

Инновационные технологии производства молока

Владимир ТИМОШЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Андрей МУЗЫКА, кандидат сельскохозяйственных наук
НПЦ НАН Беларуси по животноводству

DOI: 10.25701/ZZR.2022.02.02.001

Окончание. Начало в № 1

Первый в Республике Беларусь пилотный проект, предусматривающий применение роботизированной доильной установки типа «Карусель», реализован в РПУП «Устье» НАН Беларуси (Витебская область) при строительстве инновационного молочно-товарного комплекса с замкнутым циклом производства на 1 тыс. дойных (1280 фуражных) коров.

В проект включены все новые технологические разработки НПЦ НАН Беларуси по животноводству, утвержденные Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. В состав комплекса входит три коровника и четыре помещения для содержания ремонтного молодняка. Технологический процесс обеспечивает круглогодичное равномерное производство молока промышленным методом на основе точно-цеховой схемы.

Концепция проекта нового объекта предполагает создание для животных комфортных условий, соответствующих их физиологическим потребностям. За основу была взята классическая, проверенная на практике планировка производственных помещений и территории. При этом отдельные технологические элементы, узлы конструкции модернизированы или заменены на другие, выбранные исходя из экономической целесообразности по результатам мониторинга действующих ферм, проводимого сотрудниками института в течение более чем 20 лет.

Вместимость и планировка производственных помещений соответствуют научно обоснованной величине технологических групп животных, которая обеспечивает сохранение стереотипа поведения и протекания процессов пищеварения, молокообразования и молоковыведения у коров, позволяет оптимально реализовать производительность средств механизации.

Коровники разделены кормовым столом и поперечными перегородка-

ми на четыре секции, рассчитанные на 100 голов каждая, что позволяет формировать технологические группы с учетом физиологического состояния животных (стадии лактации). Группы коров с различной продуктивностью в начале, середине и конце лактации, а следовательно, с разной потребностью в питательных веществах можно содержать на соответствующих линиях кормового стола. Это позволяет дифференцировать кормление и упростить работу кормораздатчиков за счет сокращения количества

животных во время первого и второго этапов сухостойного периода, мест в предродовой секции и секции для новотельных коров соответствует рекомендациям по численности поголовья в отдельных группах и обеспечивает рациональную планировку помещения.

Для поддержания оптимального температурного режима в коровниках (от 0 до 18–20 °С) применена автоматизированная система регуляции воздухообмена. Подъем или опускание штор, а также регулирование положения клапанов аэрационного конька производится автоматически с помощью электроприводов в зависимости от температуры, скорости и направления ветра.

Утепленная кровля способствует движению воздуха в холодный период из зоны расположения животных к све-

Экономическая эффективность применения роботизированной установки обусловлена специфическими функциями автоматизированного оборудования. За счет этих функций оно обеспечивает благоприятные условия для молокоотдачи и способствует повышению сортности молока, реализации потенциала продуктивности коров и увеличению их долголетия при снижении затрат на производство 1 ц молока с 1 до 0,4 чел.-ч, то есть более чем в два раза.

циклов загрузки и оптимизации маршрутов движения.

Планировка помещений полностью отвечает физиологическим потребностям животных на различных стадиях репродуктивного периода. Утвержденное при проектировании количество дойных коров в группе обеспечивает соблюдение производственного цикла в помещении, предназначенном для содержания животных в сухостойный период и проведения отелов. При этом количество секторов для размеще-

тоаэрационному коньку. Популярными шторы, перекрывающие проемы в продольных стенах и регулирующие объем поступающего воздуха, заменены на систему из ячеистого поликарбоната с сопротивлением теплопередаче не менее $0,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$.

На основе результатов изучения эффективности работы различных вариантов систем вентиляции в проекте широкогогабаритных коровников для обеспечения подачи оптимального объема воздуха (7 м^3 на 100 кг живой массы) при скоро-



Доение коров на роботизированной «Карусели»

сти движения не более 1 м/с предусмотрен вентиляционный проем в продольных стенах из расчета 0,6 м² на корову. При других условиях зимой использование боксов у стен неэффективно.

Вытяжка воздуха осуществляется через светоаэрационный конек. Конструкция конька, его геометрические размеры и угол наклона кровли подобраны так, чтобы исключить образование конденсата на конструкции потолка, поскольку это ведет к появлению на них плесени.

Взаимное расположение рядов боксов, продольных и поперечных проходов позволяет разделить пространство секций на зоны отдыха и кормления. В соответствии с биологическим ритмом, чередованием фаз потребления корма, его пережевывания и отдыха коровы имеют возможность 10–12 раз в сутки свободно перемещаться из оборудованной боксами для отдыха зоны в зону кормления. Общая протяженность маршрута — до 5 км. Поэтому через каждые 14 спаренных боксов в ряду устроены поперечные проходы. Ряды не создают тупиков в торцах помещений.

Стойла размещены в шесть рядов (3 + 3). Длина центральных (сдвоенных) стойл — 4600 мм. Стойла такого размера хорошо подходят для средних (550 кг) и крупных (650 кг) животных. Регулируемый надголовный брус позволяет корректировать размер стойла для коров разных размеров (по группам).

Часть сегментов ограждения кормового стола в каждой секции коровников заменена самофиксирующими решетками, что позволяет проводить ветеринарные обработки без стресса для животных и сокращает инвестиционные затраты на дополнительное технологическое оборудование.

Проходы к доильной установке проложены по кратчайшему пути, без поворотов и тупиков. Коровы, идущие на доильную площадку и возвращающиеся в стойла, не пересекаются.

Размер, планировка и наклон пола преддоильной площадки в совокупности с устройством для механического подгона животных и производительностью доильной установки обеспечивают биологически обоснованную продолжительность пребывания вне зоны кормления (не более 1 часа).

Доильное оборудование — ключевое звено технологии производства на молочной ферме, так как, во-первых, доение — самый трудоемкий процесс. Во-вторых, доильное оборудование влияет на все факторы системы человек—животное—молоко, начиная от эргономики работы персонала, здоровья животных и заканчивая качеством получаемой продукции. В-третьих, именно здесь собирается, обновляется и может быть зафиксирована информация о продуктивности, воспроизводстве, физиологическом состоянии животных и качественных показателях молока.

На комплексе впервые применена система полностью автоматизированного доения животных на доильной площадке роторного типа «Карусель» на 40 мест. Технология содержания коров характерна для крупных комплексов: группы по 100–150 голов сформированы с учетом физиологического состояния и продуктивности в помещениях на 400 ското-мест. Роботизированная «Карусель» совмещает в себе плюсы роботов-дояров (точность операций, избавление от рутины, уменьшение персонала и скорость обслуживания поголовья), поэтому ее применение дает следующие преимущества:

- за счет высокой пропускной способности без непосредственного участия операторов значительно уменьшаются трудозатраты (на 50–70% по сравнению с затратами при использовании установок для доения в доильных залах);
- почтвртное доение в щадящем режиме способствует не только увеличению удоев на 15–20%, но и повышению содержания в молоке белка и жира;
- роботизированная система в процессе доения проводит ряд тестов и фиксирует показатели каждого животного, считывая информацию с датчика на ошейнике. Сохраненные в базе данные позволяют проводить дальнейшую аналитическую обработку;
- все операции с выменем (обработка сосков перед доением, прикрепление стаканов, дезинфекция после доения и др.) осуществляет многофункциональный манипулятор. Система контроля качества, анализирующая молоко из каждой четверти вымени по различным параметрам, позволяет автоматически отбраковывать продукт ненадлежащего качества и направлять его в отдельную емкость. В результате 98–99% полученного молока соответствует требованиям для сорта экстра;
- исключено так называемое холостое доение, которое может приводить к повреждениям вымени (при уменьшении потока молока из выменной доли робот снимает доильный стакан с соска);
- автоматически выполняется промежуточная очистка и дезинфекция доильных стаканов, что предотвращает передачу инфекции от одной коровы к другой (вероятность возникновения мастита значительно уменьшается).

Сравнительная эффективность применения доильного оборудования

Показатель	Доильная установка	
	«Карусель»	Роботизированная «Карусель»
Средний удой за лактацию, кг	7500–8500	8600–9700
Дополнительно полученное молоко в расчете на 1 корову, кг	—	1100–1200
Стоимость дополнительной продукции, долл.:		
на 1 корову,	—	363–396
на все поголовье	—	363000–396000
Производство молока сорта экстра, %	70–75	98–99
Затраты на лечение от мастита, долл.:		
на 1 корову		14,7
на все поголовье	3681,25	736,25
Ущерб от заболевания маститом, долл.:		
на 1 корову		2475–2805
на все поголовье	618750–7001250	123750–140250
Срок хозяйственного использования коров, число лактаций	2,3–2,5	3,5–4
Пожизненная продуктивность 1 коровы в среднем (товарное молоко), кг	18400–20000	32025–36600
Стоимость товарного молока, произведенного за период использования в расчете на 1 корову, долл.	6072–6600	10568,1–12078
Непродуктивное выбытие коров, %	20–25	1–2
Затраты труда на производство 1 ц молока, чел.-ч	1	0,4
Коэффициент окупаемости затрат	0,78	0,95

Для коров с особенными потребностями существует режим полуавтоматического или ручного доения. На каждом этапе система полностью контролирует процесс. За счет этого «Карусель» вращается непрерывно, без остановок для выполнения технологических операций.

Внутренняя система регистрации и анализа параметров доильного робота помогает поддерживать его в отличном техническом состоянии, не допускать износа сосковой резины и других расходных материалов, что в итоге способствует улучшению здоровья животных. Ведь одна из главных причин маститов — неудовлетворительная работа доильного оборудования.

Из данных таблицы видно, что экономическая эффективность применения роботизированной установки обусловлена специфическими функциями автоматизированного оборудования. За счет этих функций оно обеспечивает благоприятные условия для молокоотдачи и способствует повышению сортности молока, реализации потенциала продуктивности коров и увеличению их долголетия при снижении затрат на производство 1 ц молока с 1 до 0,4 чел.-ч, то есть более чем в два раза.

В комплексе с роботизированными доильными установками в автоматизированной системе управления животноводческим хозяйством работают станции контроля за перемещением животных, индивидуальной выдачей

концентратов, сортировочные ворота (для разведения животных по группам на основе заданных параметров) и датчики для мониторинга активности (выявление охоты).

На основе анализа полученной оперативной информации по воспроизводству животных (отелы, осеменение, стельность, результаты гинекологической диспансеризации), переводам в группы (сухостойные коровы, готовящиеся к отелу, поставленные на раздой и т.д.), поступлению и выбытию животных и ряду других зооветеринарных мероприятий руководители и специалисты фермы принимают оперативные решения. Эффективность управления технологическими процессами в значительной степени зависит от квалификации сотрудников. Субъективное малопродуктивное использование ресурсов в системе человек — машина — животное не исключено.

Решением проблемы может стать применение на роботизированной ферме автоматической, базирующейся на цифровых технологиях (искусственный интеллект, большие данные, нейронные сети и др.), не требующей участия человека (оператора, зоотехника, ветеринарного врача и др.) системы сбора информации о животных и производственных операциях, корректирующей технологический процесс на основании результатов их анализа. При этом реализуется основной принцип пятого технологи-

ческого уклада АПК: человек обслуживает не отдельных животных, а средства автоматизации. Именно этот принцип и есть основа промышленного производства продукции животноводства, которая гарантирует стабильные показатели качества исходного сырья для переработки.

Автоматизированная технология индивидуального кормления скота концентрированными кормами, а также система приготовления и раздачи кормосмесей с дифференцированным составом с помощью мобильных многофункциональных раздатчиков-смесителей, оснащенных устройством для дозирования компонентов, обеспечивает организацию полноценного кормления. Контроль за работой кормораздатчиков, включая автоматическое управление загрузкой и смешиванием компонентов, организован с помощью специализированных телеметрических систем и программного пакета.

Применение автоматизированных систем кормления позволяет сэкономить дорогие концентрированные корма, повысить эффективность их использования и снизить риск заболеваний, вызванных нарушением обмена веществ, благодаря чему надои возрастают на 10%. Кроме того, внедрение автоматизированных систем кормления помогает высвободить трудовые ресурсы и место в коровнике.

Ученые рекомендуют давать коровам концентрированные корма малыми дозами по 6–8 раз в сутки в строгом соответствии с продуктивностью и фазой биологического цикла. Автоматические кормовые станции обеспечивают нормированное кормление лактирующих коров с учетом фактической продуктивности по заданной программе, которая корректируется каждый день, а сухостойных — индивидуально, по отдельной программе. Раздой коров производят на основе алгоритмов, определяющих оптимальное количество концентрированных кормов для достижения необходимой продуктивности при различных удоях и на разных отрезках кривой лактации. Автоматические кормовые станции позволяют выдать животному суточную норму комбикорма (сверх количества, включенного в кормосмесь) не более 1 кг в виде нескольких разовых доз от 80 до 200 г с частотой 15–20 секунд на выдачу порции. Несмотря на значительную стоимость

системы, ее применение экономически оправдано при средней продуктивности коров в стаде не ниже 7–8 тыс. кг. Это особенно важно при содержании больших неоднородных по продуктивности и физиологическому состоянию групп животных.

Навозоудаление в коровниках осуществляют с помощью скреперной системы. Навоз из продольных навозных каналов скрепером перемещается в поперечный канал, расположенный ниже уровня пола. По поперечному каналу навоз поступает в канализационную насосную станцию, а затем по трубе подается насосом в навозохранилище. Предусмотрена каскадная самотечная система, объединяющая навозные стоки со всех коровников, зданий для сухостойных коров, родильного отделения и доильно-молочного блока. Такая система обеспечивает надежность и не требует установки оборудования в навозных каналах, добавления воды, а также помогает минимизировать затраты энергии. Они, как и стоимость оборудования для уборки навоза, сокращаются на 30%. Удаление навоза из доильного зала, с преддоильной площадки, из скотопрогонов осуществляется по каналам, закрытым решетками. Навоз поступает в канализационную насосную станцию, а затем в навозохранилище.

Молодняк содержат в зданиях облегченного типа с применением ресурсосберегающих технологий. Комплекс ра-

ботает по замкнутому циклу с годовым оборотом 3,5 тыс. голов. Выращивание ремонтного молодняка на одной площади с производственными зданиями для содержания дойных коров обеспечивает сохранение единого микробиологического фона, а также передачу антител от коров телятам в период выпойки молозива.

Ремонтный молодняк размещают в трех помещениях каркасной конструкции. Применение безопорных элементов перекрытия зданий позволяет провести внутреннюю планировку в соответствии с требованиями каждого возрастного периода. Продольные стены телятников оснащены вентиляционными щитами из двух пластин прозрачного двухкамерного поликарбоната, благодаря которым можно раскрывать проемы для поступления наружного воздуха практически на всю высоту стены. При этом в теплый период года здание превращается в навес, защищающий от осадков и солнечных лучей. Температурно-влажностный режим в помещениях для содержания молодняка не нормирован, однако утепленная кровля в летний период помогает предотвратить тепловой стресс у животных, а в зимний за счет сокращения разницы температур внутри и снаружи здания исключить избыточную влажность (выше 70%).

До 2022 г. на предприятии намечено надаивать не менее 7000–7500 кг молока за лактацию на голову и за год произ-

водить 8–10 тыс. т продукции. К 2025 г. удой на корову должен составлять не менее 8500 кг. Расчетная рентабельность производства — не ниже 30%. Срок окупаемости (при средней закупочной цене молока 0,4–0,45 долл./л) — в пределах восьми лет.

За счет применения облегченных конструкций и оригинальных проектных решений стоимость производственных помещений комплекса ниже стоимости серийно применяемых аналогов на 25% (9400 тыс. долл.).

Следующим этапом совершенствования технологических решений для ферм нового поколения с полной автоматизацией производственных процессов станет разработка биотехнического комплекса с гибкой самоадаптирующейся системой машин, параметры и режимы работы которых будут зависеть от продуктивности животных.

Реализация концепции производства молока, основанной на интеллектуальных цифровых системах управления с применением роботизированных средств и базирующейся на мониторинге показателей продуктивности и физиологического состояния животных, обеспечит проведение всех операций по принципу «точно — вовремя». Это будет способствовать реализации потенциала продуктивности скота, увеличению срока его хозяйственного использования до 4–5 лактаций, получению молока высокого качества при значительном снижении производственных затрат.

В перспективе система управления, построенная на принципах вертикального и горизонтального обмена информацией и анализе большого количества факторов, позволит в автоматическом режиме оптимизировать производственные операции в соответствии с меняющимися технологическими и экономическими требованиями, минимизировать применение малоэффективных или ошибочных управленческих решений.

Благодаря точному компьютеризированному, или управляемому, животноводству возможно максимально эффективно расходовать материальные ресурсы предприятия, гарантируя при этом не только повышение прибыли от производства молока в ближайшем будущем, но и увеличение срока продуктивного использования животного в долгосрочной перспективе. **ЖР**

Республика Беларусь

Фото предоставлены авторами



Система вентиляции с поликарбонатными панелями и компьютерным управлением