УДК 637.116:681.518

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ВАКУУМНО-ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕЖИМА ДОИЛЬНЫХ СИСТЕМ

И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент,
Д.А. Григорьев, канд. техн. наук, доцент,
К.В. Король, старший преподаватель,
И.О. Шулейко, аспирант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Обоснован непрерывный мониторинг вакуума, молочного потока и пульсации непосредственно при доении. Предложен цифровой паспорт доильного поста для раннего выявления технических отклонений и перехода к обслуживанию оборудования по фактическому состоянию.

Abstract. Continuous monitoring of vacuum, milk flow and pulsation during milking is substantiated. A digital passport of each milking stall is proposed for early fault detection and condition-based maintenance.

Ключевые слова: машинное доение, вакуум, молочный поток, цифровой мониторинг, диагностика, предиктивное обслуживание.

Keywords: machine milking, vacuum, milk flow, digital monitoring, diagnostics, predictive maintenance.

Введение

При интенсивной молокоотдаче фактический вакуум под соском зависит от молочного потока, сопротивления коллектора и шлангов, поступления воздуха и состояния оборудования. Поэтому контроль давления только в центральной системе не всегда характеризует работу конкретного поста. Цель работы – обосновать непрерывный мониторинг вакуумно-гидравлического режима и принцип цифрового паспорта доильного поста.

Основная часть

Рост молочного потока в системах с верхним молокопроводом сопровождается дополнительными потерями вакуума; их компенсация улучшает характеристики молоковыведения [1]. Уровень вакуума и его падения влияют также на состояние тканей сосков [2]. Поэтому диагностические параметры целесообразно измерять непосредственно под рабочей гидравлической нагрузкой.

Для каждого поста предлагается регистрировать вакуум, молочный поток, продолжительность доения, пульсацию, спадания аппарата и повторные подключения. Эти данные формируют циф-

ровой паспорт доильного поста – динамическую запись технического состояния и статистики работы под нагрузкой.

Таблица 1 – Диагностические признаки при мониторинге доильного поста

Наблюдаемое изменение	Вероятная причина	Рекомендуемое действие
Частые падения вакуума	Подсос воздуха, негерметичность	Проверить соединения и шланги
Падение вакуума при высоком потоке	Недостаточная пропускная способность	Проверить коллектор и молочную линию
Увеличение времени доения на одном посту	Техническое отклонение	Проверить пульсатор и вакуумный режим
Повторные спадания аппарата	Нестабильный вакуум, износ резины	Проверить подвесную часть

Диагностически важно сравнивать данные в динамике: отклонение у одной коровы на разных местах чаще связано с животным, а повторяющееся отклонение у разных коров на одном посту указывает на техническую причину. Это позволяет разделять влияние животного и оборудования.

Подход соответствует предиктивному обслуживанию: постепенный рост нестабильности вакуума или отклонений пульсации может служить ранним признаком износа резины, пульсаторов, клапанов и шлангов. Для апробации целесообразна непрерывная регистрация параметров нескольких постов в течение 2–3 месяцев с фиксацией ремонтов и замен узлов.

Перспективно рассчитывать интегральный индекс устойчивости доения по стабильности вакуума, критическим падениям давления и спаданиям аппарата. После накопления базы подтвержденных неисправностей эти данные могут использоваться для машинного обучения и прогнозирования отказов.

Заключение

Стабильность вакуумно-гидравлического режима является одним из основных условий эффективного и физиологичного машинного доения. При увеличении молочного потока гидравлические потери возрастают, поэтому давление непосредственно под соском может существенно отличаться от установленного значения в вакуумной системе [1, 2].

Зарубежные исследования показывают, что регулирование вакуума и пульсации в зависимости от молочного потока позволяет одновременно повысить эффективность выдаивания и ограничить нежелательное воздействие оборудования на ткани сосков [3].

Для дальнейшего развития технологии предложено использовать данные, формируемые непосредственно во время доения, для непрерывной диагностики технического состояния оборудования.

Концепция цифрового паспорта доильного поста предусматривает накопление и анализ данных о вакууме, молочном потоке, пульсации, продолжительности доения и нештатных событиях. Сравнение этих параметров для разных животных и доильных постов позволяет более обоснованно разделять технические и физиологические причины отклонений.

Практическая значимость предлагаемого подхода состоит в возможности раннего обнаружения технических нарушений, сокращения аварийных ремонтов и перехода от обслуживания оборудования по календарному графику к обслуживанию по фактическому состоянию.

Перспективным направлением дальнейших исследований является экспериментальное определение диагностических признаков, предшествующих отказам отдельных элементов доильной системы, разработка интегрального индекса устойчивости доения и последующее применение методов машинного обучения для прогнозирования неисправностей.

Список использованной литературы

1. Ambord S., Bruckmaier R. M. Milk flow-dependent vacuum loss in high-line milking systems: effects on milking characteristics and teat tissue condition // Journal of Dairy Science. 2010. Vol. 93, No. 8. P. 3588–3594.

2. Besier J., Bruckmaier R. M. Vacuum levels and milk-flow-dependent vacuum drops affect machine milking performance and teat condition in dairy cows // Journal of Dairy Science. 2016. Vol. 99, No. 4. P. 3096–3102.

3. Reinemann D. J., van den Borne B. H. P., Hogeveen H. et al. Effects of flow-controlled vacuum on milking performance and teat condition in a rotary milking parlor // Journal of Dairy Science. 2021. Vol. 104, No. 6. P. 6820–6831.

УДК 636.5.033 / 636.085

ПТИЦЕВОДСТВО В АЗЕРБАЙДЖАНЕ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И КОНЦЕПЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ

М.Г. Гаджиев, доктор философии по аграрным наукам,
А.Я. Мамедова, учёный секретарь
Научно-исследовательский институт животноводства и рыбоводства
г. Гёйгёль, Азербайджанская Республика
aysulam71@mail.ru

Аннотация. В работе проведен комплексный анализ современного состояния и исторического развития птицеводства в Азербайджанской Республике на основе