

УДК 637.116.2.003

БАЗОВЫЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

*В.О. Китиков,
А.Н. Леонов*

Предложена новая методика обоснования эффективных стереотипов механизированного доения, которая позволяет выполнять анализ эффективности процесса доения коров при планировании параметров рабочих органов и режимов работы доильных установок на основе результатов физиологических исследований и технико-экономических расчетов.

Результаты оптимизации параметров биотехнического звена «машина-животное» позволяют проектировать технологическое оборудование на основе применения информационных управляющих систем с учетом взаимосвязи технических и физиологических параметров процесса доения.

Ключевые слова: *механизированное доение, анализ, эффективность, доильные установки, биотехническое звено «машина-животное», технические и технологические параметры процесса доения.*

Дальнейшее развитие молочного скотоводства, как и сельскохозяйственного производства в целом, в условиях сокращения потребления ископаемых видов топлива требует перехода на энерго- и ресурсосберегающие технологии, соответствующие V и VI-му технологическим укладам. Вместе с тем в настоящее время доминирующими остаются технологии привязного содержания коров с доением в стойлах – около 75% от общего количества молочных ферм. Такие технологии существенно ограничивают возможность снижения удельных ресурсных затрат и повышения качества производимой продукции.

Главными факторами интенсификации производства как основы научно-технического прогресса в отрасли, являются минимальный уровень затрат на единицу произведенной продукции, включая прямые затраты энергии, кормов и живого труда; надежность и долговечность, соответствующие передовому научно-техническому уровню машин и оборудования; экологическая обоснованность применения технологий и технических средств; научное и организационно-технологическое обеспечение стабильного высокого качества молочного сырья.

При этом важнейшим резервом повышения объема его производства является увеличение продуктивного долголетия дойных коров на основе применения щадящих методов доения и технологического оборудования, адекватно отвечающего физиологическим состояниям животных.

Методика обоснования эффективных стереотипов механизированного доения

В зависимости от степени влияния режимов работы доильной установки и материала рабочих органов на состояние животного во время и после доения определяется уровень физиологичности оборудования. Процесс обоснования эффективных стереотипов механизированного доения (ЭСМД) включает три этапа: базовые оценки (оценка рабочих органов и режимов работы доильной установки по техническим параметрам и технологическая оценка показателей состояния вымени и динамики молокоотдачи); оценка эффективности внедрения; формирование базы данных ЭСМД для заданных производственно-климатических условий. Показатели технологической оценки ЭСМД могут быть объединены в один обобщенный показатель [1]. Предложенная методика обоснования ЭСМД может быть представлена в виде блок-схемы (рис. 1).



Рис. 1. Блок-схема методики обоснования ЭСМД

Методика также включает оценку эффективности внедрения, которая проводится на основе общепринятых энергетических и экономико-энергетических расчетов.

Концепция и базовые условия развития научно-технического уровня технологического оборудования для производства молока

Проведенные многочисленные исследования, ориентированные, как правило, на технологии привязного содержания коров и доение в стойлах, позволили сформировать методологию биотехнической системы «человек-машина-животное».

Вместе с тем на фоне устойчивой тенденции развития молочно-товарных ферм и комплексов с технологией беспривязного содержания, очевидной проблемой стала низкая эффективность функционирования подсистемы «машинно-животное» из-за отсутствия научно обоснованных методов щадящего машинного доения и соответствующего им технологического оборудования, способного взаимодействовать с информационными управляющими системами. Как следствие этого, в практической плоскости внедрения выделяется проблема формирования эффективных технологических комплектов машин и оборудования для производства молока.

В связи с этим, научное обоснование ресурсоэффективного производства молока, исследования и разработка новейшего технологического оборудования, является актуальной народнохозяйственной задачей. При этом как ответственным и нерешенным вопросом, выделяется **повышение продуктивного долголетия животных** и качества молока на основе усовершенствованных технических средств, адекватно отвечающих физиологическим состояниям животных.

Проблема "физиологичности" рабочих органов доильного аппарата, взаимодействующих с выменем животного, была остро обозначена учеными во второй половине XX века в связи с многообразием технических подходов в доении, а также с развитием интенсивных технологий промышленного производства молока, эффективность внедрения которых зависит в том числе и от сохранения здоровья и стабильной продуктивности животных на протяжении не менее пяти периодов лактации.

Базовые условия концепции технологий, адаптированных к физиологическим состояниям животных, составляют основу для *непрерывного развития научно-технического уровня оборудования для производства молока*:

- обоснование эффективного модельного ряда доильных установок, отвечающих физиологии животных, интегрированных в отраслевые информационные управляющие системы (ИУС),
- формирование технологических комплектов для поставки потребителю как элементов системы машин,
- создание системы управления качеством при производстве и эксплуатации наукоемкого технологического оборудования,
- развитие системы профессиональной подготовки кадров,
- обеспечение планово-предупредительной системы сервисного обслуживания.

Стабилизация рабочего вакуума в доильной установке.

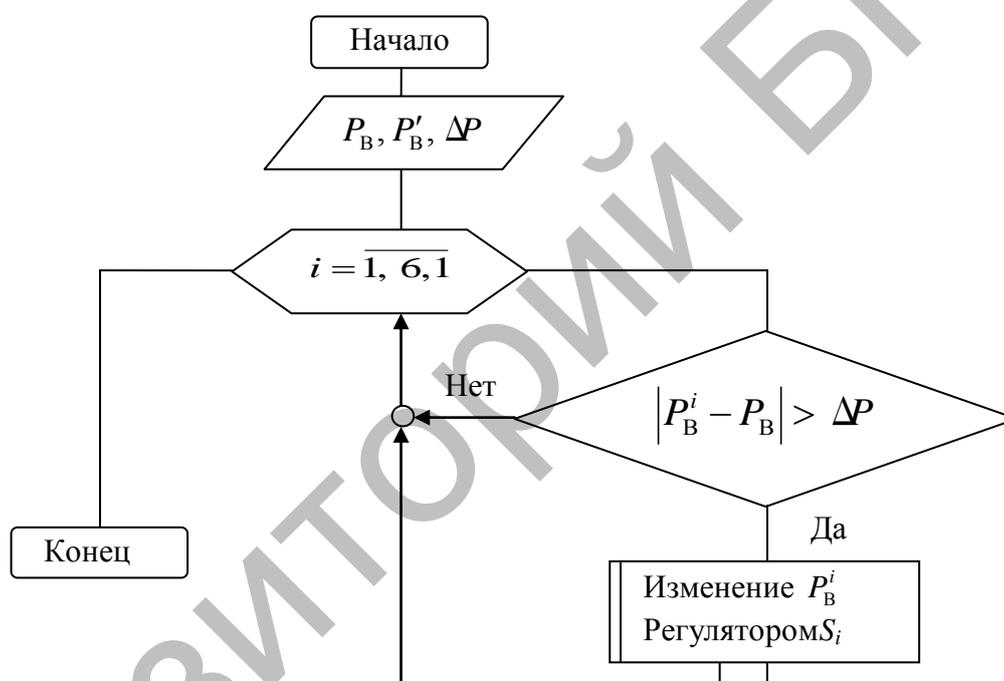
Метод полноконтурного параметрического контроля разрежения

Рабочий контур доения включает доильные аппараты, вакуумные насосы, систему вакуумных и молочно-вакуумных трубопроводов, систему отделения молока от вакуума. Показатель стабильности разрежения ε , выраженный в виде произведения амплитуды отклонения вакуума на время его восстановления, в соответствии с нормативами не должен превышать 20 кПа·с. Однако этот пока-

затель определяет только количественную сторону оценки стабильности и не учитывает качественную, касающуюся возможности оперативного реагирования на колебания разрежения.

Выполнен комплекс исследований, на основании которых предложен новый подход в проектировании молочно-вакуумных составляющих доильных установок – на основе управляемого стабилизированного контура доения [3,4].

Обоснование стабилизированных рабочих контуров доения вытекает из условия соответствия физиологическому состоянию животных функциональных режимов доильной машины при эффективном взаимодействии ее вакуумной и молочно-вакуумной составляющих. Алгоритм работы *самонастраивающихся* стабилизированных контуров доения (рисунок 2) основывается на оптимизации комплексного параметра стабильности разрежения при условии: $\varepsilon \leq 20$ кПа·с.



P_B – требуемое значение вакуума в линии; ΔP – разрешенное отклонение

Рис. 2. Алгоритм работы системы ППСР

Основное преимущество новой системы в сравнении с существующими системами регулирования отечественного и импортного производства – низкая инерционность (время чистого запаздывания сокращается с 2-3 мин до 10-15 сек) и обеспечение заданного уровня разрежения на каждом доильном месте, что является важнейшим условием эффективного доения.

Характеристики, полученные в ходе исследования молокоотдачи (третий этап исследований), использованы для выбора реальных режимных параметров компонентов доильного аппарата с последующей проверкой их на стендах и в натуральных условиях с оценкой физиологической адекватности при доении. При

этом экспериментальные и теоретические данные не отличались более чем на 8 %. Оценка физиологического состояния молочной железы выполнялась на основании периодического контроля за изменением электропроводности молока по числу случаев раздражений (рисунок 3), определяемых по пороговым значениям электропроводности ($\sigma_{\beta} = 0,85$ См/м) молока, соответствующего по основным параметрам сорту «экстра». Установлено, что для производственно-климатических условий страны эффективным является диапазон применяемого рабочего вакуума в доильных установках от 42 до 48 кПа, с подтвержденным преимуществом постоянного параметра разрежения величиной 45 кПа.

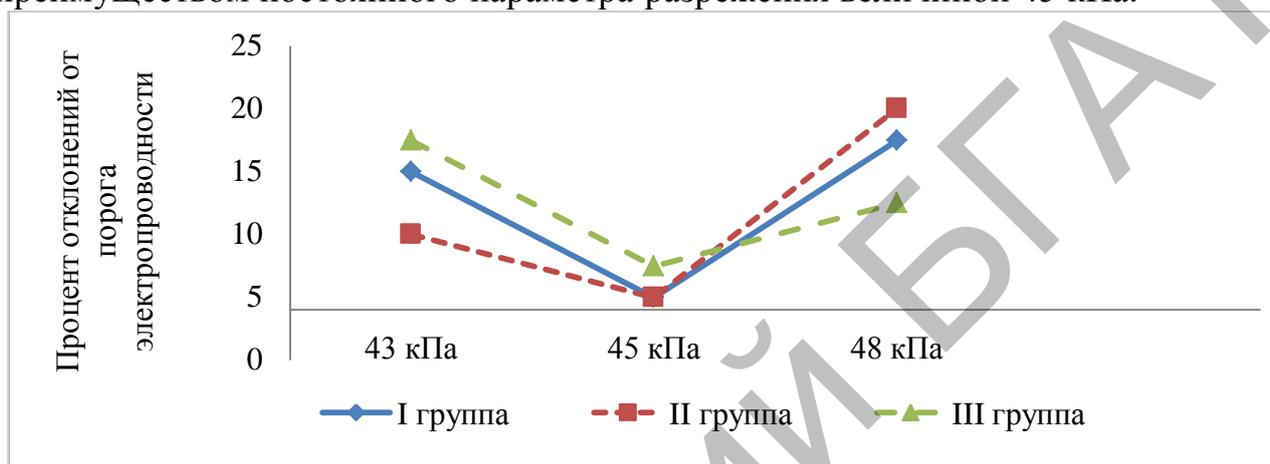


Рис. 3. Оценка физиологического состояния молочной железы

Реализация метода ЭСМД потребовала установления взаимосвязи между техническими и физиологическими параметрами биотехнической системы (рисунок 4). Выбраны факторы, параметр и критерий оптимизации: Y_1 – физиологическое состояние вымени и качество молока (электропроводность молока, См/м); технологический параметр Y_2 – время доения, мин. Полученные уравнения регрессии (1) и (2) свидетельствует об адекватности результатов теоретических и экспериментальных исследований:

$$Y_1 = 8,1 + 0,2X_2 - 0,2X_3 + 0,6(X_1^2 - 0,8) + 0,8(X_2^2 - 0,8) + 0,6(X_3^2 - 0,8) + 1,3(X_4^2 - 0,8) \quad (1)$$

и

$$Y_2 = 5,5 - 0,4X_1 + 0,6X_2 - 0,5X_3 + 0,4(X_1^2 - 0,8) + 0,6(X_2^2 - 0,8) + 0,8(X_3^2 - 0,8) + 1,3(X_4^2 - 0,8). \quad (2)$$

В ходе оптимизации параметров биотехнического звена «машина-животное» исследована взаимосвязь технических и физиологических параметров процесса доения для коров черно-пестрой породы, группы продуктивности 5000 кг молока в год. Оптимальная величина разрежения – 45 кПа, соотношение тактов сжатия: сосания – 42:58, время подготовки к доению – 40 секунд и температура окружающего воздуха – 10°С. Снижение травматизма вымени и обеспечение качества молока «экстра» при $\sigma_{\beta} = 0,85$ см/м подтверждается в диапазоне времени доения от 3 до 6 минут.

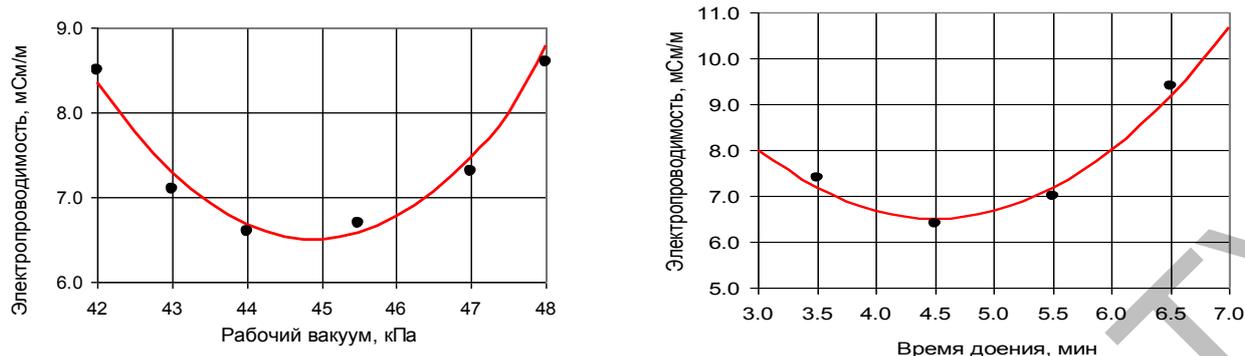


Рис. 4. Оптимизация технических параметров доильного оборудования по физиологическим критериям

Исследования по обоснованию ресурсоэффективного технологического оборудования для производства молока, с учетом соответствия его настроек физиологическим состояниям животных [5], выполненные в 2006-2012 гг. позволили сформировать эффективный модельный ряд доильных установок для Системы машин, утвержденной в Республике Беларусь на период до 2015 года.

Выводы

1. Исходя из сформулированной народнохозяйственной проблемы предложена концепция разработки и эффективного внедрения оборудования нового поколения для производства молока высокого качества. Концепция реализуется по двум взаимосвязанным научно-инновационным направлениям – снижение ресурсоемкости механизированных процессов и повышение качества молочного сырья – применением технических средств, отвечающих физиологическим состояниям животных и взаимодействующих с информационными управляющими системами.

2. Сформулированы базовые условия для реализации научной концепции системы машинных технологий, адаптированных к физиологическим состояниям животных. Базовые условия составляют основу непрерывного развития научно-технического уровня технологического оборудования для производства молока.

3. Предложена новая методика обоснования эффективных стереотипов механизированного доения, которая позволяет выполнять анализ эффективности процесса доения коров при планировании параметров рабочих органов и режимов работы доильных установок на основе результатов физиологических исследований и технико-экономических расчетов. Результаты комплексных оценок служат основой для формирования баз данных по эффективным стереотипам механизированного доения.

4. Результаты оптимизации параметров биотехнического звена «машина-животное» позволяют проектировать технологическое оборудование на основе применения информационных управляющих систем с учетом взаимосвязи технических и физиологических параметров процесса доения.

Литература:

1. *Карташов Л.П.* Машинное доение коров. М.: Колос, 1982. 301с.
2. *Велиток И.Г.* Молокоотдача при машинном доении коров. М., 1986. 138с.
3. *Китиков В.О.* Метод обоснования эффективных стереотипов механизированного доения коров // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. Минск, 2010. Вып. 44, т. 2. С. 53-60.
4. *Китиков В.О.* Технологические предпосылки шадящего высокопроизводительного доения коров // Агропанорама. 2010. №5. С. 6-10.
5. *Китиков В.О.* Ресурсоэффективные технологии производства молока. Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2011. 233с.

Китиков Вадим Олегович, кандидат технических наук, доцент, зам. директора РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
Леонов Андрей Николаевич, доктор технических наук, профессор
Белорусский государственный аграрный технический университет
Тел. 810375 44 714 29 38
E-mail: nti53@tut.by

The paper suggests a new methodology for substantiating effective stereotypes of mechanized milking. This methodology allows to carry out an analysis of milking process effectiveness when planning the parameters of working elements and operating modes of milking machines based on the results of physiological research and performance characteristics.

Results of optimization of biotechnical chain "machine-animal" allow to design process equipment on the basis of information control systems taking into account the interrelation between technical and physiological parameters of the milking process.

Keywords: *mechanized milking, analysis, efficiency, milking equipment, biotechnical unit "machine-animal", technical and technological parameters of the milking process.*