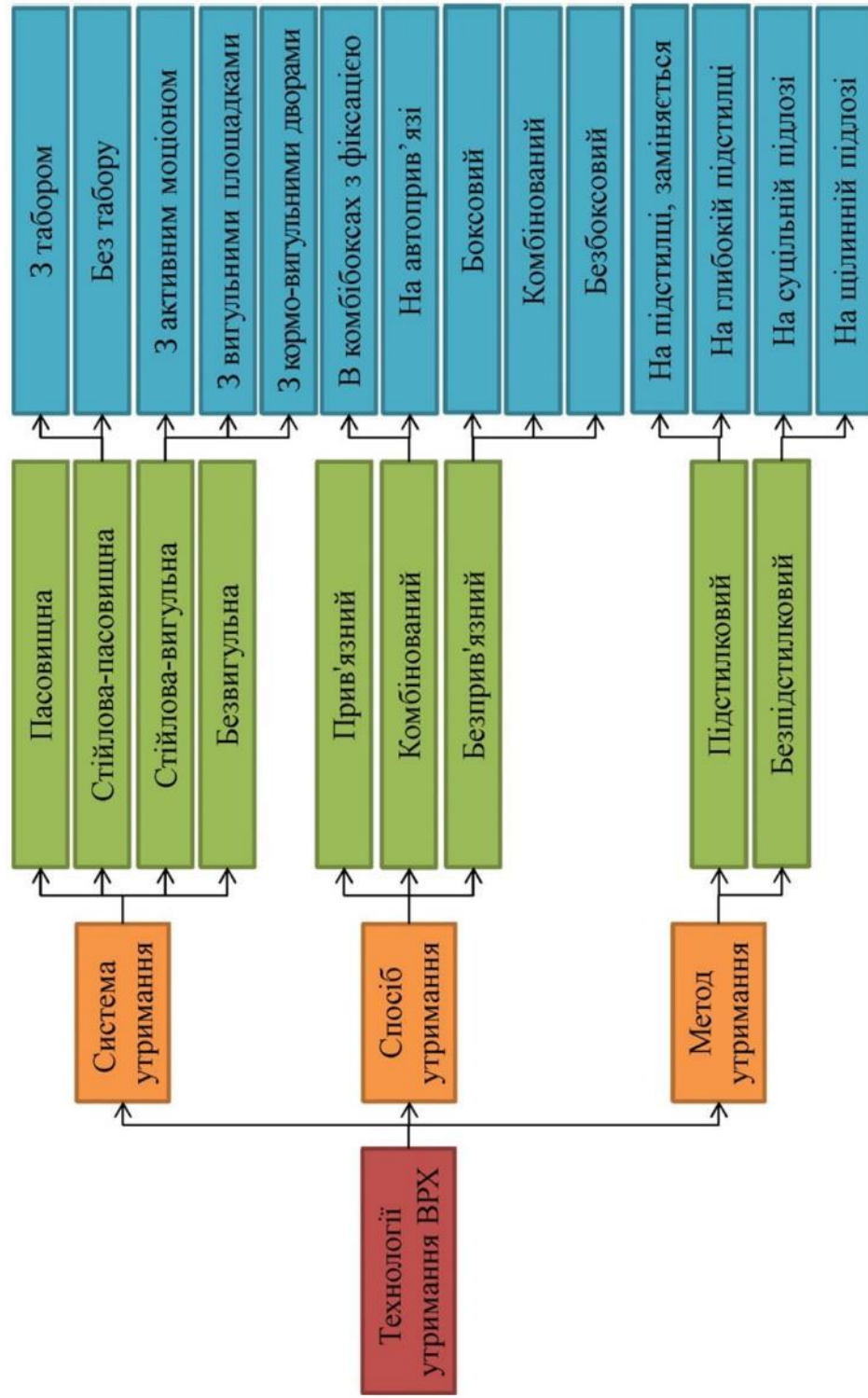
Керівник: д-р техн. наук, старш. дослід.
Алієв Ельчин Бахтияр огли

Дніпро, 2021

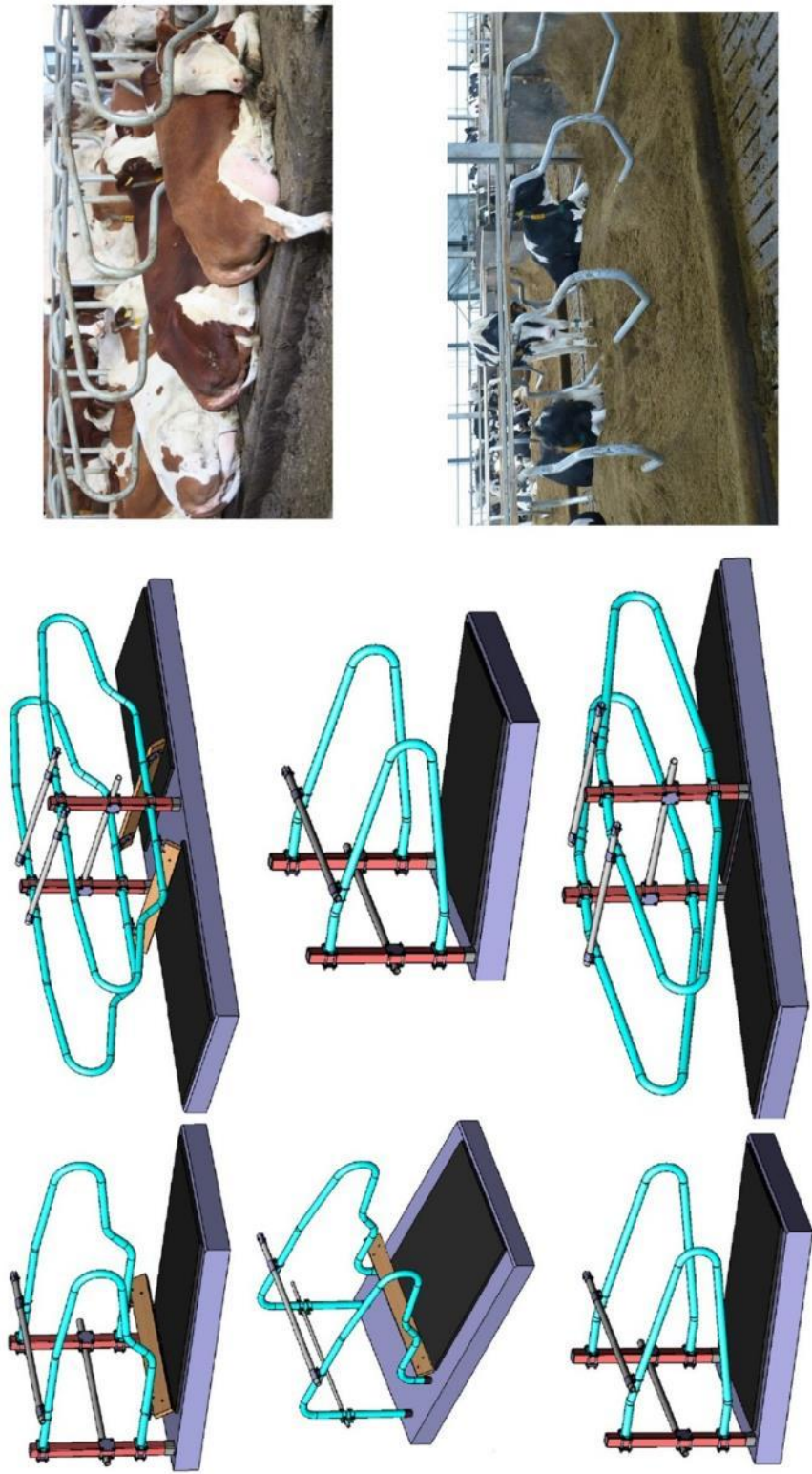
Метою роботи є підвищення ефективності утримання великої рогатої худоби шляхом обґрунтування конструктивних параметрів боксового обладнання.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні **завдання**:

1. Провести аналіз елементів технології утримання та обслуговування великої рогатої худоби.
2. Проаналізувати конструктивні особливості стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання корів.
3. Розробити структурно-математичну модель тіла великої рогатої худоби.
4. Визначити конструктивні параметри стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання великої рогатої худоби.
5. Теоретично визначити міцність конструкції стійлового обладнання.
6. Провести експериментальних досліджень стійлового обладнання для безприв'язно-боксового утримання ВРХ.
8. Визначити економічну ефективність використання стійлового обладнання.

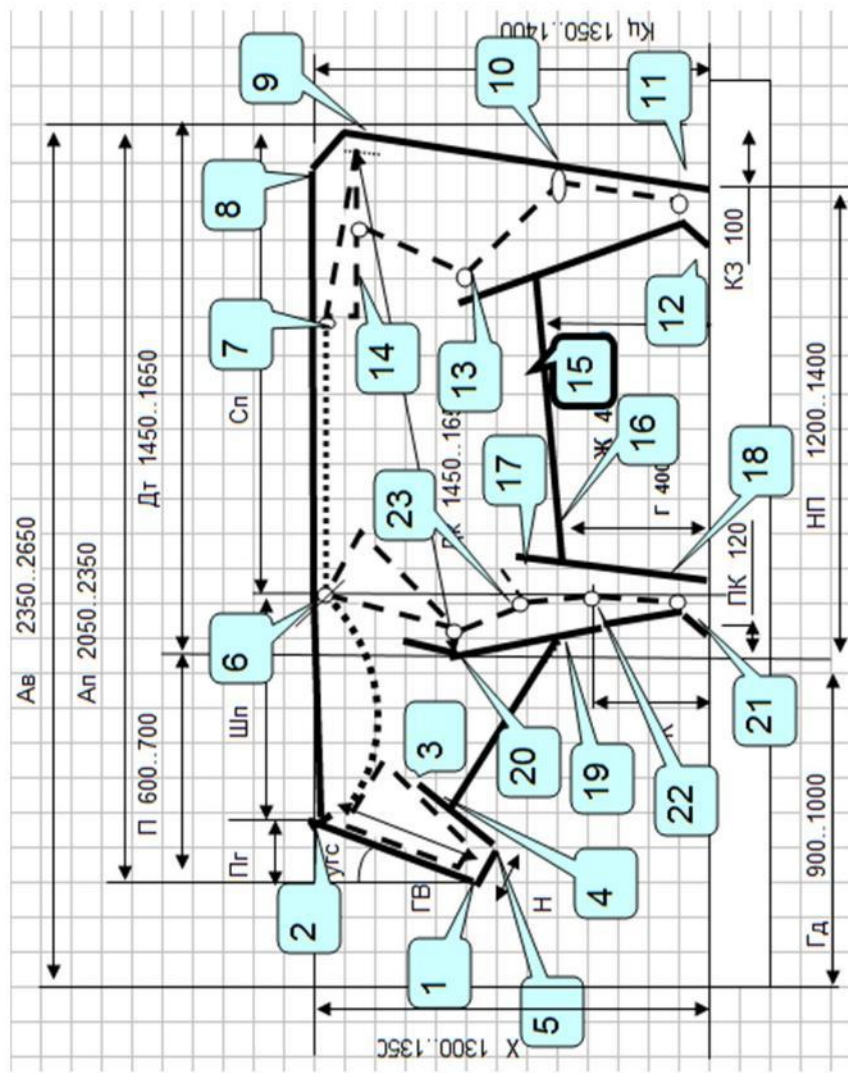


Основні елементи технологій утримання великої рогатої худоби

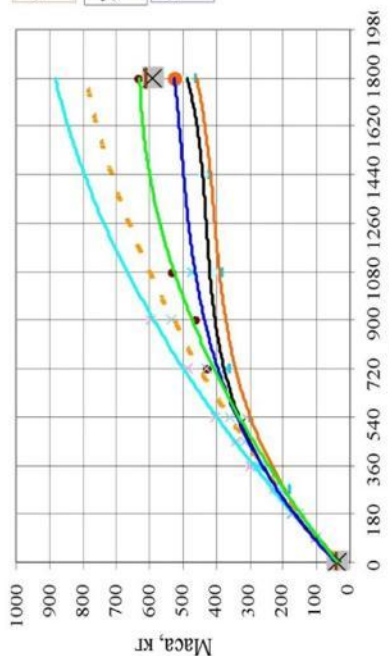


Конструктивні модифікації боксового обладнання

Бокси для відпочинку ВРХ



Структурно-морфологічна, біомеханічна, сагітальна схема тіла великої рогатої худоби з зоометричними точками

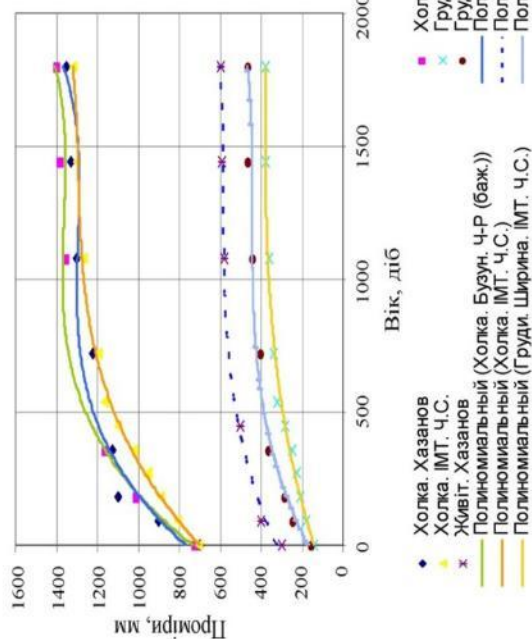


- Хазанов
- 1кл Черв. степ
- Бузун, Черв. степ
- НТП, Черв. степ
- НТП, Голштин
- Полиноміальний (1кл Черно-ряба)
- Полиноміальний (Бузун, Черв. степ)
- Полиноміальний (Бузун, Бажано)

- Бузун, Бажано
- 1кл Черно-ряба
- Бузун, Голштин
- НТП, Черно-ряба
- Полиноміальний (1кл Черв. степ)
- Полиноміальний (Бузун, Голштин)
- Полиноміальний (Хазанов)

$y = 1E-07x^3 - 0,0005x^2 + 0,7335x + 31,393$ $R^2 = 0,9949$
$y = 2E-07x^3 - 0,0006x^2 + 0,8551x + 30,568$ $R^2 = 0,9932$
$y = 1E-07x^3 - 0,0005x^2 + 0,7669x + 42,722$ $R^2 = 0,9963$
$y = -0,0002x^2 + 0,6393x + 37,228$ $R^2 = 0,9976$
$y = -0,0001x^2 + 0,6638x + 40,322$ $R^2 = 0,998$
$y = -0,0002x^2 + 0,7505x + 39,674$ $R^2 = 0,9984$

Вікові промірні
(висота і ширина)
зоометричні
характеристики ВРХ

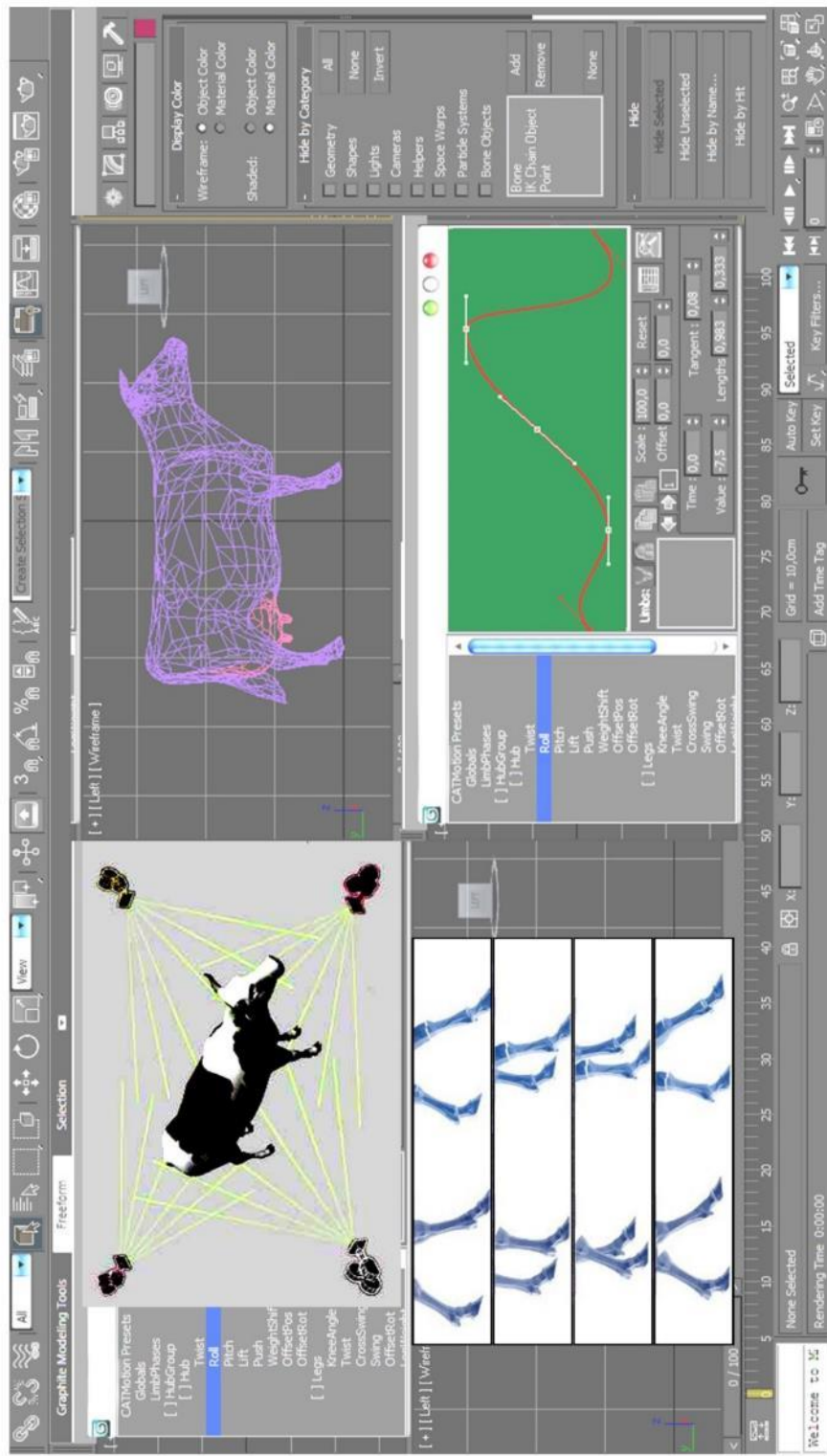


- Холка, Хазанов
- Холка, ІМТ, Ч.С.
- Живіт, Хазанов
- Полиноміальний (Холка, Бузун, Ч.Р (Баж.))
- Полиноміальний (Холка, ІМТ, Ч.С.)
- Полиноміальний (Груді, Ширина, ІМТ, Ч.С.)

- Холка, Бузун, Ч.Р (Баж.)
- Груді, Ширина, ІМТ, Ч.С.
- Груді, Ширина, Хазанов
- Полиноміальний (Холка, Хазанов)
- Полиноміальний (Живіт, Хазанов)
- Полиноміальний (Груді, Ширина, Хазанов)

$y = 4E-07x^3 - 0,0014x^2 + 1,6587x + 732,48$ Холка, Бузун, Ч.р $R^2 = 0,9958$
$y = 4E-07x^3 - 0,0013x^2 + 1,471x + 767,09$ Холка, Хазанов $R^2 = 0,9397$
$y = 2E-07x^3 - 0,0008x^2 + 1,2042x + 700,34$ Холка, ІМТ, Ч.С. $R^2 = 0,9958$
$y = 1E-07x^3 - 0,0004x^2 + 0,5878x + 320,97$ Живіт, Хазанов. $R^2 = 0,9791$
$y = 3E-08x^3 - 0,0001x^2 + 0,3664x + 144,04$ Груді, Ширина, ІМТ, Ч.С. $R^2 = 0,9964$
$y = 3E-08x^3 - 0,0002x^2 + 0,4556x + 155,31$ Груді, Ширина, Хазанов $R^2 = 0,9952$

Вікові масові зоометричні
характеристики ВРХ

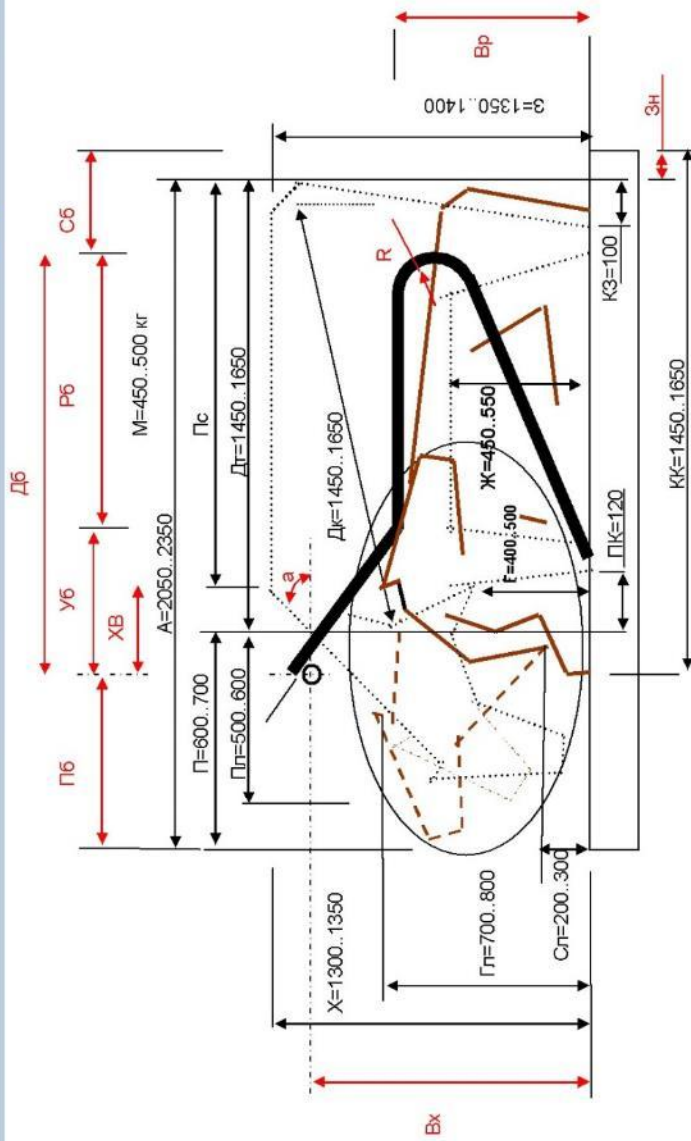


а – схема дослідження: відеозоометрія; б – 3D модель корови; в – циклодіаграма ходіння; г – траєкторія руху вершини медіальної ратиці лівої передньої кінцівки у фазі переносу

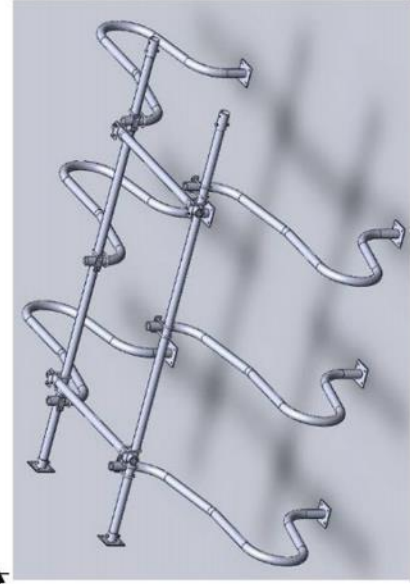
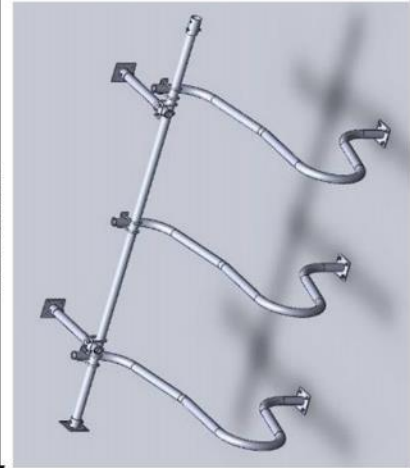
Дослідження з використанням тривимірних відеосистем (3D MAX) 3D-контурної моделі худоби, геометричних і кінематичних параметрів тіла і ходіння худоби

Обґрунтування конструктивних параметрів стійлового обладнання для боксового утримання ВРХ

8



Функціонально-
конструктивна схема
розрахунку
боксів для великої
рогатої худоби



Конструктивна схема
розроблених боксів

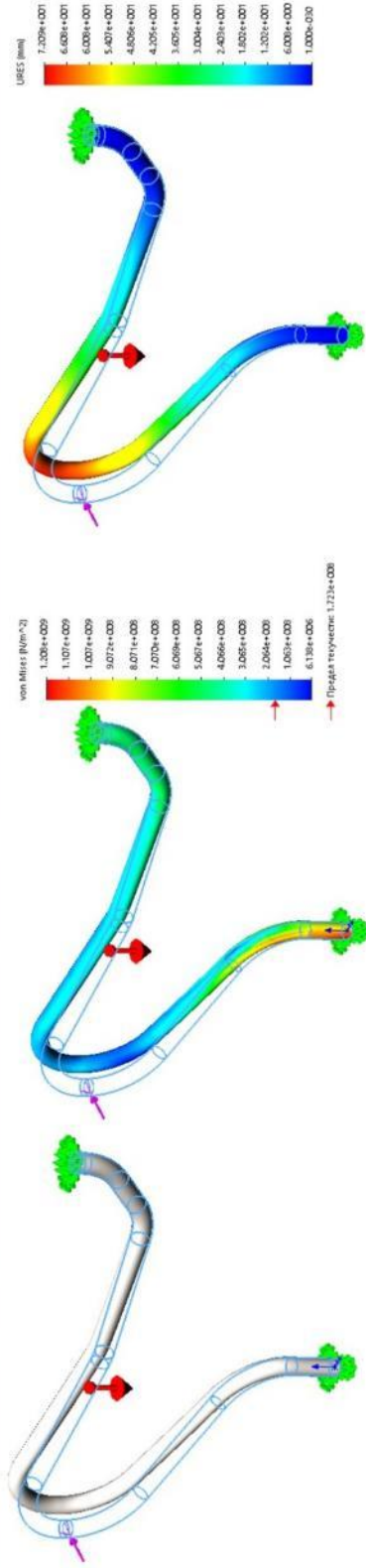
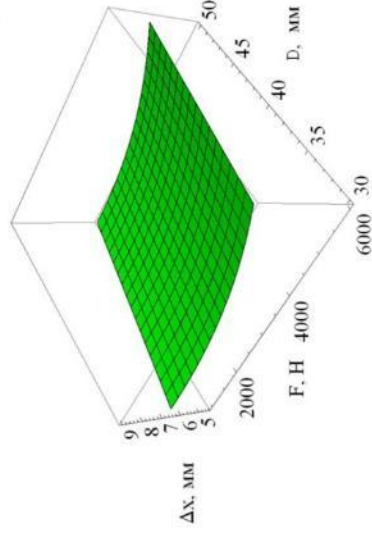
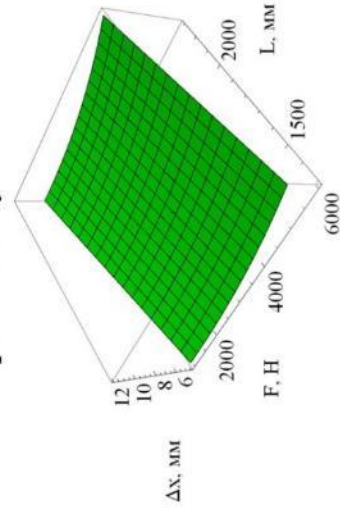


Схема розміщення сил і кріплення бічної загорожі боксу

Розподіл напруження σ і абсолютних переміщень Δx при деформації бічної загорожі боксу при $F = 6000$ Н, $D = 50$ мм, $L = 2300$ мм



Залежність абсолютних переміщень Δx бічної загорожі боксу від значень сили F , діаметра труби D і довжини боксу L

$$\Delta x = 3,16043 - 0,100889 D - 0,000225192 F + 1,05823 \cdot 10^{-7} F^2 + 0,00498722 L$$

$$M = 3,37508 \cdot 10^{-14} - 1,22125 \cdot 10^{-15} D - 0,000248186 L + 0,000124093 D L$$

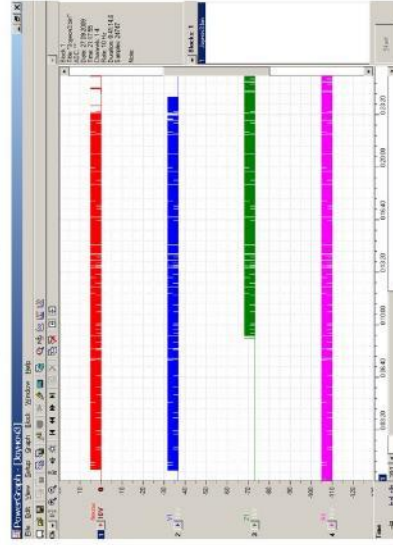
$$\Delta x(F, D, L) \rightarrow \min, \quad M(F, D, L) \rightarrow \min, \quad F = 6000 \text{ Н}, \quad L = 1354 \text{ мм}, \quad D = 40,1 \text{ мм}$$



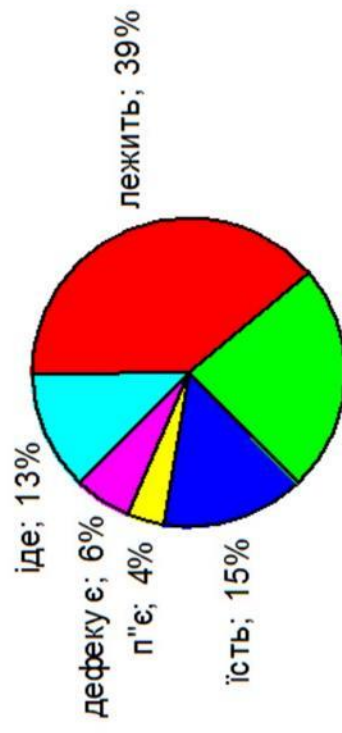
Боксове обладнання з комп'ютерним вимірювально-реєструючим комплексом



Денний відпочинок молодняку ВРХ в боксах



Реєстрація модульованих сигналів положення худоби в боксі



Результати порівняльного аналізу з етології тварин в боксах

**Економічна ефективність використання сійлового обладнання
для боксового утримання ВРХ**

11

Проведено порівняльно-економічну оцінку розроблених зразків нового боксового устаткування – обладнання БМВРХ-1-2/1-2 (маса – 1455 кг) для утримання технологічної групи 60 голів молодняку ВРХ другої фази в секції з однорядною і дворядною боксовими лініями. За базу для порівняння прийнято відомий зарубіжний аналог боксове обладнання для утримання молодняку ВРХ типу «LIEGEVOXEN COMFORT JUNGVIEN», зокрема моделі 863 (маса – 2668 кг) (Allie Agrartechnik, Німеччина).

Показник	Нове	Базове
Технологічна група молодняку ВРХ, гол.	60	60
Маса обладнання, кг	1455	2668
Балансова вартість обладнання, грн.	923000	1432000
Витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн.	96700	96700
Витрати на капітальний, поточний ремонт і технічне обслуговування, грн.	138450	214800
Витрати на амортизацію обладнання, грн.	138450	214800
Прямі експлуатаційні витрати, грн.	373600	526300
Річний економічний ефект, грн.	152700	-
Термін окупності, років	3,3	-

1. У технологічних, технічних і об'ємно-планувальних рішеннях типових і нових молочних ферм із боксовим способом утримання є цілий ряд істотних недоліків, невідповідностей зональним умовам, порушень сучасних технологій утримання і обслуговування худоби, а також вимог охорони навколишнього середовища. При модернізації існуючих і будівництві нових ферм всі ці недоліки і невідповідності повинні бути усунені. Для правильного вибору конструкції і параметрів стійлового обладнання необхідно враховувати масу тварин і особливості їхньої поведінки. Параметри боксів для корів слід визначати відповідно до даних, які рекомендовані нормами НТП 1-99. Щоб виключити помилки, обумовлені різною інтенсивністю вирощування молодняка, при визначенні параметрів боксів необхідно керуватися не віком (як це прийнято в діючих нормах), а масою тварин.
2. Для механіко-математичного аналізу представлено тіло худоби (біомеханічна модель) як опис тіла тварини 51-67-ми контурними, полігональними структурами, об'єднаними в контурно-стержневу, шарнірну схему тіла худоба. Тіло худоби і його частини і області є пружні, м'язово-кісткові утворення (фізичні тіла) з шкірною або шкірно-м'язовою оболонкою і жорсткими ланками у вигляді кісток скелета (кісткова система). У окремих перетинах кордону поверхні тіла утворюються контури, а види на поверхнях перетину – плоскі контурні схеми. При представленні кісток стержнями, а суглобів шарнірами виходять контурні шарнірно-стержневі моделі тіла худоби по перетинах. Зважаючи на симетричність тіла худоби приймаємо, що плоскі сагітальні контурно-стержневі моделі обох сагітальних поверхонь дзеркальні.
3. Для правильного вибору конструкції і параметрів стійлового обладнання необхідно враховувати масу тварин і особливості їхньої поведінки. Параметри боксів для корів слід визначати відповідно до даних, наведених в табл. 3.1. Рекомендовані нормами НТП 1-99 параметри боксів не відповідають розмірам і масі корів сучасних високопродуктивних порід. Щоб виключити помилки, обумовлені різною інтенсивністю вирощування молодняка, при визначенні параметрів боксів необхідно керуватися не віком (як це прийнято в діючих нормах), а масою тварин. В основу поставлена задача створення боксу для утримання ВРХ, в якому, завдяки виконанню частини трубною загорожі зверху із двох частин, одна з яких виконана горизонтальною, а друга виконана з нахилом під кутом, що забезпечує рухомість ВРХ у боксі і більшої свободи голови лежачої ВРХ. Таким чином це призводить до покращення комфортності відпочинку ВРХ в боксі і позитивно впливає на продуктивність ВРХ.

4. Для обґрунтування вибору діаметра труби розглянемо процес деформації бічної загорожі боксу під час дії на нього ваги тварини в програмному пакеті SolidWorks з використанням Simulation. Встановлені залежності абсолютних переміщень Δx бічної загорожі боксу від значень сили F , діаметра труби D і довжини боксу L . Встановлені залежності металомісткості M бічної загорожі боксу від значень діаметра труби D і довжини боксу L . Вирішуючи компромісну задачу, згідно якої абсолютне переміщення Δx бічної загорожі боксу і її металомісткість M повинні бути мінімальними отримуємо раціональні значення довжини боксу L і діаметра труби D : $L = 1354$ мм, $D = 40,1$ мм.
5. Для експериментальних досліджень розроблена і виготовлена оригінальна приладово-комп'ютерна вимірювальна система на основі генератора імпульсів, осцилографа, датчиків і 2 комп'ютерних комплексів: перший – з програмним забезпеченням Power Graph – для силових навантажень тензометричні датчики (на 2 канали) і другий – на базі кнопкових датчиків – для реєстрації положення тварин в боксах (на 4 канали). Встановлено, що пропоноване боксове обладнання відповідає типовій етології тварин при безприв'язному утриманні: тварини лежать в боксі – 47 %; стоять до бруса – 18 %; стоять поряд з брусом – 15 %, знаходяться поза боксами – 20 %. У порівняльних дослідках з етології тварин у розробленому боксовому обладнанні і при звичайній прив'язі виявлено (рис. 4.8), що рухова активність худоби підвищується без зменшення споживання корму та води, що фізіологічно дає підставу для підвищення росту продуктивності тварин.
6. Проведено аналіз наявності шкідливих і небезпечних чинників в приміщенні для утримання ВРХ та їх впливу на робітників. Приведені заходи з охорони праці по забезпеченню безпеки працівників в приміщенні для утримання ВРХ та дії у разі настання надзвичайної ситуації.
7. Економічна ефективність комплексу обладнання БМВРХ-1-2/1-2 (балансова вартість обладнання – 923000 грн.) для утримання технологічної групи 60 голів молодняка ВРХ другої фази в секції з однорядною і дворядною боксовими лініями становить 152700 грн. При цьому строк окупності складає 3,3 роки.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

**ІНЖИНІРИНГ АГРОПРОМИСЛОВОГО
ВИРОБНИЦТВА**

Всеукраїнська студентська науково-практична конференція

Дніпро, 2021

УДК 631:62-5

Інжиніринг агропромислового виробництва: матеріали Всеукр.
І 62 студ. наук.-практ. конф. (1-2 грудня 2021 р., м. Дніпро). – Дніпро:
ДДАЕУ, 2021. – 80 с.

У збірнику представлені наукові матеріали Всеукраїнської науково-практичної студентської конференції «Інжиніринг агропромислового виробництва» (зарєстровано в УкрІНТЕІ, 8.11.2021, № 904). Тематика наукових матеріалів присвячена питанням розроблення та впровадження інноваційних технологій та технічних засобів агропромислового виробництва.

Наукові матеріали надані в авторській редакції з дотриманням стилю автора. За фактичний матеріал і його інтерпретацію відповідальність несуть автори та наукові керівники.

Адреса оргкомітету:

Україна, 49600, м. Дніпро, вул. Сергія Єфремова, 25
тел. (050) 970-16-90, Дніпровський державний аграрно-
економічний університет, кафедра механізації виробничих
процесів у тваринництві, dudin.v.yu@dsau.dp.ua

© ДДАЕУ, 2021
© Автори публікацій, 2021

Хоменко Т. А. МЕТОДИКА ОБГРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ ПІДПРИЄМСТВА З ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ	33
Бабич А.С. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РУХУ МИЙНОГО РОЗЧИНУ ПО МОЛОКОПРОВІДНІЙ ЛІНІЇ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ	36
Буйницький О.І. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕСТЕРА ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК	39
Геймур О.С. ВИЗНАЧЕННЯ МЦНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ СТІЙЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БОКСОВОГО УТРИМАННЯ ВРХ	42
Панасенко В.А. АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕПАРАЦІЇ РІДКОГО ГНОЮ НА ФРАКЦІЇ	45
Пашенко А.О. ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВАКУУМНОЇ СИСТЕМИ	48
Похиленко Р.В. АНАЛІЗ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ ПРОТОЧНОЇ ДІЇ	51
Теліпко В.М. МЕТОДИКА ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ КОРМОРОЗДАВАЧА	54
Потапов М.В. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ЗМІШУВАЧІВ СИПКИХ КОРМІВ	57
Салогуб Б.Р. КЛАСИФІКАЦІЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ПОДРІБНЮВАЧІВ ЗЕРНА	60
Сажарський В.С. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РІДКОЇ ГОДІВЛІ СВИНЕЙ	63

УДК 637.1

**ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ СТІЙЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ
ДЛЯ БОКСОВОГО УТРИМАННЯ ВРХ**

Геймур О.С.

*здобувач вищої освіти СВО Магістр,
ОПП Агроінженерія, ІТФ ДДАЕУ**Науковий керівник – Алієв Е.Б.,
доктор технічних наук, старший дослідник*

Для обґрунтування вибору діаметра труби розглянемо процес деформації бічної загорожі боксу під час дії на нього ваги тварини. Для візуалізації процесу деформації бічної загорожі боксу проведемо паралельне моделювання в програмному пакеті SolidWorks з використанням Simulation. Максимальне навантаження вибиралася з урахуванням ваги дорослої тварини і була прийнята за 6000 Н. Інтервал зміни навантаження – 1000 Н. Схема розміщення сил і кріплення бічної загорожі боксу представлено на рис. 1.

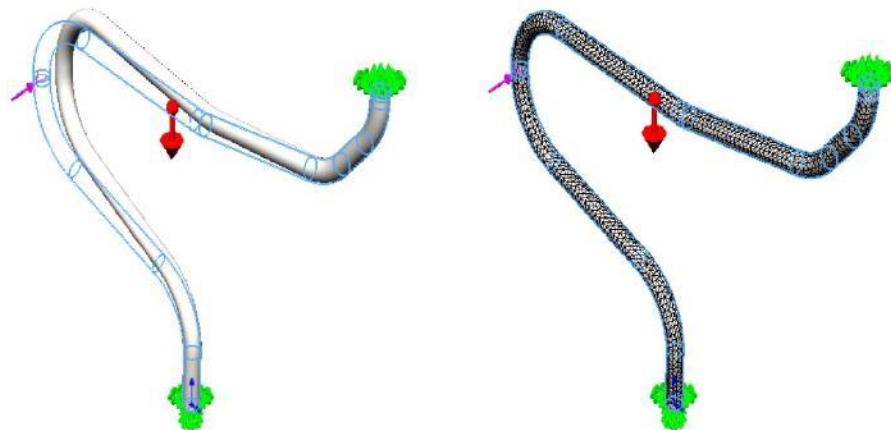


Рисунок 1 – Схема розміщення сил і кріплення бічної загорожі боксу

Результати розрахунку деформації бічної загорожі боксу в програмному пакеті SolidWorks представлено на рис. 2.

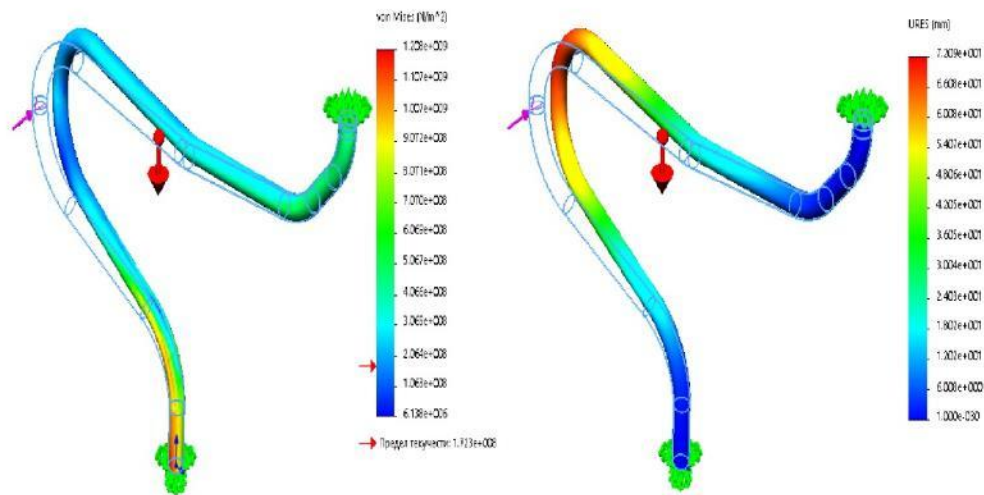


Рисунок 2 – Розподіл напруження σ і абсолютних переміщень Δx при деформації бічної загорожі боксу при $F = 6000$ Н, $D = 50$ мм, $L = 2300$ мм

Апроксимуємо отримані дані у вигляді рівнянь для абсолютних переміщень Δx бічної загорожі боксу від значень сили F , діаметра труби D і довжини боксу L :

$$\Delta x = 3,16043 - 0,100889 D - 0,000225192 F + 1,05823 \cdot 10^{-7} F^2 + 0,00498722 L, \quad (1)$$

Коефіцієнт кореляції для рівнянь (1) складає $R = 0,98$.

Розрахувавши металомісткість M бічної загорожі боксу отримано відповідне рівняння:

$$M = 3,37508 \cdot 10^{-14} - 1,22125 \cdot 10^{-15} D - 0,000248186 L + 0,000124093 D L, \quad (2)$$

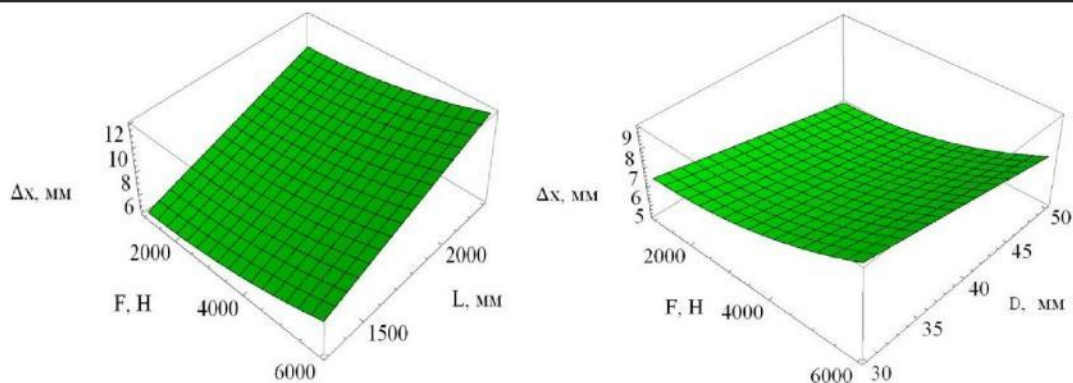


Рисунок 3 – Залежність абсолютних переміщень Δx бічної загорожі боксу від значень сили F , діаметра труби D і довжини боксу L

Вирішуючи спільно рівняння (1) і (2) згідно представленої системи маємо:

$$\begin{cases} \Delta x(F, D, L) \rightarrow \min, \\ M(F, D, L) \rightarrow \min, \\ F = 6000 \text{ Н.} \end{cases} \quad (3)$$

Вирішуючи систему рівнянь (3) спільно з (1)-(2) визначимо раціональні значення довжини боксу L і діаметра труби D : $L = 1354$ мм, $D = 40,1$ мм.

Список використаних джерел:

Алієв Е.Б. Біомеханічна модель функціонування зооморфного механізму кінцівок великої рогатої худоби. Технічні системи і технології тваринництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків, 2014. Вип. 144. С. 243-250.

2. Алієв Е.Б., Гаврильченко О.С. Спосіб оцінки стану опорно-рухового апарату великої рогатої худоби. Наукові горизонти, Житомирський національний агроекологічний університет, 2018. № 12 (73). С. 3-7.