УДК 636:637.11:061.4

Ясенецький В., канд. техн. наук, академік АІНУ, пров. наук. співроб., **Смоляр В.,** канд. с.-г. наук, завідувач лабораторії, **Тютюнник Ю.,** молодший науковий співробітник, **Чорношкур В.,** інженер (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Реалізація мотиваційного доїння з використанням доїльних роботів

У статті розглянуто конструкції доїльних роботів, представлених на міжнародній виставці «Euro Tier 2014».

Ключові слова: виставка «Euro Tier 2014», доїльний робот, доїльний стакан, корова, мастит, молоковіддача.

Вступ. 11-14 листопада 2014 р. в Ганновері (Німеччина) відбулась найбільш представницька виставка техніки для тваринництва «Euro Tier-2014», де всі фірми, які виготовляють доїльні роботи, демонстрували свою продукцію. Роботизовані доїльні системи експонували фірми «LELY», «BouMatic», «Gaskon Melott», «Galaksi» (Голландія), «DeLaval» (Швеція), «Happel», «Westfalia Surge», «GEA» (Німеччина), «Fullwood» (Англія), «RMS», «SAC» (Данія) та інші. Слід відзначити, що нині спостерігається збільшення попиту на застосування доїльних роботів. Так, станом на 2003 рік у світі експлуатувалось 2198 доїльних роботів, з них найбільше (600) – в Голландії, а вже до 2013 року лише фірма «LELY» виготовила понад 17000 доїльних роботів «Astronaut» – від одномісної системи на 50 корів до дев'ятимісної системи для стада у 540 голів.

Структура реалізації в Європі в 2014 р. доїльних установок показує, що 50% з них складають доїльні роботи.

Застосування доїльних роботів дозволяє реалізувати принцип мотиваційного доїння, тобто доїння за бажанням. За даними українського вченого Рябініна О. (Київський державний університет ім. Т. Шевченка), корови в залежності від породи підходять на доїння від двох до дванадцяти разів протягом доби. Мотиваційне доїння, за різними даними, дозволяє реалізувати генетичні можливості корів за надоєм молока і збільшити таким чином продуктивність корів на 10-15 % [1].

Основна частина. Робота дояра завжди вважалася непрестижною. Чим далі, тим важче знайти оператора машинного доїння на молочну ферму. У зв'язку з цим заслуговують на увагу доїльні роботи, які набувають широкого використання в Західній Європі. З'явились доїльні роботи і в Україні: фірма «DeLaval» запустила в експлуатацію в ТДВ «Терезине» вісім доїльних роботів. Фірма «DeLaval» виготовляє доїльні роботи «VMS» (рис. 1).

Рис. 1 – **Загальний вигляд доїльного робота «VMS» фірми «DeLaval»**

До складу системи добровільного доїння «VMS» входять такі основні частини: багатофункціональний важіль; блок камери; завантажувальний пристрій; доїльний модуль; модуль підготовки дійок; стійло і ворота; насосний гідравлічний

© Ясенецький В., Смоляр В., Тютюнник Ю.,Чорношкур В., 2015

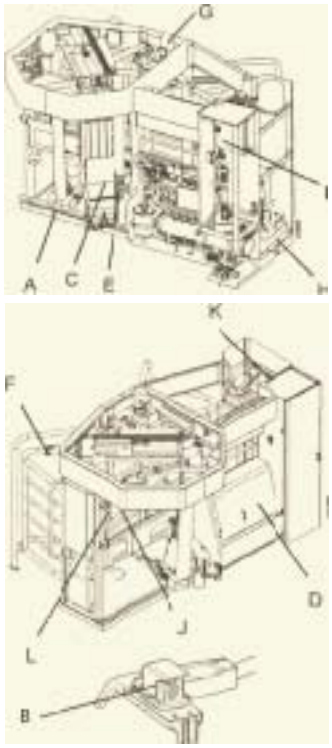

Рис. 2 – **Схема доїльного робота «VMS» фірми «DeLaval»**
A – багатофункціональний важіль; B – блок камери; C – завантажувальний пристрій; D – доїльний модуль; E – модуль підготовки дійок; F – стійло і ворота; G – насосний агрегат гідравлічний; H – установка для промивання; I – блок живлення; J – електронний блок; K – модуль годівлі; L – перемикач

агрегат; установка для промивання; блок живлення; електронний блок; модуль годівлі; перемикач (рис. 2).

Багатофункціональний важіль під час доїння корів виконує такі основні операції: переводить стакан підготовки дійок з його початкового положення; утримує і спрямовує стакан підготовки дійок до кожної дійки під час їх підготовки до доїння, а потім знімає стакан; переводить доїльні стакани із завантажувального пристрою і розпізнає дійки; підключає доїльні стакани; утримує молочні шланги; обробляє дійки після доїння. Важіль приводиться в дію гідроциліндрами.

Блок камери складається з двох лазерів, власне камери та електроніки, з використанням якої обробляється зображення.

Завантажувальний пристрій (рис. 3) складається з молочних шлангів і доїльних стаканів. Основна функція завантажувального пристрою – знімати та відводити доїльні стакани і молочні шланги в процесі доїння корів.

Рис. 3 – **Завантажувальний пристрій**

До складу доїльного модуля входять регулювальні клапани лічильника молока ММ 25, блок керування, молокоприймач, молочний насос, клапани, пристрій для створення вакууму, пульсатори, датчики вакууму (рис. 4). Доїльний модуль здійснює доїння кожної частки вимені корів в автономному режимі. Процес доїння передбачає контроль потоку молока, вимірювання його кількості.

Підготовка дійок до доїння здійснюється спеціальним модулем, який виконує функції з очищення дійок та їх висушування.

Фірмою «DeLaval» розроблена роботизована доїльна система типу «Карусель» (рис. 5), яка автоматизує процес підготовки вимені та надівання доїльних апаратів, а також обробку дійок після доїння в доїльній залі на установках типу «Карусель». З використанням трьох автоматичних рук здійснюються окремі робочі операції на двох коровах у каруселі, яка зупиняється на потрібний час. Автоматизацією доїльної зали типу «Карусель» досягається можливість автоматично доїти до 100 корів на годину без використання ручної праці. Така установка вже функціонує в двох господарствах (у Швеції і Австралії).

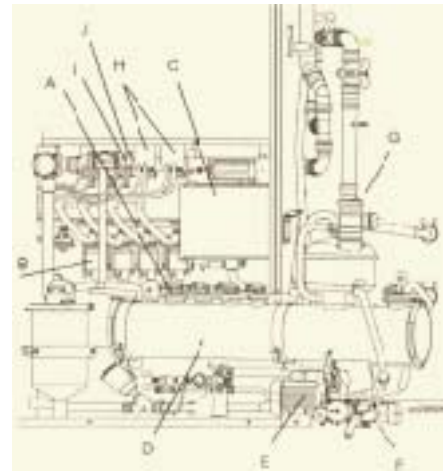

Рис. 4 – **Схема доїльного модуля**
A – регулювальні клапани; B – лічильник молока ММ 25; C – блок керування; D – молокоприймач; E – молочний насос; F – клапани; G – пристрій для створення вакууму; H – пульсатори; I – кожух вхідних отворів для повітря; J – датчики вакууму

Рис. 5 – **Роботизована доїльна система типу «Карусель» фірми «DeLaval»**

Доїння корів з використанням системи добровільного доїння «VMS» фірми «DeLaval» (рис. 6) здійснюється так: корова входить в роботизований доїльний бокс після її ідентифікації в селекційних воротах. В годівницю подається порція концентрованих кормів. Після позиціонування корови маніпулятор доїльного робота здійснює обмивання вимені.

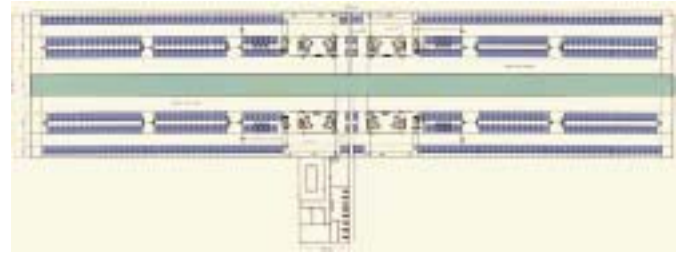

Рис. 6 – **Схема корівника з доїльним роботом «VMS» фірми «DeLaval»**

Після закінчення очищення вимені маніпулятор доїльного робота забирає пристрій для його очищення в спеціальне місце, де він промивається водою та обеззаражується дезінфекційними засобами. Маніпулятор доїльного робота знову переміщується під корову, але вже з доїльним апаратом і з використанням лазера починається його позиціонування,

Рис. 7 – **Доїльний робот фірми «DeLaval»**

точкою відліку слугують передні дійки. Після закінчення позиціонування робот послідовно підключає доїльні стакани на дійки, починаючи із задніх часток вимені. Якщо підключити доїльні стакани відразу не вдалось, то маніпулятор доїльного робота може зробити ще дві додаткові спроби. Після третьої невдалої спроби він випускає корову та видає повідомлення про це на дисплей комп'ютера, а також подає звуковий сигнал. Однак, як правило, маніпулятор доїльного робота успішно виконує технологічну операцію з підключення доїльних стаканів, після чого починається доїння корови. Перші цівки молока, які містять велику кількість бактерій, відводяться в спеціальний резервуар. Молоко з кожної частки вимені надходить окремим молокопроводом і тестується на наявність захворювання вимені (маститу), також замірюється його кількість. Доїльні стакани знімаються з кожної дійки окремо за спупенем припинення молоковіддачі корови. Три рази на добу відбувається загальне промивання системи доїння, яке в середньому тримає 40 хв.

Використання доїльних роботів є пріоритетним не лише через те, що зменшуються витрати праці власне на процес доїння корів. Один з основних показників – це якість молока. Під час його виробництва особливо важливим є отримання якісної продукції. Для виготовлення молочних продуктів (у тому числі для дитячого харчування, твердих сирів тощо) потрібно прагнути до виробництва та використання високоякісного молока, термостійкість якого повинна бути не нижчою другої групи, а кількість соматичних клітин – не більше 500 тис./см^3.

Результати досліджень роботи доїльних роботів VMS, проведених в ТДВ «Терезине» [1], свідчать про те, що інтенсивність молоковиведення у корів під час доїння роботом досить висока. Так, середня інтенсивність молоковиведення за перші три хвилини доїння становить 3,01 кг/хв, а максимальна інтенсивність молоковиведення – 3,88 кг/хв. Ступінь видоювання корів за перші три хвилини доїння становить 80,1 %. Тривалість часу від початку підготовки вимені до підключення доїльного апарата на доїльному роботі становить 116 секунд (за фізіологічними нормами – 60 с).

За даними комп'ютеризованого зоотехнічного обліку встановлено, що рівень захворювання корів маститом на роботизованій молочній фермі не перевищує допустимий 15 % і становить лише 5,5 %. Система контролює захворювання корів на мастит за показниками якості молока. За показником MDI реєструється захворювання корів маститом, дані заносяться в комп'ютер. Якщо MDI в межах 1,2-1,4 – то це є норма, більше 1,4 – субклінічний мастит, а більше 1,8 – клінічний мастит.

Рис. 8 – **Доїльний робот Lely Astronavt компанії «Lely»**

Фірма «LELY» (Голландія) (рис. 8) пропонує на ринку Європи доїльні роботи «Astronaut M4» [2], що функціонують таким чином: корови заходять в доїльний бокс за бажанням в будь-який час доби. Завдяки респондеру, що його має кожна корова, обладнання доїльного робота ідентифікує тварину і видає їй в годівницю комбікорм. Далі доїльний робот очищує вим'я корови і масажує його. Після цього з використанням лазерного пристрою доїльний робот відшукує дійки вимені і підключає доїльні стакани. Спочатку здоюються перші цівки молока, які відбираються в спеціальну місткість, після чого відбувається процес доїння. Важливо, що в перший період, коли відбувається припуск молока, використовується щадний режим доїння зі зменшенням частоти пульсації і зниженням рівня вакууму. Після повного припуску молока збільшується рівень вакууму і частота пульсації. На завершальному етапі доїння в залежності від інтенсивності молоковіддачі корів зменшується рівень вакууму і частота пульсації.

Доїльні роботи фірми «LELY» оснащені детектором маститу, який дозволяє виявити захворювання в кожній частці вимені корів. У разі, якщо у корови виявлено мастит, хвора тварина спрямовується в автоматичному режимі на лікування в окрему секцію. Мастит у корів на доїльних роботах «Astronaut» визначається на основі комплексного підходу, що включає аналіз молока в кожній частці вимені, за його електропровідністю та порівняння параметрів якості молока за останні три доїння. За даними фірми «LELY», комплексний підхід до виявлення маститу дозволяє отримати достовірний результат у 993 випадках із 1000.

На доїльних роботах «Astronaut» застосовується ефективна система для виявлення корів в охоті, виділення їх в окрему секцію для осіменіння і підтвердження їх запліднення. Виявляється корова в охоті завдяки спеціальному датчику, який знаходиться в респондері. Датчик фіксує активність корови.

Фірма «GEA Farm Tehnologies Gmbh» (Німеччина) [3], яка є складовою GEA Group, виготовляє одно- і багатомісні (до п'яти доїльних станків) доїльні роботи солітерного типу.

Рис. 9 – **Доїльний робот «MIone» фірми «GEA» (Німеччина)**

Фірма «GEA» перей-

шла до випуску нового доїльного робота «MIone» (рис. 9). Раніше вона виготовляла доїльні роботи «Leonardo». Доїльний робот «MIone» сконструйований таким чином, що під час зняття доїльних стаканів з вимені корови доїльні стакани не падають на підлогу доїльного станка. Ковпачок з штучного матеріалу захищає обладнання від забруднення і пересування корови.

Фірма «GEA» пропонує фермерам автоматизовані доїльні системи карусельного типу місткістю від 24 до 80 доїльних місць.

Фірма «GEA» виготовляє багатобоксову систему «MIone» – від одного боксу до п'ятибоксового комплексу, що забезпечує можливість використання її з будь-якою кількістю поголів'я. Під час нарощування поголів'я є можливість розширити систему способом монтажу додаткового доїльного боксу і за таких умов залишається один доїльний робот, який обслуговує кілька боксів. Відбувається це так: після ідентифікації тварини розміри боксу підганяються під її розмір, а об'єм корму точно дозується відповідно до її індивідуальних характеристик.

Доїльний робот швидко переміщується безпосередньо до боксу. Завдяки унікальній технології знаходження дійок, ця процедура відбувається швидко та з високою точністю. Камера розпізнає форму та розміщення окремих дійок і одночасно позицію доїльних стаканів.

Відразу після підключення доїльних стаканів доїльний робот переміщується до наступного боксу і починається процес доїння, який складається з таких робочих операцій: очищення дійок, здоювання перших цівок молока, стимуляції, доїння та відключення доїльних стаканів. Після закінчення доїння корова покидає доїльний бокс, звільняючи місце для наступної тварини, а система переключається для промивання доїльних стаканів. За необхідності можливе індивідуальне промивання – дезінфекція кожного окремого доїльного стакана в залежності від налаштування системи.

Фірма «GEA» розробила унікальний за своїми характеристиками універсальний роботизований доїльний апарат для оснащення доїльних установок-майданчиків «Ялинка», «Паралель», «Тандем», «Карусель».

Цей обладнаний штучним інтелектом модульний доїльний апарат дозволяє проводити автоматичне або напівавтоматичне доїння корів. Інноваційний модуль для доїльних станків виконує усі пов'язані з доїнням операції у формі послідовного робочого процесу одержання молока – від обмивання дійок, здоювання перших цівок молока, власне доїння до дезінфекції дійок після доїння.

Завдяки зручному доступу до вимені можливе й напівавтоматичне доїння. Великі молочні ферми можуть використовувати таке обладнання для автоматизації важкої праці під час доїння корів, не змінюючи в таких умовах відрегульованих робочих процесів та технології утримання молочної худоби. Завдяки автоматизації з використанням доїльного модуля можна скоротити витрати праці, що дозволить окупити витрати на технічне оснащення доїльних установок-майданчиків.

На виставці у Ганновері нову генерацію доїльних роботів «Merlin» демонструвала англійська фірма «Lemmer Fullwood» [4]. Доїльний робот «Merlin» (рис. 10)

Рис. 10 – **Доїльний робот «Merlin» фірми «Fullwood»**

включає доїльний станок, обладнаний вхідними і вихідними воротами. В станку розміщена годівниця, електронний монітор, рука робота. В окремому відсіку, розташованому в кінці станка з лівого боку, знаходиться компресор для повітряного висушування вимені, бункер для комбікормів, вакуумний насос, компактний бойлер та інші елементи роботизованої доїльної системи «Merlin».

Конструкційно каркас доїльного станка виконаний таким чином, що корова може заходити в нього чи виходити прямо або збоку. Таке компонування вхідних і вихідних воріт дозволяє використовувати доїльний робот «Merlin» окремо для групи корів або ставити його один за одним і формувати доїльний блок, що дозволяє обслуговувати 100, 150 і більше корів.

Для пошуку і підключення доїльних стаканів використовується система «3D-Laseroptik». Слід зазначити, що доїльний робот «Merlin» пройшов фокус-тест в DLG (Німеччина) і був рекомендований до використання.

Фірма «SAC» [5] пропонувала відвідувачам виставки

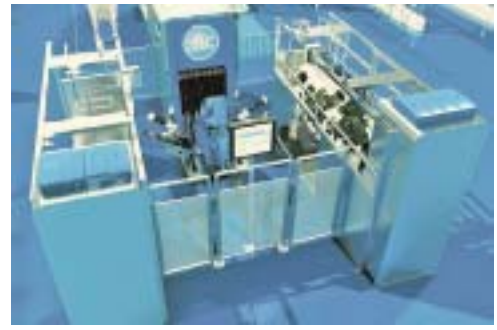

Рис. 11 – **Доїльний робот «RDS» фірми «SAC» (Данія)**

доїльні роботи «RDS» (рис. 11), які являють собою два доїльних станки, між якими переміщується рука робота, яка почергово обслуговує дві корови, що знаходяться в доїльних станках. Доїльні станки сконструйовані таким чином, що корова прямо заходить в станок, а виходить із станка через бокові ворота. В торці обох доїльних станків розміщений блок, в якому знаходиться молочний насос, вакуумний агрегат, компресор, місткість для некондиційного молока, бункер для концкормів, система електроуправління, молочний фільтр. В нижній частині блока змонтована годівниця для комбікормів. Для контролю процесу доїння, пошуку і підключення доїльних стаканів на вим'я корови використовується лазерна відеосистема. Доїльний робот «RDS» може виготовлятися як в двостанковому, так і в одностанковому варіанті. Між доїльними станками розташований індикаційний блок, за яким відстежується процес доїння.

Фірма «Happel» (Німеччина) пропонує доїльні роботи «AktivPlusRobot» (рис. 12). Конструкційно цей доїльний робот складається з одного або двох розташованих паралельно станків для доїння та руки робота, яка знаходиться між двома станками і обслуговує два

Рис. 12 – **Доїльний робот «AktivPlusRRobot» фірми «Happel» (Німеччина)**

доїльних станки. Особливістю доїльних роботів «AktivPlusRobot» є використання в доїльних станках гумових килимків та забезпечення вакуумного розвантаження дійок (часток) вимені. Застосування лазера для розпізнавання дійок вимені включає необхідність систематичного очищення розпізнавальних головок руки робота.

Фірма «RMS» (Данія) [7] демонструвала роботи «Titan» (рис. 13), що їх виготовляють в солітерному варіанті з кількістю доїльних станків від двох до п'яти. Конструкційно за необхідності, кількість доїльних станків можна збільшувати без проблем до п'яти. Доїльні роботи «Titan» виготовляють з нержавіючої сталі, підлога доїльного станка покривається гумовими килимками.

Рис. 13 – **Доїльний робот Titan фірми RMS**

Рис. 14 – **Доїльний робот «AMC» фірми «Gaskon Melott»**

Фірма «Gaskon Melott» [8] виготовляє доїльні роботи AMC, які складаються з одного, двох, трьох або чотирьох доїльних боксів (рис. 14).

На основі доїльних роботів AMC фірмою «Gaskon Melott» розроблено доїльний робот «Zenit», який добре пристосований до екстер'єру корів. Особливістю цієї системи є використання ультразвукових сенсорів для пошуку дійок вимені, які менше забруднюються, ніж оптичні системи.

Фірма «Insentec» (дочірня фірма компанії «Hokofarm Gruppe» (Голландія) [9] пропонує доїльні роботи «Galaxy Starline» (рис. 15). Останній складається з двох доїльних станків, між якими рухається рука робота.

Фірма «BouMatic» експонувала на виставці двостанковий доїльний робот «MR-D1TM » [10]. Станки розташовуються паралельно один до одного. Робот MR-D1TM (рис. 16) має один технічний відсік і одну руку. Після заходження корови в доїльний станок вона ідентифікується. Система визначає, чи настав час доїння і скільки корові необхідно видати комбікорму. Рука робота наближається до вимені корови між двома задніми кінцівками. З використанням новітньої телекамери визначається місцезнаходження дійок вимені корів і здійснюється підключення доїльних стаканів. Камера разом з лазером забезпечує точне знаходження кожної дійки вимені. Рука доїльного робота приводиться в рух гідравлічною системою, що забезпечує мінімальні виробничі витрати. Із закритого технічного відсіку рука робота веде процес доїння – від обмивання дійок вимені та інших операцій переддоїльної підготовки вимені до завершення доїння окремо кожної частки вимені.

Рис. 15 – **Доїльний робот «Galaxy Starline» фірми «Insentec»**

Процес доїння корів контролюється сенсорами і вимірювальними приладами. Відхилення від нормального процесу доїння миттєво фіксуються і висвічуються на табло. Інформація за бажанням може передаватись прямо на смартфон. Доїльний робот на бажання замовника монтується в приміщенні для утримання тварин або в окремому приміщенні.

Рис. 16 – **Доїльний робот «MR-D1TM» фірми «BouMatic»**

Висновки. Огляд конструкції сучасних доїльних роботів на виставці «Euro Tier 2014» свідчить про таке:

1. Частка доїльних роботів в загальній кількості доїльних установок, що їх виготовляють в Західній Європі, досягла 50 %, тобто виробництво доїльних роботів зростає.

2. Спостерігається перехід від виробництва однобоксових до дво- і багатобоксових доїльних роботів для забезпечення доїння великих стад корів.

3. Спостерігається також перехід від оптичних систем пошуку дійок вимені корів до лазерних, ультразвукових і комбінованих систем.

4. Доїльні роботи виготовляють двох типів.

Солітерний доїльний бокс: один доїльний бокс – одна рука робота та АМС – доїльний робот, де рухома рука робота для підключення доїльних стаканів на вим'я корови обслуговує кілька доїльних боксів.

5. Застосування доїльних роботів дозволяє поліпшити здоров'я вимені корів, зменшити рівень захворювання їх на мастит, збільшити виробництво молока на 10-15 % за рахунок реалізації потенційної продуктивності корів.

Список літератури

1. Адаптація та експертиза ресурсоощадної технології виробництва молока з використанням роботизованих систем доїння: звіт про НДР (проміжний) / УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого ; кер. Луценко М. М. ; викон. Смоляр В. І. [та ін.] ; КП 73.10.14 ; № держреєстр. 0114U005383. – Дослідницьке, 2014. – 56 с.

2. Проспект фірми «LELY» (Голландія), 2014 р.

3. Проспект фірми «GEA Farm Technologies Gmbh» (Німеччина). 2014 р.

4. Проспект фірми «Lemmer Fullwood» (Англія), 2014 р.

5. Проспект фірми «SAC» (Данія), 2014 р.

6. Проспект фірми «Happel» (Німеччина), 2014 р.

7. Проспект фірми «RMS» (Данія), 2014 р.

8. Проспект фірми «Gaskon Melott» (Голландія), 2014 р.

9. Проспект фірми «Insentec» (Голландія), 2014 р.

10. Проспект фірми «BouMatic» (Голландія), 2014 р.

Аннотация. *Рассмотрены конструкции доильных роботов, представленных на международной выставке «Euro Tier 2014».*

Summary. *The article deals with the design of milking robots presented at the international exhibition «Euro Tier 2014».*

Стаття надійшла до редакції 14 січня 2015 р.