

ЗАСТОСУВАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ У МОЛОЧНОМУ СКОТАРСТВІ

**Науменко О.А., к.т.н., професор, Палій А.П., к.с.-г.н., доцент,
Чигрин О.А., к.т.н., доцент**
*(Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка)*

У статті наведена схема складових елементів роботів для сільського господарства. Представлена загальна інформація щодо застосування роботизованих систем у молочному скотарстві, а саме роботів для доїння корів, роздавання та підгортання кормів, прибирання гною з зазначенням основних принципів функціонування роботизованих систем.

У промислово розвинених країнах світу високий рівень розвитку матеріально-технічної бази сільського господарства дозволяє перейти від нарощування енергетичних потужностей та насичення технікою до якісно нового етапу – вдосконалення структури матеріально-технічної бази, підвищення її технічного рівня, створення комплексу машин та засобів не тільки для окремих технологій виробництва продукції тваринництва, але й для комплексної автоматизації та роботизації певних типів господарств.

Причини, які обумовлюють гостру необхідність роботизації сільськогосподарського виробництва, впливають із чинників застосування роботів в інших галузях народного господарства та полягають у необхідності підйому продуктивності сільського господарства, поставки більш надійної та зручної для людини техніки, оновлення типів машин й устаткування, оскільки курс на підвищення потужності поступається місцем більш розумній потребі в засобах автоматизації та роботизації [1].

Робот – це автономна машина, що забезпечує автоматизоване виконання технологічних операцій. Робот складається з виконавчого пристрою у вигляді одного або декількох маніпуляторів та пристроїв програмного управління їх рухом. Маніпулятором називається керований та оснащений робочим органом пристрій, призначений для відтворення дій руки людини [2].

Робот оснащений штучним інтелектом, тобто технічною системою, здатною оперативно вирішувати завдання не обчислювального характеру та виконувати дії, що вимагають швидкої обробки змістовної інформації [3]. До числа таких задач відноситься й розпізнавання зорових образів. Робот зі штучним інтелектом за допомогою комп'ютерної програми розпізнавання зорових образів здатний скласти тривимірне зображення панорами, виділити об'єкт, виявити його характеристики й місце розташування, самостійно вибрати оптимальний спосіб руху та прийняти рішення для досягнення заданої програмою мети (рис. 1).



Рисунок 1 – Складові елементи сільськогосподарського робота [3].

Поява роботів в тваринництві – це технічний та технологічний прорив даної галузі, вихід її на принципово новий сучасний рівень. Основною проблемою на шляху активного поширення роботизованих машин є їх занадто висока вартість.

Останнім часом, в країнах західної Європи та північної Америки все більше поширюється роботизація тваринницьких ферм з виробництва молока (рис. 2). Це повноцінний автоматизований комплекс технологій, що дозволяє доїти найбільш фізіологічним для корів способом та отримувати високоякісне молоко на основі нового інноваційного підходу, заснованому на природній інтеграції процесу доїння та автоматизації виробництва молока [4 – 6].



Рисунок 2 – Роботизовані системи тваринницького комплексу: 1 – доїльний робот; 2 – робот для підрівнювання кормів; 3 – робот для прибирання гною.

Система добровільного доїння використовується в світі з 1998 року і з кожним роком набирає все більше визнання. Система добровільного доїння дозволяє істотно знижувати витрати на оплату праці операторам доїння, скорочуючи потребу в кількості працівників. Мінімізація «людського фактора» та бездоганне обслуговування при доїнні корів позитивно позначається на рівні недо-

їв та якості молока. Крім того, тваринницький комплекс з системою добровільного автоматичного доїння не вимагає спорудження й оснащення доїльного залу [4, 6, 7].

Сучасні доїльні роботи умовно можна розділити на дві групи:

- доїльний бокс з однією рукою робота, що здійснює безпосередньо пошук й підключення доїльних стаканів;
- модуль, що складається з декількох доїльних блоків (частіше двох), що обслуговуються однією рукою.

Робот-дояр оснащений багатофункціональним маніпулятором, сканером, сенсорними датчиками, ультразвуковим пристроєм, оптичною системою, системою переддоїльної обробки дійок вимені, контролю якості молока та іншими необхідними при доїнні пристроями.

Основним робочим елементом робота-дояра є багатофункціональний маніпулятор, сконструйований за образом людської руки. Завдяки такій конструкції маніпулятор забезпечує процес доїння незважаючи на різноманітну форму й розташування вимені, а також при відхиленні дійок до 45 °. Швидкий та точний пошук дійок забезпечується за рахунок високоточної системи, оснащеної оптичною камерою спостереження з двома лазерами. Для швидкої роботи з особливо складними формами вимені машина дозволяє вибрати зручну схему пошуку дійок для кожної окремої тварини, самостійно визначає розташування дійок та зберігає інформацію в базі даних. Привід маніпулятора гідравлічний. На відміну від пневматичних систем гідравлічний більш надійний і вимагає менших витрат на сервісне обслуговування. При роботі маніпулятор здійснює пошук дійок, під'єднання доїльних стаканів та промивного обладнання, вирівнювання шлангів під час доїння й обробку дійок вимені після доїння [2, 7 – 9].

Процес підготовки дійок до доїння включає наступні процедури: кожна дійка вимені окремо обмивається теплою водою, масажується, попередньо здоюється та підсушується теплим повітрям перед встановленням доїльних стаканів. Машина проводить повну дезінфекцію дійок всього за кілька секунд, що сприяє швидкій молоковіддачі та отриманню молока високої якості. Стакан підготовки дійок до доїння підключений окремо, щоб перші цівки молока не потрапляли в загальну молочну лінію. Всі доїльні стакани ополіскуються всередині й зовні перед доїнням кожної корови. Доїльні стакани розміщуються після ополіскування вертикально, вниз голівкою, щоб залишки води стікали і не потрапляли в молочну лінію під час доїння. При падінні окремого доїльного стакана робот миттєво реагує – ополіскує його та повторно встановлює на дійку. При необхідності вирівнює молочні шланги й обробляє дійки дезінфікуючим розчином після доїння [6, 8 – 11].

Машина здійснює доїння та облік молока по кожній чверті вимені окремо. Чотири оптичних лічильника (по одному для кожної чверті) реєструють рівень надоїв, швидкість молоковіддачі по кожній чверті вимені, тривалість доїння, електропровідність та рівень крові в молоці. Процес очищення реєструється в програмі управління машини, що дозволяє контролювати санітарно-гігієнічний стан устаткування.

Молоко, яке надходить з кожної чверті вимені, тестується по електропровідності на наявність захворювань і лише після цього направляється в охолоджувальний танк. Екран, розташований на одній з панелей робота, в режимі реального часу, дозволяє контролювати роботу машини під час доїння.

Конструкція забезпечує зручний доступ тварин та обслуговуючого персоналу до тварин під час роботи, що полегшує процес навчання нових корів. Тварини стоять на жорсткій металевій щільній підлозі, обладнаній зручним неслизьким гумовим покриттям [2, 8, 11].

Роботизована установка для підгортання (підрівнювання) корму на кормовому столі представляє собою самохідний пристрій циліндричної форми, розміщений на трьох колесах (одне служить для направлення руху робота, два інших з приводом від електродвигуна забезпечують необхідні переміщення установки) [7, 9, 10].

Переміщення робота по слизькій поверхні кормових проходів тваринницького приміщення без проковзування привідних коліс та створення необхідного зусилля для підгортання корму забезпечується шляхом збільшення маси установки до 575 кг за рахунок баласту (з бетону), що розміщений в області її задньої осі та електроприводу. Підгортання корму в зону досяжності його тваринами здійснюється за рахунок обертання робочого органу циліндричної форми з приводом від електродвигуна (висота робочої поверхні 60 см), роль якого виконує зовнішній кожух корпусу робота. Живлення обох електродвигунів (приводу руху та обертання робочого органу) здійснюється від акумуляторної батареї напругою 12 В, яка регулярно заряджається на зарядній станції, розташованій на маршруті руху робота.

Для забезпечення роботи робота в повністю автоматизованому режимі необхідно визначити напрям його руху та пройдену ним відстань, забезпечити рух по заданому маршруту й підтримання встановленої відстані робота від кормової решітки. Вирішення цих завдань забезпечується шляхом оснащення робота вимірними технічними засобами (для отримання первинної інформації) та бортовим комп'ютером з відповідним програмним забезпеченням (для аналізу отриманої інформації, прийняття необхідного рішення та видачі команди виконавчим механізмам).

На основі аналізу інформації, що надходить від встановленого в корпусі гіроскопа (фіксує будь-які зміни напрямку руху і передає сигнали в блок управління), бортовий комп'ютер визначає напрям руху робота. Пройдена їм відстань обчислюється за результатами обробки інформації, що забезпечують розміщені на ведучих колесах датчики (реєструється кількість обертів коліс). Відстань робота від кормової решітки у міру його просування по кормовому проходу безперервно контролюється ультразвуковим датчиком [5, 7, 8].

Визначення маршруту руху робота виконується вручну шляхом програмування бортового комп'ютера за допомогою портативного контролера. На маршруті руху робота розміщується станція для підзарядки акумулятора, шлях до якої також програмується. Для позначення напрямку руху по вибраному маршруту на початку та наприкінці шляху робота встановлюються маркери у вигляді металевих планок. Робот може обслуговувати всі кормові проходи тваринниць-

кого приміщення. Після того як маршрут визначено, робот може виконувати свою роботу його в автоматичному режимі через попередньо встановлені проміжки часу (від 30 хв і більше – залежно від умов роботи).

Робот-кормороздавач візуально нагадує робот-подрівнювач кормів і виконує всі його функції, однак оснащений бункером-змішувачем вертикального типу, який здатний змішувати багатокомпонентні кормові суміші різних складів, контролюючи точність дозування компонентів. Схема руху та орієнтація в просторі ідентична роботу-подрівнювачу, але наявність бункера та вертикального шнека для вивантаження корму дозволяє йому дозовано роздавати корми для тварин. Управління роботою робота-кормороздавача здійснюється через сенсорну панель по бездротовому зв'язку. Робот-кормороздавач оснащений вимірювальним приладом, який сканує кормовий стіл в процесі подрівнювання корму й визначає кількість залишків на конкретній ділянці (визначається рівень корму над основою кормового столу). У разі, якщо кормовий стіл порожній, робот дозовано вивантажує кормову суміш з бункера на порожній ділянці фронту годівлі. Таким чином, досягається постійна наявність свіжого корму на кормовому столі [7, 8, 10].

Роботизація видалення гною має безсумнівну перевагу перед механічними системами, так як при будівництві нових та реконструкції існуючих тваринницьких приміщень відпадає необхідність у виконанні ряду будівельних робіт, наприклад з поглиблення підлоги для гнойових каналів, установки приводних та натяжних пристроїв й таке інше.

Основою конструкції робота для прибирання гною є скрепер з регульованою шириною від 0,7 м до 1,9 м, що встановлений на ходові колеса та має незалежний привід. У центральній частині скрепера встановлено приводний пристрій та елемент системи автоматичного управління. Робот для прибирання гною має автономний приводний пристрій, який складається з електродвигуна, редуктора та шасі з приводними колесами. Електродвигун працює від акумулятора [8, 9, 11].

Автоматизована система управління дозволяє індивідуально програмувати час очищення, відстань та швидкість руху, маневрування, поведінку робота при зустрічі з твариною й перешкодами. При 18 годинах роботи за добу (решту часу потрібно на підзарядку акумулятора) та швидкості руху близько 4 м/хв робот здатний прибрати гній з території, площею понад 4000 м².

Висновок. Сучасний стан техніки дозволяє перевести сільськогосподарське виробництво на принципово нову основу, де виконавчою продуктивною силою стане сільськогосподарський робот.

Підвищення продуктивності та інтенсифікації в сільськогосподарському виробництві за допомогою робототехніки може бути досягнуто тільки на основі автоматизації рутинних операцій в інтелектуальній та виробничій діяльності людини при комплексній автоматизації гнучких виробничих систем.

Оцінюючи перспективу впровадження роботів у сільському господарстві не слід очікувати економічного виправдання використання їх у найближчі роки. До тепер застосування роботів все ще носить інноваційний характер розвитку технологій для сільськогосподарського виробництва. Наукові дослідження в цій

області мають продовжуватись, тому що застосування роботів є єдиною альтернативою для звільнення людини від монотонної, важкої фізичної праці.

Список літератури

1. Голубенко А.В. Роль комп'ютерно – інноваційних технологій в АПК / А.В. Голубенко, Д.С. Тимчук, А.П. Палій // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків, 2014 – Вип. 144: Технічні системи і технології тваринництва. – С. 106–111.
2. Третьяков Е.А. Применение робототехники при производстве молока / Е.А. Третьяков, У.В. Харченко // Наука и инновации в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч. – практич. конф. ФГОУВПО “КГСА им. И.И. Иванова”. – Курск, 2011. – Ч. 2. – С. 297–299.
3. Белов М.И. Манипуляторы роботов в сельском хозяйстве / М.И. Белов, Б.В. Пылаев, С.В. Сорокин // Тракторы и сельхозмашины: ежемес. науч. – практич. журн. – ООО “Редакция журнала “ТСМ”, 2014. – №3. – С. 3–9.
4. Науменко А.А. Роботизация процессов доения коров – путь к ресурсосбережению / А.А. Науменко, И.Г. Бойко // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь, 2011. – Вип. 1, том 3. – С. 19–24.
5. Луценко М. Технологические и технические предпосылки создания молочных ферм нового поколения / М. Луценко, И. Кудлай // Техніко – технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарства України: ДНУ УНДШВТТСТГ ім. Л. Погорілого. – 2012. – Вип. 16 (30), кн. 2-491. – С. 275–282.
6. The comparison of milk production and quality in cows from conventional and automatic systems / Tousova R. [at al.] // Journal of Central European Agriculture. – Zagreb, 2014. – Volume: 15, Number: 4. – P. 115–123.
7. Палій А.П. Інноваційні технології та технічні системи у молочному скотарстві: наук. – навч. посіб. / А.П. Палій, А.П. Палій, О.А. Науменко. – “Міськдрук”: Харків, 2015. – С. 177–179.
8. Роботизированные системы в животноводстве: учеб. пособ. / А.А. Науменко [и др.]. – “Міськдрук”: Харків, 2015. – 170 с.
9. Науменко А.А. Роботизированные системы в молочном животноводстве / А.А. Науменко, А.А. Чигрин, А.П. Палій // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків, 2014. – Вип. 144: Технічні системи і технології тваринництва. – С. 92–96.
10. Трофимов А.Ф. Обеспечение основных процессов производства молока при доении на роботизированных установках / А.Ф. Трофимов [и др.] // Материалы XII междунар. науч. – практич. конф. УО “ТГАУ”. – Гродно, 2009. – С. 355.
11. Роботизированные системы в сельскохозяйственном производстве: науч. аналитический обзор / сост.: Н.П. Мишуров, Н.Ф. Соловьева, Ю.А. Цой. – Москва: Росинформагротех, 2009. – 133 с.

Аннотация

Применение роботизированных систем в молочном скотоводстве

Науменко А.А., Палий А.П., Чигрин А.А.

В статье приведена схема составляющих элементов роботов для сельского хозяйства. Представлена общая информация по применению роботизированных систем в молочном скотоводстве, а именно роботов для доения коров, раздачи и подравнивания кормов, уборки навоза с указанием основных принципов функционирования роботизированных систем.

Abstract

The use robotic systems in dairy cattle breeding

A. Naumenko, A. Paliy, A. Chygryn

The article shows a diagram of the constituent elements robots for agriculture. Provides general information on the use robotic systems in dairy farming, namely robots for milking cows, distribution and trimming feed, manure, indicating the basic principles of operation robotic systems.